Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

ERASMUS + PROJECT : AG-LAB

ლაბორატორიული პრაქტიკა

სახელმძღვანელო

2021

© ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

აღმოსავლეთ ევროპაში აგრო-კვების სპეციალისტების ლაბორატორიული პრაქტიკის უნარ-ჩვევების გაუმჯობესება (Ag-Lab)

Program Erasmus +, projectKA2 n° 586383-EPP-1-2017-1-SI-EPPKA2-CBHE-JP (2017-2978/001-001

Improving skills in laboratory practice for agro-food specialists in eastern Europe (Ag-Lab)

სახელმძღვანელო შექმნილია ევროკავშირის მხარდაჭერით. მის შინაარსზე სრულად პასუხისმგებელია ავტორთა გუნდი და იგი არ გამოხატავს ევროკავშირის მოსაზრებას.

<u>მთავარი რედაქტორები:</u>

კლოპჩიჩი მარია, მეცნიერებათა დოქტორი, ასისტენტ-პროფესორი, უფროსი მკვლევარი, ლიუბლიანას უნივერსიტეტი

იშჩენკო ტეტიანა, PhD, პროფესორი, უკრაინის უმაღლესი და პროფესიული განათლების სამეცნიერო და მეთოდოლოგიური ცენტრი

<u>სარედაქციო - მთარგმნელობითი ჯგუფი</u> **:**

ნანა დვალიშვილი, ბიოლოგის მეცნიერებათა დოქტორი, მთავარი რედაქტორი

ნინო არჩვაძე, ბიოლოგიის დოქტორი, რედაქტორი

ნინო ინასარიძე, ბიოლოგიის დოქტორი, პროექტის კოორდინატორი, თსუ

ელენე ჩერქეზია, ბიოლოგიის დოქტორი, კოორდინატორი, თსუ

ზურაბ ქუჩუკაშვილი, ასოცირებული პროფესორი, თსუ

მერაბ სეფაშვილი, მაგისტრანტი, ასისტენტი

ლუკა ჯანჯღავა, მაგისტრანტი, ასისტენტი

<u>ავტორები:</u>

ალექსეევა გალინა, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

არჩვაძე ნინო, PhD, ასისტენტ-პროფესორი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (საქართველო)

ბოგატკო ნადია, PhD, ასოცირებული პროფესორი, ბილა ცერკვას ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

გარკავენკო ტეტიანა, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

გეტია ანდრი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, სიცოცხლისა და გარემოს დაცვითი მეცნიერებების ეროვნული უნივერსიტეტი (NUBiP) (უკრაინა)

გოცირიძე ოლანი, მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, კავკასიის საერთაშორისო უნივერსიტეტი (საქართველო).

გრიშჩენკო ნატალია, PhD, ასოცირებული პროფესორი, სიცოცხლისა და გარემოს დაცვითი მეცნიერებების ეროვნული უნივერსიტეტი (NUBiP) (უკრაინა)

გრიშჩენკო სერგი, PhD, ასოცირებული პროფესორი, სიცოცხლისა და გარემოს დაცვითი მეცნიერებების ეროვნული უნივერსიტეტი (NUBiP) (უკრაინა)

გულბანი ანა, PhD, მკვლევარი, სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ლაბორატორია (საქართველო)

გულედანი ირაკლი, PhD, მკვლევარი, სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ლაბორატორია (საქართველო)

დე ფლავიის რიკარდო, მეცნიერების დოქტორი, პროფესორი, ტერამოს უნივერსიტეტი (იტალია)

დომნენკო ლუბოვ, მეტროლოგიის სამსახურის უფროსი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

დზიუბა იაროსლავ, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

ვოვკოტრუბ ნატალია, PhD, ასოცირებული პროფესორი, ბილა ცერკვას ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

ვიგოვსკა ლილია, PhD, მკვლევარი-ლექტორი, სიცოცხლის და გარემოს დაცვის მეცნიერებების ეროვნული უნივერსიტეტი (NUBiP) (უკრაინა)

იაკიმოვა ტატიანა, PhD, მკვლევარი, ვეტერინარიის რესპუბლიკური დიაგნოსტიკური ცენტრი (მოლდოვა)

ინასარიძე ნინო, PhD, ლექტორი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (საქართველო)

იშჩენკო ტეტიანა, PhD, პროფესორი, უმაღლესი და პროფესიული განათლების სამეცნიერო და მეთოდოლოგიური ცენტრი (უკრაინა)

კაისინ ლარისა, PhD, ასოცირებული პროფესორი, მოლდავეთის სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტი

კანდეფერ-გოლა მალგოჟატა, PhD, ასისტენტ-პროფესორი, ვროცლავის გარემოსა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა უნივერსიტეტი (პოლონეთი)

კანდიბა ნატალია, PhD, ასოცირებული პროფესორი, სუმის ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

კარპულენკო მაქსიმ, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

კიევსკა ანა, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

კლოპჩიჩ მარია, მეცნიერებათა დოქტორი, ასისტენტ-პროფესორი და უფროსი მკვლევარი, ლიუბლიანას უნივერსიტეტი (სლოვენია)

კოვალენკო იგორ, PhD, ასოცირებული პროფესორი, სუმის ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

კოზიცკა თამარა, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

კონდრატიუკ ვადიმ, PhD, ასოცირებული პროფესორი, სიცოცხლისა და გარემოს დაცვითი მეცნიერებების ეროვნული უნივერსიტეტი (NUBiP) (უკრაინა)

კოსეკ-პაჟკოვსკა კატარჟინა, PhD, ასოცირებული პროფესორი, ვროცლავის გარემოსა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა უნივერსიტეტი (პოლონეთი)

კოსელევა ოლგა, სოფლის მეურნეობის მაგისტრი, ლექტორი, კომრატის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (მოლდოვა)

კურჩ დიანა, PhD, მკვლევარი, რესპუბლიკური ვეტერინარული დიაგნოსტიკის ცენტრი (მოლდოვა)

კურტა ქრისტინა, უკრაინის სურსათის უსაფრთხოებისა და ხარისხის ლაბორატორიის მკვლევარი, სიცოცხლისა და გარემოს დაცვითი მეცნიერებების ეროვნული უნივერსიტეტი (NUBiP) (უკრაინა)

ლაპაი ნატალია, PhD, მკვლევარი, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტების სერტიფიკაციისა და ექსპერტიზის სახელმწიფო ცენტრი (უკრაინა)

ლიტვინენკო ოლეგ, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

ლოჟკინა ოლენა, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

მარდარ მარინა, პროფესორი, მეცნიერებათა დოქტორი, კვების ტექნოლოგიების ოდესის ეროვნული აკადემია (უკრაინა)

მდინარაძე ირმა, მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, კავკასიის საერთაშორისო უნივერსიტეტი (საქართველი)

მეჟენსკი ანდრი, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

მეჟენსკა ნატალია, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

მიქიაშვილი მარიკა, PhD, სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ლაბორატორიის მკვლევარი (საქართველო)

ნეიკოვცენა იულია, მეცნიერებათა დოქტორი, ლექტორი, კომრატის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (მოლდოვა)

პოვაროვა ნატალია, PhD, ასოცირებული პროფესორი, კვების ტექნოლოგიების ოდესის ეროვნული აკადემია (უკრაინა)

ჟერარ რობერი, მეტროლოგიის სამსახურის უფროსი, VetAgroSup Lyon (საფრანგეთი)

რუბან სერგი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, სიცოცხლისა და გარემოს დაცვითი მეცნიერებების ეროვნული უნივერსიტეტი (NUBiP) (უკრაინა)

რუბლენკო ირინა, PhD, ასოცირებული პროფესორი, ბილა ცერკვას ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

რუბლენკო მიხაილო, მეცნიერებათა დოქტორი, უკრაინის სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, ბილა ცერკვას ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

რუჟინსკა ირინა, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

საპაჩოვა მარია, PhD, მკვლევარი, ლაბორატორიული დიაგნოსტიკისა და ვეტერინარულ-სანიტარული ექსპერტიზის სახელმწიფო ინსტიტუტი (უკრაინა)

სემანიუკ ვოლოდიმერ, PhD, ასოცირებული პროფესორი, ლვოვის ვეტერინარული მედიცინისა და ბიოტექნოლოგიების ეროვნული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

სიმონოვ მარიან, PhD, ასოცირებული პროფესორი, ლვოვის ვეტერინარული მედიცინისა და ბიოტექნოლოგიების ეროვნული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

სკრიპნიკ ელენა , PhD, პროფესორი, მოლდოვას სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტი

სობოლტა ანდრი, PhD, ასოცირებული პროფესორი, ლვოვის ვეტერინარული მედიცინისა და ბიოტექნოლოგიების ეროვნული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

სტეფანიკ ვასილ, PhD, ასოცირებული პროფესორი, ლვოვის ვეტერინარული მედიცინისა და ბიოტექნოლოგიების ეროვნული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

სტიბელ ვოლოდიმირ, ვეტერინარული მეცნიერებების დოქტორი, პროფესორი, ლვოვის ვეტერინარული მედიცინის და ბიოტექნოლოგიების ეროვნული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

ტიტლოვა ოლგა, PhD, ასოცირებული პროფესორი, კვების ტექნოლოგიების ოდესის ეროვნული აკადემია (უკრაინა)

ტკაჩენკო ნატალია, მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, კვების ტექნოლოგიების ოდესის ეროვნული აკადემია (უკრაინა)

ტურკო იგორ, PhD, ასოცირებული პროფესორი, ლვოვის ვეტერინარული მედიცინისა და ბიოტექნოლოგიების ეროვნული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

უშკალოვ ვალერი, PhD, მკვლევარი, სიცოცხლისა და გარემოს დაცვითი მეცნიერებების ეროვნული უნივერსიტეტი (NUBiP) სოფლის მეურნეობის პროდუქტების ხარისხისა და უსაფრთხოების ლაბორატორია (უკრაინა)

ფედოტოვა ლიუდმილა, მეცნიერების დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი, კომრატის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (მოლდოვა)

ქუჩუკაშვილი ზურაბ, PhD, ასოცირებული პროფესორი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (საქართველო)

შაბან ნიდალ, მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, სოფიის მეტყევეობის უნივერსიტეტი, ISLE წევრი (ბულგარეთი)

ჩერქეზია ელენე, PhD, ლექტორი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი (საქართველო)

ცარენკო ტარას, PhD, ასოცირებული პროფესორი, ბილა ცერკვას ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტი (უკრაინა)
ხიცკა ოქსანა, PhD, ასოცირებული პროფესორი, ბილა ცერკვას ეროვნული აგრარული უნივერსიტეტი (უკრაინა)

ხომენკო მიკოლა, PhD, პროფესორი, უმაღლესი და პროფესიული განათლების სამეცნიერო და მეთოდოლოგიური ცენტრი (უკრაინა)

სარჩევი

შესავალი....8
თავი 1. ქიმიურ ლაბორატორიაში მუშაობის წესები....9
1.1 ლაბორატორიის მომზადება ტესტირებისთვის. უსაფრთხოების წესები....9
1.2. ქიმიურ ლაბორატორიაში გამოყენებული მინის ჭურჭელი....11
1.3 გამხსნელები....17
1.4. ანალიზური ხელსაწყოები და დეტექციის პრინციპები....24
1.5. ანალიზის ოპტიკური მეთოდები....29
1.6. ანალიზის ქრომატოგრაფიული მეთოდები....36
1.7. ELISA - იმუნოფერმენტული ანალიზი....40
1.8 ჰიგიენა და უსაფრთხოება ქიმიურ ლაბორატორიაში....49
1.9. ნარჩენების მართვა....50
თავი 2. ბიოლოგიური ლაბორატორიის მუშაობის საფუძვლები....52
2.1 ლაბორატორიების კლასიფიკაცია საფრთხის დონის მიხედვით....52
2.2. მიკრობიოლოგიური ლაბორატორიების „მცირეგაბარიტიანი“ მოწყობილობები....55
2.3 მიკროორგანიზმთა კლასიფიკაცია და მათთან დაკავშირებული საფრთხეები....64
უმარტივესები....65
2.4 საკულტივაციო არეები. საკულტივაციო არეებზე გაზრდილ მიკროორგანიზმთა თავისებურებები....72
2,5 ანალიზური მეთოდები და დეტექციის პრინციპები....78
2.6. მოლეკულური დიაგნოსტიკის პრინციპები....89
2.6.1 მოლეკულური დიაგნოსტიკის მეთოდების თეორიული საფუძვლები....89
2.7 პარაზიტოლოგიური ანალიზი....105
2.8 ჰიგიენა და უსაფრთხოება ბიოლოგიურ ლაბორატორიაში....110
2.9 ნარჩენების მართვა....122
თავი 3 . შერჩევა....126
3.1 შერჩევა (მათ შორის, თავისუფალი ნაკადის და შეფუთული ნიმუშების ჩათვლით), ტრანსპორტირება, შენახვა, დამუშავება და გადამუშავება....126
3.2 მატრიცები და გამოყენებითი ტექნოლოგიები....142
3.3 აგრონომია....194
თავი 4. ანალიზი და მისი ჩატარების მეთოდიკა....235
4.1 ანალიზის კონცეფცია (გამოყენებითი კვლევები)....235
4.2 მეთოდის ვალიდაცია....240
4.3.ანალიზის ჩატარება....249
4.4 მიღებული შედეგები და მათი შესაბამისობა. ანალიზური შედეგების ხარისხი....253
4.5. დისკუსია კლიენტთან....253

4.6 ეთიკა ლაბორატორიაში 255
თავი 5 რეკომენდაციები 263
5.1 ლაბორატორიული სტანდარტები 263
.5,2 ეროვნული და საერთაშორისო აღიარება (აკრედიტაციები, GLP, GMP და ა.შ.) 265
5.3 დოკუმენტები და მათი მართვა 269
5.4 მეტროლოგია ლაბორატორიაში 273
5.5 აუდიტისა და აკრედიტაციის ორგანოები 281
5.6 ლაბორატორიული პრაქტიკის სფეროსთან დაკავშირებული საერთაშორისო ორგანიზაციები: ოფიციალური ანალიტიკოსი ქიმიკოსების ასოციაცია, მიკრობიოლოგები, ISO, ევროპული ნორმები 285
თავი 6. გენეტიკური ანალიზი 287
6.1 პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია (PCR), როგორც გენეტიკურ-მოლეკულური ანალიზის მეთოდი 287
6.2 ხელსაწყოებისა და აღჭურვილობის მიმართ მოთხოვნები 290
6.3 მთავარი ტექნიკური მოთხოვნები ლაბორატორიების, სამუშაო ტერიტორიების ორგანიზების და შენობა-ნაგებობების მიმართ 307
6.4 ICAR-ის რეკომენდაციები აკრედიტირებულ ლაბორატორიებთან დაკავშირებით. მსოფლიო მოთხოვნები ლაბორატორიების მიმართ, აკრედიტაციის წესები. საცნობარო ლაბორატორიების მუშაობის პრინციპები. 313
6.5. ბიოლოგიური მასალის მედიუმ-ნიმუშების აღების მეთოდები 322
6.6 ციტოგენეტიკური ანალიზის დროს გამოყენებული ლაბორატორიული კვლევის მეთოდები 327
6.7 მოლეკულურ-გენეტიკური ანალიზის მეთოდები 330
6.8 მიღებული გენეტიკური მონაცემების ანალიზის მეთოდები და მათი ვერიფიკაცია 337
თავი 7. სენსორული ანალიზი 348
7. 1. სენსორული ანალიზის შესავალი 348
7.2 სენსორული ატრიბუტები და მათი აღქმა 353
7.3 სენსორული ანალიზის ლაბორატორიების მოთხოვნები. ეროვნული და საერთაშორისო აღიარება 357
7.4 ძირითადი სენსორული ტესტები 370

შესავალი

სახელმძღვანელო გამოცემულია ევროკავშირის Erasmus + პროექტის „აღმოსავლეთ ევროპაში აგრო-კვების სპეციალისტების ლაბორატორიული პრაქტიკის უნარ-ჩვევების გაუმჯობესება“ (Ag-Lab) ფარგლებში. ავტორთა გუნდი შედგება უნივერსიტეტის პროფესორებისა და აგრო-კვების ლაბორატორიების სპეციალისტებისგან სლოვენიიდან, საფრანგეთიდან, იტალიიდან, პოლონეთიდან, უკრაინიდან, საქართველოდან და მოლდოვადან.

გამოცემა განკუთვნილია ვეტერინარული, აგრონომიული, მეცხოველეობისა და კვების ტექნოლოგიების ფაკულტეტების მაგისტრატურის სტუდენტებისთვის, რომლებიც ორიენტირებული არიან ლაბორატორიულ-პრაქტიკულ საქმიანობაზე; აგრო-კვების სექტორის ლაბორატორიების დამწყები ახალგაზრდა სპეციალისტებისთვის, აგრეთვე ლაბორატორიებში უკვე დასაქმებული სპეციალისტებისთვის მათი პროფესიული ცოდნის ამაღლების მიზნით.

სახელმძღვანელო მოიცავს სოფლის მეურნეობისა და საკვები პროდუქტების წარმოების ყველა სფეროს და მკითხველს სთავაზობს ლაბორატორიულ პრაქტიკასთან დაკავშირებულ ზოგად ინფორმაციას, როგორიცაა: ქიმიურ და ბიოლოგიურ ლაბორატორიებში მუშაობის საფუძვლები, ლაბორატორიული ხელსაწყოების გაცნობა, ლაბორატორიული ანალიზის მეთოდები, ნიმუშის (სინჯის) აღება სხვადასხვა მატრიცისთვის, ლაბორატორიულ პრაქტიკასთან დაკავშირებული საერთაშორისო ნორმები, ხარისხის მართვისა და მეტროლოგიის საკითხები. სახელმძღვანელოს ორი სპეციფიკური ნაწილი ეძღვნება მეცხოველეობაში გამოყენებულ გენეტიკური ანალიზისა და სურსათის კონტროლის მიზნით გამოსაყენებელი სენსორული ანალიზის მეთოდებს.

სახელმძღვანელო გვთავაზობს საკითხებს, რომელთა ცოდნა აუცილებელია ლაბორატორიებში სამუშაოდ. ის წარმოდგენილია ერთგვარი გზამკვლევის სახით. სპეციფიკური სამეცნიერო, იურიდიული, ტექნიკური საკითხების უფრო ღრმად შესწავლის მიზნით კი მკითხველმა უნდა ისარგებლოს დამატებითი წყაროებით.

სახელმძღვანელოს ინგლისური ვერსია განკუთვნილია საერთაშორისო დონეზე გამოსაყენებლად და შეიცავს ნორმებს, წესებს, ტექნოლოგიებსა და მეთოდებს, რომლებიც აღიარებულია ევროკავშირის ქვეყნებში და იმ სახელმწიფოებში, რომელთა საკანონმდებლო და მაკონტროლებელი სისტემები შესაბამისობაში მოდის ევროპულ სტანდარტებთან.

თავი 1. ქიმიურ ლაბორატორიაში მუშაობის წესები

1.1 ლაბორატორიის მომზადება ტესტირებისთვის. უსაფრთხოების წესები

არასპეციალისტებისთვის ქიმიურ ლაბორატორიაში მუშაობა ზოგჯერ ჯადოქრობასთან ასოცირდება, სხვებს კი სამზარეულოში ფუსფუსს მოაგონებს. მართლაც, ლაბორატორიაში დასაქმებული ქიმიკოსი შეფ-მზარეულს ჰგავს, თუმცა, მისგან განსხვავებით, ქიმიკოსი მუშაობისას ჩვეულებრივი მოხმარების ჭურჭლის ნაცვლად იყენებს სპეციალურ ჭურჭელს და ერთმანეთში შეურევს არა პროდუქტებს, არამედ ქიმიურ რეაგენტებს.

ქიმიური ექსპერიმენტის წარმატებით ჩასატარებლად საჭიროა კარგად იცოდეთ: რა აღჭურვილობაა ქიმიურ ლაბორატორიაში, რომელ ჭურჭელს იყენებენ ქიმიკოსები და რა დანიშნულებით. ჩვეულებრივ, ქიმიური მეთოდები ემყარება გამოსაცდელი ნივთიერების ქიმიურ რეაქციებს გარკვეულ რეაგენტებთან, რისთვისაც იყენებს შესაბამის ინდიკატორებს და ეყრდნობა წონის ან მოცულობის ანალიზს.

საზომი სამუშაოების ჩატარება ქიმიურ ლაბორატორიაში მთელ რიგ საშიშ და მავნე ფაქტორებთან კონტაქტს უკავშირდება. უსაფრთხოება გულისხმობს თავის დაცვასა და სახანძრო უსაფრთხოებას.

ლაბორატორიებში გამუდმებით ტარდება კვლევები განსხვავებული ქიმიკატების გამოყენებით. ქიმიურ ნივთიერებათა მიმართ არასათანადო მოპყრობამ შეიძლება გამოიწვიოს პერსონალის მოწამვლა, ქიმიური დამწვრობა, პროფესიულ დაავადებათა განვითარების პროვოცირება.

შრომის დაცვის წესები არეგულირებს ქიმიურ ლაბორატორიებში შექმნილი მიკროკლიმატის მოთხოვნებს, მავნე ნივთიერებების შემცველობას, ხმაურისა და ვიბრაციის დონეს, განათებას.

ლაბორატორია შეიძლება აღჭურვილი იყოს ბუნებრივი, ხელოვნური ან კომბინირებული განათებით, რაც სამუშაოს ხასიათზეა დამოკიდებული. ლოკალური განათება უნდა იქნეს გამოყენებული ზოგად განათებასთან ერთად. იკრძალება მხოლოდ ლოკალური განათების წყაროთი სარგებლობა. ლოკალური განათების სამაგრები არ უნდა განეკუთვნებოდეს ასაფეთქებელ ნივთიერებათა კატეგორიას და ისე უნდა ფიქსირდებოდეს, რომ მკვლევარს შეეძლოს სინათლის სხივის მიმართულების საჭიროებისამებრ შეცვლა.

მიკროკლიმატური მაჩვენებლები ქიმიური ლაბორატორიების სამუშაო სივრცეში უნდა აკმაყოფილებდეს სამრეწველო შენობებში მიკროკლიმატის მიმართ წაყენებულ სახელმწიფო სანიტარული ნორმების მოთხოვნებს. ქიმიურ ლაბორატორიათა სამუშაო სივრცეში მტვრის, აირებისა და მავნე ნივთიერებების ორთქლის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს სათანადო მარეგულირებელ დოკუმენტებში დადგენილ MPC-ს.

ლაბორატორიული სამუშაოები უნდა ტარდებოდეს მხოლოდ სათანადო განიავების პირობებში. გათვალისწინებული უნდა იყოს ავტომატური ვენტილაცია და ბლოკირება. სავენტილაციო დეფექტების აღმოჩენის შემთხვევაში, თანამშრომელმა ამის შესახებ უნდა აცნობოს ლაბორატორიის მენეჯერს და შრომის უსაფრთხოების დეპარტამენტს.

ქიმიური ლაბორატორიის სივრცე, რომელიც განკუთვნილია უკიდურესად სახიფათო (1-ლი კლასის საფრთხის) და ძალზე სახიფათო (მე-2 კლასის საფრთხის) ნივთიერებებთან სამუშაოდ, იზოლირებული უნდა იყოს სხვა სივრცეებისგან. მას უნდა ჰქონდეს ცალკე შესასვლელი და

ისეთი სავენტილაციო სისტემა, რომელიც არ უკავშირდება სხვა სივრცეებს. ყველა სახის სამუშაო, დაკავშირებული კაუსტიკურ, მომწამვლელ, მკვეთრი სუნის მქონე, აალებად და ფეთქებად ნივთიერებებთან, ხორციელდება ლაბორატორიის დანარჩენი სივრცეებისგან იზოლირებულად. სამუშაო ადგილი აღჭურვილია ეფექტიანი სავენტილაციო მოწყობილობებით ან გამწოვით. სავენტილაციო გამწოვები აღჭურვილია შეწოვის ტუმბოებით.

საშიში და მავნე ფაქტორების ზემოქმედებისგან ქიმიური ლაბორატორიების თანამშრომლების დასაცავად, აუცილებელია კოლექტიური დაცვის საშუალებების გამოყენება მოქმედი მარეგულირებელი დოკუმენტაციის მოთხოვნების შესაბამისად. ქიმიური ლაბორატორიების შენობა აღჭურვილი უნდა იყოს პირველადი ხანძარსაწინააღმდეგო საშუალებებით (მშრალი ქვიშის ყუთები, ცეცხლსაქრობი, არაწვადი საიზოლაციო მასალისგან დამზადებული ხანძარსაწინააღმდეგო საბნები და ა.შ.), რომელთა ადგილმდებარეობა უნდა იყოს მითითებული ნიშნებით ISO 6309-ის შესაბამისად: 2007 "ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვა. უსაფრთხოების ნიშნები. ფორმა და ფერი" (ISO 6309: 1987, IDT).

ქიმიური ლაბორატორიების თანამშრომლები უზრუნველყოფილი უნდა იყვნენ სპეციალური ტანსაცმლით, ფეხსაცმლით და სხვა პირადი დამცავი აღჭურვილობით (PPE) დებულების - „სპეციალური ტანსაცმლით, სპეციალური ფეხსაცმლით და სხვა პირადი დამცავი აღჭურვილობით მუშათა მომარაგების წესის შესახებ" - შესაბამისად.

მოვალეობის შესრულების დროს, ლაბორატორიის თანამშრომელი ვალდებულია დაიცვას სანიტარიული ნორმებისა და პირადი ჰიგიენის წესები: იმუშაოს მხოლოდ პირადი დაცვის საშუალებების გამოყენებით; დაიცვას სამუშაო ადგილის სისუფთავე და სათანადო წესები.

დაღვრილი მჟავების ან ტუტეების გასანეიტრალებლად, ქიმიურ ლაბორატორიაში უნდა იყოს ჭურჭელი წინასწარ მომზადებული გამანეიტრალებელი ხსნარებით (სოდა - მჟავებისთვის, ძმარმჟავა - ტუტეებისთვის და სხვ.). ქიმიურ ლაბორატორიაში დაგროვილი მყარი ნარჩენები ცალკე უნდა შეიფუთოს და განთავსდეს სანიტარულ და ხანძარსაწინააღმდეგო მაკონტროლებელ ორგანოებთან შეთანხმებულ ადგილებში.

საქმიანობები, რომლებიც უკავშირდება სახიფათო რეაქციებთან შემხებლობას, შესაძლო წნევის მომატებას, მინის ჭურჭლის გადახურებას ან მისი ცხელი თუ კაუსტიკური პროდუქტების შესხურებით დაზიანებას, ვაკუუმის ქვეშ მუშაობას - ყველა ის აქტივობა უნდა ჩატარდეს გამწოვებში სპეციალურ ზედაპირებზე. ასეთი სამუშაოების ჩატარებისას სამუშაო ადგილზე უნდა იყოს დამონტაჟებული გამჭვირვალე უსაფრთხოების ფარები. ისეთ ნივთიერებებთან მუშაობის დროს, რომელთა შერევის ან განზავების შედეგად ხდება სითბოს გამოყოფა, უნდა იქნეს გამოყენებული თერმოგამძლე მინის ან ფაიფურის ჭურჭელი. თერმოგამძლე მინის ჭურჭლის ღია ცეცხლზე გახურება სითბოს მიმართ მდგრადი ბადის გარეშე იკრძალება; დაუშვებელია თხელკედლიანი მინის ბოთლების და ჩვეულებრივი მინის კოლბების გაცხელება ღია ცეცხლზე ან ქურაზე.

რეაქტივებს ქიმიურ ლაბორატორიებში ინახავენ მწარმოებლის მიერ მოწოდებულ სერტიფიკატში მითითებული ვადებისა და შენახვის პირობების დაცვით. სათადარიგო რეაქტივები (რეზერვები) ინახება სპეციალურად გამოყოფილ იზოლირებულ ოთახში, ქიმიური ლაბორატორიის გარეთ. თითოეულ კონტეინერს უკეთდება წარწერა ნივთიერების ზუსტი დასახელებით. მას უნდა ერთვოდეს შესაბამისი ნიშნები ნივთიერების ტოქსიკური თუ აალებადი თვისებების მითითებით: მაგალითად, წითელი ფერი აღნიშნავს "აალებად" ნივთიერებას, ყვითელი ნიშნავს "შხამს", მწვანე ნიშნავს "მოარიდეთ წყალს" და სხვ. აკრძალულია ქიმიურ

ნივთიერებათა შენახვა წარწერის გარეშე ან არასათანადო წარწერით. არაეტიკეტირებულ ჭურჭელში შენახული რეაქტივი უნდა განადგურდეს. აალებადი და ფეთქებადი ნივთიერებების შენახვისას, მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გათვალისწინებით, დაცული უნდა იყოს დამატებითი ზომები, კერძოდ: დიეთილის ეთერი (გოგირდოვანი) სხვა ნივთიერებებისგან იზოლირებულად უნდა იქნეს შენახული ცივ და ბნელ ადგილას; მეტალური ნატრიუმი უნდა ინახებოდეს მინის სქელკედლიან ფართოყელიან ქილებში, რომლებიც ჰერმეტულად იქნება დახუფული საცობით, მშრალი (ტენიანობის გარეშე) ნავთის, პარაფინის ან სატრანსფორმატორო ზეთის ფენის ქვეშ ქვიშის ყუთებში; წყალბადის ორჟანგის, ნახშირმჟავას (კონცენტრირებულის) და სხვა მჟანგავების შენახვა დაუშვებელია ისეთ აღმდგენელ აგენტებთან ერთად, როგორიცაა ნახშირი, გოგირდი, სახამებელი და სხვ. დაუშვებელია მეტალური ნატრიუმის და ფოსფორის შენახვა ბრომთან ან იოდთან ერთად. აალებადი თხევადი ნივთიერებების შესანახად გამოყენებული ერთლიტრიანი და მეტი მოცულობის მინის ჭურჭელი უნდა მოთავსდეს ლითონის ჰერმეტულ კეისებში.

ქიმიურ ლაბორატორიებში მუშაობისას იყენებენ წნევის ქვეშ არსებულ აირებს. ეს შეიძლება იყოს ინერტული გაზები (მაგ., არგონი, აზოტი, ჰელიუმი, ნახშირორჟანგი) ან ასაფეთქებელი ნივთიერებები, რომელთაც შეუძლიათ წვა (წყალბადი, ჟანგბადი). ჩვეულებრივ, აირები, ინახება ცილინდრებში 250 ატმოსფერომდე წნევის ქვეშ. შემცველი აირებიდან გამომდინარე, ბალონები შეფერილია სათანადო ფერით.

გაზების გამოყოფა ბალონებიდან ხდება აღმდგენლების მეშვეობით, რომლებიც იმავე ფერითაა შეღებილი, როგორც გაზის შემცველი ბალონები. მკაცრად იკრძალება აირების გამოყენება სათანადო სარქვლის (კლაპანის) გარეშე.

შეკუმშული გაზის (რიგ შემთხვევებში, თხევადი გაზის) გამოყენებისას, პირველ ყოვლისა, საჭიროა ყურადღებით შეამოწმოთ ბალონისა და სარქვლის მდგომარეობა და დარწმუნდეთ იმაშიც, რომ ბალონის ვარგისიანობის ვადა არ ამოწურულა. აკრძალულია მათი გამოყენება ბალონის გამოყენების ვადის გასვლის შემდეგ, აგრეთვე ბალონის კორპუსის ან სარქვლის დაზიანების შემთხვევაში.

გაზის ბალონები დაცული უნდა იყოს დარტყმის, მექანიკური დაზიანებისა და სითბოსგან. მათ ათავსებენ შენობის გარეთ, მეტალის ყუთებში. გაზი ლაბორატორიას მიეწოდება სპეციალური სადენი მილით, რომელიც დამონტაჟებულია სათანადო წესების დაცვით.

მკაცრად იკრძალება ღია სარქველით გაზის ბალონის უყურადღებოდ დატოვება.

1.2. ქიმიურ ლაბორატორიაში გამოყენებული მინის ჭურჭელი

ქიმიური ლაბორატორიის ჭურჭელი შეიძლება დაიყოს სხვადასხვა ჯგუფად.

გამოყენების მიხედვით:

- საერთო დანიშნულების;
- განსაკუთრებული დანიშნულების;
- საზომი.

მასალის მიხედვით: ჩვეულებრივი მინის, სპეციალური მინის, კვარცის.

საერთო დანიშნულების არის ისეთი ჭურჭელი, რომელიც ყოველთვის უნდა იყოს ლაბორატორიაში და რომლის გარეშეც სამუშაო დიდწილად ვერ შესრულდება. ესენია: სინჯარები, მარტივი და საზომი ძაბრები, ქიმიური ჭიქები, ბრტყელძირიანი კოლბები, კონუსისებრი კოლბები (ერლენმაიერის კოლბები), ბუნსენის კოლბები, მაცივრები, რეტორტები, გამოხდილი წყლის კოლბები, გადამყვანები, ონკანები და სხვ.

განსაკუთრებული დანიშნულების არის ისეთი ჭურჭელი, რომელიც სპეციფიკური დანიშნულებით გამოიყენება, მაგალითად: კიპის აპარატი, სოქსლეტის აპარატი, კიელდალის აპარატი, ფრაქციონირების სვეტები, ვულფის ჭიქები, ტიშჩენკოს ჭიქები, პიკნომეტრი, ჰიდრომეტრი, მრგვალძირიანი კოლბები, სპეციალური მაცივრები, ლღობისა და დუღილის ტემპერატურის გამზომი ხელსაწყოები და სხვ..

საზომი ჭურჭელია: საზომი მენზურები და სინჯარები, პიპეტები, ბიურეტები და საზომი კოლბები. ისინი გამოიყენება სითხის მოცულობის გასაზომად.

1.2.1. პიპეტები.

პიპეტი არის ღრუიანი მილი წაგრძელებული წვერით. პიპეტი შეუცვლელი ინსტრუმენტია ქიმიურ, ეკოლოგიურ, მიკრობიოლოგიურ და სამედიცინო ლაბორატორიებში სითხეებთან მუშაობისას.

პიპეტის ტიპებია:

- გრადუირებული პიპეტები,
- მორის პიპეტები,
- სალის პიპეტები,
- პასტერის პიპეტები,
- პანჩენკოვის პიპეტები,
- საწვეთური პიპეტები,
- ელექტრონული ან მექანიკური პნევმატური დისპენსერები.

როგორც წესი, ისინი მზადდება ქიმიურად მდგრადი მინის ან პოლიმერული მასალისგან.

ანალიზურ ქიმიაში ყველაზე ხშირად გამოიყენება გრადუირებული (დატანილი საზომი ხაზებით) და მორის პიპეტები (ერთგანყოფილებიანი). გრადუირებული პიპეტებიდან ყველაზე ფართოდ იყენებენ 0,1 ან 0,2 მლ-იან მიკროპიპეტებს.

რეზინის ან ქლორვინილისგან (PVC) დამზადებულ მილაკებს იყენებენ პიპეტში სითხის შესაგროვებლად. ამასთან ერთად, არსებობს სპეციალური მსხლისებური ფორმის ბალონები სარქვლიანი პიპეტებისთვის.

გრადუირებული პიპეტები XIX საუკუნის შუა წლებში გამოიგონეს, ისინი დღემდე შეუცვლელი იარაღია სითხის მოცულობის ზუსტად გასაზომად. პიპეტი გრადუირებულია და დანაყოფები შეესაბამება კუბურ სანტიმეტრებს ($სმ^3$) 20°C ტემპერატურაზე. სიზუსტის მიხედვით, განასხვავებენ გრადუირებული პიპეტების ორ კლასს (1-ლს და მე-2-ს). აწარმოებენ რამდენიმე ტიპის გრადუირებულ პიპეტებს:

1 - სწორი ფორმის პიპეტები დანაყოფებით;

1a - სწორი ფორმის პიპეტები დანაყოფებით და ბალონი-რეზერვუარით;

2 - წაგრძელებული პიპეტები დანაყოფებით და გრადუირებული დაშორებული ხაზებით;

2a - წაგრძელებული პიპეტები გრადუირებული დანაყოფებით და ბალონი-რეზერვუარით.

პიპეტებს კიდევ რამდენიმე ტიპად ყოფენ - სამი ყველაზე პოპულარული ტიპია:

ტიპი 1. დასაცლელი პიპეტები - ზედა ნულოვანი დანაყოფიდან რომელიმე ქვედა დანაყოფამდე. პიპეტის ქვედა დანაყოფი შეესაბამება ნომინალურ მოცულობას. ასეთ პიპეტებს არასრული დაცლის პიპეტები ეწოდება. ისინი შეიძლება როგორც პირველი, ასევე მეორე კლასის სიზუსტისა იყოს.

ტიპი 2. პიპეტები, რომლებსაც იყენებენ სითხისაგან დასაცლელად ნებისმიერი დანაყოფიდან დაცლის წვერამდე. ზედა დანაყოფი შეესაბამება ნომინალურ მოცულობას. ეს სრული დაცლის პიპეტებია. ასეთი პიპეტები შეიძლება იყოს როგორც პირველი, ისე მეორე კლასის სიზუსტის.

ტიპი 3. პიპეტები სითხის დაცლისთვის ზედა ნულოვანი დანაყოფიდან დაცლის წვერამდე. ასეთი პიპეტების დაცლის წვერის ქვედა ნაწილი შეესაბამება ნომინალურ მოცულობას. ასეთი პიპეტები შეიძლება მხოლოდ მეორე კლასის სიზუსტისა იყოს.

დღესდღეობით, ყველა თანამედროვე ლაბორატორიაში გამოიყენება რამდენიმე ტიპის ავტომატური პიპეტი (დისპენსერი), კერძოდ:

- ვარიაბელური მოცულობის მექანიკური დისპენსერები (დოზატორები);
- ფიქსირებული მოცულობის მექანიკური დისპენსერები (დოზატორები);
- ელექტრონული დისპენსერები (დოზატორები).

არსებობს მექანიკური დოზატორების სხვადასხვა მოდიფიკაცია, მათ აქვთ დოზირების განსხვავებული მოცულობები, არხების განსხვავებული რაოდენობა (ჩვეულებრივ 1, 8, 12 ან 16). შესაძლებელია ზოგიერთი მოდელის სრული ან ნაწილობრივი ავტოკლავირება.

ცვალებადი და ფიქსირებული მოცულობის მექანიკურ დოზატორებს მოქმედების მსგავსი პრინციპი აქვთ. ძირითადი განმასხვავებელი ნიშანია ის, რომ პირველ შემთხვევაში შესაძლებელია ანალიზისთვის განკუთვნილი დოზატორის მოცემული პარამეტრების ფარგლებში (მაგალითად, 100-დან 1000 მკლ-მდე) საჭირო მოცულობის არჩევა, მაშინ როდესაც მეორე შემთხვევაში შესაძლებელია მხოლოდ მოცემული (ფიქსირებული) მოდელით (მაგალითად, 100 მკლ) გათვალისწინებული მოცულობის არჩევა. დოზირების მოცულობის არჩევა ხდება ხელსაწყოს კორპუსზე არსებული სპეციალური მარეგულირებელი ცილინდრის დატრიალებით. ამ დროს ხელსაწყოს დისპლეიზე გამოისახება არჩეული მოცულობა. ჩვეულებრივ, მწარმოებლები მარეგულირებელ ცილინდრს ხელსაწყოს ძირითადი საოპერაციო ღილაკის ქვეშ ათავსებენ.

რეკომენდებულია დოზატორის ბუნიკის მხოლოდ ერთხელ გამოყენება და მისი გადაგდება მოხმარების შემდეგ. თუ ერთი და იმავე სითხის დოზირებას ახდენთ, თქვენ ვერ შეძლებთ ბუნიკის შეცვლას მუშაობის პროცესში, მაგრამ როგორც კი სხვა ხსნარზე გადადიხართ, ბუნიკის შეცვლა სავალდებულოა. თუ თქვენ ზედმიწევნით აკურატულად მუშაობთ, დასაშვებია ხელმეორედ გამოიყენოთ ბუნიკები მათი წინასწარ გარეცხვის, გასტერილებისა და გაშრობის შემთხვევაში. ბუნიკებს ამზადებენ პროპილენისგან, რომელიც 121^0C-ზე ავტოკლავირებას უძლებს.

არსებობს ბუნიკების ორი ძირითადი ტიპი: სტერილური და არასტერილური.

სტერილური ბუნიკები გამოიყენება პოლიმერაზულ ჯაჭვურ რეაქციაში (პჯრ) და სამედიცინო დანიშნულებით ჩატარებული სხვა ანალიზების დროს, როდესაც საჭიროა დაცული იყოს სისუფთავე და გამოირიცხოს უცხო დნმ-ით ან რნმ-ით დაბინძურების შესაძლებლობა. ბუნიკები შესაძლებელია შეფუთული იყოს დიდ გროვებად, ან დაფასოებული იყოს სპეციალურ შტატივებში. ბუნიკების რაოდენობა ცალკეულ შეფუთვაში დამოკიდებულია ბუნიკის მოცულობაზე - რაც უფრო დიდია მოცულობა, მით ნაკლებია ბუნიკების რაოდენობა ერთ შეფუთვაში. დოზატორების მომწოდებელ ყოველ კომპანიას თავისი სპეციფიკური ბუნიკები აქვს; თუმცა, არსებობს უნივერსალური ბუნიკებიც, რომელთა ზომა და მოცულობა გამოყენებულ დოზატორს უნდა შეესაბამებოდეს.

დოზატორის ქვედა ნაწილი აღჭურვილია ე.წ. „დაშვების კონუსით“, რომელსაც ჰერმეტულად მოარგებენ ბუნიკს. არ წამოაცვათ ბუნიკი დოზატორს ხელით, განსაკუთრებით ისეთ შემთხვევებში, როდესაც მუშაობთ სტერილურ ბუნიკებთან. მუშაობა რომ უფრო მოსახერხებელი გახდეს, ამ მიზნით, შეიძლება სპეციალური შტატივების გამოყენება.

საქმიანობისას თავიდან აიცილეთ ტემპერატურული სხვაობები ხელსაწყოს, ბუნიკსა და სითხეს შორის - ამან შეიძლება დააზიანოს ხელსაწყო. ტემპერატურული სხვაობა აისახება დოზირების სიზუსტეზეც.

მექანიკურ პიპეტებს მინის პიპეტებთან შედარებით დიდი უპირატესობა აქვს დოზირების სისწრაფის, სიზუსტის და გამოსაყენებლად მოსახერხებლობის თვალსაზრისით. თუმცა, უპირატესობასთან ერთად, მექანიკურ პიპეტებს (დოზატორებს) ნაკლოვანებებიც აქვს. მაგალითად, ამ ხელსაწყოების უმეტესობის გამოყენება შეუძლებელია კოროზიის გამომწვევ ნივთიერებებთან (კონცენტრირებულ მჟავებთან, ტუტეებთან, გამხსნელებთან და სხვ,) მუშაობის დროს. ასეთ ნივთიერებებთან კონტაქტისას დოზატორის მექანიზმი ზიანდება და პიპეტი ტყდება.

1.2.2. მინის კოლბები

ქიმიური ლაბორატორიის ჭურჭელი სხვადასხვა ბუნებრივი თუ ხელოვნური მასალისგან მზადდება, ესენია: მინა, ფაიფური, კორუნდი, შამოტი, ლითონი, პლასტმასა და სხვ. ლაბორატორიებში ყველაზე ხშირად იყენებენ ფართო მოხმარების მინის ჭურჭელს. თერმოსტაბილურობის გამო, მინა ძალზე ხელსაყრელი მასალაა ლაბორატორიაში გამოსაყენებლად. იქ, სადაც მისი თერმული ან ქიმიური მდგრადობა არასაკმარისია, სარგებლობენ სხვა მასალისაგან დამზადებული ჭურჭლით.

თერმული მდგრადობა ნიშნავს მინის უნარს, გაუძლოს (დესტრუქციის გარეშე) ტემპერატურის მკვეთრ რყევებს. თერმული სტაბილურობის თვალსაზრისით, მინა იყოფა ჯგუფებად განსხვავებული თერმული გაფართოების კოეფიციენტის საფუძველზე (CTE) 20-300°C ტემპერატურულ დიაპაზონში.

ქიმიური მდგრადობა არის მინის თვისება - გაუძლოს წყლის, მჟავების, ტუტეების თუ სხვა ქიმიური რეაგენტების დამაზიანებელ მოქმედებას.

კოლბა არის მინის ისეთი ჭურჭელი, რომელსაც აქვს მრგვალი ან ბრტყელი ძირი და წაგრძელებული ყელი. კოლბებს განსხვავებული მოცულობა აქვს - 50 სმ^3-დან რამდენიმე დმ^3-მდე, აქვს ხორკლიანი ან გლუვი ზედაპირი:

- ბრტყელძირიანი
- კონუსისებრი
- მრგვალძირიანი
- მსხლისებური.

ბრტყელძირიანი და კონუსისებრი კოლბები ძირითადად გამოიყენება დისტილირებული სითხეების შესაგროვებლად, ხსნარების დასამზადებლად და კრისტალიზაციისთვის. მათი გამოყენება დაუშვებელია, თუკი ნივთიერებებს ჯერ მაღალ ტემპერატურამდე გააცხელებთ და შემდეგ გამოიყენებთ დაბალი წნევის პირობებში.

მრგვალძირიან კოლბებს იყენებენ ნივთიერებების დისტილირებისთვის, მათ შორის, ვაკუუმის ქვეშ. მრგვალძირიანი კოლბების ყელის სიგრძე და დიამეტრი განსხვავებულია. ასეთი კოლბები შეიძლება იყოს ორყელიანი, სამყელიანი და სხვ. მრგვალძირიან კოლბებს, რომლებსაც გვერდითი მილი აქვთ, ვიურცის კოლბები ეწოდება. ეს კოლბები გამოიყენება დისტილირებისთვის ატმოსფერული წნევის პირობებში. შემცირებული წნევის ქვეშ დისტილირებისთვის სარგებლობენ კლეისენის კოლბებით.

შეწოვის (ბანსენის) კოლბები გამოიყენება ვაკუუმ-ფილტრაციისთვის.

1.2.3. მოცულობის საზომი კოლბები

ჩვეულებრივ, ასეთი ტიპის კოლბებს აქვთ ბრტყელი ძირი და გრძელი ყელი. ისინი გამოიყენება გარკვეული კონცენტრაციის ხსნარების დასამზადებლად, ნივთიერებების გასახსნელად, ხსნარების გასაზავებლად.

მოცულობის საზომი კოლბების გამოყენების წესები

კოლბას იღებენ ხელით ყელის ზედა ნაწილზე მის ამოზნექილ კიდესთან შეხების გარეშე. სანამ შეავსებდნენ, კოლბას დებენ მაგიდის ბრტყელ, კარგად განათებულ ზედაპირზე.

საზომ კოლბაში მყარი ნივთიერების გასახსნელად, ამ უკანასკნელს ათავსებენ კოლბაში და არაუმეტეს 1/2- ან 2/3-მდე ავსებენ გამხსნელით. შემდეგ კოლბას თანაბარი წრიული მოძრაობით არხევენ ნივთიერების სრულ გახსნამდე და მხოლოდ შემდეგ ამატებენ გამხსნელის მორიგ ულუფას. გამხსნელის ბოლო პორციებს ამატებენ წვეთ-წვეთობით რეზინის ბალონიანი პიპეტით. სითხის ბოლო წვეთებს ექსპერიმენტატორი ისე უნდა ამატებდეს, რომ მისი თვალები იყოს კოლბის ნიშნულის დონეზე. თხევადი ზედაპირის ჩაზნექილი მხარე მისი ქვედა ნაწილით უნდა ემთხვეოდეს ნიშნულის ხაზს, ხოლო ამოზნექილი მხარე ზედა ნაწილით უნდა ერწყმოდეს ნიშნულის ხაზს. კოლბის კისრის შიდა ზედაპირზე ნიშნულის ზემოთ დარჩენილი გამხსნელის წვეთებს ფრთხილად აშორებენ მილისებურად დახვეული ფილტრის ქაღალდით. კოლბას ახურავენ საცობს და ხსნარს ძალიან ფრთხილად აურევენ.

საზომი კოლბიდან პიპეტის მეშვეობით ხსნარის ამოღებისას, პიპეტის წვერი ჩაყოფილი უნდა იყოს ხსნარში თითქმის კოლბის ძირამდე, მაგრამ არ უნდა ეხებოდეს ძირს. თუკი პიპეტის წვერი კოლბის ძირს შეეხება, მაშინ ხსნარის ამოღებისას სითხეში მოხვდება ჰაერის ბუშტუკები.

არ არის რეკომენდებული:

a. საზომ კოლბაში ძნელად გამოსარეცხი ხსნარის მოთავსება ან მის კედლებზე ძნელად მოსაშორებელი ჟელეების მოხვედრა.
b. დამზადებული ხსნარების დიდი ხნით დატოვება საზომ კოლბაში.
c. საზომი კოლბების გაცხელება, ნარჩენი რეაგენტების შერევა, მათი არასათანადოდ გამოყენება.

ქიმიური ჭურჭლის შენახვა

ლაბორატორიის პერსონალის მიმართ პირველი და მთავარი მოთხოვნა არის ჭუჭყიანი ჭურჭლისა და აღჭურვილობის გამოყენების აკრძალვა.

ქიმიური ჭურჭლის რეცხვის ეტაპი ლაბორატორიული პროცედურების ნაწილია, რომლის სათანადო ცოდნა სავალდებულოა ლაბორატორიის ყოველი თანამშრომლისთვის.

ჭურჭლის კედლებიდან ჭუჭყის მოცილება შესაძლებელია სხვადასხვა მეთოდით: მექანიკური, ფიზიკური, ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური ან კომბინირებული.

ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში ჭურჭლის გარეცხვის მეთოდის შერჩევისას გასათვალისწინებელია შემდეგი ფაქტორები:

1. რომელი მასალისგან არის დამზადებული ჭურჭელი, რომელიც დაბინძურდა;
2. როგორია დამაბინძურებელი აგენტების ხსნადობა წყალში (ცივში თუ ცხელში), ასევე ტუტე ხსნარებში, სხვადასხვა მარილში ან მჟავაში;
3. როგორია ოქსიდანტის თვისებები, როგორ ხდება ორგანული და არაორგანული დამაბინძურებლების დაჟანგვა განსხვავებულ პირობებში მათი დაშლით უფრო მარტივ, ადვილად ხსნად ნაერთებად;
4. როგორია ამა თუ იმ სარეცხი საშუალების (საპნის, ხელოვნური დეტერგენტების, საწმენდი თიხის და ა.შ.) ჭურჭლის ზედაპირზე მოქმედების თვისებები;
5. შესაძლებელია თუ არა დაბინძურებული ჭურჭლის მიმართ მექანიკური გამწმენდების გამოყენება ისეთ შემთხვევებში, თუ დამაბინძურებელი ქიმიურად გამძლეა და მისი მოშორება ვერ ხერხდება (მაგალითად, ჟანგის მოსაცილებლად და სხვ.);
6. თუ გამოიყენება რეცხვისას მხოლოდ იაფი რეაგენტები.

ჭურჭლის რეცხვისას ყოველთვის გასათვალისწინებელია უსაფრთხოების წესების დაცვა და უბედური შემთხვევების რისკი. ლაბორატორიის ყოველი ახალი თანამშრომელი უნდა გაეცნოს უსაფრთხოების წესებს.

ქიმიური ჭურჭლის რეცხვისას დაცული უნდა იყოს შემდეგი წესები:

1. ჭურჭელი უნდა გარეცხოთ გამოყენების შემდეგ დაუყოვნებლივ ან სამუშაო დღის ბოლოს. ნუ გადადებთ დაბინძურებული ჭურჭლის გარეცხვას მომდევნო დღისთვის;
2. პურიფიკაციის შერჩეული მეთოდი უნდა ემყარებოდეს დამაბინძურებლის ხასიათს, მაგალითად: მის ხსნადობას წყალში ან წყალხსნარში, ორგანულ გამხსნელებში გახსნის თვისებას, დაჟანგვის უნარს;
3. თუ არ იცით გარეცხვის რომელი მეთოდი შეარჩიოთ, დაიწყეთ ყველაზე მარტივი და იაფი მეთოდით - გარეცხეთ ცხელი ან საპნიანი წყლით. უფრო ძლიერი აგენტები, როგორიცაა ცხელი გამხსნელები, კონცენტრირებული მჟავები და ტუტეები ან ქრომის

შემცველი ნარევი გამოიყენეთ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დამაბინძურებელი არ მოშორდება წყლით.

4. ჭურჭლის რეცხვისას ყოველთვის ჩაიცვით რეზინის ხელთათმანები, ხოლო აგრესიული სითხეების (განსაკუთრებით, ქრომიანი ნარევის, კონცენტრირებული ტუტეების და სხვ.) გამოყენებისას, გაიკეთეთ დამცავი სათვალეები ან ნიღაბი;
5. სასურველია, რომ ჭურჭელი გარეცხოს იმ თანამშრომელმა, ვინც ამ ჭურჭლით ისარგებლა. სხვა პირებს ამის გაკეთება შეუძლიათ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ისინი ლაბორატორიაში იყენებენ იმავე ნივთიერებას, ან თუკი დაბინძურება არის არააგრესიული, არატოქსიკური და ადვილად იწმინდება ნებისმიერი საშუალებით. თუ ლაბორატორიის თანამშრომელი არ იცნობს დაბინძურების ხასიათს, საჭიროა ის გაეცნოს ინსტრუქციას ჭურჭლის გარეცხვამდე.
6. განსაკუთრებით ზუსტი ოპერაციებისა და ანალიტიკური მიზნებისათვის განკუთვნილ ჭურჭელს ონკანის წყლით რეცხვის შემდეგ, რამდენჯერმე უნდა გამოვავლოთ გამოხდილი წყალი.

საზომი კოლბები, პიპეტები სუფთად მიიჩნევა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ისინი არ შეიცავს თვალით შესამჩნევ ჭუჭყს და თუ გამოხდილი წყალი ჭურჭლის შიდა კედლებზე გადინებისას არ შერჩება კედელს წვეთების სახით. თუ მინაზე რჩება წყლის წვეთები, ეს მიუთითებს ცხიმიანი ნივთიერებებით მის დაბინძურებაზე. ცხიმიანი დამაბინძურებლები მნიშვნელოვნად აზიანებს ყველა ჭურჭლის გასაზომ თვისებებს და, შესაბამისად, ისინი უნდა მოსცილდეს. ცხიმიანი ლაქების მოსაშორებლად, კოლბები და პიპეტები ირეცხება ქრომის ნარევით, პერმანგანატის ტუტე ხსნარით, სპირტისა და ეთერის ნარევით, კაუსტიკური კალიუმის სპირტის ხსნარით, ტრისოდიუმ-ფოსფატის ცხელი ხსნარით (სარეცხი ფხვნილით), კალიუმით და კონცენტრირებული გოგირდმჟავით და სხვ.

დაუკალიბრებული გამზომი ჭურჭელი არ უნდა გამოიყენებოდეს ანალიტიკურ ლაბორატორიაში. საზომი ჭურჭლის ვალიდაცია მდგომარეობს მისი ნამდვილი ტევადობის დადგენაში (Vvalid). შემოწმებისას ახდენენ ΔV კორექციას ნომინალურ მოცულობამდე, რომელიც მითითებულია საზომ ჭურჭლებზე ΔVnom. = Vvalid - Vnom. საზომი ჭურჭელი შემოწმებამდე კარგად უნდა გაირეცხოს და გაშრეს, შემდეგ ის ნიშნულამდე ივსება გამოხდილი წყლით გარკვეულ ტემპერატურაზე და ბარომეტრიულ წნევაზე. წინასწარ აწონილ წყალს ასხამენ საზომ ჭურჭელში სიზუსტით, რომელიც შეესაბამება გაზომვის ჭურჭლის ტევადობას ისე, რომ წონის ცდომილება არ აღემატებოდეს წყლის წონის 0,1%-ს.

თუ ΔV სცილდება დასაშვებ ცდომილებას, მაშინ საზომი ჭურჭლის დაკალიბრება ხდება კალკულაციაში ახალი ცდომილების შემოტანით ან მასზე ახალი ნიშნულის დატანებით.

1.3 გამხსნელები

გამხსნელი არის ინდივიდუალური ქიმიური ნაერთი ან ნარევი, რომელსაც შეუძლია გახსნას სხვადასხვა ნივთიერება, რაც ნიშნავს ორი ან მეტი კომპონენტისგან შემდგარი ცვალებადი შემადგენლობის ჰომოგენური სისტემების, ანუ ხსნარების მიღებას.

გამხსნელების მიმართ წაყენებული მოთხოვნები

ნებისმიერი ნივთიერება შეიძლება იყოს გამხსნელი სხვა ნებისმიერი ნივთიერებისათვის; თუმცა, პრაქტიკაში გამხსნელებად კლასიფიცირდება მხოლოდ ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც აკმაყოფილებს გარკვეულ მოთხოვნებს. მაგალითად, გამხსნელს უნდა ჰქონდეს კარგი, აქტიური ხსნადობა; ის ინერტული უნდა იყოს ქიმიურად გახსნილი ნივთიერებისა და აპარატის მიმართ.

გამხსნელების ქიმიური კლასიფიკაცია

ყველაზე ხშირად იყენებენ ქიმიურ კლასიფიკაციას, რომლის მიხედვით, გამხსნელები იყოფა არაორგანულ და ორგანულ გამხსნელებად.

- *არაორგანული გამხსნელები*

წყალი ყველაზე გავრცელებული არაორგანული გამხსნელია, რომელიც გამოიყენება სხვადასხვა არაორგანული და ორგანული ნაერთის გასახსნელად. წყლის გარდა, არაორგანულ გამხსნელებს კიდევ მიეკუთვნება: თხევადი ამიაკი, რომელიც კარგი გამხსნელია ტუტე ლითონების, ფოსფორის, გოგირდის, მარილების, ამინების და სხვა ნივთიერებებისათვის; თხევადი გოგირდის ანჰიდრიდი - ის მრავალი ორგანული თუ არაორგანული ნაერთის გამხსნელია.

- *ორგანული გამხსნელები*

ორგანულ გამხსნელებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვთ. ესენია: ნავთობი (ჰალოგენიზებულის ჩათვლით), სპირტები, ეთერები, კეტონები, ნიტროწარმოებულები. ხშირად გამხსნელების სახით გამოიყენება სხვადასხვა ინდივიდუალური ნივთიერების ნარევები, როგორიცაა ბენზინი, ნავთობის ეთერი, სპირტებისა და ეთერების ნარევები, ასევე დიეთილ ეთერი, აცეტონი, ნიშადური, ნახშირბადის ტეტრაქლორიდი და სხვ.

გამხსნელები კლასიფიცირდება შემდეგი მახასიათებლების მიხედვით:

- **დუღილის ტემპერატურით** - დაბალ ტემპერატურაზე მდუღარე გამხსნელები (მაგ. ეთანოლი, მეთილ-აცეტატი) და მაღალ ტემპერატურაზე მდუღარე გამხსნელები (მაგ. ქსილენი);
- **აორთქლების სიჩქარის მიხედვით** - დაბალი აქროლადობის (ნიშადური); საშუალო აქროლადობის (ნავთი); მაღალი აქროლადობის (ბენზინი, ნავთობწარმოებული საღებავის გამხსნელი (white spirit) და სხვ.) გამხსნელები.

  მნიშვნელოვანია იცოდეთ! ***რაც უფრო აქროლადია გამხსნელი, მით უფრო მეტად აალებადი და ფეთქებადია.***

- **პოლარობის მიხედვით** - არაპოლარული (ნახშირწყალბადები, ნახშირბადის დისულფიდი) და პოლარული (მაგ. წყალი, სპირტი, აცეტონი).

გამხსნელის სპეციფიკაციები ჩვეულებრივ შეიცავს მონაცემებს აალების წერტილზე, ასაფეთქებელი ორთქლის ზღვრულ კონცენტრაციაზე ჰაერში, აორთქლების წნევაზე სტანდარტულ ტემპერატურულ პირობებში და ხსნადობაზე - რა ტიპის ნივთიერებებისათვის გამოიყენება მოცემული გამხსნელი (ზეთებისა და ცხიმების, ფისოვანი ნივთიერებების, ბუნებრივი თუ სინთეზური რეზინების გასახსნელად და ა.შ.).

1.2.4. არაორგანულ და ორგანულ გამხსნელებთან მუშაობის წესები

ყველა გამხსნელი თხევად მდგომარეობაში გამოიყენება. გამოყენების წესი დამოკიდებულია გამხსნელის ტიპზე და მის სიმკვრივეზე. გამოყენების ხერხებია: ჯაგრისით დასველება, ჭავლით მიწოდება, ასევე იმერსია, დაორთქლა (ვაპორიზაცია), ელექტროდეპოზიცია და გაფრქვევა (პნევმატური/ უჰაერო/ელექტროსტატიკური).

ყოველთვის მნიშვნელოვანია აალების რისკ-ფაქტორის გათვალისწინება და, შესაბამისად, გარკვეული წესების დაცვა ტვირთის გადაზიდვის, შენახვის თუ მუშაობის დროს.

გარდა ამისა, გამხსნელის მიმართ არასათანადო მოპყრობამ შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს ადამიანის ჯანმრთელობაზე (ეფექტის სიმძიმე დამოკიდებულია ნივთიერების ტიპზე). კანის, ლორწოვანი გარსების, საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის დაზიანება, გულისრევა, არითმია, ყურების წუილი, ჭარბი ოფლიანობა - შესაძლო მავნე ზემოქმედების გამოვლინების მხოლოდ მცირე ნაწილია. მოწამვლის თავიდან ასაცილებლად ან თუნდაც ტოქსიკური ეფექტის მინიმუმამდე შესამცირებლად, საჭიროა მკაცრად დავიცვათ უსაფრთხოების და პერსონალური თავდაცვის საშუალებების (სათვალეების, ნიღბების, რესპირატორების) გამოყენების წესები; მოარიდეთ კანი გამხსნელთან კონტაქტს და სასუნთქ გზებში მის მოხვედრას. თუკი ის კანზე მაინც მოხვდება, რაც შეიძლება სწრაფად ჩამოიწმინდეთ და შემდეგ ჩამოიბანეთ კონტაქტის ადგილი გამდინარე წყლით.

დარწმუნდით, რომ სამუშაო ადგილი კარგად ნიავდება; სამუშაო ადგილზე ჰაერის ტემპერატურამ არ უნდა გადააჭარბოს დასაშვებ ზღურბლს, რადგან ზოგიერთი გამხსნელი ფეთქებადია. ამავე მიზეზით, არ გამოიყენოთ გამაცხელებლები.

შენახვა და ტრანსპორტირება უნდა განხორციელდეს გრილ პირობებში. კონტეინერი სავალდებულოა იყოს ვერტიკალურ მდგომარეობაში.

საფრთხის დონის მიხედვით, *ლაბორატორიებში გამოსაყენებელი გამხსნელები სამ ჯგუფად იყოფა,* ესენია:

- გამხსნელები, რომლებიც უპირატესად მწვავე მოწამვლას იწვევს ანესთეზიის თანმხლები მოვლენის ფონზე: ბენზინი, ეთილისა და ბუტილის სპირტები, აცეტონი;
- შედარებით უფრო ტოქსიკური გამხსნელები, რომლებიც მწვავე მოწამვლას იწვევს. ამ ჯგუფში შედის მეთილის სპირტი (მეთანოლი), დიქლოროეთანი და სხვ.
- მაღალი ტოქსიკურობის მქონე გამხსნელები, რომლებიც მწვავე მოწამვლასთან ერთად, იწვევს სისხლის მიმოქცევის და ნერვული სისტემის ფუნქციების ხანგძლივ მოშლას; ამ ჯგუფში შედის ბენზოლი, ტოლუოლი, ქსილოლი და სხვ.

სახანძრო უსაფრთხოების მხრივ, გამხსნელების უმეტესობა აალებადია. გამხსნელებთან მუშაობისას პერსონალი ყოველთვის ფრთხილად უნდა იყოს; მცირედი დაუდევრობის დაშვებაც კი არ შეიძლება, რადგან ამან შეიძლება უბედური შემთხვევა გამოიწვიოს.

ორგანულ გამხსნელებთან მუშაობის უსაფრთხოების ძირითადი წესებია:

- ყოველთვის იმუშავეთ გამხსნელებთან სავენტილაციო გამწოვის გამოყენებით.
- აალებადის იმუშავეთ გამხსნელებთან სავენტილაციო გამწოვის გამოყენებით.ბედური შემთხვევა გამოიწვგამათბობლებიუშავეთ გამხსნელებთან სავენტილაციო გამწოვის გამოყენებითიუშავეთ გამხ• შუშის ჭურჭელი, რომელიც გამოიყენება ორგანული გამხსნელისთვის, შევსებამდე სუფთა და მშრალი უნდა იყოს.
- ხანძრის, აფეთქების ან აფეთქების რისკთან დაკავშირებული სამუშაოები უნდა შესრულდეს მდგომარე პოზიციაში.
- დაუშვებელია სამუშაო ადგილის უყურადღებოდ დატოვება გამხსნელების გამოყენებით ექსპერიმენტების ჩატარების დროს.

- აალებადი და წვადი ორგანული გამხსნელების გაცხელება და გამოხდა შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ წყლის ან ჰაერის აბაზანაში დახურული ელექტროგამათბობლების გამოყენებით.
- არ გადაღვაროთ ორგანული გამხსნელები საკანალიზაციო სისტემაში. თხევადი ნარჩენები უნდა შეგროვდეს კონტეინერში, დაილუქოს და ისინი გადაიყრება ამ მიზნით გამოყოფილ და სანიტარულ-სახანძრო სამსახურების მიერ დამტკიცებულ ადგილას.

1.2.5. ძლიერი და სუსტი მჟავები

მჟავები შეიძლება იყოს:

- ძლიერი
- სუსტი

ბრანსტედის (Bransted) თანახმად, მჟავას სიძლიერე განისაზღვრება პროტეოლიზის უნარით, რაც დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად არის გამოხატული ნივთიერების მზაობა გასცეს ან მიიერთოს პროტონი. რეაგენტი განსაზღვრავს, თუ რა ფუნქციას ასრულებს ნივთიერება რეაქციაში - მჟავის თუ ფუძის. ამ შემთხვევაში, მნიშვნელოვანი რეაგენტია წყალი, რადგან ის მოქმედებს როგორც ფუძე ან მჟავა:

მჟავებს, რომლებიც წყალხსნარში მთლიანად (ნარჩენების გარეშე) იხსნება, ძლიერი ეწოდება.

ძლიერი მჟავების მაგალითებია:

- HCl - მარილმჟავა;
- HBr - ჰიდრობრომიდი;
- HI - იოდიდი;
- HNO_3 - აზოტმჟავა;
- $HClO_4$ - მარილმჟავა;
- H_2SO_4 - გოგირდმჟავა.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი მჟავა (გოგირდმჟავას გარდა) მონოპროტონულია, ვინაიდან მათი ატომი ერთ პროტონს გასცემს. გოგირდმჟავას შეუძლია გასცეს ორი პროტონი, ამიტომ გოგირდმჟავა დიპროტონულია.

სუსტ მჟავებს არასრული დისოციაცია ახასიათებთ. შედეგად, ხსნარი შეიცავს არადისოცირებულ მოლეკულებსაც.

1.2.6. ხსნარებისა და ნარევების კონცენტრაცია

ქიმიური ანალიზის დროს ყველაზე ხშირად გამოიყენება ქიმიური ნაერთების (რეაგენტების) წყალხსნარი.

ხსნარი არის ჰომოგენური სისტემა, რომელშიც გახსნილი მოლეკულები განაწილებულია გამხსნელის მოლეკულებს შორის. ხსნარი შეიძლება იყოს ნაჯერი ან უჯერი. ნაჯერ ხსნარში, გარკვეულ ტემპერატურულ პირობებში, ნივთიერება მეტად აღარ იხსნება. უჯერ ხსნარებში გარკვეულ ტემპერატურაზე ჯერ კიდევ შესაძლებელია ნივთიერების გახსნა.

ხსნარის კონცენტრაცია განისაზღვრება როგორც ხსნარის მოცემულ მასასა თუ მოცულობაში გახსნილი ნივთიერების რაოდენობა.

კონცენტრაცია შეიძლება გამოითვალოს მასის (ნაწილი, პროცენტული წილი) ან მოცულობის (მოლური, ნორმალური) ერთეულებში.

ხსნადობა არის ნივთიერების მასა, რომელიც იხსნება გამხსნელის მასის ან მოცულობის ერთეულში ნაჯერი ხსნარის წარმოქმნით. ყველაზე ხშირად ხსნადობა განისაზღვრება როგორც ნივთიერების მასა, გამოხატული გრამებში, რომელიც იხსნება გამხსნელის 100 გ-ში გარკვეულ ტემპერატურაზე ნაჯერი ხსნარის მიღებით. ზოგჯერ ხსნადობა გამსხნელის 1000გ-ზე გაანგარიშებით გამოითვლება. გახსნილ ნივთიერებათა ხსნადობა იზომება გრამებში კუბურ დეციმეტრზე.

ნაერთების უმეტესობისთვის ხსნადობა იზრდება ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. თუ მაღალ ტემპერატურაზე მიღებულ ნაჯერ ხსნარს გავაცივებთ შედარებით დაბალ ტემპერატურამდე, რომელზეც გახსნილი ნივთიერების ხსნადობა უფრო დაბალია, მოხდება ან ნივთიერებიდან კრისტალების გამოლექვა.

გამოყენების მიზნიდან გამომდინარე, ხსნარები შეიძლება იყოს:

- **სამუშაო (მიახლოებული კონცენტრაციის)** - გამოიყენება ზოგად მოსამზადებელ ანალიზში. ისინი შეიძლება იყოს საკმარისად კონცენტრირებული.
- **ტიტრირებული (ზუსტი კონცენტრაციის)** - გამოიყენება ანალიზის საბოლოო ეტაპებზე რაოდენობრივი ინდიკატორების მისაღებად. ეს ხსნარები საკმარისად განზავებულია.

ყველაზე ხშირად, ხსნარები მზადდება რეაგენტის (ნიმუშის) გარკვეული მასის გახსნით გამოხდილი წყლის (ან სხვა გამხსნელის) დაანგარიშებულ მოცულობაში: რეაგენტს წონიან ტექნიკურ-ქიმიურ ან ანალიზურ სასწორზე, ხოლო გამხსნელის მოცულობა იზომება საზომი ცილინდრის, პიპეტის ან ბიურეტის მეშვეობით. ვინაიდან სამუშაო ხსნარები მზადდება "h" კლასიფიკაციის რეაგენტებისგან, რეკომენდებულია მათი გაფილტვრა.

ტიტრირებული ხსნარებისთვის რეაგენტის აწონვა ანალიზურ სასწორზე ხდება.

პროცენტული კონცენტრაციის ხსნარების დამზადება

პროცენტული კონცენტრაცია (%) ხსნარის 100 გრამში გახსნილი ნივთიერების გრამებში გამოხატულ მასას უდრის.

ნორმალური კონცენტრაციის ხსნარების დამზადება

ნორმალური კონცენტრაცია გამოისახება 1ლ (1000მლ) ხსნარში გახსნილი ნივთიერების მასით.

ქიმიური ნაერთის ექვივალენტი რიცხობრივად უდრის რეაქციაში მის ექვივალენტურ მასას, მაგრამ გამოიხატება გრამებში.

ელემენტის ექვივალენტური მასა უდრის მის მოლურ მასას, გაყოფილს ვალენტობაზე.

ოქსიდის (ჟანგის) ექვივალენტური მასა უდრის მის მოლეკულურ წონას, გაყოფილს ჟანგბადის ატომების რაოდენობაზე და გამრავლებულს ორზე, ან ჟანგბადისა და ელემენტის ექვივალენტური მასების ჯამს. მაგალითად, ალუმინის ოქსიდის ექვივალენტური მასა ტოლია:

$$E_{Al_2O_3} = \frac{102}{3 \times 2} = 17 \quad \text{ან} \quad \mathrm{E}_{Al_2O_3} = 9 + 8 = 17$$

მჟავას ექვივალენტური მასა უდრის მის მოლეკულურ წონას, გაყოფილს მჟავას ფუძიანობაზე ამ რეაქციაში, ან მჟავას ნაშთისა და წყალბადის ექვივალენტური მასების ჯამს. მაგალითად, გოგირდმჟავას ექვივალენტური მასა არის:

$$E_{H_2SO_4} = \frac{98}{2} = 49 \quad \text{ან} \quad \text{E}_{H_2SO_4} = 48 + 1 = 49$$

ფუძის *ექვივალენტური მასა* უდრის მის მოლეკულურ წონას, გაყოფილს რეაქციაში მონაწილე ჰიდროქსილის ჯგუფების რაოდენობაზე. მაგალითად, $Al_2(OH)_3$-ის ექვივალენტური მასა უდრის:

$$E_{Al(OH)_3} = \frac{78}{3} = 26 \quad \text{ან} \quad \text{E}_{Al(OH)_3} = 9 + 17 = 26$$

იონის ექვივალენტური მასა უდრის მის მოლარულ მასას, გაყოფილს მუხტის მნიშვნელობაზე მუხტის ნიშნის გაუთვალისწინებლად. მაგალითად, ალუმინისა და სულფატის იონების ექვივალენტური მასა ტოლია:

$$E_{Al^{3+}} = \frac{27}{3} = 9 \quad \text{ან} \quad \text{E}_{SO_4^{2-}} = \frac{96}{2} = 48$$

მარილის *ექვივალენტური მასა* უდრის მოლარულ მასას, გაყოფილს მოლეკულაში ლითონის ატომების რაოდენობაზე მარილში ვალენტობის გათვალისწინებით, ან კათიონისა და ანიონის ექვივალენტური მასების ჯამს. მაგალითად, ალუმინის სულფატის ექვივალენტური მასა უდრის:

$$\boldsymbol{E_{Al_2(SO_4)_3} = \frac{342}{2 \times 3} = 57 \quad \text{ან} \quad \text{E}_{Al_2(SO_4)_3} = 9 + 48 = 57}$$

მოლარული კონცენტრაციის ხსნარების დამზადება

მოლარული კონცენტრაციის (M) რიცხობრივი მნიშვნელობა უდრის ნივთიერების მოლების რაოდენობას ხსნარის 1 ლიტრში (1000 მლ-ში). მოლი (მოლარული მასა) ნივთიერების მოლეკულური წონის ტოლია, თუმცა ის გრამებში გამოიხატება. მაგალითად, M_{KOH} = 56,11 გ/მოლ, M_{HCl} = 36,46 გ/მოლ.

ხსნარების კონცენტრაციის გადაყვანა ერთი ერთეულიდან მეორეში

პროცენტული კონცენტრაციის გადაყვანა მოლარულში ან პირიქით - მოლარული კონცენტრაციის პროცენტულში გადაყვანისას, უნდა გვახსოვდეს, რომ პროცენტული კონცენტრაცია გამოითვლება ხსნარის გარკვეული მასისთვის; მაშინ, როდესაც მოლარული და ნორმალური კონცენტრაცია მოცულობაზე გადათვლით განისაზღვრება; შესაბამისად, საჭიროა ხსნარის სიმკვრივის ცოდნა. თუ c არის პროცენტული კონცენტრაცია, M - მოლარული კონცენტრაცია, N - ნორმალური კონცენტრაცია, e - ექვივალენტური მასა, r - ხსნარის სიმკვრივე, ხოლო m - მოლარული მასა, მაშინ პროცენტული კონცენტრაცია შეიძლება გამოვთვალოთ შემდეგი ფორმულებით:

$M = (c \cdot r \cdot 10) / m$

$N = (c \cdot r \cdot 10) / e$

იგივე ფორმულები გამოიყენება ნორმალური ან მოლარული კონცენტრაციების პროცენტულ კონცენტრაციაში გადასაყვანად.

მაგალითი:

რა არის 12%-იანი გოგირდმჟავას ხსნარის მოლარული და ნორმალური კონცენტრაცია, თუ ხსნარის სიმკვრივე r = 1,08 გ / სმ^3?

ამოხსნა

გოგირდმჟავას მოლარული მასა ტოლია 98-ის. ამრიგად,

m (H_2SO_4) = 98 და e (H_2SO_4) = 98 : 2 = 49.

ფორმულაში შესაბამისი მნიშვნელობების შეყვანის შედეგად ვღებულობთ:

ა) 12%-იანი გოგირდჟავას ხსნარის მოლარული კონცენტრაცია უდრის:

M = (12 · 1,08 · 10) / 98 = 1,32 M

ბ) 12%-იანი გოგირდჟავას ხსნარის ნორმალური კონცენტრაცია უდრის:

N = (12 ·1,08 ·10) / 49 = 2,64 N.

ლაბორატორიულ პრაქტიკაში ზოგჯერ საჭიროა მოლარული კონცენტრაციის გადაყვანა ნორმალურ კონცენტრაციაში ან პირიქით. თუ ნივთიერების ექვივალენტური მასა უდრის მოლარულ მასას (მაგალითად, HCl, KCl, KOH შემთხვევაში), მაშინ ნორმალური კონცენტრაცია მოლარული კონცენტრაციის ტოლია. ასე მაგალითად, მარილმჟავას 1N ხსნარი ამავდროულად 1M ხსნარია. თუმცა, ნაერთების უმეტესობისთვის მასა არ უდრის მოლარულ მასას და, შესაბამისად, ასეთი ნივთიერებების ხსნარების ნორმალური კონცენტრაცია არ არის მოლარული კონცენტრაციის ტოლი. ერთი სახის კონცენტრაციის მეორეში გადაყვანა შესაძლებელია შემდეგი ფორმულების გამოყენებით:

M = (N · e) / m

N = (M · m) / e

მაგალითი:

1 M გოგირდმჟავას ხსნარის ნორმალური კონცენტრაცია უდრის:

N = (1 · 98) / 49 = 2 N.

მაგალითი:

მოლარული კონცენტრაცია 0,5 N Na_2CO_3

M = (0,5· 53) / 106 = 0,25 M.

ხსნარების დამზადება ფიქსანალებიდან

ფიქსანალი არის ამპულა, რომელიც შეიცავს ნივთიერების ზუსტად აწონილ რაოდენობას.

ყოველ კოლოფსა თუ ამპულაზე წერია ნივთიერების ფორმულა და მისი კონცენტრაცია (0,1N; 0,01N და სხვ.). ამპულის შიგთავსი, რომელიც მთლიანად გადააქვთ 1 ლიტრიან კოლბაში და ხსნიან, იძლევა ზუსტად 0,1N ან 0,01N და ა.შ. ხსნარებს.

1.4. ანალიზური ხელსაწყოები და დეტექციის პრინციპები

ფიზიკური და ქიმიური კვლევები ამჟამად ხორციელდება ანალიზური ტექნიკის მეშვეობით, რომელიც საზომი მოწყობილობების დიდ არსენალს მოიცავს. მისი დახმარებით ტარდება როგორც უახლესი სამეცნიერო, ასევე რუტინული კვლევები ფიზიკაში, ქიმიაში, ბიოლოგიაში, მედიცინაში და სხვა დარგებში. ანალიზური ხელსაწყოები გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში, გარემოს კონტროლის სისტემებში, მედიცინაში.

თანამედროვე პირობებში, ლაბორატორიების უზრუნველყოფა ანალიზური აპარატურით არის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიის სხვადასხვა დარგში ხმარებული საზომი ხელსაწყოებისა და დანადგარების ხანგრძლივი შერჩევის შედეგი, აგრეთვე სპეციალიზირებული მეთოდებისა და ანალიზის საშუალებების მრავალწლიანი გამოყენების გამოცდილება.

ანალიზის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების თეორიული საფუძვლები და პრაქტიკული შესაძლებლობები მოიცავს:

- ფიზიკური (ქიმიური) პარამეტრების განსაზღვრას, რომელსაც ემყარება ანალიზის მეთოდი;
- ნივთიერებათა ქიმიურ შემადგენლობასა და ფიზიკურ თვისებებს შორის კავშირს;
- საანალიზო ნივთიერების კონცენტრაციის ან მასის გამოთვლას: კალიბრაციის გრაფიკის აგების მეთოდს, სტანდარტულ (სანიმუშო) მეთოდს, ადიტიურ მეთოდს, კალკულაციას.

ანალიზის ინსტრუმენტული მეთოდების კლასიფიკაცია:

- პირდაპირი
- არაპირდაპირი
- ინვერსიის მეთოდი.

1.4.1. pH-მეტრი: მახასიათებლები, გამოყენება და შენახვა.

pH ხსნარის მჟავიანობის ინდიკატორია. სხვა სიტყვებით, ეს არის მჟავურ-ფუძური თანაფარდობა.

წყალბადის პოტენციალი/წყალბადის ძალა/pH - ეს არის წყალბადის ინდექსი, რომელიც ასახავს წყალბადის თავისუფალი იონების კონცენტრაციას წყალში.

კონცეფციის გასამარტივებლად, pH განისაზღვრება როგორც H+ და OH- იონების რაოდენობრივი თანაფარდობა წყალში. მაგალითად, რაც უფრო მეტია H+ წყალში, მით უფრო მაღალია წყლის მჟავე რეაქცია; რაც უფრო მეტია OH- (ანუ ნაკლებია H+), მით უფრო გამოხატულია წყლის ტუტე რეაქცია.

შეინიშნება pH დონის თავისთავადი მატების ტენდენცია.

სუფთა დისტილირებულ წყალში იონები ერთმანეთს აბალანსებს. ამ შემთხვევაში წყლის რეაქცია ნეიტრალურია (pH = 7).

წყალში სხვადასხვა ნივთიერების გახსნისას, იონთა ბალანსი ირღვევა, რაც pH ცვლილებას იწვევს.

ყურადღება! ნუ შეეცდებით pH-ის მნიშვნელობის ზუსტად შენარჩუნებას. წარმოიდგინეთ, რომ ხსნარის pH = 6,0 და ჩვენ ვცდილობთ არ მივცეთ მას შეცვლის საშუალება და ვიწყებთ მის დაკალიბრებას ისევ 6,0-მდე. **ნუ გააკეთებთ ამას!** ეცადეთ შეინარჩუნოთ მხოლოდ ექსტრემუმები 5,5 – 6,5 შუალედში.

ძალიან ხშირად pH შეცდომით განიხილება, როგორც წყლის მჟავიანობა ან ტუტიანობა. მნიშვნელოვანია გვესმოდეს, რომ ასე არ არის, ვინაიდან pH არის ინტენსიურობის და არა რაოდენობის ინდიკატორი. ამრიგად, pH ასახავს არეში მჟავიანობის ან ტუტიანობის ხარისხს, მაშინ როდესაც მჟავიანობა და ტუტიანობა ასახავს წყალში ნივთიერებების რაოდენობრივ შემცველობას, რომელსაც შეუძლია შესაბამისად ტუტის ან მჟავის განეიტრალება. მაგალითად, წყალში ხელის ჩაყოფით შეიძლება შევიტყოთ - წყალი ცხელია თუ ცივი, მაგრამ შეუძლებელია განვსაზღვროთ, თუ რამდენად ცხელია წყალი ან რამდენი დრო დასჭირდება წყლის გაცივებას. pH-ზე დამოკიდებულია ქიმიური რეაქციების სიჩქარე, წყლის კოროზიული აგრესიულობის ხარისხი, პოლუტანტების (დამაბინძურებლების) ტოქსიკურობა და სხვ.

pH განსაზღვრის მეთოდები.

ხსნარების pH-ის დასადგენად ფართოდ გამოიყენება რამდენიმე მეთოდი. წყალბადის საშუალო ინდექსის გამოთვლა შესაძლებელია ინდიკატორების გამოყენებით, ხოლო ანალიზური მეთოდით მისი გამოთვლა შესაძლებელია მჟავურ-ფუძური ტიტრირების გზით.

- მჟავიანობის ან ტუტიანობის ინდიკატორები - ორგანული ნაერთები - საღებავები, რომელთა ფერი დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორი pH-ია გარემოში. ისინი ფართოდ გამოიყენება წყალბადის იონების კონცენტრაციის უხეშად (არაზუსტად) გამოთვლისთვის. ყველაზე კარგად ცნობილი ინდიკატორებია: ლაკმუსი, ფენოლფტალეინი, მეთილ-ნარინჯი და სხვ. ყველა ინდიკატორი ფერს იცვლის მისთვის სპეციფიკური მჟავიანობის გარკვეულ ფარგლებში, ზოგადად, 1-2 ერთეულის მომცველ ინტერვალებში.
- იონომეტრული მეთოდი. pH-ის განსაზღვრა ეფუძნება გალვანური ჯაჭვის მილივოლტმეტრის - EMF იონომეტრის გაზომვებს. ხელსაწყოს აქვს სპეციალური ელექტროდი, რომლის პოტენციალი დამოკიდებულია ხსნარში H^+ იონების კონცენტრაციაზე. მეთოდი მოსახერხებელია, ხასიათდება მაღალი სიზუსტით (განსაკუთრებით, ინდიკატორის ელექტროდის შერჩეულ pH-ფარგლებში დაკალიბრების შემდეგ), იძლევა pH განსაზღვრის საშუალებას მღვრიე და შეფერილ ხსნარებში. ყოველივე ზემოთქმულის გამო, მეთოდი ფართოდ გამოიყენება.
- ანალიზური ვოლუმეტრული მეთოდი. მჟავურ-ფუძური ტიტრირებაც იძლევა ხსნარების მჟავიანობის ზუსტ მნიშვნელობას. ცნობილი კონცენტრაციის ხსნარს (ტიტრანტს) წვეთ-წვეთობით ამატებენ სატესტო ხსნარში. ხსნარების შერევის დროს წარიმართება ქიმიური რეაქცია.

როგორ დავაკალიბროთ pH-მეტრი სწორად?

pH-ის ელექტროდები არ არის იდეალური სისტემა. მათ შეიძლება ჰქონდეს განსხვავებული სიგრძე, არასწორი გეომეტრიული ფორმა, შიდა ელექტროლიტების შემადგენლობის დეფექტები და სხვ. ეს ყველაფერი ზეგავლენას ახდენს ელექტროდის მახასიათებლებზე, თუმცა, მეორე

მხრივ, ეს ნორმალურია, ვინაიდან ნებისმიერი პროდუქციისათვის დაშვებულია გარკვეული ცდომილება. ამრიგად, ყოველი pH-მეტრი საჭიროებს დაკალიბრებას, რაც დაარეგულირებს და დააკავშირებს ელექტროდის სიგნალს ხსნარის pH-მნიშვნელობასთან.

დაკალიბრება ძალზე მნიშვნელოვანი პროცესია. უნდა გავაცნობიეროთ, რომ pH-გაზომვის სიზუსტე გამოყენებულ სტანდარტებზე უკეთესი ვერ იქნება. მაგალითად, თუ თქვენ გინდათ იმუშაოთ 0,01 pH-სიზუსტით, მაშინ საჭიროა შემდეგი პირობების დაცვა: pH-მეტრის და ელექტროდების ჯამური ცდომილება არ უნდა აღემატებოდეს 0,005 pH-ს; კალიბრაციისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს მაღალი სიზუსტის ბუფერულ ხსნარებს. ამ ხსნარების შესყიდვა შეუძლებელია, ვინაიდან ისინი არ ინახება. მათი დამზადება თქვენ თვითონ მოგიწევთ სპეციალური რეაგენტებისა და წყლის გამოყენებით.

იმ შემთხვევაში, თუ შეუძლებელია +/- 0,005 pH სიზუსტის ბუფერის დამზადება, ჩვენ ვმუშაობთ ისეთ ბუფერულ ხსნარებთან, რომელთა სიზუსტე +/-0,02 pH-ფარგლებში არის შენარჩუნებული. ამ სტანდარტებით დაკალიბრების დროს, ჯამური ცდომილება არ აღემატება 0,04 – 0,03 pH-ს, თუ ინსტრუმენტის ცდომილება 0,01 pH დონეზეა.

ზოგადად, თანამედროვე pH-ელექტროდები კომბინირებულია, რაც იმას ნიშნავს, რომ არსებობს pH-ელექტროდი და შესადარებელი (საკონტროლო) ელექტროდი. გარდა იმისა, რომ ასეთი ელექტროდების გამოყენება მარტივია, ის იძლევა სწრაფ პასუხს ნაკლები ცდომილებით.

ელექტროდების იზოელექტრული წერტილი მიიღწევა, როდესაც pH = 7 (0მვ, 0mV). ამრიგად, ასეთი ხელსაწყოს დაკალიბრება უნდა მოხდეს ნეიტრალურ pH-იან (6,86 ან 7,01) ბუფერზე. მეორე წერტილი უნდა იყოს არჩეული დაახლოებით 3 pH ერთეულის განსხვავებით (მაგ., pH = 4 ან 10). თუ ხელსაწყო მხოლოდ ორ ბუფერზეა დაკალიბრებული, მეორე წერტილის არჩევა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელ ინტერვალში მუშაობთ. თუ გვაქვს ტუტე ხსნარები, მაშინ გამოსაყენებელია pH = 10 ბუფერი, თუ მჟავაა - pH = 4. ეს განპირობებულია მჟავურ და ტუტე არეში კალიბრაციის მრუდების პიკების სხვაობით. პრობლემას არც ის შექმნის, თუკი ხელსაწყო დაკალიბრებული იქნება სამ ან მეტ წერტილზე. ამ შემთხვევაში, კალიბრაციის თანმიმდევრობა არ არის მნიშვნელოვანი, ვინაიდან მას თვითონ pH-მეტრი დაარეგულირებს.

pH-მეტრის ყველაზე თანამედროვე მოდელებს გააჩნია ე.წ. GLP დახმარება, რომელიც ასახავს ბოლო კალიბრაციის თარიღს და, ამასთან ერთად, იძლევა ელექტროდის მდგომარეობის შეფასების საშუალებას კალიბრაციის მრუდის პიკების თეორიულ მნიშვნელობებთან შედარების

გზით (59,16 25°C-ზე, გამოიხატება პროცენტებში). თუ ხელსაწყოს არ აქვს GLP დახმარება, მაგრამ აქვს mV გაზომვის რეჟიმი, პიკების გამოთვლა შესაძლებელია დამოუკიდებლად pH = 7 და pH = 4 ბუფერში mV მნიშვნელობების გაზომვით.

მაგალითი:

pH 7 = -10 mV

pH 4 = +150 mV

პიკი = 150 - (-10) /59,2 x 3 = 90,1%

95 - 102% - ელექტროდი მუშა მდგომარეობაშია,

92 - 95% - ელექტროდი საჭიროებს გარეცხვას,

92% -ზე ნაკლები - საჭიროა ელექტროლიტის ან ელექტროდის შეცვლა.

pH-მეტრის გამართული მუშაობისთვის საჭიროა ტემპერატურული რეჟიმის ცვლილებათა კომპენსირება. ეს ის პრობლემაა, რომელიც ყველაზე საყურადღებოა და ყველაზე რთულად გადასაჭრელი pH-ის გაზომვის დროს.

გაზომვისას შეცდომა სამი მიზეზით გამოიწვევა, ესენია:

- ნერნსტის (Nernst) განტოლება მოიცავს ტემპერატურას;
- წყალბადის იონების კონცენტრაცია ბუფერში და ნიმუშში იცვლება ტემპერატურის ცვლილებასთან ერთად;
- pH-ელექტროდების მახასიათებლები ტემპერატურაზეა დამოკიდებული.

ნერნსტის განტოლების მიხედვით, კალიბრაციის მრუდის პიკები იცვლება ტემპერატურის ცვლილებებთან ერთად. თუ ინსტრუმენტი არ ითვალისწინებს ამგვარ ცვლილებებს, მაშინ გაზომვის ცდომილებას დაემატება 0.003 pH ცდომილება ცელსიუსის ყოველ გრადუსზე და იზოპოტენტური წერტილიდან ყოველ pH ერთეულზე.

მაგალითი:

ხელსაწყო დაკალიბრებულია ბუფერზე pH = 7; 25 ° C-ზე.

ნიმუშის pH = 5; 20°C-ზე; ცდომილება = 0,003 x 5 x 2 = 0,03

ნიმუშის pH = 2,5; 2°C-ზე, ცდომილება= 0,003 x 23 x 4,5 = 0,31

ნიმუშის pH = 12; 80°C -ზე, ცდომილება = 0,003 x 55 x 5 = 0,82

გაცილებით უფრო რთულია დავაკომპენსიროთ ნიმუშებში წყალბადის იონების კონცენტრაციის ცვლილებები ტემპერატურის ცვლილებების დროს. პრობლემა იმაშია, რომ ნიმუშის ზუსტი ქიმიური შემადგენლობის ცოდნის გარეშე შეუძლებელია ცვლილებათა ბუნების პროგნოზირება. როდესაც ტემპერატურა იცვლება 25-30 გრადუსით, pH შესაძლოა 0,5–1 ერთეულით შეიცვალოს. ჩვეულებრივ ლაბორატორიებში pH გაზომვისას ამ ფაქტს მხედველობაში არ იღებენ, რაც მართებულია, ვინაიდან ხსნარები დიდად განსხვავებულია. გამონაკლისი არც ბუფერული ხსნარებია:

ტემპერატურა	pH მნიშვნელობა				
C	4,01	6,86	7,01	9,18	10,01
0	4,01	6,98	7,13	9,46	10,32
10	4,00	6,92	7,07	9,33	10,18
20	4,00	6,88	7,03	9,22	10,06
25	4,01	6,86	7,01	9,18	10,01
30	4,02	6,85	7,00	9,14	9,96
50	4,06	6,83	6,98	9,01	9,82
70	4,12	6,85	6,99	8,93	9,75

საუკეთესო შედეგების მისაღწევად pH-მეტრის დაკალიბრება აუცილებელია შემდეგ შემთხვევებში:

- რეგულარული გამოყენებისას (კვირაში ერთხელ მაინც)
- არახშირი გამოყენებისას (ერთხელ თვეში)
- თუ ეჭვობთ, რომ გაზომვები არაზუსტია
- აგრესიული (ძლიერი მჟავე ან ძლიერი ტუტე ბუნების) სითხეების ტესტირებისას
- თუ სითხეების ტესტირება ხდება ფართო დიაპაზონში
- ელექტროდის გამოცვლის შემდეგ

pH-მეტრის სწორად შენახვა

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს pH-მეტრების შენახვის ზოგადი წესები, ყოველი ბრენდული თუ ჩვეულებრივი მოდელისთვის გასათვალისწინებელია სპეციფიკური მოთხოვნები. ყოველთვის აუცილებელია pH-მეტრის გამოყენების ინსტრუქციების დაცვა, რაც ხელსაწყოს ხანგრძლივად გამოყენების წინაპირობაა.

აპარატი საჭიროებს ხშირ დაკალიბრებას. ამასთან, pH-ელექტროდების სათანადო მოვლა უზრუნველყოფს ხელსაწყოს ხანგრძლივ ვარგისიანობას და შედარებით უფრო ზუსტ შედეგებს. pH-მეტრის ელექტროდები ხშირად შედგება მინის კოლბისგან შიდა სენსორით, რომელიც საჭიროებს სპეციალურ ხსნარში მოთავსებას. პორტატული pH-მეტრის გამოყენებისას, შესანახი ხსნარი უნდა იყოს მოთავსებული ხელსაწყოს დამცავი თავსახურის ქვეშ. **დაუშვებელია ხსნარის დაღვრა. ეს აუცილებლად დასაცავი პირობაა.** pH-მეტრის ელექტროდების უმეტესობა უნდა ინახებოდეს ტენიან გარემოში, სათანადო შესანახ ხსნარში.

გასუფთავების მიზნით, pH-მეტრის ელექტროდების უმეტესობისთვის საკმარისია მათი გარეცხვა დისტილირებულ (დეიონიზირებულ) წყალში. გარეცხვის შემდეგ შერჩენილი წყლის წვეთები მოაცილეთ ელექტროდებს და დააბრუნეთ ისინი შესანახ ხსნარში. იმ შემთხვევაში, თუ საკვლევი ხსნარი დააბინძურებს ელექტროდის ზედაპირს, გამოიყენეთ დეტერგენტის ხსნარი. საჭიროების შემთხვევაში, დასაშვებია თუნდაც ელექტროდის ხანგრძლივად ჩატოვება მასში.

1.5. ანალიზის ოპტიკური მეთოდები

ანალიზის ოპტიკური მეთოდები ემყარება გამოსაცდელი ნივთიერების მოლეკულების ან ატომების მიერ ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ემისიის ფენომენს ან მატერიასთან ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ურთიერთქმედებას. ვინაიდან გამოსხივების ბუნება დამოკიდებულია ნივთიერების ხარისხობრივ და რაოდენობრივ შემადგენლობაზე, ის ნივთიერებების ანალიზის საშუალებას იძლევა.

ოპტიკური ელექტრომაგნიტური გამოსხივების, ანუ ოპტიკური (სინათლის) გამოსხივების ტერმინის ქვეშ აერთიანებენ ხილულ სინათლეს, ინფრაწითელ და ულტრაიისფერ გამოსხივებას.

ყველაზე ფართოდ გამოყენებული ფოტომეტრული ანალიზის მეთოდები ემყარება გამოსხივების აბსორბციას ხილულ სპექტრში (400 - 780 ნმ ტალღის სიგრძეზე). ამ მეთოდების გამოყენებას განაპირობებს ინტენსიურად შეღებილი ორგანული თუ არაორგანული ნაერთების სიმრავლე, რომელთა ფოტომეტრული ანალიზი ხილულ სპექტრში საკმაოდ მარტივი და შედარებით იაფი ხელსაწყოების გამოყენებითაა შესაძლებელი.

ნივთიერების ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებასთან ურთიერთქმედების ბუნების მიხედვით ოპტიკური მეთოდები შემდეგ ტიპებად იყოფა:

- აბსორბცია (ნივთიერების მიერ სინათლის სხივების შთანთქმის გაზომვის საფუძველზე). ეს მოიცავს კოლორიმეტრიას, ფოტოკოლორიმეტრიას, სპექტროფოტომეტრიას, ატომური აბსორბციის მეთოდებს;
- ემისია (ნივთიერების მიერ გამოყოფილი სინათლის ინტენსივობის გაზომვის საფუძველზე). მოიცავს ფლუორომეტრიას, ემისიის სპექტრულ ანალიზს.

ანალიზის ოპტიკური მეთოდები მოითხოვს სხვადასხვა სირთულის თანამედროვე მოწყობილობების გამოყენებას, რაც იძლევა რიგ უპირატესობებს კლასიკურ ქიმიურ მეთოდებთან შედარებით, როგორიცაა: სისწრაფე, მეთოდის სიმარტივე, მცირე რაოდენობის ნივთიერების გამოყენება ანალიზისთვის, ნებისმიერი ბუნების ნაერთის ანალიზის შესაძლებლობა. გარდა ამისა, ეს ზრდის შედეგების სენსიტიურობას, სიზუსტეს და განმეორებადობას.

1.5.1. ფოტოელექტრული კოლორიმეტრები

ფოტომეტრული ანალიზი დაფუძნებულია ელექტრომაგნიტური გამოსხივების შერჩევით აბსორბციაზე ერთი სისტემის სპექტრის სხვადასხვა უბანში. ფოტომეტრული ანალიზი მონოქრომატული გამოსხივების გამოყენებით ცნობილია, როგორც აბსორბციული სპექტროფოტომეტრია.

სტრუქტურის მიხედვით, ანალიზის ფოტოკოლორიმეტრული და სპექტროფოტომეტრული მეთოდები ფოტომეტრული ანალიზის განსხვავებულ ტიპებს მიეკუთვნება.

ფოტოკოლორიმეტრული მეთოდი აფასებს ხსნარების ფერის აბსორბციას; ის იყენებს მარტივ ინსტრუმენტებს და გამოთვლებს.

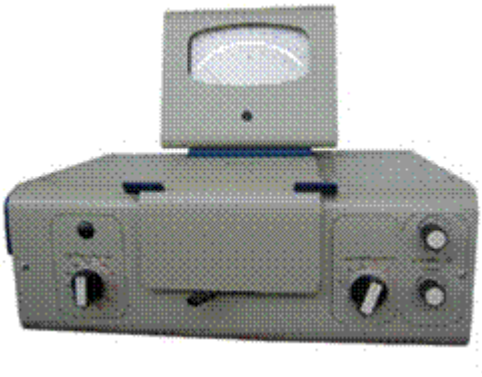
ფოტოელექტრული კონცენტრაციის კოლორიმეტრების (PCC) დიზაინი ისეა მოწყობილი, რომ საშუალებას იძლევა გაიზომოს გამჭვირვალე სითხეებისა და მყარი ნიმუშების გამტარობა (ტრანსმისია) და ოპტიკური სიმკვრივე. გარდა ამისა, მათ შუძლია ნივთიერებათა კონცენტრაციის განსაზღვრა სამომხმარებლო მოწყობილობათა პრეკალიბრირების შემდგომაც.

PCC სპექტრული საზღვრებია 315 ნმ-დან 990 ნმ-მდე. გამოსხივების წყაროა ჰალოგენის ნათურები, ხოლო გამოსხივების მიმღები - ფოტოდიოდები.

ამ ტიპის კოლორიმეტრების მუშაობის პრინციპი ეფუძნება გამსხნელში ან საკონტროლო ხსნარში სინათლის გამტარობის შედარებას საკვლევ არეში სინათლის გამტარობასთან.

ფოტოდეტექტორების სინათლის სხივები გარდაიქმნება ელექტრულ სიგნალებად, რომლებიც დამუშავდება კოლორიმეტრის მიკროკომპიუტერის მეშვეობით და გამოისახება მონიტორზე (ციფრულ ეკრანზე) გამტარობის, ოპტიკური სიმკვრივისა და კონცენტრაციის ინდექსის სახით.

საკვლევი ხსნარის კონცენტრაციის გაზომვა შესაძლებელია სინათლის შთანთქმის ძირითადი კანონის გათვალისწინებით, რაც გულისხმობს, რომ არსებობს ოპტიკური სიმკვრივის ხაზოვანი დამოკიდებულება კონცენტრაციაზე.



კოლორიმეტრით გაზომვა უნდა ხდებოდეს გარემოს 10-35°C ტემპერატურაზე და 50 - 80% ტენიანობის პირობებში.

კოლორიმეტრთან ახლოს არ უნდა იყოს ელექტრული, მაგნიტური ან სინათლის გამოსხივების მძლავრი წყაროები ან გამათბობელი საშუალებები.

დაუშვებელია კოლორიმეტრზე მზის პირდაპირი სხივების დაცემა.

ტალღის სიგრძის დაყენებისას უნდა მოხდეს მოკლე ტალღების გადატანა უფრო გრძელზე.

ყოველი გაზომვის წინ, კიუვეტების სამუშაო ზედაპირი კარგად უნდა გაიწმინდოს სპირტისა და ეთერის ნარევით.

კიუვეტის სამაგრში მოთავსების დროს დაუშვებელია სამუშაო ზედაპირებთან შეხება. კიუვეტის სითხის ავსება უნდა მოხდეს მის კედელზე დატანილ ნიშნულამდე. დამჭერში მოთავსებისას, არ დახაროთ კიუვეტი. დახუფეთ კიუვეტი სახურავით. გაზომვისას ფოტოდეტექტორი 5 წუთის განმავლობაში კიუვეტში, თავდახურული პირობებში უნდა იყოს.

სამუშაოს დასრულების შემდეგ გამორთეთ ხელსაწყო.

ფილტრის შერჩევა

კოლორიმეტრში განსხვავებული ფილტრებისა და კიუვეტების მთელი ნაკრების არსებობა საშუალებას იძლევა შევარჩიოთ მათი ისეთი კომბინაცია, რომლის პირობებშიც კონცენტრაციის განსაზღვრის ცდომილება მინიმალური იქნება.

ფილტრის შერჩევა შემდეგნაირად ხდება:

- ჩაასხით კიუვეტში ხსნარი და განსაზღვრეთ ოპტიკური სიმკვრივე კოლორიმეტრის ყველა სინათლის ფილტრისთვის;
- მიღებული მონაცემების შესაბამისად, შეადგინეთ მრუდი ისე, რომ ჰორიზონტალურ ღერძზე დატანილი იყოს ტალღის სიგრძე, რომელიც შეესაბამება ფილტრის მაქსიმალურ გამტარებლობას, ხოლო ვერტიკალურ ღერძზე - ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის შესაბამისი მნიშვნელობები;
- მონიშნეთ მრუდის ის მონაკვეთი, რომლისთვისაც მართებულია შემდეგი პირობები: ოპტიკური სიმკვრივე მაქსიმალურია; მრუდი ჰორიზონტალური ღერძის პარალელურია, ანუ ოპტიკური სიმკვრივე პრაქტიკულად არ არის დამოკიდებული სინათლის ტალღის სიგრძეზე.
- ტალღის სიგრძე, რომელიც შეესაბამება ფილტრის მაქსიმალურ გამტარობას, გამოისახება საკვლევი ხსნარის სპექტრის მრუდზე, რომლისთვისაც მართებულია ზემოთ ჩამოთვლილი პირობები.

კიუვეტის შერჩევა

კიუვეტის წინასწარი შერჩევა ხდება ვიზუალურად, ხსნარის შეფერილობის ინტენსივობის შესაბამისად. თუ ხსნარი ინტენსიურადაა შეფერილი (მუქია), გამოიყენეთ მცირე სამუშაო ზედაპირის მქონე (1 - 3 მმ. სიგრძის) კიუვეტი. სუსტად შეფერილი ხსნარების შემთხვევაში, რეკომენდებულია უფრო დიდი სამუშაო ზედაპირის მქონე (30 - 100 მმ. სიგრძის) კიუვეტებთან მუშაობა.

ჩაასხით ხსნარი წინასწარ შერჩეულ კიუვეტში და გაზომეთ ოპტიკური სიმკვრივე სხივის ქვეშ შესაბამისი ფილტრის მოთავსების შემდეგ.

კიუვეტების სერიასთან მუშაობისას, შეავსეთ ისინი საშუალო კონცენტრაციის ხსნარით. ხსნართან მუშაობისას აირჩიეთ ის კიუვეტა, სადაც მიღებული ოპტიკური სიმკვრივე საშუალოდ 0,3 – 0,5 ტოლი იქნება. თუ გაზომილი ოპტიკური სიმკვრივე 0,5 – 0,6-ზე მაღალია, აირჩიეთ კიუვეტა უფრო მცირე სამუშაო ზედაპირით. თუ ოპტიკური სიმკვრივე 0,3 – 0,2-ს აღემატება, უნდა აირჩიოთ კიუვეტა უფრო დიდი სამუშაო ზედაპირით.

ხსნარში ნივთიერების კონცენტრაციის განსაზღვრა

შესასრულებელია შემდეგი ოპერაციები: შეარჩიეთ ტალღის სიგრძე; შეარჩიეთ კიუვეტი; ააგეთ ნივთიერების კალიბრაციის მრუდი; გაზომეთ ნივთიერების კონცენტრაცია ხსნარში.

კალიბრაციის მრუდის ასაგებად აუცილებელია ამ ნივთიერების ცნობილი კონცენტრაციებისთვის სტანდარტული ხსნარების მომზადება საცდელ ხსნარში კონცენტრაციათა შესაძლო ცვლილებების მთელი დიაპაზონისთვის.

გაზომეთ ყველა ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე და ააგეთ დაკალიბრების გრაფიკი ჰორიზონტალური ღერძის გასწვრივ ცნობილი კონცენტრაციების, ხოლო ვერტიკალურ ღერძზე შესაბამისი ოპტიკური სიმკვრივის შესაბამისი მნიშვნელობების დატანებით.

მნიშვნელოვანია დავრწმუნდეთ, რომ კონცენტრაციის დამოკიდებულება ოპტიკურ სიმკვრივეზე წრფივი ხასიათისაა, ანუ აგებული გრაფიკი სწორხაზოვანია.

ჩაასხით საცდელი ხსნარი იმავე სამუშაო სიგრძის კიუვეტებში, რომლითაც ჩატარდა დაკალიბრება, დააყენეთ შესაბამისი ტალღის სიგრძე λ და გაზომეთ ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე.

სპექტროფოტომეტრია

სპექტროფოტომეტრია არის შთანთქმის სპექტრის განსაზღვრის ან შესაბამის ტალღის სიგრძეზე სატესტო ნივთიერების მაქსიმალური სინათლის შთანთქმის გაზომვის ანალიზური მეთოდი. ანალიზი ტარდება სპექტრის ხილულ, ულტრაიისფერ და ინფრაწითელ რეგიონებში მონოქრომატული გამოსხივების შთანთქმისას.

სპექტროფოტომეტრია გამოიყენება ნაერთების იდენტიფიცირების, ცალკეული ნივთიერებისა და მულტიკომპონენტური სისტემების შემადგენლობის, სტრუქტურისა და რაოდენობრივი ანალიზისთვის. ტალღის სიგრძის ან ტალღის რიცხვის შთანთქმის მრუდს ნივთიერების შთანთქმის სპექტრს უწოდებენ. ეს მრუდი კონკრეტული ნივთიერების სპეციფიკური მახასიათებელია. ნივთიერებების თვისობრივი ანალიზი მათი შთანთქმის სპექტრის მიხედვით ორი გზით ხორციელდება:

- გამოსაცდელი ნივთიერების აბსორბციის სპექტრის ცნობილი პარამეტრებით;
- სტანდარტული ნივთიერების ხსნარის და იმავე შემადგენლობის სატესტო ნივთიერების აბსორბციის სპექტრის ურთიერთშედარებით.

ფოტოკოლორიმეტრული გაზომვებისგან განსხვავებით, სპექტროფოტომეტრული მეთოდით შესაძლებელია როგორც შეფერილი, ასევე უფერული ხსნარების ანალიზი. უფერული ხსნარების ანალიზი ტარდება არა ხილულ, არამედ სპექტრის ულტრაიისფერ ან ინფრაწითელ მონაკვეთში.

სპექტროფოტომეტრიის ძირითადი ინსტრუმენტი სპექტროფოტომეტრია. ფოტოკოლორიმეტრისგან განსხვავებით, მასში მონოქრომატიზაცია განპირობებულია არა ფილტრით, არამედ სპეციალური ოპტიკური ხელსაწყოებით, რომლებსაც მონოქრომატორები ეწოდება და რომლებიც მუდმივად ცვლიან ხსნარში გატარებული ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ტალღის სიგრძეს. მონოქრომატორების (ფოტოფილტრების) ტიპებია:

- **ადსორბცია:** ასუსტებენ სინათლეს ფილტრში განვლადი სინათლის სხივის ადსორბციას;
- **დისპერსია:** ამცირებენ სინათლეს ნივთიერების რეფრაქციის ინდექსის შეცვლის გზით;
- **ინტერფერენცია:** მოქმედება დაფუძნებულია ორი სარკის გამოყენებით არეკლილი პარალელური კონების ინტერფერენციის ფენომენზე.

მონოქრომატორები ოპტიკური სისტემებია, რომლებიც გამოყოფენ ოპტიკური სპექტრის ტალღის სიგრძეების ვიწრო ინტერვალებს. მონოქრომატორების მახასიათებლებია:

- **გამტარიანობა** - ტალღის სიგრძეების ინტერვალი, რომელშიც მონოქრომატორში გასული სინათლის ინტენსივობა აღემატება მაქსიმალური პიკის ტალღის სიგრძის სინათლის ინტენსივობის ნახევარს;
- **სინათლის ძალა** - ტალღის სიგრძეების ინტერვალი, რომელიც ეცემა მონოქრომატორს, გამოდის იქედან და ეცემა ნიმუშს.

აუცილებელია კვლევის ჩატარება მინიმალურად ვიწრო სინათლის ძალის პირობებში. სპექტროფოტომეტრების გარჩევადობა მნიშვნელოვნად იზრდება ორმაგი მონოქრომატორის გამოყენებისას: ერთ ხელსაწყოში გამოიყენება ორი თანმიმდევრულად დაკავშირებული

მონოქრომატორი, სადაც ერთის გამოსავალი არის მეორის შესავალი. ეს მნიშვნელოვნად ამცირებს სინათლის განბნევას.

ხილულ სპექტრში მუშაობის დროს გამოიყენეთ მინის კიუვეტები, ულტრაიისფერი სპექტრის დროს კი - კვარცისგან დამზადებული კიუვეტები. უწყვეტი ანალიზისთვის უმჯობესია ისარგებლოთ გამდინარე კიუვეტებით.

გაზომვისას, მხედველობაში უნდა მიიღოთ, რომ ოპტიკური სიმკვრივის მნიშვნელობის ცდომილება მინიმალურია იმ შემთხვევაში, თუ ოპტიკური სიმკვრივე აღემატება 0,8-ს. ამ დროს საჭიროა უფრო მოკლე სიგრძის კიუვეტების გამოყენება ან ხსნარის განზავება. თუ ოპტიკური სიმკვრივე 0,1-ზე ნაკლებია, საჭიროა გრძელი კიუვეტების გამოყენება.

სპექტრომოტომეტრიაში კალკულაცია ხდება დაკალიბრების გრაფიკის აგების გზით. დაამზადეთ სტანდარტული ხსნარის (C_{st}) განზავებების სერია, გაზომეთ ოპტიკური სიმკვრივე (A_{ST}) და ააგეთ გრაფიკი A_{ST} - C_{ST} . ამის შემდეგ გაზომეთ ნიმუშის ოპტიკური სიმკვრივე და გრაფიკულად დაიანგარიშეთ მისი კონცენტრაცია.

ისევე როგორც ფოტოკოლორიმეტრიის დროს, სპექტროფოტომეტრულ ანალიზშიც, შედეგების განმეორებადობის და მაღალი სიზუსტის მისაღწევად საჭიროა ოპტიმალური პირობების შერჩევა.

ატომური სპექტროსკოპია

ატომური სპექტროსკოპიის მეთოდები დაფუძნებულია ნივთიერებათა ატომების ენერგეტიკული სტატუსის გაზომვაზე. მეთოდები განსხვავდება იმისდა მიხედვით, თუ როგორ მიიღება და ჩაიწერება სიგნალი, თუმცა ყველა მეთოდი მოითხოვს ნიმუშების წინასწარ „ატომიზაციას“. ალში აორთქლებული ნივთიერებების ატომები შთანთქავენ ან გამოყოფენ გარკვეული ტალღის სიგრძის გამოსხივებას. სპექტრის ზოლების ინტენსივობის მიხედვით, შესაძლებელია დადგინდეს ნიმუშში ინდივიდუალური ქიმიური ელემენტების შემცველობა.

- ატომური აბსორბციული სპექტროსკოპია ეფუძნება გარეთა წყაროს გამოსხივების ატომურ შთანთქმას.
- ატომური ემისიური სპექტროსკოპია ეფუძნება სხვადასხვა გარეთა წყაროს აგზნების შედეგად (რკალი, ნაპერწკალი, ალი, პლაზმა) მიღებული გამოსხივების ატომურ ემისიას.
- ატომური ფლუორესცენტული სპექტროსკოპიის მეთოდი ემყარება ფლუორესცენციის ატომური სპექტრის რაოდენობრივ ანალიზს. ახდენენ საანალიზო ნიმუშის კონვერსიას ატომურ ორთქლში, რომლის გამოსხივება აღაგზნებს მხოლოდ გარკვეული ელემენტის ატომებს და იწვევს ფლუორესცენციას (გამოსხივების ტალღის სიგრძე შეესაბამება ატომთა ელექტრონულ ენერგიას). აგზნებული ატომების ნაწილი ასხივებს სინათლეს,

რომელიც რეგისტრირდება სპექტროფოტომეტრის მიერ. ჩვეულებრივ, გამოიყენება რეზონანსული ფლუორესცენცია (ამ შემთხვევაში, შთანთქმული და გამოყოფილი სინათლის ტალღის სიგრძე ერთი და იგივეა). ხსნარების ატომიზაციისთვის გამოიყენება ალი, პლაზმა ან ელექტროთერმული ატომაიზერები (გრაფიტის მილები, ფილამენტები, ელექტრულად გაცხელებული კაბელები.

ატომური შთანთქმის სპექტრული ანალიზი არის მეთოდი, რომელიც ეფუძნება აირის მდგომარეობაში გადაყვანილი ნივთიერების ატომების მიერ სინათლის შერჩევით შთანთქმას. იზომება სინათლის წყაროდან აირში გასული გამოსხივება სიხშირეებზე, რომლებიც შეესაბამება ელექტრონის საბაზისო დონიდან უახლოეს დონეზე გადასვლის სიხშირეს (რეზონანსული ხაზი) და ელემენტის სპექტრული ხაზების შესუსტების ხარისხი ნივთიერების გარკვეული კონცენტრაციის დროს. სინათლის შთანთქმის ინტენსივობას ზომავენ ბერი-ლამბერტი-ბოუგერის კანონის მიხედვით:

$D = lg(I_0/I) = klC$,

სადაც D არის ოპტიკური სიმკვრივე (შთანთქმა); I_0 აგზნებული სინათლის გამოსვლის ინტენსივობა; I არის ნიმუშში გამავალი სინათლის ინტენსივობა; k არის აბსორბციის (შთანთქმის) კოეფიციენტი; l არის შთანთქმის შრის სისქე; C არის საკვლევი ელემენტის კონცენტრაცია. შთანთქმის კოეფიციენტი k, რომელიც რეზონანსული გადასვლის შემთხვევითობის პროპორციულია, არ არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე. ნიმუშის ატომიზაცია მოითხოვს ~ 2000–3000 ° C ტემპერატურას. ალის და ელექტროთერმული ატომაიზერები, ისევე როგორც HF და მიკროტალღური მოწყობილობები ამ ტემპერატურულ ფარგლებში გამოიყენება, თუმცა უფრო ხშირად იყენებენ ალის გამომწვევ აცეტილენის და აზოტის ოქსიდის ნარევებს. ასეთ შემთხვევაში, ატომების 90%-ზე მეტი არააგზნებულ მდგომარეობაშია და, ამდენად, სხვა მოლეკულები და ატომები გავლენას ვერ ახდენს შთანთქმის კოეფიციენტზე. ეს ფაქტი, ისევე როგორც შთანთქმის ხაზების სიმცირე, მაღალსელექციურ მნიშვნელობას ანიჭებს მეთოდს. სინათლის წყარო ასხივებს ხაზოვან სპექტრს, რომელიც საკვლევ ელემენტსაც მოიცავს. გამოსხივების წყაროდ გამოყენებულია კათოდის ნათურები, უელექტროდო გაზის ნათურები, რეგულირებადი ლაზერი. ატომური შთანთქმის მეთოდის მნიშვნელოვანი ნაკლოვანება ატომური ემისიის სპექტრული ანალიზის მეთოდთან შედარებით იმაში მდგომარეობს, რომ აქ შეუძლებელია ნიმუშში ერთდროულად რამდენიმე ელემენტის დეტექცია და საჭიროა მათი თანმიმდევრული განსაზღვრა. ატომური შთანთქმის ანალიზისთვის განკუთვნილი ტექნიკური საშუალებები ატომური სპექტრული ანალიზის სხვა მეთოდებთან შედარებით გაცილებით მარტივია და საშუალებას იძლევა დადგინდეს 70-მდე ელემენტი, მგრძნობიარობით წონის ~ 10^{-4}–10^{-9}%, როგორც დაბალი, ისე მაღალი კონცენტრაციის პირობებში. დღესდღეობით, ატომური შთანთქმის სპექტრული ანალიზის მეთოდი განიხილება როგორც ერთ-ერთი ყველაზე ზუსტი, სწრაფი, პროდუქტიული და, იმავდროულად, შედარებით იაფი მეთოდი.

ატომური ემისიის სპექტრული ანალიზი (სპექტრომეტრია), AESA არის ელემენტარული ანალიზის მეთოდების ნაკრები, რომელიც ეფუძნება გაზის ფაზის ატომებისა და იონების ემისიური სპექტრის შესწავლას. ჩვეულებრივ, ემისიის სპექტრი იზომება ყველაზე მოსახერხებელ ოპტიკურ ფარგლებში ~ 200 - ~ 1000 ნმ ტალღის სიგრძეზე (200 ნმ-ზე ნაკლებ სპექტრში > 200 ნმ საჭიროა ვაკუუმის სპეკტროსკოპია, რათა გამოირიცხოს ჰაერის მოკლეტალღური აბსორბცია; > 1000 ნმ უბანში სპექტრების აღრიცხვისთვის საჭიროა სპეციალური მიკროტალღური დეტექტორები).

სატესტო ნივთიერების ნიმუში თავსდება გამოსხივების წყაროს მოქმედების ქვეშ აორთქლების (ევაპორაციის), მოლეკულების დისოციაციის და ატომების (იონების) აგზნების გამოსაწვევად. ატომები გამოყოფს დამახასიათებელ გამოსხივებას, რომელიც აღირიცხება სპექტრული ანალიზური ხელსაწყოს მიერ.

მაღალხარისხიანი AESA იძლევა საშუალებას ნიმუშების სპექტრი შევადაროთ უკვე დადგენილი ელემენტების სპექტრს სპექტრული ხაზების ატლასებსა თუ ცხრილებში და, ამ გზით, განვსაზღვროთ ნიმუშის შემადგენლობა. რაოდენობრივი ანალიზის დროს, ნიმუშში ელემენტის რაოდენობა (კონცენტრაცია) იზომება ანალიზური სიგნალის (შავი ფერი, ფოტოგრაფიულ ფირფიტაზე ანალიზური ხაზის ოპტიკური სიმკვრივე; სხივების დაცემა ფოტოელექტრულ მიმღებზე) სიმძლავრის მიხედვით.

ატომები აიგზნება, თუ ერთი ან მეტი ელექტრონი გადავა უფრო დაშორებულ ენერგეტიკულ დონეზე. მოსვენებულ მდგომარეობაში ატომს აქვს მინიმალური ენერგია E_0. აგზნებულ (არასტაბილურ) მდგომარეობაში ატომი მოკლე დროის პერიოდში იმყოფება ($\approx 10^{-7}$-10^{-8} წმ), ხოლო შემდეგ ცდილობს ნორმალურ მდგომარეობას დაუბრუნდეს. ამ შემთხვევაში, ატომი გასცემს ზედმეტ ენერგიას ფოტონური გამოსხივების სახით.

AESA მეთოდის მგრძნობელობა და სიზუსტე ძირითადად დამოკიდებულია აგზნების წყაროს ფიზიკურ მახასიათებლებზე, როგორიცაა: ტემპერატურა, ელექტრონების კონცენტრაცია, ატომების აგზნებულ მდგომარეობაში დაყოვნების დრო, წყაროს სტაბილურობა და სხვ.)

$$I = a + c$$

სადაც *a* არის კოეფიციენტი, დამოკიდებული პროცესის პირობებზე; *c* არის ელემენტის კონცენტრაცია ნიმუშში.

ინდუქციურად შეწყვილებული პლაზმური ატომური ემისიური სპექტროსკოპია

როდესაც აგზნებულ ან იონიზირებულ მდგომარეობაში იმყოფება, ელემენტები გამოყოფს გარკვეული ტალღის სიგრძის სინათლის კვანტს და შემდგომ, კვლავ სტაბილურ მდგომარეობას უბრუნდება. ტალღის სიგრძის დასადგენად ვატარებთ ხარისხობრივ, ხოლო ემისიის ინტენსივობის დასადგენად - რაოდენობრივ ანალიზს.

ანალიზური ხელსაწყოს ძირითადი კომპონენტებია: ნიმუშის კვების სისტემა, ატომაიზერი, ატომიზაციის მარტივი ერთეული (კვარცის პლაზმის ალი), ოპტიკური კამერა და დეტექტორი. ატომიზაციისა და აგზნების წყაროა ინდუქციურად შეწყვილებული პლაზმა.

მეთოდის გამოყენების უპირატესობა არის ატომიზაციისა და აგზნების მდგომარეობის რეგულირების შესაძლებლობა. ეს ნიშნავს, რომ შესაძლებელია ერთდროულად მრავალი ელემენტის განსაზღვრის პირობების შერჩევა. სუსტი მხარე არის ის, რომ მეთოდი მოითხოვს არგონის (პლაზმური ჭრის აირის) მაღალ მოხმარებას. აგრეთვე საჭიროა, რომ არგონის პურიფიკაციის მაჩვენებელი იყოს არანაკლებ 99,99%-ისა.

ოპერირების პრინციპები, რომლებიც საერთოა ატომური სპექტროსკოპიის ყველა მეთოდისათვის:

1. მოამზადეთ ნიმუში (ანალიზის ობიექტიდან შეარჩიეთ ნივთიერების ნაწილი, რომელიც მაქსიმალურად სრულად უნდა ასახავდეს მის ქიმიურ შედგენილობას)
2. შეარჩიეთ ნიმუში მყარი მასალიდან, გახსენით ის გამხსნელში, რათა სატესტო ელემენტები გადაიყვანოთ ხსნად მდგომარეობაში. ხსნარს იღებენ შესაბამისი ნიმუშიდან, ხოლო სამუშაო ხსნარს ამზადებენ ამ მეთოდისთვის შემუშავებული პრინციპებით.
3. დაამზადეთ საკალიბრაციო ხსნარების სერია, რომელიც მოიცავს კალიბრაციის საჭირო ფარგლებს.
4. მოიყვანეთ სპექტრომეტრები მზადყოფნაში, რათა მოხდეს სიგნალის აღქმა და დამუშავება ოპტიმალურ პირობებში.
5. მოათავსეთ ნიმუში ატომაიზერის ქვეშ, შექმენით ატომური ორთქლის შთანთქმის ფენა და ჩაატარეთ გაზომვები.
6. თანმიმდევრულად დაამატეთ ატომაიზერს საკალიბრაციო ხსნარები და მიიღეთ კალიბრაციის მახასიათებლები (ფუნქციური ურთიერთქმედება ანალიზურ სიგნალსა და საკალიბრაციო ხსნარში ელემენტის კონცენტრაციას შორის).
7. გამოიყენეთ მონაცემები სანიმუშო და ორიგინალურ ხსნარში სატესტო ელემენტის კონცენტრაციის განსასაზღვრავად.

1.6. ანალიზის ქრომატოგრაფიული მეთოდები

ქრომატოგრაფია მოიცავს ანალიზის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების ფართო სპექტრს, რომელიც აერთიანებს როგორც კონცენტრირებისა და სეპარირების, ისე სხვადასხვა ნივთიერების იდენტიფიკაციის თუ რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდებს.

ქრომატოგრაფიის მეთოდებს განსაკუთრებული ადგილი უკავია ანალიზის ყველაზე ეფექტიან მეთოდებს შორის მათი მრავალფეროვნების და ფართო გამოყენების გამო. მათი მეშვეობით შესაძლებელია აირის, სითხის თუ მყარი ნივთიერებების ორგანული და არაორგანული კომპონენტების ანალიზი. ქრომატოგრაფიის თანამედროვე მეთოდების მეშვეობით შესაძლებელია სამივე მდგომარეობაში არსებულ ნივთიერებათა ანალიზი, რომელთა მოლეკულური მასა 1-დან 10^6-მდე ფარგლებშია. ეს ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი მეთოდია.

ქრომატოგრაფია ჰიბრიდული ანალიზური მეთოდია, რომელიც აერთიანებს დაყოფას და განსაზღვრას (ანალიზს).

სხვა მეთოდებისგან განსხვავებით, რომლებიც ეფუძნება ფაზებს შორის კომპონენტების განაწილებას, ქრომატოგრაფია დინამიური მეთოდია. ის ითვალისწინებს დასაცალკევებელი კომპონენტების ადსორბცია-დესორბციის მრავლობით აქტს, ვინაიდან დაცალკევება მოძრავ გამდინარე ფაზაში ხდება. ამით აიხსნება ქრომატოგრაფიული მეთოდების მაღალეფექტურობა სორბციის თუ ექსტრაქციის სხვა მეთოდებთან შედარებით.

ქრომატოგრაფიის ყველაზე გავრცელებული დეფინიცია ამგვარია: ქრომატოგრაფია ნივთიერებათა დაყოფის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდია, რომელიც ეფუძნება კომპონენტების უძრავ (სტაციონარულ) და მოძრავ ფაზებს შორის განაწილებას.

უძრავი ფაზა წარმოადგენს მყარ ადსორბენტს განვითარებული ზედაპირით ან მყარ სარჩულზე დაფენილ სითხეს. უძრავი ფაზის ფუნქცია არის ნივთიერებების დაჭერა, ადსორბცია. მოძრავი ფაზა არის სითხის ან აირის ნაკადი, რომელიც უწყვეტად მოძრაობს უძრავი ფაზის ფენაში, ახდენს საანალიზო ნივთიერებების გადატანას მის გასწვრივ და უზრუნველყოფს მათ დაყოფას - გადის (იფილტრება) სორბენტის შრეში. მოძრავი ფაზის ფუნქციაა ნივთიერებათა გახსნა და გადატანა.

ქრომატოგრაფიული ანალიზი ნივთიერების ჰომოგენურობის კრიტერიუმია. თუ ქრომატოგრაფიულად ნიმუში არ იყოფა კომპონენტებად, ეს მიუთითებს მის ჰომოგენურობაზე, ე.ი. ნიმუში თავისუფალია მინარევებისაგან.

ქრომატოგრაფიასა და ანალიზის სხვა ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს შორის ფუნდამენტური განსხვავება ის არის, რომ ქრომატოგრაფიის გამოყენებით შესაძლებელია ნივთიერებათა მჭიდროდ შეკავშირებული კომპონენტების დაცალკევება. სეპარაციის შემდეგ, ნებისმიერი ქიმიური, ფიზიკური თუ ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდით შესაძლებელი ხდება ნივთიერების კომპონენტების იდენტიფიცირება (მათი ბუნების დადგენა) ან რაოდენობრივი მახასიათებლების (მასის, კონცენტრაციის) განსაზღვრა.

ქრომატოგრაფია გამოიყენება ლაბორატორიებსა და ინდუსტრიაში მრავალკომპონენტიანი სისტემების ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ანალიზისთვის, პროდუქციის კონტროლისთვის (განსაკუთრებით, მრავალი პროცესის ავტომატიზაციასთან დაკავშირებით), ასევე ცალკეული ნივთიერებების (მაგ., ძვირფასი ლითონების) წინასწარ დაცალკევებისთვის, სითხეებისა და იშვიათი ელემენტების გამოსაყოფად.

რიგ შემთხვევებში, ქრომატოგრაფიას იყენებენ ნივთიერებათა იდენტიფიცირებისთვის სხვა ფიზიკურ-ქიმიურ და ფიზიკურ მეთოდებთან კომბინაციაში, როგორიცაა: მასსპექტროსკოპია; ინფრაწითელი, ულტრაიისფერი სპექტროსკოპია და სხვ.

ქრომატოგრაფიული ანალიზის ძირითადი უპირატესობებია:

- განსაზღვრის სისწრაფე
- მაღალეფექტურობა;
- ავტომატიზაციის შესაძლებლობა და ობიექტური ინფორმაციის მიღება;
- სხვა ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებთან კომბინირება;
- ნაერთების კონცენტრაციის ფართო სპექტრი;
- კომპონენტების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესწავლის შესაძლებლობა;
- ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ანალიზი;
- ტექნოლოგიური პროცესების კონტროლისა და ავტომატური რეგულაციის მიზნით გამოყენება.

არსებობს ქრომატოგრაფიული მეთოდების კლასიფიკაციის რამდენიმე ნაირსახეობა:

1. უძრავი და მოძრავი ფაზების ფიზიკური მდგომარეობის მიხედვით (ამ კლასიფიკაციაში პირველი სიტყვა გამოხატავს მობილური ფაზის აგრეგაციულ სტატუსს).
    - *გაზ-თხევადი ქრომატოგრაფია*
    - *გაზ-მყარი (გაზ-ადსორბციული) ქრომატოგრაფია*
    - *თხევად-თხევადი ქრომატოგრაფია*
    - *თხევად-მყარი (თხევად-ადსორბციული) ქრომატოგრაფია*
    - *თხევად-გელის ქრომატოგრაფია*

2. კომპონენტების მოძრავ და უძრავ ფაზებს შორის განაწილების გამომწვევი ურთიერთქმედების ბუნების მიხედვით (ანუ სორბენტისა და სორბატის ურთიერთობის ბუნების მიხედვით) განარჩევენ :
    - *ადსორბციული ქრომატოგრაფია.* დაყოფა ეფუძნება ნარევის კომპონენტებს შორის ადსორბციის უნარიანობის მიხედვით განსხვავებებს მოცემული ადსორბენტის მიმართ.
    - *სეპარაციული (განმანაწილებელი) ქრომატოგრაფია.* სეპარაცია დაფუძნებულია სორბატების ხსნადობის სხვაობაზე სტაციონარულ ფაზაში (გაზ-ქრომატოგრაფია) ან უძრავ და მოძრავ ფაზებში.
    - *იონცვლადი ქრომატოგრაფია.* დაყოფა დაფუძნებულია დასაცალკევებელი ნივთიერებების განსხვავებულ იონთა ცვლის უნარზე;
    - *გელ-ფილტრაცია ანუ ექსკლუზიური ქრომატოგრაფია* (გელ-შეღწევა, გელ-ფილტრაციული ქრომატოგრაფია). ასეთი ტიპის ქრომატოგრაფიის დროს ნივთიერების მოლეკულების დაცალკევება ხდება მათი ზომების მიხედვით სტაციონარული ფაზის ფორებში მათი განსხვავებული შეღწევის უნარის გამო. უფრო დიდი მოლეკულები (დიდი მოლეკულური წონის) პირველები დატოვებენ სვეტს, მათ შეუძლიათ სტაციონარული ფაზის ფორების მინიმალურ რაოდენობაში შეღწევა. მცირე მოლეკულებს შესწევს უნარი თავისუფლად შეაღწიონ ფორებში, ისინი სულ ბოლოს დატოვებენ სვეტს. ადსორბციული ქრომატოგრაფიისგან განსხვავებით, გელ-ფილტრაციის დროს სტაციონარული ფაზა რჩება ქიმიურად ინერტული და არ ურთიერთქნედებს გასაყოფ ნივთიერებებთან.
    - *სედიმენტურ ქრომატოგრაფიაში* გაყოფა ეფუძნება კომპონენტების მყარ სტაციონარულ ფაზაზე გამოლექვის განსხვავებულ უნარს.
    - *ადსორბციულ-კომპლექსური ქრომატოგრაფია.* გაყოფა ემყარება სხვადასხვა სიძლიერის რთული ნაერთების ფორმირებას ადსორბენტის ზედაპირზე ან ფაზაში.

3. ელუენტის აგრეგაციული მდგომარეობის მიხედვით არჩევენ:
    - გაზ-ადსორბციულ ქრომატოგრაფიას (GC);
    - მაღალი ხარისხის თხევად ქრომატოგრაფიას (HPLC).

გაზ-ადსორბციული ქრომატოგრაფია არის აირების სეპარაციის მეთოდი, სადაც მოძრავი ფაზა ინერტული აირია გადამტანი აირი), რომელიც გაივლის სქელი ზედაპირის მქონე უძრავ ფაზაში. მოძრავი ფაზის სახით გამოიყენება წყალბადი, ჰელიუმი, არგონი, ნახშირორჟანგი. გადამტანი აირი არ შედის რეაქციაში სტაციონარულ ფაზასთან და გასაყოფ ნივთიერებებთან. ის მოიცავს:

- *გაზურ-მყარ ქრომატოგრაფიას* - უძრავი ფაზა მყარი გადამტანია (სილიციუმის გელი, ნახშირი, ალუმინის ოქსიდი);
- *გაზურ-თხევად ქრომატოგრაფიას* - უძრავი ფაზა არის ინერტული გადამტანის ზედაპირზე დაფენილი სითხე.

სეპარაცია ეფუძნება დასაცალკავებელი ნარევის კომპონენტების ხსნადობის (ანუ ადსორბციის) ან არამდგრადობის მაჩვენებლებს შორის სხვაობას. ეს მეთოდი გამოიყენება აირების დასაცალკევებად, ჰაერში, წყალში, ნიადაგსა და საწარმოო პროდუქტებში დამაბინძურებლების დეტექციისთვის; ორგანული და პეტროქიმიური (ბენზო-ქიმიური) სინთეზის პროდუქტების, გამონაბოლქვის, წამლების, ასევე კრიმინალისტურ პრაქტიკაში ნივთიერებების შემადგენლობის დასადგენად.

თხვადი ქრომატოგრაფია მრავალკომპონენტიანი ანალიზის ერთ-ერთი ყველაზე მოწინავე მეთოდია. მისი დამახასიათებელი ნიშნებია ექსპრესიულობა (გამოხატულობა), მაღალი სიზუსტე და ავტომატიზაციის შესაძლებლობა. ქრომატოგრაფიული სეპარაციის საფუძველია დასაცალკევებელი ნარევის კომპონენტების მონაწილეობა ვან-დერ-ვაალსის ურთიერთქმედებების რთულ სისტემაში ფაზების გაყოფის საზღვარზე. HPLC აერთიანებს მეთოდების ჯგუფს, რომლებიც ითვალისწინებს ორიგინალური რთული ნარევის დაშლას შედარებით მარტივ ნარევებად. შემდგომ ახდენენ მარტივი ნარევების ანალიზს ჩვეულებრივი ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებით ან თხევადი ქრომატოგრაფიის საშუალებით.

HPLC მახასიათებლებია მაღალი წნევის გამოყენება და მცირე-მარცვლოვანი სორბენტი (ჩვეულებრივ 3-5 მკმ, ზოგჯერ 1,8 მკმ-მდე). ნივთიერებების სეპარაციის მექანიზმების მიხედვით, HPLC იყოფა:

- ადსორბციულ ქრომატოგრაფიად
- გამანაწილებელ ქრომატოგრაფიად
- იონცვლად ქრომატოგრაფიად
- აფინურ ქრომატოგრაფიად

მიუხედავად ამისა, პრაქტიკაში სეპარაცია ხდება არა ერთი, არამედ ერთდროულად რამდენიმე მექანიზმით. მეთოდი გამოიყენება სინთეზური პოლიმერების, წამლების, დეტერგენტების, ცილების, ჰორმონების და სხვა ბიოლოგიურად მნიშვნელოვანი ნაერთების ანალიზისათვის, დაცალკევებისა და გასუფთავებისათვის. მაღალმგრძნობიარე დეტექტორების გამოყენება საშუალებას იძლევა ვიმუშაოთ ნივთიერებათა ძალზე მცირე ოდენობებთან, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია ბიოლოგიურ კვლევებში.

4. მეთოდის ბუნების მიხედვით:

- *სვეტის ქრომატოგრაფია.* ნივთიერებათა სეპარირება ხდება სპეციალურ სვეტში. სორბენტი ავსებს სპეციალური მილებს - სვეტებს, რომლებშიც მოძრაობს მობილური ფაზა წნევათა შორის სხვაობის გამო. სვეტის ქრომატოგრაფიის ნაირსახეობაა კაპილარული ქრომატოგრაფია, როდესაც სორბენტის თხელი ფენა დაიტანება კაპილარის მილის შიგნითა კედლებზე.
- *პლანარული (სიბრტყისეული) ქრომატოგრაფია.* არსებობს თხელშრიანი და ქაღალდის პლანარული ქრომატოგრაფია. თხელშრიან ქრომატოგრაფიაში გრანულარული სორბენტის ან ფოროვანი ფირის თხელი შრე თავსდება მინის ან ლითონის ფირფიტაზე; ქაღალდის ქრომატოგრაფიის დროს გამოიყენება სპეციალური ქრომატოგაფიული ქაღალდი. თხელშრიანი და ქაღალდის ქრომატოგრაფია გამოიყენება ცხიმების, ნახშირწყლების, ცილებისა და სხვა ბუნებრივი ნაერთების ან არაორგანული ნივთიერებების ანალიზისათვის.

ქრომატოგრაფებს იყენებენ ნაერთების ან ნარევების ანალიზისათვის და მოსამზადებელი (მათ შორის, იდუსტრიული) სეპარაციისთვის. ქრომატოგრაფიულ სვეტში ანალიზის ან სეპარაციის დროს ნივთიერება ელუენტთან ერთად ხვდება სპეციალურ ხელსაწყოზე, რომელიც დამონტაჟებულია სვეტის ბოლოში, ეს ე.წ. დეტექტორია, რომელიც დროდადრო ზომავს კონცენტრაციას. გამოყვანილ მრუდს ქრომატოგრამა ეწოდება. რაოდენობრივი ქრომატოგრაფიული ანალიზისათვის განისაზღვრება დრო ნიმუშის დატანიდან მისი თითოეული კომპონენტების გამოსვლამდე გარკვეულ ტემპერატურაზე და გარკვეული ელუენტის გამოყენებისას. რაოდენობრივი ანალიზის დროს დგინდება ქრომატოგრაფიული პიკების სიმაღლე დეტექციის ხელსაწყოს მგრძნობელობის კოეფიციენტის გათვალისწინებით.

1.7. ELISA - იმუნოფერმენტული ანალიზი

იმუნოფერმენტული ანალიზი (*Enzyme-linked immuno sorbent assay* (ELISA) - ეს არის გარკვეული ანტიგენის აღმოსაჩენი იმუნოლოგიური მეთოდი, რომელიც ეფუძნება ანტიგენ-ანტისხეულის რეაქციას. მეთოდი ფართოდ არის დანერგილი კვლევით და სადიაგნოსტიკო კლინიკურ ლაბორატორიებში.

მეთოდი ძირითადად გამოიყენება დაავადების კონტროლის პროგრამების განხორციელების მასშტაბური ეპიზოოტიკური მეთვალყურეობისა და კვლევისთვის. ის ძალზე მგრძნობიარე, სპეციფიკური, მარტივი, სწრაფი და ეკონომიური ლაბორატორიული ტესტირების მეთოდია, რომელიც უზრუნველყოფს შედეგის განმეორებადობას და იძლევა ინტერპრეტაციის საშუალებას.

არსებობს ამ მეთოდის არაერთი ვარიანტი, რომლებიც ეფუძნება დაკავშირების პრინციპებისა და ELISA პირობების მრავალფეროვნებას საკვლევი ობიექტების სიუხვიდან გამომდინარე (დაბალი მოლეკულური წონის ნაერთები, პეპტიდები და სტეროიდული ჰორმონები, ფარმაკოლოგიური პრეპარატები, პესტიციდები; აგრეთვე ვირუსები, ბაქტერიები და სხვა ანტისხეულები). ფერმენტული აქტივობის რეგისტრაციის მხოლოდ ერთი ვარიანტი შეიძლება იქნეს გამოყენებული ფოტომეტრიულ, ფლუორომეტრიულ, ბიო- და ქემილუმინესცენტურ მეთოდებში. რიგ შემთხვევებში წარმატებით გამოყენება ელექტროქიმიური და მიკროკოლორიმეტრიული სენსორები (განსაკუთრებით ტექნოლოგიურ პრობლემებთან მიმართებით).

ფერმენტული აქტივობის განსაზღვრის ექსპერიმენტული მეთოდები

ფოტომეტრული მეთოდი

ფერმენტების აქტივობის დადგენის ფოტომეტრული მეთოდი ELISA–ს ყველაზე ხშირად გამოყენებული მეთოდია. ფერმენტების სუბსტრატის სახით გამოიყენება ნივთიერებები, რომელთა პროდუქტები ფერადი ნაერთებია, ან თვით სუბსტრატების შეფერილობა იცვლება რეაქციის მსვლელობისას. ფერადი ნაერთები შთანთქავს ხილულ სინათლეს (400-700 ნმ ტალღის სიგრძის ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებას). სინათლის შთანთქმა ემორჩილება ბირ-ლამბერ–ბუგერის კანონს, რომლის თანახმად, ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე გარკვეულ დიაპაზონში პირდაპირპროპორციულია ნივთიერების კონცენტრაციისა. სპექტროფოტომეტრი ოპტიკური სიმკვრივის გასაზომად გამოიყენება.

ფლუორომეტრული მეთოდი

ბოლო დროს, ELISA იყენებს ისეთ სუბსტრატებს, რომლებიც წარმოქმნის ფლუორომეტრიის მეთოდებით რეგისტრირებულ პროდუქტებს. ფოტონის შთანთქმისას მოლეკულა გადადის აგზნებულ ელექტრონულ მდგომარეობაში. აგზნებული მოლეკულა იმ შემთხვევაში დაუბრუნდება სტაბილურ მდგომარეობას, თუ ჭარბი ენერგია სითბოში გადავა; თუმცა, შესაძლებელია საწინააღმდეგო პროცესი, როდესაც ელექტრონების გადატანით საწყისს მდგომარეობაში დაბრუნება ხდება სინათლის კვანტის გამოთავისუფლებით, რასაც ფლუორესცენცია ჰქვია. მოლეკულის აგზნებული მდგომარეობიდან სტაბილურ მდგომარეობაში გადასვლისას ენერგია ნაწილობრივ იკარგება, ვინაიდან გამოსხივებული ენერგია შთანთქმულზე ნაკლებია. მოლეკულების ფრაქციას, რომლებიც აგზნებული მდგომარეობიდან სინათლის გამოსხივებით საწყისს მდგომარეობას უბრუნდება, კვანტური გამოსხივებით (φ) განსაზღვრავენ. ფლუორესცენციის ინტენსიურობა ნიმუშის მიერ შთანთქმული სინათლის პროპორციულია. მაშასადამე, ის ხსნარის კონცენტრაციისა და სინათლის საწყისი ინტენსიურობის აბსოლუტური მნიშვნელობის პირდაპირპროპორციულია, იმ დროს, როდესაც ფოტომეტრიაში ერთმანეთს დარდება ნიმუშის მიერ შთანთქმული სინათლის ფარდობითი ინტენსივობები. ეს ფაქტი საშუალებას იძლევა ფლუორომეტრული მეთოდის საშუალებით ხსნარში ნივთიერების განსაზღვრის მგრძნობელობა ორჯერ გავზარდოთ ფოტომეტრიასთან შედარებით.

ბიოლუმინესცენცია და ქემილუმინესცენცია

ELISA-ში სადეტექციო სისტემებად ბიო- და ქემოლუმინესცენციის რეაქციები გამოიყენება ნაცვლად ფერმენტული რეაქციებისა, რომლებშიც ენერგია სინათლის გამოსხივების ფორმით გამოიყოფა. ამ რეაქციათა სიჩქარეები იზომება, როგორც რეაქციული სისტემის გამოსხივების ინტენსივობა, რაც ლუმინომეტრით ხორციელდება. ბიოლუმინესცენციის რეაქციები კატალიზდება ბაქტერიული ლუციფერაზებით, ხოლო ციკლური ჰიდრაზიდების - წყალბადის პეროქსიდით. ოქსიდაციის რეაქციები (ქემილუმინესცენციის რეაქციები) კატალიზდება პირშუშხას (horseradish) პეროქსიდაზით.

ელექტროქიმიური მეთოდი

ფერმენტული აქტივობის დეტექციის ელექტროქიმიური მეთოდები კიდევ ცნობილია, როგორც იმუნოტესტის მარკერები. ასეთი სენსორები საშუალებას იძლევა განისაზღვროს ფერმენტული რეაქციების სიჩქარე ცვლად გარემოში.

ფერმენტ-დამოკიდებულ იმუნოსორბენტ-ანალიზში ორივე - როგორც ფერმენტი, ისე სუბსტრატი - შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ანტიგენის ან ანტისხეულის მარკერად. იმ შემთხვევაში, თუ მონიშნავენ ფერმენტს, უნდა შეირჩეს დეტექციის სათანადო მეთოდი, რომელიც უზრუნველყოფს ფერმენტის კონცენტრაციაზე სიგნალის პირდაპირი დამოკიდებულების რეგისტრირებას; ხოლო თუ მონიშნულია სუბსტრატი - შესაბამისად, სუბსტრატის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულების რეგისტრირებას. პირველ შემთხვევაში, ფერმენტი მოქმედებს როგორც მარკერი (ის კოვალენტურად უკავშირდება ანტიგენის ან ანტისხეულის მოლეკულას), მეორე შემთხვევაში კი ის დეტექტორია (თავისუფალი ფერმენტი). ELISA მეთოდის ყველა იმუნოქიმიური საფეხურის ჩატარებისას საჭიროა დავადგინოთ ფერმენტ-მონიშნული კომპონენტის კონცენტრაცია იმუნოქიმიურ რეაქციაში, ანუ საჭიროა ნიმუშში ფერმენტის კატალიზური აქტივობის განსაზღვრა. რეაქციის სიჩქარეზე მსჯელობენ სისტემაში ფერმენტ-მარკერის კონცენტრაციის საფუძველზე. უნდა აღინიშნოს, რომ ELISA ყოველთვის ემყარება შედარებით განსაზღვრას სტანდარტულ და საკვლევ ნიმუშში იდენტური პირობების დროს. მაშასადამე, სიჩქარისა და კონცენტრაციის პროპორციულობის პირობა ამ შემთხვევაში სასურველია, მაგრამ არააუცილებელი. ანალიზისათვის ისიც საკმარისია, თუკი არსებობს შესაბამისობა ფერმენტული რეაქციის შედეგად მიღებული პროდუქტის და სისტემაში ფერმენტის კონცენტრაციებს შორის. თუმცა, პროპორციულობის პირობის შესრულება გარკვეულ კონცენტრაციულ დიაპაზონში უზრუნველყოფს ექსპერიმენტის მეტ სიზუსტეს და იძლევა თეორიული მოდელის აგებისა და მეთოდის ოპტიმიზაციის საშუალებას.

ELISA ტესტში მონიშნული სახით გამოყენებული ფერმენტები

ELISA ტექნიკაში ფერმენტების მონიშნული სახით გამოყენების შესაძლებლობას განაპირობებს ხსნარში დეტექციის მიმართ ფერმენტთა უკიდურესად მაღალი მგრძნობელობა. თუ სტანდარტული სპექტროფოტომეტრული ან ფლუორომეტრული მეთოდებით შესაძლებელია პროდუქტის წარმოქმნის აღრიცხვა 10^{-7} მოლი/ლ კონცენტრაციის პირობებში, ფერმენტის შემთხვევაში, ეს კონცენტრაცია 10^{-13} მოლი/ლ-ს უტოლდება.

ELISA ფერმენტების შერჩევისას გასათვალისწინებელია მთელი რიგი ზოგადი მოთხოვნები. მათგან ძირითადია:

1. მაღალსპეციფიკურობა და სპეციფიკური კატალიზური აქტივობა, რომელიც იძლევა მონიშნული ნივთიერების დაბალი კონცენტრაციების დეტექციის საშუალებას;
2. ფერმენტის ხელმისაწვდომობა, შედარებით გასუფთავებული ფერმენტული პრეპარატების მიღების შესაძლებლობა, რომლებიც ინარჩუნებს მაღალ აქტივობას ქიმიური მოდიფიცირების შემდეგ ანტიგენებთან ან ანტისხეულებთან კონიუგატების მიღების შემთხვევაში;
3. სტაბილურობა ანტიგენის ანტისხეულთან ურთიერთქმედების ოპტიმალური პირობების შემთხვევაში;
4. ფერმენტის კონცენტრაციის განსაზღვრის მეთოდის სიმარტივე და მგრძნობელობა.

ELISA მეთოდების კლასიფიკაცია

დღეისათვის შემუშავებულია ELISA-ს მრავალი ვარიანტი, რომელთა შორის არის როგორც ფუნდამენტური, ასევე მცირე განსხვავებების შემცველი. ლიტერატურაში არ გვხვდება ELISA მრავალფეროვანი მეთოდების ერთიანი, მკაფიოდ ჩამოყალიბებული კლასიფიკაციის სისტემა,

რაც ართულებს საერთო კანონზომიერებების იდენტიფიცირებას და სხვადასხვა მეთოდის შესაძლებლობების შედარებით შეფასებას. ჩვეულებრივ, ELISA მეთოდების განხილვა ხდება ჰეტეროგენულზე და ჰომოგენურზე დაყოფის თვალსაზრისით, ანუ ხორციელდება თუ არა ანალიზის ყველა ეტაპი მყარი ფაზის მონაწილეობით თუ მხოლოდ ხსნარში.

ELISA–ში პირველადი პროცესი არის საკვლევი ნაერთის „ამოცნობა“ მისთვის დამახასიათებელი ანტისხეულის მიერ. ვინაიდან იმუნოქიმიური კომპლექსების ფორმირება ხდება მკაცრი რაოდენობრივი თანაფარდობით, რაც განპირობებულია აფინურობით, კომპონენტთა კონცენტრაციებითა და რეაქციის პირობებით, საკვლევი ნაერთის საწყისი კონცენტრაციის დასადგენად საკმარისია ფორმირებული იმუნური კომპლექსების რაოდენობრივი შეფასება. ასეთი შეფასების ჩასატარებლად, ანტიგენების ანალიზის შემთხვევაში ორი მიდგომა არსებობს:

1. წარმოქმნილი კომპლექსების კონცენტრაციის პირდაპირი გაზომვა;
2. თავისუფალი (რეაქციაში არშესული) ანტისხეულების კონცენტრაციის განსაზღვრა.

ELISA-ს კლასიკური მეთოდები ეფუძნება ანტიგენის თანაობისას ანტისხეულების მიერ პრეციპიტატის (ნალექის) წარმოქმნას, თუმცა პრეციპიტაციის პროცესის ვიზუალური რეგისტრაციისთვის საჭიროა კომპონენტების მაღალი კონცენტრაცია და რეაქციის ხანგრძლივი მიმდინარეობა. გარდა ამისა, ასეთი ანალიზის შედეგები ყოველთვის არ შეიძლება ერთმნიშვნელოვნად იყოს განმარტებული და, უმეტესად, ისინი თვისებრივია ან ნახევრად რაოდენობრივი ხასიათის. ეს მეთოდები ასევე გამოუსადეგარია მრავალი ერთვალენტინი ანტიგენისთვის (ჰაპტენისთვის), მაგალითად, ჰორმონებისა და სამკურნალო ნაერთებისთვის. ხსნარში წარმოქმნილი ანტიგენ-ანტისხეულის კომპლექსის ინდიკაცია შეიძლება განხორციელდეს, თუ სარეაქციო სისტემის ერთ-ერთი საწყისი კომპონენტი მოინიშნება და მონიშნულობა ადვილად გამოვლინდება სათანადო მაღალმგრძნობიარე ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდით. ამ მიზნით გამოსაყენებლად საკმაოდ ხელსაყრელია იზოტოპური, ფლუორესცენტული და პარამაგნიტური მონიშვნები, რომელთა გამოყენებამ იმუნოქიმიური მეთოდების მგრძნობელობა მილიონჯერ გაზარდა, ხოლო ანალიზის დრო რამდენიმე საათამდე შეამცირა. ვინაიდან კომპლექსის წარმოქმნის პროცესი მკაცრად რაოდენობრივია, მონიშნული კომპონენტის, როგორც კომპლექსის ნაწილის კონცენტრაცია დამოკიდებულია ანტიგენის საწყის კონცენტრაციაზე.

ჰეტეროგენული ELISA მიკროპლანშეტის (microplate) ფორმატში

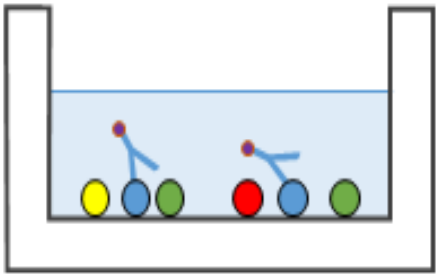
კომპლექსის წარმოქმნის პროცესის ეფექტიანობის გასაანალიზებლად, აუცილებელია კომპლექსების სრული გასუფთავება თავისუფალი კომპონენტებისაგან. ეს პრობლემა მარტივად გადასაწყვეტია, თუ ანტიგენ-ანტისხეულის წყვილის ერთ-ერთ კომპონენტს მჭიდროდ მივაბავთ მყარ მატარებელს (ანუ, მოვახდენთ იმობილიზაციას). იმობილიზაცია იძლევა საშუალებას ხელი შევუშალოთ ხსნარში აგრეგაციას და ფიზიკურად გამოვაცალკევოთ წარმოქმნილი კომპლექსები თავისუფალი კომპენენტებისაგან. მყარ მატარებელზე ანტისხეულების იმობილიზაციის გამოყენებამ საფუძველი დაუდო ELISA-ს მყარფაზიანი (ჰეტეროგენური) მეთოდების განვითარებას.

პრაქტიკაში მყარფაზიანი ELISA-ს ფართო დანერგვის საქმეში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა ანტიგენებისა და ანტისხეულების სორბციული იმობილიზაციისთვის მატარებლის სახით სპეციალური პოლისტიროლის, 96 ფოსოიანი პლანშეტების შემუშავებას.

ჰეტეროგენულმა (მყარფაზიანმა) ELISA-მ მიკროპლანშეტის ფორმატში ყველაზე ფართო გავრცელება ჰპოვა კლინიკური ლაბორატორიული კვლევების ტესტ-სისტემებში. მყარი ფაზის სახით გამოიყენება პოლისტიროლის პლანშეტის ფოსოების ზედაპირი, რომელზედაც ადსორბირებულია ტესტ-სისტემაში შემავალი ცნობილი ანტიგენები ან ანტისხეულები (ამ შემთხვევაში მათ იმუნოსორბენტს უწოდებენ). იმუნოსორბენტის საკვლევი ნიმუშის ანტისხეულებთან ან ანტიგენებთან სპეციფიკური რეაქციის დროს წარმოიქმნება იმუნური კომპლექსები, რომლებიც ფიქსირდება მყარ ფაზაზე. რეაქციაში არშესული ნივთიერებები და ასევე ჭარბი რეაგენტები ჩამოშორდება მრავალჯერადი გამორეცხვის შედეგად. ეს სქემა ბევრად ამარტივებს რეაქციის კომპონენტების ერთმანეთისგან ეფექტურად გაყოფის პროცესს.

პირდაპირი *ELISA*. პირდაპირი იმუნოფერმენტული ანალიზის დროს შეტანილი მასალა (ანტიგენი) ინკუბაციის დროს ფიქსირდება სუფთა ფოსოების ზედაპირზე. საკვლევი მასალის რაოდენობა ანტიგენთან დაკავშირებული სპეციალურად მონიშნული ანტისხეულებით განისაზღვრება, დაკავშირება კი ფერმენტული რეაქციის შედეგად ხდება.

პირდაპირი ELISA -ს პრინციპი



<u>სხვადასხვა ფერის წრეები</u> - ფოსოში შეტანილი შრატის სხვადასხვა ანტიგენი.

<u>Y იისფერი წერტილით</u> - ფერადი რეაქციის წარმმართველი ფერმენტით მონიშნული ანტისხეულები (კონიუგატი).

მარტივი სქემა: **(ანტიგენი) → ანტისხეული**

ვინაიდან დამატებული სპეციფიკური ნიშანი ანტისხეულებთანაა დაკავშირებული, რეაქციის შეფერადებული პროდუქტის კონცენტრაცია ანტისხეულების კონცენტრაციას უტოლდება, ხოლო ანტისხეულების კონცენტრაცია ანტიგენების კონცენტრაციის ტოლია.

არაპირდაპირი ELISA

არაპირდაპირ იმუნოფერმენტულ ანალიზში გამოიყენება საკვლევი ანტიგენის მიმართ ანტისხეულები, რომლების სპეციფიკურ ნიშანთანაა დაკავშირებული. ეს სპეციფიკური ნიშანი ფერმენტული რეაქციის სუბსტრატია.

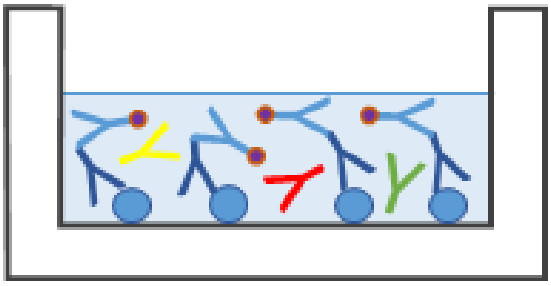
იმუნოქიმიური ზემოქმედების ტიპის მიხედვით ანალიზის პირველ სტადიაზე (როდესაც ხდება გარკვეული ნივთიერების დაკავშირება), არჩევენ კონკურენტულ და არაკონკურენტულ ჰეტეროგენულ მეთოდებს.

1. ***არაკონკურენტული მეთოდი*** - სისტემაში წარმოდგენილია მხოლოდ საკვლევი ნაერთი და მისი შესაბამისი დაკავშირების ცენტრები (ანტიგენი და სპეციფიკური ანტისხეულები).
2. ***კონკურენტული მეთოდი*** - პირველ სტადიაზე სისტემაში ერთდროულად წარმოდგენილია საკვლევი ნაერთი და მისი ანალოგი (ფერმენტით მონიშნული საკვლევი ნაერთი ან მყარ ფაზაზე იმობილიზებული საკვლევი ნაერთი), რომლებიც კონკურირებს ერთმანეთთან შეზღუდული რაოდენობის სპეციფიკური დაკავშირების ცენტრებისთვის.

არაპირდაპირი არაკონკურენტული ELISA. საკვლევი ბიოლოგიური მასალა (ამ მიზნით, ყველაზე ხშირად გამოიყენება ადამიანის სისხლის პლაზმა ან შრატი), რომელიც ანტიგენის მიმართ

ანტისხეულებს შეიცავს, დაიტანება ფოსოებში, რომელთა ზედაპირზე წინასწარ სორბირებულია ანტიგენი. ნიმუშში იზომება ანტისხეულების რაოდენობა.

არაპირდაპირი, არაკონკურენტული ELISA-ს პრინციპი



ლურჯი წრეები - ფოსოს ზედაპირზე იმობილიზებული ანტიგენი;

Y, Y, Y, Y ფოსოში შეტანილი შრატის ანტისხეულები

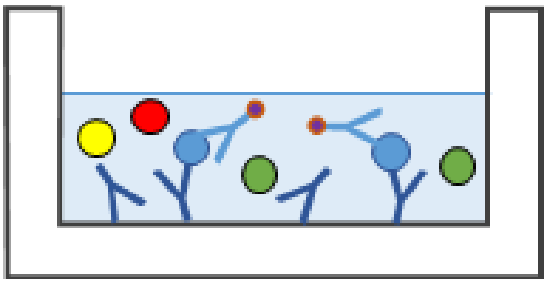
Y იისფერი წერტილით - ფერადი რეაქციის წარმმართველი ფერმენტით მონიშნული ანტისხეულები (კონიუგატი).

მარტივი სქემა: **ანტიგენი → (ანტისხეული) → ანტისხეული-K**

ამრიგად, პირდაპირი მეთოდისგან განსხვავებით, საკვლევი ანტისხეულები არ ემაგრება (არ მიეკვრება) სუფთა ფოსოს ზედაპირზე, არამედ უკავშირდება პლანშეტზე იმობილიზებულ ანტიგენს.

"სენდვიჩი" არის არაპირდაპირი არაკონკურენტული ჰეტეროგენული ELISA-ს ვარიანტი, სადაც იმუნოსორბენტის როლს ანტისხეული ასრულებს.

არაპირდაპირი არაკონკურენტული ELISA "სენდვიჩის" პრინციპი



სხვადასხვა ფერის წრეები - ფოსოში შეტანილი შრატის ანტიგენები;

Y- ფოსოს ზედაპირზე იმობილიზებული ანტისხეულები;

Y იისფერი წერტილით - ფერადი რეაქციის წარმმართველი ფერმენტით მონიშნული ანტისხეულები (კონიუგატი).

მარტივი სქემა: **ანტისხეული→(ანტიგენი) →ანტისხეული-K**

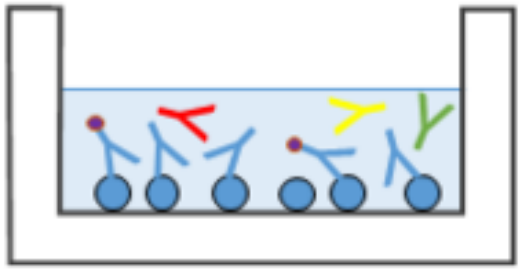
სპეციფიკური იმუნური კომპლექსის დეტექციის შემთხვევაში, ანტიგენი თითქოს მოექცა იმობილიზებულ და მონიშნულ ანტისხეულებს შორის, რაც გახდა მეთოდის სახელწოდების („სენდვიჩი“) ფართოდ დანერგვის მიზეზი. ანალოგიური სქემით მუშაობს ანტისხეულების განსაზღვრის ტესტ-სისტემები, თუმცა იმუნოსორბენტის სახით ასეთ შემთხვევაში გამოიყენება ანტიგენი, ხოლო კონიუგატი მოიცავს ფერმენტით მონიშნულ ანტიგენის ხსნარს.

კონკურენტული ELISA. კონკურენტული ELISA-ს შემთხვევაში, საკვლევი ანტისხეულები ან ანტიგენები კონკურირებენ კონიუგატის ანალოგიურ მონიშნულ ანტიგენებთან ან ანტისხეულებთან იმუნოსორბენტთან დაკავშირების ადგილების გამო. ასეთი ტიპის ანალიზი ხშირად გამოიყენება მაღალ კონცენტრაციებში არსებული ანტიგენების ან ერთი ანტიგენ-დამაკავშირებელი ცენტრის მქონე ჰორმონების განსაზღვრისათვის.

მყარფაზიანი ELISA-ს კონკურენტულ სქემებს შორის ორი ძირითადი ფორმატი არსებობს: პირდაპირი და არაპირდაპირი.

პირდაპირი კონკურენტული *ELISA.* გამოიყენება მყარ ფაზაზე იმობილიზებული სპეციფიკური ანტიგენები, ხოლო ფერმენტით მონიშნული და მოუნიშნავი ანტისხეულები კონკურირებენ იმობილიზებულ ანტიგენთან კავშირისთვის.

პირდაპირი კონკურენტული ELISA-ს პრინციპები



<u>ლურჯი წრეები</u> - ფოსოს ზედაპირზე იმობილიზებული ანტიგენი;

Y, Y, Y, Y ფოსოში შეტანილი შრატის ანტისხეულები;

<u>Y იისფერი წერტილით</u> - ფერადი რეაქციის წარმმართველი ფერმენტით მონიშნული ანტისხეულები (კონიუგატი).

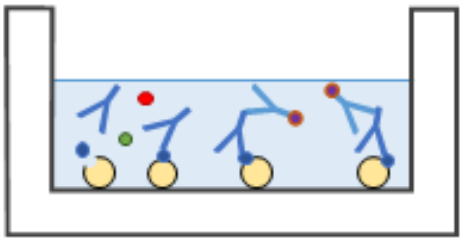
მარტივი სქემა: **ანტიგენი → (ანტისხეული) + ანტისხეული-K**

მაშასადამე, პირდაპირი კონკურენტული ELISA-ს მეშვეობით მიღებული სიგნალის მნიშვნელობა ანტიგენის კონცენტრაციის უკუპროპორციულია.

ამ სქემის უპირატესობა მდგომარეობს სტადიების მცირერიცხოვნობაში, რაც იძლევა ანალიზის ავტომატიზაციის საშუალებას. სქემის ნაკლოვანებებს მიეკუთვნება ფერმენტული კონიუგატების სინთეზის მეთოდების კომპლექსურობა, ასევე ნიმუშ*ის კომპონენტების შესაძლო ზეგავლენა ფერმენტის აქტივობაზე.*

არაპირდაპირ კონკურენტულ ELISA-ში გამოიყენება ფერმენტით მონიშნული ანტისახეობრივი ანტისხეულები (სპეციფიკური ან მეორადი) და მყარ ფაზაზე იმობილიზაბული კონიუგატი ანტიგენი-ცილა-მატარებელი. ეს ELISA-ს ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული სქემაა. კონკურენცია ხდება ანტისხეულების ან საკვლევი სისხლის შტრატის ანტიგენთან (თავისუფალი, შორდება გამორეცხვის დროს), ან მყარ ფაზაზე იმობილიზებულ ანტიგენთან (არ შორდება გამორეცხვის დროს). შემდგომ ანტისხეულებს უკავშირდება მონიშნული ანტისხეულების კონიუგატი და იზომება ოპტიკური სიმკვრივე. თუ შეტანილ ნიმუშში სრულიად არ არის საკვლევი ნივთიერება, ყველა ანტისხეული დაუკავშირდება ანტიგენს, რომელიც ცილა-მატარებლის მეშვეობით იმობილიზებულია ფოსოს ზედაპირზე. გამორეცხვის შემდეგ, ისინი ფოსოში დარჩება და რეგისტრირებული სიგნალი მაღალი იქნება. იმ შემთხვევაში, თუ შრატში ბევრია საკვლევი ნივთიერება (ანუ, თუ ის იქნება ხსნარში თავისუფალ მდგომარეობაში), ანტისხეულების ნაწილი დაუკავშირდება ამ ნივთიერებას, ხოლო ნაწილი კი იმობილიზებულს; თავისუფალ მდგომარეობაში (ანტიგენის შრატთან დაკავშირებული) ანტისხეულები გამორეცხვის დროს მოცილდება. შესაბამისად, სიგნალს იძლევა ფოსოში იმობილიზებულ ანტიგენთან დაკავშირებული ანტისხეულები. ეს სიგნალი იქნება დაბალი, ვინაიდან ანტისხეულების ნაწილი მოცილდება გამორეცხვის შედეგად.

არაპირდაპირი კონკურენტული ELISA-ს პრინციპი



დიდი ყვითელი წრეები - ფოსოს ზედაპირზე იმობილიზებული კონიუგატი ანტიგენ-ცილა;

პატარა წითელი, მწვანე და ლურჯი წრეები - ფოსოში შეტანილი შრატის სხვადასხვა ანტიგენი (მაგალითად, წამლები);

Y - ანტიგენის სპეციფიკური არამონიშნული ანტისხეული;

Y იისფერი წერტილით ფერადი რეაქციის წარმმართველი ფერმენტით მონიშნული მეორადი ანტისახეობრივი ანტისხეულები (კონიუგატი).

მარტივი სქემა: **ანტიგენი-K → (ანტისხეული) + ანტიგენი → ანტისხეული-K**

რეგისტრირებული სიგნალის მნიშვნელობა საკვლევი ანტიგენის კონცენტრაციის უკუპროპორციულია.

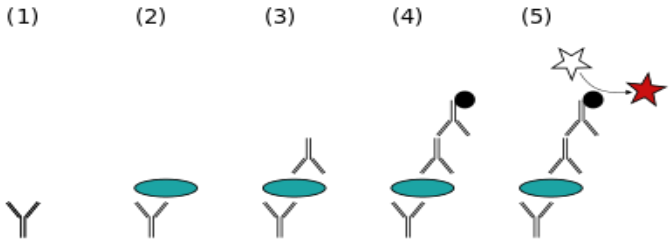
ჰომოგენური ELISA

1972 წელს, რუბენშტაინმა და თანამშრომლებმა შეიმუშავეს ახალი მიდგომა მთელი ანალიზის მყარი ფაზის ჩატარების გარეშე. ამ მეთოდს უწოდეს ჰომოგენური ELISA (ინგლისურად "EMIT" - enzyme multiplied immunoassay technique). მეთოდი იყენებდა ფერმენტული ნიშნის კატალიზური თვისებების სხვაობას თავისუფალ მდგომარეობაში და იმუნოქიმიური კომპლექსის შემადგენლობაში. მეთოდის არსი მდგომარეობს დაბალმოლეკულური ანტიგენის ფერმენტ ლიზოციმთან დაკავშირებაში მისი აქტიური ცენტრის სიახლოვეს. ანტისხეულებთან კომპლექსში ფერმენტის აქტიური ცენტრი ხდება სტერილური, მიუწვდომელი მაკრომოლეკულური სუბსტრატისთვის (როგორიცაა ბაქტერიულ უჯრედთა კედლები). საკვლევი ანტიგენის კონცენტრაციის მომატების შემთხვევაში, კონიუგატის ანტისხეულებთან არააქტიური კომპლექსის კონცენტრაცია კლებულობს, და, მაშასადამე, იზრდება ფერმენტული რეაქციის რეგისტრირებული პარამეტრი. ამ მიდგომის საფუძველზე შემუშავდა კიტები ტოქსიკური, ნარკოტიკული და სამკურნალო ნივთიერებების ფართო წრისთვის. EMIT ანალიზის მნიშვნელოვანი უპირატესობაა საკვლევი ნიმუშის მცირე მოცულობების (5-50 მკლ) გამოყენების შესაძლებლობა და გაზომვის მაღალი სისწრაფე (2-5 წუთი), რაც განპირობებულია თავისუფალი და მონიშნული საკვლევი ნაერთის დაცალკევების სტადიის არარსებობით. მეთოდის ნაკლოვანებებს უნდა მივაკუთვნოთ შედარებით დაბალი მგრძნობელობა, ვიდრე ჰეტეროგენული ELISA-ს შემთხვევაში (~1მკგ/მლ) და მხოლოდ დაბალმოლეკულური ანტიგენების განსაზღვრის შესაძლებლობა.

ბოლო დროს შემუშავდა ELISA-ს ისეთი ვარიანტები, რომლებიც შეიცავს არაინფექციურ რეაგენტებს რეკომბინანტული p32, p54 და pp62 ვირუსული ცილების საფუძველზე. ისინი ასევე ამჟღავნებენ მაღალ მგრნობელობას და სპეციფიკურობას თუნდაც სისხლის შრატის ცუდი ხარისხის ნიმუშის გამოკვლევის დროს.

ELISA-ს ძირითადი პრინციპია ანტიგენ-ანტისხეულის რეაქცია. თუ ანტიგენი (სამიზნე მოლეკულა) ცილაა, მაშინ ის გასუფთავებული სახით გამოიყენება ანტისხეულების წარმოქმნისთვის, რომლებიც შემდგომ გამოიყენება სამიზნე მოლეკულის დეტექციისთვის.

ამრიგად, არსებობს მთელი რიგი მეთოდები, რომელთა მეშვეობით შესაძლებელია დადგინდეს - დაუკავშირდა თუ არა ანტისხეული სამიზნე ანტიგენს. სწორედ ერთ-ერთი მათგანია იმუნოფერმენტული ანალიზი (ELISA), რომელიც ხშირად გამოიყენება სხვადასხვა ანტიგენის დიაგნოსტირებისთვის.



ანალიზის სქემა:

1. პლანშეტის მომზადება ნიმუშის ფიქსაციისთვის;
2. ნიმუში, რომელშიც არის საკვლევი მოლეკულა ან მიკროორგანიზმი, ფიქსირდება მყარ ზედაპირზე. ამის მაგალითია 96-ფოსოიანი პლასტიკური მიკროპლანშეტი;
3. ფიქსირებულ ნიმუშს ემატება მარკერი მოლეკულის სპეციფიკური ანტისხეული (პირველადი ანტისხეული). შემდეგ ფოსო ირეცხება, იმისთვის რომ მოხდეს არდაკავშირებული პირველადი ანტისხეულის ჩამოშორება;
4. ხდება მეორადი ანტისხეულის დამატება, რომელიც სპეციფიკურად უკავშირდება პირველად ანტისხეულს და არ რეაგირებს საკვლევ მოლეკულასთან. ეს ანტისხეული დაკავშირებულია ფერმენტთან (მაგალითად, ტუტე ფოსფატაზასთან, პეროქსიდაზასთან ან ურეაზასთან), რომელიც აკატალიზებს არაშეფერილი სუბსტრატიდან შეფერილი პროდუქტის მიღებას. ფოსო ირეცხება თავისუფალი მოლეკულების ჩამოსაშორებლად;
5. დამატებული ფერმენტი ამოიცნობს შეუფერავ სუბსტრატს;
6. ოპტიკური სიმკვრივის განსაზღვრის საფუძველზე ხდება შეფერილი პროდუქტის ხარისხობრივი ან რაოდენობრივი განსაზღვრა.

იმუნოფერმენტული ანალიზი ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა ინფექციური დაავადების, აგრეთვე კიბოს დიაგნოსტირებისთვის (ძირითადად სპეციფიკური ცილებისა და პეპტიდების არსებობის გამო), სხვადასხვა დაბალმოლეკულური ნაერთების (როგორიცაა ტოქსინები, ნარკოტიკები და სხვ.) გამოსავლენად.

1.8 ჰიგიენა და უსაფრთხოება ქიმიურ ლაბორატორიაში

საშიში ნივთიერებების და სამრეწველო მასალების უსაფრთხო გამოყენების სფეროსთან დაკავშირებული უსაფრთხოების, შრომის დაცვის, მეთვალყურეობისა და კონტროლის წესებს არეგულირებს ცენტრალური აღმასრულებელი ორგანო.

ქიმიურ ლაბორატორიაში უსაფრთხოების წესების მოთხოვნები და ჰიგიენის საკითხები განხილული იყო ზემოთ - პარაგრაფში 1.1 „ლაბორატორიის მომზადება ტესტირებისთვის. უსაფრთხოების წესები. "

უსაფრთხოების აღჭურვილობა

ტესტირების ლაბორატორიებმა უნდა უზრუნველყონ მათი მომხმარებლების ინფორმაციის კონფიდენციალურობისა და საკუთრების უფლებების დაცვა (მათ შორის, შედეგების ელექტრონული შენახვისა და გაცემის პროცედურები). ამავდროულად, ლაბორატორიებს აქვთ ტესტირების, საზომი და დამხმარე მოწყობილობები და სტანდარტები ტესტების შესასრულებლად. ამიტომ, ყოველი ხელმძღვანელი ცდილობს უზრუნველყოს კომპეტენტურობის, შეუფერხებელი მუშაობის და ლაბორატორიული ქონების დაცვა უსაფრთხოების სისტემების დაყენებით.

დაცვის სისტემები - ეს არის საკუთრების სხვადასხვა ობიექტის დასაცავად განკუთვნილი ავტომატიზირებული კომპლექსი.

უსაფრთხოების სისტემების კლასიფიკაცია:

1. საფრთხესთან გამკლავების მიხედვით:

- პასიური: ინსტრუმენტებისა და მოქმედებების ნაკრები, რომელიც გამიზნულია საკუთრების მფლობელის ან დაცვის სამსახურის ყურადღების მისაპყრობად;
- აქტიური: ემსახურება დაცულ ობიექტზე ან სეიფში შეჭრის აღმოფხვრის საქმეს.

აქტიური სისტემების ორგანიზების დროს აუცილებელია ქვეყნის მოქმედი კანონმდებლობით ხელმძღვანელობა. თავდამსხმელის ჯანმრთელობისთვის ზიანის მიყენების შემთხვევაში, აღიძრება სისხლის სამართლის საქმე და ტარდება სასამართლო ღონისძიებები.

2. ინფორმაციის გადაცემის მეთოდის მიხედვით:

- საკაბელო;
- უკაბელო - უსაფრთხოების სენსორები ინფორმაციას გადასცემენ მიმღებ მოწყობილობაზე რადიოსიგნალების სახით;
- უკუკავშირის გარეშე.

ასეთი სისტემების ნაკლოვანებებია: რადიოსიგნალის ჩახშობის მრავალგვარი მეთოდების ხელმისაწვდომობა, მათ შორის, სპეციალური „ხმაურის გენერატორების“ მეშვეობით (ან, ზოგჯერ, ჩვეულებრივი საყოფაცხოვრებო ტექნიკის გამოყენებით)

- მიმღებთან უკუკავშირით: იძლევა ყველა სენსორის უწყვეტი მონიტორინგის განხორციელების საშუალებას.
- GSM ქსელის მეშვეობით: გამოიყენება როგორც დისტანციური მართვისთვის (განგაშის სიგნალი გადაეცემა დაცვის სამსახურის პულტს), ასევე დაცული ობიექტის მფლობელის

ინფორმირებისთვის, რომელიც იღებს შეტყობინებებს სხვადასხვა მოვლენის (განგაშის, ხანძრის, გაუმართაობის და ა.შ.) თაობაზე მობილურ ტელეფონზე SMS-შეტყობინების სახით. ამ მიზნით გამოიყენება GSM-კომუნიკატორები.

უკაბელო სისტემებით, ჩვეულებრივ, იმ შემთხვევაშიც სარგებლობენ, როდესაც არის კაბელის გაყვანის შესაძლებლობა. ზოგჯერ მიმართავენ კომბინირებულ საშუალებებს - უკაბელო და საკაბელო სისტემების, ასევე პასიური და აქტიური სისტემების კომბინაციას.

1.9. ნარჩენების მართვა

ნარჩენების გადამუშავების პრობლემა მეტად აქტუალურია წარმოებისთვის. ზოგიერთი საწარმო სარგებლობს სპეციალიზებული კომპანიების სერვისებით. ნარჩენებისგან გათავისუფლება უნდა იყოს სრულყოფილი და უვნებელი როგორც ადამიანისთვის, ისე გარემოსათვის.

ქიმიური ნაერთები და მათი ნარევები არის ტოქსიკური, აქტიური, ბევრი მათგანი აალებადია და ფეთქებადი. ამ აირადი ნივთიერებების აორთქლება გამოუსწორებელ ზიანს აყენებს ადამიანსა და ბუნებას. სწორედ ამიტომ, პროცესი უნდა წარიმართებოდეს უსაფრთხოების წესების დაცვით, რაც სხვა საშუალებებთან ერთად, გულისხმობს პირადი დამცავი აღჭურვილობის გამოყენებასაც.

ქიმიური ნარჩენების კლასიფიკაცია.

არსებობს ქიმიური ნარჩენების მრავალი ტიპი. სურათს ართულებს ის, რომ ქიმიური ნარჩენების განმარტება ხშირად მოიცავს ჩვეულებრივ ორგანულ ნაერთებს, რომლებიც დაბინძურებულია სხვა რაიმე ნივთიერებით.

- ტუტეების და მჟავების წარმოების და გამოყენების შედეგად მიღებული ნარჩენები;
- ნავთობპროდუქტების წარმობის და გამოყენების პროდუქტები;
- საღებავების და გამხსნელების წარმოების პროდუქტები;
- ვადაგადაცილებული ქიმიური მასალა;
- ვადაგადაცილებული მედიკამენტები;
- ქიმიური ლაბორატორიის ნარჩენები;
- პიროტექნიკური და ჰალოგენური ნარჩენები;
- ვერცხლისწყლის შემცველი პროდუქტები;
- ქიმიურად გაჟღენთილი ხის ნარჩენები;
- პესტიციდებით დაბინძურებული საკვები პროდუქტები.

ცოცხალ ორგანიზმებზე ზემოქმედების სიმძიმის მიხედვით, ქიმიური მრეწველობის ნარჩენები კლასიფიცირდება საშიშროების 4 კლასად.

რატომ უნდა განვკარგავდეთ ქიმიურ ნარჩენებს სათანადო წესით? ქიმიური ნარჩენების ნებისმიერი ჯგუფი შეიცავს როგორც ქიმიკატების, ასევე პროდუქტის წარმოების დროს გომოყოფილი გვერდითი პროდუქტების სახიფათო ნაკრებს.

საშიში ქიმიური ნარჩენების კონცეფციის იურიდიული ინტერპრეტაცია საშიში ნივთიერებების MPC-ს (დასაშვები მაქსიმალური კონცენტრაცია) გარდა ფართოდ იყენებს შემდეგ ტერმინებს:

- გამაღიზიანებელი;
- ტოქსიკური;
- ასაფეთქებელი და აალებადი;

- კანცეროგენული;
- კოროზიული.

მსოფლიოს თითქმის ყველა ქვეყნის კანონმდებლობის თანახმად, ასეთი ნივთიერებების შემცველი ნარჩენების განეიტრალება და განკარგვა სავალდებულოა. თუ ეს არ მოხდება, მავნე ნივთიერებების თანდათანობითმა დაშლამ შესაძლოა გამოუსწორებელი ზიანი მიაყენოს პლანეტის ყველა ცოცხალ არსებას.

საშიში ქიმიური ნარჩენების სათანადო განადგურების პროცესი იწყება დახარისხებით. ნივთიერებები, რომლებსაც ახლო კონტაქტის შემთხვევაში ერთმანეთთან რეაქციაში შესვლა შეუძლია, ცალ-ცალკე უნდა გამოიყოს. გადამუშავების დაწყების მეორე ეტაპზე ხდება მათი ცალკე შენახვა მჭიდროდ დახურულ კონტეინერებში, რათა გამოირიცხოს ერთმანეთთან და გარემოსთან ურთიერთქმედების რისკები.

ნებისმიერ მწარმოებელს, რომელიც იყენებს ქიმიურ რეაგენტებს თავისი საჭიროებებისათვის, უნდა ჰქონდეს გამოყენების ავტორიზაციის დამადასტურებელი დოკუმენტი - ე.წ. საშიში ნარჩენების პასპორტი (PNV). თქვენ შეგიძლიათ აირჩიოთ განკარგვის უსაფრთხო მეთოდი ამ დოკუმენტის მოთხოვნების შესაბამისად. დამატებითი ტესტები გამოიყენება სიტუაციებში, რომლებიც არ არის გათვალისწინებული PNV- ში.

ნარჩენი რეაგენტების განადგურებასთან ერთად, ლაბორატორიებში პერიოდულად ხდება მილსადენების, კანალიზაციის სისტემების გაწმენდა მავნე ნარჩენებისგან.

ნარჩენების წარმოებისა და მოხმარების შესახებ კანონში დეტალურადაა განსაზღვრული საშიში სამრეწველო ნარჩენების, აგრეთვე ვადაგადაცილებული, ძალადაკარგული ქიმიური რეაგენტების განკარგვის წესები.

ლაბორატორიებისთვის საუკეთესო გადაწყვეტილებაა ხელშეკრულებების დადება ნარჩენების უტილიზაციის სერვისების განმახორციელებელ კომპანიებთან.

ლაბორატორიული ნარჩენების გადაყრისას მკაცრად უნდა იქნეს დაცული რეაგენტთა ნეიტრალიზაციის წესები. ნარჩენების დამუშავების მეთოდებია:

1. ქიმიური განეიტრალება მავნე ქიმიური ნივთიერების ნეიტრალურ მასად გადაქცევისთვის;
2. სითბური დამუშავება სპეციალურ კამერებში, ჰაერის მიწოდების გარეშე.

პასუხისმგებლობა ქიმიური ნარჩენების არასათანადოდ განადგურებისათვის

მავნე ნივთიერებების განკარგვის ნორმები მკაცრად რეგულირდება "გარემოს დაცვის შესახებ კანონით". კანონის დარღვევა გამოიწვევს იურიდიულ პასუხისმგებლობას ჩადენილი პირის მიმართ. შედეგები შეიძლება იყოს ძალზე სერიოზული, სისხლისსამართლებრივი პასუხისმგებლობის ჩათვლით.

საჯარიმო სანქციები ქიმიური ნარჩენების გადაყრის მოთხოვნათა შეუსრულებლობისთვის:

1. გარემოს დაზიანების კომპენსაცია და დაზარალებული ადამიანების ან ცხოველების ჯანმრთელობის აღდგენა.
2. ადმინისტრაციული სახდელის გადახდა, მიყენებული ზიანის შესაბამისად.
3. ბიზნესის დროებით შეწყვეტა 3 თვემდე ვადით.
4. ლაბორატორიების აქტივების გაყინვა შემდგომი კონფისკაციით.

ქიმიური ნარჩენების განადგურება სერიოზული და საპასუხისმგებლო საქმეა და მას სათანადო მოპყრობა ესაჭიროება.

თავი 2. ბიოლოგიური ლაბორატორიის მუშაობის საფუძვლები

2.1 ლაბორატორიების კლასიფიკაცია საფრთხის დონის მიხედვით

მიკრობიოლოგიური ლაბორატორიების ბიოლოგიური უსაფრთხოების დონეები და მათი მუშაობის ძირითადი მოთხოვნები. ჯანმო-სგან არის შემოთავაზება: ყველა მიკრობიოლოგიური ლაბორატორია კლასიფიცირდეს დანიშნულების, დიზაინის, აღჭურვილობის, გამოყენებული ხელსაწყოების, რისკის სხვადასხვა ჯგუფის მატარებელ მიკროორგანიზმებთან სამუშაოდ გამოყენებული მეთოდებისა და ოპერაციული სისტემების საფუძველზე. არსებობს 4 ტიპის ლაბორატორია: საბაზისო - ბიოუსაფრთხოების დონე 1 (BSL – 1), საწყისი - ბიოუსაფრთხოების დონე 2 (BSL - 2), დაცული - ბიოუსაფრთხოების დონე 3 (BSL – 3) და მაქსიმალური დაცვა - ბიოუსაფრთხოების დონე 4 (BSL – 4). არსებობს მცდარი შეხედულება, თითქოს თუ მიკროორგანიზმი საფრთხის თვალსაზრისით, რომელიმე ჯგუფს მიეკუთვნება, მასთან უსაფრთხო მუშაობისთვის საჭიროა ბიოუსაფრთხოების იმავე დონის ლაბორატორია. გარკვეული პროცედურების მოთხოვნებისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით, უმჯობესია სამუშაოდ ბიოუსაფრთხოების უფრო მაღალი ან უფრო დაბალი დონის ლაბორატორიის გამოყენება.

ბიოუსაფრთხოების პირველი დონის ლაბორატორია (BSL-1). ბიოუსაფრთხოების 1 დონე გამოიყენება კარგად შესწავლილ მიკროორგანიზმებთან სამუშაოდ, რომლებიც არ იწვევს ადამიანის დაავადებებს და აქვს მინიმალური პოტენციური საფრთხე მომუშავე პერსონალისა და გარემოსთვის. უფრო ხშირად BSL – 1 ლაბორატორიები სასწავლო დატვირთვისაა. დაუშვებელია მათი გამოცალკევება შენობის დანარჩენი სივრცისაგან. BSL – 1 ლაბორატორიებში მუშაობა,

ჩვეულებრივ, ხორციელდება სტანდარტული მიკრობიოლოგიური მეთოდების გამოყენებით. სივრცეებისა და აღჭურვილობის მომსახურეობა არ საჭიროებს განსაკუთრებულ პირობებს.

BSL-1 ლაბორატორიებში გამოიყენება ზოგადი ჰიგიენური ნორმები. ლაბორატორიის ყველა თანამშრომლისათვის სავალდებულოა ატაროს ხალათი და დახურული ფეხსაცმელი. ხელებზე ახალი ჭრილობობის შემთხვევაში (პრეპარატების დამზადების, მათი შეღებვის და ასევე საშიშ ქიმიკატებთან მუშაობის დროს), უმჯობესია ხელთათმანების ტარება. სტანდარტული ლაბორატორიული პროცედურების ჩასატარებლად ჰიგიენის ზოგადი ნორმების დაცვის შემთხვევაში, ხელთათმანებით მუშაობა საჭირო არ არის. ხელების ჰიგიენური დამუშავება საპნით და სპირტის წყალხსნარით უნდა მოხდეს სამუშაოს დასრულებისთანავე, აგრეთვე მიკროორგანიზმთან კონტაქტის შემდეგ.

იატაკი, კედლები და ავეჯის ზედაპირი უნდა იყოს გლუვი და დაუზიანებელი. ლაბორატორიაში უნდა იყოს გასარეცხი ნიჟარა. კარი უნდა იყოს ჩაკეტილი. ასევე აუცილებელია ლაბორატორიაში მავნებლების გამოჩენის პრევენცია. პირადი ნივთები უნდა ინახებოდეს სამუშაო გარემოდან მოშორებით. ლაბორატორიას უნდა ჰქონდეს ავტოკლავები.

ლაბორატორიაში დასაშებია მუშაობა მხოლოდ რეფერენტული ლაბორატორიებიდან და ა.შ. შემოსულ კულტურებზე. დაუშვებელია გარემოდან მოპოვებულ მიკროორგანიზმებთან მუშაობა, ვინაიდან ისინი ითხოვენ BSL-2 ლაბორატორიების აღჭურვილობას. მისაწვდომი უნდა იყოს ინფორმაცია სამუზეუმო ექსპონატი მიკროორგანიზმების წარმოშობაზე, თვისებებსა და მათი ადგილმდებარეობის შეცვლაზე.

ლაბორატორიიდან გასვლამდე აუცილებელია ხელების დაბანა. მაგიდების დამუშავება კონსერვანტით უნდა მოხდეს მუშაობის დაწყებამდე და მუშაობის დასრულებისთანავე. ლაბორატორიაში მიკროორგანიზმების ადგილმდებარეობის შეცვლისას, საჭიროა სატრანსპორტო სინჯარების და შტატივების გამოყენება, ხოლო ოპერირების შემდეგ კულტურები უნდა შეინახოთ ჰერმეტულ კონტეინერში.

ბიოსაფრთხოების მე-2 დონის ლაბორატორია (BSL - 2). ბიოუსაფრთხოების მე-2 დონე BSL–1 დონეს ეფუძნება. BSL-2 განკუთვნილია ისეთ აგენტებთან სამუშაოდ, რომლებიც საშუალო სიმძიმის საფრთხეს უქმნის პერსონალსა და გარემოს. პათოგენურ აგენტებთან მუშაობის საკითხებთან დაკავშირებით, ლაბორატორიის თანამშრომლებმა უნდა გაიარონ სპეციალური მომზადება. ლაბორატორიაში შესვლა შეზღუდულია. პროცედურები, რომლის დროსაც შესაძლოა ინფექციური აეროზოლების ან სპრეის გაფრქვევა, ტარდება ბიოუსაფრთხოების ბოქსებში. ტარდება ბიოლოგიური აგენტების დეზინფექციისა და უსაფრთხო შენახვის სპეციალური პროცედურები.

BSL – 2 ლაბორატორიებში ბიოლოგიურად უსაფრთხო ბოქსების გარეთ აეროზოლებთან და წვეთებთან მუშაობისას გამოიყენება დამცავი სათვალეები და სახის ნიღბები. ბიოუსაფრთხოების კარადაში მუშაობის დროს სათვალეები და სახის ფარები ან ნიღბები არ გამოიყენება. ხელმისაწვდომია სპეციალური ტანსაცმელი, ფეხსაცმელი და ხელთათმანები (მხოლოდ რისკის მე-2 დონის მიკროორგანიზმებთან ან ქიმიკატებთან მუშაობის დროს, თუკი ხელზე დაზიანებულია კანი).

BSL – 2 ლაბორატორიაში კარი უნდა იღებოდეს საშვით. ფანჯრები, რომლებიც გარეთ იხსნება, აღჭურვილი უნდა იყოს მწერებისა და მღრღნელების საწინააღმდეგო დამცავი ბადით, რათა არ მოხდეს მათი ლაბორატორიაში შეღწევა. პირადი ნივთები უნდა ინახებოდეს სამუშაო სივრცის

გარეთ. ლაბორატორიაში უნდა იყოს ავტოკლავები. BSL–2 ლაბორატორიებში შესვლა უნდა იყოს შეზღუდული. ლაბორატორიის პერსონალმა უნდა გაიაროს სამედიცინო შემოწმება და, საჭიროების შემთხვევაში, იმუნიზაცია იმ აგენტების საწინააღმდეგოდ, რომლებთანაც უწევს მუშაობა ლაბორატორიაში. ყველა პროცედურა მასალებთან, რომლებსაც შეიძლება მოჰყვეს აეროზოლის ფორმირება, უნდა ტარდებოდეს ბიოლოგიურად უსაფრთხო ბოქსებში.

ბიოუსაფრთხოების მე -3 დონის ლაბორატორია (BSL - 3). ბიოუსაფრთხოების მე-3 დონე გამოიყენება კლინიკებში, სადაც მუშაობენ ადგილობრივ ან უცხო აგენტებთან, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს მძიმე ან პოტენციურად მომაკვდინებელი რესპირატორული გზით გადამდები დაავადებები. ლაბორატორიის პერსონალს უნდა ჩაუტარდეს სპეციალური ტრენინგი პათოგენურ და სიცოცხლისთვის პოტენციურად საშიშ აგენტებთან მუშაობის საკითხებზე. ყველა პროცედურა, რომელიც დაკავშირებულია ინფექციურ მასალებთან, უნდა ტარდებოდეს ბიოუსაფრთხოების ბოქსებში.

ბიოუსაფრთხოების მე-3 დონე ეფუძნება BSL-2 დონეს და მოიცავს დამატებით ზომებს. ლაბორატორია უნდა იყოს გამოყოფილი შენობის სხვა სივრცეებისგან. ლაბორატორიაში შესვლა შეზღუდული უნდა იყოს და ამასთანავე, ლაბორატორია აღჭურვილი უნდა იყოს ორი კარით, რომლებსაც ექნება ჩასაკეტი რაზა. ტანსაცმლის გამოცვლა ხდება ორ კარს შორის სივრცეში. ლაბორატორიას უნდა ჰქონდეს ცალკე გამოყოფილი სივრცე, რომელიც აღჭურვილია შხაპით და სადაც ინახება საწმენდი საშუალებები. ლაბორატორიის კარს დატანებული უნდა ჰქონდეს დასაკვირვებელი სარკმელი. ლაბორატორიას უნდა ჰქონდეს ავტომატური ხელის საბანი ნიჟარები გასასვლელის კარის სიახლოვეს ან ყოველ სამუშაო სივრცეში. ლაბორატორია ისე უნდა იყოს მოწყობილი, რომ მისი გაწმენდა და დეზინფექცია იყოს მარტივი. იატაკის ზედაპირი არ უნდა იყოს სრიალა, უნდა იყოს წყალგაუმტარი და გამძლე ქიმიკატების მიმართ. კედლებისა და ჭერის ზედაპირი დაფარული უნდა იყოს პრიალა (გლუვი) მასალით, რომლის გაწმენდა და დეზინფექცია ადვილია. ლაბორატორიული ავეჯი უნდა იყოს დაფარული ისეთი მასალით, რომელიც არ ზიანდება დეზინფექტანტით. ავეჯი ისე უნდა იყოს დამონტაჟებული, რომ მარტივი იყოს მისი გადაადგილება. ყველა ფანჯარა ლაბორატორიაში უნდა იყოს შუქგაუმტარი. ბიოუსაფრთხოების ბოქსები არ უნდა მდებარეობდეს ფანჯრის ან კარის წინ. ლაბორატორიაში უნდა იყოს სავენტილაციო სისტემა, აღჭურვილი HEPA ფილტრებით. ლაბორატორიის თანამშრომლებმა უნდა გამოიცვალონ ხელთათმანი მისი დაბინძურების ან დაზიანების შემთხვევაში (საჭიროების შემთხვევაში, პერსონალი ატარებს ორმაგ ხელთათმანს). ინდივიდუალური დაცვის საშუალებები გამოიყენება ისეთ ოთახებში, სადაც მოთავსებულია ინფიცირებული ცხოველები.

ბიოუსაფრთხოების მე-4 დონის ლაბორატორია (BSL - 4). ბიოუსაფრთხოების მე-4 დონე გამოიყენება ისეთ საშიშ და უცხო აგენტებთან მუშაობის დროს, რომლებიც ატარებენ მაღალ ინდივიდუალურ ან სოციალურ რისკს, გადამდებია რესპირაციული გზით, ხოლო მათ მიერ გამოწვეული დაავადებების მკურნალობის ან პრევენციის საშუალებები არ არსებობს. აგენტები, რომლებსაც აქვთ BSL-4 დონის აგენტების მსგავსი ანტიგენური სტრუქტურა, უნდა ინახებოდეს უსაფრთხოების იგივე დონის ლაბორატორიებში. ლაბორატორიის ყველა თანამშრომელს თუ ხელმძღვანელ პირს უნდა ჰქონდეს BSL-4 აგენტებთან მუშაობის ლიცენზია.

არსებობს BSL-4 ლაბორატორიის ორი ტიპი: 1) აგენტებთან ყველა მანიპულაცია ტარდება მე-3 კლასის ბიოუსაფრთხოების კაბინებში (ბოქსებიან ლაბორატორიებში); 2) აგენტებთან ყველა მანიპულაცია ტარდება სპეციალურ კოსტუმებში (სკაფანდრებში) ჩაცმული პერსონალის მიერ დადებითი წნევის პირობებში (სკაფანდრების ლაბორატორია). სამუშაო ადგილი უნდა იყოს

დახუფული ფუმიგაციის საშუალებით. ლაბორატორიის თანამშრომლებს აცვიათ სპეციალური კოსტუმები. საჭიროების შემთხვევაში, ლაბორატორია შეიძლება აღჭურვილი იყოს ღუმელით ცხოველების ნეშტის დასაწვავად. ლაბორატორიაში შესული ყველა პირი უნდა იყოს გაფრთხილებული პოტენციური საფრთხისა და ლაბორატორიიდან გასვლის წესების შესახებ. ლაბორატორიებში შესვლის უფლება აქვს მხოლოდ სამეცნიერო კვლევებში ან დამხმარე სამუშაოებში ჩართულ პირებს. ყველა პირი, ვინც შედის ლაბორატორიაში ან გამოდის იქიდან, უნდა დარეგისტრირდეს - მიუთითოს საკუთარი ვინაობა და ლაბორატორიაში დაყოვნების დრო. პერსონალი ლაბორატორიაში შესვლის ან ლაბორატორიიდან გამოსვლის დროს იცვლის ტანსაცმელს და იღებს შხაპს. ლაბორატორიის პერსონალი და მომსახურე პერსონალი ექვემდებარება სავალდებულო სამედიცინო გამოკვლევას და ვაქცინაციას. ლაბორატორიაში უნდა არსებობდეს იზოლატორი. ლაბორატორიაში შეტანამდე უნდა მოხდეს მასალების დეკონტამინაცია ორკარიან ავტოკლავში ან ფუმიგაციის კამერაში. უნდა ხორციელდებოდეს ყველა სასიცოცხლო სისტემის შემოწმება და შემოწმების შედეგები უნდა იყოს დოკუმენტირებული სამუშაოს დაწყებამდე.

2.2. მიკრობიოლოგიური ლაბორატორიების „მცირეგაბარიტიანი“ მოწყობილობები

2.2.1 მიკროსკოპები.

სპეციალური ოპტიკური ხელსაწყო - მიკროსკოპი გამოიყენება შეუიარაღებელი თვალით უხილავი უჯრედებისა და მიკროორგანიზმების შესასწავლად (ბერძნულიდან: micros - პატარა, scopeo - ვუყურებ). მიკროსკოპი რამდენიმე ასეულჯერ (სინათლის მიკროსკოპები) და ასეულ ათასჯერ (ელექტრონული მიკროსკოპები) ადიდებს საკვლევ ობიექტს. მიკრობიოლოგიაში მიკროორგანიზმთა უჯრედების შესწავლა, მათი ზრდა და განვითარება, საკვლევი ორგანიზმების პირველადი იდენტიფიცირება, ნიადაგში და სხვა სუბსტრატებზე მიკრობული ცენოზების (კოლონიების) განვითარება სინათლის მიკროსკოპის მეშვეობით შეისწავლება. მიკროორგანიზმების უჯრედშიდა სტრუქტურების და უცნობი უმცირესი მიკროორგანიზმების სტრუქტურის შესასწავლად კი ელექტრონულ მიკროსკოპს იყენებენ.

მიკროსკოპის აგებულება.

მიკრობიოლოგიურ პრაქტიკაში გამოიყენება შემდეგი მოდელების სინათლის მიკროსკოპები: MBR-1, BRM-1, BRM-2, BRM-3, BRM-6, Biolam R-1 და სხვ. ისინი შექმნილია არანაკლებ 0,2–0,3 მიკრონის ზომის ნაირგვარი მიკროორგანიზმების ფორმის, ზომის, სტრუქტურისა და სხვა მახასიათებლების კვლევის მიზნით. სინათლის მიკროსკოპი შედგება ორი - ოპტიკური და მექანიკური - ნაწილისაგან. მექანიკური ნაწილს შეადგენს შტატივი, მაგიდა და ტუბუსი. შტატივი შედგება ფუძისგან და მასზე მჭიდროდ დამაგრებული ტუბუსის დამჭერისგან. შტატივს ერთვის სპეციალური მექანიზმები, რომლებიც ტუბუსის მოძრაობას არეგულირებს. ეს მექანიზმები მოქმედებაში მოდის მიკრო- და მაკრობრახნის მეშვეობით, რომლებიც განკუთვნილია,

შესაბამისად, უხეში და უფრო ნატიფი ფოკუსირებისთვის. ხრახნის საათის ისრის მიმართულებით როტაციის დროს ტუბუსი ნიმუშისკენ მოძრაობს, როდესაც როტაცია ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით ხდება - ტუბუსი შორდება ნიმუშს. სასაგნე მაგიდის დანიშნულებაა მასზე საკვლევი ობიექტის ნიმუშის მოთავსება. ხრახნების მეშვეობით მაგიდა მოძრაობს ჰორიზონტალურ სიბრტყეში. სასაგნე მაგიდის ცენტრში არის მრგვალი ხვრელი, საიდანაც სინათლის სხივები მიკროსკოპის სარკის მეშვეობით ხვდება პრეპარატზე. სასაგნე მაგიდაზე დამონტაჟებულია ორი მეტალის დამჭერი პრეპარატის ფიქსაციისთვის.

სურ. 2.1 სინათლის მიკროსკოპის სტრუქტურა.

ტუბუსში მოთავსებულია მიკროსკოპის ოპტიკური სისტემის ელემენტები. ტუბუსის ძირზე მიმაგრებულია რევოლვერი (ლინზების დამჭერი), რომელსაც აქვს ლინზების ჩასახრახნი ხვრელები. ოკულარი მოთავსებულია ტუბუსის ზედა ბოლოში. მიკროსკოპის თანამედროვე მოდელებს აქვთ დახრილი ტუბუსი რკალისებრი დამჭერით, რომელიც ფუძის ჰორიზონტალურ მდგომარეობას უზრუნველყოფს. მიკროსკოპის ოპტიკური ნაწილი შედგება ძირითადი ოპტიკური ბლოკისგან (ლინზა და ოკულარი) და განათების დამხმარე სისტემისაგან (სარკე და კონდენსორი ფირფიტოვანი დიაფრაგმით).

სარკე ირეკლავს სინათლეს და აგზავნის მას კონდენსორზე პრეპარატის გასანათებლად. სარკეს აქვს ორგვარი ზედაპირი: ბრტყელი და ჩაზნექილი, ის მთლიან მრგვალ ჩარჩოშია მოქცეული და დამაგრებულია ნახევრადწრიული ჩანგლის მეშვეობით, რომელიც სარკის ყველა მიმართულებით მოძრაობას უზრუნველყოფს. ბრტყელი ზედაპირი გამოიყენება ყველა სახის სინათლის წყაროს და ნებისმიერი გამადიდებლის პირობებში. ჩაზნექილი მხარე გამოიყენება მცირე გადიდების დროს კონდენსორის გარეშე და, როგორც წესი, ხელოვნური განათების პირობებში. ხშირად სარკის ნაცვლად იყენებენ სტაციონარულ გამნათებელს.

კონდენსორი არის ოპტიკური სისტემა, რომელიც შედგება ფოკუსირების ორი ან სამი მოკლე ლინზისგან. მისი დანიშნულებაა ობიექტის განათების გაძლიერება. კონდენსორზე კონცენტრირდება სარკის ბრტყელი ზედაპირიდან არეკლილი სინათლის სხივები, რომლებიც დიდი კუთხით ობიექტზე გადამისამართდება. კონდენსორის ლინზები ჩამაგრებულია ცილინდრულ ჩარჩოში, რომელიც ამძრავ მექანიზმთან არის დაკავშირებული. ეს უკანასკნელი ემსახურება კონდენსორის გადაადგილებას ზემოთ-ქვემოთ მიკროსკოპის ღერძის გასწვრივ სპეციალური ხრახნის საშუალებით. როდესაც კონდენსორი დაბლა დაიწევს, მიკროსკოპის მხედველობის არე ბნელდება, როდესაც ის მაღლა ადის - განათების ხრისხი იზრდება. განათების ინტენსივობის დასარეგულირებლად კონდენსორი აღჭურვილია ფირფიტოვანი დიაფრაგმით, რომელიც თხელი ნამგლისებური ფორმის გაუმჭვირვალე ფურცლებისგან შედგება. კონდენსორის ჩარჩოს ქვედა ნაწილში მოთავსებული ბერკეტის გადაადგილებისას შესაძლებელია ფირფიტების დაახლოება ან დაცილება, რაც ხარისხობრივად ცვლის აქტიური ხვრელის დიამეტრს. თანამედროვე ტიპის მიკროსკოპების დიდ ნაწილში კონდენსორი და სინათლის წყარო მიკროსკოპშია ჩამონტაჟებული.

ობიექტივები (ბერძნ. *Objectum* - კვლევის ობიექტი) მიკროსკოპის უმნიშვნელოვანესი ნაწილია, ობიექტის გამოსახულება დიდად არის დამოკიდებული ობიექტივების ხარისხზე. ობიექტივები ჩამაგრებულია რევოლვერის ბუდეებში და შედგება მეტალის ჩარჩოში ჩასმული ლინზების სისტემისაგან. წინა ლინზა უმცირესია და ერთადერთი, რომელიც გადიდებას იძლევა. ობიექტივის დანარჩენი ლინზები მიღებული გამოსახულების მხოლოდ კორექციას ახდენენ და, შესაბამისად, მათ საკორექციო ლინზები ეწოდება.

ლინზები ორგვარია: მშრალი მოხმარების და იმერსიული. მშრალ ლინზებთან მუშაობისას წინა ლინზასა და საკვლევ ობიექტს შორის ჰაერია, სიცარიელე. იმერსიული ლინზების გამოყენების დროს წინა ლინზასა და საკვლევ ობიექტს შორის სივრცეში უნდა იყოს სითხე, რომლის გარდატეხის მაჩვენებელი მიახლოებული იქნება მინის გარდატეხის მაჩვენებელთან. ამ მიზანს ყველაზე კარგად მიესადაგება იმერსიული ზეთი (კედრისგან დამზადებული ზეთი), რომლისთვისაც სინათლის სხივის გარდატეხის მაჩვენებელია 1,515 (მინის გარდატეხის მაჩვენებელია 1,52). ამის გამო სინათლის სხივები არ გარდატყდება მინიდან ზეთის ფენაში გადასვლისას (რადგან ოპტიკურად ერთგვაროვან გარემოში რჩება) და ისინი ლინზაში შედის არეკვლის გარეშე.

ოკულარი (ლათ. *oculus* - თვალი) ჩასმულია ტუბუსის ზედა მხარეს, ბოლოში. ეს არის ორი ამოზნექილი ლინზისგან შემდგარი სისტემა. თვალისკენ მიმართულ ლინზას ოფთალმურს, ხოლო პრეპარატისკენ მიმართულს ლინზას კი - ველის, ანუ შემკრებ ლინზას უწოდებენ. ველის ლინზის დანიშნულებაა ობიექტივიდან მომავალი სხივების შეგროვება ისე, რომ მათ გაიარონ თვალის ლინზის პატარა ხვრელში. თვალის ლინზა, ისევე როგორც მარტივი ლუპა, ადიდებს ლინზიდან გამომავალ ფაქტობრივ გამოსახულებას. მანძილი ლინზებს შორის მათი ფოკუსური მანძილების ჯამის ნახევრის ტოლია. ოკულარის დანიშნულებაა გაადიდოს ლინზიდან მომავალი ფაქტობრივი და გადიდებული უკუგამოსახულება. ოკულარზე მონიშნულია რიცხვები, რომლებიც აჩვენებს მის საკუთარ მაგნიფიკაციის სიდიდეებს - × 5, × 7, × 10, × 15. მიკროსკოპთან ხანგრძლივი მუშაობისას გამოიყენეთ ორმაგი ოკულარი - ბინოკულარი.

მიკროსკოპთან მუშაობის ზოგადი წესები

მიკროსკოპისთვის უნდა შეირჩეს მზის პირდაპირი სხივებისაგან დაცული ადგილი. მუქი ზედაპირის მქონე მაგიდასთან მუშაობა ნაკლებად ღლის თვალებს. რეკომენდებულია ოკულარში ჩახედვა მარცხენა თვალით, ხოლო მარჯვენა არ უნდა იყოს დახუჭული. ბინოკულარულ მიკროსკოპთან მუშაობის დროს თავდაპირველად რეგულირდება მანძილი ოკულარებს შორის მკვლევრის თვალებს შორის არსებული მანძილის შესაბამისად ისე, რომ ორივე ოკულარის ვიზუალური ველი ერთ გამოსახულებაში გაერთიანდეს. მიკროსკოპის ადგილმდებარეობის შეცვლისას, მისი გადატანა უნდა მოხდეს ორი ხელით - ცალი ხელით უნდა გეკავოთ შტატივი, ხოლო მეორეთი - მიკროსკოპის მაგიდა. დაუშვებელია მიკროსკოპის დახრა, ვინაიდან შესაძლებელია ოკულარის ტუბუსიდან ამოვარდნა. მიკროსკოპი დაცული უნდა იყოს დარტყმისაგან, აგრეთვე ისეთ ტოქსიკურ ნივთიერებებთან კონტაქტისაგან, როგორიცაა მჟავა და ტუტე. თითებით არ შეეხოთ ლინზების, სარკეებისა და ფილტრების ზედაპირს. არ არის რეკომენდებული ოკულარის მოხსნა ტუბუსიდან, რათა არ მოხდეს ტუბუსის ან ლინზების დაბინძურება მტვრით. მუშაობის დროს სასურველია მიკროსკოპის დაცვა ამოსუნთქული ჰაერისგან, რადგან წყლის ორთქლის კონდენსაცია იწვევს მის დაზიანებას. მიკროსკოპი დაცული

უნდა იყოს მტვრისგან, ტენიანობისგან და ინახებოდეს შუშის საფარქვეშ (ხუფის ქვეშ) ან ქსოვილის ქვეშ.

მშრალ ობიექტივებთან მუშაობა უნდა ხორციელდებოდეს შემდეგ ეტაპებად:

1. მოათავსეთ მიკროსკოპი მაგიდაზე მისი კიდიდან 3-5 სმ.დაშორებით;
2. დააყენეთ მცირე გადიდების (×8) ობიექტივი და შეარჩიეთ ოპტიმალური განათება სარკის, კონდენსორისა და დიაფრაგმის საუკეთესო პოზიციაში დაყენებით. შეუღებავ პრეპარატებთან მუშაობისას გამოიყებნება შევიწროებული დიაფრაგმა და დაწეული კონდენსატორი, ხოლო შეღებილი პრეპარატების დათვალიერებისას ღია დიაფრაგმა და აწეული კონდენსორი გამოიყენება. შუქის სწორად წარმართვისას მიკროსკოპის მხედველობის ველს ექნება თანაბრად განათებული წრის ფორმა;
3. მოათავსეთ პრეპარატი სასაგნე მაგიდაზე, ობიექტივის ქვეშ და დაამაგრეთ სამაგრებით;
4. გვერდიდან უყურეთ ლინზას და მიკროსკოპის ხრახნის მეშვეობით ფრთხილად დაწიეთ ობიექტივი (× 8) (მიკროსკოპის მაგიდიდან 0,5 სმ. დაცილებით);
5. ოკულარში ჩახედვით ფრთხილად დაატრიალეთ მაკროხრახნი, სანამ ობიექტის გამოსახულება არ გამოჩნდება მხედველობის ველში. ამის შემდეგ ობიექტივი ფოკუსირდება მიკროხრახნის საშუალებით ისე, რომ გამოსახულება ნათლად გამოჩნდეს;
6. რევოლვერის დატრიალებით ობიექტივი დააყენეთ საშუალო გადიდებაზე (× 20; × 40; × 60);
7. სამუშაოს დასრულების შემდეგ, პრეპარატი უნდა აიღოთ სასაგნე მაგიდიდან, დაწიოთ კონდენსორი, დააყენოთ მცირე გადიდების ობიექტივი, გაასუფთავეთ მიკროსკოპი რბილი ქსოვილით და ჩადეთ იგი ყუთში.

იმერსიულ ობიექტივთან მუშაობის დროს მიყევით შემდეგ წესებსა და პროცედურებს:

1. დააყენეთ სარკე ბრტყელი მხარით, ასწიეთ კონდენსორი და დაარეგულირეთ განათება მიკროსკოპის მცირე გადიდების (×8) პირობებში;
2. შეღებილ პრეპარატზე დაიტანეთ იმერსიული ზეთის მცირე წვეთი (ისე რომ არ გაგლისოთ მინაზე) და მოათავსეთ პრეპარატი მიკროსკოპის მაგიდაზე;
3. რევოლვერის დატრიალებით ობიექტივი დააყენეთ ნიშნულზე (× 90) - იმერსიული ლინზა;
4. გვერდიდან ყურებით, ფრთხილად დაწიეთ მიკროსკოპის ტუბუსი, სანამ იმერსიული ობიექტივის წინა ლინზა არ შეეხება ზეთის წვეთს;
5. ოკულარში ყურებით, მაკროხრახნის საშუალებით ფრთხილად ასწიეთ მიკროსკოპის ტუბუსი, სანამ მხედველობის არეში არ გამოჩნდება საკვლევი ობიექტი;
6. მიკროხრახნის ერთი ბრუნით გაასწორეთ ფოკუსი;
7. სამუშაოს დასრულების შემდგეგ, ასწიეთ ტუბუსი, დაწიეთ კონდენსორი, გადაიყვანეთ მიკროსკოპი მცირე გადიდებაზე, ამოიღეთ პრეპარატი და ფრთხილად გაასუფთავეთ წინა ლინზა (×90) ჯერ მშრალი ბამბის ნაჭრით, შემდეგ ბენზოლში ან სპირტში ოდნავ დასველებული იმავე ნაჭრით.

2.2.2. ავტოკლავი

ავტოკლავი არის წნევის ქვეშ მომუშავე სქელკედლებიანი ჭურჭელი მასიური სახურავით, რომელიც იხურება ხრახნიანი საკეტებით ან სპეციალური ბორბლით. ავტოკლავი აღჭურვილია ორთქლის მილით, მანომეტრით, უსაფრთხოების სარქველით და მანომეტრული მინით. წყალი თბება ავტოკლავის კედლებს შორის მოთავსებული ელექტრული ვარვარა ნათურების

საშუალებით, საიდანაც ორთქლი სამუშაო ზედაპირზე ხვდება. ავტოკლავში ასტერილებენ საკვებ არეებს, რძეს, ჭურჭელს, რეზინის საგნებს და ა.შ. სტერილიზაციის დაწყებამდე ავტოკლავში სპეციალური ძაბრით ასხამენ გამოხდილ ან გადადუღებულ წყალს (აუდუღარი წყლის გამოყენების შემთხვევაში მალე გამოკრისტალდება მარილები) საზომი მინის ზედა ნიშნულამდე. ავტოკლავში თავსდება გასასტერილებელი მასალა, ის მჭიდროდ იხურება თავსახურით, ხრახნები მოეჭირება ბოლო პოზიციამდე, ხოლო ბორბალი უნდა დაატრიალოთ საათის ისრის მიმართულებით.

ავტოკლავის ჩართვის შემდეგ, მილი დატოვეთ ღია ჰაერისა და ორთქლის გამოსასვლელად. არ დაკეტოთ მილი, სანამ ავტოკლავის ჰაერი მთლიანად არ ჩანაცვლდება ორთქლით და ორთქლი უწყვეტ ნაკადად არ წამოვა. თუ ავტოკლავში დარჩა ჰაერი, სტერილიზაციის ეფექტი შემცირდება, ვინაიდან ჰაერისა და ორთქლის ნარევის ტემპერატურა გაჯერებული ორთქლის ტემპერატურაზე გაცილებით დაბალია.

მანომეტრის ისარი დაიწყებს აწევას ონკანის დახურვის შემდეგ. როდესაც მიიღწევა სასურველი წნევა, ავტოკლავის გახურების ხარისხი შემცირდება; ამიტომ მანომეტრის ისარი სათანადო ნიშნულზე გაჩერდება. ისრის მიერ სასურველი მნიშვნელობის მიღწევა ითვლება სტერილიზაციის დაწყების მომენტად. მანომეტრი გარკვეულ ტემპერატურას აჩვენებს. სტერილიზაციის დასრულებისას გაცხელების პროცესი წყდება და მანომეტრის ისარი ნულზე დადის. მხოლოდ ამის შემდეგ იხსნება ორთქლის სარქველი, იხსნება სახურავი და ხდება გასტერილებული მასალის ამოღება.

ავტოკლავთან მუშაობის ძირითადი წესები. გახსენით ვენტილი, რომელიც აერთიანებს ბოილერს სასტერილიზაციო კამერასთან. სასტერილიზაციო კამერაში მოთავსებულია გასასტერილებელი მასალა. ავტოკლავიდან ძველი წყლის მოცილება ხდება ქვედა ვენტილის მეშვეობით, რომელიც აკავშირებს ბოილერს წყლის მილთან, ხოლო წყალი ძაბრის საშუალებით ისხმევა წყლის მილის წითელ ნიშნულამდე. ამის შემდეგ, ხურავენ ავტოკლავის თავსახურს (ხუფს), აფიქსირებენ კორპუსზე ბოლტების ჩახრახნვით, ხსნიან კონდენსატორისა და გამომყვან სარქველებს, ჩართავენ ავტოკლავს. ავტოკლავის გამანაწილებელ ფარზე ტუმბლერი გადაყვანილია პოზიციაში „გახურება“. წყლის ადუღებისას ჰაერის დიდი ბუშტები მოჩუხჩუხე ხმით იწყებს გამოსვლას გამოსასვლელი სარქვლიდან წყლის სათლში მოთავსებული დასაცლელი მილის გავლით. შემდეგ ორთქლთან ერთად დაიწყება მცირე რაოდენობით პატარა ზომის ბუშტუკების გამოსვლა. ეს ბუშტუკები შედგება ორთქლისაგან, რომელმაც ვერ მოასწრო კონდენსირება. ამის მერე მილიდან ძლიერი ხმით იწყება მშრალი ორთქლის სუფთა ნაკადის გამოსვლა. ორთქლის ნაკადის სიმძლავრე შეესაბამება წყლის დუღილის ტემპერატურას - 100^{0}C-ს. ეს წერტილი მიუთითებს, რომ ავტოკლავიდან ჰაერი გამოიდევნა. ამის შემდეგ გამოსასვლელი სარქველი იხურება, მილი იღება ცივი წყლით სავსე სათლიდან, ხოლო წნევა იწევს საჭირო მნიშვნელობამდე 2 ატმოსფეროს ფარგლებში.

სტერილიზაციის დაწყებად ითლება მომენტი, როდესაც მანომეტრის ისარი აჩვენებს საჭირო წნევას. ამის შემდეგ გახურების ინტენსივობა უნდა შემცირდეს, რათა არ მოხდეს წნევის მომატება - გადაიყვანეთ გადამრთველი პოზიციაზე „სტერილიზაცია“. სტერილიზაციის პერიოდის ამოწურვისას გამანაწილებელი ფარის გადამრთველი გადაჰყავთ პოზიციაში „ გამორთვა“, ავტოკლავი გამოირთვება, იხურება სასტერილიზაციო კამერის ბოილერთან დამაკავშირებელი სარქველი. უნდა დავიცადოთ, სანამ წნევა არ დავარდება ატმოსფერულამდე და მანომეტრის ისარი ნულს არ აჩვენებს. ამის შემდეგ, მოუშვით ორთქლის გამოსაშვები ონკანი და დაიცადეთ, სანამ ორთქლი სრულად არ გამოვა. გახსენით ავტოკლავის სახურავი, იმისთვის რომ ორთქლის

ნარჩენები გვერდიდან გამოვიდეს და არ გამოიწვიოს დამწვრობა. ამოიღეთ გასტერილებული მასალა. სასტერილიზაციო კამერაში წარმოქმნილი კონდენსატი გამოუშვით კონდენსატის ონკანიდან, რის შემდეგ დახურეთ ონკანი. დროზე ადრე არ გახსნათ ვენტილი, ვინაიდან გახურებული არე აქტიურად დუღს. ის დაასველებს ბამბის საცობებს, შეიძლება კიდევაც მოხადოს ისინი ჭურჭელს, რაც საკვებ არეს არასტერილურს გახდის.

არ გახსნათ ონკანი გამომტანი მილის ცივწყლიან საცერში ჩაშვებით. წარმოქმნილი წნევის სხვაობის გამო საცერის წყალი შეისრუტება ავტოკლავში (სასტერილიზაციო კამერაში) და დახუფავს მას. სასტერილიზაციო მასალა უნდა დატოვოთ ავტოკლავში ნახევრად გახსნილი სახურავით 3-5 წუთის განმავლობაში, იმისთვის რომ შეშრეს კოლბების თუ სინჯარების ბამბის სახურავები. სამუშაოს დასრულების შემდეგ, ავტოკლავიდან იღვრება წყალი. ავტოკლავი უნდა იყოს მშრალი.

რეგულარულად უნდა მოწმდებოდეს, შეესაბამება თუ არა მანომეტრის ჩვენება სტერილიზაციის კამერაში არსებულ ტემპერატურას. ამისათვის გამოიყენება ფხვიერი ქიმიკატები, მკაცრად დადგენილი შერწყმის წერტილით (fusion point). შეურევენ მათ მცირე რაოდენობით საღებავებს (მეთილენის ლურჯს, ფუქსინს, საფრანინს). ნარევს ასხამენ პატარა სინჯარებში, მჭიდროდ დაახურავენ კორპის საცობს და ათავსებენ ვერტიკალურ მდგომარეობაში გასასტერილებელ მასალას შორის. ფხვნილის განაწილებისას წარმოიქმნება შენადნობი, რომელიც იღებება იმ საღებავისფრად, რომელიც შეურიეს. ტემპერატურის ინდიკატორების სახით გამოიყენება შემდეგი ნივთიერებები:

მასალა	*შერწყმის წერტილი, ^{0}C*
ბენზონაფტოლი	110
ანტიპირინი	115
გოგირდის ფხვნილი	115
სუფთა რეზორცინოლი	118
ბენზოინის მჟავა	121

თერმოსტატები

ლაბორატორიულ თერმოსტატთა ტიპები

ლაბორატორიული თერმოსტატი არის მოწყობილობა, რომლის ძირითადი მიზანია სტაბილური ტემპერატურის მიღება და შენარჩუნება.

ეს არის სპეციალური კარადები, რომლებიც ინარჩუნებენ მუდმივ ტემპერატურას და რომლებსაც იყენებენ მიკროორგანიზმების კულტურის გასაზრდელად. თერმოსტატთა ტიპებია ცხელი ჰაერის აბაზანა და წყლის აბაზანა. პირველ შემთხვევაში, თერმოსტატი თბება თბილი ჰაერით, რომელიც მილებში გადის ან ელექტრო გამათბობლებით. წყლის თერმოსტატებში ორმაგ კედლებს შორის მოქცეულია წყალი, რომელიც ელექტროდენით თბება. ზუსტად დადგენილი ტემპერატურის შესანარჩუნებლად, თერმოსტატები აღჭურვილია კონტაქტური თერმომეტრებით.

ლაბორატორიაში უნდა იყოს ოთხი თერმოსტატი: 25-30°C ტემპერატურაზე მეზოფილური მიკროორგანიზმების გასამრავლებლად; 40-45°C ტემპერატურაზე მზარდი თერმოფილური მიკროორგანიზმებისათვის; ერთი - 37°C-ზე და ერთი - 43°C ტემპერატურაზე E.coli-ს დეტექციისა და იდენტიფიკაციისთვის.

საჰაერო აბაზანა (air bath). ლაბორატორიულ საჰაერო აბაზანას მიეკუთვნება TVL-K120 მოდელი. ლაბორატორიული ჰაერის აბაზანა TVL-K120 აქტიურად გამოიყენება ბაქტერიოლოგიურ და სეროლოგიურ კვლევებში კლინიკურ-დიაგნოსტიკურ, გარემოს დაცვის და კვლევით ლაბორატორიებში. თერმოსტატის ნორმალური მუშაობისთვის ოთახში ჰაერის ტემპერატურა უნდა იყოს 10-35°C, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა არ უნდა აღემატებოდეს 80%-ს. მიკროპროცესორი მაღალი სიზუსტით ინარჩუნებს სტაბილურ ტემპერატურას. ლაბორატორიული საჰაერო აბაზანა TVK გაგრილების სისტემით წარმოდგენილია სხვადასხვა მოდელით. მოდელები ერთმანეთისაგან განსხვავდება სამუშაო მოცულობით, ტევადობითა და წონით.

მშრალი ჰაერის თერმოსტატი. მშრალი ჰაერის თერმოსტატების მაგალითია TSvL-160. ის უზრუნველყოფს სამუშაო სივრცეში სტაბილური ტემპერატურის მიღწევას და შენარჩუნებას, რაც აუცილებელია ბაქტერიოლოგიური, მიკრობიოლოგიური, სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური, ვირუსოლოგიური, ბიოქიმიური სახის სამუშაოებისათვის.

წყლის თერმოსტატი. წყლის თერმოსტატის მაგალითია ლაბორატორიული თერმოსტატი *რედუქტაზნიკ ლტრ-24*. მას აქვს საკმარისი მოცულობა, რათა გამოყენებულ იქნეს კვლევითი მიზნებისთვის. მასში შეიძლება განთავსდეს 24 სინჯარა, 24 ბუტირომეტრი, 24 კოლბა, რომელთა დიამეტრი არ აღემატება 17 სმ-ს. მას შეუძლია შეინარჩუნოს ტემპერატურა +95°C- მდე. რძის ნიმუშები თბება და შემდეგ იზომება ამ ტიპის წყლის თერმოსტატის სპეციალურ ანალიზატორში. აქ ხდება ცხიმის ანალიზი. სამუშაო კამერის მოცულობა 8 ლიტრია. ის დამზადებულია პოლირებული უჟანგავი ფოლადისგან. მას ასევე აქვს მართვის ბლოკი (საჭირო ტემპერატურის დასაყენებლად) და ეკრანი (სამუშაო რეჟიმის დასაყენებლად ან შესაცვლელად).

ცირკულაციის თერმოსტატი. ცირკულაციის რეჟიმის მქონე თერმოსტატს აქვს ჰაერის ან წყლის გაგრილების სისტემა. ის ეკონომიურია. უნდა აღინიშნოს, რომ ცირკულაციის ლაბორატორიული თერმოსტატი არის XP ტიპის, ამიტომ მათი გამოყენება შესაძლებელია სხვადასხვა სივრცეში.

თერმოსტატის მუშაობის პრინციპები

ლაბორატორიული თერმოსტატები იყენებს გაგრილების კომპრესორს და მუშაობს სალონში ჰაერის გაგრილების პრინციპით. მშრალი ჰაერის მოდელებზე საუბრისას უნდა აღინიშნის, რომ მათში ხდება ჰაერის შერევა, რის შედეგადაც კამერის შიგნით ტემპერატურა თანაბრად ნაწილდება.

თერმოსტატები პერიოდულად იხსნება, რაც იწვევს მათ კედლების ზედაპირზე ჰაერის სხვადასხვა მიკროფლორის დალექვას. ისინი ბინძურდება მიკროსკოპული სოკოებისა და აქტინომიცეტების სპორებით (პეტრის ჯამში დიდი რაოდენობით კულტივირების დროს). ამას შედეგად მოსდევს თერმოსტატში გაზრდილი სუფთა მიკრობული კულტურების დაბინძურება, განსაკუთრებით, თუ ისინი იზრდება სხვადასხვა საკვებიან სუბსტრატში - ნიადაგზე, ჰაერში, რძეში, ხორცში. დამაბინძურებლებად ხშირად გვევლინება სპორის წარმომქმნელი სოკოები - მუკორი, ასპერგილუსი, ობის სოკო.

უარყოფითი ან არასწორი შედეგების თავიდან ასაცილებლად საჭიროა თერმოსტატის სტერილიზაცია კვირაში ერთხელ მოხდეს: თერმოსტატიდან უნდა გამოვიღოთ კულტურები და თერმოსტატს საჭიროა ჩაუტარდეს სველი წმენდა.

თერმოსტატის გაშრობის შემდეგ, აიღეთ გრძელი პინცეტი მასზე დახვეული ბამბით. პინცეტი ბამბით უნდა ჩაყოთ სპირტში და მოუკიდოთ ცეცხლი. სპირტის ალი სრულიად გამოაშრობს თერმოსტატის შიდა კედლებს. ამ დროს დაიცავით სიფრთხილე, რათა არ გადახურდეს თერმოსტატი. გადახურების შემთხვევაში მისი დეტალები შეიძლება დაიწვას. სტერილიზაციის შემდეგ თერმოსტატი იკეტება. კარებიც ასევე იწმინდება სპირტის ალით.

დესიკატორი

დესიკატორი თანამედროვე ლაბორატორიებში მრავალ პროცესში გამოიყენება. ესენია გამოშრობა, კონდიცირება, ვულკანიზაცია, წვა და სხვა ოპერაციები, რომელიც ნივთიერების ნიმუშის გაცხელებასთან ან წინასწარ დამზადებასთანაა დაკავშირებული.

დესიკატორი გამოიყენება ჭურჭლის, აღჭურვილობის და ა.შ. გასაშრობად ცხელი ჰაერის მეშვეობით. გასასტერილებელი მასალა ფრთხილად იფუთება ქაღალდით ან თავსდება ლითონის კორპუსებში (პიპეტები, პეტრის ჯამები). ჯამები უნდა იყოს გამშრალი, კოლბები და სინჯარები ბამბის საცობებით დახუფული. მასალას ათავსებენ კამერაში ისე, რომ ის არ ეხებოდეს კედლებს. 160-170°C ტემპერატურაზე სტერილიზაციის ხანგრძლივობა 2 საათს შეადგენს (სტერილიზაციის დაწყებად ითვლება მომენტი, როდესაც ტემპერატურა მიაღწევს 160°C-ს). გასტერილებული მასალის ამოღება დესიკატორიდან ხდება მისი გაგრილების შემდეგ.

ცენტრიფუგები

ცენტრიფუგა შედგება 3 ძირითადი კომპონენტისაგან. ესენია:

- როტორი
- წამყვანი ლილვი
- ძრავი

როტორი არის ცენტრიფუგის მბრუნავი ნაწილი. მასში თავსდება დასაცენტრიფუგებელი სითხის შემცველი სინჯარები, ბოთლები და კოლბები. შესაძლებელია სხვადასხვა ტიპისა და ზომის როტორების ცვლა. როტორი დამონტაჟებულია წამყვან ლილვში, რომელიც ძრავს უერთდება. ძრავი აწვდის როტორს ბრუნვისთვის საჭირო ენერგიას.

ცენტრიფუგის კედელზე არის კონტროლის პანელი და სიჩქარისა და დროის ინდიკატორები. ცენტრიფუგების უმეტესობა აღჭურვილია სამუხრუჭე სისტემით, რომელიც მუშაობის დასრულებიდან მალევე აჩერებს როტორს.

არსებობს ორი კონფიგურაციის ცენტრიფუგები - იატაკისა და მაგიდის, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდება მოცულობებით. მათი მუშაობის პრინციპი მსგავსია.

ცენტრიფუგირების მეთოდი ეფუძნება ცენტრიფუგის მიერ წარმოქმნილ საცენტრიფუგო ველში ნაწილაკების განსხვავებულ ქცევას. საცენტრიფუგო ჭურჭელში მოთავსებული ნიმუში იდება როტორში, რომელსაც ატრიალებს ცენტრიფუგის ძრავი. ცენტრიფუგირებამდე საჭიროა ცენტრიფუგირების პირობების შერჩევა - როტაციის სისწრაფე, ცენტრიფუგირების დრო, როტორის რადიუსი. სფერული ნაწილაკებისთვის სედიმენტაციის სიჩქარე დამოკიდებულია არა მარტო აჩქარებაზე, არამედ ნაწილაკების რადიუსსა და სიმკვრივეზე, აგრეთვე იმ არის სიბლანტეზე, რომელშიც მოთავსებულია ნიმუში.

ცენტრიფუგირების ორი ნაირსახეობა არსებობს: პრეპარაციული და ანალიზური. პრეპარაციული ცენტრიფუგირებას მაშინ მიმართავენ, როდესაც შემდგომი კვლევებისათვის ესაჭიროებათ

ნიმუშის ნაწილის გამოცალკევება. მეთოდი გამოიყენება სუსპენზიიდან უჯრედების, ბიოლოგიური მაკრომოლეკულების და სხვების გამოსაყოფად.

ანალიზური ცენტრიფუგირება გამოიყენება ცენტრიფუგირების ველში ბიოლოგიური მაკრომოლეკულების ქცევის შესასწავლად. ეს მეთოდი იძლევა საშუალებას შევკრიბოთ მონაცემები ნიმუშის შედარებით მცირე მოცულობაში არსებული მოლეკულების მასის, ფორმისა და ზომის შესახებ. ყოველდღიურ ლაბორატორიულ საქმიანობაში უფრო ხშირად გამოიყენება პრეპარაციული ცენტრიფუგირება.

პრეპარაციული ლაბორატორიული ცენტრიფუგები, თავის მხრივ, იყოფა რამდენიმე ჯგუფად დანიშნულების მიხედვით: პრეპარაციული ულტრაცენტრიფუგები, ზოგადი დანიშნულების ცენტრიფუგები და მაღალი სიჩქარის ცენტრიფუგები. ყველა ზოგადი დანიშნულების ცენტრიფუგაში როტორი მყარად არის დამონტაჟებული წამყვან ღერძზე, ამიტომ ცენტრიფუგის სიმძლავრე ზუსტად უნდა იყოს დაბალანსებული. დაზიანების თავიდან ასაცილებლად, არ მოათავსოთ როტორში კენტი რაოდენობის სინჯარები; თუ როტორი არ არის სრულად შევსებული, სინჯარები უნდა განთავსდეს ურთიერთსაპირისპირო ბუდეებში.

მაღალსიჩქარიან ცენტრიფუგებს აქვთ 25 000 ბრ/წთ მაქსიმალური სიჩქარე და 89 000 g -მდე აჩქარება. კამერა, რომელშიც მოთავსებულია როტორი და დასაცენტრიფუგირებელი ნიმუშები, აღჭურვილია გაგრილების სისტემით, რათა თავიდან იქნეს აცილებული გახურება, გამოწვეული როტორის მაღალ სიჩქარეზე ბრუნვის დროს წარმოშობილი ხახუნით. როგორც წესი, ასეთ ცენტრიფუგებს აქვთ 1,5 ლიტრამდე მოცულობა და ისინი აღჭურვილია კუთხოვანი როტორით ან ისეთი როტორით, რომელსაც ეცვლება „ჭიქები“ (ბუდეები).

პრეპარაციული ულტრაცენტრიფუგების აჩქარება 75 000 ბრ/წთ-მდე აღწევს, ხოლო მაქსიმალური აჩქარება, რომელიც შეუძლიათ განავითარონ, 510000g-ის ტოლია. ისინი აღჭურვილია მაცივრით და ვაკუუმის დანადგარებით, რათა თავიდან ავიცილოთ როტორის გადახურება ჰაერთან ხახუნისგან. ამ ცენტრიფუგების როტორი მზადდება მაღალი გამძლეობის ტიტანის ან ალუმინის შენადნობებისგან. მაღალსიჩქარიანი და პრეპარაციული ცენტრიფუგებისგან განსხვავებით, ულტრაცენტრიფუგების ღერძი მოქნილია ვიბრაციის შესამცირებლად, თუკი როტორი არ არის გაწონასწორებული. როტორის ტევადობა უნდა იყოს სწორად დაბალანსებული 0,1-გრამამდე სიზუსტით.

pH-მეტრი

pH მეტრი გამოიყენება საკვები არეებისა და რეაგენტების pH-ის განსასაზღვრად, ასევე სტერილიზაციის ხარისხის შესაფასებლად.

ამის გარდა, ხელსაწყო შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნიმუშის ან სუსპენზიის pH-ის გასაზომად. pH-მეტრის გამოყენება გათვალისწინებულია სტანდარტით კონკრეტული საკვლევი პროდუქტისთვის, სადაც განსაზღვრულია pH გაზომვის და სასურველი pH მიღების პირობები.

pH-მეტრი დარეგულირებულია მწარმოებლის ინსტრუქციების შესაბამისად 25°C სტანდარტულ ტემპერატურაზე. pH-მნიშვნელობა განისაზღვრება ტესტის სტაბილიზაციის შემდეგ. pH-ის მნიშვნელობა ჩაიწერება ორი ათწილადით.

pH-მეტრი საჭიროებს დაკალიბრებას. დაკალიბრება ხდება მოცემული pH მნიშვნელობის მზა ხსნარების საშუალებით. ხელსაწყოს მოდელის მიხედვით შესაძლებელია ერთი ან რამდენიმე წერტილით დაკალიბრება. რაც უფრო მეტია დაკალიბრების წერტილების რაოდენობა, მით უფრო ზუსტია pH-მეტრის ჩვენება და ნაკლებია ცდომილება.

გამოყენებული ბმულები:

https://www.laboratorii.com/stati/vidy-laboratornykh-tsentrifug.html
https://chem21.info/info/1279477/
http://www.activestudy.info/oborudovanie-mikrobiologicheskoj-laboratorii-specialnoe-oborudovanie/
http://old.stttrk.ru/book/page10.html

2.3 მიკროორგანიზმთა კლასიფიკაცია და მათთან დაკავშირებული საფრთხეები

ბაქტერიების კლასიფიკაცია

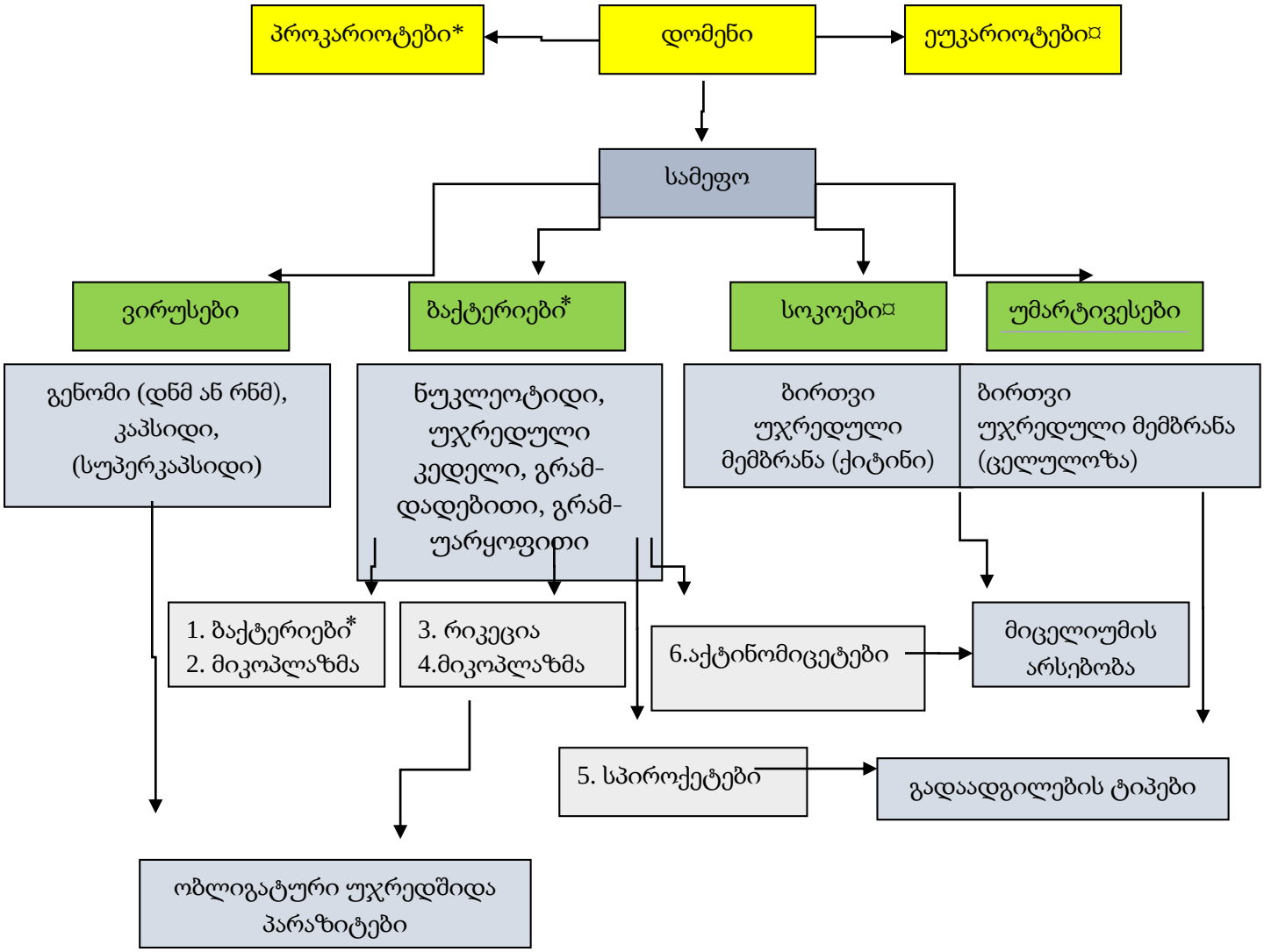
მიკროორგანიზმები - ორგანიზმები, რომლებიც თავისი მცირე ზომის გამო შეუიარაღებელი თვალისთვის უხილავია. ეს მათი ერთადერთი გამაერთიანებელი კრიტერიუმია. *მიკროორგანიზმების სიტემატიკა* არის მეცნიერება, რომლის ამოცანაა აღწეროს და მოახდინოს განსხვავებული ორგანიზმების დაყოფა (კლასიფიკაცია) გარკვეულ სისტემატიკურ ჯგუფებად (ტაქსონომიურ ერთეულებად). ამის საფუძველზე, ჩვენ შეგვიძლია მოვახდინოთ კლასიფიკაცია, რომელიც დაგვეხმარება პათოგენის დადგენაში (სურ.2.2).

კლასიფიკაციის პრინციპები ისწავლება სისტემატიკის ცალკე განყოფილებაში - ტაქსონომიაში. მიკროორგანიზმებისთვის მიღებულია ტაქსონომიური იერარქიის შემდეგი კატეგორიები:

პროკარიოტების კლასიფიკაცია: სახეობები გაერთიანებულია გვარში, გვარები - ოჯახში, ოჯახები (Familia) - რიგში, რიგები (Ordo) - კლასში, კლასები (Classis) - განყოფილებაში, განყოფილებები (Divisio) - სამეფოში (Regnum). მთავარი ტაქსონომიური ერთეული მიკრობიოლოგიაში არის სახეობა.

სახეობა არის ინდივიდების ევოლუციურად ჩამოყალიბებული ნაკრები, რომლებსაც აქვთ მსგავსი ორგანიზაცია, სტანდარტულ პირობებში ავლენენ მსგავს ფენოტიპურ მახასიათებლებს (მორფოლოგიურს, ფიზიოლოგიურს, ბიოქიმიურს, ანტიგენური სტრუქტურის), აქვთ საკუთარი გენოფონდი და აქვთ ერთმანეთთან შეჯვარების უნარი. მცირე მემკვიდრული თვისებების მატარებელ მიკროორგანიზმებს *ვარიანტებს* უწოდებენ.

შტამი არის ერთი და იგივე სახეობის ბაქტერიების ჯგუფი, რომლებიც გამოყოფილია სხვადასხვა წყაროდან ან ერთი წყაროდან სხვადასხვა დროს. შტამები შესაძლოა მცირედ განსხვავდებოდეს ერთმანეთისგან სახეობრივი მახასიათებლების ფარგლებში.



სურ. 2.2. პათოგენური მიკროორგანიზმების კლასიფიკაცია

შენიშვნა: * პროკარიოტებისა და ეუკარიოტების ზომა მერყეობს 0,01–0,4 მკმ-დან 20,0 მკმ-მდე; ¤ - ვირუსების ზომა მერყეობს 10 ნმ-დან 400 ნმ-მდე ფარგლებში.

სეროვარი (სეროტიპი) არის ჯგუფი ერთი სახეობის მიკროორგანიზმებისა, რომლებიც გაერთიანებული არიან საერთო ანტიგენური სტრუქტურით და იდენტიფიცირდებიან დიაგნოსტირების სეროლოგიური მეთოდებით. სეროვარი არ არის ტაქსონომიური კატეგორია და იძლევა პათოგენური ოპორტუნისტული მიკროორგანიზმების სისტემატიზაციის საშუალებას, რაც აუცილებელია ეპიდემიოლოგიური კვლევებისთვის. მათი სისტემატიზაცია ემყარება ვირულენტობას, ლიპოპოლისაქარიდებს, გრამის მიხედვით შეღებვას, ეგზოტოქსინების შემცველობას, გენეტიკურ მახასიათებლებს ან სხვა ფაქტორებს, რომლებიც საშუალებას იძლევა განვასხვავოთ ერთი და იგივე სახეობის ორი ნიმუში. ერთი და იგივე ანტიგენების მქონე სეროვარების ჯგუფს *სეროჯგუფი* ეწოდება.

კლონი არის ერთი დედისეული უჯრედიდან წარმოშობილი ინდივიდების ნაკრები.

კულტურა არის ერთი სახეობის ან ვარიანტის ინდივიდების ნაკრები გარკვეული მოცულობის საკვებ არეში, რომლებიც იმყოფებიან დაყოფის ან მოსვენების ფაზაში.

მიკროორგანიზმები იყოფა პროკარიოტებად (უჯრედებს ბირთვი არ აქვთ) და ეუკარიოტებად (უჯრედებბირთვი აქვთ).

გამოიყენება მიკროორგანიზმების კლასიფიკაციის 2 პრინციპი:

• ფილოგენეზური პრინციპი: გარკვეული ჯგუფისადმი მიკრობის კუთვნილება განისაზღვრება გენომის სტრუქტურით.

• ფენოტიპური პრინციპი - მსგავსი თვისებების მქონე მიკროორგანიზმების გაერთიანება (ეს თვისებებია: პათოგენურობა, მორფოლოგია, ფიზიოლოგია, ფერმენტული თვისებები, ანტიგენური სტრუქტურა).

პროკარიოტების სამეფო მოიცავს ციანობაქტერიების განყოფილებას და ეუბაქტერიების განყოფილებას, რომელიც იყოფა რიგებად: ბაქტერიები (Gracilecutes, Firmicutes, Tenericutes, Mendosicutes); აქტინომიცეტები; სპიროქეტები; რიკეციები; ქლამიდიები.

ბაქტერიული შტამების ამა თუ იმ ჯგუფისთვის მიკუთვნების ძირითადი ტაქსონომიური კრიტერიუმებია: მიკრობული უჯრედების მორფოლოგია (კოკები, ბაცილები, სპირილები); გრამის წესით შეღებვა ანუ ტინქტორული თვისებები (გრამ-დადებითი ან გრამ-უარყოფითი); სპოროგენეზის უნარი. ფიზიოლოგიური თვისებების მიხედვით, მიკროორგანიზმები იყოფა აერობებად და ანაერობებად.

მიკროორგანიზმების კლასიფიკაცია სუნთქვის ტიპის მიხედვით:

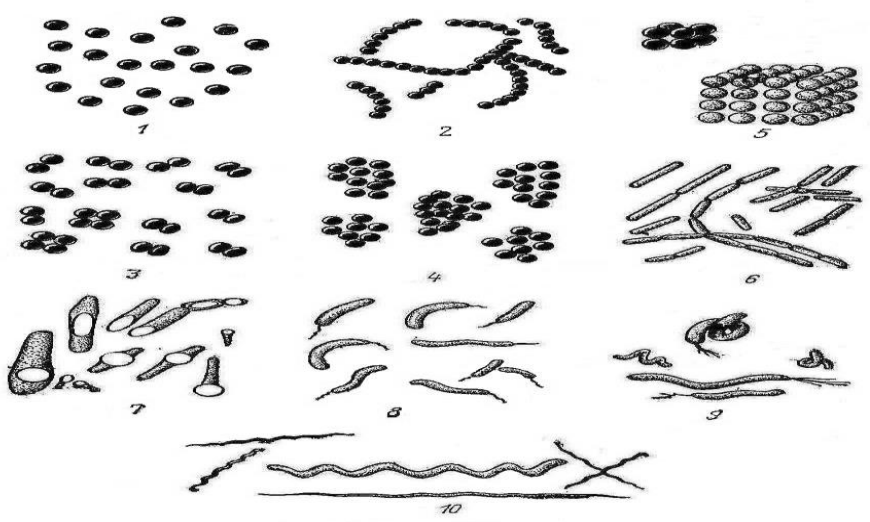
1. *ობლიგატური აერობები* ისეთი მიკროორგანიზმებია, რომელთა ოპტიმალური ზრდისთვის (გამრავლებისთვის) საჭიროა 21% ჟანგბადი. ესენია: ტუბერკულოზის და შავი ჭირის გამომწვევი აგენტები, ქოლერის ვიბრიონი. როგორც წესი, ისინი აპკის სახით იზრდებიან თხევადი საკვები არის ზედაპირზე;
2. *ობლიგატური ანაერობები* ისეთი ბაქტერიებია, რომლებიც იზრდებიან (მრავლდებიან) თავისუფალი მოლეკულური ჟანგბადის არარსებობის პირობებში, ფერმენტაციის პროცესების ხარჯზე. მეტაბოლიზმის პროცესში ისინი წარმოქმნიან ჟანგბადს ორგანული ნაერთებისგან. ზოგიერთი მათგანი ვერ იტანს ჟანგბადის მცირე კონცენტრაციასაც კი. ასეთი ბაქტერიებია ტეტანუსის, ბოტულიზმის, გაზური ანაერობული ინფექციების გამომწვევები, ბაქტეროიდები, ფუზობაქტერიები და სხვ. ზოგიერთი კლოსტრიდია შეიძლება იყოს აეროტოლერანტული. მათი კულტივირებისთვის გამოიყენება სპეციალური საკვები არეები და აპარატები (ანაეროსტატები), რომელშიც ანაერობული პირობებია შექმნილი;
3. *ფაკულტატური ანაერობები (იგივე, ფაკულტატური აერობები)* ადაპტირებულნი არიან გარემო პირობების მიმართ და მათი გათვალისწინებით (ჟანგბადის არსებობა ან არარსებობა), შეუძლიათ შეცვალონ მეტაბოლური პროცესები ფერმენტაციისთვის მოლეკულური ჟანგბადის გამოყენება-არგამოყენებით. ფაკულტატური ანაერობების ჯგუფს მიეკუთვნება ნაწლავის ბაქტერიების ოჯახის (Escherichia, Salmonella, Shigella), სტაფილოკოკების და სხვა ბაქტერიების მრავალი წარმომადგენელი;
4. *მიკროაეროფილები* მიკრობების განსაკუთრებული ჯგუფია, რომელთა კულტივირებისას დასაშვებია ჟანგბადის პარციალური კონცენტრაციის 2%-მდე შემცირება. უფრო მაღალი კონცენტრაციებით შესაძლებელია ზრდის შეკავება. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება ლაქტობაქტერიები, აზოტფიქსაციის ბაქტერიები;

5. *კაპნოფილური* არის მიკროორგანიზმები, რომლებიც გარდა ჟანგბადისა, იყენებენ 10% ნახშირორჟანგსაც. ტიპური წარმომადგენელია ხარის ბრუცელოზის გამომწვევი პათოგენები.

ფორმის მიხედვით მიკროორგანიზმები სამ ჯგუფად იყოფა: სფერული (კოკები), ჩხირისებრი და სპირალური. სფერულ ბაქტერიებს მიეკუთვნება: მონოკოკები (ერთეული ბაქტერიები), მიკროკოკები (მცირე ზომის), დიპლოკოკები (არსებობენ წყვილებად), ტეტრაკოკები (არსებობენ ოთხწევრიან ჯგუფებად), სარცინები (8-16 ან მეტი ბაქტერიისგან შედგენილი ჯგუფები), სტრეპტოკოკები (ქმნიან ჯაჭვებს) და სტაფილოკოკები (ყურძნის მტევნის ფორმის ჯგუფები) (ნახ.2).

ჩხირისებური ფორმის ბაქტერიები იყოფა: ბაქტერიებად - ჩხირები, ბაცილებად - ჩხირები სპორებით და კლოსტრიდიებად - ჩხირები სპორებით, რომელთა დიამეტრი მიკროორგანიზმის დიამეტრს აღემატება. ისინი არსებობენ ცალკე, წყვილებად, ჯაჭვებში, კუთხურად ან კლასტერებში. ჩხირების ბოლოები შეიძლება იყოს მომრგვალებული, მართხკუთხა, წამახვილებული ან შესქელებული. სპორები განლაგებულია უჯრედის ცენტრში, ბოლოსთან ახლოს (სუბტერმინალურად) ან ბოლოში (ტერმინალურად). ზოგიერთი ბაქტერია დატოტვილია, სხვები - ერთმანეთზე დახვეული ძაფების სახით არის წარმოდგენილი.

კლაკნილი ფორმის ბაქტერიები სამი ჯგუფისაა: მძიმის ფორმის ვიბრიონები, 2-4 ხვეულის მქონე სპირილები და სპიროქეტები, რომლებსაც აქვთ 5- და მეტხვეულიანი მოღუნული ფორმა.



სურ. 2.3 ბაქტერიების ფორმები

სფერული (კოკები):	ჩხირისებრი:	დაკლაკნილი:
1- მონოკოკები	6-ბაქტერია (ჩხირი სპორებით)	8- ვიბრიონები
2- სტრეპტოკოკები	7- ბაცილები, კლოსტრიდია (ჩხირები სპორებით)	9- სპირილა
3- დიპლოკოკები და ტეტრაკოკები		10- სპიროქეტები
4- სტაფილოკოკები		
5- სარცინები		

არსებობს განსხვავებული ფორმის ბაქტერიებიც, რომლებიც არ აკმაყოფილებს ზემოთ მოტანილი კლასიფიკაციის კრიტერიუმებს. *Mycobacterium tuberculosis, M. leprae* - სწორი ან მოღუნული ჩხირებია, ზოგჯერ ძაფისებური ან მიცელიუმის მსგავსი აღნაგობით. ამდენად, შესაძლებელია მათი განხილვა ცალკე მორფოლოგიურ ჯგუფად. მათგან ბოლო ორი სტრუქტურა მარტივად იშლება ჩხირებად ან კოკებად. არსებობს ბაქტერიები, რომლებსაც ძაფისებრი ეწოდება. ძაფისებრი ბაქტერიები უმეტესად ჩხირის ფორმის ერთუჯრედიანი ან მრავალუჯრედიანი ორგანიზმებია, რომელთა ძაფები მოიცავს ლორწოთი, საფარით, პლაზმოდესმით ან სხვა სტრუქტურებით გაერთიანებულ მრავალი უჯრედს.

არსებობს ბაქტერიები, რომლებიც ფორმით წააგავს შეკრულ ან გახსნილ რგოლს (ტოროიდული ფორმა), სიმეტრიულ ექვსკუთხა ვარსკვლავს, სამკუთხედს, ბრტყელ კვადრატულ ფირფიტებს, ჰანტელებს; აგრეთვე ბაქტერიები, რომლებსაც აქვთ გამონაზარდები - პროსთეკები. ეს ძირითადად სამკუთხა ან სხვა ფორმის ერთუჯრედიანი ორგანიზმებია. ზოგიერთ მათგანში ვლინდება სხივური სიმეტრია. ისინი უმოძრაოა და არ წარმოქმნიან სპორებს. პროკარიოტული უჯრედების ფორმა განისაზღვრება მყარი (რიგიდული) გარსით. ბაქტერიული უჯრედების უმეტესობას მუდმივი ფორმა აქვს, ზოგიერთი ბაქტერიის (მაგალითად, ართრობაქტერიის გვარის წარმომადგენლების) განვითარების ციკლში კი უჯრედები ფორმას იცვლის.

მიკოპლაზმას და L-ფორმის ბაქტერიებს არ აქვთ მკვრივი გარსი, თუმცა ისინი შემოფარგლულია მემბრანით და შეიძლება შეიძინონ სხვადასხვა ფორმა, სხვაგვარად რომ ვთქვათ, პლეომორფიზმი მათი განსაკუთრებული თვისებაა. ბევრ შემთხვევაში, მიკროორგანიზმის ფორმა გარემო პირობებზეა დამოკიდებული. ხელოვნურ საკვებ არეზე გაზრდილი ბაქტერიების ბევრი ტიპი მნიშვნელოვნად განსხვავდება ადამიანისა და ცხოველების ორგანიზმში მობინადრე ბაქტერიებისგან (ჯილეხის გამომწვევი აგენტებისგან და სხვ.).

გარდა ზემოაღნიშნულისა, ბაქტერიების მიმართ ფართოდ გამოიყენება აგრეთვე ბერჯის კლასიფიკაციის სისტემა. ამ სისტემით, ყველა ბაქტერია ერთიანდება პროკარიოტების სამეფოში, რომელიც უჯრედული კედლის აგებულების და გრამ-შეღებვის მიხედვით იყოფა ოთხ განყოფილებად: *Gracilicutes* (გრამუარყოფითი); *Firmicutes* (გრამდადებითი), *Tenericutes* (არ აქვთ უჯრედული კედელი) (მიკოპლაზმა), *Mendisicutes* (არქებაქტერიები (არაპათოგენური).

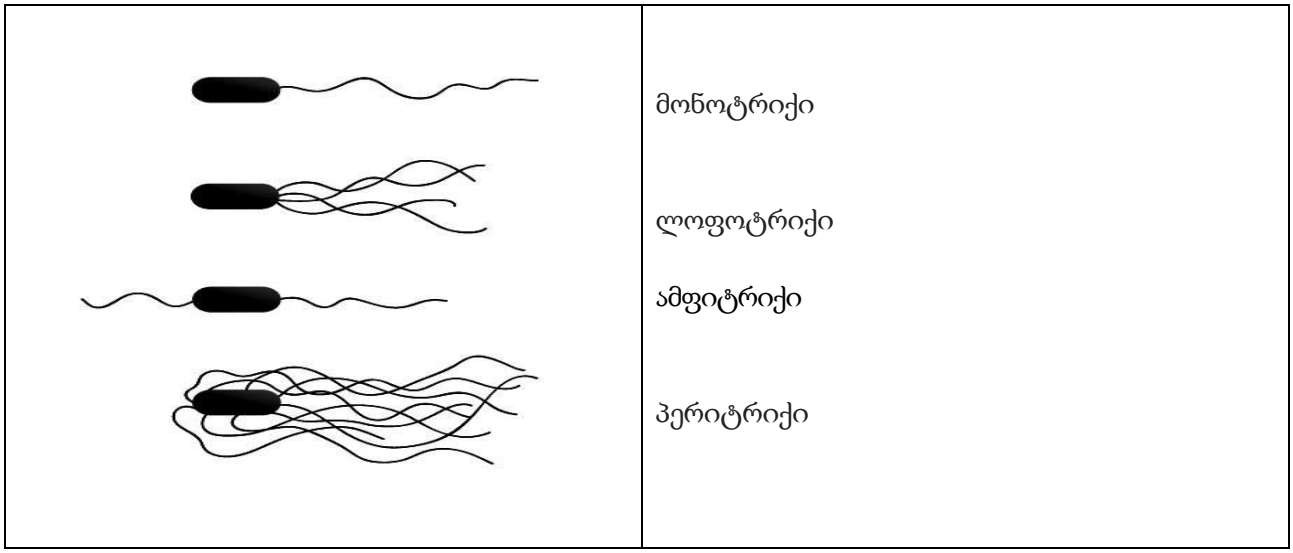
განყოფილება Gracilicutes აერთიანებს ოვალურ, სწორ და მოღუნულ ჩხირებს, სპირილებსა და გრძელ ძფილამენტებს, რომლებიც გრამის წესით შეღებვისას უარყოფითად იღებებიან. ისინი უმთავრესად მრავლდებიან ორად გაყოფით, დაკვირტვით და მრავალჯერადი შიდა დანაწევრებით, აგრეთვე, მცირე ზომის სფერული უჯრედების - ბეოციტების (იგივე, ნანოციტების) წარმოქმნით.

განასხვავებენ მოძრავ და ფიქსირებულ მიკროორგანიზმებს. ბაქტერიების სამოძრაო სტრუქტურას შოლტი წარმოადგენს, რომელიც ძაფისებრი, სპირალურად დახვეული წარმონაქმნია. ხრახნისებური ბრუნვის გამო ის ქაოტურად გადაადგილდება წინ, თუმცა ფლობს ტაქსისის უნარსაც. შოლტი ციტოპლაზმური მემბრანის წარმონაქმნია. ის გამოიზრდება ბაზალური სხეულიდან და შედგება სრული ანტიგენური თვისებების მატარებელი ცილა ფლაგელინის სუბერთეულებისაგან. შოლტი შედგება სპირალური ფილამენტებისაგან, კაუჭისგან და ბაზალური ნაწილაკისაგან. ის გამოიყურება როგორც თხელი (12–18 ნმ დიამეტრის), წაგრძელებული ფორმის ცილინდრი, რომლის სიგრძე ზოგჯერ მნიშვნელოვნად აღემატება მიკროორგანიზმის სიგრძეს (10-დან 20 მიკრონამდე, ზოგიერთ შემთხვევაში 80-90 მიკრონამდე). ამრიგად, შოლტი ჩვეულებრივ სინათლის მიკროსკოპში არ ჩანს და მისი

ვიზუალიზაციისთვის იმპრეგნაციის შეღებვის მეთოდებში გამოიყენება ისეთი საღებავები ან რეაგენტები, რომლებიც ხელოვნურად ზრდიან მის დიამეტრს.

შოლტების რაოდენობა და მათი ლოკალიზაცია ბაქტერიების მახასიათებელი ნიშანია, რომლის მიხედვით ბაქტერიებს ყოფენ მონოტრიქებად (აქვთ ერთი პოლარული შოლტი), ამფიტრიქებად (უჯრედის ორ ბოლოში აქვთ ერთი ან მეტი შოლტი), ლოფოტრიქებად (უჯრედის ერთ ბოლოში ლოკალიზებულია შოლტების კონა), პერიტრიქებად (შოლტები განაწილებულია უჯრედის მთელ ზედაპირზე) (სურ.2.3).

მიკრობების მოძრაობის განსაზღვრის მიზნით გამოიყენება ახალდამზადებული, 18-24-საათიანი ბულიონის კულტურები ან აგარის კონდენსატები; აგრეთვე ხორცის ექსტრაქტი-აგარის კულტურების ზედაპირიდან მარილხსნარით გამორეცხილი კულტურები.



სურ. 2.3. ბაქტერიების შოლტები

ეს განყოფილება მოიცავს 1-16 სისტემატიკურ ჯგუფს 35 ჯგუფიდან:

ჯგუფი 1. სპიროქეტები;

ჯგუფი 2. აერობული (მიკროაეროფილური, მოძრავი, მოღუნული) ვირულენტური გრამ-უარყოფითი მიკროორგანიზმები;

ჯგუფი 3. ფიქსირებული (ზოგჯერ მოძრავი) გრამ-უარყოფითი, მოღუნული ფორმის ბაქტერიები;

ჯგუფი 4. გრამ-უარყოფითო აერობული ჩხირები და კოკები;

ჯგუფი 5. ფაკულტატური ანაერობული გრამ-უარყოფითი ჩხირები;

ჯგუფი 6. გრამ-უარყოფითი, ანაერობული, სწორი, მოღუნული და სპირალური ბაქტერიები;

ჯგუფი 7. ბაქტერიები, რომლებიც ახორციელებენ გოგირდის ან სულფატების დისიმილაციურ აღდგენას;

ჯგუფი 8. ანაერობული გრამ-უარყოფითი კოკები;

ჯგუფი 9. რიკეციები და ქლამიდიები;

ჯგუფი 10. ანოქსიგენური ფოტოტროპული ბაქტერიები;

ჯგუფი 11. ოქსიგენური ფოტოტროპული ბაქტერიები;

ჯგუფი 12. აერობული ქემოლითოტროპული ბაქტერიები და მათი მსგავსი მიკროორგანიზმები;

ჯგუფი 13. ბაქტერიები, რომლებიც განიცდიან დაკვირტვას და/ან იზრდებიან;

ჯგუფი 14. ბაქტერიები, რომლებსაც აქვთ საფარველი;

ჯგუფი 15. არაფოტოსენსიტიური მცოცავი ბაქტერიები, რომლებიც არ წარმოქნიან ნაყოფსხეულს;

ჯგუფი 16. ლორწოიანი ბაქტერიები: მიქსობაქტერიები.

განყოფილება Firmicutes მოიცავს გრამ-დადებით ეუბაქტერიებს, ასპოროგენურ და სპორების წარმოქმნელ ბაქტერიებს, აქტინომიცეტებს. სისტემატიკური ჯგუფებია**:**

ჯგუფი 17. გრამ-დადებითი კოკები;

ჯგუფი 18. გრამ-დადებითი ჩხირები და ენდოსპორების წარმომქნელი კოკები;

ჯგუფი 19. სწორი ფორმის ჩხირები, რომლებიც არ წარმოქმნიან სპორებს;

ჯგუფი 20. არასწორი ფორმის გრამდადებითი ბაქტერიები, რომლებიც არ წარმოქმნიან სპორებს;

ჯგუფი 21. მიკობაქტერიები;

ჯგუფი 22–29. აქტინომიცეტები.

განყოფილება Tenericutes მოიცავს ეუბაქტერიებს (მიკოპლაზმებს), რომლებსაც არ გააჩნიათ უჯრედული კედელი და. შესაბამისად. მათი ციტოპლაზმა მხოლოდ მემბრანითაა შემოსაზღვრული. აქ გაერთიანებულია პოლიმორფული, პრედომინანტულად ფიქსირებული, გრამ-უარყოფითი უჯრედები, რომლებიც მრავლდება დაკვირტვით, ორმაგი დაყოფით, ფილამენტების ფრაგმენტაციით ან მორფოლოგიური ტრანსფორმაციებით. განყოფილებაში მხოლოდ ერთი ჯგუფი შედის:

ჯგუფი 30. მიკოპლაზმა (მოლიკუტები).

განყოფილება Mendisicutes აერთიანებს პროკარიოტებს, რომელთა უჯრედული კედელი მოკლებულია პეპტიდოგლიკანს. გრამ-დადებით ბაქტერიებს აქვთ სხვადასხვა ფორმა (ჩხირისებური, სფერული, მოღუნული). განსაკუთრებული ნიშან-თვისებაა თერმორეზისტენტულობა (იზრდებიან 100°C-ზე მაღალ ტემპერატურაზე და მრავლდებიან ძალზე მლაშე წყალში). ამ განყოფილებაში ერთიანდება 31-დან 35-მდე ჯგუფები:

ჯგუფი 31. მეთანოგენები;
ჯგუფი 32. სულფატ-მარედუცირებელი ბაქტერიები;
ჯგუფი 33. ჰალოფილური არქებაქტერიები (ჰალობაქტერიები);
ჯგუფი 34. უჯრედულ კედელს მოკლებული არქებაქტერიები;
ჯგუფი 35. ექსტრემალი თერმოფილები და გოგირდის მეტაბოლიზმის უნარის მქონე ჰიპერთერმოფილები.

განყოფილება **Gracilicutes** მოიცავს 3 კლასს:

1 კლასი – *Scotobacteria* – ბაქტერიები, რომლებიც არ საჭიროებენ სინათლეს და არ ეწევიან ფოტოსინთეზს;
2 კლასი – *Oxyphotobacteria* – ბაქტერიები, რომლებიც საჭიროებენ სინათლეს და გამოყოფენ ჟანგბადს;
3 კლასი – *Desoxyphotobacteria* – ბაქტერიები, რომლებიც საჭიროებენ სინათლეს, მაგრამ არ გამოყოფენ ჟანგბადს.

ინფექციური მიკროორგანიზმების კლასიფიკაცია (ჯანმოს სისტემით) რისკ-ჯგუფების მიხედვით:

რისკ ჯგუფი I (დაბალი ინდივიდუალური და სოციალური რისკი). ამ ჯგუფში შემავალი მიკროორგანიზმები ადამიანში ან ცხოველებში დაავადების გამომწვევ ეტიოლოგიურ ფაქტორებად არ განიხილება (მაგ., *Bacillus subtilis*);

რისკ ჯგუფი II (ზომიერი ინდივიდუალური და დაბალი სოციალური რისკი). პათოგენები, რომლებსაც შეუძლიათ გამოიწვიონ დაავადება ადამიანში ან ცხოველში, მაგრამ სერიოზულ საფრთხეს არ უქმნიან ლაბორატორიის პერსონალს, საზოგადოებას, შინაურ ცხოველებს ან გარემოს. ლაბორატორიაში მუშაობის პროცესში დაშვებულმა წინდაუხედაობამ შეიძლება გამოიწვიოს სერიოზული ინფექცია, თუმცა არსებობს და ხელმისაწვდომია მკურნალობისა და პრევენციის ეფექტიანი საშუალებები და, შესაბამისად, ინფექციის გავრცელების რისკი დაბალია (*Salmonella typhymurium*);

რისკ ჯგუფი III (მაღალი ინდივიდუალური და ზომიერი სოციალური რისკი). პათოგენი, რომელიც ადამიანებში და ცხოველებში იწვევს სერიოზულ დაავადებას, მაგრამ ერთი ინფიცირებულიდან მეორეს არ გადაეცემა. მკურნალობისა და პრევენციის ეფექტიანი საშუალებები ხელმისაწვდომია (*Brucella, Lassa virus*);

რისკ ჯგუფი IV (მაღალი ინდივიდუალური და მაღალი სოციალური რისკი). პათოგენი, რომელიც ადამიანებსა და ცხოველებში იწვევს სერიოზულ დაავადებას, აგრეთვე ერთი ინფიცირებულიდან მეორეს ადვილად გადაეცემა პირდაპირი ან არაპირდაპირი გზით. მკურნალობისა და პრევენციის ეფექტიანი საშუალებები, ჩვეულებრივ, არ არის ხელმისაწვდომი (*Ebola-Marburg virus, FMD virus*).

მიკროორგანიზმების კლასიფიკაცია პათოგენურობის მიხედვით წარმოდგენილია სურათზე (სურ.2. 4).

ზოგიერთ ქვეყნებში მიღებულია შემდეგი კლასიფიკაციის სისტემა: პათოგენებს აერთიანებენ 4 ჯგუფში მათი საფრთხის ხარისხის მიხედვით:

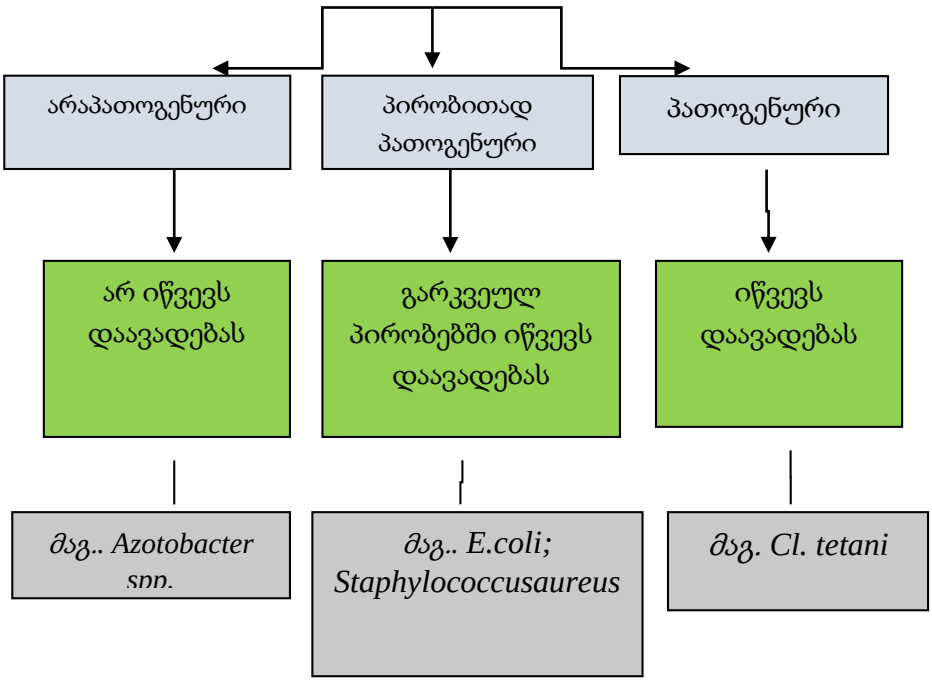
ჯგუფი I - განსაკუთრებით საშიში ინფექციების გამომწვევი აგენტები (შავი ჭირი, ჯილეხი);

ჯგუფი II – მაღალგადამდები ეპიდემიური ბაქტერიული, ვირუსული, რიკეციული, სოკოვანი დაავადებების გამომწვევი პათოგენები (ბრუცელოზი);

ჯგუფი III – დამოუკიდებელ ნოზოლოგიურ ფორმად გამოყოფილი ბაქტერიული, ვირუსული, სოკოვანი, პროტოზოული ინფექციების გამომწვევი აგენტები (დიფტერია);

ჯგუფი IV – ბაქტერიული, ვირუსული, სოკოვანი დაავადების, სეფსისის, მენინგიტის, პნევმონიის, ენტერიტის, ტოქსიკური ინფექციების, მწვავე ბაქტერიული მოწამვლის გამომწვევი პათოგენები.

მიკროორგანიზმები



სურ. 2.4. მიკროორგანიზმების კლასიფიკაცია პათოგენურობის მიხედვით

2.4 საკულტივაციო არეები. საკულტივაციო არეებზე გაზრდილ მიკროორგანიზმთა თავისებურებები

2.4.1 საკულტივაციო არეები

არსებობს საკულტივაციო არეების ორი ძირითადი ტიპი:

- სინთეტიკური არე, რომლის ძირითადი კომპონენტები კარგადაა ცნობილი (მაგალითად, გლუკოზა-მარილის საკვები არე);
- ემპირიულად შერჩეული ან ნატურალური არე, რომლის ზუსტი შემადგენლობა უცნობია (მაგალითად, ნაწილობრივ ჰიდროლიზებული ცილისაგან დამზადებული პეპტონები).

საკვები არის შერჩევა ექსპერიმენტის მიზანზეა დამოკიდებული.

სინთეტიკური საკვების არის პრაქტიკაში გამოყენების შეზღუდვები:

- ასეთ საკულტივაციო არეში გაზრდილი მიკროორგანიზმები ფენოტიპურად განსხვავდებიან ნატურალურ არეებზე გაზრდილი მიკროორგანიზმებისაგან (მაგ., შემადგენლობით ან გამრავლების სიჩქარით).
- ასეთ არეებში მიკროორგანიზმების გამრავლება მარტივად იზღუდება ჭარბი აერაციით ან ტოქსიკური კათიონებით; ამასთან, მიკროორგანიზმები უფრო მგრძნობიარეა საკვები არის ზოგიერთი კომპონენტის (განსაკუთრებით ამინომჟავების) დისბალანსის მიმართ.

ქიმიური ნაერთებისგან შექმნილი სინთეტიკური საკულტივაციო არე ძირითადად გამოიყენება მიკრობული უჯრედის მეტაბოლიზმის შესასწავლად. მცენარეული ან ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებისგან შემდგარი საკულტივაციო არეებით ხშირად სარგებლობენ გამოყენებით

მიკრობიოლოგიაში, მიუხედავად იმისა, რომ ისინი არასტანდარტულია და არ აქვთ ზუსტად განსაზღვრული ქიმიური შემადგენლობა.

2.4.2 მოთხოვნები საკულტივაციო არეების მიმართ

საკულტივაციო არე:

- უნდა შეიცავდეს საკვებ ნივთიერებებს, რომლებიც საჭიროა მიკრობების კვებისათვის.
- უნდა ჰქონდეს pH მნიშვნელობა, რომელიც ოპტიმალურია მიკრობის ზრდისათვის.
- უნდა იყოს საკმარისად დატენიანებული, ვინაიდან მიკრობები ოსმოსისა და დიფუზიის გზით იკვებებიან.
- უნდა იყოს იზოტონური.
- უნდა იყოს სტერილური, რათა გარანტირებული იყოს მიკრობების სუფთა კულტურების ზრდის შესაძლებლობა.

ბაქტერიების ზრდისთვის გამოყენებული ნიადაგის შემადგენლობაში შედის აზოტი, ნახშირბადი, წყალბადი, ჟანგბადი, ფოსფორი, კალიუმი, გოგირდი, ნატრიუმი, მაგნიუმი; აგრეთვე მიკროელემენტები - რკინა, კობალტი, იოდი, მანგანუმი, ბორი, თუთია, მოლიბდენი, სპილენძი და სხვა ციტოპლაზმის ცილების შენებისთვის საჭირო ელემენტები. საკვებ არეებში ეს ელემენტები ნაერთების სახით უნდა იყოს ხელმისაწვდომი მიკროორგანიზმებისათვის. სხვადასხვა მიკრობის მომთხოვნელობა სხვადასხვა ელემენტის მიმართ განსხვავებულია. ჟანგბადისა და წყლის საჭიროება ძირითადად მიკროორგანიზმების უჯრედებში წყლის შედინებით კმაყოფილდება.

პათოგენურ მიკროორგანიზმებს შეუძლიათ აზოტის შეთვისება მარტივი ამონიუმის ნაერთებისგან. ზოგიერთები ამინომჟავებს საჭიროებენ, სხვები კი მაკრომოლეკულურ სუბსტანციებს - ე.წ. პეპტონებს, რომლებიც ცილების არასრული ფერმენტული დაშლის პროდუქტებია. ბაქტერიების პარაზიტული სახეობები მრავლდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ნიადაგში შედის ბუნებრივი ცილა.

ნახშირბადის წყარო პათოგენური ბაქტერიებისთვის არის ნაირგვარი ნახშირწყლები, პოლიჰიდრული სპირტები, ორგანული მჟავები და მათი მარილები.

ბაქტერიების მინერალური ელემენტები მიიღება საკულტივაციო არეში ისეთი მარილების დამატებით, როგორიცაა NaCI, KH_2PO_4, K_2HPO_4 და ა.შ.

მიკროელემენტები, რომლებიც ქიმიური პროცესების კატალიზატორებია, საკვებ არეში ხვდება პეპტონთან, არაორგანულ მარილებთან და წყალთან ერთად.

ორგანული და არაორგანული ელემენტებთან ერთად, ბაქტერიებს სჭირდებათ ზრდის სტიმულატორებიც. ისინი საკულტივაციო არეში ხვდება მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებიდან, რომლებიც შეიცავს ნიკოტინს; პანტოთენის და პარაბენზოინის მჟავებს; A, B, C ვიტამინებს და სხვ.

მიკრობის მიერ საკვები ნივთიერებების ათვისება შესაძლებელია მხოლოდ საკულტივაციო არის გარკვეული რეაქციის შემდეგ, ვინაიდან მიკრობული უჯრედების გარსის გამტარიანობა ვარიირებს საკვები არის pH–ზე დამოკიდებულებით. საკვები ნივთიერებებისა და არის pH-ის მიმართ განსხვავებული მოთხოვნების გამო, გამორიცხულია განსხვავებული ტიპის მიკრობებისთვის შეიქმნას უნივერსალური საკვები არე.

2.4.3 ზოგადი და სპეციალური დანიშნულების საკულტივაციო არეები

საკვები არის დასამზადებლად გამოიყენება:

- ცხოველური წარმოშობის პროდუქტები (ხორცი, კაზეინი, რძე, კვერცხი, სისხლი და სხვ.);
- მცენარეული წარმოშობის პროდუქტები (კარტოფილი და სხვ.);
- გარკვეული ქიმიური შემადგენლობის ორგანული და არაორგანული ნაერთები.

არჩევენ მკვრივ და თხევად საკვებ არეებს. მკვრივი საკვები არეები მიიღება სითხისგან, მასში ისეთი წებოვანი ნივთიერებების დამატებით, როგორიცაა აგარი ან ჟელატინი. აგარ-აგარი (Malay-Algae წყალმცენარეებიდან) მცენარეული წარმოშობის პროდუქტია, რომელიც ზღვის წყალმცენარეებიდან მიიღება. აგარ-აგარი წყალში იხსნება 80-86°C ტემპერატურაზე, ხოლო 36-40°C-ზე მყარდება. ჟელატინი ცხოველური წარმოშობის ცილოვანი ბუნების ნივთიერებაა. თბილ წყალში 32-34 °C ტემპერატურაზე ის ლღვება და იხსნება, ხოლო უფრო დაბალ ტემპერატურაზე ჟელედ გარდაიქმნება. თუმცა, როდესაც pH 6,3-ზე დაბალია ან 7,0-ზე მაღალი, ჟელატინის სიმკვრივე მცირდება და ის ცუდად მაგრდება.

აგარისა და ჟელატინის თვისებამ - შეინარჩუნოს სიმკვრივე 37°C ტემპერატურაზე, შესაძლებელი გახადა პათოგენური მიკრობების გაზრდა მკვრივ ნიადაგზე ოპტიმალურ ტემპერატურაზე.

არსებობს სტანდარტული (უნივერსალური) და სპეციალური საკვები არეები.

სტანდარტული საკულტივაციო არეები მოიცავს ხორც-პეპტონურ ბულიონს, ხორც-პეპტონურ აგარს ან ხორც-პეპტონურ ჟელატინს. ასეთი არეები გამოიყენება მრავალი პათოგენური მიკრობის გასაზრდელად; აგრეთვე, სპეციალური ნიადაგების დასამზადებლად მათში სისხლის, შაქრის, რძის, შრატის ან სხვა ინგრედიენტების დამატებით, რომლებიც საჭიროა ამა თუ იმ სახეობის მიკრობის გასამრავლებლად.

სელექციური არეები. სელექციური საკვები არის წარმოქმნის პრინციპი ეფუძნება იმ ტიპის მიკრობების ძირითადი ბიოქიმიური და ენერგეტიკული მოთხოვნების დაკმაყოფილებას, რომელთა ზრდისთვისაც არის შექმნილი. საკვები მიკროელემენტების და ზრდის ფაქტორების განსაზღვრული შემადგენლობა და კონცენტრაცია, ასევე შესაბამისი pH უზრუნველყოფს ერთი ან რამდენიმე ტიპის მიკროორგანიზმის ზრდისთვის საჭირო ოპტიმალურ პირობებს. თუ ამ არეში მოვათავსებთ მიკროორგანიზმების ნარევს, ყველაზე კარგად გაიზრდება ის მიკროორგანიზმები, რომელთათვისაც წინასწარ შეირჩა ეს არე.

დიფერენცილურ-დიაგნოსტიკური არეები.

დიფერენციალურ-დიაგნოსტიკური საკვები არეები გამოიყენება საკვლევი მიკრობის სახეობრივი კუთვნილების დასადგენად, მისი მეტაბოლიზმის თავისებურებებიდან გამომდინარე. დიფერენციალურ-დიაგნოსტიკური საკვები არეები შეიძლება იყოს:

- ✓ ცილოვანი ნივთიერებების შემცველი (სისხლი, რძე, ჟელატინი, კოაგულირებული სისხლის შრატი) არეები, რომლებიც გამოიყენება მიკრობების პროტეოლიზური და ჰემოლიზური თვისებების გამოსავლენად;
- ✓ ინდიფერენტული ქიმიური ნაერთების შემცველი არეები, რომლებიც არის კვების წყარო მიკროორგანიზმების ერთი სახეობისთვის, მაგრამ არ შთაინთქმება სხვა სახეობების მიერ;
- ✓ ნახშირწყლების და მრავალატომიანი სპირტების შემცველი არეები შესაბამისი ფერმენტების აღმოსაჩენად;
- ✓ არეები მიკრობების რედუქციის უნარების დასადგენად.

ისეთი ინდიკატორები, როგორიცაა მეთილენის ლურჯი, ლაკმუსი, მჟავე ფუქსინი, ბრომთიმოლოლის ლურჯი, წყლის ლურჯი საღებავი და აზოლის მჟავა ემატება დიფერენციალურ-დიაგნოსტიკურ არეებში შაქრების დამშლელი და ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტების აღმოსაჩენად. ფერის შეცვლით pH სხვადასხვა მნიშვნელობაზე, ინდიკატორი აჩვენებს არეში შეყვანილი ინგრედიენტის გახლეჩის, დაჟანგვის ან აღდგენის არსებობას/არარსებობას. თუმცა, ინდიკატორი არ არის ფერმენტ-აღმომჩენი ნიადაგის აუცილებელი კომპონენტი. მაგალითად, კულტურაში ჟელატინაზას ან სხვა პროტეოლიზური ფერმენტების დადგენა ხდება ჟელატინის, კოაგულირებული კვერცხის ან შრატის ცილის დამატებით.

მშრალი სელექციური ნიადაგი

საკულტივაციო არეების დამზადება ბაქტერიოლოგიური ლაბორატორიის მუშაობის ერთ-ერთი ყველაზე საპასუხისმგებლო და რთული მიმართულებაა. სწორედ ამიტომ, ბიოლოგიური ინდუსტრია აწარმოებს სტანდარტულ, დაკონსერვებულ მშრალ საკვებ ნიადაგებს მიკროორგანიზმთა კულტივირებისთვის.

სტანდარტული საკვები არის დამზადება

ზოგადი მოხმარების საკვები არეების დამზადების საფუძველს წარმოადგენს წყალი, რომელშიც ერთხანს აყოვნებენ ხორცს და ამიტომ არე ხორცის ექსტრაგირებულ ნივთიერებებს შეიცავს.

ხორცის ექსტრაქტიანი წყალი

1. 100 გ. ძვლების, ცხიმისა და მყესებისგან გაწმენდილი ახალი უცხიმო საქონლის ან ხბოს ხორცი უნდა გაატაროთ ხორცსაკეპ მანქანაში, დაამატოთ 1 ლიტრი ონკანის წყალი და კარგად აურიოთ. დატოვეთ ერთი დღე გრილ ადგილას ან მოათავსეთ თერმოსტატში 2 საათით.
2. ხორცის მასა უნდა გაატაროთ დოლბანდში და ხარშოთ 5 წუთი. კოაგულაციისთვის ცილები უნდა გაცივდეს. გაატარეთ ბამბის ფილტრში, დაუმატეთ წყალი და შეავსეთ საწყის მოცულობამდე. ხორცის ექსტრაქტიანი წყალი ჩაასხით ბოთლებში, გაასტერილეთ 20-30 წუთი 120°C ტემპერატურაზე და შეინახეთ ბნელ ადგილას. ეს არის გამჭვირვალე მოყვითალო სითხე სუსტი მჟავე რეაქციით (pH 6,2-6,4), რომელიც მოკლებულია ცილებს. ხორცის ექსტრაქტიანი წყალი მცირე რაოდენობით შეიცავს ამინომჟავებს, მარილებს, ნახშირწყლებს, ზრდის ფაქტორებს და სხვა ექსტრაგირებულ ნივთიერებებს. ცილების ჰიდროლიზის პირველად პროდუქტს - მშრალ პეპტონს, რომელიც პეპტიდური ან ტრიფსინით მონელების შედეგად მიღებული ამინომჟავების და პეპტიდებისგან შედგება, ამატებენ ხორცის ექსტრაქტიან წყალს ზოგადი მოხმარების საკვები არის მიღების მიზნით.

ფიბრინი, სისხლი და სხვა ნარჩენები გამოიყენება მშრალი პეპტონის საწარმოებლად ხორცის გადამამუშავებელ საწარმოებში. პეპტონის გაშრობა შესაშხურებელ ვაკუუმ-საშრობში წარმოებს. თხევადი პეპტონის მომზადება შესაძლებელია ლაბორატორიაში ცილების პეპტიდური მონელების გზით.

მარტინის პეპტონი

ღორის კუჭები (გაურეცხავი) უხვი ლორწოვანი შრით უნდა გაათავისუფლოთ აპკისა და ცხიმისგან და გაატაროთ ხორცსაკეპ მანქანაში. ფარშს დაუმატეთ წყალი და მარილმჟავა შემდეგი

თანაფარდობით: 250 გ ღორის კუჭის ფარში, 50 °C ტემპერატურამდე შემთბარი 1000 მლ ონკანის წყალი, 10 მლ მარილმჟავა (ხვედრითი წონით 1,18). ნარევი მოათავსეთ თერმოსტატში 50°C-ზე 24 საათით. შემდეგ, პეპტონი გააცხელეთ ავტოკლავში 100° C-ზე და გაფილტრეთ. ფილტრატს დაუმატეთ 10%-იანი NaOH-ის ხსნარი ლაკმუსით აღმოსაჩენი ტუტე რეაქციის მიღებამდე. ამის შემდეგ მოათავსეთ ფილტრატი კოლბებში და გაასტერილეთ 115°C-ზე 30 წუთის განმავლობაში.

ხორც-პეპტონიანი ბულიონი

ხორც-პეპტონიანი ბულიონის დასამზადებლად მარტინის პეპტონს ურევენ იმავე მოცულობის ხორცის ექსტრაქტიან წყალში, აყენებენ საჭირო რეაქციას, ადუღებენ 30 წუთის განმავლობაში, ფილტრავენ და ასტერილებენ 115 °C-ზე 30 წუთის განმავლობაში.

ტრიფსინის ან ხორცის მონელების სხვა ფერმენტების გამოყენებით იღებენ ჰოტინგერის ბულიონს. ამგვარი მონელების დროს ხდება ხორცის პროტეინების უფრო სრულად გამოყენება, ვინაიდან ისინი იშლება პეპტონებად, პოლიპეპტიდებად და თავისუფალ ამინომჟავებად. ხორცის ტრიფსინული მონელების შედეგად მიიღება 10-ჯერ მეტი ბულიონი, ვიდრე ჩვეულებრივი მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში.

ჰოტინგერის ბულიონი

გაწმენდილი ხორცი დაჭერით პატარა ნაჭრებად, მოათავსეთ ქვაბში მდუღარე წყლით (თანაფარდობა - 1 : 1,5) და ადუღეთ 15-20 წუთის განმავლობაში. შემდეგ ხორცი ამოიღეთ სითხიდან და გაატარეთ ხორცსაკეპ მანქანაში. სითხე გააგრილეთ 40-45° C- მდე (pH უნდა იყოს 8) და დაამატეთ დაკეპილ ხორცს. მიღებულ ნარევს დაამატეთ მშრალი პანკრეატინი 0,5-1% ოდენობით ან პანკრეასი (100 გ. ჯირკვალი 1 ლიტრ სითხეზე გაანგარიშებით). ნარევს დაამატეთ ტუტე და ჩაასხით ბოთლებში. დაუმატეთ 2-3% ქლოროფორმი, დაახურეთ ბოთლს რეზინის საცობი და რამდენჯერმე შეანჯღრიეთ. ბულიონი ინახება 7-14 დღის განმავლობაში 37° C ტემპერატურაზე.

მონელების შემდეგ, ფარში გადაიქცევა ერთგვაროვან მონაცრისფრო მასად, რომელიც იფარება გამჭვირვალე ჩალისფერი სითხით. კარგი ხარისხის ჰოტინგერის ბულიონი იძლევა დადებით რეაქციას ტრიპტოფანზე და შეიცავს ამინური აზოტის 560-860 მგ%-ს. ნახარშის დასამზადებლად ბულიონის ერთ ნაწილს დაუმატეთ 6-7 წილი წყალი.

ტრიპტიქის ჰოტინგერის ბულიონი

ეს არე შეიცავს ამინომჟავების დიდ რაოდენობას, რაც ზრდის მის ბუფერულ თვისებებს. ამის გამო, ნიადაგის აქტიური რეაქციის მაჩვენებელი უფრო სტაბილური ხდება.

ბულიონის დასამზადებლად აიღეთ 1 კგ ხორცი მყესებისა და ცხიმის გარეშე, დაჭერით 1-2 სმ.ნაჭრებად. მოათავსეთ ქვაბში მდუღარე წყლის ორმაგი მოცულობით და ადუღეთ 15-20 წთ, სანამ ხორცი არ გახდება ნაცრისფერი, რაც ცილების კოაგულაციის მაჩვენებელია. ხორცი ამოიღეთ სითხიდან და გაატარეთ ხორცსაკეპ მანქანაში. დარჩენილ სითხეში დააყენეთ pH მნიშვნელობა 8-მდე, დაამატეთ ხორცი და გააცივეთ 40°C-მდე. ამის შემდეგ, დაამატეთ 10% (სითხის მოცულობაზე გაანგარიშებით) ახალი კუჭქვეშა ჯირკვალი, რომელსაც წინასწარ მოცილებული აქვს შემაერთებელი ქსოვილი და ცხიმი და ორჯერ არის გატარებული ხორცსაკეპ მანქანაში. ჯირკვლის ნაცვლად შესაძლებელია მშრალი პანკრეატინის (0,5%) გამოყენება. შეანჯღრიეთ მიღებული ნარევი და pH მიიყვანეთ 7,8-8,0-მდე. 30 წუთის შემდეგ გადაამოწმეთ pH. თუ ნიადაგის აქტიური რეაქცია მჟავურით არ იცვლება, ეს ფერმენტის დაბალი ხარისხის

მაჩვენებელია. როდესაც არის pH დასტაბილურდება, ნარევი ჩაასხით დიდ ბოთლებში, შეავსეთ ბოთლის მოცულობის 1/3-მდე. დაამატეთ 3%-მდე ქლოროფორმი, დახუფეთ რეზინის საცობით, შეანჯღრიეთ სითხეების ერთმანეთში შესარევად. მოაცილეთ ჭარბი ქლოროფორმი. 1-2 საათში ისევ შეამოწმეთ საკვები არის pH, დააყენეთ ის 7,4-7,6 მნიშვნელობაზე. მიღებული ნარევი დატოვეთ ოთახის ტემპერატურაზე 16 დღემდე პერიოდით. პირველი 3-4 დღის განმავლობაში ყოველდღიურად შეამოწმეთ და დაარეგულირეთ ნიადაგის pH; აგრეთვე, ანჯღრიეთ ფლაკონები დღეში სამჯერ. შემდგომში ეს პროცედურა შეგიძლიათ აღარ გაიმეოროთ, არე უნდა შეანჯღრიოთ ნაკლები სიხშირით. მონელების ციკლის დასრულებამდე 1-2 დღით ადრე, საკვები არის შენჯღრევა უნდა შეწყვიტოთ.

ხარისხიანი მონელების დასრულებაზე მიანიშნებს სითხის ფერის შეცვლა, რომელიც ჩალისფერი ხდება, ხოლო ფსკერზე ილექება ნაცრისფერი, მტვრის მსგავსი პრეციპიტატი. სითხე ადვილად იფილტრება და ბრომის წყალხსნარი (ფილტრატის 3-4 მლ-ზე გამოიყენება ბრომის წყალხსნარის 3-4 წვეთი) მოწმდება ტროფტოფანზე. ტრიფტოფანის გამოყენების დროს (2,0-3,0 გ/ლ) არის ფერი იცვლება და ხდება ვარდისფერი ან იისფერი. გაზომეთ საერთო აზოტი, რომელიც ჩვეულებრივ 11,0-12,0 გ/ლ აღწევს და ამინური აზოტი (7,0-9,0 გ/ლ-მდე).

ჰიდროლიზატი იფილტრება ქაღალდის ან ქსოვილის ფილტრში, თავსდება ბოთლებში და ავტოკლავირდება 120°C-ზე 30 წუთის განმავლობაში. ამ სახით მისი შენახვა ხანგრძლივი დროით შეიძლება. .

ჰოტინგერის ბულიონის მისაღებად გამოიყენება ტრიპტიქის ჰოტინგერის მონელება. ამისთვის ჰიდროლიზატის 100-200 მლ-ს უმატებენ 800-900მლ დისტილირებულ წყალს, 0,5% ნატრიუმის ქლორიდს და 0,2% ერთჩანაცვლებულ ნატრიუმის ფოსფატს. დააყენეთ pH 7,4-7,6 მნიშვნელობაზე, გადაიტანეთ სინჯარებში და გაასტერილეთ 120°C-ზე 20 წუთის განმავლობაში.

2.4.4 მიკროორგანიზმების ზრდა საკულტივაციო არეში

მკვრივ საკულტივაციო არეში მიკროორგანიზმები იზრდება კოლონიების სახით, რომლებიც ერთმანეთისგან გასხვავდება შემდეგი მახასიათებლებით (ცხრილი 2.1):

ცხრილი 2.1 კოლონიების დიფერენცირება საკულტივაციო არეში ზრდის მიხედვით

საკულტივაციო არეში ზრდის მახასიათებელი	კოლონიები
ზომა (დიამეტრი)	დიდი (4-6 მმ. და მეტი), საშუალო (2-4 მმ.), პატარა (1-2 მმ.), უმცირესი ან წერტილოვანი (1 მმ-ზე პატარა).
კოლონიის ფორმა	მრგვალი (მკაფიო კონტურით) არამკაფიო კონტურით (ამებოიდური), რიზოიდული.
გამჭვირვალობა	გამჭვირვალე, ატარებს შუქს, გაუმჭვირვალე.
ვერტიკალური ჭრილის რელიეფი ან კონტური	ბრტყელი, ამოზნექილი, გუმბათისებური, წვეთისმაგვარი, კონუსისებური,

	ბრტყელი ამობურცულობით, ბრტყელი არის ზედაპირზე, ჩაზნექილი ცენტრით, ამოზნექილი დვრილისებრი ცენტრით.
ზედაპირი	მქრქალი ან მბრწყინავი , მბზინავი, მშრალი ან სველი, გლუვი ან ხორკლიანი. გლუვ კოლონიებს ეწოდება S-ფორმები, ხოლო ხორკლიანს - R-ფორმები. ხორკლიანი ზედაპირების ფორმა კიდევ შეიძლება იყოს: ნაოჭიანი, უსწორმასწორო, სხივურად შეფერილი და სხვ.
ბაქტერიის მიერ სინთეზირებული პიგმენტის ფერი	თეთრი, კრემისფერი, ყვითელი, ოქროსფერი, ლურჯი, წითელი და სხვ.
კონსისტენცია (განისაზღვრება კოლონიასთან ბაქტერიული მარყუჟით შეხებისას)	წებოვანი, ვისკოზური ან ლორწოვანი, მშრალი, მყიფე

თხევადი საკულტივაციო არეების მიმართ, მხედველობაში იღებენ შემდეგ მახასიათებლებს:

- ზედაპირის ზრდის მახასიათებელს - შემორგოლილი კედელი, ქსელურობა, ნატიფი, დანაოჭებული, ლორწოვანი ან ხისტი მემბრანა;
- სიმუქის ინტენსივობა - სუსტი, საშუალო, ძლიერი;
- პრეციპიტატის მოცულობა და სტრუქტურა - მნიშვნელოვანი, უმნიშვნელო;
- პრეციპიტატის არსებობის შემთხვევაში - ლორწოვანი; დადგენილი სტრუქტურა - მარცვლოვანი, მყიფე, ფხვიერი, ღრუბლისებრი, ბამბის ქულის მსგავსი და სხვ.;
- საკვები არის შეფერილობის ცვლილება - არ იცვლება; იცვლება პიგმენტის წარმოქმნის შემთხვევაში.

2,5 ანალიზური მეთოდები და დეტექციის პრინციპები

ანალიზური ქიმიის მეთოდების კლასიფიკაცია შესაძლებელია სხვადასხვა პრინციპზე დაყრდნობით.

1) საანალიზოდ გამოყენებული ნივთიერების მასის მიხედვით, მეთოდები შეიძლება იყოს:

- ***მაკრომეთოდები,*** როდესაც ანალიზისთვის საჭიროა ნივთიერების არანაკლებ 0,1გ;
- ***ნახევრად-მიკრომეთოდები,*** როდესაც საჭიროა ნივთიერების 0,1-0,01გ;
- **მიკრომეთოდები,** ნივთიერების 10^{-2} - 10^{-3} გ;
- ***ულტრამიკრომეთოდები,*** როდესაც საჭიროა ნივთიერების ~ 10^{-6} გ;
- ***სუბმიკრომეთოდები,*** როდესაც საჭიროა ნივთიერების ~ 10^{-9} g.

2) ანალიზის ტიპის მიხედვით, განარჩევენ სეპარაციის მეთოდს და დეტერმინაციის (განსაზღვრის) მეთოდებს.

- ***სეპარაციის მეთოდების*** მთავარი ამოცანაა შერეული კომპონენტების დაცალკევება ან კომპონენტის იზოლირება ისე, რომ შესაძლებელი იყოს მისი რაოდენობრივი განსაზღვრა.
- ***განსაზღვრის მეთოდების*** გამოყენებით ანალიზირებული კომპონენტის შემცველობა ნიმუშში დგინდება მისი წინასწარი გამოყოფის გარეშე.

3) არჩევენ ანალიზის ქიმიურ და ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს. ზოგჯერ ფიზიკურ მეთოდებს ცალკე ჯგუფად გამოყოფენ.

ქიმიური მეთოდები მოიცავს გრავიმეტრულ და ტიტრიმეტრულ მეთოდებს, ფიზიკურ-ქიმიური (ინსტრუმენტული) მეთოდები კი მოიცავს სპექტროფოტომეტრულ, ელექტროქიმიურ, ქრომატოგრაფიულ და სხვა მეთოდებს.

2.5.1 გრავიმეტრული ანალიზი

ეს არის ნივთიერების სუფთა სახით გამოყოფა და აწონვა. ექსტრაქციას ახდენენ გამოლექვით ან ნივთიერების აირადი ფორმის მიღებით (დისტილაციის მეთოდის გამოყენებით).

მეთოდის პრინციპი: მასა არის ანალიზური სიგნალი გრავიმეტრიაში. მასის განსაზღვრა ხდება სასწორის მეშვეობით და მისი შედარება სხვა ცნობილ მასასთან გრავიმეტრიის მეთოდი გამოიყენება:

- არაორგანულ ნივთიერებათა რაოდენობრივი განსაზღვრისთვის (არაორგანული კათიონები, ანიონები, ნეიტრალური კომპონენტები, როგორიცაა I_2, H_2O, CO_2, SO_2). აგრონომიაში განისაზღვრება ფოსფორის შემცველობა ფოსფორის სასუქში და ნიადაგში (ამ დროს PO^{3+} ილექება NH_4MgPO_4 მარილის სახით, რომელიც გაცხელებისას წარმოქმნის მაგნიუმის პიროფოსფატს $Mg_2P_2O_7$). კრისტალიზებული წყალი მარილებში, ჰიგროსკოპული წყალი ნიადაგში, სასუქში და მცენარეულ მასალაში იზომება დისტილაციის მეთოდის გამოყენებით. ამ მეთოდით სარგებლობისას, ტემპერატურისა და მჟავების მოქმედების შედეგად კომპონენტი გამოიყოფა აირადი ნაერთის სახით. მეთოდი გამოიყენება ხილში, ბოსტნეულში, ცელულოზაში, მცენარეულ ნედლეულში შემავალი მშრალი ნივთიერებების განსაზღვრის მიზნით.

- ორგანულ ნივთიერებათა განსაზღვრის მეთოდს შეზღუდული გამოყენება აქვს (მაგალითად, სალიცილის მჟავა განისაზღვრება იოდთან რეაქციით: ყვითელ ნალექს ფილტრევენ, აშრობენ და წონიან).

საშუალო ნიმუშის აღების მეთოდები დამოკიდებულია გასაანალიზებელი მასალის მახასიათებლებზე და კვლევის მიზანზე. წარმოებაში საჭიროა განისაზღვროს ჰეტეროგენული მასალის (პესტიციდების, სასუქის, ნიადაგის) დიდი პარტიის საშუალო ქიმიური შემადგენლობა.

2.5.2.ტიტრიმეტრიის მეთოდი.

მეთოდი ეფუძნება ანალიტთან რეაქციაში გამოყენებული რეაგენტის რაოდენობის ზუსტ განსაზღვრას. სანამ მოცემულ თავში განსახილველ მასალას გაეცნობით, საჭიროა შემდეგი ცნებების განმარტება:

ტიტრაციული ან სტანდარტული ხსნარი - ეს არის ხსნარი, რომლის ზუსტი კონცენტრაცია ცნობილია.

ტიტრაცია არის ტიტრირებული ხსნარის დამატება საკვლევ ხსნარში ეკვივალენტური რაოდენობის ზუსტი დადგენისათვის.

ტიტრაციულ ხსნარს ხშირად სამუშაო ხსნარს ან ტიტრანტს უწოდებენ. მაგალითად, თუ მჟავის ტიტრაციას ტუტეთი ახდენენ, მაშინ ტუტე ხსნარს ტიტრანტი ეწოდება.

ტიტრირების მომენტს, როდესაც დამატებული ტიტრატის რაოდენობა ტიტრირებული ნივთიერების რაოდენობის ექვივალენტურია, ეკვივალენტობის წერტილი ეწოდება.

ყველა ქიმიური რეაქცია როდი გამოიყენება ტიტრიმეტრულ ანალიზში. ტიტრიმეტრიაში გამოყენებულმა რეაქციები უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ ძირითად მოთხოვნებს:

1) რეაქცია უნდა მიმდინარეობდეს რაოდენობრივად, რაც იმას ნიშნავს, რომ რეაქციის წონასწორობის კონსტანტა საკმარისად მაღალი უნდა იყოს;

2) რეაქცია უნდა მიმდინარეობდეს მაღალი სიჩქარით;

3) რეაქცია არ უნდა რთულდებოდეს გვერდითი პროცესების განვითარებით;

4) უნდა არსებობდეს რეაქციის დასრულების დადგენის მეთოდი.

თუ რეაქცია არ აკმაყოფილებს თუნდაც ერთ ზემოთ მოყვანილ მოთხოვნას, მისი გამოყენება ტიტრიმეტრულ ანალიზში დაუშვებელია.

პირდაპირი ტიტრაციის მეთოდებში ანალიტი უშუალოდ შედის რეაქციაში ტიტრანტთან. ასეთი ანალიზის მეთოდისათვის საკმარისია ერთი სამუშაო ხსნარი.

უკუტიტრაციის მეთოდებში (ანუ, როგორც მათ კიდევ უწოდებენ - ნარჩენებით ტიტრაციის მეთოდებში) გამოიყენება ორი სამუშაო ხსნარი: ძირითადი და დამხმარე. მაგალითად, ფართოდ ცნობილია ქლორიდ-იონების უკუტიტრაცია მჟავე ხსნარებში. ქლორიდის გასაანალიზებელ ხსნარს თავდაპირველად უმატებენ ვერცხლის ნიტრატის ტიტრირებულ ხსნარს (ძირითადი სამუშაო ხსნარი) ჭარბი ოდენობით. ამ შეთხვევაში მიმდინარეობს სუსტად ხსნადი ვერცხლის ქლორიდის წარმოქმნის რეაქცია: $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$. რეაქციაში არ შესული ჭარბი $AgNO_3$ იტიტრება ამონიუმის თიოციონატის ხსნარით (დამხმარე სამუშაო ხსნარი): $Ag^+ + SCN^- \rightarrow AgSCN$. ქლორიდის შემცველობის გაანგარიშება შესაძლებელია შემდეგი პრინციპით: ხსნარში ნივთიერების საერთო რაოდენობას (მოლებში) უნდა დავუმატოთ ქლორიდთან რეაქციაში არ შესული $AgNO_3$-ის ცნობილი რაოდენობა.

ტიტრიმეტრული ანალიზის მესამე ძირითადი ტიპი ჩამნაცვლებლის ტიტრირებაა (ჩანაცვლებელი, არაპირდაპირი ტიტრირება). ამ მეთოდის მიხედვით ანალიტს უმატებენ სპეციალურ რეაგენტს, რომელიც მასთან რეაქციაში შედის. რეაქციის ერთ-ერთი პროდუქტი იტიტრება სამუშაო ხსნარით. მაგალითად, სპილენძის იოდომეტრული განსაზღვრის დროს, საანალიზო ხსნარს უმატებენ KI ჭარბ განსაზღვრულ რაოდენობას. მიმდინარეობს რეაქცია:

$2Cu^{2+} + 4I^- \rightarrow 2CuI + I_2$.

რეაქციაში შესული იოდი იტიტრება ნატრიუმის თიოსულფატით.

2.5.3 სპექტროფოტომეტრული ანალიზი

სპექტროფოტომეტრული ანალიზი მიეკუთვნება აბსორბციის მეთოდებს - ის ეფუძნება ნივთიერების მიერ სინათლის შთანთქმას.

მეთოდები მოიცავს სპექტროფოტომეტრიას, ფოტოკოლორიმეტრიას და ვიზუალურ ფოტომეტრიას, რომელსაც ასევე კოლორიმეტრია ეწოდება.

თითოეული ნივთიერება შთანთქავს სპეციფიკურ (მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელ) ტალღის სიგრძის გამოსხივებას, ანუ შთანთქმული გამოსხივების ტალღის სიგრძე ინდივიდუალურია თითოეული ნივთიერებისათვის, რაზედაც დაფუძნებულია სინათლის აბსორბციის თვისობრივი ანალიზი.

რაოდენობრივი ანალიზის საფუძველს ბეერ-ლამბერტ-ბუგერის კანონი წარმოადგენს, რომლის მიხედვით:

$A = \varepsilon l c$

სადაც $A = -\lg (I / I_0) = -\lg T$ – ოპტიკური სიმკვრივე;

I_0 and I – აბსორბციულ ხსნარზე დაცემული და მასში გატარებული სინათლის სხივის ინტენსივობა;

c – ნივთიერების კონცენტრაცია, მოლ/ლ;

l – სხივის შთანთქმელი შრის სისქე;

ε - სინათლის აბსორბციის მოლარული კოეფიციენტი;

T - გამტარებლობა.

ანალიტის კონცენტრაციის განსასაზღვრავად ყველაზე ხშირად სარგებლობენ შემდეგი მახასიათებლებით და მეთოდებით: 1) სინათლის აბსორბციის მოლარული კოეფიციენტით; 2) კალიბრაციის გრაფიკით; 3) დამატებებით; 4) დიფერენციალური ფოტომეტრიით; 5) ფოტომეტრული ტიტრირებით.

სინათლის აბსორბციის (შთანთქმის) მოლარული კოეფიციენტის მეთოდი. ამ მეთოდით მუშაობის პროცესში განისაზღვრება რამდენიმე სტანდარტული ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე A_{ct}, თითოეული ხსნარისთვის გამოითვლება $\varepsilon = A_{st} / (l c_{st})$ და მიღებული მნიშვნელობა ε გაშუალედდება. ამის შემდეგ იზომება საკვლევი ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე A_x და გამოითვლება კონცენტრაცია ფორმულით:

$c_x = A_x / (\varepsilon l)$.

მეთოდის შეზღუდვაა საკვლევი სისტემის აუცილებელი დაქვემდებარება ბერი-ლამბერტი-ბუგერის კანონისადმი, სულ მცირე, საკვლევი კონცენტრაციების ფარგლებში მაინც.

კალიბრაციის მრუდის მეთოდი. მზადდება სტანდარტული ხსნარის განზავებების სერია, იზომება მათი აბსორბცია და იგება გრაფიკი $A_{st} - C_{st}$ კოორდინატებში. ამის შემდეგ იზომება საკვლევი ხსნარის აბსორბცია და მრუდის მიხედვით დგინდება მისი კონცენტრაცია.

სპაიკ ტესტი. ეს მეთოდი გამოიყენება რთული შემადგენლობის ხსნარების ანალიზისთვის, ვინაიდან ის საშუალებას იძლევა ავტომატურად გავითვალისწინოთ „მესამე“ კომპონენტების მოქმედება. თავდაპირველად იზომება უცნობი კონცენტრაციის c_x მქონე განსაზღვრული კომპონენტის შემცველი საკვლევი ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე A_x, შემდეგ საკვლევ ხსნარს უმატებენ განსაზღვრული კომპონენტის ცნობილ რაოდენობას (c_{ct}) და ხელახლა ზომავენ ოპტიკურ სიმკვრივეს A_{x+st} .

საკვლევი ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე A_x უდრის

$A_x = \varepsilon l c_x$,

ხოლო საკვლევი ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე სტანდარტის დამატებით არის

$A_{x+ст} = \varepsilon l (c_x + c_{st})$.

საკვლევი ხსნარის კონცენტრაცია გამოითვლება ფორმულით:

$c_x = c_{st} A_x / (A_{x+st} - A_x)$.

დიფერენციალური ფოტომეტრიის მეთოდი. თუ ჩვეულებრივი ფოტომეტრიის შემთხვევაში უცნობი კონცენტრაციის საკვლევ ხსნარში გამავალი სინათლის ინტენსივობა დარდება გამხსნელში გამავალი სინათლის ინტენსივობასთან, დიფერენციალურ ფოტომეტრიაში მეორე სინათლის სხივი გაივლის არა გამხსნელში, არამედ ცნობილი კონცენტრაციის შეფერილ ხსნარში, ანუ ე.წ. შესადარებელ ხსნარში.

ფოტომეტრიის მეთოდი ასევე იძლევა საშუალებას განვსაზღვროთ ორი ან მეტი კომპონენტისგან შემდგარი ნარევების შემადგენლობა. ეს ანალიზი ხორციელდება ოპტიკური სიმკვრივის აქტიურობის თვისების საფუძველზე.

$A_{см} = A_1 + A_2 + \ldots + A_n$

სადაც $A_{см}$ არის ნარევის ოპტიკური სიმკვრივე; A_1, A_2, A_n - ნარევის ცალკეული კომპონენტის ოპტიკური სიმკვრივეა.

ფოტომეტრული ანალიზის მეთოდები გამოიყენება სხვადასხვა საწარმოო პროცესის მართვაში. ეს მეთოდები გამოიყენება როგორც დიდი, ასევე მცირე მოცულობების ანალიზისათვის, თუმცა მათი ყველაზე მნიშვნელოვანი ღირებულებაა მინარევების (10^{-5}...10^{-6}% -მდე) განსაზღვრა. აბსორბციული სპექტროსკოპიის მეთოდები გამოიყენება ქიმიურ, მეტალურგიულ, ფარმაცევტულ და სხვა სახის წარმოებაში, ასევე მედიცინასა და სოფლის მეურნეობაში.

ინდუსტრია აწარმოებს აბსორბციული სპექტროსკოპიის სხვადასხვა ხელსაწყოს: კოლორიმეტრებს, ფოტომეტრებს, ფოტოელექტროკოლორიმეტრებს, სპექტროფოტომეტრებს და სხვ., რომლებშიც გამოიყენება გამნათებლების, მონოქრომატორებისა და სინათლის დეტექტორების სხვადასხვა კომბინაცია.

2.5.4. ანალიზის ელექტროქიმიური მეთოდები.

ელექტროქიმიური კვლევები ეფუძნება ელექტროდის ზედაპირზე ან ელექტროდის გარსში მიმდინარე პროცესების შესწავლასა და გამოყენებას. ანალიზური სიგნალი შეიძლება იყოს ნებისმიერი პარამეტრი (პოტენციალი, დენი, წინაღობა და სხვ.), რომელიც ფუნქციურად დაკვშირებულია საკვლევი ხსნარის კონცენტრაციასთან და რომელიც ექვემდებარება გაზომვას.

არჩევენ პირდაპირ და არაპირდაპირ ელექტროქიმიურ მეთოდებს. პირდაპირ მეთოდებში გამოიყენება დენის ძალის (პოტენციალი და ა.შ.) დამოკიდებულება საკვლევი კომპონენტის კონცენტრაციაზე. დენის ძალას (პოტენციალს და სხვ.) ზომავენ, იმისთვის რომ იპოვონ კომპონენტის ტიტრირების ბოლო წერტილი, რომელიც განისაზღვრება შესაბამისი ტიტრანტის მეშვეობით არაპირდაპირი მეთოდებით (საკვლევი პარამეტრის ტიტრანტის მოცულობაზე დამოკიდებულების გამოყენებით).

ყველა სახის ელექტროქიმიური გაზომვებისათვის საჭიროა ელექტროქიმიური სქემა ან ელექტროქიმიური კამერა, რომლის კომპონენტიცაა საკვლევი ხსნარი.

პოტენციომეტრული მეთოდები ეფუძნება პოტენციალთა სხვაობის გაზომვას ინდიკატორულ ელექტროდსა და შედარების ელექტროდს ან სხვადასხვა ჯაჭვის ელექტრომამოძრავებელი ძალებს შორის (ემძ), ვინაიდან ემძ - ეს არის ექსპერიმენტულად გაზომილი პოტენციალთა სხვაობა.

ინდიკატორული ელექტროდის წონასწორობის პოტენციალი დაკავშირებულია ნივთიერებების აქტივობასა და კონცენტრაციასთან ნერნსტის განტოლებით, რომელიც მიესადაგება ელექტროდულ პროცესს:

$$E = E^{\circ} + R\,T/(n\,F)\,\ln\,(a_{oxide}/a_{reduced})$$
$$E = E^{\circ} + RT/(nF)\,\ln\,([\text{oxide}]\,\gamma_{oxide}/([\text{reduced}]\,\gamma_{reduced})),$$

R არის უნივერსალური გაზის კონსტანტა, რომელიც უდრის 8,31 J / (mol. K); T არის აბსოლუტური ტემპერატურა; F - ფარადეის კონსტანტა (96500 C/mol); n - ელექტროდულ რეაქციაში მონაწილე ელექტრონების რაოდენობა; a_{oxide}, $a_{reduced}$ - შესაბამისად რედოქს-სისტემის დაჟანგული და აღდგენილი ფორმების აქტიობა; [ჟანგვითი] and [აღდგენითი] - მათი მოლარული კონცენტრაცია; γ_{oxide}, $\gamma_{reduced}$ - აქტიობის კოეფიციენტი; E° რედოქს-სისტემის სტანდარტული პოტენციალი.

განტოლებაში T-ს მნიშვნელობის T = 298,15 K და კონსტანტების რიცხობრივი მნიშვნელობების ჩასმით, ვიღებთ:

$$E = E^{\circ} + (0{,}059 / n)\,\lg\,(a_{oxide}/a_{reduced})$$

$$E = E^{\circ} + (0{,}059 / n)\,\lg\,([\text{oxide}]\,\gamma_{oxide}/([\text{reduced}]\,\gamma_{reduced})$$

პირდაპირი პოტენციომეტრიის მეთოდი ეფუძნება ნერნსტის განტოლების გამოყენებას ელექტროდული რეაქციის მონაწილის აქტივობის ან კონცენტრაციის განსაზღვრისთვის ემძ ექსპერიმენტულად შეცვლილი ჯაჭვის ან ელექტროდის პოტენციალის მიხედვით. pH განსაზღვრის მეთოდი ყველაზე ფართოდ გამოყენებული მეთოდია პირდაპირ პოტენციომეტრულ მეთოდებს შორის, თუმცა სარწმუნო იონოსელექტიური ელექტროდების შექმნამ მნიშვნელოვნად გააფართოვა პირდაპირი მეთოდების პრაქტიკული შესაძლებლობები. pH გაზომვა შესაძლებელია ასევე პოტენციომეტრული ტიტრირებით.

pH გასაზომად ყველაზე ხშირად გამოიყენება მინის ელექტროდი. მინის ელექტროდის მთავარი უპირატესობა არის მისი გამოყენების სიმარტივე, სწრაფი დაბალანსებისა და pH განსაზღვრის შესაძლებლობა ჟანგვა-აღდგენით სისტემებში. სუსტ მხარეებად შეიძლება განვიხილოთ ელექტროდის მასალის მსხვრევადობა და სამუშაოს სირთულე ძლიერ ფუძოვან და ძლიერ მჟავურ ხსნარებზე გადასვლისას.

წყალბადის იონების კონცენტრაციის გარდა, იონოსელექციური ელექტროდებით პირდაპირი პოტენციომეტრული მეთოდებით შეიძლება რამდენიმე ათეული სხვადასხვა იონის შემცველობის განსაზღვრა.

პოტენციომეტრული ტიტრაცია ეფუძნება პოტენციომეტრული გაზომვების ექვივალენტურობის წერტილის განსაზღვრას. ექვივალენტურობის წერტილის მახლობლად ხდება ინდიკატორული ელექტროდის პოტენციალის მკვეთრი ცვლილება (ნახტომი). სხვა ტიტრიმეტრული მეთოდების

მსგავსად, პოტენციომეტრული ტიტრირების რეაქციები უნდა წარიმართებოდეს მკაცრად სტექიომეტრულად, უნდა ჰქონდეთ მაღალი სიჩქარე და უნდა მიდიოდეს ბოლომდე.

პოტენციომეტრული ტიტრირებისთვის ჯაჭვს კრავენ ინდიკატორული ელექტროდისაგან (რომელიც საკვლევ ხსნარშია) და შესადარებელი ელექტროდისაგან. შესადარებელი ელექტროდის სახით ყველაზე ხშირად გამოიყენება კალომელის ან ვერცხლის ქლორიდის ელექტროდები.

პოტენციომეტრულ ტიტრირებაში გამოყენებული ელექტროდის ტიპი დამოკიდებულია ტიტრიმეტრული ნაკრების თვისებებზე და ელექტროდთან მის ურთიერთქმედებაზე. მინის ელექტროდი გამოიყენება მჟავა-ფუძოვანი ტიტრირებისთვის; ჟანგვა-აღდგენით რეჟიმში გამოიყენება ინერტული (პლატინის) ელექტროდი ან ელექტროდი, რომელიც რევერსიულია ტიტრიმეტრულ ნარევში არსებული რომელიმე იონის მიმართ; ვერცხლის ელექტროდი გამოიყენება სედიმენტაციაში; ლითონის ელექტროდი, რომელიც შექცევადია ტიტრირებული ლითონის იონების მიმართ, გამოიყენება კომპლექსომეტრიაში.

ექვივალენტურობის წერტილის დასადგენად ხშირად აგებენ დიფერენციალურ მრუდს $\Delta E/\Delta V - V$ კოორდინატებში. მიღებული მრუდის მაქსიმუმი მიუთითებს ექვივალენტურობის წერტილზე, ხოლო აბსცისათა ღერძის მნიშვნელობა, რომელიც ამ მაქსიმუმს შეესაბამება, გვაძლევს ექვივალენტურობის წერტილამდე ტიტრირებაზე დახარჯული ტიტრანტის მოცულობას. დიფერენციალური მრუდის ექვივალენტურობის წერტილის დადგენა გაცილებით უფრო ზუსტია, ვიდრე მარტივი დამოკიდებულება $E - V$.

პოტენციომეტრული ტიტრირების მეთოდის უპირატესობა არის მისი მაღალი სიზუსტე და გაზომვების ჩატარების შესაძლებლობა განზავებულ, მღვრიე და შეფერილ ხსნარებში, ასევე ერთ ხსნარში რამდენიმე ნივთიერების განსაზღვრა წინასწარი დაცალკევების გარეშე. მნიშვნელოვნად იზრდება პოტენციომეტრული ტიტრირების პრაქტიკული გამოყენება არაწყალხსნარების გამოყენებით. ამ მეთოდებით შესაძლებელია მრავალკომპონენტიანი სისტემების ანალიზი, როდესაც მათი განსაზღვრა წყალხსნარებში შეუძლებელია; აგრეთვე ისეთი ნივთიერებების ანალიზი, რომლებიც წყალში არ იხსნება ან იშლება და ა.შ. მარტივია პოტენციომეტრული ტიტრირების ავტომატიზაცია. ინდუსტრია აწარმოებს პოტენციომეტრული სენსორების მქონე ავტოტიტრატების რამდენიმე ტიპს.

პოტენციომეტრული ტიტრირების ნაკლოვანებებს მიეკუთვნება პოტენციალის შედარებით დადგენის დაბალი სიჩქარე ტიტრანტის დამატების შემდეგ და ტიტრირების დროს მაჩვენებლების სიმრავლე.

პოტენციომეტრული ანალიზის ძირითადი ხელსაწყო სხადასხვა ტიპის პოტენციომეტრია. ისინი გამოიყენება ელექტროდული სისტემის ემმ განსაზღვრისთვის. ვინაიდან ემმ დამოკიდებულია ხსნარში შესაბამისი იონების აქტივობაზე, ბევრ პოტენციომეტრს შეუძლია ასევე პირდაპირ გაზომოს $pX - X$ იონის აქტივობის უარყოფითი ლოგარითმი. ასეთი პოტენციომეტრები შესაბამისი იონოსელექციური ელექტროდით ცნობილია, როგორც იონომერები. თუ პოტენციომეტრი და ელექტროდული სისტემა გამოიყენება მხოლოდ წყალბადის იონების აქტივობის განსაზღვრისათვის, ასეთ ხელსაწყოს pH-მეტრი ეწოდება.

2.5.5 ქრომატოგრაფიული ანალიზის მეთოდები

ქრომატოგრაფია არის პროცესი, რომელიც დაფუძნებულია ნივთიერების სორბციისა და დესორბციის აქტების მრავალჯერად განმეორებაზე მისი მოძრავი ფაზის ნაკადში მოძრაობის

დროს უმოძრაო სორბენტზე. ქრომატოგრაფიული მეთოდით რთული ნარევების დაყოფა ემყარება ნარევის კომპონენტების განსხვავებულ ადსირბციულ თვისებებს.

ე.წ. მოძრავი ფაზა (ელუენტი), რომელიც შეიცავს საკვლევ ნივთიერებას, ქრომატოგრაფიის მიმდინარეობისას გადაადგილდება უმოძრაო (სტაციონარული) ფაზის გავლით. ტიპურ შემთხვევებში, უმოძრაო ფაზა - ეს არის კარგად განვითარებული ზედაპირის მქონე ნივთიერება, ხოლო მოძრავი ფაზა - აირის ან სითხის ნაკადი, რომელიც იფილტრება სორბენტის შრეში. ამ შემთხვევაში ხდება სორბცია-დესორბციის აქტების მრავალჯერადი განმეორება, რაც არის ქრომატოგრაფიული პროცესის დამახასიათებელი ნიშან-თვისება და განსაზღვრავს ქრომატოგრაფიული დაყოფის ეფექტიანობას.

ხარისხობრივი ქრომატოგრაფიული ანალიზი, ანუ ნივთიერების იდენტიფიცირება მისი ქრომატოგრამის მიხედვით, შეიძლება ჩატარდეს ქრომატოგრაფიული მახასიათებლების ურთიერთშედარების გზით, რომლებიც გარკვეულ პირობებში საკვლევი ნარევების კომპონენტებისთვისაა დადგენილი ან ცნობილია წყაროდან. ყველაზე ხშირად ეს არის *შეკავებული მოცულობა* (ანუ სვეტში გასული მოძრავი ფაზის მოცულობა ნარევის შეყვანიდან ამ კომპონენტის სვეტიდან გამოსვლამდე).

რაოდენობრივი ქრომატოგრაფიული ანალიზი ჩვეულებრივ ქრომატოგრაფზე ტარდება. მეთოდი ეყრდნობა ქრომატოგრაფიული პიკის სხვადასხვა პარამეტრის გაზომვას ქრომატოგრაფიული ნივთიერებების კონცენტრაციაზე დამოკიდებულებით. ესენია: სიმაღლე, სიგანე, ფართობი და შეკავებული მოცულობა ან შეკავებული მოცულობისა და პიკის სიმაღლის ნამრავლი.

რაოდენობრივ გაზ-ქრომატოგრაფიაში გამოიყენება აბსოლუტური კალიბრაციის ან შიდა ნორმალიზაციის, იგივე სკალირების მეთოდი. იყენებენ შიდა სტანდარტის მეთოდსაც. *აბსოლუტური კალიბრაციის* დროს, ექსპერიმენტულად დგინდება პიკის სიმაღლის ან ფართობის დამოკიდებულება ნივთიერების კონცენტრაციაზე, იგება კალიბრაციის გრაფიკები და გამოითვლება შესაბამისი კოეფიციენტები. ამის შემდეგ დგინდება პიკების იგივე მახასიათებლები საკვლევ ნარევში და ანალიტის კონცენტრაცია გამოითვლება კალიბრაციის მრუდის შესაბამისად. ეს მარტივი და ზუსტი მეთოდი უმნიშვნელოვანესია მიკროელემენტების განსაზღვრის დროს.

შიდა ნორმალიზაციის მეთოდის გამოყენებისას პიკების ნებისმიერი პარამეტრების (მაგ., ყველა პიკის სიმაღლეების, პიკების ფართობის) ჯამი 100%-ად არის მიჩნეული. მაშინ ცალკეული პიკის სიმაღლის შეფარდება სიმაღლეების ჯამთან ან ერთი პიკის ფართობის შეფარდება ჯამურ ფართობთან 100-ზე გამრავლების შემთხვევაში გამოხატავს ნარევში კომპონენტის მასის წილს (%-ს). ასეთი მიდგომის დროს საჭიროა, რომ გაზომვადი პარამეტრის დამოკიდებულება კონცენტრაციაზე ერთნაირი იყოს ნარევის ყველა კომპონენტისთვის.

2.5.6. ქრომატოგრაფიული ანალიზის 6 ტიპი

მ. ცვეტმა ჩამოაყალიბა კანონი, რომელსაც ადსორბციის ჩანაცვლების კანონი ეწოდება:

სითხეში გახსნილი ნივთიერებები წარმოქმნიან გარკვეულ ადსორბციულ რიგს A, B, C, ..., რომელიც განსაზღვრავს მისი წევრების შეფარდებით ადსორბციულ აფინურობას ადსორბენტის მიმართ. ადსორბციული რიგის ყოველი წევრი, გამოირჩევა რა უფრო მაღალი აფინურობით ადსორბენტის მიმართ, ვიდრე რიგის მომდევნო წევრი, ამ უკანასკნელს ჩაანაცვლებს და, თავის მხრივ, თვითონ ჩანაცვლდება წინა წევრით.

ამრიგად, მ.ცვეტი თვლიდა, რომ ქრომატოგრაფიული პროცესის, ანუ სვეტში ნივთიერებების დაყოფის პროცესის ჩატარების მთავარი პირობა ადსორბციული თვისებების სხვაობაში გამოიხატება.

თანამედროვე ქრომატოგრაფიაში, მოლეკულური ადსორბციის გარდა, ნივთიერებების გაყოფისთვის გამოიყენება სხვა ფიზიკურ-ქიმიური მოვლენები. არსებობს სხვადასხვა პრინციპზე დაყრდნობილი რამდენიმე კლასიფიკაციის სისტემა, რომელთაგან საყოველთაოდ მიღებულია შემდეგი:

გამოყენებული ფაზების აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით. ამ კლასიფიკაციის თანახმად, არსებობს გაზის და თხევადი ქრომატოგრაფია. გაზის ქრომტოგრაფია აერთიანებს გაზ-თხევად და გაზ-ადსორბციულ ქრომატოგრაფიას. თხევადი ქრომატოგრაფია იყოფა თხევად-თხევად, თხევად-ადსორბციულ და თხევად-გელის ქრომატოგრაფიად. ამ კლასიფიკაციის პირველი სიტყვა ასახავს მოძრავი ფაზის აგრეგატულ მდგომარეობას.

დაყოფის მექანიზმის, ანუ სორბენტისა და სორბატის ურთიერთქმედების ხასიათის მიხედვით, ქრომატოგრაფია შეიძლება შემდეგი ტიპის იყოს:

1. ადსორბციული ქრომატოგრაფია: გაყოფა ეფუძნება მყარი ადსორბენტით დაყოფილი ნივთიერებების განსხვავებული ადსორბციის მახასიათებლებს.
2. დისტრიბუციური ქრომატოგრაფია: გაყოფა ეყრდნობა დასაყოფი ნივთიერებების ხსნადობის სხვაობას უძრაო ფაზაში ან მოძრავ და უძრავ თხევად ფაზებში;
3. იონცვლადი ქრომატოგრაია: გაყოფა დაფუძნებულია დასაყოფი ნივთიერებების განსხვავებულ იონთა ცვლის უნარზე;
4. შეღწევის ქრომატოგრაფია: გაყოფა ხდება დასაყოფი ნივთიერებების მოლეკულების ფორმისა და ზომის სხვაობის გამო, მაგალითად, მოლეკულური საცერის (ცეოლიტის) გამოყენებით;
5. დალექვის ქრომატოგრაფია: გაყოფა ხდება სორბენტზე განსხვავებული ხსნადობის ნალექის წარმოქმნის გამო;
6. ადსორბციულ-კომპლექსური ქრომატოგრაფია: გაყოფა ხდება ფაზაში ან ადსორბენტის ზედაპირზე სხვადასხვა ძალის კოორდინაციის ნაერთების წარმოქმნის გამო.

ხშირად სეპარაციის პროცესი სხვადასხვა მექანიზმით წარიმართება.

გამოყენებული ტექნოლოგიების მიხედვით:

1. სვეტის ქრომატოგრაფია: ნივთიერებების დაყოფა ხდება სპეციალურ სვეტებში;
2. ზედაპირის ქრომატოგრაფია: ა) ქაღალდის - ნივთიერებების გაყოფა ხდება სპეციალურ ქაღალდზე; ბ) თხელშრიანი ნივთიერებების დაყოფა ხდება სორბენტის შრეში.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდი შეიძლება იყოს გამოყენებული როგორც სვეტის, ისე თხელშრიან ქრომატოგრაფიაში; დისტრიბუციის და იონცვლადი მექანიზმები უფრო ხშირად ქაღალდის ქრომატოგრაფიაში გამოიყენება.

შეფარდებითი ფაზის მეთოდის მიხედვით განარჩევენ ფრონტალურ, ელუენტის და ჩანაცვლების ქრომატოგრაფიას.

ფრონტალური მეთოდი. ეს არის ქრომატოგრაფიის ყველაზე მარტივი მეთოდი: საკვლევ სითხეს უწყვეტი ნაკადით ატარებენ ადსორბენტის სვეტში. მაგალითად, თუ გვაქვს A და B კომპონენტი ხსნარში Solv. სვეტიდან გამოსულ ხსნარში გაზომავენ თითოეული კომპონენტის კონცენტრაციას

და აიგება გრაფიკი ნივთიერების კონცენტრაციის და სვეტში გასული ხსნარის მოცულობის კოორდინატებით. ამ დამოკიდებულებას ჩვეულებრივ *ქრომატოგრამას* ან *გამოსვლის მრუდს* უწოდებენ.

A და B ნივთიერებების სორბციის გამო, თავდაპირველად სვეტიდან გამოვა Solv-გამხსნელი, შემდეგ გამხსნელი და ნაკლებად ადსორბირებული A კომპონენტი, ხოლო ბოლოს - B კომპონენტი. ამრიგად, სვეტში გასვლის შედეგად, გარკვეული დროის გავლის შემდეგ მივიღებთ იგივე შემადგენლობის ხსნარს. მეთოდი გამოიყენება, მაგალითად, ხსნარის მინარევებისგან გასუფთავების მიზნით, თუ ისინი უფრო კარგად ადსორბირდება, ვიდრე ძირითადი კომპონენტი; მეთოდი ეფექტიანია აგრეთვე ნარევიდან ყველაზე სუსტად სორბირებული ნივთიერების კომპონენტის საიზოლაციოდ.

ელუციის განვითარების მეთოდი. ამ მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში, სოლვენტში გახსნილი A და B კომპონენტის შემცველი საკვლევი ნარევის ნაწილი ტარდება სვეტში. ამ დროს სვეტი მუდმივად ირეცხება მატარებელი გაზით ან Solv სოლვენტით. ამ შეთხვევაში საკვლევი ნარევის კომპონენტები ზონებად იყოფა: კარგად სორბირებული B კომპონენტი დაიკავებს სვეტის ზედა ნაწილს, ხოლო ნაკლებად სორბირებული A კომპონენტი დაბლა განთავსდება.

სვეტიდან გამოსულ გაზში ან ხსნარში ჯერ ჩნდება A კომპონენტი, შემდეგ სუფთა გამხსნელი და ბოლოს - B კომპონენტი.

რაც უფრო მაღალია კომპონენტის კონცენტრაცია, მით უფრო მაღალია მისი პიკი და უფრო დიდია ფართობი, რაც რაოდენობრივი ქრომატოგრაფიული ანალიზის საფუძველია. ელუციის მეთოდი იძლევა საშუალებას დავყოთ რთული ნარევები, რაც ყველაზე ხშირია პრაქტიკაში. მეთოდის სუსტი მხარეა გამოსული ხსნარების კონცენტრაციის შემცირება გამხსნელით ან მატარებელი გაზით განზავების შედეგად.

ჩანაცვლების მეთოდი. ამ მეთოდის გამოყენებისას, Solv სოლვენტში გახსნილი A და B კომპონენტის შემცველ საკვლევ ნარევს ატარებენ სვეტში და რეცხავენ ისეთი D ნივთიერების (ჩამნაცვლებელი) ხსნარით, რომელიც საკვლევი ნარევის ყველა კომპონენტზე უფრო კარგად სორბირდება. წინა მეთოდისგან განსხვავებით, ასეთი ქრომატოგრაფიის შემთხვევაში ხსნარის კონცენტრაცია არ მცირდება.

მეთოდის სერიოზული ნაკლია ის, რომ ჩანაცვლების დროს შესაძლებელია ერთი ნივთიერების ზონის გადაფარვა სხვა ნივთიერების ზონით, ვინაიდან კომპონენტების ზონები ერთმანეთისგან არ არის დაცალკევებული გამხსნელის ზონით.

განვითარების (ელუენტის) ანალიზი ყველაზე ხშირად გამოიყენება ქრომატოგრაფიაში. ამ შემთხვევაში კონცენტრაცია-მოცულობა კოორდინატებში აღმოცენებული პიკი იწოდება *ქრომატოგრაფიის პიკად*, რომელიც *ხასიათდება სიმაღლით, სიგანითა და ფართით.*

ანალიზურ პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება გაზ-თხევადი ქრომატოგრაფიის (გთქ) მეთოდი. ეს დაკავშირებულია თხევადი უძრავი ფაზების სიუხვესთან, რაც აადვილებს კონკრეტული სელექციური ანალიზისთვის ფაზის შერჩევას. სვეტის სელექტიურობის უზრუნველსაყოფად მნიშვნელოვანია თხევადი უძრავი ფაზის სწორად შერჩევა. ფაზა უნდა იყოს ნარევის კომპონენტების კარგი გამხსნელი (თუ ხსნადობა მცირეა, კომპონენტები ძალზე სწრაფად გამოდიან სვეტიდან), არააორთქლადი (არ უნდა ორთქლებოდეს სვეტის სამუშაო ტემპერატურაზე), ქიმიურად ინერტული და მცირე სიბლანტის მქონე (სხვა შემთხვევაში, შენელდებოდა დიფუზიის პროცესი), ხოლო მატარებელზე დატანის დროს, მასთან ერთად უნდა

წარმოქმნას ერთგვაროვანი აპკი. მოცემული ნიმუშის კომპონენტებისთვის უძრავი ფაზის გაყოფის უნარი მაქსიმალური უნდა იყოს.

უძრავი თხევადი ფაზის მატარებლები. უძრავი თხევადი ფაზის ერთგვაროვანი თხელი აპკის დისპერგირებისთვის განკუთვნილი მყარი მატარებლები უნდა იყოს მექანიკურად მდგრადი და უნდა ჰქონდეთ საშუალო ხვედრითი ზედაპირი (საშუალოდ 20 $მ^2/გ$), მცირე და ერთი ზომის ნაწილაკები, ისინი ასევე უნდა იყვნენ საკმაოდ ინერტულები, რათა თხევადი და გაზის ფაზებს შორის საზღვარზე ადსორბცია მინიმალური იყოს. ყველაზე მცირე ადსორბცია ხდება სილანიზირებული ქრომოსორბატის, მინის გრანულების და ფტორუპაკების (ფტორნახშირის პოლიმერი) მატარებლებზე. ამას გარდა, მყარი მატარებლები არ უნდა რეაგირებდეს ტემპერატურის მატებაზე და ადვილად უნდა სველდებოდეს თხევადი ფაზით. სილანიზირებული დიატომიტური მატარებლები - დიამიტის კრემნიუმი ანუ კიზელგური ყველაზე ხშირად გამოიყენება მყარი მატარებლების სახით ჰელატების გაზის ქრომატოგრაფიაში.

გაზ-თხევადი ქრომატოფრაფია (გთქ) მრავალკომპონენტიანი ანალიზის ერთ-ერთი ყველაზე მოწინავე მეთოდია. მისი მახასიათებლებია ექსპრესიულობა, მაღალი სიზუსტე, ავტომატიზაციის შესაძლებლობა. მეთოდი მრავალი ანალიზური ამოცანის გადაწყვეტის საშუალებას იძლევა. გთქ მეთოდით რაოდენობრივი ანალიზი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც დამოუკიდებელი ანალიზური მეთოდი, რომელიც ყველაზე მაღალეფექტურია ერთი კლასის ნივთიერებების დაყოფის დროს.

თხევად-თხევადი ქრომატოგრაფია ემსგავსება გაზ-თხევადს. თხევადი ფაზის აპკს ასევე დაიტანენ ფუძეზე, ხოლო თხევად ხსნარს უშვებენ ადსორბენტით სავსე სვეტში. ამ მეთოდს თხევად-თხევადი გამანაწილებელი ქრომატოგრაფია ეწოდება. მატარებელზე დალექილ სითხეს უძრავი თხევადი ფაზა ეწოდება, ხოლო მატარებელში მოძრავ გამხსნელს კი - მოძრავი თხევადი ფაზა. თხევადი ქრომატოგრაფია ტარდება სვეტში (სვეტის ვარიანტი) ან ქაღალდზე (ქაღალდის ქრომატოგრაფია, ანუ ქრომატოგრაფია ქაღალდზე).

თხევად-თხევად ქრომატოგრაფიაში ნარევის კომპონენტების დაყოფა ეფუძნება შეურევად გამხსნელებში ნივთიერებათა განაწილების კოეფიციენტების სხვაობას. ნივთიერების განაწილების კოეფიციენტები ტოლია:

$$K_{m/s} = c_m / c_s$$

სადაც c_m და c_s არის ნივთიერების კონცენტრაცია მოძრავ და უძრავ ფაზაში.

ერთი ჰომოლოგიური რიგის წევრებისთვის დადგენილია $K_{m/s}$ მნიშვნელობის კანონზომიერებები. მაგალითად, მოცემულ ჰომოლოგიურ რიგში ცნობილია $K_{m/s}$ დამოკიდებულება ნახშირბადის ატომების რაოდენობაზე.

გაყოფის უზრუნველსაყოფად, შეურევადი ფაზების ძებნა ძირითადად ემპირიულად ხდება ექსპერიმენტულ მონაცემებზე დაყრდნობით. თხევად-თხევად ქრომატოგრაფიაში ფართოდ გამოიყენება სამმაგი სისტემები, რომლებიც შედგება ორი შეურევადი და მესამე გამხსნელისაგან, რომელიც ორივე ფაზაში იხსნება. ასეთი სისტემები იძლევა საშუალებას მივიღოთ სხვადასხვა სელექტიურობის შეურევადი ფაზების ნაკრები. მაგალითისთვის მოვიყვანთ შეურევადი ჰეპტანისა და წყლის სისტემას, რომელშიც შეჰყავთ ორივე გამხსნელში ხსნადი ეთანოლი.

მიუხედავად იმისა, რომ მოძრავი და უძრავი ფაზების სახით შეირჩევა შეურევადი გამხსნელები, ზოგიერთ სისტემაში ადგილი აქვს გარკვეულ ურთიერთხსნადობას (მუტუალიზმს).

ქრომატოგრაფიის დროს სითხეების ერთმანეთში გახსნის პრევენციის მიზნით, მოძრავ ფაზას წინასწარ გააჯერებენ უძრავით. ფაზების მდგომარეობის მუდმივობის შესანარჩუნებლად ასევე გამოიყენება უძრავი ფაზის სორბენტზე ქიმიური ფიქსაციის მეთოდი. ამ შემთხვევაში ხდება გამხსნელის მოქმედება მატარებლის ზედაპირზე არსებულ OH-ჯგუფებთან. ადსორბენტები მათ ზედაპირზე ფიქსირებული თხევადი ფაზით ინდუსტრიულად იწარმოება.

სვეტის ეფექტიანობა დაკავშირებულია სიბლანტესთან, დიფუზიის კოეფიციენტთან და სითხის სხვა ფიზიკურ თვისებებთან. უძრავი ფაზის მატარებელი უნდა უყოს მძლავრად განვითარებული ზედაპირის მქონე, უნდა იყოს ინერტული, მჭიდროდ უნდა იკავებდეს თავის ზედაპირზე თხევად ფაზას და არ უნდა იხსნებოდეს გამოყენებულ გამხსნელებში. მატარებლების სახით სხვადასხვა ქიმიური ბუნების ნივთიერება გამოიყენება: ჰიდროფილური მატარებლები - სილიკაგელი, ცელულოზა და სხვ.; ჰიდროფობული მატარებლები - ფტოროპლასტი, ტეფლონი და სხვა პოლიმერები.

2.6. მოლეკულური დიაგნოსტიკის პრინციპები

2.6.1 მოლეკულური დიაგნოსტიკის მეთოდების თეორიული საფუძვლები

მოლეკულური და ბიოლოგიური კვლევის მეთოდები დიდ როლს ასრულებს თანამედროვე მედიცინასა და ვეტერინარიაში, სასამართლო ექსპერტიზაში, ბიოლოგიაში. დნმ-ისა და რნმ-ის კვლევის სფეროში მიღწეული წარმატებების გამოისობით, ადამიანს შეუძლია შეისწავლოს ორგანიზმის გენები, განსაზღვროს პათოგენი, მოახდინოს ნუკლეინის მჟავის იდენტიფიცირება მჟავების ნარევში და ა.შ. ეს მეთოდი მემკვიდრეობითი დაავადებების შესწავლის ყველაზე საიმედო მეთოდია. დნმ-დიაგნოსტიკის უპირატესობა ადამიანის მოლეკულური გენეტიკის სხვა მეთოდებთან შედარებით ის არის, რომ ამ მეთოდით შესაძლებელია დაავადების წარმომავლობის იდენტიფიცირება და ანალიზი (გენი, მისი ლოკალიზაცია, დაზიანების ტიპი). ამ მეთოდით შესაძლებელია გამოვავლინოთ პირველადი დნმ-ის სტრუქტურის მინიმალური დარღვევებიც კი (მათ შორის, ერთი ნუკლეოტიდის ჩანაცვლებაც), რაც სხვა მეთოდით შეუძლებელია. დნმ-დიაგნოსტირება მინიმალურად ინვაზიური პროცედურაა (საკმარისია 1-2 მლ სისხლი, პირის ღრუს ეპითელიუმი ან თუნდაც საკვლევი მასალიდან აღებული რამდენიმე უჯრედი).

დღესდღეობით, დნმ ფრაგმენტების ამპლიფიკაციის ტექნოლოგია, ე.წ. პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია (პჯრ),როგორც მოლეკულური კვლევის იარაღი, აქტიურად გამოიყენება პრაქტიკაში სასოფლო–სამეურნეო პროდუქტების ხარისხის კონტროლისთვის. მეთოდი ემყარება სპეციფიკური დნმ-ის ფრაგმენტის მრავალჯერად შერჩევით რეპლიკაციას ფერმენტების გამოყენებით სიმულაციურ პირობებში (in vitro). ამ შემთხვევაში, კოპირდება მონაკვეთი, რომელიც აკმაყოფილებს მოცემულ პირობებს და თუ ის წარმოდგენილია საკვლევ ნიმუშში. პოლიმერაზულმა ჯაჭვურმა რეაქციამ (პჯრ-მ) ინფექციური დაავადებების დიაგნოსტირება თვისობრივად ახალ დონეზე აიყვანა. პჯრ-ის ძირითადი დებულებები 1983 წელს ჩამოაყალიბა ამერიკელმა ბიოქიმიკოსმა კ. მულისმა, რომელსაც 1993 წელს მიენიჭა ნობელის პრემია ქიმიის დარგში. უნდა აღინიშნოს, რომ პჯრ მეთოდის შემუშავებას წინ უძღოდა მიკროორგანიზმების - *Thermus aquaticus*-ის აღმოჩენა გეიზერების წყალში და მათგან ფერმენტ დნმ-პოლიმერაზას გამოყოფა, რომელიც ინარჩუნებს ბიოლოგიურ აქტივობას მაღალ ტემპერატურაზე (72-80°C-ზე).

ახლადაღმოჩენილი მეთოდის გამოყენება მალევე დაიწყეს და 1985 წელს რ.კ. საიკიმ თანაავტორებთან ერთად გამოაქვეყნა სტატია, რომელშიც აღწერილი იყო β-გლობინის გენომური

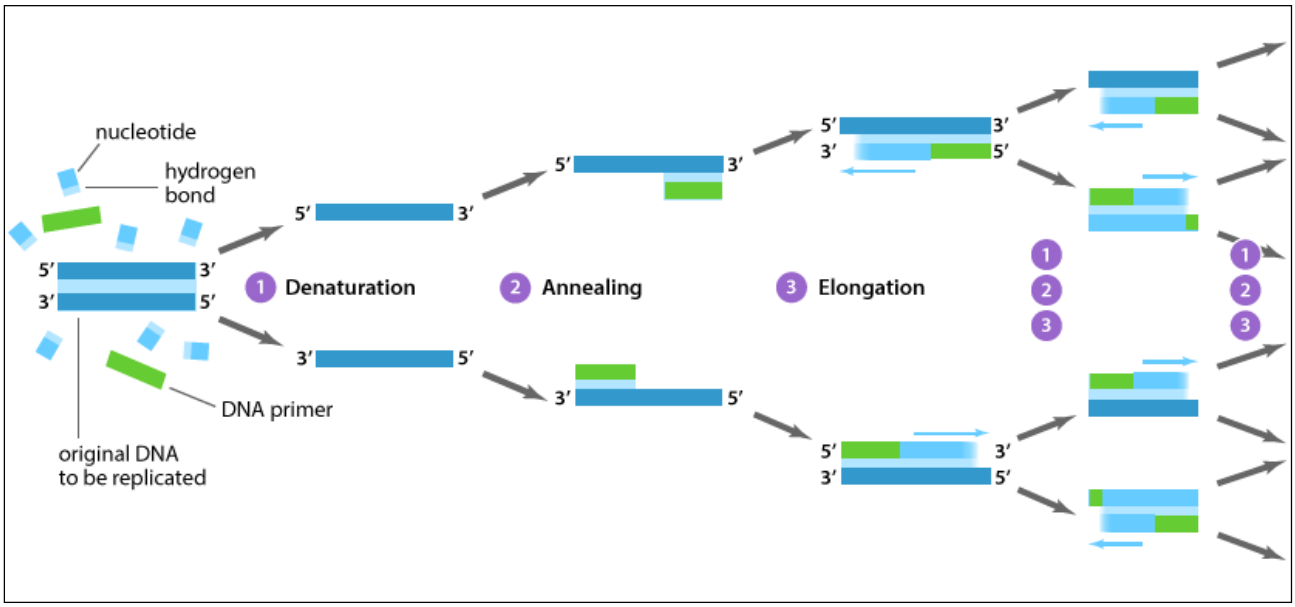
თანმიმდევრობის ამპლიფიკაცია. მას შემდეგ, პუბლიკაციების რაოდენობამ, სადაც აღწერილი იყო ავტორების მიერ პჯრ-ის გამოყენება, დაიწყო გეომეტრიული პროგრესიით ზრდა. მეთოდი იმდენად პოპულარული გახდა, რომ დღეისათვის ძნელი წარმოსადგენია მის გარეშე მოლეკულურ-ბიოლოგიური კვლევის ჩატარება. პჯრ-ის გამოყენების არეალი მეტად მრავალფეროვანია, ხოლო მისი გამოყენებით ინფექციური დაავადებების გამომწვევი პათოგენების იდენტიფიცირებისთვის საფუძველი ჩაეყარა ახალ მიმართულებას, რომელსაც "დნმ – დიაგნოსტირება" ეწოდება და რომელიც დამკვიდრდა როგორც მედიცინაში, ასევე ვეტერინარიაში.

პჯრ-ის ძირითადი პრინციპია in vitro ორიგინალური დნმ ფრაგმენტის ასლების რაოდენობის ექსპონენციალური ზრდა ფერმენტების გამოყენებით. ამ შემთხვევაში ხდება მხოლოდ იმ უბნის კოპირება, რომელსაც უკავშირდება პრაიმერი და მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ის არსებობს შესასწავლ ნიმუშში.

პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქციის ძირითადი კომპონენტებია:

1. პრაიმერები ხელოვნურად სინთეზირებული ოლიგონუკლეოტიდების წყვილია, რომლებსაც, ჩვეულებრივ, აქვთ 15-დან 30 ppm-მდე ზომა და რომლებიც სამიზნე დნმ-ის ფრაგმენტის კომპლემენტარულია. სწორად შერჩეული პრაიმერები უზრუნველყოფს ტესტ-სისტემის მაღალ სპეციფიკურობასა და მგრძნობელობას.
2. Taq-DNA-პოლიმერაზა თერმოსტაბილური ფერმენტია, რომელიც უზრუნველყოფს დნმ-ის საპირისპირო ჯაჭვის 3'-ბოლოს დასრულებას კომპლემენტარობის პრინციპის შესაბამისად.
3. დეზოქსინუკლეოტიდტრიფოსფატების (dNTP) ნარევი - დეზოქსიადენოზინტრიფოსფატი (dATP), დეზოქსიგუანოზინტრიფოსფატი (dGTP), დეზოქსიციტოზინტრიფოსფატი (dCTP) და დეზოქსითიმიდინტრიფოსფატი (dTTP), რომელიც გამოიყენება, როგორც "სამშენებლო მასალა" Taq-DNA-პოლიმერაზასთვის დნმ-ის მეორე ჯაჭვის სინთეზირებისთვის.
4. ბუფერი არის კათიონებისა და ანიონების ნარევი გარკვეულ კონცენტრაციაში, რომელიც უზრუნველყოფს რეაქციის ოპტიმალურ პირობებს და სტაბილურ pH-ს. ბუფერი აგრეთვე შეიცავს Taq პოლიმერაზასთვის საჭირო მაგნიუმის ქლორიდის იონებს.
5. დნმ მატრიცა არის მთლიანი ნუკლეინის მჟავის ნარევი, რომელიც მზადაა სარეაქციო ნარევში შესატანად და რომელიც შესაძლოა შეიცავდეს დნმ-ის ჯაჭვს, რომელიც იქნება სამიზნე შემდგომ მისი მრავალი ასლის მისაღებად (მაგ., მიკროორგანიზმების დნმ). თუ სამიზნე დნმ წარმოდგენილი არ არის საკვლევ ნიმუშში, ამპლიფიკაციის სპეციფიკური პროდუქტი არ წარმოიქმნება.

თითოეული PCR ციკლი სამი ეტაპისგან შედგება. პირველ ეტაპზე, ორჯაჭვიანი დნმ მატრიცა დენატურირდება 94°C-ზე ერთჯაჭვიანი დნმ-ის წარმოქმნით. მეორე ეტაპზე, ტემპერატურა მცირდება 55-65°C-მდე და თითოეული ერთჯაჭვიან დნმ-ზე ხდება პრაიმერების დამატება (ჰიბრიდიზაცია). მესამე ეტაპზე, 72°C-ზე ხდება დნმ ჯაჭვების ელონგაცია (დაგრძელება) დნმ – პოლიმერაზას მეშვეობით, რომელიც ავსებს ორივე პრაიმერს მიმართულებით 3'–დან 5'– ბოლოსკენ ორი ორჯაჭვიანი დნმ-ის წარმოქმნით. პროცესების ამგვარი მიმდევრობა საშუალებას იძლევა დაგროვდეს პჯრ პროდუქტი, რომელიც საკმარისია ვიზუალიზაციისთვის 25-40 ციკლის შემდეგ (სურ.2.5)



სურ. 2.5. პჯრ პრინციპები

https://www.abmgood.com/marketing/knowledge_base/polymerase_chain_reaction_introduction.php

ანალიზის შედეგების ინტერპრეტაცია შეიძლება მოხდეს პროდუქტების გამოყოფით აგაროზას გელში ან კომპიუტერის მონიტორზე ფლუორესცენტული ზონდების მეშვეობით.

უნდა აღინიშნოს, რომ ამპლიფიკაციის სპეციფიკური პროდუქტის დაგროვება გეომეტრიული პროგრესიით მხოლოდ გარკვეული დროის მონაკვეთში ხდება, რის შემდეგ მისი ეფექტიანობა კრიტიკულად ეცემა, რაც ე.წ. "პლატოს ეფექტით" არის გამოწვეული.

ტერმინი "პლატოს ეფექტი" გამოიყენება ამპლიფიკაციის პროდუქტების დაგროვების პროცესისთვის პჯრ ბოლო ციკლებში. ამპლიფიკაციის რეაქციის პირობებისა და ციკლების რაოდენობის მიხედვით "პლატოს ეფექტის“ პერიოდზე შემდეგი ფაქტორები მოქმდებს:

- სუბსტრატების უტილიზაცია (dNTP და პრაიმერები);
- სარეაქციო არის ცალკეული კომპონენტების (dNTP და ფერმენტი) სტაბილურობა;
- ინჰიბიტორების რაოდენობა, პიროფოსფატების და დნმ-დუპლექსების ჩათვლით;
- პრაიმერიების-დიმერების ფორმირება;
- სამიზნე დნმ-ის არასრული დენატურაცია ამპლიფიკაციის პროდუქტების მაღალი კონცენტრაციის პირობებში.

რაც უფრო დაბალია სამიზნე დნმ-ის საწყისი კონცენტრაცია, მით უფრო მაღალია რეაქციის პლატოზე გასვლის რისკი. ეს გრძელდება მანამ, სანამ ამპლიფიკაციის სპეციფიკური პროდუქტების რაოდენობა არ გახდება საკმარისი ანალიზისათვის.

დღეისათვის არსებობს პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქციის მრავალი მოდიფიკაცია:

1. *PCR-RFLP (პჯრ--რესტრიქციული ფრაგმენტის სიგრძის პოლიმორფიზმი). თავდაპირველად ტარდება პჯრ, ხოლო შემდეგ მიღებული პროდუქტის რესტრიქცია.*
2. *პჯრ რეალურ დროში* - რეაქციაზე რეალურ დროში დაკვირვება, თითოეულ ციკლში დაგროვებული პჯრ პროდუქტის პირდაპირი გაზომვა. რეალურ დროში პჯრ-ის ფუნდამენტური თავისებურება, რითიც ის კლასიკური პჯრ-საგან განსხვავდება, არის საკვლევ მასალაში დნმ/რნმ რაოდენობრივი გაზომვის შესაძლებლობა,

ელექტროფორეზის სტადიის ამოვარდნა, პჯრ ლაბორატორიის ორგანიზაციისადმი ნაკლებად მკაცრი მოთხოვნები და შედეგების ავტომატურად ჩაწერა და ინტერპრეტაცია.

3. *RT-PCR (პჯრ უკუტრანსკრიპციით).* სასტარტო პროდუქტია რნმ, რომლიდანაც ფერმენტ უკუტრანსკრიპტაზას მეშვეობით ხდება დნმ-ს მიღება. ეს მოსახერხებელია, მაგალითად, გარკვეული გენების ექსპრესიის შესასწავლად.
4. *ბუდობრივი (nested) პჯრ.* გამოიყენება რეაქციის გვერდითი პროდუქტების წილის შესამცირებლად. გამოიყენება პრაიმერების ორი წყვილი და ტარდება ორი თანმიმდევრული რეაქცია. პირველი რეაქციის პროდუქტში დნმ ჯაჭვი ამპლიფიცირდება მეორე წყვილის პრაიმერების გამოყენებით.
5. *ინვერსიული პჯრ.* გამოიყენება იმ შემთხვევაში, თუ სასურველ მიმდევრობაში მხოლოდ მცირე ფრაგმენტია ცნობილი. ეს მეთოდი განსაკუთრებით მოსახერხებელია ფლანკირებული თანმიმდევრობის განსაზღვრისთვის დნმ-ის გენომში ჩაშენების შემდეგ. ინვერსიული პჯრ ჩასატარებლად, დნმ მონაკვეთები განიცდის რესტრიქციულ დაჭრას შემდგომი ლიგირებით. შედეგად, უცნობი საიტის ორივე ბოლოზე იქმნება ცნობილი ფრაგმენტები, რის შემდეგაც შესაძლებელია ჩვეულებრივი პჯრ ჩატარება.
6. ასიმეტრიული პჯრ. ტარდება იმ შემთხვევაში, თუკი საჭიროა საწყისი დნმ-ის ერთ-ერთი ჯაჭვის ამპლიფიკაცია. გამოიყენება სექვენირებისა და ჰიბრიდიზაციის ანალიზის ზოგიერთ ტექნიკაში. პჯრ ხორციელდება კლასიკური სცენარით, გარდა იმ დეტალისა, რომ ერთ-ერთ პრაიმერს ჭარბი ოდენობით იღებენ.
7. გრძელვადიანი პჯრ. გამოიყენება დნმ გრძელი ფრაგმენტების (10 კბ წყვილის და მეტი) ამპლიფიკაციისთვის. გამოიყენება ორი პოლიმერაზა, რომელთაგან ერთი არის Taq-პოლიმერაზა მაღალი პროცესინგით (ანუ პოლიმერაზა, რომელსაც შეუძლია ერთ სვლაში დნმ გრძელი ჯაჭვის სინთეზირება), ხოლო მეორე არის დნმ-პოლიმერაზა 3'-5'-ენდონუკლეაზას აქტივობით. მეორე პოლიმერაზა საჭიროა პირველის მიერ დაშვებული შეცდომების გამოსასწორებლად.
8. მულტიპლექს-პჯრ. გამოიყენება პრაიმერების რამდენიმე წყვილი და ერთდროულად ხდება რამდენიმე ფრაგმენტის ამპლიფიკაცია.

პჯრ მეთოდის გამოყენებისას ერთ-ერთი მთავარი ამოცანა კონკრეტული მიზნის მისაღწევად არის პრაიმერის სწორი დიზაინი (რეალურ დროში პჯრ და ფლუორესცენტული ზონდის შემთხვევაში). პრაიმერები უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. პრაიმერები უნდა იყოს სპეციფიკური. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა პრაიმერების 3'-ბოლოებს, ვინაიდან Taq-დნმ-პოლიმერაზა სწორედ აქედან იწყებს დნმ კომპლემენტარული ჯაჭვის ექსტრაქციას. თუ მათი სპეციფიკურობა არასაკმარისია, მაღალია არასპეციფიკური ამპლიფიკაციის პროდუქტების (მოკლე ან გრძელი ფრაგმენტების) სინთეზის ალბათობა. ელექტროფორეოგრამაზე ეს ჩანს ზედმეტი სქელი ან წვრილი ხაზების სახით, რაც ზოგჯერ აფერხებს ამპლიფიკაციის შედეგების ინტერპრეტაციას. გარდა ამისა, პრაიმერების და dNTF-ის ნაწილი იხარჯება არასპეციფიკური დნმ-ის სინთეზზე, რაც იწვევს მგრძნობელობის მნიშვნელოვან დაკარგვას.
2. პრაიმერები არ უნდა წარმოქმნიდეს დიმერებს ან მარყუჟებს, რაც იმას ნიშნავს, რომ სტაბილური ორმაგი ჯაჭვები არ უნდა წარმოიქმნას თვით პრაიმერების ან მათი ერთმანეთთან რენატურაციის გზით.

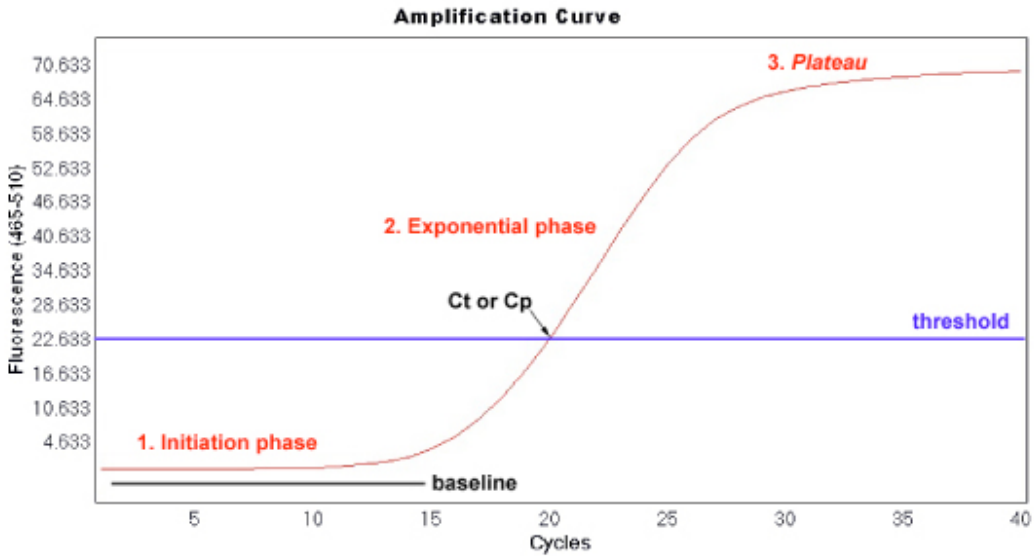
პრაიმერების და ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობის შექმნის სამუშაოებში გამოიყენება სხვადასხვა ონლაინ რესურსები და კომპიუტერული პროგრამები. მათგან ყველაზე ცნობილია:

1. პრაიმერების დიზაინი და პჯრ ფლუორესცენტული ზონდები: https://bitesizebio.com/18992/a-primer-for-designing-degenerate-primers/, http://biotools.umassmed.edu/bioapps/primer3_www.cgi, https://bibiserv.cebitec.uni-bielefeld.de/genefisher2/
2. პრაიმერის და ფლუორესცენტული სპექტრომეტრიის დიზაინი რეალურ დროში პჯრ-თვის (PCR Primer Express v.2.0) http://www.appliedbiosystems.com/support/apptech/
3. პჯრ ვირტუალური ტესტირება და სიმულაცია http://engels.genetics.wisc.edu/amplify/
4. BLAST ნუკლეოტიდის მიმდევრობის ძიება და გასწორება http://www.ncbi.nih.gov.
5. ნუკლეოტიდისა და ამინომჟავის თანმიმდევრობის მრავალჯერადი გასწორებისათვის გამოიყენება http://multalin.toulouse.inra.fr/multalin/.
6. ფილოგენეტიკური ანალიზისა და ფილოგრამის შედგენისთვის: http://www.phylogeny.fr/version2_cgi/index.cgi/
7. ნუკლეოტიდების მიღებული თანმიმდევრობის ანალიზისთვის ყველაზე ხშირად გამოყენებადი კომპიუტერული პროგრამა (Chromas Lite 2.1.1).

2.6.2 რეალური დროის (მყისიერი) PCR

დიაგნოსტიკურ ლაბორატორიებში ყველაზე ხშირად გამოიყენება პჯრ-ის ერთ-ერთი სახეობა, რეალური დროის პჯრ (RT PCR). სტანდარტული კომპონენტების გარდა (პჯრ ბუფერი, მაგნიუმის ქლორიდი, დეოქსინუკლეოტიდის ტრიფოსფატები, დნმ პოლიმერაზა, პირდაპირი და რევერსიული პრაიმერები) ამ ტიპის პჯრ-ის მსვლელობისას გამოიყენება კომპლემენტარული დნმ-ჯაჭვის ნუკლეოტური მიმდევრობა, რომელიც ფლანიკრებულია ფლუორესცენტული მარკერით მონიშნული პრაიმერებით (ფლუორესცენტის ზონდი). ფლუორესცენტული ზონდების გამოყენება უზრუნველყოფს კომპიუტერის ეკრანზე ფლუორესცენციის სიგნალების უწყვეტ მონიტორინგს. პჯრ-ის მეთოდის ამგვარი მოდიფიკაციის უპირატესობაა დაბინძურების რისკის შემცირება, რამდენადაც აღარ არის საჭირო ნათების გელის ამპლიფიკაციის პროდუქტების გამოცალკევება. ამასთან, რეალური დროის პჯრ-ის გამოყენებით შესაძლებელია ერთ სინჯარაში ორი ან მეტი ნუკლეოტიდური მიმდევრობის დადგენა (მულტიპლექს-ანალიზით) და კვლევის შედეგების რაოდენობრივი შეფასება.

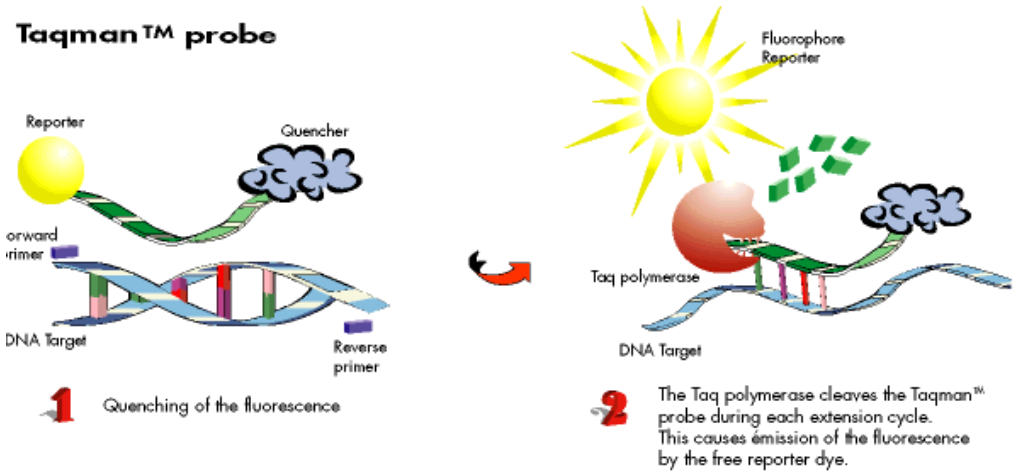
პჯრ-ის მსვლელობისას ამპლიფიკატორი ახდენს ფლუორესცენტული ნათების ინტენსივობის რეგისტრაციას და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის სივრცეში აგებს ამპლიფიკაციის მრუდებს. შედეგების შეფასების მთავარი კრიტერიუმია ერთგვარი გამყოფი, სასაზღვრო ციკლის Ct-ის (ციკლის ზღურბლის) დადგენა. აღნიშნული ზღურბლი გამოარჩევს პჯრ-ის იმ განსაზღვრულ ციკლს, რომელიც ხასიათდება ფლუორესცენციის სტატისტიკურად სარწმუნო გაძლიერებით ფონურ დონესთან შედარებით (სურ.2).



სურ.2.6 რეალურ დროში პჯრ-ის ამპლიფიკაციის კინეტიკური მრუდის სქემა (https://www.highveld.com/pcr/real-time-pcr-quantification-analysis.html).

ამპლიფიკაციის პროდუქტების რეალურ დროში დეტექციისათვის იყენებენ ფლუორესცენციის გენერირების განსხვავებულ მეთოდებზე დამყარებულ ტექნოლოგიებს. ყველაზე ხშირად გამოიყენება შემდეგი მოდიფიკაციები:

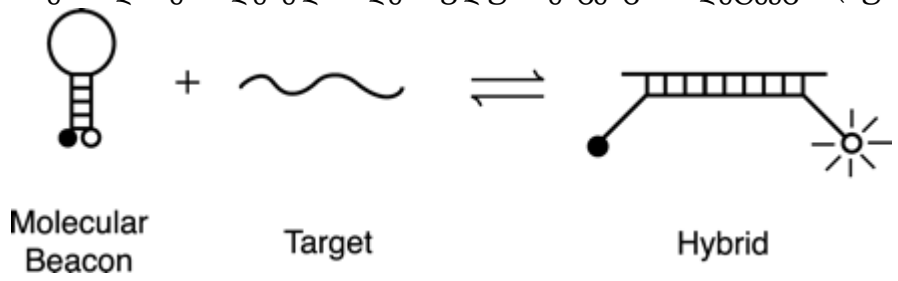
1. **TaqMan ზონდების გამოყენება.** აღნიშნული მიდგომა ემყარება ფლუორესცენტული საღებავებით მონიშნული ოლიგონუკლეოტიდური ზონდების გამოყენებას 5'- და 3'-დაბოლოებებთან. ასეთი ზონდები ამპლიფიცირების სამიზნის კომპლემეტარულია. 3'-დაბოლოებასთან დაკავშირებული „ჩამქრობი“ (dampener) შთანთქავს 5'-ბოლოდან გამომავალ ფლუორესცენტულ ნათებას და წარმოაჩენს ზონდს როგორც ინტაქტურს. ელონგაციის (გაფართოების) ეტაპზე Taq-DNA პოლიმერაზა ასინთეზირებს დნმ-ის კომპლემენტარულ ჯაჭვს და მიაღწევს რა ზონდთან ჰიბრიდიზაციის ადგილს, 5'-ეგზონუკლეაზას გააქტივების გზით იწყებს TaqMan ზონდის გახლეჩას. შედეგად, ფლუორესცენციის საღებავი ჩამოშორდება „ჩამქრობს“ და მისი გამოსხივების დადგენა შესაძლებელი ხდება მოწყობილობის ფოტო-ოპტიკური სისტემის საშუალებით (სურ. 2.7).



სურ. 2.7. TaqMan-ზონდების მოქმედების პრინციპი

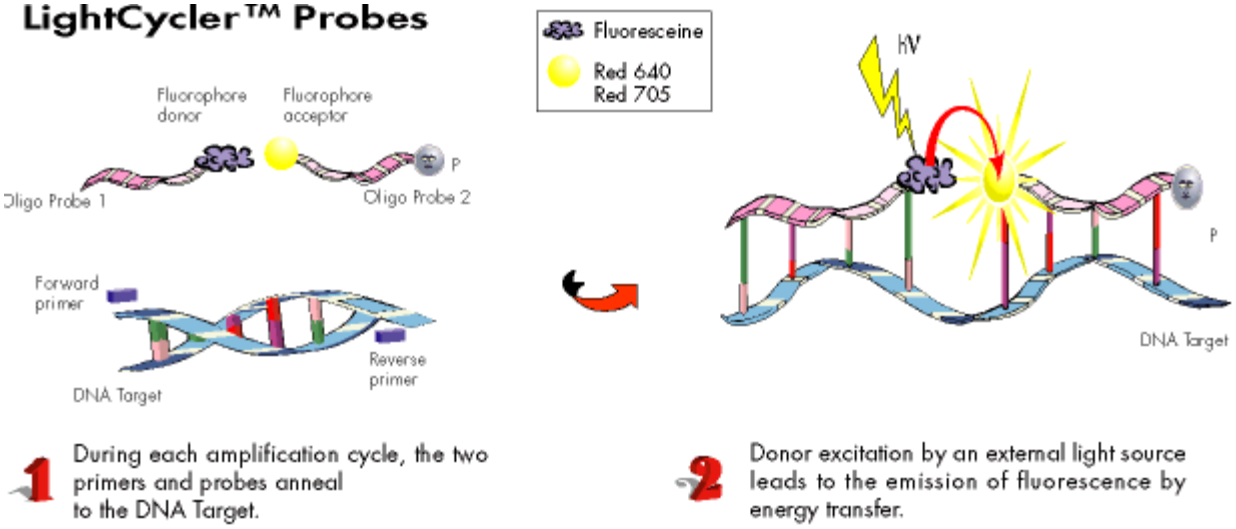
http://www.biogene.com/ApplicationNotes/Amplification/Methodology/Chemistries.htm

2. **მოლეკულური მანათობლები.** TaqMan ზონდებისაგან განსხვავებით, ნიმუშების დაბოლოებები - მოსანიშნი ფლუორესცენტული საღებავი და ფლუორესცენციის „ჩამქრობი“ ერთმანეთის კომპლემენტარულია. პრაიმერების ანელირებისას ისინი ერთმანეთს უკავშირდება და ქმნის სარჭისებურ (მარყუჟის ფორმის) სტრუქტურას, სადაც ზონდის კომპლემენტარული უბნები მატრიქსთან ერთად თავმოყრილია მარყუჟში. ამ შემთხვევაში „ჩამქრობი“ შთანთქავს საღებავის გამოსხივებას. მატრიქსთან ნიმუშის ჰიბრიდიზაციისას ირღვევა მეორადი სტრუქტურა და ფლუორესცენტული საღებავი და „ჩამქრობი“ ერთმანეთს შორდება ისეთ მანძილზე, რომ „ჩამქრობი“ ვეღარ შთანთქავს საღებავის ნათებას და შესაძლებელი ხდება ფლუორესცენციის დეტექცია (სურ. 2.8).



სურ.2.8. მოლეკულური მანათობლების მოქმედების პრინციპი
https://www.pnas.org/content/96/11/6394

3. **FRET (Fluorescence resonance energy transfer).** ამ მოდიფიცირებულ ტექნოლოგიაში იყენებენ ფლუორესცენტული საღებავით მონიშნულ ორ ზონდს. მეთოდის პრინციპია ენერგიის გადაცემა პირველი ნიმუშის 3' დაბოლოებაზე არსებული ფლუოროფორიდან მეორე ნიმუშის 5' დაბოლოებაზე განთავსებულ ფლუოროფორზე იმ შემთხვევაში, თუ მათ შორის მანძილი 1-3 ნუკლეოტიდის ფარგლებშია. დნმ-თან ორივე ზონდის ერთდროულად დაკავშირებისას პირველი ფლუოროფორიდან გამოსხივების მატრიცა გადაეცემა მეორე ფლუოროფორს და ამ უკანასკნელის გამოსხივებას აფიქსირებს შესაბამისი მოწყობილობა (სურ. 2.9).



სურ. 2.9. FRET-ის მოქმედების პრინციპი

http://www.biogene.com/ApplicationNotes/Analysis/Application/Hybridisation_Probes.htm

რეალური დროის პჯ რეაქციებისათვის საჭირო ზონდების სინთეზში გამოყენებული ძირითადი ფლუორსეცენტული საღებავების სპექტრული მახასიათებლები წარმოდგენილია ცხრილში (ცხრილი. 2.2)

ცხრილი 2.2. ფლუორესცენტული საღებავებისა და ფლუორესცენციის „ჩამქრობების“ სპექტრული მახასიათებლები

მახასიათებლები	FAM	JOE	ROX	BHQ1
მახასიათებლები (λmax)	492 ნმ	520 ნმ	580 ნმ	534 ნმ
ფლუორესცენცია (λmax)	520 ნმ	548 ნმ	605 ნმ	-
ქვანტური გამოსავალი	~ 0,8	0,75	~ 0,8	-

სამუშაოს ორგანიზება პჯრ სადიაგნოსტიკო ლაბორატორიებში

სამუშაო ოთახების (სივრცის) მოწყობის მოთხოვნები

პჯრ ლაბორატორიის სწორ ორგანიზაციას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს კვლევის სანდო შედეგების მისაღებად. ლაბორატორიის ორგანიზაციის პრინციპი დამოკიდებულია ამპლიფიკაციის პროდუქტების დეტექციის მეთოდზე. არსებობს პჯრ კვლევების შედეგების მიღების ორი ფუნდამენტურად განსხვავებული გზა. ერთ-ერთი მათგანია ამპლიფიკაციის პროდუქტების დაყოფა აგაროზას გელში, ხოლო მეორე - რეალური დროის პჯრ-ის შედეგების გამოტანა კომპიუტერის მონიტორზე ამპლიფიკაციის მრუდების სახით.

ზოგადად, PCR ტესტის თითოეული ეტაპისთვის საჭიროა გამოიყოს დამოუკიდებელი სივრცეები:

1. ნიმუშების მიღების, აღრიცხვისა და პირველადი დამუშავების ოთახი, რომელიც განკუთვნილია ნიმუშების რეგისტრაციისა და მათი დროებითი შენახვისათვის, აგრეთვე დნმ-ის ექსტრაქციის პროცესის მოსამზადებლად (ჰომოგენიზაციისთვის). ოთახი უნდა განთავსდეს იზოლირებულ განყოფილებაში და აღიჭურვოს ლამინარული ბოქსით (უსაფრთხოების II-III დონე, დამოკიდებულია საკვლევი ობიექტების პათოგენურობის ხარისხზე).

2. ნუკლეინის მჟავას ექსტრაქციის ოთახი გამიზნულია პირველ სივრცეში მომზადებული სატესტო მასალიდან ნუკლეინის მჟავების გამოსაყოფად, ასევე დნმ-ს ნიმუშების შესანახად. ნუკლეინის მჟავათა ნიმუშები და მათი რეაგენტები ინახება სხვადასხვა მაცივარში.

3. რეაქციის შერევის ოთახი გამიზნულია პჯრ-თვის საჭირო ნარევის კომპონენტების შესაგროვებლად (ეს ოთახი შეიძლება არ არსებობდეს მზა კომერციული კომპლექტების გამოყენების შემთხვევაში). ამგვარი განცალკევებული ზონის მოწყობა შესაძლებელია დამოუკიდებელი პჯრ-ბოქსის გამოყოფით, თუმცა, თუკი ლაბორატორიაში არსებობს თავისუფალი ოთახები, ასეთი დამოუკიდებელი ოთახის არსებობა სასურველია.

4. პჯრ ოთახი წარმოადგენს პჯრ ანალიზისა და რეალურ დროში შედეგების დეტექციის სივრცეს. ამ ოთახში თავსდება რეალური დროის პჯრ/კლასიკური პჯრ ამპლიფიკატორები .

5. *ოთახი ამპლიფიკაციის პროდუქტების დაყოფისათვის აგაროზას გელში (ელექტროფორეზის ოთახი)* წარმოადგენს კლასიკური პჯრ კვლევების შედეგების ვიზუალიზაციის სივრცეს. ეს სივრცე ყველაზე საშიშია ამპლიფიკაციის პროდუქტებით დაბინძურებისა და კვლევის ცრუ-დადებითი შედეგების მიღების კუთხით. ელექტროფორეზის ოთახი უნდა განთავსდეს მთავარი ოთახებისგან რაც შეიძლება მოშორებით.

პჯრ ლაბორატორიის ყველა ოთახს უნდა ჰქონდეს წინა ოთახი (ბოქსი), სადაც პერსონალი გამოიცვლის სპეცტანსაცმელს.

PCR ლაბორატორიის ზოგადი დაგეგმარება, სამუშაო ოთახების განლაგება უნდა უზრუნველყოფდეს შესწავლილი ნიმუშების გადაადგილებას ერთი მიმართულებით.

ფუნქციური დატვირთვის შესაბამისად, ყველა ოთახი აღჭურვილი უნდა იყოს აუცილებელი ტექნიკით, რეაგენტებითა და სახარჯი მასალებით.

ნუკლეინის მჟავების გამოყოფა უნდა მოხდეს პჯრ-ბოქსებში (ან ბიოლოგიური უსაფრთხოების ბოქსებში, მაგ., უსაფრთხოების II დონის ლამინურ კაბინებში). ინტენსიური დატვირთვის პირობებში რეკომენდებულია ბოქსების რაოდენობის გაზრდა.

პჯრ ლაბორატორიაში იატაკი უნდა დაიფაროს არაპრიალა ზედაპირის მქონე მეტლახის ფილებით, ხოლო კედლები და ჭერი უნდა შეიღებოს ზეთის საღებავით, რომელიც გამძლეა სარეცხი და სადეზინფექციო საშუალებებისადმი. ყველა შენობაში უნდა დამონტაჟდეს 2 ვტ/მ3 სიმძლავრის ბაქტერიციდული ნათურები. ლაბორატორიული ავეჯის დასაცავად პირდაპირი მზის სხივების ზემოქმედებისაგან იყენებენ სადეზინფექციო საშუალებების მიმართ მდგრად მზისგან დამცავებს. ლაბორატორიულ ავეჯს უნდა ჰქონდეს სარეცხი და სადეზინფექციო საშუალებების მიმართ მდგრადი ზედაპირი, ხოლო მაგიდების ზედაპირს არ უნდა ჰქონდეს ბზარები და ნაკერი. არ არის რეკომენდებული ფანჯრის ჟალუზების გამოყენება მათზე მტვრის დაგროვების გამო.

პჯრ ლაბორატორია აღჭურვილი უნდა იყოს შემწოვი და გამწოვი სავენტილაციო სისტემით, რომელიც უზრუნველყოფს ჰაერის მიწოდებას სპეციალური ფილტრების საშუალებით, რაც პასუხობს არსებულ სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიურ მოთხოვნებს.

პჯრ ლაბორატორიაში უნდა იყოს შემდეგი დამხმარე (სივრცეები):

1. ლაბორატორიის უფროსის ოთახი;
2. პერსონალის ოთახი;
3. ტუალეტი;
4. დამხმარე ოთახები;
5. ავტოკლავირების ოთახი სატესტო ნიმუშების დეზინფექციისთვის.

PCR ლაბორატორიის შენობა დაცული უნდა იყოს მღრღნელებისა და მწერებისგან და ასევე აღჭურვილი იყოს ხანძარსაწინააღმდეგო სისტემით.

მოთხოვნები ლაბორატორიული აღჭურვილობის მიმართ

პჯრ ლაბორატორიის თითოეული ოთახი, ფუნქციური დატვირთვისა და გამოყენებული ტექნოლოგიების გათვალისწინებით, უნდა აღიჭურვოს შესაბამისი ლაბორატორიული ხელსაწყოებით.

დაუშვებელია მოწყობილობების, ავტომატური პიპეტების და ა.შ. სხვა ოთახებში გადატანა.

ლაბორატორიაში გამოყენებული ხელსაწყოები უნდა იყოს ტექნიკურად გამართული, უნდა ახლდეს ტექნიკური პასპორტი და სახელმძღვანელო.

საზომი ხელსაწყოები, ავტომატური პიპეტების, თერმომეტრების, საზომი ჭურჭლის ჩათვლით, მეტროლოგიური კონტროლის მიზნით უნდა დაკალიბრდეს შესაბამის აღჭურვილობებზე.

თითოეული მანიპულაციის შემდეგ აუცილებელია წვერების შეცვლის კონტროლი. მიზანშეწონილია ისეთი მიკროპიპეტების გამოყენება, რომლებსაც ერთჯერადი წვერები ადვილად ეხსნება; აგრეთვე მყარფაზიანი თერმოსტატების გამოყენება ბიოლოგიური მასალისგან ნუკლეინის მჟავების გამოსაყოფად, რაც თავიდან აგვაცილებს ჯვარედინ დაბინძურებას და ცრუ-დადებითი შედეგების მიღებას.

შერჩევა და კვლევისათვის მომზადება

შერჩევა ხორციელდება მარეგულირებელი დოკუმენტების, მეთოდოლოგიური რეკომენდაციების, გზამკვლევების ან სხვა არსებული დოკუმენტების შესაბამისად, სადაც განმარტებულია კონკრეტული მასალის შერჩევის ძირითადი მოთხოვნები. თუმცა, უმეტეს შემთხვევაში ამგვარი დოკუმენტები განმარტავს შერჩევის იმ წესებს, რომლებიც მიზნად ისახავს წარმომადგენლობითი ნიმუშის ფორმირებას კონკრეტული ინდიკატორის შესასწავლად. მოლეკულურ-გენეტიკური კვლევებისას ნიმუშების შერჩევის მთავარი მოთხოვნაა მათი ჯვარედინი დაბინძურების თავიდან აცილება. მკვლევარმა ნიმუშების შერჩევისას (ბიოლოგიური მასალის აღება) უნდა გამოიყენოს რეზინის ხელთათმანები და თუ შესაძლებელია, ერთჯერადი ინსტრუმენტები მრავალჯერადი ინსტრუმენტების გამოყენებისას ისინი უნდა დამუშავდეს სარეცხი საშუალებებით და ფრთხილად გაშრეს ყოველ ახალ ნიმუშთან მუშაობის დაწყებამდე. ნიმუშების შეგროვება ხდება სუფთა ან პლასტმასის ჭურჭელში, ასევე შეიძლება ერთჯერადი პლასტიკური პაკეტების გამოყენება. ნუკლეინის მჟავების უკეთესად გამოყოფისათვის საჭიროა ნიმუშის ჰომოგენიზაცია. ამოცანიდან გამომდინარე, ჰომოგენიზაცია შეიძლება მოხდეს ლაბორატორიული წისქვილის ან ბლენდერის, ასევე გასასრესი შტაპელის გამოყენებით. ზოგიერთი ნიმუში არ საჭიროებს წინასწარ მომზადებას (ასეთებია: სისხლი, შარდი, ჩამონარეცხი).

დნმ-ს ექსტრაქცია (გამოყოფა)

არსებობს დნმ-ს ექსტრაქციის მრავალი განსხვავებული მეთოდი. ყველაზე ხშირად იყებენებ დნმ-ის სორბციას სილიციუმის ოქსიდზე, ექსტრაქციას მაგნიტური ნაწილაკების ან სვეტების (ქრომატოგრაფია) გამოყენებით. მცენარეებიდან დნმ-ის გამოყოფისათვის ხშირად მიმართავენ CTAB მეთოდს (ცეტილტრიმეთილამონიუმის ბრომიდის გამოყენებას).

დნმ-ს ექსტრაქცია სორბციით სილიციუმის ოქსიდზე R. Boom- ის მიხედვით

აღჭურვილობა და სახარჯო მასალები:

1. ლამინარული ბოქსი;
2. მიკროცენტრიფუგა 13-14 ათასი ბრ/წთ;
3. ცენტრიფუგა - Vortex
4. მშრალი თერმოსტატი (25-100ºC) „Eppendorf" ტიპის
5. ცვლადი მოცულობის ავტომატური პიპეტების ნაკრები;
6. მრავალფუნქციური პლასტმასის ერთჯერადი ფილტრიანი ბუნიკები, 200 მკლ;
7. მრავალფუნქციური პლასტმასის ერთჯერადი ფილტრიანი ბუნიკები, 10 მკლ;

8. მრავალფუნქციური პლასტმასის ერთჯერადი ფილტრიანი ბუნიკები, 1000 მკლ;
9. Eppendorf ტიპის პლასტმასის ერთჯერადი მიკროსინჯარები 1.5 მლ;
10. პლასტმასის შტატივები მიკროსინჯარებისათვის
11. კონტეინერი გამოყენებული პლასტმასის ნივთებისათვის;
12. ერთჯერადი რეზინის ხელთათმანები ტალკის გარეშე;
13. შტატივები 1.5 მლ მიკროსინჯარებისათვის
14. რეაგენტები დნმ-ის გამოსაყოფად:
    - ლიზისის ხსნარი (გუანიდენტიოციონატი, 0,1 M Tris-HCl (pH 6,4), 0,2 M Na-EDTA (pH 8,0), 1% Triton X-100);
    - დნმ-ს სორბენტი (სილიციუმის ოქსიდი);
    - სავლები ხსნარი 1 (6 გუანიდენტიოციონატი, 0,1 M Tris-HCl (pH 6.4))
    - სავლები ხსნარი 2 (70% ეთანოლი, 10 mM Tris-HCl, (pH 7.5));
    - TE ბუფერის გამოსავლები ბუფერი (10 mM Tris-HCl (pH 7.5)), 2 mM Na-EDTA

სამუშაოს მსვლელობა:

1. ლიზისის ხსნარი და გამოსავლები ხსნარი 1 (თუ ისინი ინახებოდა 2-8 ° C ტემპერატურაზე) თბება 65 ºC ტემპერატურამდე კრისტალების სრულად გასახსნელად).
2. ერთჯერადი სინჯარების საჭირო რაოდენობა მაგრდება შტატივზე, ერთ ნიმუშზე ერთი სინჯარის გათვალისწინებით და ხდება შესაბამისი მარკირება
3. სორბენტის შემცველი სინჯარა ინჯღრევა ვორტექსის სანჯღრეველაზე სრულ რესუსპენზირებამდე;
4. 300 მკლ ლიზისის ხსნარი, 25 მკლ სორბენტი და 100 მკლ სატესტო ნიმუში ემატება ყველა სინჯარას, შემდეგ ხდება მათი ინტენსიური შერევა ვორტექსის სანჯღრეველაში და თბება თერმოსტატში (65 ± 0,5) ° C 5 წუთის განმავლობაში.
5. სინჯარები კვლავ თავსდება ვორტექსის სანჯღრეველაში, შემდეგ ყოვნდება ოთახის ტემპერატურაზე 5 წთ. განმავლობაში (სორბენტის სრულ გამოლექვამდე), შემდეგ კი ცენტრიფუგირდება 30წმ.განმავლობაში $10x10^3$ g სიჩქარით. სუპერნატანტი ცილდება ფრთხილად, რათა არ მოხდეს ნალექის აბსორბენტთან შერევა (შერჩეული ხსნარისათვის მოსახერხებელია კოლბის საჭერიანი ვაკუუმის ტუმბოს გამოყენება).
6. სინჯარებს ემატება 300 მკლ გამოსავლები ხსნარი 1, ხელახლა თავსდება ვორტექსის სანჯღრეველაში და გამოელქვის მიზნით ცენტრიფუგირდება 30 წმ.განმავლობაში 10x103 g სიჩქარით. სინჯარებს ფრთხილად სცილდება სუპერნატანტი.
7. თითოეულ სინჯარას ემატება 500 მკლ გამოსავლები ხსნარი 2, სინჯარები თავსდება ვორტექსის სანჯღრეველაში და გამოლექვის მიზნით ცენტრიფუგირდება 30წმ.განმავლობაში $10x10^3$ g სიჩქარით. სინჯარებს ფრთხილად სცილდება სუპერნატანტი და ხდება გამორეცხვის პროცედურის გამეორება გამოსავლები ხსნარი 2 გამოყენებით.
8. სორბენტის ნალექი შრება თერმოსტატში (65 ± 0,5) ºC 5-7 წუთის განმავლობაში სითხის სრულ აორთქლებამდე.
9. თითოეულ სინჯარას ემატება 50 მკლ გამოსავლები ბუფერი (TE ბუფერი), ფრთხილად რესუსპენდირდება, 5-6 წთ განმავლობაში თავსდება თერმოსტატში (65 ± 0,5) ºC ტემპერატურაზე და წუთში ერთხელ ინჯღრევა ვორტექსში.
10. სორბენტის გამოლექვისათვის სინჯარები 1 წთ. განმავლობაში კვლავ თავსდება მიკროცენტრიფუგაში $10x10^3$ g სიჩქარეზე. სუპერნატანტი შეიცავს გასუფთავებულ დნმ-ს ნიმუშებს, რომლებიც მზადაა შემდგომ კვლევებში გამოსაყენებლად.

რნმ-ს ექსტრაქცია

რიბონუკლეინის მჟავის (RNA) ექსტრაქციისათვის ასევე გამოიყენება სხვადასხვა მიდგომები, მაგალითად, რნმ-ს სორბცია სილიციუმის ოქსიდზე, ექსტრაქცია მაგნიტური ნაწილაკების გამოყენებით, ფენოლ-ქლოროფორმით ექსტრაქცია და სხვა.

აღჭურვილობა და სახარჯო მასალები:

1. ლამინარული ბოქსი;
2. მიკროცენტრიფუგა 13-14 ათასი ბრ/წთ;
3. ცენტრიფუგა - Vortex
4. მშრალი თერმოსტატი (25-100ºC) „Eppendorf" ტიპის
5. ცვლადი მოცულობის ავტომატური პიპეტების ნაკრები;
6. მრავალფუნქციური პლასტმასის ერთჯერადი ფილტრიანი ბუნიკები, 200 მკლ;
7. მრავალფუნქციური პლასტმასის ერთჯერადი ფილტრიანი ბუნიკები, 10 მკლ;
8. მრავალფუნქციური პლასტმასის ერთჯერადი ფილტრიანი ბუნიკები, 1000 მკლ;
9. Eppendorf ტიპის პლასტმასის ერთჯერადი მიკროსინჯარები 1.5 მლ;
10. პლასტმასის შტატივები მიკროსინჯარებისათვის
11. კონტეინერი გამოყენებული პლასტმასის ნივთებისათვის;
12. ერთჯერადი რეზინის ხელთათმანები ტალკის გარეშე;
13. შტატივები 1.5 მლ მიკროსინჯარებისათვის
14. რეაგენტები რნმ-თან დასაკავშირებლად
    - ლიზისის ხსნარი (გუანიდენტიოციონატი, 0,35 M Tris-HCl (pH 6,4), 0,2 M Na-EDTA (pH 8,0), 3% Triton X-100, 6% $MgCl_2$);
    - დნმ-ს სორბენტი (სილიციუმის ოქსიდი);
    - გამოსავლები ხსნარი 1 (გუანიდენტიოციონატი, 0,1 M Tris-HCl (pH 6.4))
    - გამოსავლები ხსნარი 2 (70% ეთანოლი, 10 mM Tris-HCl, (pH 7.5));
    - TE ბუფერის გამოსავლები ბუფერი (10 mM Tris-HCl (pH 7.5)), 2 mM Na-EDTA

სამუშაოს მსვლელობა:

1. ხსნარი რნმ-ს დასაკავშირებლად და გამოსავლები ხსნარი 1 (თუ ისინი ინახებოდა 2-8 ° C ტემპერატურაზე) თბება 65 ºC ტემპერატურამდე კრისტალების სრულად გასახსნელად).
2. ერთჯერადი სინჯარების საჭირო რაოდენობა მაგრდება შტატივზე, ერთ ნიმუშზე ერთი სინჯარის გათვალისწინებით და ხდება შესაბამისი მარკირება
3. სორბენტის შემცველი სინჯარა ინჯღრევა ვორტექსის სანჯღრეველაზე სრულ რესუსპენზირებამდე;
4. 300 მკლ ხსნარი რნმ-ს დასაკავშირებლად, 25 მკლ სორბენტი და 100 მკლ სატესტო ნიმუში ემატება ყველა სინჯარას, შემდეგ ხდება მათი ინტენსიური შერევა ვორტექსის სანჯღრეველაში და თბება თერმოსტატში (65 ± 0,5) ° C 5 წუთის განმავლობაში.
5. სინჯარები კვლავ თავსდება ვორტექსის სანჯღრეველაში, შემდეგ ყოვნდება ოთახის ტემპერატურაზე 5 წთ. განმავლობაში (სორბენტის სრულ გამოლექვამდე), შემდეგ კი ცენტრიფუგირდება 30 წმ. განმავლობაში $10x10^3$ g სიჩქარით. სუპერნატანტი ცილდება ფრთხილად, რათა არ მოხდეს ნალექის აბსორბენტთან შერევა (შერჩეული ხსნარისათვის მოსახერხებელია კოლბის საჭერიანი ვაკუუმის ტუმბოს გამოყენება).

6. სინჯარებს ემატება 300 მკლ გამოსავლები ხსნარი 1, ხელახლა თავსდება ვორტექსის სანჯღრეველაში და გამოელქვის მიზნით ცენტრიფუგირდება 30 წმ. განმავლობაში 10x103 g სიჩქარით. სინჯარებს ფრთხილად სცილდება სუპერნატანტი.
7. თითოეულ სინჯარას ემატება 500 მკლ გამოსავლები ხსნარი 2, სინჯარები თავსდება ვორტექსის სანჯღრეველაში და გამოლექვის მიზნით ცენტრიფუგირდება 30 წმ.განმავლობაში $10x10^3$ g სიჩქარით. სინჯარებს ფრთხილად სცილდება სუპერნატანტი და ხდება გამორეცხვის პროცედურის გამეორება გამოსავლები ხსნარი 2 გამოყენებით.
8. სორბენტის ნალექი შრება თერმოსტატში (65 ± 0,5) ºC 5-7 წუთის განმავლობაში სითხის სრულ აორთქლებამდე.
9. თითოეულ სინჯარას ემატება 50 მკლ გამოსავლები ბუფერი (TE ბუფერი), ფრთხილად რესუსპენდირდება, 5-6 წთ. განმავლობაში თავსდება თერმოსტატში (65 ± 0,5) ºC ტემპერატურაზე და წუთში ერთხელ ინჯღრევა ვორტექსში.
10. სორბენტის გამოლექვისათვის სინჯარები 1 წთ. განმავლობაში კვლავ თავსდება მიკროცენტრიფუგაში $10x10^3$ g სიჩქარეზე. სუპერნატანტი შეიცავს გასუფთავებულ რნმ-ს ნიმუშებს, რომლებიც მზადაა შემდგომ კვლევებში გამოსაყენებლად.

უკუტრანსკრიფცია

უკუტრანსკრიფცია არის cDNA–ის (კ-დნმ, კომპლემენტური დნმ) სინთეზის პროცესი რნმ-ს მატრიცის გამოყენებით. პროცესის სახელწოდებაში "უკუ" მიუთითებს, რომ ტრანსკრიფცია მიმდინარეობს საპირისპირო მიმართულებით, ე.ი. რნმ-ზე სინთეზირდება ტრანსკრიპტი, რომელიც დნმ-ის მოლეკულაა. უკუტრანსკრიფციის პროცესს უზრუნველყოფს სპეციალური ფერმენტი, ე.წ. უკუტრანსკრიპტაზა (რევერტაზა). რევერტაზის დახმარებით დეზოქსირიბონუკლეოზიდტრიფოსფატები კომპლემენტარულად უერთდებიან რნმ-ს მატრიცას და სინთეზირდება დნმ-ს ერთი ჯაჭვი. შედეგად წარმოიქმნება რნმ-დნმ ჰიბრიდული, გაერთიანებული მოლეკულა. შემდგომ, ფერმენტი რიბონუკლეაზა H-ს ჩამოაცილებს რიბონუკლეოტიდურ ჯაჭვს ჰიბრიდული მოლეკულიდან, ხოლო დნმ-ის არსებულ ჯაჭვზე ფერმენტ დნმ-პოლიმერაზას მეშვეობით მოხდება კომპლემენტარული ჯაჭვის სინთეზი. უკუტრანსკრიფციისთვის გამოიყენება კომერციული კიტები (kits, კომპლექტები).

რეალური დროის PCR (სოიოში 35S პრომოტორის განსაზღვრის მაგალითზე)

35S პრომოტორი არის ტრანსგენული ინსერტის ექსპრესიის ერთ-ერთი რეგულატორი გენმოდიფიცირებული მცენარეების შექმნისას და გამოიყენება გმო (GMO) ნიმუშების სკრინინგისთვის. როგორც წესი, კონკრეტული მცენარის დნმ-ს მიმდევრობის კონტროლისთვის იყენებენ სპეციფიკური ენდოგენური გენის ადგილმდებარეობის (ლოკუსის) განსაზღვრას. სოიოში ენდოგენური კონტროლის მიზნით ყველაზე ხშირად იყენებენ ლექტინის (lec) მაკოდირებელ გენს.

საკვლევი მასალა: ლობიოს ან სოიოს ფოთლების დნმ-ს ნიმუშები; დნმ-ს საკონტროლო ნიმუშები.

აღჭურვილობა, რეაგენტები, ჭურჭელი

1. რეალური დროის პჯრ სისტემა (ABi Prism 7 000 (Applied Biosystems), Rotor-Gene (CorbettResearch), Q-Cycler (Bio-Rad) CFX 96 (Bio-Rad) ან მსგავსი;
2. PCB-ბოქსი UV ნათურით;
3. ვორტექსის ცენტრიფუგა;
4. მაცივარი 2-80C ტემპერატურით და 200C საყინულით;

5. ვარიაბელური ავსების ავტომატური პიპეტების ნაკრები;
6. ერთჯერადი ბუნიკები (წვერები) აეროზოლის ბარიერით;
7. ოპტიკური 8-ფოსოიანი (ხვრელიანი) ზოლები (მწკრივები) 0,2 მლ;
8. მიკროსინჯარების 96-ბუდიანი თერმოსადგამი;
9. "ეპენდორფის" ტიპის ერთჯერადი პოლიპროპილენის სინჯარები 1.5 მლ^3 ტევადობით.
10. რეაგენტების ნაკრები 35S- პრომოტორისა და სოიოს ლექტინის დეტექციისათვის:
    - პჯრ ნარევი (პჯრ ბუფერი ($MgCl_2$ - ის გარეშე); $MgCl_2$ - ის 2.5 მმოლი კონცენტრაციის ხსნარი; დეზოქსირიბონუკლეოზიდტრიფოსფატების (dNTP) ნარევი, თითოეული 2.5 მმოლ კონცენტრაციის; 5 პმოლი პრაიმერები 35S პრომოტორისა და სოიოს ლექტინის დეტექციისათვის; 2.5 ppm ფლუორესცენტული ზონდი 35S პრომოტორის (მონიშნული FAM ფლუორესცენტული საღებავით) და სოიოს ლექტინის (მონიშნული JOE ფლუორესცენტული საღებავით) დეტექციისათვის; დეიონიზებული წყალი).
    - Taq დნმ პოლიმერაზა; -
    - ურაცილ-დნმ-გლიკოზილაზა

სამუშაოს მსვლელობა:

ანალიზის დაწყებამდე მზადდება (ან გამოლღვება) პჯრ ნარევი. ცალკეული საკვლევი ნიმუშისთვის მზადდება შემდეგი სარეაქციო ნარევი: 19.7 მკლ პჯრ ნარევი, 0.2 მკლ Taq დნმ-პოლიმერაზას ხსნარი და 0,1 მკლ ურაცილ-დნმ-გლიკოზილაზა. მიღებული ნარევი თავსდება ვორტექსის ცენტრიფუგაში.

0,2 მლ სინჯარაში მზადდება საჭირო რაოდენობის ხსნარი: 20,0 მკლ მიღებული PCR ნარევი და 5,0 მკლ საკვლევი დნმ-ს ნიმუშები ემატება თითოეულ ფოსოს.

რეალური დროის პჯრ ტესტის ცრუ-დადებითი და ცრუ-უარყოფითი შედეგების თავიდან ასაცილებლად გამოიყენება შემდეგი ტიპის კონტროლები:

1. პოზიტიური;
2. ნეგატიური;
3. კონტროლი მატრიცის გარეშე (NTC, შაბლონის კონტროლის გარეშე);
4. ნეგატიური შერჩევის კონტროლი (NSC).

5.0 მკლ "პოზიტიური კონტროლის" და "ნეგატიური კონტროლის" რეაგენტები ემატება ხვრელებს შესაბამისად დადებითი და უარყოფითი კონტროლისთვის (რეალური დროის პჯრ-ის სწორი მიმდინარეობის მონიტორინგისთვის), NTC კონტროლისთვის გამოიყენება 5.0 მკლ დეიონიზირებული წყალი და NSC კონტროლისთვის - 5.0 მკლ NSC, რომელიც მიიღება დნმ-ს იზოლირებისას.

კვლევები ტარდება პჯრ-ის კონკრეტული მოდელის "ოპერაციული სახელმძღვანელოს" შესაბამისად. ამპლიფიკაციის ტემპერატურის პროფილი მოცემულია ცხრილში (ცხრილი.2.3)

ცხრილი 2.3. ამპლიფიკაციის ტემპერატურის პროფილი

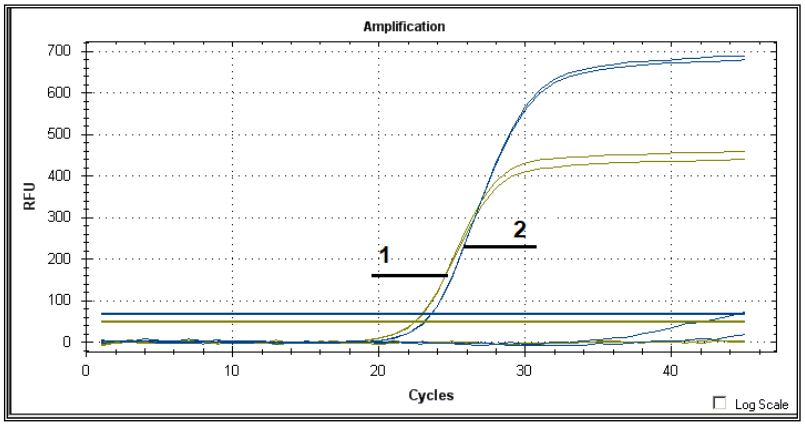
ეტაპი	ამპლიფიკაციის რეჟიმი		პროცესი	ციკლების რაოდენობა
	ტემპერატურა, °C	დრო, წთ.		
1	50	2,0	ურაცილ-დნმ-გლიკოზილაზას აქტივაცია	1

2	94	9,0	პოლიმერაზას აქტივაცია	1
3	95	0,2	დნმ-ს დენატურაცია	45
	60	1,0	პრაიმერების ანელინგი *	
	72	0,3	დნმ-ს ჯაჭვის დაგრძელება	

*შენიშვნა: * - ფლუორესცენციის მონაცემების აღრიცხვა მიმდინარეობს ამ ეტაპზე*

გმო შემცველობის რაოდენობრივი ანალიზის შედეგების ინტერპრეტაციისათვის ხდება საკვლევი და საკონტროლო ნიმუშების ამპლიფიკაციის მრუდების შედარება.

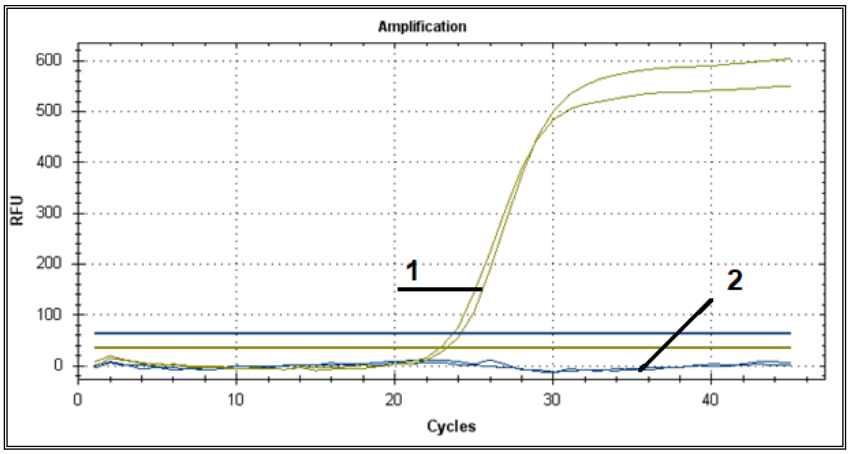
1. ნიმუში ითვლება პოზიტიურად, თუკი ხდება FAM (35S-პრომოტორი) და JOE (სოიოს ლექტინი) ფლუორესცენტული საღებავების ამპლიფიკაცია (სურათი 2.10)



სურ.2.10. სოიოს ნიმუშის მაგალითი, რომელშიც დადასტურდა გმო-ს არსებობა

1. - სოიოს ლექტინის ამპლიფიკაციის მრუდი, 2. - 35S-პრომოტორის ამპლიფიკაციის მრუდი RFU - ფლუორესცენციის ფარდობითი ერთეულები

2. ნიმუში ითვლება ნეგატიურად, თუ სოიოს ლექტინის (JOE საღებავი) ამპლიფიკაციის მნიშვნელობაა Ct 23-24 (რეალური დროის პჯრ-ის შემზღუდველი ციკლი, ახასიათებს პჯრ-ის გარკვეულ ციკლს, რომელშიც ფლუორესცენციის სიგნალი აღემატება გარკვეულ საბაზისო მნიშვნელობას) და არ ხდება 35S პრომოტორის ამპლიფიკაცია (ნახ .2.11).



სურ. 2.11. სოიოს ნიმუში, რომელშიც აღმოჩენილია გმო

1. - სოიოს ლექტინის ამპლიფიკაციის მრუდი; 2. - 35S-პრომოტორის ამპლიფიკაციის მრუდი

პოზიტიური კონტროლის ნიმუშებში ხდება FAM (35S-პრომოტორი) და JOE (სოიოს ლექტინი) ფლუორესცენტული საღებავების ამპლიფიკაცია

1. ნეგატიური კონტროლის ნიმუშებში ხდება მხოლოდ JOE (სოიოს ლექტინი) ამპლიფიკაცია
2. NTC და NSC კონტროლის ნიმუშებში არ ხდება არცერთი საღებავის ამპლიფიკაცია

ანალიზის შედეგების გათვალისწინება არ ხდება თუ:

1. არ ხდება JOE ამპლიფიკაცია ტესტირებულ ნიმუშში;
2. არ ხდება FAM და JOE საღებავების ამპლიფიკაცია დადებით კონტროლში;
3. ხდება FAM საღებავის ამპლიფიკაცია ნეგატიურ კონტროლში;
4. ხდება FAM ან JOE საღებავების ამპლიფიკაცია NTC და/ან NSC კონტროლში;
5. პარალელურ გაზომვებში დიდი განსხვავებაა Ct-ს მნიშვნელობის მიხედვით (SD ^ 0,05).

ამპლიფიკაციის პროდუქტების ჰორიზონტალური ელექტროფორეზი აგაროზას გელში

რეაგენტები და აღჭურვილობა

1. კამერა ჰორიზონტალური ელექტროფორეზისთვის;
2. DC წყარო;
3. ცვლადი მოცულობის ავტომატური პიპეტების ნაკრები;
1. პლასტმასის უნივერსალური ერთჯერადი ფილტრიანი ბუნიკები, 200 მკლ;
4. ტრანსილუმინატორი სეპარაციის პროდუქტების ვიზუალიზაციისთვის;
5. აგაროზა;
6. ტრის-ბორატ-ბუფერი (TBE ბუფერი);
7. ეთიდიუმის ბრომიდი;
8. მოლეკულური წონის მარკერი.

აგაროზას გელის მომზადება

გელის მოსამზადებლად აგაროზას, მაგ., "ტოპ ვიჟენის" (ფერმენტასი, ლიტვა), შესაბამისი წონას ალღობენ ტრის-ბორტის ბუფერში (TBE) მიკროტალღურ ღუმელში. ნარევში აგაროზას დნობის დასრულების შემდეგ საბოლოო კონცენტრაციას (2 მგ/ლ) ემატება ბრომიდის ეთიდიუმის ინტერკალაციური საღებავი და ნარევი ცივდება 50-60 ° C- მდე. გელს ასხამენ სპეციალურ ფორმაში (სისქე 5-6 მმ.) და ათავსებენ სავარცხელში ფოსოების წარმოქმნისთვის. გელის სრულად გამყარების შემდეგ (30 წთ. ოთახის ტემპერატურაზე) ფრთხილად იღებენ სავარცხელს ფოსოების დაზიანების გარეშე.

სამუშაოს მსვლელობა:

მზა გელს გადაიტანენ ელექტროფორეზის კამერაში ისე, რომ ფოსოები მოტრიალებული იყოს უარყოფითი ელექტროდისკენ (ანოდი). დნმ ფოსოებიდან მოძრაობს დადებითი ელექტროდისკენ (კათოდისკენ). მზა TBE ბუფერს ამატებენ გელს ისე, რომ მან დაფაროს გელის ზემოთ 4-5 მმ. სივრცე. ამპლიფიკაციის პროდუქტების შემცველ ნიმუშებს ურევენ 6-ის ჯერად ჩასატვირთ ბუფერს და ფრთხილად აწვეთებენ ფოსოს ფსკერზე. (ნიმუშებთან ერთად იტვირთება დნმ-ს ფრაგმენტების სიგრძის მარკერი. კამერას რთავენ დენის წყაროში პოლარობის დაცვით. უარყოფითად დამუხტული დნმ იწყებს გელში გადაადგილებას უარყოფითი

პოლუსიდან დადებითი პოლუსისაკენ. უფრო მოკლე დნმ-ს მოლეკულები გრძელ მოლეკულებზე უფრო სწრაფად მოძრაობენ.

აგაროზას გელში დნმ-ის გადაადგილების სიჩქარეზე გავლენას ახდენს აგაროზის კონცენტრაცია, ელექტრული ველის ძაბვა, ტემპერატურა და ა.შ. ერთი და იგივე ზომის მოლეკულები ერთნაირი სიჩქარით მოძრაობენ.

ელექტროფორეზს ახდენენ 10 ვ/სმ ძაბვის გრადიენტში, სანამ ლურჯი საღებავი (xylenethanol) არ გაივლის გელის ფოსოებიდან დაახლოებით 1 სმ. ელექტროფორეზის დასრულების შემდეგ გელი გადააქვთ ტრანსილუმინატორში და ულტრაიისფერი გამოსხივების ქვეშ სწავლობენ დნმ-ს ზოლების მდებარეობას. ელექტროფორეზის გზით სეპარაციის შემდეგ ხდება ეთიდიუმის ბრომიდის შემცველი ბუფერული ხსნარისა და გელის დეაქტივაცია.

2.7 პარაზიტოლოგიური ანალიზი

2.7.1 ცხოველების განავალში ჰელმინთოზისა და პროტოზოოზის დიაგნოზი. გადაწყვეტილებებისა და პროცედურის შერჩევა.

განავლის ლაბორატორიული ანალიზი გთავაზობთ ვრცელ ინფორმაციას ნიმუშში პროტოზოების, ჰელმინთებისა და მათი ფრაგმენტების არსებობის შესახებ.
ჰელმინთოზისა და პროტოზოოზის დიაგნოზისტირება ხდება კვლევითი ან პროფილაქტიკური მიზნებით, როგორც ინვაზიის ხარისხისა და ინტენსივობის დასადგენად, ისე პათოგენების დიფერენცირებისათვის. ინვაზიის ინტენსივობისა (სუსტი, საშუალო, ძლიერი) და დეჰელმინთიზაციის ეფექტურობის შესაფასებლად გამოიყენება თვისობრივი (პარაზიტული ჰელმინთების სახეობრივი შემადგენლობის იდენტიფიკაცია) და რაოდენობრივი კვლევის მეთოდები.
სიცოცხლის განმავლობაში პარაზიტული დაავადებების დიაგნოსტირება ეფუძნება ეპიზოოტური მონაცემებს (დაავადების ზონალური თავისებურებები, პათოგენების სახეობრივი შემადგენლობა, ცხოველების ჯიში და ასაკი, სეზონი , ინვაზიის წყარო), დაავადების კლინიკურ ნიშნებსა და ლაბორატორიული კვლევების შედეგების.

პარაზიტების გამოვლენა შესაძლებელია ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემაში. ორგანიზმში ჰელმინთების, მათი ფრაგმენტების, ლარვებისა და კვერცხუჯრების, აგრეთვე პროტოზოების ცისტების აღმოსაჩენად დაგეგმილი ლაბორატორიული კვლევებისთვის იყენებენ სხვადასხვა ბიოლოგიურ მასალას: განავალს, შარდს, თორმეტგოჯა ნაწლავის შიგთავსს, ნაღველს, ნახველს, სწორი ნაწლავის და პერიანალურ ლორწოს, სისხლს, კუნთოვან ქსოვილს. ყველაზე ხშირად კვლევის ობიექტს წარმოადგენს განავლი, სადაც შესაძლებელია რეპროდუცირებადი ჰელმინთების შესწავლა. ჰელმინთოკოპროსკოპული გამოკვლევები იყოფა ჰელმინთოსკოპურ (ზრდასრული ჰელმინთების ან მათი ფრაგმენტების გამოვლენა), ჰელმინთოოვოსკოპურ (ლათ. Ovum - კვერცხუჯრედიდან) და ჰელმინთოლარვოროსკოპულ (ლათ. Larva - ლარვა; კვერცხების ან ლარვების გამოვლენა) კვლევებად. ჰელმინთებისა და პროტოზოების უმეტესობის მორფოლოგიური მახასიათებლებით მსგავსია , ისინი დებენ მსგავს კვერცხებს (სტრონჰალიდური ტიპი), ოოციტებს და ეს ართულებს პარაზიტების იდენტიფიცირებას. ფეკალური მასების გამოკვლევა ასევე შეიძლება მიუთითებდეს საჭმლის მონელების მიმდინარეობაზე (სტატუსზე), კერძოდ, მოუნელებელი კუნთოვანი ბოჭკოების, ცხიმის წვეთების, სახამებლისა და ა.შ. შეფასება.

შერჩევის აკურატულობა

კვლევის პროცესში რეზინის ხელთათმანების გამოყენებით ხდება 4 - 10 გ განავლის აღება სწორი ნაწლავიდან ან იატაკიდან. განავალი უნდა იყოს სუფთა და საჭიროა ვიცოდეთ , თუ რომელ ცხოველს ეკუთვნის. ღორის, ხბოს, ცხვრის, თხის განავლს იღებენ ჩაჩწამოცმული (სათითურიანი) შუა და საჩვენებელი თითების დახმარებით. კურდღლის განავალს (რამდენიმე ბურთულას) იღებენ სწორი ნაწლავის ზონაში აბდომინალურ კედელზე ზეწოლით. ჩიტების, ბეწვიანი ცხოველების, ხორცისმჭამელი და გარეული მტაცებლების (ზოოპარკებში) განავლის შეგროვება ხდება გალიის იატაკიდან (ჯგუფური ტესტირება). ინდივიდუალური ანალიზის ჩასატარებლად ცხოველური ნიმუშის ზუსტი იდენტიფიკაციის მიზნით საჭიროა რამდენიმე გრამი განავალი. განავალი უნდა იყოს ახალი (2 საათამდე ვადის), თუმცა შესაძლებელია სპეციალური პლასტმასის პარკებით მაცივარში მოთავსებაც.
ანალიზის მეთოდების გამოყენებამდე განავლის ნიმუში უნდა შემოწმდეს. ყურადღება უნდა მიექცეს მის ვიზუალურ მხარეს; სიხშირეს, ფერს და სისხლის ან ლორწოს არსებობას, რაც შეიძლება მიუთითებდეს სპეციფიკურ პარაზიტულ ინფექციებზე.

ფლოტაცია (შეტივტივება)

ფლოტაციის მეთოდები ეფუძნება პარაზიტების სიმკვრივეზე მაღალი სიმკვრივის მქონე ხსნარების გამოყენებას. აღნიშნული მეთოდები შედარებით იაფია.

ხსნარებისა და მეთოდების შერჩევა.

ფლოტაციის ხსნარების დასამზადებლად არაერთ განსხვავებულ ნივთიერებას იყენებენ. რაც უფრო მაღალია ფლოტაციის ხსნარის კუთრი წონა, მით უფრო ფართო სპექტრის ჰელმინთების კვერცხებისა და პროტოზოების ცისტების დეტექციაა შესაძლებელი. ფლოტაციური სითხეების კუთრი წონის დიაპაზონია 1.18 - 1.3. ფლოტაციის მეთოდებში ფართოდ გამოიყენება თუთიის სულფატის მარილები , ნაჯერი ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარი, მაგნიუმის სულფატი და სხვა .

33% თუთიის სულფატის ხსნარი ($ZnSO_4$, კუთრი წონა 1.18):

1. გახსენით 330 გ თუთიის სულფატი წყალში და შეავსეთ 1000 მლ მოცულობამდე.
2. არეომეტრის გამოყენებით შეამოწმეთ კუთრი წონა

ნატრიუმის ქლორიდის (NaCl, კუთრი წონა 1.2) ან მაგნიუმის სულფატის ($MgSO_4$, კუთრი წონა 1.32) ნაჯერი ხსნარი :

1. ნელ-ნელა გახსენით მარილი თბილ წყალში და დაელოდეთ ჭარბი მარილების დალექვას ჭურჭლის ფსკერზე. ხსნარის გაჯერების უზრუნველსაყოფად დააყოვნეთ ის მთელი ღამით ოთახის ტემპერატურაზე.
2. არეომეტრის გამოყენებით შეამოწმეთ კუთრი წონა

შაქრის ხსნარი (კუთრი წონა1.2–1.25)

1. გახსენით 454 გრ. შაქრის გრანულები 355 მლ. წყალში, მოურიეთ .
2. შაქრის სრულად გახსნის შემდეგ დაამატეთ 6 მლ ფორმალდეჰიდი მიკრობული ზრდის პრევენციისათვის (ან 3300 მლ წყალში გახსნილი 30 მლ 10% ფორმალინი)
3. არეომეტრის გამოყენებით შეამოწმეთ კუთრი წონა

ძირითადად ფლოტაციის მეთოდები მსგავსია.

ფულბორნის მეთოდი

ჭიქაში ათავსებენ 5 გ. განავალს და ურევენ მინის წკირით ან ხის ჯოხით. ჭიქის მასას ემატება მარილის ნაჯერი ხსნარი (მაგნიუმის სულფატი, ნატრიუმის ჰიპოსულფიტი , თუთიის სულფატი). განავლის სუსპენზია იფილტრება ლითონის საცერში და ხდება დაყოვნება დაწმენდამდე 40-50 წთ. განმავლობაში. მცირეწონიანი კვერცხები ამოტივტივდება. ზედაპირული ფენის რამდენიმე წვეთი მეტალის მარყუჟით გადააქვთ სასაგნე მინაზე და იკვლევენ მიკროსკოპში.

მოდიფიცირებული მაკმასტერის ტესტი

1. *საქონლისათვის, 56 მლ ფლოტაციური ხსნარიდან 4 გ. განავლის მასის შერევით მიიღება 60 მლ საერთო მოცულობის მასალა. ტესტის ჩატარება ასევე შეიძლება 2 გ. განავლით და 28 მლ ფლოტაციური ხსნარით (მცირე რაოდენობის განავლის შემთხვევაში). კარგად მორევის შემდეგ საჭიროა მასალა გაიწუროს მარლაში ან საცერში. ნარევი არ უნდა იყოს ძალიან გაჯერებული.*
2. ფილტრიანი პიპეტის გამოყენებით ხდება მასალის გადატანა სათვლელ კამერაზე - ივსება მაკმასტერის კამერის თითოეული უჯრა. უნდა შეივსოს მთელი კამერა და არა მხოლოდ ბადის ქვეშ არსებული სივრცე.
3. დააყოვნეთ 5 წთ. და შეისწავლეთ ნიმუში მიკროსკოპის ქვეშ. სხვადასხვა ტიპის პარაზიტების კვერცხები და ოოციტები ითვლება ცალკ-ცალკე. ზოგიერთ შემთხვევაში კვერცხების იდენტიფიცირება შესაძლებელია გვარის ან სახეობების მიხედვით (მაგ., *სტრონგილოიდები, ტრიქურიები და ნემატოდირუსები*), სხვები კი პარაზიტების კატეგორიად უნდა ჩაითვალოს (კოკციდიები, კვერცხები).
4. ერთ გრამ განავალში კვერცხის რაოდენობის დასადგენად, ჯამდება ორივე კამერის თვლის შედეგები და მრავლდება 200-ზე. ამასთან, რადგან ტესტში გამოყენებულია სულ 4 გ. განავალი, თვლის შედეგი უნდა გაიყოს 4-ზე.

ცენტრიფუგირება

ცენტრიფუგირება უფრო ეფექტურია, ვიდრე სტანდარტული ფლოტაციის მეთოდები, განურჩევლად ფლოტაციური ხსნარისა:

1. 3-5 გ. (დაახლოებით 1 ჩაის კოვზი) განავალი ემატება მცირე რაოდენობით ფლოტაციის ხსნარს ქაღალდის ან პლასტმასის ჭიქაში. კატის განავალი და მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის მცირე ზომის ბოლუსებ ი ქუცმაცდება საფქვავით ან იჭყინთება წყლით დარბილებამდე. თუკი განავლის ნიმუში შეიცავს დიდი რაოდენობით ცხიმის ან ლორწოს, საჭიროა მისი წყლით გარეცხვა.
2. განავლისა და ფლოტაციური ხსნარის ნარევი იწურება ორფენიან მარლაში ან საცერში.
3. ნარევი თავსდება 15 მლ სინჯარაში და ცენტრიფუგირდება 5 წუთის განმავლობაში 500-650 ბრ/წთ სიჩქარით. სუპერნატანტი გადაიწურება, ნალექი რესუსპენდირდება ფლოტაციურ ხსნართან. პროცედურა მეორდება 3-ჯერ .
4. ცენტრიფუგირების შემდეგ ამოღებულის სინჯარა თავსდება შტატივში. ფლოტაციის ხსნარი ემატება კოლბას და ეფარება საფარის მინა. 5-10 წუთიანი დაყოვნების შემდეგ ნიმუში თავსდება სასაგნე მინაზე და ტარდება კვლევა.

დალექვა

ჰელმინთოზის სადიაგნოსტიკოდ გამოიყენება დალექვის მეთოდები. ჰელმინთოზის გამომწვევი აგენტები ჭარბად წარმოქმ ნიან კვერცხებს (ტრემატოდები, აკანტოცეფალები და ზოგიერთი სხვა ბრტყელი ჭიები და ნემატოდები). ფლოტაციის მეთოდები უფრო შრომატევადია, ვინაიდან საკმაოდ რთულია საკვლევი ნარევის ნალექში ჰელმინთების კვერცხების „გამორეცხვა“.

თანმიმდევრული რეცხვის ტექნიკა . მცირე რაოდენობით განავალი (5-10 გრ) შეურიეთ წყალში. ნარევი იფილტრება და ყოვნდება 5 წუთით. შემდეგ ნარევის ზედა თხევადი ფენა გადაისხმება, დარჩენილ მასას კვლავ ემატება იგივე ოდენობის წყალი და გამოილექება 5 წთ. განმავლობაში. გამორეცხვა ხდენა მანამდე, სანამ სითხის ზედაპირული ფენა არ გახდება გამჭვირვალე. ჭურჭელში სითხის ზედა ფენის გაუფერულებისშემდეგ მას ღვრიან, ხოლო დარჩენილი ნალექი გადააქვთ სასაგნე მინაზე მიკროსკოპული კვლევისათვის. შესაძლებელია ერთი წვეთი 0,1% მეთილენის ლურჯის დამატება, რომელიც ფონს ლურჯ შეფერილობას მისცემს, თუმცა არ შეღებავს ორპირას კვერცხებს, რომლებიც მოყვითალო-მოყავისფრო ფერის იქნება.

ცენტრიფუგით დალექვის მეთოდი.

1. შეურიეთ 1 გ განავალი 10 მლ 10% ფორმალინს ან წყალს. ჩაასხით ნარევი 15 მლ მინის ცენტრიფუგის სახურავიან სინჯარაში ¾-მდე.
2. დაამატეთ ეთილაცეტატი სინჯარის შევსებამდე.
3. დახურეთ სინჯარა და შეანჯღრიეთ დაახლოებით 50-ჯერ.
4. დააცენტრიფუგირეთ 3-5 წთ. განმავლობაში 500 ბრ/წთ სიჩქარით.
5. დაცენტრიფუგირების შემდეგ ყალიბდება 3 ფენა: (1) ზედა ფენა - შეიცავს ეთილაცეტატს, ცხიმებსა და ნარჩენებს; (2) შუა ფენა - შეიცავს ფორმალინს ან წყალს; 3) ნალექის ქვედა ფენა - წვრილი მყარი ნაწილაკები. ნიმუშს სცილდება სუპერნატანტი და რჩება მხოლოდ ნალექი.
6. მოახდინეთ ნალექის რესუსპენზირება რამდენიმე წვეთ წყალში ან ფორმალინში, ნიმუშის 1-2 წვეთი მოათავსეთ მიკროსკოპის სასაგნე მინაზე, დააფარეთ საფარი მინა და გამოიკვლიეთ 10× გადიდებაზე.

ჰელმინთოლარვასკოპია

ჰელმინთოლარვასკოპიური მეთოდები გამოიყენება პარაზიტული ჰელმინთების ლარვების საკვლევად განავალში (დიქტიოკაულოზი), რძეში (სტრონგილოიდოზი, ნეოასკაროზი), ცრემლში (ტელაზიოზი), კანი (ონქოცერსიაზი). ისინი განასხვავდებიან ზომით, სტრუქტურითა და ფორმით.

ბერმანის ტექნიკა გამოიყენება დიქტილოკაულოზის, პროტოსტრონილიდოზისა და სხვა ნემატოდების გამოსავლენად. აღნიშნული მეთოდი გულისხმობს განავლის შესწავლას აპარატში, რომელიც შედგება ძაბრისაგან, 10-15 სმ.რეზინის მილისაგან, რომელიც უკავშირდება ძაბრის ზედა ბოლოს და რეზინის მილის ქვედა ბოლოს მიმაგრებული დამჭერისაგან. მარლაში შეფუთული განავლის ნიმუში (10გ.) თავსდება ძაბრში. ძაბრი ივსება თბილი (35-38°C) წყლით. აპარატი ცხვრისა და თხის განავლის ნიმუშით ყოვნდება ოთახის ტემპერატურაზე 3-5 სთ. განმავლობაში, მსხვილი რქოსანი პირუტყვის შემთხვევაში 12 სთ, ხოლო ცხენების შემთხვევაში კი - 8-12 სთ. განმავლობაში. ამ დროის განმავლობაში, ჰელმინთების ლარვები განავლის ნიმუშიდან წყალში გადადიან, მოძრაობენ ძაბრის მილის გასწვრივ და აღწევენ დამჭერით დამაგრებულ მილის ბოლოს. მილის დამჭერის მოშვების გზით ხდება წარმოქმნილი სითხის მოგროვება სინჯარაში და დაცენტრიფუგირება 2-3 წუთის განმავლობაში 1500 ბრ/წთ სიჩქარით. სინჯარაში წარმოქმნილი სითხის ზედა ფენის გადაღვრის შემდეგ ხდება ნალექის

გადატანა მიკროსკოპის სასაგნე მინაზე. ჰელმინთების ლარვები მოძრავია და სითხეში კარგად ჩანს.

ვეიდის ტექნიკას იყენებენ მცოხნელი ცხოველების ფილტვის ჰელმინთოზის სადიაგნოსტიკო საშუალებად. ცხოველის განავლის რამდენიმე ბოლუსი თავსდება სასაგნე მინაზე და ემატება მცირე რაოდენობით თბილი წყალი (40 °C). 40 წუთის შემდეგ ხდება განავალის ამოღება და სასაგნე მინაზე დარჩენილი სითხის მიკროსკოპული ანალიზი. მეთოდის ეფექტურობა არ აღემატება 70% -ს.

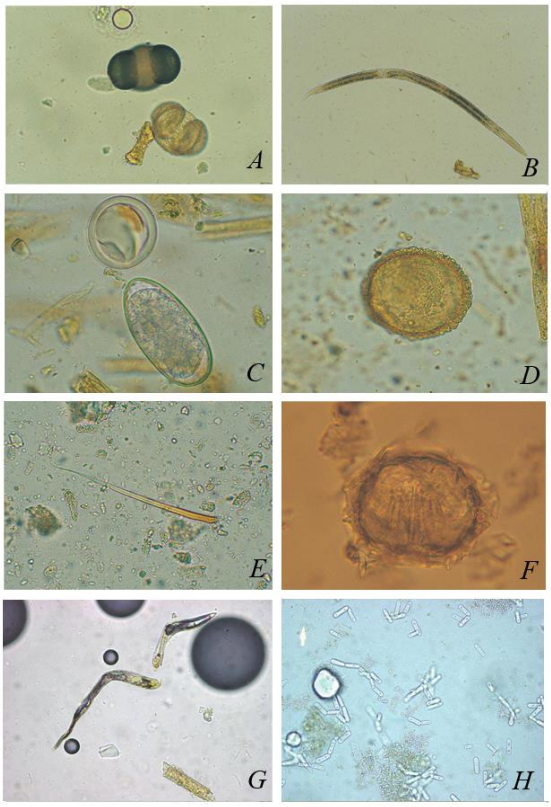
2.7.2 დამატებითი პარაზიტული ინვაზიების იდენტიფიკაციის კვლევის დამატებითი მეთოდები

უშუალოდ ნაცხის გამოკვლევით ხდება პროტოზოული ტროფოზოიტების (ლამბლიები, ტრიქომონები, ამება და ა.შ.) ან სხვა ელემენტების გამოვლება, რომლებიც ყოველთვის არ ტივტივებს ან ადვილად იშლება ფლოტაციის ხსნარებში. ამ მეთოდის ხარისხი დაბალია მასალის მცირე რაოდენობის გამო.

პროცედურა: 1. სასაგნე მინაზე მოთავსებულ მცირე რაოდენობით განავალს ემატება მარილის ხსნარის წვეთი . 2. მასალას ეფარება საფარი მინა და ტარდება მიკროსკოპული კვლევა 10X და 40X გადიდებაზე. 3. ტროფოზოიტის ამოცნობის მთავარი მახასიათებელია მოძრაობა. ლუგოლის ხსნარის წვეთების (ერთი ან რამდენიმე წვეთი) დამატებით შესაძლებელია ცისტის შიდა სტრუქტურის შეღებვა.

2.7.3 ფსევდოპარაზიტების დიფერენციალური დიაგნოზი

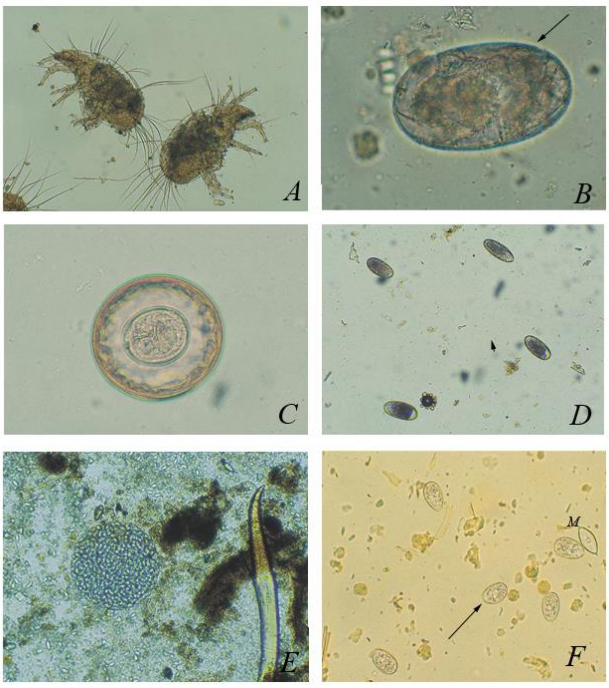
განავლის ნიმუშები შეიძლება შეიცავდეს შეცდომაში შემყვან "ფსევდოპარაზიტებს" და "ცრუ პარაზიტებს". ხშირად ამგვარი ფრაგმენტები გვხვდება კვერცხების, ოოციტების სახით; მოიცავს მტვრის მარცვლებს, მცენარეთა თმებს, მარცვლებს, ტკიპებს, ობის სპორებს და მცენარეებისა და ცხოველების სხვადასხვა სახის უვნებელ ნარჩენებს. "ცრუ პარაზიტები" არის განავალში აღმოჩენილი ჰელმინთების კვერცხები ან პროტოზოების ცისტები, რომლებიც შეიძლება ეკუთვნოდეს სხვა ორგანიზმს კოპროფაგიის (ლეშისმჭამელობის) ან მტაცებლობის გამო. ფეკალური ნიმუშების შეფასებისას შეცდომების თავიდან აცილების ერთ-ერთი საუკეთესო გზაა სხვადასხვა პარაზიტების შეფასება, რომლებიც ჩვეულებრივ აზიანებენ ცხოველებს.



სურ.2.12. ფსევდოპარაზიტების მაგალითები.

(ა) ფიჭვის მტვერი არის ჩვეულებრივი ფსევდოპარაზიტი, რომელიც გვხვდება არაერთი ცხოველის განავლის ნიმუშებში (400X). (B) მოზრდილი თავისუფლად მცხოვრები ნემატოდები, აღმოჩენილია მიწიდან შეგროვებულ განავალში. (C) კვერცხი ცხვრის განავალში და ფსევდოპარაზიტი (მითითებულია ისრით). ფსევდოპარაზიტებისათვის დამახასიათებელია მკაფიო შიდა სტრუქტურის არასებობა და წყვეტები გარეთა შრეში. (D)

ყვავილის მტვრის მარცვლები (400X). (E) მწერების ბეწვები მწერიჭამია ფრინველების განავლიდან. (F) მცოხნელი ცხოველების ფეკალიებში გვხვდება არტეფაქტები, რომელთა სტრუქტურა ჰელმინთების ბრტყელი ემბრიონის კაუჭებს გვაგონებს, თუმცა ემბრიონი გამოკვეთილი არ არის და გარეთა შრე ცუდად ჩანს (40 X). (G) ბოსტნეულის ძაფები და სხვა ბოჭკოვანი მასალები, რომლებიც შეიძლება ჰგავდეს ნემატოდების ლარვას. ისინი განსხვავებული ფორმის და შეფერილობისაა, მაგრამ, როგორც წესი, ადვილად განირჩევიან ნემატოდებისგან, რადგან არ ახასიათებთ მკაფიო შინაგანი სტრუქტურა, მაგალითად, საჭმლის მომნელებელი ტრაქტი. (H) Saccharomycopsis guttulatus არაპათოგენური საფუარია, გვხვდება კურდღლის განავალში და ზოგჯერ გვხვდება ძაღლებშიც (400X). (გადაღებულია Zajac A. ვეტერინარული კლინიკური პარაზიტოლოგიიდან / Anne M. Zajac, Gary A. Conboy. - მე -8 გამოცემა. ვეტერინარული პარაზიტოლოგების ამერიკის ასოციაცია: Wiley-Blackwell, 2012 - 19-23 გვ.)



სურ.2.13. ფსევდოპარაზიტების მაგალითები.
(A) თავისუფლად მცხოვრები ტკიპები, რომლებიც აბინძურებენ ცხოველის საკვებს. ბევრი პარაზიტული ტკიპისგან განსხვავებით, თავისუფლად მცხოვრებ სახეობებს არ აქვთ სპეციალიზირებული სტრუქტურები ფეხებზე (მისაწოვრები, სავარცხლები და ა.შ.). (B) თავისუფლად მცხოვრები ტკიპების კვერცხები. ისინი, როგორც წესი, ძალიან დიდია (> 100 მიკრონი). კვერცხის შიგნით ტკიპის განვითარებული ფეხები (ნაჩვენებია ისრით). (C) ცრუ პარაზიტები: ტენიას კვერცხები გვხვდება ხბოს განავალში. მიუხედავად იმისა, რომ ამ კვერცხის შიგნით კაკვების კონფიგურაცია აშკარად ჰგავს მისაწოვარს, სავარაუდოდ კვერცხი მღრღნელს ან ფრინველს ეკუთვნის (D) ცრუ პარაზიტები, როგორიცაა კოპროფაგები, გავრცელებულია ძაღლების ნიმუშებში. მცოხნელების და კურდღლების კვერცხები ძაღლის მსგავსია, მაგრამ უფრო დიდი ზომისაა. (E) ცრუ პარაზიტები: ჭიაყელას მარტივი პარაზიტის Monocystis-ის დიდი ცისტა ნაპოვნია გველის განავალში (100X). (F) Eimeria spp. ოოცისტები (ნაჩვენებია ისრით) არის ტიპიური ცრუ პარაზიტი ძაღლების განავალში. ფოტო ასევე გვიჩვენებს დიდი ცისტისგან წარმოქმნილ ოოცისტას Monocystis (M)(400 X). (გადაღებულია Zajac A. ვეტერინარული კლინიკური პარაზიტოლოგიიდან / Anne M. Zajac, Gary A. Conboy. - მე -8 გამოცემა. ვეტერინარული პარაზიტოლოგების ამერიკის ასოციაცია: Wiley-Blackwell, 2012. - 19-23 გვ.)

2.8 ჰიგიენა და უსაფრთხოება ბიოლოგიურ ლაბორატორიაში

2.8.1 ბიოუსაფრთხოების პრინციპები

ბიოუსაფრთხოება არის ბიოლოგიური დაცვის მეთოდებისა და პრინციპების პრაქტიკული გამოყენება ლაბორატორიაში მომუშავე პერსონალის დაცვისათვის.

ბიოუსაფრთხოება განიხილავს უსაფრთხოების უზრუნველყოფისკენ მიმართულ ზომებს, რათა შეამციროს მიკრობიოლოგიური აგენტების ან ტოქსინების დაკარგვის, ქურდობის ან მათი დივერსიებისთვის გამოყენების რისკი, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს გარკვეული აგენტების არასათანადო ან დანაშაულებრივი გამოყენება ბიოლოგიური იარაღად ან ბიოტერორიზმისათვის. ლაბორატორიული ბიოუსაფრთხოება აღწერს იზოლაციის პრინციპებს, ტექნოლოგიებსა და მეთოდებს, რომლებსაც იყენებენ პათოგენებისა და ტოქსინების უნებლიე ზემოქმედების ან მათი შემთხვევითი გავრცელების თავიდან ასაცილებლად..

ბიოუსაფრთხოების უზრუნველყოფის საფუძველია ბიოლოგიური რისკების შეფასება და მართვა.
ბიოუსაფრთხოების პროგრამის ფარგლებში, ბიოლოგიური რისკის შეფასების გზით შესაძლებელია ინფორმაციის მიღება მიკროორგანიზმებისა, გამოყენებული კულტურების, მათი ადგილმდებარეობის და იმ პერსონალის შესახებ, რომელთაც სჭირდებათ პათოგენებზე ან ტოქსინებზე წვდომა.
ბიოლოგიური რისკის შეფასებისას ითვალისწინებენ შემდეგ ფატორებს:

1. აგენტის პათოგენურობასა და ინფექციურ დოზას;
2. ინფექციის პოტენციურ შედეგებს;
3. ინფექციის გადაცემის ბუნებრივ გზებს;
4. ლაბორატორიული მანიპულაციებით გამოწვეულ დაბინძურების სხვა გზებს (პარენტერალური, საჰაერო გზით, საკვებით);
5. აგენტის სტაბილურობას გარემოში
6. აგენტის კონცენტრაციას და სამუშაოს შესრულებისათვის საჭირო მასალების სავარაუდო რაოდენობას;
7. აგენტის " მასპინძლის " არსებობას (ადამიანი ან ცხოველი);
8. ცხოველებზე ჩატარებული ტესტირებიდან, ასევე ინფექციების ლაბორატორიული ან კლინიკური კვლევების ანგარიშებიდან მიღებული ინფორმაციის არსებობას;
9. ინფორმაციას დაგეგმილი ლაბორატორიული კვლევების შესახებ (ულტრაბგერითი კვლევა, ცენტრიფუგირება და ა.შ.).
10. ორგანიზმის ნებისმიერ გენეტიკურ მანიპულაციას, რომელსაც შეუძლია გააფართოვოს "მასპინძელი" აგენტების დიაპაზონი (სპექტრი) ან შეცვალოს მისი მგრძნობელობა ცნობილი და ეფექტური მკურნალობის სქემების მიმართ.
11. ეფექტური პრევენციული და თერაპიული საშუალებების ხელმისაწვდომობას ადგილზე.

რისკის შეფასებისას მოპოვებული ინფორმაციის საფუძველზე დგინდება დაგეგმილი სამუშაოების ბიოუსაფრთხოების შესაბამისი დონე, შეირჩევა შესაბამისი პირადი დამცავი აღჭურვილობა, განისაზღვრება მოქმედების სტანდარტული გეგმა ლაბორატორიული კვლევების უსაფრთხოდ ჩატარების უზრუნველსაყოფად;

ბიოლოგიური რისკების მართვა მოიცავს:

- პათოგენებისა და ტოქსინების გაუთვალისწინებელი ზემოქმედების ან მათი შემთხვევითი გაჟონვის რისკების შემცირებას (ბიოუსაფრთხოება), აგრეთვე ბიოლოგიური მასალასთან არასანქცირებული წვდომის, მისი დაკარგვის, ქურდობის, არასანქცირებული გამოყენების, საბოტაჟის ან მიზანმიმართული გაჟონვის რისკის შემცირებას უსაფრთხოების მისაღებ დონემდე (ლაბორატორიული ბიოუსაფრთხოება);

- შიდა და გარე გარანტიების უზრუნველყოფას (დაწესებულების, რაიონის, მთავრობის, მსოფლიო საზოგადოების და ა.შ. დონეზე) ბიოუსაფრთხოების დაცვის მიზნით სათანადო, ეფექტური ზომების მისაღებად;
- ბიოუსაფრთხოების, ლაბორატორიული ბიოდაცვის, ქცევის ეთიკური კოდექსის დაცვის შესახებ ინფორმირებულობის მუდმივ ზრდასა და საწარმოში დასაქმებული კადრების სისტემატური გადამზადების უზრუნველყოფას;

ბიოლოგიური რისკის მართვის ერთ-ერთი მიზანია ლაბორატორიული ბიოდაცვისა და ბიოუსაფრთხოების ზოგადი კულტურის ფორმირება, რაც ბიოდაცვასა და ბიოუსაფრთხოებას ყოველდღიური ლაბორატორიული სამუშაოების განუყოფელ ნაწილად აქცევს. მიღწეული შედეგი სამუშაო პირობების ზოგადი დონის და ლაბორატორიის მართვის მოსალოდნელი დონის გაუმჯობესებაში აისახება.

2.8.2 ჰიგიენური მოთხოვნები ლაბორატორიის ოთახებისათვის. ხელსაწყოების უსაფრთხო გამოყენების წესები

შენობაში უსაფრთხო ლაბორატორიული სამუშაოების უზრუნველყოფისათვის აუცილებელია: საკმარისი სივრცე; გლუვი, ადვილად რეცხვადი, სითხეგაუმტარი, რეაგენტებისა და სადეზინფექციო საშუალებებისადმი მდგრადი კედლები, იატაკი გლუვი (არაპრიალა) ზედაპირით, წყალგამძლე, სადეზინფექციო საშუალებების, მჟავების, ტუტეების, ორგანული გამხსნელების, სიცხისადმი საკმარისად მდგრადი სკამები და თაროები; საკმარისი განათება; მყარი ავეჯი წმენდაზე თავისუფალი წვდომით; საკმარის ფართობზე განთავსებული ლაბორატორიული აღჭურვილობა და ხელსაწყოები; იზოლირებული ოთახი გამხსნელების, რადიოაქტიური მასალებისა და რედუცირებული აირების უსაფრთხო დამუშავებისა და შენახვისთვის; იზოლირებული ოთახები ზედა ტანსაცმლის შესანახად, საკვების მისაღებად, დასასვენებელი ოთახები ლაბორატორიის სივრცის გარეთ; გამდინარე წყლის ნიჟარები თითოეულ ლაბორატორიულ ოთახში, სასურველია გასასვლელთან ახლოს; ფარჯრიანი კარები ხანძარსაწინააღმდეგო წესების გათვალისწინებით. ავტოკლავი და დეზინფექციის სხვა საშუალებები უნდა განთავსდეს ლაბორატორიის მახლობლად.

უსაფრთხოების სისტემები უნდა მოიცავდეს სახანძრო და ელექტროუსაფრთხოების სისტემებს, საშხაპეებს გადაუდებელი დახმარებისათვის და თვალის დაბანის საშუალებებს. ხელმისაწვდომი უნდა იყოს სათანადოდ აღჭურვილი შენობები ან სივრცეები პირველადი სამედიცინო დახმარების აღმოსაჩენად.

ახალ შენობის დაგეგმარებისას აუცილებელია გაითვალისწინოთ:

მექანიკური ვენტილაციის სისტემის შექმნის შესაძლებლობა, რომელიც უზრუნველყოფს სუფთა ჰაერის მიწოდებას და გამოყენებული ჰაერის გამოტანას მისი რეცირკულირების გარეშე. ასეთი სისტემის არარსებობისას აუცილებელია დამონტაჟდეს კოღოს ბადეებით აღჭურვილი ფანჯრები, რომლებიც კარგად გაიხსნება. აუცილებელია მაღალი ხარისხის წყლის რეგულირებადი მიწოდების, აგრეთვე ელექტროგაყვანილობის, გაზგაყვანილობისა და ხანძარსაწინააღმდეგო სისტემები

პროცედურებისა და პრაქტიკის საიმედოობასთან ერთად, უსაფრთხოების მოთხოვნების შესაბამისი აღჭურვილობის გამოყენება შეამცირებს უსაფრთხოების დაცვასთან დაკავშირებულ რისკებს. უსაფრთხო ლაბორატორიული აღჭურვილობის შერჩევისას აუცილებელია **შემდეგი პრინციპების** დაცვა:

1. ხელსაწყო უნდა ზღუდავდეს/აღკვეთდეს მასთან მომუშავე პირების კონტაქტს ინფექციურ აგენტთან;
2. ხელსაწყო დამზადებული უნდა იყოს წყალგაუმტარი, კოროზიისადმი რეზისტენტული მასალისაგან და უნდა აკმაყოფილებს მექანიკური მდგრადობის მოთხოვნებს;
3. არ უნდა ჰქონდეს მახვილი კიდეები, უსწორმასწორო ზედაპირი და და არაფიქსირებული ნაწილები;
4. უნდა იყოს იმგვარად დაპროექტებული და დამონტაჟებული, რომ უზრუნველყოს მარტივი მოპყრობა და მოვლა, გაწმენდა, გაუვნებელყოფა და კონტროლი სასერთიფიკატო მიზნებისთვის; შეძლებისდაგვარად უნდა გამოირიცხოს მინის ჭურჭლისა და სხვა მყიფე მასალების გამოყენება.

2.8.3 ბიომასალების ტრანსპორტირებისა და მათთან მუშაობის პრინციპები

ინფექციური და პოტენციურად საშიში ბიოლოგიური მასალების ტრანსპორტირება მკაცრად რეგულირდება ეროვნული და საერთაშორისო რეგლამენტებით. აღნიშნული დებულებები ასახავს შესაფუთი მასალის სწორად გამოყენების წესებს, ასევე სხვა მოთხოვნებს ტრანსპორტირებისათვის მომზადების პროცედურებთან დაკავშირებით. საერთაშორისო სტანდარტის წესები არ არის გამიზნული ადგილობრივ ან ეროვნულ დონეზე მოთხოვნების ჩანაცვლებისათვის. თუმცა, ეროვნული მოთხოვნების არარსებობის შემთხვევაში ხდება საერთაშორისო სტანდარტული წესების გამოყენება.

სახელმწიფო სანიტარიული წესების, ნორმებისა და ჰიგიენური სტანდარტების მიხედვით ("მიკრობიოლოგიური პროფილის ლაბორატორიებში (დეპარტამენტებში) განთავსებისა და უსაფრთხოების წესები (DSP 9.9.5.-080-02)"), ლაბორატორიაში შემომავალი ნებისმიერი საკვლევი მასალა განიხილება, როგორც პოტენციურად საშიში.

სატრანსპორტო უსაფრთხოებამ უნდა უზრუნველყოს ბიოლოგიური მასალის დაცვა კონტროლირებადი წვდომის ზონებიდან (სადაც მასალა ინახება) დანიშნულების პუნქტამდე გადაადგილებისას. ტრანსპორტირების დროს უსაფრთხოების ზომები დაცული უნდა იყოს მასალების გადატანისას როგორც დაწესებულების შიგნით, ისე დაწესებულებებს შორის. დაწესებულების შიგნით უსაფრთხო ტრანსპორტირების უზრუნველყოფა უნდა მოხდეს აუცილებელი დოკუმენტაციით, ანგარიშვალდებულებით და მასალის გადაადგილების კონტროლით ობიექტის შეზღუდული დაშვების ადგილებს შორის, ასევე შიდა მიწოდების კონტროლით, რომელიც ასევე უკავშირდება ტრანსპორტირებისა და ტვირთის მიღების პროცესს.

დაწესებულებებს შორის ტრანსპორტირების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა გულისხმობს შესაბამისი ლიცენზიის გაცემას და ობიექტებს შორის კომუნიკაციას გადაზიდვამდე, ტრანსპორტირებისას და მისი დასრულების შემდეგ, რაც შეიძლება მოიცავდეს კომერციული გადამზიდების მომსახურებას. გაეროს რეკომენდაციები სახიფათო ტვირთების გადაზიდვის რეგლამენტთან დაკავშირებით წარმოადგენს ტრანსპორტირების ეროვნული და საერთაშორისო რეგულაციების საფუძველს და მოიცავს დებულებებს, რომლებიც ეხება სხვადასხვა სატრანსპორტო საშუალებებით საშიში ტვირთების, მათ შორის ინფექციური აგენტების გადატანის უსაფრთხოებას (ბიორისკების მართვა: [ლაბორატორიული ბიოუსაფრთხოება სახელმძღვანელო]. - ჟენევა: WHO, 2006, გვ. 41).

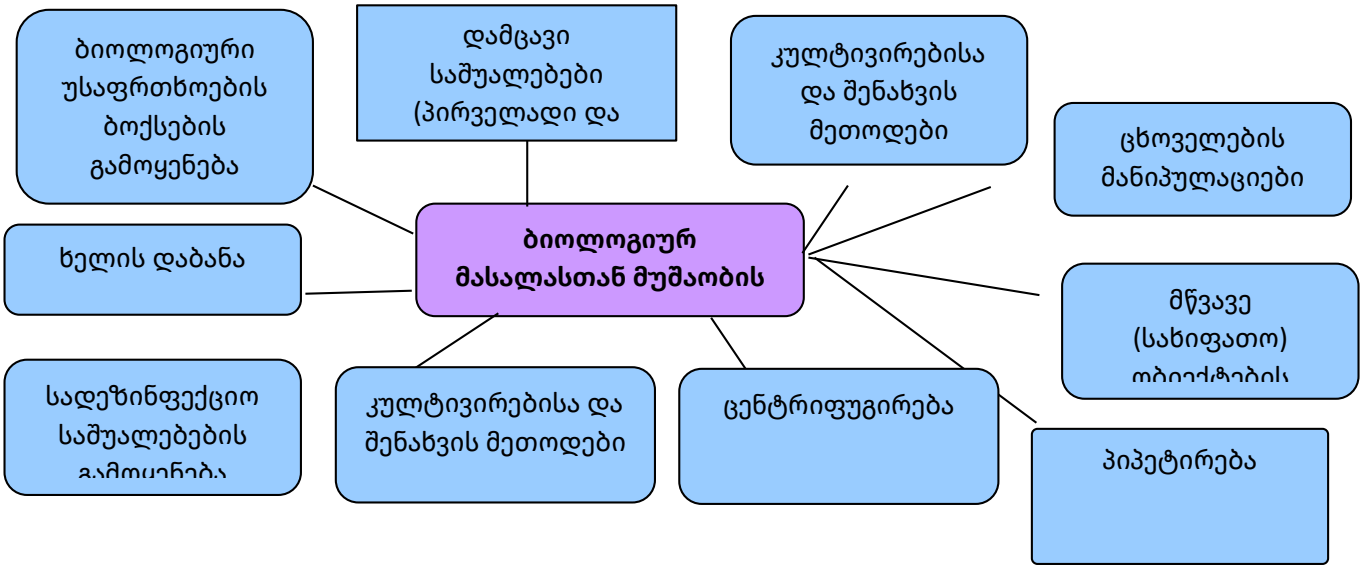
პერსონალს აუცილებელად უნდა ჩაუტარდეს შესაბამისი ტრეინინგი. ისინი უნდა გაეცნონ და სასწავლო და იცის პროცედურები პრევენციის გავრცელების საშიში მასალების გავრცელების პრევენციის გზებს, ბიოლოგიური მასალის სწორი შეფუთვის, მარკირების, რეგისტრაციისა და ტრანსპორტირების პროცედურებს.

ინფექციური ნივთიერებების ტრანსპორტირების დროს მასალის გაჟონვის თავიდან აცილებისა და მათი მავნე ზემოქმედებისაგან ადამიანების, დასაქმებული პირების, ქონებისა და გარემოს დაცვის მიზნით შემუშავებულია ინფექციური ნივთიერებების ტრანსპორტირების საერთაშორისო და ეროვნული რეგულაციები.

უსაფრთხოების დაცვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტი არის საშიში ბიოლოგიური მასალების შეფუთვისა და მარკირების სპეციალური წესების სავალდებულო დაცვა. დამცავი შეფუთვა უნდა უძლებდეს სიმძიმის დატვირთვას და სხვა ფაქტორებს, რაც შესაძლოა ახლდეს ტრანსპორტირებას, მათ შორის ატმოსფერული წნევისა და ტემპერატურის ცვლილებას, ასევე, ვიბრაციასა და ტენიანობას.

საშიში მასალების შესახებ გამაფრთხილებელი საშუალებებია: სატრანსპორტო დოკუმენტები, მარკირება, მარკირება გარე შეფუთვაზე და ნებისმიერი სხვა სახის ინფორმაცია, რომელიც საშუალება მისცემს ტრანსპორტის მუშაკებსა და სწრაფი რეაგირების ბატალიონის წევრებს მოახდინონ ნივთიერების სწორად იდენტიფიცირება და სწრაფი რეაგირება ნებისმიერ საგანგებო ვითარებაში. გარდა ამისა, გამგზავნები და გადამზიდავები უნდა იცნობდნენ აღნიშნულ წესებს, რათა სწორად მოამზადონ საშიში მასალების გაგზავნის პროცესი, ასევე განსაზღვრონ ამ მასალებთან დაკავშირებული რისკები.

ინფექციების თავიდან აცილების ყველაზე მნიშვნელოვან კომპონენტს წარმოადგენს სტანდარტული მიკრობიოლოგიური პრაქტიკისა და მეთოდური სტანდარტების დანერგვა. ინფექციურ აგენტებთან ან პოტენციურად ინფიცირებულ მასალასთან მომუშავე ადამიანები უნდა იყვნენ მომზადებულები, იცნობდნენ პოტენციური საფრთხეებს, მაღალპროფესიულ დონეზე უნდა ფლობდნენ პრაქტიკულ უნარებს და საფრთხის შემცველ მასალასთან უსაფრთხოდ მუშაობის მეთოდებს. მენეჯერები ან ლაბორატორიის პასუხისმგებელი პირები ზედამხედველობას უწევენ პერსონალისათვის აუცილებელი პროფესიული გადამზადების უზრუნველყოფას/ორგანიზებას. თითოეულმა ლაბორატორიამ უნდა შეიმუშაოს ან დაამტკიცოს ბიოლოგიური უსაფრთხოების სახელმძღვანელო, რაც აუცილებელია სავარაუდო რისკების გამოსავლენად და მათი ეფექტების შესამცირებლად ან აღმოსაფხვრელად საჭირო პროცედურების შემუშვებისათვის და განხორციელებისათვის.



კომისიამ გამოყენებამდე უნდა განიხილოს ახალი მეთოდებისა და მეთოდური მიდგომების შესაბამისობა დაწესებულების მიერ შემუშავებულ ბიოლოგიური უსაფრთხოების მოთხოვნებთან, რაც უნდა დადასტურდეს ორგანიზაციის ხელმძღვანელის მიერ.

2.8.4 დეზინფექცია და სტერილიზაცია

ბიოუსაფრთხოების ნორმატივებისა და სტანდარტების შესასრულებლად მნიშვნელოვანი და კრიტიკული ასპექტია ლაბორატორიებიდან მასალებისა და ნარჩენების გაუვნებელყოფის რეჟიმების სწორი შერჩევა და დაცვა. ლაბორატორიაში ბიოლოგიური უსაფრთხოების პროგრამის დასანერგად მნიშვნელოვანია დეკონტამინაციის (გაუვნებელყოფის), გაწმენდის, სტერილიზაციისა და დეზინფექციის პრინციპების გააზრება.

დეზინფექცია არის მიკროორგანიზმების (არაბაქტერიული სპორების) რაოდენობის შემცირების პროცესი (ISO 15190: 2003).

გაუვნებელყოფა არის მიკროორგანიზმების მოცილების და/ან განადგურების, ან მათი შემცირების პროცესი უვნებელ დონემდე (ISO 15190: 2003). ეს ტერმინი ასევე გამოიყენება საშიში ქიმიური და რადიოაქტიური მასალების მოცილების ან ნეიტრალიზაციისას.

სტერილიზაცია არის პროცესი, როდესაც ხდება ყველა სახის მიკროორგანიზმისა და სპორების განადგურდა და /ან მოცილება

სადეზინფექციო საშუალებაა ქიმიური ნივთიერება ან ქიმიკატების ნარევი, რომელიც გამოიყენება მიკროორგანიზმების განადგურების მიზნით, თუმცა ყოველთვის არ კლავს სპორებს. როგორც წესი, სადეზინფექციო საშუალებებს იყენებენ უძრავი ზედაპირებისა ან ობიექტების შემთხვევაში.

ქიმიური ჰერბიციდი არის ქიმიური ნივთიერება ან ისეთი ნივთიერებების ნარევი, რომელიც გამოიყენება მიკროორგანიზმების გასანადგურებლად.

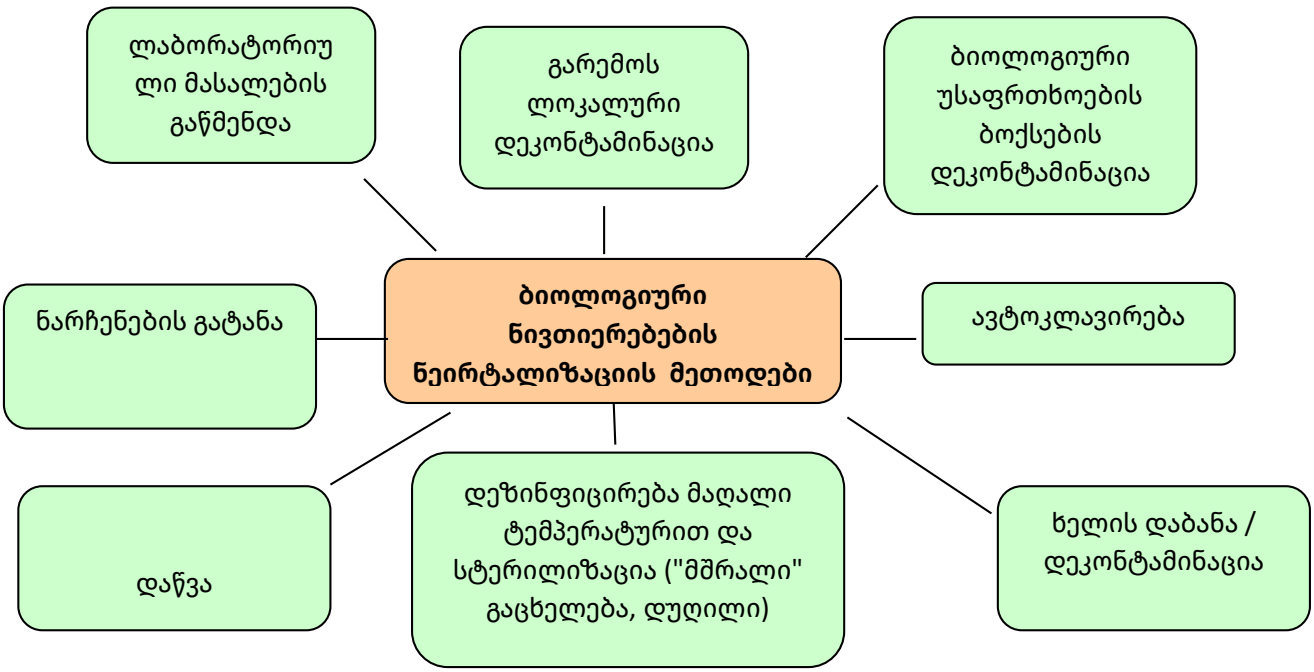
სადეზინფექციო საშუალება უნდა იყოს ეფექტური და უსაფრთხო , თან უნდა ერთვოდეს სახელმწიფო სანიტარული სამსახურის უფროსის მიერ დამტკიცებული ინსტრუქცია (სახელმძღვანელო) და გამოყენების უფლების დამადასტურებელი სერთიფიკატი.

ბიოუსაფრთხოების ზონაში გამოყენებული ქიმიური დეზინფექციის მეთოდების არჩევა უნდა ეფუძნებოდეს შემდეგ კრიტერიუმებს: წამალი ეფექტური უნდა იყოს იმ პათოგენისთვის, რომელზედაც მიმდინარეობს სამუშაო (კონკრეტული აგენტის ეფექტურობა უნდა შემოწმდეს უშუალოდ სამუშაო ადგილზე); ის ყოველთვ ის უნდა იყოს სამუშაო სივრცეში, უნდა იყოს შენახვისადმი და გარე ფაქტორების ზემოქმედებისადმი მდგრადი, გამოსაყენებლად მოსახერხებელი. ყველა ქვეყნისათვის კრიტიკული ასპექტია სადეზინფექციო საშუალებების სავალდებულო სახელმწიფო რეგისტრაცია და მისი მწარმოებლის აკრედიტაცია. სადეზინფექციო საშუალებების ეფექტურობაზე მოქმედ ფაქტორებს მიეკუთვნება: გარემოზე ფაქტორების ზემოქმედება, კონტაქტის დრო, სამუშაო ხსნარების კონცენტრაცია და სტაბილურობა, სადეზინფექციო ზედაპირების ტიპი და სადეზინფექციო საშუალებაში ორგანული ნაერთების არსებობა.

ბიოლოგიური ლაბორატორიის დეზინფექცია ძალიან ფრთხილად უნდა განხორციელდეს. დეზინფექციის მთავარი მიზანია მიკრობიოლოგიური დაბინძურების დონის შემცირება ისე, რომ აღმოიფხვრას ინფექციის გავრცელების შესაძლებლობა . ზოგიერთი მიკროორგანიზმის რეზისტენტობა დეკონტამინაციისადმი მოცემულია 1 ცხრილში (კლებადობით).

Spores of bacteria ***Bacillus subtilis, Clostridium sporogenes***
Mycobacteria ***Mycobacterium tuberculosis var. bovis,*** ***Nontuberculous mycobacteria***
Nonenveloped virus ***Poliovirus, Coxackievirus, Rhinovirus***
Fungi ***Trichophyton* spp., *Cryptococcus* spp., *Candida* spp.**
Vegetative bacteria ***Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus,*** ***Salmonella choleraesuis*, Enterococci**
Enveloped virus ***Herpes simplex virus, Cytomegalovirus,*** ***Respiratory syncytial virus,*** ***HBV, HCV, HIV, Hantavirus, Ebola virus***

ცხრილი 2.4. მიკროორგანიზმების რეზისტენტულობა სადეზინფექციო საშუალებების მიმართ (კლებადობის მიხედვით)



BSL-1-4 ლაბორატორიები იყენებენ დეკონტამინაციის როგორც ქიმიურ და ტემპერატურულ, ისე მათ კომბინაციებზე დაფუძნებულ მეთოდებს. BSL-2-4 ლაბორატორიებში ხდება ყველა ნარჩენის გაუვნებელყოფა , ხოლო BSL-1 ლაბორატორიებში ახდენენ მხოლოდ გენეტიკურად მოდიფიცირებული წარმოებულების დეკონტამინაციას . BSL-1-2 სივრცეებში იყენებენ ქიმიურ და პერიოდულ თერმულ დეკონტამინაციას, ხოლო BSL-3-4 ლაბორატორიები ძირითადად თერმულ დეკონტამინაციას (პერიოდულს და მუდმივს) მიმართავენ.

2.8.5 ქიმიური, სახანძრო და ელექტროუსაფრთხოება. განათების, წყლის მიწოდების, ვენტილაციის, გაზმომარაგების, ხმაურისა და ვიბრაციის ჰიგიენური ნორმები

პათოგენური მიკროორგანიზმების იზოლირების სისტემის დარღვევამ შეიძლება გამოიწვიოს საგანგებო სიტუაციები, როგორიცაა ხანძარი, ქიმიური, ელექტრო ან რადიაციული ავარიები. აღნიშნული გარემოება ქმნის ბიოლოგიურ ლაბორატორიებში უსაფრთხოების მაღალი

დონის შენარჩუნების საჭიროებას ჩამოთვლილი საფრთხეების მართვისათვის. კუთხით. წესების შემუშავება და მათ შესრულებაზე კონტროლი ეკისრება ცენტრალურ ან ადგილობრივი ხელისუფლებას, რომელსაც, საჭიროების შემთხვევაში დახმარების თხოვნით მიმართავს ლაბორატორია.

ლაბორატორიები და ცხოველების ოთახები ხანდახან ვანდალური აქტების სამიზნე ხდება. ამგვარი ფაქტების თავიდან ასაცილებლად საჭიროა საიმედო დაცვისა და სახანძრო უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. აუცილებელია ყველა ელექტროდანადგარისა და აღჭურვილობის, მათ შორის დამიწების სისტემის რეგულარული კონტროლი. ელექტრულ ქსელში უნდა დამონტაჟდეს დამიწების მქონე ავტომატური ამომრთველი. აუცილებელია ავარიული განათების არსებობა ავარიული გასასვლელის მითითებით, სასურველია სარეზერვო გენერატორის არსებობა ძირითადი აღჭურვილობის (როგორიცაა ინკუბატორები, მაცივრები და სხვ.) ელექტრომომარაგებისათვის და ცხოველების ბოქსების ვენტილაციისთვის.

ყველა ლაბორატორიულ ოთახს უნდა ჰქონდეს მოთხოვნების შესაბამისი ბუნებრივი და ხელოვნური განათება. ზოგიერთ ოთახში შეიძლება არ იყოს ბუნებრივი განათება (თერმული კაბინები, ბოქსები სტერილობის კვლევისათვის, ფოტოლაბორატორია და სხვ.). ლაბორატორიის თითოეულ ოთახში უნდა იყოს საერთო ჩამრთველი. ნათურები და სხვა მოწყობილობები უნდა იყოს დახურული ტიპის და სველი დამუშავებისთვის ხელმისაწვდომი.

წყალმომარაგების სისტემა აღჭურვილი უნდა იყოს უკუდინების შემაკავებელი ჩამკეტი მოწყობილობებით. ვაკუუმის კოლექტორები დაცული უნდა იყოს თხევადი სადეზინფექციო საშუალებების შემაკავებლებით (ბადეებით) და HEPA - ფილტრებით ან მსგავსი მოწყობილობებით. ალტერნატიული ვაკუუმის ტუმბოები ასევე დაცული უნდა იყოს შესაბამისი ბადეებით და ფილტრებით.

ლაბორატორიებში აუცილებელია ავტონომიური, ჰაერის გამწმენდი ფილტრებით აღჭურვილი შემომტანი-გამწოვი ვენტილაციის სისტემის არსებობა, საშიში ზონიდან (ან ამ შენობის აღჭურვილობიდან, ბიოლოგიური უსაფრთხოების ბოქსებიდან) გამონადენი ჰაერის გასაწმენდად. აუცილებელია საიმედო და გამართული გაზმომარაგების სისტემის უზრუნველყოფა შესაბამისი მომსახურების სერვისით. ხმაურისა და ვიბრაციის დონე უნდა აკმაყოფილებდეს არსებულ მოთხოვნებს.

2.8.6 უსაფრთხო სამუშაოსა და თანამშრომლების ტრენინგების (გადამზადების) ორგანიზება

თითოეულმა ლაბორატორიამ უნდა შეიმუშაოს უსაფრთხოების კომპლექსური პოლიტიკა, უსაფრთხოების სახელმძღვანელო და დამხმარე პროგრამები, რაზეც პასუხისმგებელია ინსტიტუტის ან ლაბორატორიის დირექტორი (ხელმძღვანელი). მან შეიძლება დააკისროს გარკვეული პასუხისმგებლობები ბიოლოგიურ უსაფრთხოებაზე პასუხისმგებელპირებს ან სხვა პერსონალს.

დეპარტამენტების ხელმძღვანელები და პერსონალი ასევე პასუხისმგებლები არიან ლაბორატორიაში მუშაობის უსაფრთხოებაზე. თითოეული თანამშრომელი პასუხისმგებელია საკუთარ და კოლეგების უსაფრთხოებაზე. თანამშრომლებმა სამუშაო უნდა შეასრულონ უსაფრთხოდ და აცნობონ ხელმძღვანელობას ნებისმიერი საშიში ქმედების, გარემოებებისა და ინციდენტის შესახებ. ლაბორატორიის უსაფრთხო და ეფექტური მუშაობა დიდწილადაა დამოკიდებულია მომსახურე პერსონალზე, ამიტომაც, აუცილებელი, რომ მათ გაიარონ სათანადო მომზადება უსაფრთხოების კუთხით.

ლაბორატორიების ხელმძღვანელებმა, რომლებიც პასუხისმგებელნი არიან ბიოლოგიურ უსაფრთხოებაზე, უნდა განავითარონ უსაფრთხოების ტრეინინგის პროგრამა, რათა

ლაბორატორიული და დამხმარე პერსონალი მუდმივად ეცნობოდეს უსაფრთხო მუშაობის მეთოდებს.

შრომის უსაფრთხოების (ასევე ბიოლოგიური უსაფრთხოების) და ჰიგიენის სწავლების ეფექტურობა დამოკიდებულია ადმინისტრაციის პასუხისმგებლობაზე, მოტივაციის ფაქტორებზე, ორგანიზაციის მიზნებსა და ამოცანებზე, ახალი თანამშრომლების სათანადო სწავლებაზე, კომუნიკაციის საშუალებებზე. პერსონალის ეფექტური სწავლების პროგრამა უნდა მოიცავდეს შემდეგ ელემენტებს (სურათი 2.14).

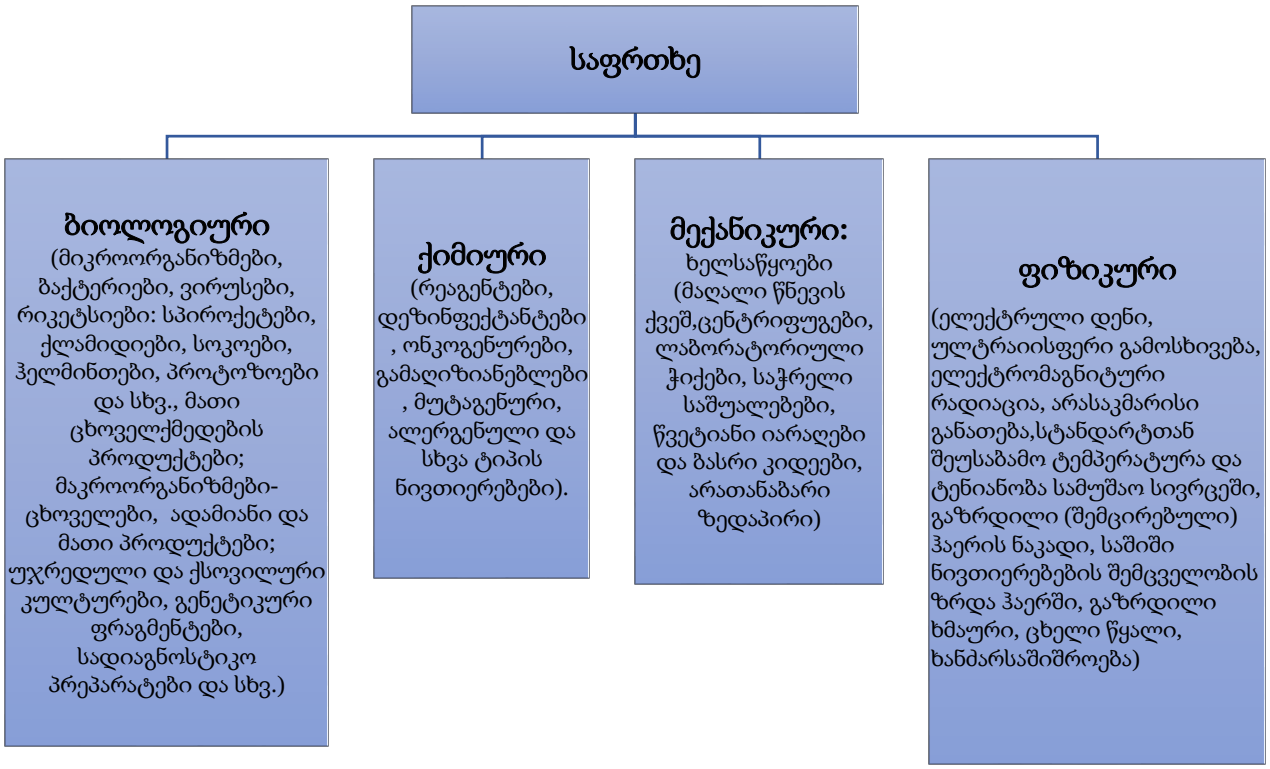
სურ.2.14. კრიტერიუმები პერსონალის სასწავლო პროგრამისთვის

ლაბორატორიას უნდა ჰქონდეს სტანდარტული ოპერაციული პროცედურები (SOPs) და უნდა ხდებოდეს ჩანაწერის გაკეთება:

ა) პერსონალის კომპეტენციების მოთხოვნების განსაზღვრისათვის;
ბ) დაქირავებისათვის;
გ) პერსონალის ტრენინგისათვის;
დ) საკადრო კონტროლისათვის;
ე) საკადრო ადმინისტრირებისთვის;
ვ) პერსონალის კომპეტენციის მონიტორინგისათვის.

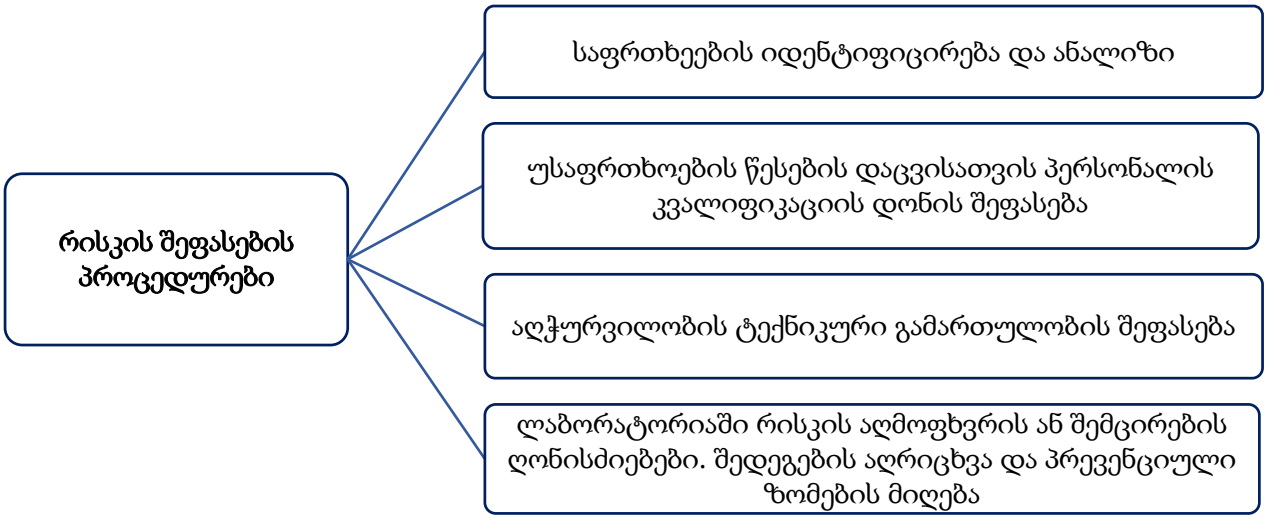
2.8.7 რისკების შეფასება ბიოლოგიურ ლაბორატორიაში და მათი მართვის ალგორითმი

მიკრობიოლოგიური პროფილის ლაბორატორიებში სამუშაოს შესრულებისას მუშებზე შეიძლება იმოქმედოს საშიშმა და საზიანო ფაქტორებმა. (სურ. 2.15).

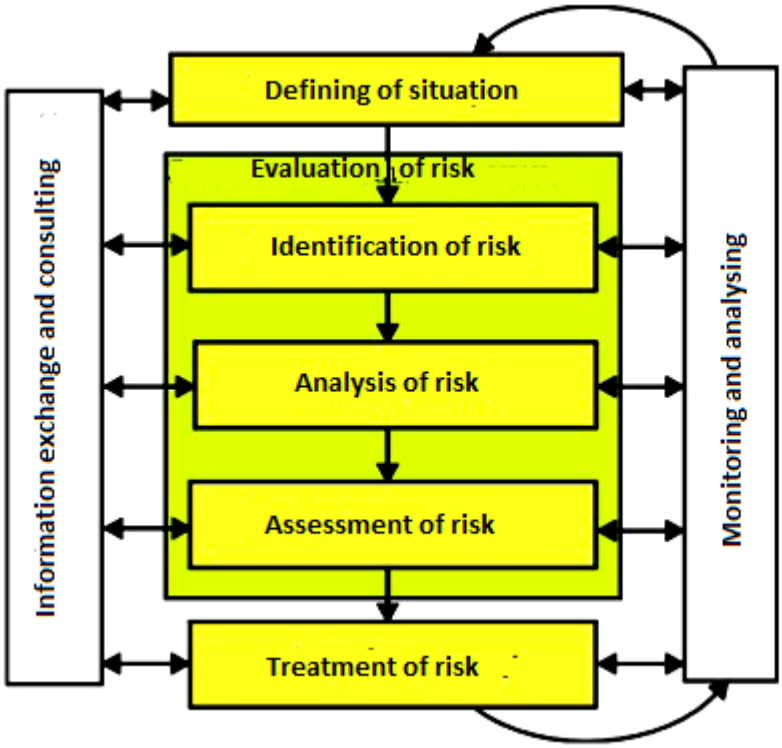


სურათი 2.15. ლაბორატორიული საფრთხეების კლასიფიკაცია

ლაბორატორიაში საფრთხის შემცველი ფაქტორებით გამოწვეული რისკების შეფასებისათვის აუცილებელია რიგი პროცედურების განხორციელება (სურათი 2.16) და ქმედითი ზომების მიღება ამ რისკების შესამცირებლად (სურათი 2.17).



სურ. 2.16 - რისკის შეფასების პროცედურები



სურ. 2.17 – რისკების მართვის ალგორითმი

2.8.8. ლაბორატორიებში ავარიების და საგანგებო სიტუაციების შედეგების აღმოფხვრის პროცედურები

დაზარალებული (პერსონალი ან პრაქტიკოსი თანამშრომელი) ვალდებულია დაუყოვნებლად აცნობოს ლაბორატორიის ხელმძღვანელს ინფექცირებასთან, მოწამვლასთან, დაზიანებასთან, დამწვრობასთან დაკავშირებული უბედური შემთხვევების და საგანგებო სიტუაციების შესახებ . თუ შემთხვევა ინფექციური მასალის დაღვრის შედეგია, შენობაში მომუშავე ყველა ადამიანი დაუყოვნებლივ წყვეტს მუშაობას, იკავებს სუნთქვას, ლაბორატორიიდან გამოდის პრე-ბოქსში, კეტავს კარს და ისუფთავებს ხელებს სადეზინფექციო საშუალებებით ან სპირტით. თუკი სახე დაუცველია, აუცილებელია მისი ეთანოლით (70%) დამუშავება. დამცავი ტანსაცმელი უხვად უნდა დასველდეს სადეზინფექციო საშუალებით. დეზინფექცია იწყება შარფიდან ან შლემიდან, ისინი თავსდება სადეზინფექციო ხსნარში ან ავტოკლავირების ბოქსში. ამის შემდეგ სხეულის ღია ნაწილები იწმინდება ეთანოლით (70%). ადამიანი იცვლის ტანსაცმელს და იმუშავებს თვალების, ცხვირისა და პირის ღრუს ლორწოვან გარსს. აუცილებელია პირის ღრუში და ყელში ეთილის სპირტის (70%) გამოვლება, ხოლო ცხვირში პროტარგოლის ხსნარის (1%) ჩაწვეთება. თუკი ბოტულოტოქსინი ფარავს კანის ღია ნაწილებს, საჭიროა დიდი რაოდენობით ავტოკლავირებული საპნიანი წყლით ჩამორეცხვა.

იმ შემთხვევაში, თუ შემთხვევა მოხდა ბიოლოგიური მასალის დაღვრის გარეშე , სადეზინფექციო ხსნარში დასველებული ტამპონი უნდა მოთავსდეს ბიოლოგიური მასალით დაბინძურებულ ადგილზე. იმ ადამიანის თავი, რომელიც გამოცვლის ტამპონს, უნდა იყოს დაცული და მან უნდა გააგრძელოს შემთხვევის ადგილის დეზინფექცია. ამის შემდეგ თანამშრომელი ტოვებს შემთხვევის ადგილს, იხდის და სადეზინფექციო ხსნარში ათავსებს დამცავ ტანსაცმელს. კანის ღია ნაწილები მუშავდება სადეზინფექციო საშუალებით ან ეთილის სპირტი (70%). იმ შემთხვევაში, თუ შემთხვევა მოხდა უსაფრთხოების ბოქსში, პიროვნება წყვეტს მუშაობას, აქრობს სპირტქურას და რთავს ყველა ხელსაწყოს მათი გახსნის გარეშე

(ცენტრიფუგები და ა.შ.,) . სადეზინექციო ხსნარში კარგად დასველებული ხელსახოცები თავსდება შემთხვევის ადგილზე. 30 წთ. განმავლობაში ირთვება ბაქტერიოციდული ნათურა და გამაფრთხილებელი სიგნალი და ხდება უსაფრთხოების ბოქსის დეზინფიცირება. დეზინფექციიდან 2 სთ. შემდეგ შესაძლებელია უსაფრთხოების ბოქსში მუშაობის გაგრძელება. დეზინფექციის მსვლელობისას ვინტილაცია ჩართული უნდა იყოს.

თუ ავარიისას ხდება ტრავმის მიღება ან კანის მთლიანობის დარღვევა, მუშაობა წყდება და ხელები მუშავდება სადეზინფექციო ხსნარით. ხელთათმანების მოხსნის შემდეგ საჭიროა ჭრილობის სისხლის გადატანა სადეზინფექციო ხსნარში ან ჭრილობის დამუშავება ეთანოლით 4-5 წთ. განმავლობაში. საჭიროა დოკუმენტურად აღიწეროს მომხდარი ფაქტი. დოკუმენტში ლაბორატორიამ უნდა მიუთითოს შესაძლო ინფექციური აგენტი, მოქმედების გზები და მექანიზმები (მოქმედება კანის გავლით, წვეთები ლორწოვან გარსზე ან კანზე, აეროზოლის შესხურება და ა.შ.), შემთხვევის დრო და ადგილი, პერსონალური დამცავი აღჭურვილობის გამოყენება დაზიანების დროს დაშავებულისათვის დაწეული დახმარება (მაგ., დაბანის ან სხვა გამოყენებული მეთოდის ბუნება, დამუშავებიდან გასულ დრო).

ბიოლოგიურ ლაბორატორიაში უნდა არსებობდეს შემდეგი პროტოკოლები:

1. პროტოკოლი ბიოუსაფრთხოების კაბინაში ბიოლოგიური საფრთხეების შემცველი ნივთიერებების დასხმის/გაფრქვევის შემთხვევისათვის;
2. პროტოკოლი ბიოლოგიური საფრთხეების შემცველი ნივთიერებების ბიოუსაფრთხოების კაბინის გარეთ გადინების შემთხვევისათვის;
3. პროტოკოლი ბიოუსაფრთხოების კაბინეტის დაზიანების შემთხვევისათვის;
4. ოქმის იმ შემთხვევაში, დაზიანების ან ბიოლოგიური დაბინძურების centrifuge.
5. პირველადი სამედიცინო დახმარების პროტოკოლი.
6. ავარიის შედეგების აღმოფხვრის შემდეგ ლაბორატორიის ხელმძღვანელის თანხმობით შესაძლებელია ლაბორატორიაში მუშაობის განახლება.

რეგულაციების წყაროები და საგანმანათლებლო რესურსები:

1. https://www.who.int/in-vitro-diagnostic/biosafety-guidelines/en/
2. https://fssuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/46037/1/Holubnycha-biobezpeka.pdf
3. https://www.twirpx.com/file/453879
4. https://www.cap-acp.org/Laboratory-Biosafety-Manual.php
5. https://www.who.int/iris/handle/10665/69390
6. https://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/Biosafety7.pdf
7. http://www.who.int/csr/.
8. https://www.iso.org/standard
9. ISO 31000 Risk management Principles and guidelines
10. IEC/ISO 31010 (en)Risk management – Risk assessment techniques
11. ISO Guide 73 Risk management – Vocabulary
12. Transport of Infectious Substances. Geneva, World Health Organization, 2004, (http://www.who.int/csr/resources/publications/WHO_CDS_CSR_LYO_2004_9/en/).
13. World Health Organization. Laboratory biosafety manual. Third edition. Geneva, World Health Organization, 2004 / (http://www.who.int/csr/ resources/publications/biosafety/WHO CDS CSR LYO 2004 11/en/).
14. Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations. Fourteenth revised edition. United Nations, New York and Geneva, 2005 (http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev14/ 14files e.html).

15. International Health Regulations. World Health Assembly resolution WHA58.3, May 2005 (http://www.who.int/gb/e/e wha58.html# Resolutions).
16. FAO Technical Consultation on Biological Risk Management in Food and Agriculture, Bangkok, Thailand, 13-17 Jan 2003 (http://www.fao.org/ ag/agn/food/meetings biosecurity en.stm).
17. Biorisk management: [Laboratory biosecurity guidance]. – Geneva : WHO, 2006. – 41 p.
18. ISO 15190:2003 Medical Laboratories – Reguirements for Safety (ISO 15190:2003, Медицинские лаборатории– Требования безопасности)
19. Стандарти стосовно менеджменту системи якості ISO 9001, 17025, GLP, GMP,
20. Laboratory Biosecurity Handbook, CRC Press, 2007
21. CDC/NIH Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories, 5th edition, 2007
22. Canada's Laboratory Biosafety Guidelines, 3rd edition, 2004
23. The International Biorisk Management Standart CWA 15798:2008 www.cen.ue/CENORM/sectors/tecnicalcommittees/workshops/ws31/aps

2.9 ნარჩენების მართვა

2.9.1 ნარჩენების სახეები ლაბორატორიულ პრაქტიკაში

ნარჩენები არის ის, რისი თავიდან აცილებაც გჭირდებათ. აუცილებელია ნარჩენების იდენტიფიცირების სისტემის შექმნა და დამაბინძურებლების კატეგორიებისა და შესაბამისი კონტეინერების განსაზღვრა. აღნიშნული პროცესი ეროვნული და საერთაშორისო ნორმებისა და წესების დაცვას გულისხმობს. შეიძლება გამოიყოს ნარჩენების შემდეგი კატეგორიები:

1. დაუბინძურებელი (არაინფექციური) ნარჩენები - შესაძლებელია მათი ხელახალი გამოყენება ან მოცილება საერთო "საყოფაცხოვრებო" ნარჩენებთან ერთად.
2. დაბინძურებული / შედარებით დაბინძურებული ნარჩენები - მათ შორის ბასრი და მჭრელი ობიექტები, როგორიცაა ნემსები, სკალპელები, დანები და მინის ნატეხები (ყველა შემთხვევაში საჭიროა მათი მოთავსება მყარი კედლებისა და სახურავის მქონე კონტეინერებში).
3. დაბინძურებული მასალები, რომლებიც ექვემდებარება დეკონტამინაციას ავტოკლავირების გზით, გარეცხვის შემდეგ კის შესაძლებელია მათი ხელახალი გამოყენება;
4. დაბინძურებული მასალები, რომელთა ავტოკლავირება და მოცილებაა საჭირო;
5. დაბინძურებული მასალები, რომლებიც უნდა დაიწვას;

2.9. ნარჩენების რისკები

ლაბორატორიული ნარჩენების სახიფათო ხასიათს განაპირობებს მათში ინფექციური ან ტოქსიკური აგენტების, ასევე ბასრი ობიექტების არსებობა. ლაბორატორიული ნარჩენების არასწორი მართვის შედეგად შესაძლებელია ადამიანის, ცხოველების, მცენარეთა დაავადებების გავრცელება, ადამიანის ან ცხოველების ტოქსიკურობა, უსაფრთხოების შემცირება, ჰაერის დაბინძურება, ნიადაგის დაბინძურება, ბუზების, სხვა მწერებისა და მღრღნელების გავრცელება, არასასიამოვნო სუნი და ლანდშაფტის არაესთეტიკური ცვლილება.

საშიშ ლაბორატორიული ნარჩენებთან კონტაქტში მყოფი ყველა პირი საფრთხის რისკის ქვეშაა, მათ შორის ლაბორატორიაში დასაქმებული პერსონალი და ყველა ის ადამიანი, რომლებსაც უშუალო შეხება აქვთ ამგვარი ნარჩენების დახარისხებასთან (მანიპულირებასთან) ან გაუფრთხილებლობით ჩადენილი ქმედებების გამო შეიძლება დაზარალდნენ.

კიდევ ერთ საფრთხეს წარმოადგენს ქიმიური რეაგენტების მოხვედრა ნარჩენებში, რომლებიც შემდგომში უტილიზდება როგორც საყოფაცხოვრებო ნარჩენები. შედეგად, არსებობს გარემოს დაბინძურების საშიშროება. ამასთან, ტოქსინების გამოყოფის, შესაძლო აფეთქებისა თუ სხვა რისკების გამო საფრთხე ექმნება ამგვარი ნარჩენების გადამუშავებაში დასაქმებული ადამიანების ჯანმრთელობას.

რთულია საბორატორიაში არსებული ყველა რისკის ერთ დოკუმენტში წარმოდგენა. ამიტომ, ლაბორატორიის თანამშრომლებმა უნდა შეაფასონ კონკრეტული ლაბორატორიისთვის სპეციფიკური ყველა რისკი. მნიშვნელოვანია განისაზღვროს თანამშრომლების მოქმედების გეგმა ქიმიკატების უტილიზაციის, კონტეინერების დაზიანებისა და სხვა საგანგებო სიტუაციების შემთხვევებისათვის. ასევე მნიშვნელოვანია შესაძლო ზიანის მინიმუმამდე შემცირების გზების განსაზღვრა. სამუშაოს დასრულების შემდეგ აუცილებელია გამოყენებული მასალებისა და დაზიანებული მასალის ნარჩენების სათანადოდ იზოლირება და მოცილება.

2.9.3 დაგროვება, დახარისხება და დროებითი შენახვა

ყველა ნარჩენი, რომელთა უტილიზაციის მეთოდები არ განსხვავდება საყოფაცხოვრებო ნარჩენების უტილიზაციის ხერხებისაგან (გარდა გადამუშავებული ქაღალდისა და მინისა), იწოდება „კონტროლირებად ნარჩენებად“. ამ კატეგორიის საგნები, მათ შორის ჭუჭყიანი ქაღალდი, პლასტმასა, რეზინა და ხე, ჩვეულებრივ თავსდება ლაბორატორიაში არსებულ ნარჩენების კონტეინერებში, რომლებსაც აგროვებენ დამლაგებელი პირები. თუმცა, თითოეულ ლაბორატორიაში აუცილებლად უნდა იყოს კონტეინერი ან კონტეინერები განსაზღვრული საგნებისათვის, რომელთა მოთავსება ჩვეულებრივ სანაგვე ურნაში დაუშვებელია.

მეტალისა და მინის ნებისმიერი ბასრი საგანი უნდა ინახებოდეს განცალკევებულად, ყველა ფხვნილი (სასურველია ბოთლში ან ქილაში), ჭუჭყიანი სინჯარები ან ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურეული სხვა საგნები (არ ეხება შპრიცებს და ნემსებს) ასევე უნდა ინახებოდეს ცალკე.

ლაბორატორიის მიერ გაკონტროლებური კონტეინერები სისტემატურად უნდა იცლებოდეს და არ უნდა ხდებოდეს მათი გადავსება. დაუშვებელია მინის, ბასრი მეტალის საგნებისა და ფხვნილის მოთავსება ლაბორატორიული ნარჩენებისათვის განკუთვნილ ჩვეულებრივ კონტეინერში. უტილიზაციისას აუცილებელია ყველა ბოთლს მოეხადოს საცობი. ამასთან, გადამუშავებისათვის გამიზნული ბოთლებიდან არ უნდა იგრძნობოდეს რაიმე ქიმიური ნივთიერების სუნი.

გადამუშავების პროცესის გაადვილების მიზნით მინა და მინის ნარჩენები უნდა ინახებოდეს სხვა მყარი ნარჩენებისაგან განცალკევებით, გამძლე მარკირებულ კონტეინერში. დასაშვებია რეაგენტების შემცველი ცარიელი კოლბების ხელახალი გამოყენება მათი საფუძვლიანი გარეცხვისა და ძველი ეტიკეტების მოცილების შემდეგ.

ბასრი ნარჩენები, როგორიცაა აკალპელები, შპრიცების ნემსები, დატეხილი მინა და სხვ. შემდგომი უტილიზაციის მიზნით უნდა ინახებოდეს მყარი კედლების მქონე კონტეინერებში, რათა თავიდან აიცილოთ შემთხვევითი ტრავმა. კონტეინერების შეგროვება უნდა განახორციელონ ლიცენზირებულმა გადამამუშავებელმა კომპანიებმა.

კატეგორიულად აკრძალულია ნიჟარაში ადვილად აალებადი სითხეების ჩაღვრა. ამგვარი სითხეები თავსდება ადაპტირებულ კონტეინერებში და ხდება მათი გატანა უტილიზაციის მიზნით

აუცილებელია კონტეინერების მარკირება, მაგ., შესაბამისი წარწერისა და ფერის გამოყენებით, რაც თავიდან აგვაცილებს ნარჩენების არასწორ დახარისხებას. სასურველია საერთაშორისო აღიარების წარწერებისა და ნიშნების გამოყენება.

გამოყენებული აქროლადი ქიმიური ნივთიერებები უნდა ინახებოდეს მჭიდრო სახურავის მქონე კონტეინერებში, კარგად განიავებულ ოთახებში. თუმცა, კატეგორიულად დაუშვებელია მათი შენახვა ამწოვ კარადებში, სადაც მიმდინარეობს ქიმიური რეაქციები.

ციტოტოქსიკური ნარჩენები უნდა ინახებოდეს სხვა ნარჩენებისაგან განცალკევებით, სპეციალურად გამოყოფილ უსაფრთხო ადგილზე.

რადიოაქტიური ნარჩენები უნდა ინახებოდეს კონტეინერებში, რომლებიც უზრუნველყოფს იონიზაციის პრევენციას. იმ ნარჩენებისათვის, რომლებიც სავალდებულოდ ინახება რადიოაქტიური დაშლის პროცესში, აუცილებელია ეტიკეტირება რადიონუკლიდების ტიპის, თარიღისა და შენახვის პირობების მითითებით.

აკრძალულია გამოყენებული ბოთლების შენახვა იატაკზე ან ნიჟარაში.

დასაშვებია თავსებადი ქიმიური ნივთიერებების ერთად შენახვა, ხოლო არათავსებადი ნივთიერებები აუცილებლად უნდა გაიმიჯნოს. არათავსებად ნივთიერებებს შეიძლება მიეკუთვნებოდეს ასევე დამწვარი და არააალებადი ნივთიერებები, რამდენადაც მათი შემდგომი უტილიზაციის მეთოდები განსხვავებულია.

2.9.4 ძირითადი მოთხოვნები ინსტრუმენტებისა და შესანახი კონტეინერების მიმართ

ნარჩენების შესანახი კონტეინერები უნდა იყოს ადვილად ხელმისაწვდომი, მაგრამ ხელს არ უნდა უშლიდეს თანამშრომლების მუშაობას.

სხვადასხვა ტიპის ნარჩენებისათვის საჭიროა მარკირებული კონტეინერების გამოყენება. ხშირად გამოიყენება ფერადი მარკირება. ამ შემთხვევაში ფერები უნდა იყოს კონტრასტული. ბიოლოგიური, ქიმიური ან რადიაციული საფრთხეების შემცველი ყველა კონტეინერი უნდა მოინიშნოს შესაბამისი საერთაშორისო ნიშნებით. თუკი ნარჩენების მარკირებისათვის გამოიყენება ეტიკეტირება, მაშინ ეტიკეტების ფონი უნდა იყოს ჭურჭლის ფერის კონტრატსტული.

ნარჩენებისთვის გამოყენებული ყველა კონტეინეტი უნდა იყოს ჰერმეტული და არ უნდა ქმნიდეს გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების საფრთხეს.

ბასრი და მჭრელი ნარჩენების კონტეინერს უნდა ჰქონდეს მკვრივი კედლები, რაც გამორიცხავს მათ დაზიანებას. ამასთან, არ არის რეკომენდებული იმ მეტალისაგან დამზადებული კონტეინერების გამოყენება, რომელსაც შეუძლია ადვილად განიცადოს კოროზია.

კონტეინერების ტევადობა უნდა შეესაბამებოდეს ნარჩენების რაოდენობასა და ლაბორატორიის შენობიდან მათი გატანის სიხშირეს. არ არის რეკომენდებული კონტეინერის შევსება მისი მოცულობის 3/4-ზე მეტი შიგთავსით. გარდა ამისა, უნდა მგავითვალისწინოთ შევსებული კონტეინერის საერთო წონა. კონტეინერები არ უნდა იყოს ძალზე დიდი და მოუხერხებელი.

არაბასრი ნარჩენებისათვის დასაშვებია გამძლე შეფუთვის გამოყენება. პაკეტის ¾-ის შევსების შემდეგ რეკომენდებულია პაკეტის დახურვა მყარი გამძლე ნეილონის ლენტით. მაღალი საიმედოობისთვის რეკომენდებულია ორმაგი შეფუთვების გამოყენება, ან შესაბამისი ზომის პაკეტის ჩადგმა გოფრირებულ ყუთში. ყუთზე უნდა გაკეთდეს შესაბამისი მარკირება.

უჯრედულ კულტურებზე მუშაობისას საჭიროა ლაბორატორიაში ნარჩენების (მაგ., პეტრის ჯამების) შენახვის პირობების გათვალისწინება. მიკროორგანიზმები სწრაფად მრავლდებიან ოთახის ტემპერატურაზე, ამიტომაც ან უნდა შევქმნათ მათი გამრავლებისთვის არახელსაყრელი პირობები ან გავითვალისწინოს ნარჩენების დამარხვის პერიოდულობის სიხშირის დაგეგმვა.

ნარჩენების კონტეინერი უნდა იყოს მდგრადი მასში შემავალი ნივთიერებების მიმართ. დაუშვებელია ერთსა და იმავე კონტეინერში ისეთი ქიმიური ნივთიერებების ნარჩენების შეგროვება, რომლებიც ერთმანეთთან ურთიერთქმედებენ.

2.9.5 ნარჩენების განთავსება და ტრანსპორტირება .

ლაბორატორიული ნარჩენების უტილიზაცია სხვადასხვა რეგიონული, ნაციონალური და საერთაშორისო სტანდარტებით რეგულირდება, ამიტომაც სახიფათო ნარჩენების მართვის, ტრანსპორტირებისა და უტილიზაციის პროგრამების შემუშავებისა და განხორციელებისათვის აუცილებელია სპეციალური ლიტერატურის გაცნობა.

ლაბორატორიებში ნარჩენების დეკონტამინაცია და საბოლოო უტილიზაცია ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული პროცესებია. ძირითადი პრინციპის თანახმად, დაინფიცირებული მასალების გაუვნებელყოფა, ავტოკლავირება ან განადგურება უნდა მოხდეს უშუალოდ ლაბორატორიაში. ლაბორატორიიდან პოტენციურად საშიშ ინფეციებთან, მიკროორგანიზმებთან ან ცხოველებთან დაკავშირებული ნებისმიერი საგნებისა თუ ნივთიერებების მოცილებამდე საჭიროა შემდეგი ძირითადი საკითხების გადაჭრა:

1. მოხდა თუ არა იყო ამ ობიექტებისა და მასალების სტერილიზაცია ან დეზინფიცირება შესაბამისი დადგენილი წესების დაცვით?
2. თუ არა, მოხდა თუ არა ამ საგნების ან მასალების შეფუთვა და დოკუმენტირება მათი დაუყოვნებლივ განადგურების მიზნით ადგილზე ან სხვა ლაბორატორიაში გადასაზიდად, სადაც არსებობს დაწვის შესაძლებლობა?
3. დეზინფიცირებული ან სტერილიზებული მასალების/ ობიექტების მოცილება დაკავშირებულია თუ არა დამატებით პოტენციურ რისკებთან (ბიოლოგიური ან სხვა სახის) მათთვის, ვინც უშუალოდ არის ჩართული განადგურების პროცესში ან ვინც შეიძლება კონტაქტირებდეს ობიექტებთან ან მასალებთან ლაბორატორიის მიღმა?

აუცილებელია ნარჩენების ყველა კატეგორიის მარკირება. მნიშვნელოვანია ნარჩენებში არსებული შესაძლო საფრთხეების ეტიკეტირების საერთაშორისო სტანდარტების დაცვა. მაგალითად, "ბიოლოგიური საფრთხე", "რადიოაქტიური ნარჩენები", " ადვილადაალებადი" და ა.შ. გარდა ამისა, სასურველია ეტიკეტირების უცვლელად შენარჩუნება ხანგრძლივი დროის განმავლობაში.

დასაშვებია რამდენიმე მცირე კონტეინერის გაერთიანება უფრო დიდ კონტეინერში, მაგრამ ისინი შეიცავდნენ ერთი და იგივე კატეგორიის ნარჩენებს და დიდი კონტეინერს უნდა გააჩნდეს იდენტური მარკირება.

2.9.6 დოკუმენტების მართვა

ლაბორატორიებმა უნდა აწაარმოონ მკაფიო და ადვილად მიკვლევადი ჩანაწერები ნარჩენების მართვის პროცესის შესახებ. ეს დოკუმენტაცია აუცილებელია სამთავრობო რეგულირების, დაგეგმვისა და მონიტორინგისათვის, პასუხისმგებლობის შემცირებისთვის, ინსპექტირების გაადვილებისათვის და მოთხოვნებზე პასუხისა და საინფორმაციო ბიულეტენების მომზადებისათვის. მოთხოვნებთან შესაბამისობის უზრუნველსაყოფად საჭიროა დეტალური დოკუმენტაციის წარმოება. თითოეულ ლაბორატორიას აქვს უნიკალური და სპეციფიკური საანგარიშგებო პერიოდები და წარდგენის თარიღები, მონაცემთა ანგარიშგების ფორმები და ჩანაწერების შენახვის ვადა. მოთხოვნები და დოკუმენტაციის პროცედურები უნდა იყოს გათვალისწინებული ლაბორატორიის ნარჩენების მართვის გეგმაში.

ეს მოთხოვნები მოიცავს:

- დოკუმენტაციას ლაბორატორიული ობიექტებისა და ტერიტორიის მახასიათებლების შესახებ;
- ნარჩენების ტიპების და მათთან მოპყრობის მეთოდების აღწერას;
- ნარჩენების შესანახი კონტეინერების გახსნის/დახურვის თარიღებს;
- ნარჩენების გატანის დამადასტურებელ დოკუმენტებს;
- ნარჩენების შემცირების ღონისძიებების ეფექტურობის შემოწმების შედეგებს.

თავი 3 . შერჩევა

3.1 შერჩევა (მათ შორის, თავისუფალი ნაკადის და შეფუთული ნიმუშების ჩათვლით), ტრანსპორტირება, შენახვა, დამუშავება და გადამუშავება

ცხოველთა დაავადების ან სიკვდილის მიზეზის დადგენის ან დადასტურების მიზნით, ინფექციური / ინვაზიური დაავადების ან მოწამვლის ეჭვის შემთხვევაში, სპეციალისტი (ექიმი-ვეტერინარი) ვალდებულია სწორად შეარჩიოს შესაბამისი პათოლოგიური/ბიოლოგიური მასალა და გაგზავნოს ვეტერინარული მედიცინის აკრედიტირებულ (სახელმწიფო ან ავტორიზებულ) ლაბორატორიაში სათანადო კვლევის ჩასატარებლად.

ამასთანავე, ლაბორატორიაში შეიძლება გაიგზავნოს საკვების, წყლის, ნიადაგის, ჰაერის ნიმუშები სხვადასხვა სახის კვლევების ჩასატარებლად, აგრეთვე სისხლის ნიმუშები და ცხოველებიდან აღებული სხვა მასალები ბაქტერიოლოგიური/ვირუსოლოგიური, იმუნოლოგიური, ჰისტოლოგიური, მოლეკულური, ბიოქიმიური და ქიმიურ-ტოქსიკოლოგიური ანალიზისთვის .

ამ თავში აღწერილია ნიმუშების ორგანიზების, შერჩევისა და გაგზავნის პროცედურები, კონსერვაციის მეთოდები, პათოლოგიური/ბიოლოგიური მასალების ლაბორატორიაში გადაგზავნის ვადები სიცოცხლის უზრუნველყოფისათვის, ასევე ცხოველების ინფექციური დაავადებების სიკვდილისშემდგომი დიაგნოსტირების მეთოდები და დამადასტურებელი დოკუმენტების გაფორმების პროცედურები შერჩეული ნიმუშებისთვის.

აღწერილია სხვადასხვა კატეგორიის ინფექციური მასალების შეფუთვის, მარკირების, დოკუმენტირების მოთხოვნები და ამგვარი მასალების ტრანსპორტირების წესები.

სახელმძღვანელოს ამ ნაწილში აღწერილია რომელი სპეციფიკური პათოლოგიური/ ბიოლოგიური მასალა შეირჩევა ცხოველების კონკრეტული ბაქტერიული და ვირუსული დაავადებებისათვის, რომლებიც სისტემატიზირებულია ცალკეული სახეობების მიხედვით.

ეს თავი განკუთვნილია ვეტერინარული მედიცინის სპეციალისტებისა და სადიაგნოსტიკო ლაბორატორიების სპეციალისტებისთვის.

შესავალი

მნიშვნელოვანი ძალისხმევა და რესურსები იხარჯება კვების პროდუქტების ანალიზის მეთოდოლოგიის ოპტიმიზაციაზე და გაზომვების ცდომილებების მინიმიზაციაზე. თუმცა, მნიშვნელოვნად ნაკლები ყურადღება ექცევა იმას, თუ როგორ ხდება ნიმუშების შერჩევა და არის თუ არა შერჩეული ნიმუშები დასახული მიზნისათვის რეპრეზენტატული. ხშირად შეირჩევა ძალიან მცირე ოდენობის ერთეული, ან შეირჩევა იმგვარად, რომ არ არის რეპრეზენტატული საცდელი პარტიისათვის. ამგვარი მიდგომით შეიძლება მივიღოთ არასანდო შედეგები და ფუჭად დაკარგული დრო, რასაც საბოლოოდ მივყავართ არასწორ ადმინისტრაციულ

გადაწყვეტილებებამდე. არასწორი შედეგები მიიღება ასევე სატესტო ნიმუშების არასწორი მარკირებისას, არასათანადოდ შენახვისას ან მათი წინასწარი დამუშავებისას წესებისა და რეგულაციების დარღვევით. ნიმუშის ზომა მიზნის შესაბამისი უნდა იყოს - ზედმეტი ან ცოტა ნიმუშების ფულის ფუჭად ხარჯვას წარმოადგენს. ამიტომაც, დაკვირვების, მონიტორინგის ან ინსპექტირების პროექტის დაგეგმვისას აუცილებელია შერჩევის პროცედურების გულდასმით განხილვა.

ეს სახელმძღვანელო განკუთვნილია ყველასთვის, ვინც დაკავებულია კვების პროდუქტების ანალიზით და ამგვარი ანალიზის საფუძველზე გადაწყვეტილების მიღებით.

ნიმუშების შერჩევის პროცესის დაგეგმვისას არაერთი მნიშვნელოვანი ასპექტია გასათვალისწინებელი. ზოგიერთ საკვებ პროდუქტში საკვლევი პარამეტრები თანაბრად (ჰომოგენურად) ნაწილდება მთელ მატრიცაზე, მაგრამ ხშირად ნაერთები/მიკროორგანიზმები არათანაბრადაა (ჰეტეროგენულად) განაწილებული. სინჯების აღების გეგმის განსაზღვრისას ასევე მნიშვნელოვანია საკვლევ პარამეტრთან ასოცირებული ჯანმრთელობის საფრთხეებისა და იმ საკვები პროდუქტების მნიშვნელობის გათვალისწინება, რომელთანაც შეიძლება ასოცირდეს ეს პარამეტრი.

იდეალურ შემთხვევაში, კვების პროდუქტების ყველა ნიმუშის შერჩევისას უნდა გამოვიყენოთ წესების მარტივი პაკეტი. თუმცა, ეს შეუძლებელია და ისეთივე მიუღებელი იქნებოდა, როგორც ერთიანი უნიფიცირებული მეთოდის გამოყენება ყველა ტიპის ნაერთის ანალიზისთვის. გარკვეული კვების პროდუქტებისათვის ნიმუშების შერჩევის სხვადასხვა მეთოდებია ხელმისაწვდომი და მათი გამოყენება უნდა მოხდეს საჭიროების მიხედვით. ანალოგიურად, იქ, სადაც ნიმუშის აღების რეგულაციები უკვე არსებობს, საჭიროა მათი დაცვა იურიდიულად ვალიდური შედეგების მისაღებად.

განმარტებები

ძირითადი მასა: მასალა, რომელიც შედგება არა დისკრეტული, იდენტიფიცირებადი, მუდმივი ერთეულებისაგან, არამედ შემთხვევითი, არარეგულარული ერთეულებისაგან; ან მასალა, რომელიც შედგება მცირე ნაწილაკებისგან ან ერთეულებისაგან, რომელთა ინდივიდუალურად აღება არაპრაქტიკულია.

მთლიანი ნიმუში: ნიმუში, რომელიც შედგება თითოეული ერთეულის ნაწილებისაგან და აღებულია თითოეული არჩეულ ერთეულში პროდუქტის რაოდენობის პროპორციულად (ISO 7002-1986). პარტიიდან აღებული ყველა დამატებითი ნიმუშის კომბინირებული ჯამი . შენიშვნა: თითოეული ერთეულიდან შესაძლებელია თანაბარი პორციის აღება, რომლის ზომაც განისაზღვრება წინასწარ.

პარტია: ერთდროულად მიტანილი რამდენიმე საქონლის რაოდენობა, რომელიც დოკუმენტების ერთი კომპლექტით არის წარმოდგენილი. პარტია შეიძლება შედგებოდეს ერთი ან მეტი ნაწილისგან (პარტიისაგან) ან პარტიის ნაწილებისგან (ISO 7002-1986)

კონტრნიმუში (საკონტროლო): ნიმუში აღებულია იგივე ლოტიდან, იმავე დროს და იმავე წესით, როგორითაც საანალიზო ნიმუში. კონტრნიმუში უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად მსგავსი საანალიზო ნიმუშისა, უნდა დაილუქოს და შესაძლებელია მისი გამოყენება კომპანიის მიერ ანალიზის ოფიციალური შედეგის დასაზუსტებლად.

პორცია: მასალის უფრო დიდი მასივიდან ერთჯერადად აღებული ნივთიერების რაოდენობა (ISO 7002-1986)/ნივთიერების ინდივიდუალური პორცია, რომელიც შეგროვდა სინჯის ერთჯერადად აღებისას, დროსა და სივრცეში გამიჯნული პარტიების ცალკეული

ნაწილებიდან. ბიჯების ტესტირება შესაძლებელია დამოუკიდებლად ან ერთიანად, როგორც ერთი მთლიანის (ბიჯების კომბინირების შემდეგ).

შემოწმება: რუტინული შემთხვევითი შერჩევა იმის შესამოწმებლად, აკმაყოფილებს თუ არა ნიმუში მოცემულ სპეციფიკაციებს. ამ ნიმუშების შედეგები განსაზღვრავს შემდგომი მოქმედებების საჭიორებას (გამკაცრებული შემოწმება). (SNT ანგარიში No 5. 1995).

ერთეული: რეალური ან პირობითი ერთეული (მასალის განსაზღვრული რაოდენობა), რომელზეც შეიძლება ჩატარდეს დაკვირვებათა სერია (ISO 7002-1986).

ლაბორატორიული ნიმუში/საბოლოო ნიმუში: ნიმუში, რომელიც მომზადებულია ლაბორატორიაში გასაგზავნად და განკუთვნილია შემოწმების ან ტესტირებისთვის. (ISO 7002-1986)

ლოტი; პარტია: ზოგიერთი საქონლის დადგენილი რაოდენობა, რომელიც წარმოებული სავარაუდოდ ერთგვაროვან პირობებში. (ISO 7002-1986)

მონიტორინგი: განმეორებითი დაკვირვება ან განმეორებითი გაზომვა, რომელიც ხორციელდება ქვეყანაში ან ქვეყნის კონკრეტულ რეგიონში. (WHO, 1979) ინფორმაციის მიზანმიმართული, განმეორებადი და გრძელვადიანი შეგროვება განსაზღვრული ობიექტის შესახებ ან კონკრეტული მიზნისთვის.

ნიმუშების პირველადი შერჩევა: ნიმუშების შერჩევის საფეხურები, რომლებსაც მივყავართ ლაბორატორიული ნიმუშების მიღებამდე; ანუ ნიმუშების შერჩევა ხდება „საველე პირობებში“.

ნიმუში (ზოგადი ტერმინი): ერთი ან მეტი ობიექტი (ან მასალის ნაწილი), რომელიც გარკვეული წესების დაცვით შეირჩევა პოპულაციიდან (ან უფრო დიდი რაოდენობის მასალიდან). ის გამიზნულია პოპულაციის შესახებ ინფორმაციის მიწოდებისათვის და შესაძლოა საფუძვლად დაედოს პოპულაციასთან დაკავშირებული გადაწყვეტილების მიღებას ან მისი წარმოების პროცესს. (ISO 7002-1986)

სინჯის აღების გეგმა: წინასწარ განსაზღვრული პროცედურა, რომელიც საშუალებას აძლევს სინჯების დამამზადებელ პერსონალს შეარჩიოს, ამოარჩიოს ან გამოყოს ნიმუშები პარტიიდან, რათა მოიპოვოს საჭირო ინფორმაცია პარტიის შესახებ გადაწყვეტილების მისაღებად.

მეორადი შერჩევა: კომპოზიტური (მთლიანი) ნიმუშებიდან სატესტო ნიმუშების შერჩევა.

მეთვალყურეობა: საკვების მდგომარეობის შეფასება დროის გარკვეულ მონაკვეთში განმეორებითი ანალიზის ჩატარების გარეშე, ანუ საკვებში ნივთიერებების დონის ცვლილების აღმოჩენის მიზნის გარეშე. (WHO, 1979) განსაზღვრული პერიოდის განმავლობაში მითითებულ ობიექტზე /მიზანზე ინფორმაციის მიზანმიმართული შეგროვება.

ტესტის ნიმუში: ტესტის მეთოდში აღწერილი პროცედურის შესაბამისად მომზადებული ნიმუში, შერჩეული იმ ლაბორატორიული ნიმუშისგან, საიდანაც აირჩევა ტესტის დანარჩენი ნიმუშები. (ISO 7002-1986)

გამკაცრებული შემოწმება: ტარდება მაშინ, როდესაც არსებობს საფუძველი ვიფიქროთ, რომ პროდუქტი არ შეესაბამება მოცემულ სპეციფიკაციებს. თუკი იგივე ან შესადარებელი ლოტის წინა ტესტის შედეგები აჭარბებს განსაზღვრული კომპონენტის ლეგალურ ზღვარს, თუ არსებობს საფუძველი ვიფიქროთ რომ ლოტი დაბინძურებულია ან არსებობს საფუძვლიანი ეჭვი, რომ ლოტი არ შეესაბამება სპეციფიკაციას, საჭიროა უფრო მეტი პორციის ანალიზი, ვიდრე სტანდარტული შემოწმებისას.

სინჯის აღების მიზანი

შერჩევის დაწყებამდე უნდა განისაზღვროს მისი მიზანი: რის შემოწმებას ვგეგმავთ და რა დანიშნულებით. ყურადღებით უნდა განვიხილოთ დაინტერესებული მხარეებისა და სხვა პოტენციური მომხმარებლების საჭიროებები და მოლოდინები ტესტირების შედეგებთან დაკავშირებით.

ასევე მიზანშეწონილია იმის გათვალისწინება, რამდენად გამართლებულია ანალიზის ჩატარება და, შესაბამისად, სინჯების შერჩევა. მაგალითად, თუ ნიმუშების პარტია არასათანადოდ იყო შენახული და არასწორი დამუშავების შედეგად შემდგომი მოქმედებები შეუძლებელია, სინჯის აღება არ არის საჭირო. არასათანადოდ შენახული ნიმუშების შერჩევისას ანალიზით მიღებული დამაკმაყოფილებელი შედეგები კონტროლერს დილემის წინაშე დააყენებს.

ხელისუფლების მიერ ჩატარებული შემოწმების დროს, ნიმუშის აღება შეიძლება იყოს მიმდინარე მონიტორინგის, დაკვირვების ან გამკაცრებული/სტანდარტული შემოწმების ნაწილი. სურსათის ნიმუშების აღება ასევე შეიძლება მოხდეს კვლევითი პროექტის ფარგლებში ან მწარმოებლის მიერ საკუთარი პროდუქციის ხარისხის კონტროლის უზრუნველსაყოფად. შერჩევა შეიძლება მოიცავდეს საბოლოო პროდუქტების, ნახევარფაბრიკატების, ნედლეულისა და შესაფუთი მასალების ნიმუშებს (შერჩევითი შემოწმება), აგრეთვე სინჯის აღებას ჰიგიენური კონტროლის მიზნით და შერჩევას საწარმოო ხაზიდან. შერჩევისას უნდა მოხდეს ნიმუშის რეპრეზენტატულობის უზრუნველყოფა, რათა ის მაქსიმალურად კარგად ასახავდეს საკვლევ მასალას და ნიმუშის საბოლოო ზომა საკმარისი იყოს საჭირო ანალიზის ჩასატარებლად.

შერჩევა შეიძლება იყოს მიზნობრივი ან ობიექტური (მიუკერძოებელი). განსხვავების ილუსტრირება შესაძლებელია მოძრაობის სიჩქარის ანალოგიით. სიჩქარის მიზნობრივი შემოწმებისას შეირჩევა მხოლოდ ის მძღოლები, რომლებიც ძალიან სწრაფად (ან ძალზე ნელა) მოძრაობენ. სიჩქარის ობიექტური შემოწმებისას შეირჩევა საგზაო მოძრაობის ნაკადის მონაწილეები, რათა შედარდეს საშუალო მნიშვნელობა და ვარიაციები სხვადასხვა დროს ან სხვადასხვა ადგილზე.

3.1 ობიექტური შერჩევა.

ობიექტური (არასუბიექტური, მიუკერძოებელი) შერჩევის (შემთხვევითი შერჩევა/ შემოწმება, დაკვირვება, მონიტორინგი) მიზანია წარმომადგენლობითი შემთხვევითი შერჩევის მიღება საკვლევი პარტიიდან (ლოტიდან) ან გეოგრაფიული ტერიტორიიდან. საკვლევი პარტიის თითოეულ ნაწილს/პორციას უნდა ჰქონდეს ნიმუშის შერჩევის ერთი და იგივე ალბათობა.

ობიექტური შერჩევა გამოიყენება საკვები პროდუქტებზე მეთვალყურეობისა და მონიტორინგის დროს. მონიტორინგის პროცესში ერთი და იგივე ტიპის სურსათი მრავალჯერადად, თვეების/წლების განმავლობაში მოწმდება ერთსა და იმავე პარამეტრებზე, რათა შეფასდეს საკვლევი პარამეტრების ცვლილება და დადგინდეს შესაბამისობა/შეუსაბამობა. უაღრესად მნიშვნელოვანია ნიმუშის მიღება შემთხვევითი შერჩევის გზით, რათა მან შეძლებისდაგვარად უზრუნველყოს პარტიის (ლოტის) რეპრეზენტაცია.

3.2. მიზნობრივი შერჩევა.

მიზნობრივი შერჩევის დროს, ჩვეულებრივ, ნიმუშებს აგროვებენ არადამაკმაყოფილებელი პირობების ან საეჭვო გაყალბების საილუსტრაციოდ ან დასადასტურებლად. შერჩევა მიზანმიმართულად მიკერძოებულია, ორიენტირებულია კონკრეტულ პროდუქტზე ან მწარმოებლებზე და ხშირად ხდება ობიექტური შერჩევით გზით ადრე მიღებული ინფორმაციის საპასუხოდ. ე.წ. გამკაცრებული ინსპექტირების დროს საჭიროა უფრო მეტი ნიმუშის აღება, ვიდრე არასაეჭვო პარტიების ობიექტური შერჩევისას, რაც ზრდის პროდუქტის კანონმდებლობასთან შეუსაბამობის დადასტურების ალბათობას. არ არის აუცილებელი ამ ტიპის შერჩევა წარმოადგენდეს მთლიან პარტიას (ლოტს), რადგან ნიმუშები შეიძლება არ შეირჩეს

შემთხვევითად და, შესაბამისად, შედეგები სტატისტიკური კუთხით ვერ განიხილება. მეორეს მხრივ, მიზნობრივი შერჩევის დროს რესურსები შეიძლება საუკეთესოდ იქნეს გამოყენებული. მომხმარებელთა საჩივრებს მწერებით დაბინძურებასთან და მაღაზიაში/საწყობში მღრღნელების არსებობასთან დაკავშირებით, როგორც წესი, მიზნობრივ შერჩევამდე მივყავართ. ნიმუშების აღება მოხდება სავარაუდოდ ყველაზე მეტად დაბინძურებული ადგილებიდან. ანალოგიურად, ტემპერატურის შემოწმება ხდება იმ ადგილებში, სადაც მოსალოდნელია ყველაზე კრიტიკული პირობების გამოვლენა.

3.3. გადართვის წესები.

ობიექტურ და მიზნობრივი შერჩევას ავსებს ერთმანეთს. თუ დაკვირვება აძლიერებს ეჭვს გარკვეული წარმომავლობის ან რომელიმე კომპანიის წარმოებულ საკვებ პროდუქტებში პრობლემების არსებობაზე, აუცილებელია აღნიშნულ პროდუქტებზე ორიენტირებული მიზნობრივი შერჩევა. შერჩევის ერთი სტრატეგიიდან მეორეზე გადასვლას გადართვის წესებს უწოდებენ. თუკი ობიექტური შერჩევისას ანალიზი აღმოჩნდება მცდარი ან არათანმიმდევრული, შესაძლებელია გამოვლენილ პრობლემაზე ორიენტირებული მიზნობრივი შერჩევის გეგმაზე გადასვლა. როდესაც შედეგები მიუთითებს, რომ არჩეული უფრო მკაცრი გეგმის დაცვა აღარ არის საჭირო, მაშინ კვლავ შეიძლება მონიტორინგთან დაბრუნება ობიექტური შერჩევის სტრატეგიის გამოყენებით.

პროექტის აღწერა, შერჩევის პროცედურის ჩათვლით

პროექტის დაგეგმვისას საჭიროა აღწერილობის წარმოდგენა, რომელიც უნდა მოიცავდეს შემდეგ თემებს:

- რატომ ხდება შერჩევა - მიზანი;
- რომელი მახასიათებლების/პარამეტრების დადგენა ხდება;
- რომელი მატრიცები და რა სახის კვების პროდუქტები უნდა შეირჩეს;
- სად უნდა მოხდეს ნიმუშების შერჩევა - ადგილმდებარეობა;
- როგორ უნდა მოხდეს სინჯის აღება - აღჭურვილობა და მეთოდები, პერსონალი;
- რამდენად დიდი ელემენტების/ჯგუფების შერჩევა უნდა მოხდეს - შერჩევის გეგმის ტიპი;
- როგორ მოხდება ნიმუშების მარკირება;
- რა სახის ინფორმაცია უნდა აღირიცხოს ნიმუშების შერჩევის დროს - შერჩევის პროტოკოლი;
- როგორ მოხდება ნიმუშების ტრანსპორტირება ან გაგზავნა - ნებისმიერი წინასწარი დამუშავების აუცილებლობა;
- ვინ ჩაატარებს სინჯების ანალიზს (რომელი ლაბორატორია);
- როგორ მოხდება ნიმუშების შენახვა და წინასწარი მომზადება ლაბორატორიაში;
- ანალიზის რომელი მეთოდების გამოყენებაა საჭირო;
- ვისთან და რა ფორმით მოხდება ანალიზის შედეგების წარდგენა და გამოყენება;
- როგორ უნდა შეფასდეს და გაუმჯობესდეს შედეგების მიღების პროცედურა.

საკვლევი პარამეტრებისა და მატრიცის მახასიათებელი

გამოყენებული ძალისხმევა და რესურსი უნდა ასახავდეს • საკვლევი პარამეტრის ჯანმრთელობის საფრთხესთან დაკავშირებული თვისებებს • პროდუქტის დიეტურ მნიშვნელობას • შედეგებს ცალკეული მოწყვლადი ჯგუფებისათვის, რომლებსაც უვლინდებათ

გარკვეული ტიპის კვების პროდუქტების მიმართ სერიოზული არატოლერანტულობა • დანიშნულებისამებრ პროდუქტის სავარაუდო დანიშნულებას (უშუალო მოხმარება, ნედლეული მასალა, შუალედური პროდუქტები, ტექნოლოგიური დანამატები და ა.შ.) • ანალიზის მეთოდებს; ანალიზის საჭირო დონეს ან სიზუსტეს • იურიდიულ მოთხოვნებს • საჭირო ინფორმაციას შემადგენლობაზე; საშუალოს, ექსტრემუმებს ან ცვალებადობას.

მნიშვნელოვანია, რომ ცნობილი იყოს საანალიზო ნივთიერების ფიზიკური და ქიმიური თვისებები. თუკი საანალიზო ნივთიერება მეტაბოლიზდება ან განიცდის ფიზიკურ ან ქიმიურ ცვლილებებს, ნიმუშებისა და ხელსაწყოების შერჩევისას, აგრეთვე ნიმუშების წინასწარი მომზადებისა და შენახვის გზების განხილვისას ეს ფაქტი აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული. ასევე აუცილებელია იმის ცოდნა, სამიზნე ლოტი შედგება ცალკეული ნივთიერებისაგან თუ ნარჩენებისაგან.

წარმატება საკვების წარმომადგენლობითი ნიმუშების მოპოვებაში პირდაპირ არის დამოკიდებული პროდუქტის ფიზიკურ მახასიათებლებზე (მაგ. სითხე, ფხვნილი, მსხვილი ნაწილაკები, აირი) და პოტენციური დაბინძურების ტიპზე. შერჩევისას განუსაზღვრელობა ნიმუშის კომპონენტების ვარიაციების პირდაპირპროპორციულია. ფიქსირებული ზომის ნიმუშისათვის, რაც უფრო მცირეა ცალკეული კომპონენტების ზომა, მით უფრო მცირეა შერჩევის შეცდომა. უფრო ადვილია თხევადი საკვები პროდუქტების რეპრეზენტატული ნიმუშების მიღება (მაგ., წყალი, რძე ან ლუდი, პასტები ან ფხვნილები), ვიდრე საკვების, რომელიც შედგება უფრო დიდი ზომის, არარეგულარული ფორმის კომპონენტებისგან, მაგ., მარცვლეული, მთლიანი თხილი, ხილი, კომბინირებული საკვები და სხვ. ეს არ ეხება გენმოდიფიცირებული ორგანიზმების საკვლევად წარმოებულ ნიმუშების შერჩევას, რადგან დნმ შეიძლება იყოს ძლიერ დაქუცმაცებული, თუ ნაწილაკების ზომა ძალზე მცირეა. შერჩევისა და შერჩევის შეცდომის სრული და ამომწურავი თეორიისთვის მკითხველს შეუძლია გაეცნოს დოქტორ პიერ გიის ნაშრომს „Pierre Gy; Sampling of Particulate Material, Theory and Practice, Elsevier, Amsterdam, 1992“. საკვების მატრიცის შემადგენლობა და სირთულე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წარმომადგენლობითი ნიმუშების მიღებაზე, განსაკუთრებით უკიდურესად დაბალი კონცენტრაციებისას და/ან როდესაც ლოტის დაბინძურება არაჰომოგენურია. ასეთ შემთხვევებში უფრო მეტი ინკრემენტია საჭირო. პიერ გიი და სხვა

საშიში ნაერთები, როგორიცაა მიკოტოქსინები და პათოგენები, ხშირად არათანაბრად ნაწილდება საკვებში. ჰეტეროგენული მასალის ნიმუშების აღებისას, რეპრეზენტატული ნიმუშის მისაღებად საჭიროა ულუფების რაოდენობის გაზრდა. საკვებით მოწამვლის აფეთქების (გახშირების) მიზეზების კვლევისას მკაცრად რეკომენდებულია დიდი რაოდენობით ნიმუშების შერჩევა, ყველა საეჭვო საკვების დიდი აგრეგირებული/კომპოზიტური ნიმუშების მისაღებად. თუმცა, შეიძლება საჭირო გახდეს სასურველზე მცირე ზომის ნიმუშების მიღება, საკმარისი მასალის მოპოვებასთან (თუკი უმეტესობა უკვე შეჭამულია) ან გაზრდილ ხარჯებთან დაკავშირებული სირთულეების გამო, ანდა თუკი ნიმუშის სასურველი ზომა საანალიზოდ რთულია. ნიმუშის ზომასთან და ნიმუშის დამუშავებასთან დაკავშირებული სპეციალური მოთხოვნების შემთხვევაში სინჯის აღებამდე ყოველთვის სასურველია ლაბორატორიის პერსონალთან კონსულტაციის გავლა.

რაც შეეხება სენსორულ ანალიზის, ასეთ დროს გარკვეულწილად საჭირო ხდება განსხვავებული მიდგომების გათვალისწინება. ანალიზის პროცესში, როდესაც საქმე დეგუსტაციამდე, გასაგები მიზეზების გამო პოტენციურად მავნე პროდუქტები უნდა გამოირიცხოს, მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება გარეგნული იერსახისა და სუნის შემოწმება.

იშვიათად არის მიზანშეწონილი ერთგავროვანი ორგანოლეპტიკური ნიმუშების დამზადება შერევის ან დაფქვის გზით. ნიმუშები ან ერთგვაროვანია (ყველა სახის სითხე) ან

არაერთგვაროვანი და სწორედ ასე უნდა გაანალიზდეს. ამრიგად, მნიშვნელოვანია აღინიშნოს ის, რაც ლოგიკურია და გასაგები, რომ ტესტის ნიმუშები წარმოადგენს ლაბორატორიული ნიმუშების წარმომადგენლებს და რომ ლაბორატორიული ნიმუშები წარმოადგენს შესაბამის ლოტის (პარტიის) წარმომადგენლებს.

სად უნდა მოხდეს შერჩევა - ადგილმდებარეობა

გადაწყვეტილება იმის შესახებ, თუ სად უნდა მოხდეს შერჩევა, დამოკიდებულია პროექტის მიზანზე. თუ მიზანი კრიტიკული წერტილების შემოწმებაა (საწყობი ან წარმოების კონკრეტული საფეხური), უნდა განისაზღვროს კრიტიკული წერტილები. მაგალითად, სამაცივრე მოწყობილობაში ან ფურგონში ნიმუშები უნდა შეირჩეს კარებთან (როგორც ზედა, ასევე ქვედა მხარეს) ყველაზე ახლოს მდებარე ნივთებიდან, მაღაზიის შუა ნაწილში (ზედა და ქვედა ნაწილებში) და მაცივრის სავინტილაციო სისტემასთან ახლოს. ზოგჯერ საჭირო ხდება მთელი ფურგონის გადმოტვირთვა, რადგან შეიძლება არსებობდეს გარკვეული მოსაზრებები, რომ ლოტის მხოლოდ გარკვეული ნაწილები შეიძლება შემოწმდეს. თუ საქონელი ინახება ოთახის ტემპერატურაზე + 4ºC- ის ნაცვლად, საჭირო არ არის ნიმუშის აღება და მათი ანალიზი შესაბამისი ზომების მიღებამდე. იატაკზე არსებული ლაქები გალღობის/ დნობის ტიპური ნიშნებია.

თუ მონიტორინგის მიზანი დაკავშირებულია მომხმარებელთა მოთხოვნასთან, სინჯის აღება უნდა ჩატარდეს მწარმოებელთან, საბითუმო მოვაჭრესთან/იმპორტიორთან ან საცალო მოვაჭრესთან. იძულებითი მოთხოვნისას ნიმუშები აღება უნდა მოხდეს როგორც სავარაუდო პრობლემის წყაროსთან, ასევე პროდუქტის მაქსიმალური სიახლოვიდან, ანუ პროდუქტის წარმოების ან იმპორტირებისას, რათა შედეგების შეფასება და შემდგომი ქმედებები იყოს მაქსიმალურად ეფექტური.

ხელსაწყოები

სინჯის ასაღებ მოწყობილობაში არსებულმა მასალებმა (ხელსაწყოების, კონტეინერების და სახურავების ჩათვლით) არ უნდა გამოიწვიოს ცვლილება ნიმუშში, რამაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს ანალიზის შედეგებზე. სინჯის ასაღები მოწყობილობებისა და კონტეინერების ზედაპირები უნდა იყოს სუფთა და მშრალი, გლუვი და ნაპრალებისგან თავისუფალი, კუთხეები კი სასურველია იყოს მომრგვალებული.

გარდა ამისა, მიკრობიოლოგიური კვლევებისათვის სინჯების ასაღებად გამოყენებული ყველა მოწყობილობა უნდა იყოს სტერილური. ზოგჯერ გამოსაყენებელი აღჭურვილობა აღწერილია რეგლამენტში და ასეთ შემთხვევებში უნდა მოხდეს მათი გამოყენება. ასევე შესაძლებელია ავტომატური ან ნახევრადავტომატური შერჩევის საშუალებების გამოყენებაც. ასეთი აღჭურვილობის გამოყენებამდე და გამოყენების პროცესში (რეგულარული ინტერვალებით) უნდა მოხდეს მათი ტესტირება.

- ✓ სინჯის ასაღები ხელსაწყოები: ხელსაწყოები, მაგალითად ნიჩბები (კოვზების მაგივრად), დანები, პიპეტები, დრელები და ზონდები უნდა შეესაბამებოდეს გამოყენების მიზანს. უნდა შემოწმდეს, რომ პარტიის სხვადასხვა ნაწილისათვის გამოყენებული ინსტრუმენტები იდენტურია (მაგ. ძალიან მცირე ნახვრეტებს/ნაპრალებს შეუძლია შეაკავოს უფრო დიდი ნაწილაკები). ხელმისაწვდომია ნიმუშის ასაღები სპეციფიკური ზონდები, "დამჭერები" და ბურღები. "დამჭერები" წარმოადგენს შუბის მსგავს კაპილარულ მილებს, რომლებიც გამოიყენება ყავის, ბურღულეულის შემცველი ტექსტილის ტომრებიდან ნიმუშების მისაღებად.

- ✓ მიკრობიოლოგიური კვლევების დროს, დალუქული შეფუთვების გასახსნელად და სინჯის ასაღებად საჭიროა სტერილური იარაღების გამოყენება. გამონაკლის შემთხვევებში შეიძლება საცალო მოვაჭრის /მაღაზიის მეპატრონის მიერ გამოყენებული ინსტრუმენტებით სარგებლობა. ასეთ შემთხვევაში, აღნიშნული ფაქტი უნდა დაფიქსირდეს ნიმუშის აღების ანგარიშში. ხელსაწყოები უნდა დამზადდეს ადვილად წმენდადი და სტერილიზებადი მასალისგან. მნიშვნელოვანია, რომ ნიმუშების აღებისას ადგილზე იყოს ყველა საჭირო ხელსაწყო. ხელსაწყოების გამოყენებამდე რაც შეიძლება ნაკლებად უნდა მოხდეს მათთან შეხება და ნიმუშის აღებამდე უნდა დავიცვათ დაბინძურებისაგა. სასურველია სტერილური ერთჯერადი ხელსაწყოებისა და კონტეინერების გამოყენება. მიკრობიოლოგიური ანალიზისთვის ნიმუშის განმეორებითი მეორადი შერჩევა არ არის არის სასურველი, რადგან ის ზრდის დაბინძურების რისკს.

მიკრობიოლოგიური ნიმუშების შერჩევისას მნიშვნელოვანია ტემპერატურის გაზომვა. არ გაზომოთ ტემპერატურა ასაღებ ნიმუშში, რადგან გაზომვამ შესაძლოა დააბინძუროს ნიმუში. 30^{0}C-დან 100^{0}C-მდე ტემპერატურის გასაზომად გამოიყენეთ დაკალიბრებული, ±1^{0}C სიზუსტის თერმომეტრები. დაკალიბრება უნდა შეესაბამებოდეს ეტალონურ თერმომეტრებს.

- ✓ ნიმუშები ორგანოლეპტიკური კვლევებისთვის, როგორც წესი, არ მიიღება დიდი პარტიიდან, სადაც სინჯის აღების ზემოხსენებული ხელსაწყოებია გამოსადეგი. ამ მიზნით უფრო გავრცელებულია ბუნებრივი წყაროების ან მათი წარმოებულების (მაგ., ძეხვეული, ბარდის ქილა და ბოთლი ღვინო) ანდა "ბიოლოგიური ერთეულების", როგორიცაა ლორი, ვაშლი, თევზი და კენკრა, გამოყენება. "დამჭერი" ზონდი ნაკლებად შესაფერისია ამგვარი ნიმუშებისთვის. ორგანოლეპტიკური ანალიზებისთვის სინჯის აღების პროცედურა მეტწილად დაკავშირებულია საანალიზოდ ერთეულების და არა საჭირო ინსტრუმენტების შერჩევასთან.

- ✓ ნიმუშთა კონტეინერები. კონტეინერების ფორმა და ტევადობა უნდა შეესაბამებოდეს შერჩეულ პროდუქტს. სინჯების კონტეინერებისა და სახურავების შემადგენელი მასალა და კონსტრუქცია უნდა უზრუნველყოფდეს ნიმუშების ადეკვატურ დაცვას. ენიშვნა! მიკრობიოლოგიური გამოკვლევებისთვის სინჯის აღებისას გამოიყენეთ სტერილური კონტეინერები. კონტეინერების ნიმუში და დახურვა უნდა იყოს მინის, შესაფერისი ლითონების ან პლასტმასის. დასაშვებია ერთჯერადი პლასტმასის კონტეინერების, სტერილური პლასტმასის ქილების, ლამინირებული პლასტმასისაგან დამზადებული (ალუმინის ფოლგა ან პლასტმასის პარკები) კონტეინერების გამოყენება, შესაბამისი თავსახურებით. ნებისმიერი საცობი ან საფენი უნდა იყოს უხსნადი, არაშთანმთქავი და ცხიმგაუმტარი. იგი გავლენას არ უნდა ახდენდეს ნიმუშის სუნზე , არომატზე , თვისებებზე და შემადგენლობაზე. კონტეინერი სასურველია იყოს გაუმჭვირვალე. გამჭვირვალე ან ნახევრადგამჭვირვალე კონტეინერი შიგთავსით უნდა ინახებოდეს ბნელ ადგილას.

თუ ნიმუში წარმოადგენს პროდუქტს, რომლის შეძენა შესაძლებელია საცალო მაღაზიებში, დასაშვებია გამოვიყენოთ ის საშუალებები, რომლითაც ნიმუში წარმოდგენილია მაღაზიის დახლზე; აგრეთვე, პროდუქტის შესაფუთი საშუალებები, როგორიცაა ნამცხვრის ყუთები ან პაკეტები საცხობში.

მნიშვნელოვანია ლაბორატორიასთან კომუნიკაცია სიფრთხილის აუცილებელი ზომების, კონტეინერების, ლაბორატორიული ნიმუშების წინასწარი დამუშავებისა და მოცულობის საკითხებთან დაკავშირებით. კონტეინერის ზომა უნდა შეესაბამებოდეს მიზანს. კონტეინერებს უნდა ჰქონდეთ უსაფრთხო საკეტი ჩამკეტი მათი მჭიდროდ დალუქვისათვის.

ნიმუშის შერჩევის ტექნიკა

აუცილებლობის შემთხვევაში საჭიროა მეთოდებში აღწერილი ნიმუშის აღების წესებისა და პროცედურების დაცვა.

სიფრთხილის ზომები უნდა იქნეს მიღებული, რათა არ მოხდეს სინჯების დაბინძურება, ან რაიმე სხვა სახის ცვლილება, რომელიც უარყოფითად აისახება გამოკვლევების შედეგებზე. სინჯის აღებისას დარწმუნებული უნდა იყოთ, რომ ნიმუში მაქსიმალურად რეპრეზენტატულია საანალიზო პარტიისათვის/ /ობიექტისათვის და რომ ნიმუშის ზომა საკმარისია. პორციები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად თანაბარი წონის და აღებული პარტიის სხვადასხვა ადგილებიდან. ნაჩვენებია, რომ მრავალი მცირე ზომის პორციების შერჩევა და შერევა გვაძლევს პარტიის საშუალო მნიშვნელობის უფრო სწორ შეფასებას ვიდრე უფრო დიდი ზომის ერთეულების/საგნების მცირე მოცულობების შერევა. თითოეული გამოსაკვლევი ლოტის აღება უნდა მოხდეს ცალკე. როდესაც კონტეინერებიდან ან რეზერვუარებიდან ერთდროულად ხდება რამდენიმე ნიმუშის შერჩევა სხვადასხვა ტესტისთვის, პირველ რიგში საჭიროა ავიღოთ ნიმუში მიკრობიოლოგიური კვლევისათვის, რის შემდეგაც კონტეინერი სწრაფადვე უნდა დაიხუროს. გახსოვდეთ, რომ აღრიცხოთ და ჩაინიშნოთ ტემპერატურა ნიმუშის აღების ადგილას.

- ✓ სინჯის ამღები პერსონალი . ნიმუშის აღება უნდა მოხდეს გამოცდილი და სათანადოდ მომზადებული ოპერატორის მიერ. სინჯი ოფიციალურად უნდა აიღოს უფლებამოსილმა ოფიცერმა. მონიტორინგის პროგრამებში, უფრო ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ყველა ოპერატორს უნდა ჩაუტარდეს ერთი და იგივე ტრენინგი და მიეცეს ინსტრუქცია შესადარებელი ნიმუშების მისაღებად. კომპლექსურ სიტუაციებში სინჯის აღებამდე ტესტის წინასწარი შემოწმება (წინასწარი გატესტვა) მნიშვნელოვანი პროტოკოლების გააზრებისათვის და პოტენციური პრობლემებისა და საფრთხეების გამოსავლენად.
- ✓ მყარი ნიმუშების მიღება ფხვიერი მასალიდან. რეპრეზენტატული პორციების მისაღებად, მყარი მასალების, ბურღულეულის, ფხვნილის ან პასტებიდან მყარი ნიმუშების შერჩევისას საჭიროა "დამჭერების", ზონდების ან ბურღების და არა ნიჩბის გამოყენება. ნიჩბის გამოყენებისას ხდება მხოლოდ ზედა ფენის მიღება. უფრო წარმომადგენლობითი ნიმუში მიიღება ზონდის გამოყენებისას. ამასთან, ამა თუ იმ ტექნიკის გამოყენებას განსაზღვრავს ნიმუშია აღების მიზანი.
- ✓ ნიჩბის გამოყენებისას ქვედა ფენისგან ნაწილაკების მიღების ალბათობა მცირეა. შესაბამისად , პორცია ვერ იქნება რეპრეზენტატული პარტიისათვის. არსებობს შესაძლებლობა, რომ უფრო დაბალხარისხიანი საქონელი აღმოჩნდეს ქვედა ფენაში. სითხეების, სუსპენზიებისა და პასტების სინჯის აღებისას საჭიროა მასალის კარგად შერევა ხელით ან მექანიკური საშუალებებით. ფხვნილისთვის მკაცრად რეკომენდებულია ნიმუშის აღების მექანიკური მეთოდი. ნიმუშის აღება უნდა მოხდეს მორევის დასრულებისთანავე, და თუ ეს შესაძლებელია, მორევის პროცესში.
- ✓ შერჩევა ნაკადებიდან. გარკვეული პროცესების კონტროლისას, ნედლეულის ან საბოლოო პროდუქტის ხარისხის კონტროლისას, ან ბურღულეულის შემოწმებისას, შეიძლება პრაქტიკული იყოს ნიმუშების აღება ნაკადებიდან. იმისთვის, რომ შერჩევა მაქსიმალურად შემთხვევითი გახდეს, მნიშვნელოვანია მთლიანი ნაკადის სინჯის აღება დროის გარკვეულ ინტერვალში (A) და არა ნაკადის ერთი კონკრეტული ფრაქციიდან მთლიანი დროის განმავლობაში (B). ნაკადის კონკრეტული ფრაქციიდან ნიმუშის აღებისას არსებობს ალბათობა, რომ მოხდება ზოგიერთი ნაწილაკების სელექცია.

- ✓ საგნების შერჩევა . მომხმარებლებისთვის განკუთვნილ საცალო შეფუთვებში მოთავსებული პროდუქტების კვლევისას ნიმუშების აღება უნდა მოხდეს გაუხსნელი შეფუთვებიდან, რათა არ მოხდეს გარემოდან ან სხვა პირების მიერ პროდუქტების დაბინძურება. ნიმუშების აღება უნდა მოხდეს შეძლებისდაგვარად შემთხვევითად, ტესტის საჭიროების შესაბამისად.
- ✓ შერეული (კომპოზიტური) ნიმუშის მომზადება. ყველა მიღებული პორცია გროვდება და დაუყოვნებლივ თავსდება შესაბამის კონტეინერში. ნიმუშების კონტეინერების ტევადობა უნდა იყოს ისეთი, რომ ისინი თითქმის სრულად შეივსოს ნიმუშით, რაც შესაძლებელს გახდის მოხდეს შიგთავის შერევა, მაგრამ ტრანსპორტირებისას თავიდან აგვაცილებს შენჯღრევას. ნიმუშების აღების შემდეგ საჭიროა პორციების გულმოდგინე შერევა ნიჩბის გამოყენებით.

მიკრობიოლოგიური გამოკვლევებისთვის აღებული შეუფუთავი კვების პროდუქტების კომპოზიტური ნიმუშები ანდა ნიმუშები უფრო დიდი შეფუთვებიდან არ უნდა იყოს 200 გ-ზე ნაკლები. როგორც წესი, შეფუთვისაგან წინასწარ გათავისუფლებული საკვების პორციის საერთო რაოდენობა არ უნდა იყოს 100 გრ-ზე ნაკლები. ქიმიური ანალიზისთვის, პორციებისა და მთლიანი ნიმუშების ზომა დამოკიდებულია საკვლევ პარამეტრზე, აგრეთვე მატრიცაში მის განაწილებაზე და მატრიცის ჰეტეროგენულობაზე.

ორგანოლეპტიკური ანალიზისთვის შერჩეული ნიმუშების ზომა დამოკიდებულია პროდუქტზე. პროდუქტებისთვის, რომელთა დაჭრა და შერევაა შესაძლებელია (სტაფილო / სტაფილოს კუბიკები, სოსისი/სოსისის ნაჭრები, თევზი / თევზის ფილე და ა.შ.), ანალიზის მიზანი განსაზღვრავს, გამოიყენოთ თუ არა ყველა ერთეული ან ერთეულების ერთობლიობა. ყველა სუბიექტი შეირჩევა, თუ მიზანი არის ინფორმაციის მიღება ერთეულებს შორის ცვალებადობის შესახებ. მეორე ვარიანტი, რომელსაც, ჩვეულებრივ, უფრო მარტივ სტატისტიკურ მოდელთან მივყავართ, განიხილება იმ შემთხვევაშ, თუ მიზანი ფიზიკური ვარიაციის სტაბილიზაციაა.

აღებული ნიმუშების რაოდენობა

შერჩეული ერთეულების/პორციების რაოდენობა, ანუ ნიმუშის შერჩევის გეგმას განსაზღვრავს:

- შერჩევის მიზანი (HACCP და კრიტიკული კონტროლის წერტილების განსაზღვრა რისკის ანალიზის საფუძველზე)
- მიღებული ნდობის ინტერვალი და დასაშვები არასანდოობის მაჩვენებელი;
- ლოტის (პარტიის) მახასიათებლები (ერთგვაროვნება)
- საანალიზო მასალის მახასიათებლები (ზიანი ჯანმრთელობისთვის, დისტრიბუცია და ა.შ.)
- ეკონომია

კვების პროდუქტების გარკვეული ანალიზატორების/პარამეტრებისთვის არსებობს რეგულაციები, ინსტრუქციები და დირექტივები შერჩევის მეთოდისა და ნიმუშების რაოდენობის შესახებ და საჭიროა მათი გამოყენება იქ, სადაც ეს შესაძლებელია. უფრო ხშირად, ძალზე ცოტა ნიმუში გროვდება, მაგრამ ეკონომიურობის გათვალისწინებით მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ არ არის აუცილებელი საჭიროზე მეტი სინჯის აღება.

ნიმუშების შერჩევის კონტროლის გეგმებში მითითებულია ასაღები ნიმუშების რაოდენობა. ისინი წარმოადგენენ ნიმუშების საჭირო რაოდენობის რელევანტურ ანალიზზე დამყარებულ განაცხადს ლოტების მიღების კრიტერიუმების შესახებ. საქონლის

შემადგენლობისა და დეფექტების ანალიზისაგან განსხვავებით, ნიმუშები შერჩევის უფრო მკაცრი გეგმა მოქმედებს ჯანმრთელობასთან დაკავშირებული თვისებების შესწავლისას (მაგ. მიკრობიოლოგიური დაბინძურების, მიკრობული საფრთხეების, ტოქსინებისა და კანცეროგენული ნაერთების შეფასებისას). ნიმუშების შერჩევის გეგმები აღწერილია თანდართულ დანართში.

ნიმუშების დალუქვა და ეტიკეტირება

ნიმუშებისა ან ნიმუშების კონტეინერების იდენტიფიცირებისათვის ნიმუშის აღებამდე და აღების შემდეგ აუცილებლად უნდა კეთდებოდეს მკაფიო მარკირება. მარკირება უნდა გაკეთდეს შერჩევის პროტოკოლის შესაბამისად.

თუ ნიმუშები სხვა ლაბორატორიაში უნდა გადაიტანონ, სატრანსპორტო მასალას უნდა ჰქონდეს მკაფიო მარკირება მიმღების სახელით, მისამართით და ტელეფონის ნომრით. ტრანსპორტირებული მასალის დაბრუნების შემთხვევაში ეტიკეტზე უნდა აღინიშნოს გამგზავნის სახელი. სხვა აღნიშვნები სატრანსპორტო მასალაზე შეიძლება იყოს "მყიფე", „შეინახეთ ცივი ადგილას"," მაღაზიაში გაყინული", და ა.შ.

ნიმუშების ონლაინ რეგისტრაციისას მნიშვნელოვანია მისი იმგვარი მონიშვნა, რომ ნიმუში მიკვლევადი იყოს ელექტრონულ სისტემაში არსებულ ინფორმაციულ სივრცეში.

თუ შესაძლებელია, წინასწარ შეფუთული საკვების ნიმუშები ლაბორატორიას უნდა გადაეცეს დალუქული, ორიგინალური შეფუთვით. დიდი რაოდენობით საკვების შემთხვევაში, რომელიც არ არის წინასწარ შეფუთული ან შეფუთულია ლაბორატორიაში მისატანად ვეებერთელა პაკეტში, ნიმუშები უნდა გადაიტანონ კონტეინერებში შესაბამისი აღჭურვილობის გამოყენებით, რათა არ მოხდეს ნიმუშის მიკრობიოლოგიურად ან / და ქიმიურად დაბინძურება. თუ ნიმუშის კონტეინერი ოფიციალურად უნდა დაილუქოს, ეს უნდა გაკეთდეს ყველა დაინტერესებული მხარის წარმომადგენლების თანდასწრებით. ლუქი შეიძლება იყოს ძლიერი ფირი ან მსგავსი მასალისგან, რაც შეუძლებელს გახდის გაყალბებას ლუქის დაზიანების გარეშე. ლუქზე უნდა აღინიშნოს ნიმუშის აღების თარიღი, ნიმუშის ნომერი და ამღების სახელი ან ინიციალები. და, შესაძლოა, შტამპი ან მსგავსი მითითებულია ბეჭედზე. თუ საჭიროა რამდენიმე ნიმუში, ყველა ერთნაირად უნდა იქნეს დამუშავებული. ლაბორატორიული ნიმუშის მომზადება, სინჯის შემცირება, დაფქვა და ჰომოგენიზაცია უნდა ჩატარდეს შესაბამის (დაცულ) ადგილებში.

ნიმუშის აღების ანგარიში

ნიმუშის აღების დასრულებული ანგარიში უნდა შეიცავდეს ქვემოთ ჩამოთვლილ ინფორმაციას, რომელიც უზრუნველყოფს ნიმუშის ცალსახა იდენტიფიკაციას და იძლევა ინფორმაციას ნიმუშის მახასიათებლების შესახებ:

- ნიმუშის აღების ადგილი და საიტი (მაგ. მწარმოებელი, საბითუმო / საცალო დილერი, სატრანსპორტო საშუალება, მომხმარებელი და ოთახი x, მაცივარი y, დახლი და ა.შ.).
- ლოტის ნომერი (საიდენტიფიკაციო) / მეურნეობის კოდი (+ წარმოების თარიღი, შეფუთვის თარიღი, მოქმედების ვადა და შესაძლოა წარმოების ნომერი).
- ნიმუშის აღების თარიღი და დრო.
- ნიმუშის დასახელება და ხასიათი (შემადგენლობა).
- საანალიზო პარამეტრები.
- ნიმუშის შესაბამისი მკაფიო მარკირება, მაგალითად, ლაბორატორიული კოდი.
- მწარმოებლის სახელი, შესაძლოა რეესტრის ან ავტორიზაციის კოდი.
- მალფუჭებადი საქონლისთვის: ნიმუშის ან საცავის ტემპერატურა სინჯის აღების დროს.

- ინფორმაცია შერჩეული საკვების შესახებ, მაგ., სადაც ხდება მისი სინჯის აღება (გარედან, შუაში), მომზადება, დამუშავება, შენახვა, მიწოდების დრო.
- ინფორმაცია სატრანსპორტო პირობების შესახებ; გადაზიდვის დრო, ტემპერატურა და ა.შ.
- ინფორმაცია საკონტროლო ნიმუშების და დალუქვის შესახებ; ასევე დამატებით ინფორმაცია, რომელშიც აღწერილია შერჩეული პროდუქტი ან სხვა ინფორმაცია, რომელიც ლაბორატორიას დაეხმარება შედეგების შეფასებისას.
- ნიმუშის აღების მიზანი, მაგალითად, გეგმიური (სტანდარტული) შემოწმება, საჩივარი, ეჭვი საკვებით მოწამვლაზე, ხარისხის შემოწმება, ორგანოლეპტიკური ცვლილება.
- ნიმუშის აღების მეთოდი, თუ მეთოდი განსხვავდება სტანდარტული/დადგენილი მეთოდისგან ან თუ არსებობს რაიმე კომენტარი შერჩევის მეთოდის შესახებ.
- ნიმუშის აღებაზე პასუხისმგებელი პირის/ ოფიცრის სახელი, მისამართი, ელექტრონული ფოსტა და ტელეფონის ნომერი.
- ლაბორატორიის სახელი, მისამართი, ელექტრონული ფოსტა და ტელეფონის ნომერი.

საკვებით მოწამვლაზე ეჭვის შემთხვევაში, ნიმუშის დასკვნას თან უნდა დაერთოს ინფორმაცია დაავადების მიმდინარეობის შესახებ (ინკუბაციის დრო და სიმპტომები) და სხვა შესაბამისი ინფორმაცია.

ნიმუშის აღების ანგარიშზე ხელმოწერის შემდეგ აუცილებელია საჭირო რაოდენობის ასლების მომზადება. ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება საჭირო გახდეს როგორც ნიმუშის აღებაზე პასუხისმგებელი პირის/ოფიცრის, ისე კვების საცალო ვაჭრობის ობიექტის წარმომადგენლის ხელმოწერა ნიმუშის აღების ანგარიშზე. ასეთი შემთხვევებისათვის განსაზღვრული პროცედურები უნდა აღიწეროს ნიმუშის აღების შიდა სახელმძღვანელოში. ჩვეულებრივ, კომპანიებს ეძლევა შესაძლებლობა მიიღოს საკონტროლო/ დუბლიკატი ნიმუში, თუკი მათი პროდუქციის შერჩევა ხდება სააღსრულებო, სავაჭრო და საარბიტრაჟო მიზნებისთვის. აღნიშნული ნიმუში უნდა იქნეს აღებული იმავე ადგილიდან, იმავე დროს, იმავე წესით და ა.შ. და უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად იდენტური ოფიციალური ნიმუშისა. ერთ-ერთი ნიმუში იგზავნება ანალიზისთვის. თუკი არსებობს რაიმე ეჭვი პირველ ნიმუშის ანალიზის შედეგებთან დაკავშირებით, ტარდება მეორე (საკონტროლო) ნიმუშის ანალიზი

სინჯების ტრანსპორტირების/გადაზიდვის პირობები

ნიმუშების დამუშავების, შენახვისა და ტრანსპორტირებისას, მნიშვნელოვანი ცვლილებები არ უნდა მოხდეს ნიმუშების გამოკვლევის დაწყებამდე. ნიმუშის ტრანსპორტირების ან შენახვისას უნდა დავიცვათ ყველა აუცილებელი სიფრთხილის წესები, რათა თავიდან ავიცილოთ სინჯების დაბინძურება ან შემადგენლობის ცვლილება. სინჯის აღების შემდეგ ნიმუში რაც შეიძლება სწრაფად უნდა გაიგზავნოს ლაბორატორიაში. ლაბორატორიაში სინჯების ჩაბარების დრო წინასწარ უნდა შეთანხმდეს ნიმუშების მიმწოდებელ აგენტთან. ლაბორატორიას ასევე უნდა ეცნობოს გამოსაკვლევი ნიმუშების რაოდენობა და ტიპი.

მალფუჭებადი, შეუფუთავი საქონელი უნდა გაანალიზდეს ნიმუშის აღებიდან რაც შეიძლება დროულად. ამიტომაც აუცილებელია, რომ ასეთი ნიმუშები რაც შეიძლება სწრაფად გადაიტანონ ლაბორატორიაში, შესაბამისი ტემპერატურული რეჟიმის დაცვით. უნდა აღინიშნოს, რომ დაუშვებელია განსაკუთრებით მალფუჭებადი პროდუქტების, მაგალითად, ახალი თევზისა და მოლუსკების ტრანსპორტირება ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. ასეთი საკვების ტრანსპორტირებისას მნიშვნელოვანია ტრანსპორტირების დროის მაქსიმალური შემცირება და ნიმუშის შენახვის მინიმალური ტემპერატურის უზრუნველყოფა გაყინვის გარეშე.

ახალი თევზი და მოლუსკები უნდა მოთავსდეს დაქუცმაცებულ ყინულში ან თოვლში და ტრანსპორტირება განხორციელდეს იზოთერმული და წყალგაუმტარი

კონტეინერებით. დასაშვებია სხვა კონტეინერების გამოყენებაც, თუ ნიმუშები ტრანსპორტირების პერიოდში ინახება 2 ° C- ზე დაბალ ტემპერატურაზე.

მიკრობიოლოგიური ანალიზი უნდა დაიწყოს ნიმუშის აღებიდან 24 საათში, ტრანსპორტირების დროის ჩათვლით. წყლის ზოგიერთი პარამეტრებისათვის შეიძლება საჭირო გახდეს უფრო მოკლე დროის ინტერვალი სინჯსა და ანალიზს შორის.

სინჯების აღების დროს გაყინული ნიმუშები უნდა ინახებოდეს წინასწარ გაცივებულ კონტეინერებში და მოთავსდეს საყინულეში სინჯის აღებისთანავე. ამის შემდეგ საჭიროა მათი გადატანა ლაბორატორიაში იზოლირებული ყუთების გამოყენებით. თუ ტრანსპორტირების ხანგრძლივობა ისეთია, რომ არსებობს ნიმუშების გალღობის რისკი, საჭიროა მშრალი ყინულის (ნახშირორჟანგის თოვლი) ან შესაძლოა გამაგრილებელი ელემენტების გამოყენება.

მშრალი პროდუქტების ან კონსერვების ტრანსპორტირებისას, ჩვეულებრივ, გაგრილება არ არის საჭირო. თუმცა, ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 25oC- ს და ნიმუშები დაცული უნდა იყოს მაღალი ტენიანობისგან.

ნიმუშების შენახვა და წინასწარი დამუშავება ლაბორატორიაში

ლაბორატორიული ნიმუშების შერჩევისა და მომზადების დროს აუცილებელია სიფრთხილის ზომები დაცვა, რათა თავიდან ავიცილოთ ნებისმიერი ცვლილება, რამაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს სინჯის შემადგენლობაზე, უარყოფითად იმოქმედოს ანალიზის პროცესზე ან ნიმუშები გახადოს გამოუსადეგარი.

- ✓ **ლაბორატორიაში ნიმუშების რეგისტრაცია.** ლაბორატორიაში მისვლისთანავე უნდა შემოწმდეს: • ახლავს თუ არა ნიმუშებს ნიმუშის აღების ანგარიში (მიწოდების ცნობა), რომელიც უნდა შეიცავდეს ყველა საჭირო ინფორმაციას; • თანხვდება თუ არა ნიმუშის ეტიკეტი ნიმუშის აღების ანგარიშში მითითებულ ინფორმაციას (სხვა შემთხვევაში ნიმუშები უნდა გადააგდოთ); •მოხდა თუ არა ნიმუშების სწორად ტრანსპორტირება (საჭიროების შემთხვევაში, გააკონტროლეთ ტემპერატურა) • ხომ არ არის სინჯის შემცველი კონტეინერები დაზიანებული.

  ლაბორატორიას უნდა ჰქონდეს სინჯების შემოწმებისა და უარყოფის წერილობითი სტანდარტული პროცედურა.

  თუ ნიმუშები ლაბორატორიაში შემოვიდა სინჯის აღებიდან გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ და მათი განხილვა უკვე გვიანია (განსაკუთრებით მიკრობიოლოგიური ანალიზის შემთხვევაში), თუ ნიმუშის ტემპერატურა ძალზე მაღალია, ნიმუშები (პაკეტი/შეფუთვა) დაზიანებულია ან დაბინძურებულია ტრანსპორტირების დროს, აუცილებელია ნიმუშების უტილიზაცია. თუმცა, თუ ასეთი ნიმუშები გაანალიზდება, აუცილებელია აღნიშნული ხარვეზების მითითება ანალიზის ანგარიში. სავარაუდოდ დაავადების გამომწვევი საკვების ნიმუშების ანალიზი აუცილებელია, თუნდაც ტრანსპორტირების ხარვეზების შემთხვევაში. თუ ანალიზის მიზანი სხვა რამ არის, ვიდრე ხარისხის კონტროლი, მაგალითად, თუ ის ტარდება კვლევასა და განვითარებასთან დაკავშირებული ხელშეკრულების ფარგლებში, აზრს მოკლებულია დაზიანებული ან ატიპური ნიმუშების ანალიზი. ეთიკური მოსაზრებების გამო, ორგანოლეპტიკური ანალიზი, რომელიც ასევე გულისხმობს დეგუსტაციის , არ უნდა ჩატარდეს პოტენციურად მოწამლულ (დაბინძურებულ) ნიმუშებზე.
- ✓ **ლაბორატორიული ნიმუშების მომზადება.** პირველადი ნიმუშის აღების შემდეგ, ლაბორატორია იღებს ან კომპოზიტურ ნიმუშს ან ერთჯერად პორციას, და თუ ნიმუშის აღება განხორციელდა სწორად, ნიმუში წარმოადგენს კონკრეტულ პარტიას. ნიმუში შეიძლება იწონიდეს რამდენიმე გრამიდან კილოგრამებამდე. მცირე რაოდენობის ნიმუშის შემთხვევაში ლაბორატორიული ანალიზი შეიძლება ჩატარდეს მთელ ნიმუშზე, მაგრამ უმეტეს შემთხვევაში, ლაბორატორიას

უწევს ნიმუშის მოცულობის შემცირება. ანალიზისთვის ხშირად მხოლოდ რამდენიმე მილიგრამი ან გრამია საჭირო. ჩვეულებრივ, ლაბორატორია ანალიზის შედეგებს წარმოადგენს გაზომვების ცდომილების 95% -იანი ნდობის ინტერვალით, რასაც ასევე ითხოვენ აკრედიტაციის ორგანოები. გაზომვა უნდა მოიცავდეს ცდომილებას, რაც გამოწვეულია ლაბორატორიული ნიმუშის შემცირებით / ნამატების (პორციის?) ამოღებით (მეორადი შერჩევით). ამგვარი ცდომილების წვლილი შეიძლება ხშირად აღემატებოდეს თავად ანალიზის წვლილს. ლაბორატორია ყოველთვის უნდა შეეცადოს მაქსიმალურად შეამციროს ცდომილება შედეგებში, შესაბამისად, მას უნდა ჰქონდეს კარგად გაწერილი ანალიზის შესაბამისი პროცედურები და აღჭურვილობა ნიმუშის რაოდენობის შესამცირებლად და მცირე ნიმუშის მისაღებად. ნიმუშების არაერთი ტიპი (ბურღულეული, მშრალი საკვები და ფხვნილი) შეიძლება წარმატებით შემცირდეს სინჯების გამყოფი კომერციული ხელსაწყოს გამოყენებით

ამგვარი გამყოფი ხელსაწყოს გამოყენებით ნიმუში შეიძლება დაიყოს ერთგვაროვანი შემადგენლობის რამდენიმე თანაბარ ნაწილად, რაც ასევე შეიძლება დადასტურდეს სტატისტიკურად. თუ შეუძლებელია ნიმუშების დაყოფა ხელსაწყოებით მასში ძალიან დიდი ნაწილაკების შემცველობის გამო, შესაძლებელია ნიმუშების დაფქვა მათ დაყოფამდე.

ჩვეულებრივ, ნიმუშის ზომის შესამცირებლად გამოიყენება ოთხად გაყოფის მეთოდი. მთლიანი კომპოზიტური ნიმუში ჰომოგენიზდება (თუ ეს შესაძლებელია) და შემდეგ იყოფა 4 ნაწილად. შემდეგ მოპირდაპირე მეოთხედები ერთიანდება და კვლავ იყოფა 4 ნაწილად და ა.შ., ლაბორატორიული ნიმუშის სასურველი ზომის მიღებამდე,

ლაბორატორიული ნიმუშის შემცირების შემდეგ, სინჯის მოცულობა ჩვეულებრივ კვლავ ათჯერ აღემატება ანალიზისთვის საჭირო მოცულობას. შემცირებული ნიმუში ხშირად არაერთგვაროვანია, მიუხედავად იმისა, რომ ერთგვაროვანად შეიძლება მოგვეჩვენოს. ამრიგად , ერთი ან რამდენიმე ნიმუშის ამოღებამდე საჭიროა ნიმუშის დაფქვა ან სუსპენდირება, რომლებიც შემდეგ ანალიზდება დამოუკიდებლად ან კომპოზიტური ნიმუშის სახით.

მყარი და თხევადი საკვების ნიმუშების დასაყოფად და ქვენიმუშების მისაღებად, ჩვეულებრივ, ხელმისაწვდომია ინდუსტრიის სპეციფიკური მეთოდები, რომლებიც აღწერილია შესაბამის სტანდარტებში (მაგ რძის პროდუქტები, ISO / IDF სტანდარტები). მაგარ ყველს ძალზე ჰეტეროგენული, არაერთგვაროვანი შემადგენლობა აქვს ზედაპირიდან ცენტრამდე . ამიტომ, საჭიროა გეომეტრიულად რეპრეზენტატული ნიმუშების აღება და ყველის ნიმუშის გახეხვა ანალიზის ჩატარებამდე, მაგალითად ცხიმისა და ცილის ანალიზის მიზნით.

თევზის ნედლეულის ანალიზი კიდევ ერთი რთული სფეროა. მაგალითად, თევზის ფილეებში ცხიმისა და წყლის შემცველობის ანალიზი ტარდება სამზარეულოს კომბაინში პროდუქტის დამუშავების შემდეგ. მას შემდეგ, რაც თევზის ჰომოგენიზებული ფარში ერთგვაროვან კონსისტენციას იძენს, ხდება ქვენიმუშების აღება ანალიზისთვის. ტესტირებებმა აჩვენა, რომ სამზარეულოს კომბაინში ჰომოგენიზაციის შემდეგაც კი ფარში არაერთგვაროვანია და ამან შეიძლება სტატისტიკურად გავლენა მოახდინოს გაზომვების ჯგამურ ცდომილებებზე. შეიძლება გავლენა მოახდინოს სტატისტიკურად ამით [შდრ. ლაბორატორიული ნიმუშები ქიმიური ანალიზიათვის].

ნიმუშების დამუშავებამ შეიძლება პირდაპირი გავლენა მოახდინოს ანალიზის შედეგებზე და ამიტომაც შესაძლოა საჭირო გახდეს ნიმუშების დაცვის საგანგებო ზომების მიღება. ბევრი ვიტამინი იშლება, თუ ნიმუში არ არის დაცული სინათლის ზემოქმედებისაგან ფანჯარაზე UC ფილტრების დამონტაჟებითა და სპეციალური სანათი საშუალებების გამოყენებით. დაქუცმაცების/დაფქვის პროცესს შეუძლია ნიმუშებიდან წყლის მოცილება და ამიტომაც, ნედლეულის ანალიზისას საბოლოო შედეგებში ხდება შესწორება წყლის კარგვის ფაქტის გათვალისწინებით.

ქვესინჯის აღების ოპტიმიზაცია შეიძლება დაეფუძნოს ცდომილებების აღრიცხვას ანალიზისას ნიმუშის ტიპების მიხედვით. თუ ლაბორატორია აღრიცხავს განმეორებადი კვლევის შედეგებს სხვადასხვა მატრიცებისთვის, მონაცემთა ანალიზი გამოავლენს მატრიცებს ყველაზე მაღალი დიაპაზონით/ვარიაციით. შემდეგ ლაბორატორიას შეუძლია იმუშაოს მიზნობრივი გაუმჯობესებისთვის. ხშირად ვიზუალური შეფასება იძლევა უსაფრთხოების ცრუ განცდას; ნიმუშები, რომლებიც ჰომოგენური ჩანს, შეიძლება ძალზე ჰეტეროგენული იყოს. ზოგიერთი ანალიზისთვის, როგორიცაა ვიტამინებისა და მინერალების განსაზღვრა, ეს შეიძლება გამოწვევა იყოს.

პროდუქტების ორგანოლეპტიკური შეფასებისას პროდუქტის ხასიათი განსაზღვრავს, თუ როგორი წესით მოხდება სინჯების მიწოდება. ასევე მნიშვნელოვანია სტატისტიკური მოდელი. თუკი სტატისტიკური მოდელი დადგენილია, საფიქრებელია, რომ საჭიროა კონკრეტული პროგრამის დაცვა. სხვა შემთხვევაში ხდება პრაქტიკულ სურვილების ან შეზღუდვების განსაზღვრა. მაგალითად, სტაფილოს შეფასებისას არსებობს რამდენიმე ვარიანტი: 1) თითოეულ ექსპერტს აწვდიან ერთ ან მეტ სტაფილოს. ა) რამდენიმე სტაფილოს შემთხვევაში ექსპერტი იძლევა საშუალო შეფასებას. ბ) ექსპერტი აფასებს ცალკეულ სტაფილოს. 2) სტაფილოს ყველა ნიმუში (რომელიც წარმოადგენს ჯიშს, მოყვანის ადგილს, შენახვის პირობებს ან სხვა ფაქტორებს) იჭრება კუბიკებად. თითოეული ექსპერტი იღებს ნიმუშების გარკვეულ პორციას (როგორც წესი, 50 - 100 გ) ან სტატიკური მოდელით განსაზღვრული სენსორული რეპლიკების საჭირო რაოდენობას. 3) სტაფილო იყოფა იმდენ ნაწილად, რამდენი ექსპერტიცაა პანელში. მიდგომის შესაძლო ნაკლია ის, რომ სტაფილოს გემო დამოკიდებულია იმაზე, რა ნაწილიდანაა აღებული ნიმუში, ძირიდან თუ წვერიდან. ა) ექსპერტები სტაფილოს ნაწილებს შემთხვევითი შერჩევის პრინციპით იღებენ; ბ). თითოეული ექსპერტი ყოველთვის იღებს სტაფილოს ერთსა და იმავე ნაწილს

ვარიანტი 3 შეიძლება გარკვეულწილად არანორმალური მოგვეჩვენოს, ნაწილობრივ იმიტომ, რომ იგი გულისხმობს, რომ ცალკეული სტაფილო დიდია და / ან ძალიან ცოტა ექსპერტია. თუმცა 3ბ ვარიანტს ხშირად იყენებენ დიდი ფილეებისათვის და სხვა მსგავსი ნიმუშებისათვის. როდესაც საქმე ეხება კოდირებასა და მიწოდებას, გარკვეულ როლს ასრულებს პრაქტიკული მოსაზრებები: ჩვეულებრივ, შეუძლებელია ნიმუშის წინასწარი მომზადება და ანალიზი, ანუ მიწოდება ექსპერტებისათვის მაშინ, როდესაც ეს ლაბორატორიის მენეჯერებისთვისაა მოსახერხებელი. ასევე, პრაქტიკული პრობლემები შეიძლება გაჩნდეს ნიმუშების მომზადებისას (ჩვეულებრივ გათბობისას).

- ✓ **ნიმუშების შენახვა გამოკვლევამდე და შემდეგ .** როდესაც ნიმუშები ინახება ლაბორატორიაში, ისინი დაცული უნდა იყოს ქიმიური, ფიზიკური ან მექანიკური ფაქტორებით გამოწვეული ცვლილებებისგან.

ლაბორატორიას უნდა ჰქონდეს ცივი შენახვის საკმარისი საშუალებები ნიმუშების/ნიმუშის ნარჩენების შესანახად, მაგრამ დაუშვებელია მათი შენახვა მიკრობიოლოგიურ არეებთან, რეაქტივებთან და ა.შ. ტრანსპორტირებამდე ან ტრანსპორტირების შემდეგ ნიმუშების მაცივარში ან საყინულეში შენახვისას მაცივრის ტემპერატურა უნდა იყოს იყოს 1° C - 5°C ფარგლებში, ხოლო საყინულეში -15° C ან უფრო ცივი.

ის ნიმუშები, რომლებიც გამოკვლევამდე, გარკვეული პერიოდის განმავლობაში უნდა რჩებოდეს ლაბორატორიაში, მაგ., სტაბილურობის კვლევასთან დაკავშირებული მიზნებისათვის, უნდა ინახებოდეს შეფუთვაზე დატანილი შენახვის ინსტრუქციის შესაბამისად. ამგვარი საცავების ტემპერატურა უნდა გაკონტროლდეს ისეთივე სიზუსტით, როგორც ხდება სხვა ობიექტების შემთხვევაში.

დასაშვებია გამშრალი საკვების ნიმუშების ან კონსერვების შენახვა ოთახის ტემპერატურაზე. ნიმუშის ნარჩენები უნდა ინახებოდეს ისე, როგორც ორიგინალი ნიმუში (რეპლიკანტები),

ლაბორატორიული ხარისხის უზრუნველყოფის სისტემის შესაბამისად განსაზღვრული პერიოდის განმავლობაში. შენახვის პირობები უნდა შეფასდეს ცალკეული ნიმუშისთვის. მალფუჭებადი საკვების **ნიმუშები უნდა მოთავსდეს მაცივარში / გაიყინოს.**

- ✓ **ნიმუშების წინასწარი დამუშავება მიკრობიოლოგიური კვლევებისათვის.** ნიმუშების წინასწარი დამუშავება მიკრობიოლოგიური გამოკვლევებისთვის უნდა მოხდეს NMKL 91, 6. Ed., 2010 შესაბამისად: კვების პროდუქტებისა და ცხოველების საკვების სატესტო ნიმუშისა და საწყისი სუსპენზიის მომზადება რაოდენობრივი მიკრობიოლოგიური გამოკვლევისთვის. პროდუქტებისთვის, რომლებიც ქმნიან აგრეტარებს ან მყარ გელებს, შეიძლება საჭირო გახდეს უფრო მაღალი განზავება, ვიდრე 1:10, რაც ყველაზე გავრცელებული განზავებაა.

  გაყინული საკვები უნდა გალღვეს მაქსიმალურ +4°C ტემპერატურაზე, 18 საათის განმავლობაში. უფრო მცირე ზომის, ადვილად გალღობადი ნიმუშები შეიძლება მოთავსდეს თერმოსტატში, მაქსიმუმ 37°C ტემპერატურაზე , 15 წუთის განმავლობაში.

  ჰომოგენიზაციისთვის შეიძლება სხვადასხვა სახის ხელსაწყოების გამოყენება. Stomacher ტიპის ჰომოგენიზატორი უპირატესია, რადგან სხვა მსგავსი ხელსაწყოებისაგან განსხვავებით მისი გამოყენება ადვილია. თუმცა ის არ არის შესაფერისი მყარი ნაწილაკების შემცველი საკვების ჰომოგენიზაციისთვის, რომლებმაც შეიძლება შეაღწიონ პოლიეთილენის პაკეტებში. კომერციულად ხელმისაწვდომია Stomacher-ის ჰომოგენიზატორებში გამოსაყენებელი სტერილური და არასტერილური პოლიეთილენის პაკეტები ფილტრებით და მის გარეშე. თითოეული შემთხვევა უნდა შეფასდეს ინდივიდუალურად. ჰომოგენიზაციის დრო უნდა ფიქსირებული და არ უნდა მერყეობს ნიმუშს შორის. საკვების უმეტესობისთვის მისაღებია 30 წმ. სასურველია ელექტრონული ტაიმერის გამოყენება, რომელიც აჩერებს ჰომოგენიზაციის პროცესს დადგენილი დროის გასვლის შემდეგ.

ანალიზის შედეგების ინტერპრეტაცია

ანალიზის შედეგებთან დაკავშირებული ცდომილებები არსებობს ყოველთვის. ანალიზის ცდომილებას ხშირად ასახავენ ხოლმე მიღებულ შედეგში, მაგრამ ნიმუშის აღებასთან დაკავშირებულ ცდომილებებზე იშვიათად მიუთითებენ. ეს შეუსაბამობა არსებობს, მიუხედავად იმისა, რომ ნიმუშის მიღებასთან დაკავშირებული ცდომილება ალბათ გაცილებით უფრო დიდია ანალიზისას მიღებულ ცდომილებასთან შედარებით. თუმცა, ნიმუშის ცდომილების შეფასება უფრო მრავალმხრივია და რთული.

მიკრობიოლოგიური კვლევების ფარგლებში, შედეგების მიმღები არის ის, ვინც ყველაზე ხშირად ითვალისწინებს შედეგებს და არა რომელიმე გარე ლაბორატორია, თუ ამის შესახებ არ არსებობს კონკრეტული შეთანხმება. მრავალი მიკრობიოლოგიური ანალიზი ეპიდმეთვალყურეობის ნაწილია (მაგალითად, ხარისხის კონტროლი) და ხშირად მას არ აქვთ დადგენილი შეზღუდვა. ევროკავშირის რეგულაცია მიკრობიოლოგიური კრიტერიუმების შესახებ (EC 2073/2005) ითვალისწინებს განსაზღვრულ შეზღუდვებს რამდენიმე პათოგენისთვის და ინდიკატორი ორგანიზმისთვის.

ცდომილებები სინჯის აღებისას უფრო დიდია, ვიდრე ცდომილებები ანალიზის პროცესში. ანალიზისა და ნიმუშის აღების ცდომილებების გარდა, ნიმუშების ჰეტეროგენულობა და სისტემური შეცდომა ასევე განაპირობებს გაზომვების ჯამურ ცდომილებას. ქვემოთ წარმოდგენილი სურათი ასახავს იმ ფაქტორებს, რომლებიც განაპირობებს ცდომილებებს გადაწყვეტილებების მიღებისას

3.2 მატრიცები და გამოყენებითი ტექნოლოგიები

3.2.1 აგრო-საკვები

3.2.1.1 ხორცის პროდუქტები

მიზანი
ამ დოკუმენტში აღწერილია ხორცსა და ხორცპროდუქტებში, მათ შორის ხორცსა და ფრინველის პროდუქტებში გამოყენებული შერჩევის მეთოდები, შენახვა და ტრანსპორტირება.

ნიმუშების აღების მეთოდები . ზოგადი მოთხოვნები

ნიმუშის აღება ხორციელდება დაინტერესებული მხარეების მიერ ავტორიზებული და შესაბამის სფეროში სათანადოდ მომზადებული სპეციალისტის მიერ. მან უნდა იმოქმედოს დამოუკიდებლად და არ დაუშვას პროცესში მესამე პირის ჩარევა და საკუთარი პასუხისმგებლობის ქვეშ შეიძლება გამოიყენოს სხვების დახმარება. ნიმუშის ამღებმა სპეციალისტმა და მისმა თანაშემწეებმა უნდა მიიღონ შესაბამისი ზომები, რათა არ მოხდეს აღებული პროდუქციის ნიმუშების ან პარტიის დაბინძურება (მაგალითად, დაიბანოს ხელები სინჯის აღებამდე).

ლაბორატორიაში გაგზავნილ ნიმუშებს უნდა დაერთოს თანმხლები დოკუმენტი (მაგალითად, ანგარიში/ოქმი/აქტი), რომელსაც ხელს აწერენ ნიმუშის ამღები სპეციალისტი და დაინტერესებული მხარეების წარმომადგენლები.
თანმხლები დოკუმენტი უნდა შეიცავდეს შემდეგ ძირითად ინფორმაციას:

- ნიმუშის ამღები სპეციალისტის სახელი და მისამართი;
- დაინტერესებული მხარეების წარმომადგენლების სახელები და მისამართები (არსებობის შემთხვევაში);
- ნიმუშის აღების ადგილი, თარიღი და დრო;
- მიწოდების ან პარტიის ტიპი და წყარო (წარმოშობა);
- პროდუქციის რაოდენობა და ერთეულის რაოდენობა, რომელიც ქმნის მიწოდებას ან პარტიას;
- მარკირება (აღნიშვნა) და ლოტის ნომერი;
- გამოყენებული სარკინიგზო ვაგონების, სატვირთო ვაგონების ან გემის იდენტიფიკაცია;
- ჩატვირთვის პუნქტის დასახელება;
- საქონლის დანიშნულების ადგილის დასახელება;
- მიწოდების ან პარტიის ჩამოსვლის თარიღი;
- გამყიდველის (მწარმოებლის) სახელი და მისამართი;
- მყიდველის სახელი და მისამართი;
- ინვოისის ან ხელშეკრულების ნომერი და თარიღი;
- ნიმუშის აღების მეთოდი;
- თითოეული პარტიიდან აღებული ნიმუშების რაოდენობა;
- აღებული სინჯების დასახელება (სახელი);
- იმ პარტიის (ების) ნომერი და ეტიკეტირება, საიდანაც ნიმუშები იქნა აღებული;
- ცალკეული სინჯების მასა;

- ორგანიზაციების დასახელება (მაგალითად, ლაბორატორია, ცენტრი), სადაც იგზავნება შერჩეული ნიმუშები.

თანმხლებ დოკუმენტში ასევე უნდა იყოს მითითებული ყველა ფაქტორი, რომლებიც გავლენას ახდენს სინჯზე, როგორიცაა შეფუთვის პირობები და გარემო პირობები (ტემპერატურა და ტენიანობა), პროდუქტის ტემპერატურა და ნიმუშების ტიპი, სინჯების აღებისას გამოყენებული ინსტრუმენტების და კონტეინერების სტერილიზაციის მეთოდები, აგრეთვე ნებისმიერი სხვა სპეციალური ინფორმაცია, რომელიც ეხება მასალებს, საიდანაც ხდება ნიმუშების აღება.

რამდენადაც ეს შესაძლებელია, დაინტერესებული მხარეების წარმომადგენლებს უნდა მიეწოდონ საკვლევი ნიმუში.

ლაბორატორიაში გაგზავნილი თითოეული ნიმუში უნდა იყოს იზოლირებული (დალუქული) და ეტიკეტირებული. დალუქვა უნდა მოხდეს ისე, რომ შიგთავსი ან ეტიკეტი ხელმისაწვდომი იყოს მხოლოდ ბეჭდის დაზიანების შემთხვევაში.

ეტიკეტები უნდა იყოს მათი დანიშნულებისამებრ შესაბამისი ხარისხისა და ზომის (მაგალითად, ზომიერად ფერადი, ცხიმგამძლე, წყალგაუმტარი ფირფიტა გამაგრებული ხვრელით). მარკირება არ უნდა ირეცხებოდეს და იშლებოდეს და უნდა შეიცავდეს ინფორმაციას, რომელიც საჭიროა ცალკეული ნიმუშების იდენტიფიკაციისთვის:

- მიწოდების ან სურათების (სურათების) ტიპი და წყარო (წარმოშობა);
- პროდუქციის ერთეულის რაოდენობა და რაოდენობა, რომელიც წარმოადგენს მომარაგებას ან პარტიას (ჯგუფებს);
- ადგილმდებარეობა, შერჩევის თარიღი;
- გამყიდველის (მწარმოებლის) და მყიდველის დასახელება;
- პარტიის (ების) ნომერი და ეტიკეტირება, საიდანაც ცალკეული ნიმუშები შეირჩა;
- ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურა შერჩევის დროს.

მოთხოვნები ნიმუშის აღებისას გამოყენებულ აღჭურვილობასა და კონტეინერებზე

ძირითადი მოთხოვნები

კონტეინერების წარმოებაში გამოყენებული მასალები, რომლებიც უშუალო კონტაქტში არიან ნიმუშებთან, უნდა იყოს წყლისა და ცხიმების მიმართ გამძლე, უხსნადი და არაშემწოვი.

სინჯის კონტეინერის ტევადობა და ფორმა უნდა შეესაბამებოდეს ერთი ნიმუშის ზომას და საიმედოდ უნდა იხურებოდეს (ბოთლების, რეზინისა და პლასტმასის საცობების მქონე ქილების, კორპის საცობების, მეტალის ან პლასტმასის ხრახნიანი თავსახურის გამოყენებისას). დალუქვის წინ სახურავი უნდა დაიფაროს ინერტული მასალის თხელი ფენით. ხრახნიან სახურავებს უნდა ჰქონდეს ინერტული მასალისაგან დამზადებული მჭიდრო შუასადები.

მასალებმა და მოწყობილობამ არ უნდა იმოქმედოს კვლევის შედეგებზე. საჭიროების შემთხვევაში უნდა შემცირდეს სინათლისა და / ან ჟანგბადის ზემოქმედება.

ქიმიური ანალიზისთვის სინჯის აღებისას გამოყენებული აღჭურვილობისა და შეფუთვის მოთხოვნები

სინჯის ასაღები ხელსაწყო და კონტეინერები უნდა იყოს მშრალი და სუფთა და არ უნდა მოქმედებდეს პროდუქტის ქიმიურ შემადგენლობაზე.

მოთხოვნები სენსორული (ორგანოლეპტიკური) ანალიზისთვის სინჯის აღებისას გამოყენებულ აღჭურვილობასა და შეფუთვაზე

სინჯის ასაღები ხელსაწყოები და კონტეინერები უნდა იყოს მშრალი და სუფთა და არ უნდა უცვლიდეს პროდუქტს გემოსა და სუნს.

მოთხოვნები მოწყობილობებისა და კონტეინერებისათვის, რომლებიც გამოიყენება მიკრობიოლოგიური ანალიზისთვის და სხვა მიზნებისათვის (მაგალითად, ბიოლოგიური, პარაზიტოლოგიური, სეროლოგიური, ჰისტოლოგიური, ტოქსიკოლოგიური ტესტებისთვის ან პროდუქტის მდგრადობის დასადგენად ტემპერატურის კონტროლის მეთოდით).

სინჯის აღების ხელსაწყოები და კონტეინერები უნდა იყოს სუფთა, სტერილური და არ უნდა ახდენდეს გავლენას საკვების მიკროფლორაზე.

საჭიროების შემთხვევაში, ხელსაწყოებისა და კონტეინერების სტერილიზაცია ხორციელდება შემდეგი გზებით:

სველი სტერილიზაცია - მინიმუმ 20 წუთი, არანაკლებ 121°C ტემპერატურაზე;

მშრალი სტერილიზაცია - საშრობი კაბინაში, არანაკლებ 1 საათის განმავლობაში არანაკლებ 170°C ტემპერატურაზე, ჰაერის ფორსირებული ცირკულაციით მთელ კაბინაში სათანადო ტემპერატურის შესანარჩუნებლად; ან სტერილიზატორში ცხელი ჰაერის იძულებითი ცირკულაციის გარეშე 180-185°C ტემპერატურაზე 15 წუთის განმავლობაში; ან 160-დან 165°C ტემპერატურაზე 120 წუთის განმავლობაში.

ხელსაწყოების დამუშავება ნებადართულია ეთილის სპირტში ჩაძრვით და შემდგომი აალებით.

თუ შეუძლებელია ამ მეთოდების გამოყენება, ასევე თუკი დაგეგმილია ხელსაწყოების ან შეფუთვის გამოყენება სტერილიზაციის დასრულებისთანავე, შესაძლებელია ჩამოთვლილთაგან რომელიმე ერთი მეთოდის გამოყენება:

1. ორთქლის ზემოქმედება 1 სთ. ხანგრძლივობით, 100 ° C ტემპერატურაზე;
2. ჩაძირვა 96%-იან ეთანოლში, თანამდევი აალებით ეთანოლის სრულ დაწვამდე;
3. ყველა სამუშაო ზედაპირის დამუშავება ნახშირწყალბადის გაზის ალით (პროპანი ან ბუტანი);

აღებული სინჯების რაოდენობა

საქონლის ან პარტიის რეპრეზენტატული პირველადი ნიმუშის მისაღებად საჭირო სინჯების რაოდენობა უნდა შეესაბამებოდეს დაინტერესებულ მხარეებს შორის ხელშეკრულებაში ან სხვა შეთანხმებაში მითითებული კონკრეტული ტიპის პროდუქტის აღების სტანდარტულ მეთოდებს.

სხვადასხვა ტიპის კვლევებისთვის (ქიმიური, მიკრობიოლოგიური, ფიზიკური ან ორგანოლეპტიკური ანალიზი) ნიმუშების აღება ხდება დამოუკიდებლად, კონკრეტული ტიპის კვლევის სპეციფიკის გათვალისწინებით

შერჩევის მეთოდები

ხორცისა და ხორცის პროდუქტების კლასიფიკაცია ნიმუშის ასაღებად

ნიმუშის აღების მეთოდის დასადგენად, ხორცი და ხორცის პროდუქტები კლასიფიცირებულია ტიპის მიხედვით:

A - ხორცისა და ხორცპროდუქტების პარტია, რომელიც მზადდება ერთეული პროდუქტის ან ნებისმიერი მასის ინდივიდუალური შეფუთვების სახით (მაგალითად, სოსისი, ძეხვეული;

ნახევარფაბრიკატები, ვაკუუმის ქვეშ შეფუთული ფარში; დაჭრილი ძეხვი; კონსერვები, მოხარშული ლორი) ანდა ხორცის ნაჭრების ან ტანხორცის (ტანხორცის ნაწილები) სახით, მასით არა უმეტეს 2 კგ;

B - ტანხორცი, ტანხორცის ნაწილები, დამარილებული, გამომშრალი ან სხვა მეთოდებით კონსერვაცირებული ხორცი, 2 კგ-ზე მეტი მოცულობით (მაგალითად, დაჭრილი ბეკონი, ბეკონის ნახევარი, ახალი ან გაყინული დაჭრილი ხორცი, ახალი ან გაყინული ხორცი ძვლების გარეშე, საქონლის ტანხორცი ან მეოთხედი, ღორის ნახევარი განხორცი, ცხვრის ტანხორცი, შინაური ფრინველის ტანხორცი, ირმის ხორცი) და სეპარაციის ან დეჰიდრატაციის გზით მიღებული ხორცი.

პროდუქციის მასიდან და სავაჭრო ხარისხიდან გამომდინარე, შეიძლება საჭირო გახდეს მეორადი ნიმუშების აღება თითოეული პირველადი ნიმუშის მხოლოდ ნაწილის (ნაწილების) გამოყენებით, იმის გათვალისწინებით, თუ რა ტიპის კვლევებისთვის ხდება ნიმუშის აღება.

A ტიპის ხორცის ან ხორცპროდუქტების ნიმუშების აღება

როგორც ძირითადი ნიმუშის შემთხვევაში, აიღეთ პროდუქტის ნაწილი ან მთლიანი ნაჭერი. კონკრეტული ტიპის პროდუქტის ნიმუშების აღების სტანდარტული მეთოდების შესაბამისად, თითოეული პარტიიდან მიიღება პირველადი ნიმუშების საჭირო რაოდენობა.

B ტიპის ხორცისა და ხორცპროდუქტების ნიმუშების აღება

კონკრეტული ტიპის პროდუქტიდან ნიმუშის აღების სტანდარტული მეთოდების შესაბამისად, თითოეული პარტიიდან ხდება პირველადი ნიმუშების საჭირო რაოდენობის აღება და დაფასოება დაზიანების/დაშლის პროცესების ლაბორატორიული კონტროლისთვის მეორადი ნიმუშების შემდგომი შერჩევის მიზნით (მაგალითად, ქიმიური ან მიკრობიოლოგიური კვლევებისთვის) ან არადესტრუქციული ტესტირებისთვის (მაგალითად, ვიზუალური შემოწმება, ორგანოლეპტიკური ანალიზი, მიკრობიოლოგიური კვლევები ტამპონის გამოყენებით).

ტანხორციდან ან ხორცის სხვა დიდი ნაჭერიდან აღებული არც ერთი სინჯი არ შეიძლება წარმოადგენდეს მთლიანი პროდუქტის ნიმუშს, თუმცა, თითქმის შეუძლებელია მთლიანი ტანხორცის ან დიდი ზომის ხორცის კვლევის ჩატარება. ამიტომ, პირველადი ან მეორადი ნიმუშების აღებისას, ნიმუშების დანიშნულების შესაბამისად უნდა შეირჩეს ნიმუშის აღების ჩამოთვლილი მეთოდებიდან ერთ – ერთი.

ნიმუშების აღების ძირითადი მეთოდებია:

ა) ზედაპირიდან აღებული ცალკეული ნიმუშები (მაგალითად, E.coli ან სალმონელას ჯგუფის ბაქტერიების დასადგენად) შეირჩევა პროდუქტის მთლიანი ზედაპირის (ან შერჩეული ადგილების) დიდი სველი ტამპონებით მოსუფთავებით ან (რაოდენობრივი მიკრობიოლოგიური კვლევებისთვის) მარკირებით იმ უბნების ტრაფარეტის (შაბლონის) გამოყენებით, საიდანაც შემდეგ ხდება ნიმუშის მოჭრა ან, გაყინული ხორცის შემთხვევაში, ზედაპირიდან აფხეკა.

ბ) ქიმიური ან მიკრობიოლოგიური გამოკვლევისთვის აღებული პირველადი ნიმუშიდან (500-1000 გ.) მეორადი ნიმუშის აღება ხდება ახალი განაკვეთის ზედაპირის მხრიდან, რაც ქსოვილს მინიმალურად აზიანებს;

გ) კუნთის ნიმუშს მიკრობიოლოგიური გამოკვლევისთვის (მაგალითად, ძვლის გაფუჭების მიზეზების დასადგენად - მოყვითალო-მოყავისფრო ძვალი) იღებენ ტანხორცის დაზიანებული

ნაწილიდან კუნთის გასაკვეთი უჟანგავი ფოლადის ხელსაწყოს გამოყენებით, ხოლო გაყინული ხორციდან სახეხის საშუალებით;

დ) ცხიმის ერთჯერადი ნიმუშების (მაგ., ცხიმში ხსნადი ნივთიერებების, როგორიცაა პესტიციდები, შემცველობის დასადგენად) აღება, თუ ეს შესაძლებელია, ხდება ცხოველის თირკმლის ცხიმიდან ან ფრინველის შიდა ცხიმიდან;

ე) წვენის ერთჯერად ნიმუშებს (მაგალითად, ვაკუუმში დაფასოებული გაყინული ხორცისგან) იღებენ ასეპტიკურად, სტერილური შპრიცების და/ან კოლბებისა და ქილების გამოყენებით, ფოლგის შიგნიდან ან შეფუთვის გახსნის შემდეგ. თუ ხორცი უბრუნდება პარტიას, ეს უნდა მოხდეს გახსნის შემდეგ, ვაკუუმის ქვეშ.

ტემპერატურა

თუ შესაძლებელია, საჭიროა თითოეული შერჩეული პარტიის ტემპერატურის ჩანიშვნა.

ნიმუშის შეფუთვა

A ტიპის ხორცი ან ხორცპროდუქტები

თუ ცალკეული ნიმუში მოთავსებულია ჰერმეტულ კონტეინერში, დამატებითი შეფუთვა საჭირო აღარ არის. სხვა ტიპის პროდუქტებისთვის აუცილებელია თითოეული ნიმუშის მოთავსება შესაბამის კონტეინერში, ფრთხილად დახურვა, იზოლირება და ეტიკეტირება.

B ტიპის ხორცი ან ხორცპროდუქტები

თითოეული ნიმუში იფუთება შესაფერის პოლიმერული მასალის ტომარაში, ფრთხილად იხურება, რის შემდეგაც ხდება იზოლირება და ეტიკეტირება;

მიკრობიოლოგიურ ტამპონებს ათავსებენ სტერილურ ჭურჭელში, ხოლო გამყოფი წვენის ნიმუშებს ათავსებენ სტერილურ კოლბებში ან ბოთლებში.

შენიშვნა - თუ შესაძლებელია ცალკეული ნიმუშების ერთად შეფუთვა ერთ ან რამდენიმე კონტეინერში, ამ კონტეინერების იზოლირებისა და ეტიკეტირების მოთხოვნების შესრულებისას საჭირო აღარ არის ცალკეული ნიმუშის იზოლირება და ეტიკეტირება .

შერჩეული ნიმუშების ტრანსპორტირება და შენახვა

შერჩეული ნიმუშები სინჯის აღებისთანავე ეგზავნება ლაბორატორიას და ნიმუშის ტემპერატურა უნდა შეესაბამებოდეს პროდუქტის შენახვის ტემპერატურას; მაცივარში შესანახი საკვების შემთხვევაში, ნიმუშების ტრანსპორტირება ხდება:

ა) 0-დან 2°C ტემპერატურაზე, თუ კვლევა ჩატარდება 24 საათის განმავლობაში;

ბ) არაუმეტეს -24°C- ზე, თუ კვლევა ჩატარდება 24 საათზე მეტი ხნის შემდეგ; ზოგადად, ფიზიკური ან ორგანოლეპტიკური ანალიზის ნიმუშები არ უნდა იყოს გაყინული.

ტრანსპორტირებისას აუცილებელია პრევენციული ზომების მიღება შერჩეულ ნიმუშებზე მზის პირდაპირი სხივების ზემოქმედებისგან დასაცავად. ნიმუშები ლაბორატორიას უნდა გადაეცეს ხელუხლებლად, შეფუთვისა და იზოლაციის (ბეჭდების) მთლიანობის დარღვევის გარეშე.

3.2.1.2. ზღვისა და თევზის პროდუქტები

სამრეწველო ლაბორატორიის მუშაობის ორგანიზება

საწარმოების მიერ მაღალი ხარისხის პროდუქციის წარმოების უზრუნველყოფაში წამყვანი როლი ენიჭება ტექნიკური კონტროლის დეპარტამენტებსა და სამრეწველო ლაბორატორიებს.

ხარისხის კონტროლის დეპარტამენტებისა (QCD) და სამრეწველო ლაბორატორიების მუშაობა პროდუქციის ხარისხის გასაუმჯობესებლად უნდა განხორციელდეს ერთდროულად რამდენიმე გზით.

ძირითადი სფერო მოიცავს სამრეწველო ლაბორატორიის კონტროლისა და ანალიზის ფუნქციებს . QCD და სამრეწველო ლაბორატორიები პროდუქციის წარმოების კონტროლს ახორციელებენ შემდეგი თანმიმდევრობით:

1. ნედლეულის ხარისხის კონტროლი;
2. ტექნოლოგიური პროცესის სიზუსტის კონტროლი ტექნოლოგიური ინსტრუქციების შესაბამისად, პროდუქტის ხარისხის გაუმჯობესებისა და წარმოების დანაკარგების შემცირების მიზნით;
3. თევზის პროდუქტები ხარისხის შეამცირების მიზეზების იდენტიფიცირება და მათი აღმოფვრის გზების განსაზღვრა;
4. დამხმარე მასალების ხარისხის შემოწმება, რათა თავიდან ავიცილოთ მათი გამოყენება ცუდი მასალების წარმოებაში, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს პროდუქციის ხარისხის შემცირება ან ზარალის ზრდა. ტარისა და შესაფუთი მასალების ხარისხის კონტროლი, რათა მოხდეს პროდუქტის დაცვა ტრანსპორტირებისას და სავაჭრო ქსელში შენახვის დროს;
5. წარმოების ერთეულზე მოხმარებული ნედლეულის, შესაფუთი მასალების მოხმარების კონტროლი წარმოების დანაკარგების შემცირებისა და წარმოების ღირებულების შემცირების მიზნით;
6. მზა პროდუქტის ხარისხის კონტროლი მაღალი ხარისხის პროდუქციის წარმოების უზრუნველსაყოფად. საწარმოში წარმოებული ყველა ტიპის პროდუქტი მომხმარებელს უნდა მიეწოდებოდეს მხოლოდ QCD ან ლაბორატორიის ხარისხის მიღების შემდეგ .

ტერმინები და განმარტებები

პარტია არის ერთნაირი ხარისხისა და დასახელების საქონლის განსაზღვრული რაოდენობა, რომელი წარმოებულია გარკვეული დროის ინტერვალში, იდენტურ პირობებში და განკუთვნილია იმპორტისათვის/ექსპორტისათვის. მასზე შედგენილია ხარისხის დამადასტურებელი ერთი დოკუმენტი და ერთი საბაჟო დეკლარაცია.

ნიმუშის აღება არის პროდუქტის მთლიანი რაოდენობიდან საქონლის გარკვეული რაოდენობის შერჩევა დაგეგმილი ინსპექტირების ჩასატარებლად;

ნიმუშის მოცულობა არის თითოეული პარტიიდან შერჩეული პროდუქტის რაოდენობა.

საკვლევი ნიმუში არის შესწავლილი ობიექტის (პროდუქტის) ცალკეული ერთეული.

ნიმუში არის საქონლის არადანაწევრებული ნაწილის რაოდენობა, რომელიც შეირჩევა საკვლევი პარტიიდან და მისი შემადგენლობა და მახასიათებლები საკვლევი პარტიის იდენტურია

გაყოფილი ნიმუში არის პროდუქციიდან ერთ ეტაპად აღებული ნიმუში, რომელიც ახასიათებს საქონლის ხარისხს საწარმოო ობიექტზე/კონტეინერში/რეზერვუარის ან სატრანსპორტო საშუალების კონკრეტულ დონეზე.

კონსოლიდირებული ნიმუში შედგება შესაბამისი თანმიმდევრობითა და განსაზღვრული თანაფარდობით გაერთიანებული გაყოფილი ნიმუშებისგან, რომელიც ხასიათდება საქონლის მახასიათებლების საშუალო მნიშვნელობებით.

ანალიტიკური ნიმუში არის კონსოლიდირებული ნიმუშის ნაწილი, რომელიც გამოიყენება ლაბორატორიული ტესტირებისთვის.

საკონტროლო ნიმუში არის კონსოლიდირებული ნიმუშის ნაწილი, რომელიც ინახება ლაბორატორიაში ორი თვის განმავლობაში და გამოიყენება საარბიტრაჟო კვლევებისთვის.

საარბიტრაჟო ნიმუში არის კონსოლიდირებული ნიმუშის ნაწილი, რომელიც ინახება ნიმუშის საანალიზოდ გამგზავნი პირის ან კვლევითი ორგანიზაციის მიერ. ის გამოიყენება საარბიტრაჟო განხილვისთვის, კვლევის ორგანიზაციის მიერ მიღებულ გადაწყვეტილების მიუღებლობის ან გასაჩივრების შემთხვევაში.

ნიმუშის აღების პროცედურა

მიმღები და სატრანსპორტო გემების საშუალებით ხდება დიდი რაოდენობით უმოძრაო, გაცივებული ან დამარილებული თევზის პარტიების მიწოდება გადამამუშავებელი საწარმოსათვის. საქონელი უკვე სორტირებულია სახეობების, ზომებისა და სიახლის მიხედვით. თუმცა, არის შემთხვევები, როდესაც ადგილზე თევზაობა შეუძლებელია და საწარმოში შედის შერეული სახეობების, ზომებისა და ზოგჯერ შერეული ხარისხის თევზი.

ინფორმაცია თევზჭერის დროის (თარიღის), ადგილის, ინსტრუმენტებისა და თევზჭერის ხასიათის შესახებ, ასევე ტრანსპორტირების ვადებისა და პირობებისა შესახებ მნიშვნელოვანი როლს თამაშობს ნედლი თევზის ხარისხის განსაზღვრაში. ამ ინფორმაციას შეუძლია ნათლად წარმოაჩინოს ნედლეულის დეფექტების მიზეზები.

ქარხნისათვის მიწოდებული ცოცხალი თევზი არ ბადებს სიახლის ეჭვს. სხვა მახასიათებლების (ზომა, ცხიმიანობა, საინვესტიციო სტატუსი) განსასაზღვრად ნიმუშს იღებენ ცოცხალი თევზიდან შემდეგი გზით: თევზების ინდივიდუალურ ეკზემპლარებს სხვადასხვა ადგილას იჭერენ/ამაგრებენ კაუჭების საშუალებით და ატარებენ ვიზუალურ ანალიზს. უმოძრაო თევზებს გამიჯნავენ ცოცხალი მოფართხალე თევზებისაგან.

თევზის ქარხანაში თევზსაჭერი, მიმღები ან სატრანსპორტო გემების მიერ მიწოდებული ახალი, გაცივებული ან დამარილებული თევზის გადარჩევა რთული პროცესია. თევზის ხარისხის დასადგენად შერჩეული ორიგინალური ნიმუშის ზომა დამოკიდებულია გემზე თევზების რაოდენობაზე, აგრეთვე მისი ერთგვაროვნების ხარისხზე, თუმცა, ეს არ უნდა აღემატებოდეს 1-2 ც.

ნიმუშების შერჩევას ართულებს თევზის ხარისხის შესაძლო არაერთგვაროვნება ერთი და იმავე ყუთის ან განყოფილების სხვადასხვა ფენებში. ამიტომ, თუ სიტუაცია ამის საშუალებას იძლევა, ყველა თევზის და ზოგიერთი სახეობის წინასწარი ვიზუალური შემოწმების შემდეგ, ორიგინალური ნიმუშის შერჩევა ხდება სამ ეტაპად : ყუთის ან განყოფილების გადმოტვირთვის საწყის ეტაპზე, მთელი თევზის ნახევრის გადმოტვირთვის შემდეგ და ბოლოს, ბოლო მეოთხედიდან.

თევზის ხარისხის უკეთ დასახასიათებლად, თითოეული გადმოტვირთვა თავის მხრივ შედგება რამდენიმე დამოუკიდებელი გადმოტვირთვისგან . საბოლოოდ ისინი ერთიანდება მთლიანი პარტიის ორიგინალური ნიმუშის სახით.

საწყისი ნიმუშის მთლიანი წონის დადგენის შემდეგ თევზები ცალკევდება ჯიშის, ზომისა და ხარისხის მიხედვით და თავსდება სხვადასხვა ტვირთმზიდავებზე.

ლაბორატორიული ტესტირებისთვის ნიმუშის შერჩევას კიდევ უფრო მეტი სირთულე ახლავს, ვინაიდან მინიმალური წონის პირობებში ნიმუშმა საკმარისად კარგად უნდა დაახასიათოს თევზის პარტიის ორგანოლეპტიკური თვისებები და ამასთან, პროდუქტის რეალური სიახლისას ან ხარისხის აშკარა გაუარესებისას მისი გამოყენება სრულიად ზედმეტი ხდება.

ლაბორატორიული ნიმუშების შერჩევისას შეიძლება განვიხილოთ შემდეგი ორი შემთხვევა:

1. ორიგინალი ნიმუში გარეგნულად ერთგვაროვანია სიახლის თვალსაზრისით და, ამიტომაც, თევზის ნებისმიერი ცალკეული ნიმუში სრულად დაახასიათებს მთელ პარტიას. თუმცა, მიზანშეწონილია მინიმუმ 3-5 ნიმუშის აღება, რაც დამოკიდებულია თევზის ზომაზე. პატარა თევზები (sprat, tusks, anchovies, salacas და ა.შ.) შეირჩევა წონის მიხედვით, არანაკლებ 500 გ. შერჩეული ნიმუშები დაუყოვნებლივ იგზავნება ანალიზისათვის და ტესტის შედეგები ვრცელდება მთლიან პარტიაზე.
2. საწყისი, ორიგინალური ნიმუში წარმოადგენს სხვადასხვა სიახლის თევზების ნარევს. ამ შემთხვევაში, თქვენ უნდა განაცალკევოთ ორიგინალური ნიმუში გარეგნული ნიშნების მიხედვით. ერთგვაროვანი თევზებისაგან შემდგარი საწყისი ნიმუშის ცალკეული ნაწილის აწონის შემდეგ შეირჩევა საშუალო ნიმუში ლაბორატორიული კვლევებისათვის, ისე როგორც ეს ხდება ერთგვაროვანი პარტიის შემთხვევაში. საწყის ნიმუშში სხვადასხვა კატეგორიების წონითი თანაფარდობების ცოდნისას კვლევის შედეგები შეიძლება მივაკუთვნოთ აღნიშნული პარტიის კონკრეტულ წონით კატეგორიას.
3. სატრანსპორტო გემის თითოეული ყუთიდან აღებული თევზის ხარისხის დასადგენად საჭიროა 25-30 გადმოტვირთვა. თითოეული გადმოტვირთვის წონა უნდა იყოს: ა) ქაშაყისათვის - დაახლოებით 5 კგ, ბ) პატარა ქაშაყისათვის, каспийской лани, воблы - 2,5-3,0 კგ-მდე. ხდება შერჩეული საწყისი (ჯამური) ნიმუშის სორტირება გარეგნული მახასიათებლების მიხედვით და მიღებული შედეგების განვრცობა მთელს პარტიაზე. იმ შემთხვევაში, როდესაც ხარისხის დადგენა არ არის საჭირო და ფასდება მხოლოდ თევზისა და პარტიის საშუალო მარილიანობა, გამოიყენება სატრანსპორტო გემების ყუთებიდან სინჯის აღების შემდეგი მეთოდი. უპირატესი ზომის თევზის 150-200 ნიმუში შეირჩევა თითოეული საცავის სხვადასხვა ადგილიდან. შერჩეული თევზი კონსისტენციის მიხედვით იყოფა სამ კატეგორიად: ა) მყარი, ბ) საშუალო და გ) რბილი. თითოეული კატეგორიიდან შეირჩევა წონის პროპორციული რაოდენობის თევზი საშუალო ნიმუშის მისაღებად და ქიმიურ კვლევებში გამოსაყენებლად.

ექსპერტიზის ძირითადი საკითხები

ქიმიური ანალიზი იძლევა წარმატებულ პრაქტიკულ შედეგებს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ კვლევის ნიმუშს აქვს მთელი ჯგუფისთვის დამახასიათებელი შემადგენლობა.

ანალიზისთვის აღებული ნიმუშების რაოდენობა განისაზღვრება წინასწარ, მარეგულირებელი დოკუმენტების მოთხოვნების შესაბამისად. შერჩევის ოფიცერმა უნდა აიღოს იმ მინიმალური რაოდენობის პროდუქტი, რომელიც საჭიროა ლაბორატორიული შემოწმებისთვის. მჭიდროდ

დახურული და დახურული კონტეინერის შემთხვევაში, რომელიც შეიცავს საცალო ვაჭრობისთვის განკუთვნილ პაკეტებს, კვლევის შესაბამის ნიმუშად ჩვეულებრივ ითვლება ყველაზე მცირე პაკეტი.

შესწავლილი ნიმუში უნდა ასახავდეს საქონლის პარტიის ტიპურ თვისებებს, ამიტომ მნიშვნელოვანია მისი მიღების მეთოდი . მყარი მასალების უმეტესობა და ზოგიერთი თხევადი მასალა შეიძლება იყოს არაერთგვაროვანი (ჰეტეროგენული), ამიტომ ძალზე დიდი პარტიიდან შესაბამისი ნიმუშის მიღება საკმაოდ შრომატევადი სამუშაო. როდესაც მასალა, საიდანაც ნიმუშს ვიღებთ, ძალზე დიდია, ასეთ შემთხვევებში უნდა ავიღოთ ნიმუშის მცირე ნაწილები მასალის სხვადასხვა ადგილიდან ისე, რომ შესაძლებელი იყოს მათი გაერთიანება ერთ, მარტივად დასამუშავებელ ნიმუშად, რომელსაც აქვს მთლიანი მასალის შესაბამისი საშუალო შემადგენლობა. თუ შერჩევის ოფიცერს არ აქვს ტექნიკური შესაძლებლობა გააერთიანოს ნიმუშის ნაწილები ან ვერ განსაზღვრავს ეს ნაწილები ერთგვაროვანია თუ არა, მან ცალკ-ცალკე უნდა გააგზავნოს აღებული ნიმუშის პორციები.

ლითონის ქილებში ან კასრებში შენახული თხევადი ნიმუშების აღება უნდა მოხდეს ინტენსიური შენჯღრევის ან მორევის შემდეგ, რადგან ისინი ყოველთვის არ არის ერთგვაროვანი. ტარაში შეფუთული ფხვნილი, ნაწილაკების ან ნალექის ნიმუშები უნდა შეგროვდეს მასალის იმ ნაწილიდან, რომელიც პირდაპირ კონტაქტში არ არის ჰაერთან. როგორც წესი, ეს ნიმუშები უნდა იქნეს აღებული ორზე მეტი დამოუკიდებელი კონტეინერიდან. თუმცა, ეს წესი არ ვრცელდება ერთგვაროვან საქონელზე, მაგალითად, კონსერვებზე ან ბოთლებზე.

ნიმუშები ავზებში ან ცისტერნაში შენახული ნავთობპროდუქტებიდან უნდა აიღოთ ავზის ან ცისტერნის შევსებისა და სტაბილიზაციის შემდეგ, სამივე შრიდან (ზედა, შუა და ქვედა შრეებიდან).

დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად ან შემცირების მიზნით, თქვენ უნდა იზრუნოთ ნიმუშების აღების მეთოდებზე, ხელსაწყოებისა და კონტეინერების (მაგალითად, პოლიეთილენის ან პოლიპროპილენის ტარა ორმაგი სახურავით, რომელთაგანაც ერთი ბოთლის ხრახნიანი თავსახურია, რათა არ მოხდეს შიგთავსის კარგვა ან დაბინძურება) გამოყენებაზე. ატმოსფეროს მიმართ მგრძნობიარე ნიმუშებისთვის (ტენიანობა, ნახშირორჟანგი და ა.შ.) ხდება სინჯების სწრაფი აღება. ყოველთვის გამოიყენეთ სუფთა და მშრალი სინჯარა და კონტეინერი. კერძოდ, მუქი კონტეინერები გამოიყენება მზის სხივებისადმი მგრძნობიარე ნიმუშებისთვის.

ნიმუშის აღების შემდეგ საჭიროა სიფრთხილის მკაცრი ზომების დაცვა, რათა თავიდან აიცილოთ ნიმუშების შეცვლა ან ფალსიფიკაცია. ასეთი ზომები შეიძლება მოიცავდეს ნიმუშის კონტეინერის დალუქვას ან დალუქვას ოფიციალური ბეჭდის გამოყენებით. ნიმუშია აღების შემდეგ დაუყოვნებლივ უნდა მოხდეს თითოეული ნიმუშის ეტიკეტირება, რომელზეც უნდა მიეთითოს სახელი, ნომერი და შერჩევის თარიღი, რათა სრულად გამოირიცხოს სინჯებისა და კვლევის შედეგების აღრევა.

ეტიკეტები ნიმუშებზე უნდა განთავსდეს ისე, რომ არ დაზიანდეს ანალიზის დაწყებისას ნიმუშის გახსნის პროცესში და ლუქის მოხსნისას, რადგან ექსპერტიზისას საიდენტიფიკაციო ეტიკეტი უნდა დარჩეს ხელუხლებელი.

ადვილად აალებად, ფეთქებად, ტოქსიკურ, მწვავე ან შხამიან ნიმუშებთან საჭიროა ფრთხილი მოპყრობა, ამგვარი ნიმუშების შეფუთვას კი აუცილებლად უნდა ჰქონდეს სპეციალური მარკირება, მაგალითად, "საშიში".

მალფუჭებადი პროდუქტის შემთხვევაში, სინჯს მკაფიოდ უნდა მიეთითოს "მალფუჭებადი პროდუქტი" და ტრანსპორტირება უნდა მოხდეს 0- 5°C ტემპერატურაზე და არა უგვიანეს 2 საათისა უნდა გადაეგზავნონ საექსპერტო საბაჟო სამსახურებს შესაბამის მისამართზე, რასაც

მარეგულირებელ და ტექნიკურ დოკუმენტაციაში ადგენს ტრანსპორტირების სპეციალურ პირობები.

ცხრილი 3.1 - თევზის, ზღვის ძუძუმწოვრების, ზღვის უხერხემლოთა და მათი გადამუშავების პროდუქტების ნიმუშების აღების მეთოდები და მოცულობა.

ცხრილი 3.1

პროდუქტის სახელი	**მანქანა, კონტეინერი**	**სინჯის აღების მოწყობილობა**	**გაყოფილი ნიმუშის ზომა**	**კონსოლიდირებული ნიმუშის რაოდენობა**
ნედლეული (თევზი და უხერხემლოები), ცოცხალი, გაცივებული, გაყინული, თევზის ფარში , დამარილებული, პიკანტური, მარინადი, მშრალი და შებოლილი თევზი, დამარილებული ნახევარფაბრიკატი, შებოლილი პროდუქტი, პასტა, კონდენსირებული თევზი, კონცენტრატები, საკვები ნარჩენები	ცისტერნები, კასრები, ბლოკები, ყუთები	თევზსაჭერი ბადე, უჟანგავი დანა	სატრანსპორტო კონტეინერის სხვადასხვა ადგილებიდან იღებენ, სამ გაყოფილ სინჯს (ერთი ნიმუში ან ერთი ნაწილის ერთი ნიმუში , თევზის ბლოკი, ფილე, თევზის ძეხვი, პატარა თევზის რამდენიმე ნიმუში ან ერთი მუჭა პატარა თევზი (კილკა, შპროტი) ან პროდუქტის ნაწილი). გაყინული ბლოკებიდან გამოყოფილი ორი დიაგონალურად საპირისპირო ნაჭერი, რომელთაგან თითოეული 0,1 კგ-მდეა. შუა ნაწილიდან აღებული ზოლი, 0,2 კგ-მდე. 1 ან 2 ერთეული სამომხმარებლო შეფუთვა თითოეული კონტეინერიდან .	1,0 / 1,0 კგ, მაგრამ არანაკლებ 1 ერთეული. საცალო ვაჭრობისთვის
გაყინული: ხორცი, შიგნეულობა და სხვა პროდუქტები (ღვიძლის ჩათვლით) ზღვის ძუძუმწოვრებისგან, თევზის ღვიძლი	ბლოკები, ნაჭრები	უჟანგავი დანა	სამი გაყოფილი ნიმუში არა უმეტეს 0,3 კგ, აღებული ბლოკის სხვადასხვა ადგილიდან ან სხვადასხვა ნაწილიდან გალღობის შემდეგ	1,0 / 1,0 კგ, მაგრამ არანაკლებ 1 ერთეული. საცალო ვაჭრობისთვის
თევზისა და ზღვის ძუძუმწოვრების ცხიმი, სპერმაცეტი	კასრები, ქილები, ბალონები, მინის ბოთლები	სიფონი, მინის მილი ან მილისებრი ფორმის ნიმუშის ასაღები, სინჯის სანიშნი, ზონალური სინჯის ამღები	ერთეული ნიმუშის აღება (არაუმეტეს 2.0 დმ^3) ხდება კასრებიდან, ქილებიდან და მინის ბოთლებიდან, საფუძვლიანი მორევის შემდეგ . ნიმუშს აღება უნდა ხდებოდეს უწყვეტად და თანაბრად, თითოეული სარკინიგზო და ნავთობჩამომსხმელი ცისტერნის შევსების ან გადმოტვირთვის პროცესში. ნაკადის მოცულობა რეგულირდება ისე, რომ	

			კონსოლიდირებული ნიმუში შეადგენდეს სარკინიგზო ცისტერნის მოცულობის 0,02% -ს და ნავთობის კონტეინერის 0,07% -ს. გემების ავზებიდან და სტაციონარული ავზებიდან ნიმუშებს იღებენ ფენა-ფენად, ყოველი 2 მმ-ში. ქვედა ფენიდან - ქვემოდან 0,5 მ მანძილზე, ზედა ნაწილიდან - ცხიმის ზედაპირიდან 0,2 მ. მანძილზე. თუ ცხიმის ქვედა ფენა ჰეტეროგენულია, ნიმუშის აღება ხდება ყოველ 0.5 მ-ში ერთგვაროვან შრემდე	
სპერმის დაკრისტალებული ცხიმი	ბრიკეტები	ხრახნიანი ზონდი	თითოეული გახსნილი სატრანსპორტო კონტეინერიდან, თითოეული ბრიკეტის სხვადასხვა ადგილიდან, სამი ნიმუში არანაკლებ 0,1 კგ	
უხერხემლოები და გადამუშავებელი პროდუქტები	ბლოკები, ყუთები, ქილები	უჟანგავი დანა	მინიმუმ 0.2 კგ მასის სამი გაყოფილ ნიმუშს იღებენ თითოეული გახსნილი სატრანსპორტო კონტეინერის სხვადასხვა ადგილიდებიდან. სატრანსპორტო კონტეინერის გაყინული ბლოკებიდან და ბლოკების ცენტრიდან იღებენ თითო 0,1 კგ. მასის ნაწილს (დაახლოებით 0,2 კგ მყარი ზოლი) . თითოეული სატრანსპორტო კონტეინერიდან იღებენ 1-2 ერთეულ სამომხმარებლო შეფუთვას	
საკვები ფქვილი და ბურღულეული, ქიტინი, ქიტაზონი	ტომარა , ყუთი	ნიმუშის ასაღები ზონდი	ღია სატრანსპორტო კონტეინერის სხვადასხვა ადგილებიდან იღებენ 0,05 კგ მრავალ წერტილოვან ნიმუშს (შეფუთვის ზემოდან, შუა და ქვედა მხრიდან)	1,0 / 1,0 კგ, მაგრამ არანაკლებ 1 ერთეული. საცალო ვაჭრობისთვის
თევზის წებო	კონტეინერები, ყუთები,	შუშის მილები, სანიმუშო ზონდი	თხევადი წებოს თითოეული გახსნილი	

	პაკეტები, ცილინდრები, ქილები		სატრანსპორტო კონტეინერისთვის იღებენ 1 შეკვრას, ხოლო პროდუქტი შეფუთულია თხევად მდგომარეობაში - ფირფიტები ან 0,1 კგ-მდე ნაჭრები. თხევადი წებოს თითოეული სატრანსპორტო კონტეინერიდან აირჩევა რამდენიმე, 0,3 კგ. მასის გაყოფილი ნიმუში და 0.5 კგ. გაყინული ნიმუში	
მარგალიტის პასტა , მარგალიტის მომზადება	ქილები	უჟანგავი კოვზი	თითოეული გახსნილი სატრანსპორტო კონტეინერიდან აირჩევა 3 ქილა , აირჩევა მინიმუმ 0.5 კგ. მასის 10 წერტილოვანი ნიმუში	
ნამდვილი ქარვა	ნაჭრები		თითოეული გახსნილი სატრანსპორტო კონტეინერიდან აირჩევა 3 ქილა , აირჩევა მინიმუმ 0.5 კგ. მასის 10 წერტილოვანი ნიმუში	
თხევადი საკვები, წვრილი კიბოსნაირები და მისგან დამზადებული საკვები (დაუფქვავი)	ქილები	ნიმუშის ასაღები ზონდი	თითოეული გახსნილი სატრანსპორტო კონტეინერიდან რამდენიმე გაყოფილი ნიმ უში, დაახლოებით 0, 3 კგ	

შენიშვნა: კონსოლიდირებული ნიმუშის აღება არ ხდება ხიზილალაში, ხიზილალის პასტაში, მზა საკვებში (მათ შორის ძეხვი), ნედლეულის ნახევრად მზა პროდუქცია .

3.2.1.3.მცენარეული წარმოშობის პროდუქტები

ხილისა და ბოსტნეულის პროდუქტების ნიმუშების აღება

კვლევის ნიმუშის სწორად შერჩევა და შესაბამისი მეთოდის სწორად გამოყენება პროდუქტის ხარისხის კონკრეტული ინდიკატორის დასადგენად ანალიზის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ამოცანაა.

მომზადებული ნიმუშის შემადგენლობა უნდა ასახავდეს კონკრეტული პარტიის ჯამურ ხარისხს. ნიმუშის აღება აუცილებელია პროდუქტების ჰომოგენური პარტიიდან, როგორიცაა შეფუთული ერთეულები (ქილები, ყუთები, კასრები და ა.შ.), რომელმაც უნდა ასახოს მთელი პარტია და გააერთიანოს საწყისი და საშუალო ნიმუშები. პრაქტიკაში, პროდუქტის ერთეულების რაოდენობა , რომლებიც შეირჩევა საწყისი ნიმუშის მოსამზადებლად, დადგენილია შესაბამის სტანდარტებში მითითებული ნიმუშების მიღების წესებით .

ტერმინები და განმარტებები

წერტილოვანი ნიმუში: ერთი დასახელების პროდუქტის რაოდენობა, მიღებული ერთ ჯერზე, გარკვეული პარტიის ერთი წერტილიდან.

კომპოზიტური ნიმუში : ნიმუში, რომელიც მიიღება ჯგუფში სხვადასხვა უბნიდან აღებული ყველა წერტილოვანი ნიმუშის გართიანებით და ახასიათებს მთელი პარტიის ხარისხს.

შემცირებული (საშუალო) ნიმუში: კომპოზიციური ნიმუშის წარმომადგენლობითი ნაწილი, რომელიც მიიღება თანმიმდევრულად გაყოფით ან შემცირებით, ისე, რომ მიღებული ნიმუშის მასა ან მოცულობა აკმაყოფილებს ლაბორატორიული და საკონტროლო ნიმუშების მოთხოვნებს.

ლაბორატორიული ნიმუში: შემცირებული ნიმუშის ნაწილი ლაბორატორიული ტესტებისთვის (ანალიზისათვის).

საკონტროლო (საარბიტრაჟო) ნიმუში : შემცირებული ნიმუშის ნაწილი, ინახება ლაბორატორიაში, რომელიც ატარებს ტესტებს (ანალიზებს) ან პროდუქტის მწარმოებელთან და განკუთვნილია განმეორებითი ტესტირებისთვის (ანალიზისთვის) ტესტის შედეგების საფუძველზე პროდუქტის ხარისხის შეფასებაში უთანხმოების შემთხვევაში.

მიღების ნომერი; Ac: ნიმუშებში ყველაზე მეტი შეუსაბამო ან დაუდასტურებელი ერთეულების მაქსიმალური რაოდენობა - ნიმუშების შესაბამისობის კონტროლი ალტერნატიული კრიტერიუმის მიხედვით, რომლითაც დაშვებულია პარტიის მიღება.

უარყოფის ნომერი; Re: ნიმუშებში ყველაზე მეტი შეუსაბამო ან დაუდასტურებელი ერთეულების მაქსიმალური რაოდენობა - ნიმუშების შესაბამისობის კონტროლი ალტერნატიული კრიტერიუმის მიხედვით, რომლითაც პარტია არ მიღება.

სხვადასხვა კონსისტენციის პროდუქციის აღება ხორციელდება სხვადასხვა ობიექტიდან:

- *თხევადი ერთგვაროვანი მასალები;*
- *ჰეტეროგენული თხევადი მასალები, რომლებსაც შეუძლიათ ფენებად დაყოფა და ქმნიან ემულსიებს;*
- *მყარი ნაცხის კონსისტენციის მასალები, რომლებიც შეფუთულია დიდ კონტეინერებში (კასრებში, ყუთებში და ა.შ.);*
- *ფხვიერი მასალები;*
- *ხილი, ბოსტნეული, დაკონსერვებული საქონელი .*

თხევადი ნიმუშების აღება ხდება სპეციალური ზონდის ან ბახტინის ტუმბოს გამოყენებით (მილი დგუშით, სფერული სარქველები და დრენაჟი).

ფხვიერი და წვრილმარცვლოვანი პროდუქტების ნიმუშებს იღებენ სპეციალური პაკეტის/ტომრის ზონდის გამოყენებით სხვადასხვა ადგილიდან - ტომრის ზედა, შუა და ქვედა ფენებიდან. ფხვიერი პროდუქციის ნიმუშები, რომლებიც არის ვაგონებში, მანქანების საბარგულებში, ყუთებში , იღებენ ზონრით.

კოლოფებში ან კასრებში შეფუთული მყარი და ბლანტი პროდუქტების ნიმუშებს იღებენ სპეციალური ჩხირებით. თხევადი ჰეტეროგენული პროდუქტების შერჩევა ყველაზე მოხერხებულია პროდუქტის გადმოტვირთვისას (ცისტერნები და ა.შ.), საწყისი, შუა და ბოლო ნაწილებიდან. კასრებში, ბალონებში ან ბოთლებში შეფუთული თხევადი პროდუქტების ნიმუშები (სიროფები, ექსტრაქტები, წვენები და ა.შ.) მიიღება თითოეული შერჩეული და გახსნილი შეფუთვიდან შემდეგი რაოდენობით: თითოეული კასრიდან - 200 სმ^3, თითოეული ბოთლიდან - 100სმ ^{3}. უფრო მეტიც, შეფუთვების 3% ექვემდებარება გახსნას (არანაკლებ სამი კარსი) . იგივე რაოდენობის ყუთები იხსნება, თუ პროდუქტები დაფასოებულია ყუთებში ან

გალიებში. ბლანტი, ნაცხის კონსისტენციის პროდუქტების ნიმუშები მიიღება მინიმუმ 200 გ-დან გახსნილი შეფუთული პაკეტის სხვადასხვა ფენიდან.

თუ კონსერვი შეფუთულია ყუთებში, საწყისი ნიმუშის მისაღებად კონსერვების ნიმუშები შეირჩევა ერთგვაროვან პარტიაში შეფუთული ერთეულების რაოდენობის მიხედვით. ასე მაგალითად, თუ პარტიაში 500-მდე შეფუთვაა (ყუთები, გალიები), გასახსნელად შეირჩევა 5 ერთეული. თუ პარტიის ზომა აღემატება 500 ერთეულს, მაშინ გახსნას ექვემდებარება 8 ან მეტი შეფუთული ერთეული.

ნიმუშების აღება ხდება თითოეული შერჩეული და გახსნილი პაკეტიდან, მიღების სტანდარტული წესებისა და მოთხოვნების შესაბამისად. ინდივიდუალური შეფუთვებიდან მიღებული ნიმუშები ერთიანდება და ქმნის და ისინი პირველად ნიმუშს.

ფიზიკურ- ქიმიური კვლევისთვის ნიმუშის მომზადება მოიცავს პროდუქტის ერთგვაროვანი მასის მიღებას დაჭრით, დაქუცმაცებით, დაფქვით, შერევით (დამოკიდებულია პროდუქტის ტიპზე).

ნიმუშების დაქუცმაცებამდე ტარდება შემდეგი ოპერაციები:

- კურკოვან პროდუქტს სცილდება კურკა. სხვა სახის ნაწარმს სცილდება დანამატები, ყლორტები, ყუნწები, მინარევები;
- ცხოველური ცხიმების შემცველი პროდუქტები თბება წყლის აბაზანაში, თერმოსტატში ან ღუმელში ცხიმის დადნობამდე
- გაყინული საკვები წინასწარ ლღვება დახურულ ჭურჭელში; გალღობის დროს წარმოქმნილი თხევადი ფაზა ემატება დაქუცმაცებულ პროდუქტს.

კონსისტენციიდან გამომდინარე პროდუქტის ნიმუში ტარდება ხორცსაკეპ მანქანაში, საფქვავში, ჰომოგენიზატორში, მიქსერის ან ჩოპერის (დასაქუცმაცებელი აპარატის) გამოყენებით ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე. თუ სითხე გამოეყო პროდუქტს წილების თანაფარდობის დადგენამდე, მაშინ მყარი ნაწილის დაფქვის შემდეგ ორივე ფაზას აერთიანებენ და ურევენ. იგივე ხდება იმ შემთხვევებში, როდესაც საჭირო არ არის დაკონსერვებული საკვების შემადგენელი ნაწილების თანაფარდობის დადგენა.

ერთგვაროვანი თხევადი და ფაფისებრი კონსისტენციის ნიმუშების შემთხვევაში ხდება მხოლოდ მორევა.

მომზადებული პროდუქტის ნიმუში თავსდება მინის ჭურჭელში. ვიტამინების შემცველობის დასადგენად სინჯის აღება ხდება ნიმუშის მომზადებისთანავე, ხოლო დანარჩენი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების დასადგენად სინჯებს იღებენ დღის განმავლობაში. ასეთ შემთხვევაში ნიმუში ინახება 0-დან 5 ° C ტემპერატურაზე.

პროდუქტის ნიმუშების მომზადებისას საჭიროა მთელი რიგი მოთხოვნების გათვალისწინება:

- მძიმე მეტალების (ტოქსიკური ელემენტების) მასობრივი წილის დასადგენად, დაქუცმაცება ხდება იმ მასალისგან დამზადებულ ხელსაწყოში, რომელსაც არ შეუძლია პროდუქტის ლითონებით დაბინძურება;
- პროდუქტში C ვიტამინის მასობრივი წილის დასადგენად დაუშვებელია მისი გადაჭარბებული აერაცია, გათბობა და ლითონის ზედაპირებთან კონტაქტი;
- ფლოტაციის მეთოდით მექანიკური მინარევების დასადგენად პროდუქტს არ ფქვავენ, მხოლოდ აქუცმაცებენ და ურევენ.

დამუშავებული ხილიდან და ბოსტნეულიდან ნიმუშის მიღების წესები

ხილისა და ბოსტნეულის გადამამუშავების პროდუქტები მოიცავს ხილისა და ბოსტნეულის წვენებს, ნექტარს, წვენებზე დამზადებულ სასმელებს, ხილისა და ბოსტნეულის კონცენტრირებულ წვენებს, ხილფაფას და კონცენტრირებული ხილფაფას (??), ხილის სასმელებს და კონცენტრირებულ ხილის სასმელებს, ჟელეს, კომპოტს, მურაბებს, მარმელადს, კონსერვანტებს, ხილისა და ბოსტნეულის სოუსებს, კეტჩუპებს.

მიღების პროცედურა

ხილისა და ბოსტნეულის გადამამუშავებელი პროდუქტები მიიღება პარტიებით. თითოეული პარტიიდან მიღებული პროდუქციის მარკირების, გაფორმების წესებისა და შეფუთვის სისრულის შესამოწმებლად ნიმუში უნდა შეირჩეს შემთხვევითობის პრინციპით და მისი მოცულობა მითითებულია ცხრილში 3.2.

ცხრილი 3.2

პარტიის მოცულობა, სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულები, ცალი	ნორმალური კონტროლი			გაძლიერებული კონტროლი		
	ნიმუშის მოცულობა, სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეული, ცალი	მიღების რიცხვი, Ac	უარყოფის რიცხვი, Re	ნიმუშის მოცულობა, სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეული, ცალი	მიღების რიცხვი, Ac	უარყოფის რიცხვი, Re
25-მდე	2	0	1	3	0	1
26 - 90	2	0	1	5	0	1
91 - 150	3	0	1	8	0	1
1 51 - 500	5	0	1	13	0	1
501 - 1200	8	0	1	20	0	1
1201 - 10000	13	0	1	32	1	2
10000- ზე მეტი	20	0	1	50	1	2

შემოწმების შედეგები დამაკმაყოფილებლად მიიჩნევა, თუ ნიმუშში სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულების რაოდენობა ნაკლებია ან ტოლია მიღების რიცხვისა Ac, და პარტია უარყოფილია, თუ ის უფრო მეტია ან ტოლია უარყოფის რიცხვისა Re.

გადამუშავებული ხილისა და ბოსტნეულის სატრანსპორტო შეფუთვაში ორგანოლეპტიკური და ფიზიკო- ქიმიური ინდიკატორების შესამოწმებლად ნიმუში უნდა შეირჩეს პროდუქტის თითოეული პარტიიდან შემთხვევითი შერჩევის პრინციპით (მოცულობები მოცემულია ცხრილში 3.3).

ცხრილი 3.3

პარტიის მოცულობა, სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულები, ცალი	ნიმუშის მოცულობა, სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეული, ცალი	
	ნორმალური კონტროლი	გაძლიერებული კონტროლი
15 - მდე	1	2
16 - 25	2	3

26 - 90	2	5
91 - 150	3	8
151 - 280	5	13
280-მდე	8	20

შემოწმების შედეგები დამაკმაყოფილებლად მიიჩნევა, თუკი ნიმუშში არ არსებობს არცერთი სატრანსპორტო შეფუთვა, რომელიც არ აკმაყოფილებს დადგენილ ნორმებს

სატრანსპორტო შეფუთვაში არსებულ სამომხმარებლო პაკეტში პროდუქციის მარკირების, გაფორმების წესებისა და შეფუთვის სისრულის შესამოწმებლად ნიმუში უნდა შეირჩეს შემთხვევითობის პრინციპით ხილისა და ბოსტნეულია ცალკეული პარტიიდან, რომელთა მოცულობები წარმოდგენილია ცხრილში 3.4

შემოწმების შედეგები დამაკმაყოფილებლად მიიჩნევა, თუ ნიმუშში სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულების რაოდენობა, რომელიც არ აკმაყოფილებს დადგენილ მოთხოვნებ, ნაკლებია ან ტოლია მიღების რიცხვისა Ac, და პარტია უარყოფილია, თუ ის უფრო მეტია ან ტოლია უარყოფის რიცხვისა Re.

ცხრილი 3.4

პარტიის მოცულობა, სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულები, ცალი	ნორმალური კონტროლი			გაძლიერებული კონტროლი		
	ნიმუშის მოცულობა, სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეული, ცალი	მიღების რიცხვი, Ac	უარყოფის რიცხვი, Re	ნიმუშის მოცულობა, სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეული, ცალი	მიღების რიცხვი, Ac	უარყოფის რიცხვი, Re
25-მდე	3	0	1	5	0	1
26 - 90	5	0	1	8	0	1
91 - 150	8	0	1	13	0	1
151 -500	13	0	1	20	0	1
501 - 1200	20	0	1	32	1	2
1201 -10000	32	1	2	50	1	2
10000-ზე მეტი	50	1	2	80	1	2

ხილისა და ბოსტნეულის პროდუქტების თითოეული პარტიიდან (მოცულობები მოცემულია ცხრილში 3.5) ნიმუშს იღებენ შემთხვევითი შერჩევის პრინციპით. მოწმდება ცალკეული სამომხმარებლო პაკეტის შემადგენლობა (შეფუთული პროდუქტების სუფთა წონა (მოცულობა)),პროდუქციის პარტიის საშუალო შემცველობა და სამომხმარებლო პაკეტის შემადგენელი პროდუქტის კომპონენტების მასური წილი.

ცხრილი 3.5

პარტიის მოცულობა, სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულები, ცალი	ნორმალური კონტროლი			გაძლიერებული კონტროლი		
	ნიმუშის მოცულობა, სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეული, ცალი	მიღების რიცხვი, Ac	უარყოფის რიცხვი, Re	ნიმუშის მოცულობა, სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეული, ცალი	მიღების რიცხვი, Ac	უარყოფის რიცხვი, Re
პროდუქტი სამომხმარებლო შეფუთვაში მოცულობით 0.35 დმ³ ჩათვლით.						
50-მდე	2	0	1	3	0	1
51 – 150	2	0	1	5	1	2
151 – 500	3	0	1	8	1	2
501 - 3200	5	1	2	13	2	3
3200-ზე მეტი	8	1	2	20	3	4
პროდუქტი სამომხმარებლო შეფუთვაში მოცულობით 0.35 – 1.00 დმ³ ჩათვლით.						
150-მდე	2	0	1	3	0	1
151 - 1200	2	0	1	5	1	2
1201 - 35000	3	0	1	8	1	2
35000-ზე მეტი	5	1	2	13	2	3
პროდუქტი სამომხმარებლო შეფუთვაში 1.00 დმ³ მეტი მოცულობით						
50-მდე	1	0	1	2	0	1
51 - 501	2	0	1	3	0	1
501 - 35000	2	0	1	5	1	2
35000-ზე მეტი	3	0	1	8	1	2

შემოწმების შედეგები (სამომხმარებლო პაკეტში შემავალი პროდუქციის შემადგენელი ნაწილების მასური წილისათვის) დამაკმაყოფილებლად მიიჩნევა, თუ ნიმუშში სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულების რაოდენობა, რომელიც არ აკმაყოფილებს დადგენილ მოთხოვნებს, ნაკლებია ან ტოლია მიღების რიცხვისა Ac, და პარტია უარყოფილია, თუ ის უფრო მეტია ან ტოლია უარყოფის რიცხვისა Re.

დაფასოებული პროდუქციის პარტია, ერთეული სამომხმარებლო პაკეტის შემადგენლობის შესაბამისად (დაფასოებული პროდუქციის ნეტო წონა (მოცულობა) და დაფასოებული პროდუქციის პარტიის საშუალო შემცველობით, მიიღება შემდეგ შემთხვევებში:

- ✓ პარტიის საშუალო შემცველობა უნდა იყოს შეფუთვაზე მითითებული სუფთა (ნეტო) წონაზე (მოცულობაზე) მეტი ან ტოლი;
- ✓ დეფექტური შეფუთვების რაოდენობა (რომელთა შემადგენლობის უარყოფითი გადახრა აღემატება უარყოფით გადახრათა დასაშვებ ზღვარს) უნდა იყოს ნაკლები ან ტოლი მიღების რიცხვის Ac;
- ✓ შეფუთვების არსებობა, რომელთა შემადგენლობის უარყოფითი გადახრა ორჯერ არ აღემატება დასაშვები უარყოფითი გადახრების დასაშვები ზღვრული მნიშვნელობაზე

პარტია უარყოფილია, თუ ზემოთ ჩამოთვლილი პირობებიდან ერთი მაინც არ სრულდება

სამომხმარებლო პაკეტში ხილისა და ბოსტნეულის პროდუქტების ფიზიკურ- ქიმიური პარამეტრების შესამოწმებლად პროდუქციის თითოეული პარტიიდან უნდა შეირჩეს შემთხვევითი ნიმუში (ზომები მოცემულია ცხრილში 4). შემადგენლობის ანალიზის (შეფუთული პროდუქტების სუფთა წონა (მოცულობა)), ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზი, შეფუთული პროდუქტების საშუალო შემცველობა და კომპონენტების მასური წილი) შემოწმების შემდეგ, თუკი ტესტირების შედეგები ამის შესაძლებლობას იძლევა, დასაშვებია პროდუქციის გამოყენება სამომხმარებლო ბაზარზე. ფიზიკო-ქიმიური პარამეტრებიდან თუნდაც ერთისათვის არადამაკმაყოფილებელი შედეგის მიღების შემთხვევაში საჭიროა ანალიზის გამეორება გაორმაგებულ ნიმუშზე. განმეორებითი ტესტების (ანალიზების) არადამაკმაყოფილებელი შედეგების მიღებისას სულ მცირე ერთ ფიზიკურ – ქიმიურ პარამეტრთან დაკავშირებით პარტია არ მიიღება.

ნიმუშის ასაღები მოწყობილობა სატრანსპორტო შეფუთვის გარედან ნიმუშის აღებისათვის

- წყალგაუმტარი ლითონის ჭურჭელი;
- მილები თხევადი და ბლანტი პროდუქტების ნიმუშებისათვის;
- სხვადასხვა დიზაინის ზონდები სქელი და ბლანტი პროდუქტების ნიმუშებისათვის;
- კოვზი მაკარონის პროდუქტების ნიმუშებისათვის.

სამომხმარებლო შეფუთვიდან ნიმუშების აღების მიზნით:

- ნიმუშების ასაღები მილები
- კოვზები

შერჩევის მოთხოვნები

ნიმუშის შერჩევა ტარდება დაუზიანებელი სატრანსპორტო შეფუთვიდან ისე, რომ უზრუნველყოფილი იყოს ნიმუშების დაცვა გარემოს ზემოქმედებისგან ან შემთხვევითი დაბინძურებისგან.

ნიმუშის წარმომადგენლობითობის უზრუნველსაყოფად გამოიყენება შერჩევის სხვადასხვა მეთოდი, რაც დამოკიდებულია პროდუქტის ფიზიკურ მდგომარეობაზე, ტრანსპორტის ტიპებზე და სამომხმარებლო შეფუთვაზე.

სინჯის ასაღები ხელსაწყო უნდა იყოს სუფთა, მშრალი და არ უნდა ჰქონდეს სუნი, ხოლო მასალამ, რომლისგანაც დამზადებულია, არ უნდა იმოქმედოს ნიმუშის ხარისხზე.

დასაშვებია ერთი და იგივე დასახელების, ერთნაირი ტრანსპორტით ან შეფუთვით, ერთჯერადად მისაწოდებელი თხევადი პროდუქტის ნიმუშების აღება ერთი და იგივე სინჯის ასაღები ხელსაწყოთი, რომელიც აუცილებლად უნდა გაირეცხოს ყოველ ჯერზე, პროდუქტის დარჩენილი პორციის გამოყენებით. გასარეცხად გამოყენებული პროდუქტის ეს ნაწილი ნადგურდება.

საჭიროა ყველა აუცილებელი ზომის მიღება, რათა გამოირიცხოს ფიზიკურ- ქიმიური ან ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების ცვლილებები ნიმუშების აღების, ტრანსპორტირებისა და შენახვის დროს.

სატრანსპორტო შეფუთვიდან შერჩევა

თხევადი დამუშავებული ხილისა და ბოსტნეულის პროდუქტების წერტილოვანი ნიმუშების აღება ხდება მთლიანი სისქიდან, კონტეინერის ხვრელის საშუალებით, შესაფერისი აღჭურვილობის გამოყენებით.

ცხრილი 3.6.

ინდიკატორის დასახელება	მინიმალური წონა ან მოცულობა, კგ (დმ ^{3})			
	კონსოლიდირებული ნიმუში	შემცირებული ნიმუში	ლაბორატორიული ნიმუში	საკონტროლო ნიმუში
ორგანოლეპტიკური	1,00	0,50	0,25	0,25
ფიზიკო-ქიმიური	2,0	1,0	0,5	0,5
მინერალური და უცხოური მინარევები	3,0	1,0	0,5	0,5
ნაწილაკების მასური წილი	8,0	2,0	1,0	1,0

თხევადი პროდუქტების შერჩევის დაწყებამდე, ხდება კონტეინერის შიგთავსის არევა ერთ-ერთი არსებული მეთოდით, რათა მოხდეს ერთგვაროვანი პროდუქტის მიღება.

საჭიროა მინიმუმ ორი წერტილოვანი ნიმუშის აღება სატრანსპორტო შეფუთვის თითოეული ერთეულიდან. წერტილოვანი ნიმუშის მასა უნდა იყოს 0.3-დან 3.0 კგ-მდე, რაც დამოკიდებულია კონსოლიდირებული სინჯის მასაზე (რომელიც ნაჩვენებია ცხრილში 3.6.). თხევადი პროდუქტის შერევისას ტარდება მინარევების არსებობის ვიზუალური შემოწმება. მინარევების გამოვლენის შემთხვევაში სინჯის აღების ხელსაწყოს გამოყენებით მათ იღებენ პროდუქტიდან და სინჯებთან ერთად აგზავნიან ლაბორატორიაში.

ნიმუშის აღება სამომხმარებლო შეფუთვიდან

პროდუქციის შერჩევა სამომხმარებლო შეფუთვიდან ხორციელდება შემთხვევითი ნიმუშიდან.

წერტილოვანი ნიმუშების აღება ხდება თანაბარი რაოდენობით პროდუქტის სამომხმარებლო შეფუთვის ერთეულიდან. კონსოლიდირებული სინჯის შესაქმნელად ხდება წერტილოვანი ნიმუშების შერევა. კონსოლიდირებული ნიმუშის საფუძვლიანი მორევის შემდეგ ხდება პროდუქტის ნაწილის ამოღება შემცირებული ნიმუშის მისაღებად.

პროდუქტის შემცირებული ნიმუში იყოფა ორ თანაბარ ნაწილად, ლაბორატორიული და საკონტროლო ნიმუშების მისაღებად.

3.2.1.4. რძის პროდუქტები

რძის პროდუქტების ნიმუშების მიღება

რძის პროდუქტების სათანადო შერჩევა კვლევისთვის, ხარისხის შეფასებისათვის მიღებული მარტივი მეთოდების სწორად გამოყენება რძის პროდუქტების ხარისხის კონტროლის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა.

გასაყიდად მზა რძის პროდუქტები უნდა აკმაყოფილებდეს მოქმედი მარეგულირებელი დოკუმენტებით განსაზღვრულ მოთხოვნებს.

რძის პროდუქტების ნიმუშები შეირჩევა DSTU ISO 707: 2002 სტანდარტის შესაბამისად, რომელიც ადგენს მიღების წესებს, რძის პროდუქტების ნიმუშების შერჩევისა და საანალიზოდ მომზადების მეთოდებს.

მარეგულირებელი დოკუმენტაცია ითვალისწინებს მზა პროდუქტების ***პარტიებად*** მიწოდება-მიღებას . ამ შემთხვევაში, პარტია წარმოადგენს კონტეინერში მოთავსებულ ერთნაირი დასახელების პროდუქციას, ერთი და იგივე ფიზიკო-ქიმიური და ორგანოლეპტიკური მახასიათებლებით (იგივე ხარისხი). პარტია წარმოებულია ერთსა და იმავე ქარხანაში, ერთი და იგივე ტექნოლოგიურ აღჭურვილობაზე, იდენტური ტექნოლოგიური ციკლითა და რეჟიმით, ერთსა და იმავე დროს და თან ახლავს ერთი თანმხლები დოკუმენტი. პარტიების შერევის შემთხვევაში პროდუქტები დალაგებულია ერთგვაროვან პარტიებად.

საქონლის იერსახე და სატრანსპორტო შეფუთვის მარკირება უნდა შემოწმდეს თითოეული პარტიისათვის, სამომხმარებლო შეფუთვაში კი ნიმუშის მიღებამდე მოწმდება სანიმუშე პროდუქტის შემცველი სატრანსპორტო პაკეტის არსებობა.

შერჩევა არის ერთეულების კომპლექსი, რომელიც გამიზნულია პარტიის კონტროლისათვის. სატრანსპორტო კონტეინერში შერჩევის მოცულობა (სატრანსპორტო ან სამომხმარებლო შეფუთვეულების რაოდენობა, რომლებიც ქმნიან შერჩევას) ***სასმელი რძის, ნაღების, თხევადი ამჟავებული რძის ნაწარმის*** პარტიისათვის არის 5%, ***არაჟნისათვის*** - 10%. თუ პარტიაში არის 20 ერთეულზე ნაკლები სასმელი რძე, ნაღები და თხევადი რძის ნაწარმი, ან 10 ერთეულზე ნაკლები არაჟანი, ხდება ერთი ნიმუშის აღება.

სამომხმარებლო შეფუთვაში მითითებული პროდუქციის ნიმუშის მოცულობა მოცემულია ცხრილში 3.6.

ცხრილი 3.6

პარტიაში პროდუქტების შემცველი სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულების რაოდენობა	ნიმუშში პროდუქტის შემცველი სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულების რაოდენობა
Up to 100	2
101 - 200	3
201 - 500 წწ	4
501 და მეტი	5

პროდუქტის შემცველი შეფუთვის გახსნამდე ის იწმინდება, ირეცხება წყლით და მშრალდება. გახსნის შემდეგ განისაზღვრება ტემპერატურა, რძის პროდუქტების მოცულობა ერთეული სანიმუშე პროდუქტისათვის. რეზერვუარებისათვის ეს მაჩვენებლები განისაზღვრება თითოეულ რეზერვუარში ან მის სექციაში.

თავდაპირველად ხდება სინჯების აღება მიკრობიოლოგიური ანალიზისათვის, შემდეგ განისაზღვრება ორგანოლეპტიკური და ბოლოს, ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები.

შერჩევიდან იღებენ ერთეულ სამომხმარებლო პაკეტს. სამომხმარებლო შეფუთვაში რძის, ნაღების, არაჟნის ან თხევადი კულტივირებული ამჟავებული რძის პროდუქტების შემცველი ერთეული ნიმუშის მოცულობა ტოლია ნიმუშში ჩართული პროდუქტის მოცულობისა. სასმელი რძის კომბინირებული სინჯიდან საანალიზოდ იღებენ 0.5 დმ³ მოცულობის ნიმუშს

თხევადი რძის ნაწარმის ან არაჟნის ნიმუშების მომზადებისას, შეფუთვის გახსნიდან მომდევნო 1 წთ. განმავლობაში ხდება პროდუქტის ტარის 5-ჯერ შენჯღევა. სქელი კონსისტენციის ნიმუშებს წინასწარ ათბობენ (32 ± 2)^{0}C ტემპერატურამდე (38 ± 2)^{0}C წყლის აბაზანაში, შემდეგ კი აცივებენ (20 ± 2) ^{0}C ტემპერატურამდე. საანალიზოდ იღებენ თხევადი ამჟავებული რძის პროდუქტების 0.1 დმ^3 მოცულობის კომბინირებულ (გაერთიანებულ?) სინჯებს, არაჟნის ნიმუშის წონა კი დაახლოებით 100 გრამია.

სატრანსპორტო შეფუთვაში რძის ყველისა და და მისი პროდუქტების პარტიდან მიღებული სინჯების მოცულობა წარმოადგენს სატრანსპორტო შეფუთვის10%-ს. წერტილოვანი ნიმუშების აღება ხდება ზონდით , რომელსაც ათავსებენ კონტეინეტის ფსკერთან. სატრანსპორტო შეფუთვის თითოეული ერთეულიდან იღებენ 3 წერტილოვან სინჯს: ერთს ცენტრიდან და 2 დანარჩენს კონტეინერის კედლიდან 3-5 სმ. დაშორებით. შტაპელის გამოყენებით პროდუქტს ინტენსიურად ურევენ და ამზადებენ დაახლოებით 500 გ. კომბინირებულ ნიმუშს. შემდეგ ხდება 100 გ. კომბინირებული ნიმუშის შერჩევა.

სატრანსპორტო შეფუთვაში რძის ყველისა და მისი პროდუქტების პარტიიდან შერჩეული ნიმუშების რაოდენობა წარმოდგენილია ცხრილში 3.7.

ცხრილი 3.7

პარტიაში პროდუქტების შემცველი სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულების რაოდენობა	50-მდე	51 - 100	101 - 200	201 - 300	301 და მეტი
ნიმუშში პროდუქტის შემცველი სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულების რაოდენობა	2	3	4	5	6

ნიმუშის შერჩევისათვის განკუთვნილი თითოეული სატრანსპორტო შეფუთვიდან აირჩევა პროდუქტების შემცველი 2 კონტეინერი, თუკი პროდუქტის წონა 250 გრამამდეა, ხოლო თუ წონა 250 გრ. ან მეტია, შეირჩევა 1 კონტეინერი.

სამომხმარებლო შეფუთვაში დაცული რძის ყველის კომბინირებული ნიმუშის მისაღებად პროდუქცია თავისუფლდება შეფუთვისაგან, თავსდება ჭურჭელში და ხდება ინტენსიური მორევა. ნიმუშის მისაღებად კომბინირებული ნიმუშიდან შეირჩევა 100 გ, ხოლო საკვების შემავსებლებისათვის - დაახლოებით 150 გ.

რეკომენდირებულია ნიმუშების კვლევა უშუალოდ მათი მომზადების შემდეგ. თუ ეს არ არის შესაძლებელი, ნიმუშები უნდა მოთავსდეს 2- 8^{0}C არაუმეტეს 4 საათისა.

საკვები დანამატების შემცველი პროდუქტებიდან, მაგალითად ხაჭოდან ცუკატების, თხილის, ქიშმიშს მოსაცილებლად იყენებენ პინცეტს.

წაყინიდან ნიმუშის მიღება ხდება წყალში გაცხელებული (38 ± 2)^0 ზონდის გამოყენებით, რომელიც თავსება პროდუქტში კედლიდან 2-5 სმ.მანძილზე, დიაგონალზე ზედაპირიდან ძირისაკენ. შტაპელის გამოყენებით ზონდს მთელ სიგრძეზე სცილდება ნაყინის ფენა და თავსდება ჭურჭელში. პროდუქტი რჩება ოთახის ტემპერატურაზე სრულ გალღობამდე. ნიმუშს სცილდება თხილი, დაშაქრული ხილი, ქიშმიში და სხვა შემავსებლები (ასეთის არსებობის შემთხვევაში) და ხდება ინტესნსიური მორევა. მზადდება 500 გ.კომბინირებული ნიმუში.

სამომხმარებლო შეფუთვაში დაცული ნაყინიდან აღებული კომბინირებული ნიმუშის მოცულობა შეადგენს სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულის 10%-ს თუ პარტიაში 10 ერთეულზე ნაკლებია. ნიმუშის მიღების მიზნით არჩეული თითოეული სატრანსპორტო ერთეულიდან შეირჩევა პროდუქტის შემცველი 1 ნიმუში.

სამომხმარებლო შეფუთვებიდან ნაყინის კომბინირებული ნიმუშის მისაღებად შეირჩევა მთლიანი შეფუთვების რაოდენობის 0.1-0.2%. შეფუთული ნაყინის თითოეული ერთეულის ანალიზი ტარდება დამოუკიდებლად.

ნაყინის ტორტის ნიმუშების მოცულობა ერთი ნამცხვარია. 500 გრ-ზე ნაკლები ტორტი მთლიანად გამოიყენება საანალიზო ნიმუშად. სიმეტრიული დეკორაციებით გაფორმებული, 500 გ-ზე მეტი წონის ტორტის ანალიზისთვის დიაგონალურად დაჭრის გზით იღებენ ტორტის ¼ ნაწილს. თუ გაფორმება ასიმეტრიულია, ნამცხვარი დიაგონალზე ოთხ ნაწილად იჭრება და შეირჩევა ორი მათგანი, დეკორაციის პროპორციების გათვალისწინებით.

ნაყინის ტორტი ან მისი ნაწილები თავისუფლდება დეკორაციისგან პინცეტის ან შტაპელის გამოყენებით. საფუძვლიანი მორევის შემდეგ შეირჩევა 100 გრამიანი ნიმუში. დეკორაცია ცალკე ჭურჭელში უნდა მოთავსდეს და ასევე გაიგზავნოს კვლევისთვისაც. ნაყინის ნიმუშის მომზადებისას საანალიზოდ ხდება ნაყინის მორევა კონტეინერის მინიმუმ სამჯერ გადატრიალებით. ნიმუშის ტემპერატურა უნდა იყოს (20 ± 2)^{0}C.

სატრანსპორტო და სამომხმარებლო შეფუთვაში არსებული ***კარაქის*** თითოეული პარტიისათვის ნიმუშის მოცულობა არის სატრანსპორტო შეფუთვის ერთეულის 5%. თუ პარტიაში 20 ერთეულზე ნაკლებია, აირჩევა 1 ერთეული. კარაქის თითოეული შეფუთული ერთეულისთვის აირჩევა სამომხმარებლო შეფუთვის საქონლის 3% . სატრანსპორტო შეფუთვაში კარაქის წერტილოვანი ნიმუშების აღება ხდება ზონდით. თუ კარაქი შეფუთულია ყუთებში, ზონდი თავსდება დიაგონალურად, კედლიდან კარაქის მასის ცენტრამდე. 10^{0}C და ნაკლები

კომბინირებული ნიმუშის კომპილაციისათვის, ზონდის გამოყენებით პროდუქტის შემცველი თითოეული სატრანსპორტო შეფუთვიდან, პროდუქტის ქვედა ნაწილიდან შეირჩევა კარაქის ნიმუში. დაახლოებით 50 გრამი წონის წერტილოვანი ნიმუშის აღება ხდება დანის გამოყენებით და თავსდება ჭურჭელში კომბინირებული ნიმუშის შესადგენად. კარაქის ზედაპირული ნაწილი ზონდზე დარჩენილი 1,5 სმ-მდე, იცვლება და კარაქის ზედაპირი ფრთხილად სწორდება.

შეფუთული მასალისა და კარაქიდან 0,5-0,7 სმ.სისქის გარეთა შრის მოცილების შემდეგ, თითოეული კარაქის ბრიკეტიდან იღებენ 50 გ. წერტილოვან ნიმუშს. თუ ბრიკეტების წონა 50 გ. ან ნაკლებია, კომბინირებული ნიმუში შედგება მთელი ბრიკეტისგან, გარე ფენის მოხსნის გარეშე.

კარაქის კომბინირებულ ნიმუშს არბილებენ წყლის აბაზანაში (30 ± 2)^{0}C ტემპერატურაზე უწყვეტი მორევის გზით. მომზადებული ნიმუშიდან ანალიზისთვის შეირჩევა 50 გ. კარაქი.

ნიმუში შეირჩევა ცხრილში 3.8 მოცემული რაოდენობით, მყარი ყველის პარტიიდან.

ცხრილი 3.8

სატრანსპორტო პაკეტის ერთეულების რაოდენობა პარტიაში	სატრანსპორტო პაკეტის ერთეულების რაოდენობა პროდუქტის ნიმუშით
5-მდე	1
6 ... 15	2
16 ... 25	3
26 ... 40	4
41 ... 60	5

61 ... 85	6
86 ... 100	7
100- ზე მეტი	5%, მაგრამ არანაკლებ 7

ცალკეული სატრანსპორტო პაკეტიდან შეირჩევა ყველის თავი, ყველის ნაჭერი ან სამომხმარებლო შეფუთვა.

ყველის წერტილოვანი ნიმუშების აღება ხდება ყველის თავის მოპირდაპირე მხარეებიდან. ზონდის შეტანა პროდუქტში ხდება ¼ სიღრმეზე. ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების განსაზღვრის მიზნით წერტილოვან ნიმუშს იღებენ ყველის თავის ერთი მხრიდან. დიდი ზომის ცილინდრის ან სვეტის ფორმის მყარი ყველებიდან ნიმუშის ასაღებად ზონდი შეჰყავთ ზედაპირიდან ცენტრისაკენ. მცირე ზომის მრგვალი ფორმის მყარი ყველის შემთვევაში ზონდი შეჰყავთ ზედა ნაწილისაკენ ცენტრისაკენ. ყველის თავს 1.5 სმ. სისქის სვეტები სცილდება გარეთა შრიდან. დარჩენილი მასიდან მზადდება 4.5 სმ. სიგრძის ნაჭრები და თავსდება კონტეინერში კომბინირებული ნიმუშის მისაღებაად. წერტილოვანი ნიმუშის მისაღებად მცირე ზომის მყარი ყველებიდან ახაჭოვებული ყველი, რომლებსაც დაბალი ცილინდრის ფორმა აქვთ, პინცეტი შეჰყავთ ცილინდრული ზედაპირიდან, ხოლო სვეტისმაგვარი ფორმის შემთხვევაში - დიაგონალური დაბოლოებიდან.

რბილი ყველის (როკფორტი, კამამბერი, დნიპროვსკი), მლაშე ყველის (სულგუნი, ბრინზა) და კომბინირებული სინჯების აღება ხდება რბილი ყველის ამჟამინდელი რეგულაციების მოთხოვნების შესაბამისად.

დამარილებული ყველის კომბინირებული ნიმუშის დასამზადებლად იყენებენ ყველის მთლიან სვეტს, რომელსაც იღებენ პინცეტის გამოყენებით. სულგუნის და მსგავსი ყველის ნიმუშების ასაღებად დანის გამოყენებით ჭრიან დაახლოებით 2 სმ.სისქის სექტორს.

ფიზიკურ-ქიმიური და ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების დასადგენად ყველის ნიმუშებს იღებენ ცალკ-ცალკე. დაუშვებელია ამ ანალიზებისთვის ერთი ნიმუშის დამზადება.

მყარი, ნედლი ახაჭოვებული და კონსისტენციით მათი მსგავსი დამარილებული ყველის ნიმუშებს ხეხავენ წვრილ სახეხზე, ინტენსიურად ურევენ და აერთიანებენ ფიზიკურ-ქიმიური შკვლევებისათვის; ნედლი და პასტისმაგვარი კონსისტენციის ყველის წერტილოვან ნიმუშები იფქვება ბლენდერში და მზადდება კომბინირებული (გაერთიანებული) ნიმუში . გაერთიანებული ნიმუშიდან საანალიზოდ იღებენ 50 გ. სინჯს.

დაბლენდერებული ყველის პარტიიდან შეირჩევა და იხსნება ყოველი მეათე შეფუთვა და თითოეული საკონტროლო შეფუთვიდან იღებენ ერთ ყველს. თუ დაბლენდერებული ყველი 30 გ. პაკეტშია, თითოეული საკონტროლო შეფუთვიდან იღებენ 2 პაკეტს.

ქიმიური ანალიზისათვის ერთი და იგივე ტიპისა და ერთნაირი მასური წილის ცხიმის შემცველი თითოეული ყველიდან მოჭრიან 20 გრ. და ნიმუშებს ათავსებენ ერთ კონტეინერში. შერჩეულ ნიმუშებს საფუძვლიანად აქუცმაცებენ, ურევენ, იღებენ დაახლოებით 50 გ. კომბინირებულ ნიმუშს და ათავსებენ მჭიდრო საცობის მქონე სუფთა ჭურჭელში.

დაბლენდერებული ყველის ორგანოლეპტიკური შეფასება ხდება 14-16^{0}C ტემპერატურაზე.

შედედებული რძის და მშრალი რძის პროდუქტების პარტიიდან ასაღები ნიმუშის მოცულობა შეადგენს სატრანსპორტო კონტეინერში მოთავსებული პროდუქციის 3%-ს , მაგრამ არანაკლებ 2 ერთეულ შედედებული რძის კონსერვს და არანაკლებ 3 ერთეულ მშრალი რძის

პროდუქტებს. რძის კონსერვებისა და მშრალი პროდუქტების ნიმუშის მოცულობა სამომხმარებლო შეფუთვაში ასევე 3%-ია, მაგრამ არანაკლებ 2 ერთეულისა.

შედედებული რძის თითოეული პარტიიდან პროდუქციის გაყიდვისას შეირჩევა No.7 ორი ქილა რძის საკონსერვო ქარხანაში საკონტროლო ნიმუშის შენახვის მიზნით. დიდი კონტეინერების შემთხვევაში, თითოეული პარტიიდან შეირჩევა ორ 500 გრ. და ინახება მჭიდროდ დალუქულ კონტეინერში. საკონტროლო ნიმუშები ინახება 4-6 თვის განმავლობაში მიმდინარე მოხმარების პროდუქტებისთვის და 12-15 თვის განმავლობაში გრძელვადიანი შენახვისა და საექსპორტო პროდუქტებისათვის.

მშრალი რძის კონსერვების თითოეული პარტიიდან შეირჩევა საკონტროლო ნიმუშები წარმოების ადგილზე შესანახად : დიდი შეფუთვიდან იღებენ 2 მცირე შეფუთვას და ორ 200 გ. ნიმუშს და მჭიდროდ ლუქავენ პოლიეთილენის პარკში. ნიმუშები ინახება 8 თვის განმავლობაში ჰერმეტულ შეფუთვაში და 3 თვის განმავლობაში არაფერმეტულ კონტეინერებში. მითითებული ვადის გასვლის შემდეგ ნიმუშებს იღებენ საწყობიდან და გზავნიან სამრეწველო გადამუშავებისთვის.

ნიმუშის აღებამდე შედედებული რძეს კასრებსა და კოლბებში საფუძვლიანად ურევენ მოსარევის გამოყენებით, ხოლო შესქელებული რძეს სამომხმარებლო შეფუთვის გახსნის შემდეგ ურევენ შტაპელის გამოყენებით 1-2 წუთის განმავლობაში.

შედედებული რძის ქილაში ნალექის არსებობის შემთხვევაში ქილას ათავსებენ (55±5)^{0}C ტემპერატურის წყალში და ხელახლა ურევენ ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე. პროდუქტის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს (28±2)^{0}C. შემდეგ ის ცივდება (20±2)^{0}C ტემპერატურამდე. რეზერვუარებში პროდუქტის შერევის შემდეგ ხდება წერტილოვანი ნიმუშების აღება სხვადასხვა ადგილებიდან ზონდით ან სინჯის ასაღები ხელსაწყოთი, რომლებიც შეაქვთ კონტეინერის ფსკერზე. წერტილოვანი ნიმუშებს თითოეული შეფუთვისთვის იღებენ თანაბარი მოცულობით, 1 კგ კომბინირებული (გაერთიანებული) ნიმუშისაგან - საანალიზოდ შეირჩევა 300 გ. პროდუქტი.

მშრალი რძის პროდუქტების ნიმუშების აღება შერჩევისათვის განკუთვნილი სატრანსპორტო კონტეინერიდან ხდება სატრანსპორტო კონტეინერის სხვადასხვა ადგილებიდან, სპეციალური ზონდის გამოყენებით. ზონდი პროდუქტში შეჰყავთ დიაგონალურად, კედლიდან 2- 5 სმ.დაშორებიდან კონტეინერის ფსკერამდე. წერტილოვან ნიმუშს აგროვებენ კონტეინერში და ქმნიან 1-2 კგ. მასის კომბინირებულ (გაერთიანებულ) ნიმუშს, საიდანაც საანალიზოდ შეირჩევა 200 გრამიანი ნიმუში.

მშრალი რძის პროდუქტების ნიმუშებს ინტენსიურად ურევენ ბლენდერში.

მოწმდება მზა პროდუქციის ორგანოლეპტიკური, ფიზიკო-ქიმიურ და მიკრობიოლოგიურ პარამეტრების შესაბამისობა მარეგულირებელ დოკუმენტებთან.

დოკუმენტაციის შედგენისა და მზა პროდუქტის გასაყიდად გამოშვების უფლება აქვს ლაბორატორიის ხელმძღვანელს ან ლაბორატორიის თანამშრომელს, რომელიც პასუხისმგებელია მზა პროდუქციის წარმოებაზე.

ცვლის უფროსი ან საწარმოოს ტექნოლოგი მზა პროდუქციის პასპორტა და ხარისხის კონტროლისათვის აგზავნის ლაბორატორიაში. ლაბორატორიის თანამშრომელი ამოწმებს პროდუქტების ორგანოლეპტიკურ და ფიზიკო-ქიმიურ მაჩვენებლებს, მარკირებისა და შეფუთვის შესაბამისობას მარეგულირებელი დოკუმენტების მოთხოვნებთან და გასცემს ხარისხის სერტიფიკატს დადგენილი ფორმის შესაბამისად. ხარისხის სერთიფიკატი ერთადერთი დოკუმენტია, რომელიც იძლევა საწარმოოდან პროდუქციის მოცემული პატრიის გამოშვების

უფლებას. თუკი პროდუქციას არ ახლავს სერთიფიკატი, დარღვევის ჩამდენ პირს ეკისრება ადმინისტრაციული სასჯელი.

3.2.1.5 ღვინოები და ალკოჰოლური სასმელები

OIV ზოგადი პრინციპები და ღვინისა და ბადაგის (MUST) მოთხოვნები

ღვინის ანალიზის საერთაშორისო მეთოდების კრებული პირველად 1962 წელს გამოქვეყნდა. '' ყურძნისა და ღვინის საერთაშორისო ასამბლეამ'' (OIV) მოიწონა და დაამტკიცა ღვინისა და ბადაგის ანალიზის ყველა მეთოდი და პრინციპი და ყოველწლიურად ქვეკომისიის მიერ.

კომპენდიუმი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ანალიზის მეთოდების ჰარმონიზაციაში. ბევრმა მევენახეობაში და მეღვინეობაში აქტიურად ჩართულმა ქვეყანამ შეიტანა საკუთარი განმარტებები და მეთოდები ეროვნულ რეგულაციებში.

ევროკავშირი ცნობს კომპენდიუმის ყველა მეთოდს და ავალდებულებს მათ ყველა წევრ სახელმწიფოებს, რაც ადასტურებს ევროკავშირსა და OIV– ს შორის მჭიდრო თანამშრომლობას.

ამგვარად, ანალიზის მეთოდების ჰარმონიზაციაში წამყვანი როლის მქონე კომპენდიუმი გვევლინება საერთაშორისო ვაჭრობის ხელშეწყობა ორგანიზაციად. *ენოლოგიური პრაქტიკის საერთაშორისო კოდთან (International Code of Oenological Practices)* და *ენოლოგიის საერთაშორისო კოდექსთან (International Oenological Codex) ერთად* კომპენდიუმი წარმოადგენს მნიშვნელოვანი სამეცნიერო, სამართლებრივი და პრაქტიკული სარგებლის მქონე ორგანოს.

ანალიზის OIV მეთოდის სქემა და ფორმულირება
ISO 78-2: 1999 სტანდარტის ამონაწერი

1. სათაური
2. შესავალი
სურვილისამებრ
3. სფერო
ამ პუნქტში მოკლედ უნდა აღიწეროს ქიმიური ანალიზის მეთოდი და კონკრეტულად ის პროდუქტი, რომლისათვისაც ანალიზი ტარდება
4. განმარტებები
5. პრინციპი
ეს არჩევითი პუნქტი მიუთითებს გამოყენებული მეთოდის მთავარ ეტაპებზე, ძირითად პრინციპებზე.
6. რეაგენტები და მასალები
ამ პუნქტში უნდა ჩამოითვალოს ტესტირებისას გამოყენებული ყველა რეაგენტი და მასალები, მათ ძირითად მახასიათებლებთან ერთად, და საჭიროების შემთხვევაში, უნდა მიეთითოს მათი სისუფთავის ხარისხი.
საჭიროა მიეთითოს:

- პროდუქტები, რომლებიც გამოიყენება კომერციულად ხელმისაწვდომი სახით;
- განსაზღვრული კონცენტრაციის ხსნარები;
- სტანდარტული მოცულობითი ხსნარი;
- სტანდარტული ეტალონური ხსნარი;
- სტანდარტული ხსნარი;
- სტანდარტის შესატყვისი ხსნარი

7. აპარატურა

ამ პუნქტში უნდა ჩამოითვალოს ანალიზის/ტესტირების პროცესში გამოყენებული ყველა აპარატურისა და აღჭურვილობის დასახელებები და ძირითადი მახასიათებლები. შენიშვნა: თითოეულ რეაგენტს უნდა მიეთითოს კონკრეტული საცნობარო ნომერი

8. ნიმუშის შერჩევა (ნიმუშის მომზადება)

აღიწერება:

- ნიმუშების შერჩევის პროცედურა
- ნიმუშის მომზადება ტესტირებისათვის

9. პროცედურა

ოპერაციების თითოეული თანმიმდევრობა უნდა იყოს აღწერილი არაორაზროვნად და მოკლედ. ეს პუნქტი ჩვეულებრივ მოიცავს შემდეგ ქვეპუნქტებს:

- სატესტო ნიმუში (ეს ქვეპუნქტში უნდა მოიცავდე სრულ ინფორმაციას, რომელიც აუცილებელია ტესტის ნიმუშიდან სატესტო სინჯის მოსამზადებლად).
- განსაზღვრა (განსაზღვრებები), ან ტესტი (ტესტები) (ეს ქვეპუნქტი უნდა იძლეოდეს ზუსტ აღწერილობას, რათა გაადვილდეს პროცედურის აღწერა, გაგება და გამოყენება).
- დაკალიბრება (საჭიროების შემთხვევაში).

10. გამოთვლები (შედეგები)

ამ პუნქტში მიეთითება შედეგების გაანგარიშების მეთოდი. უნდა დაზუსტდეს ერთეულები, გამოყენებული განტოლება, ალგებრული სიმბოლოების მნიშვნელობები, ათწილადის თანრიგი, სადამდეც ხდება შედეგების დაყვანა.

11. გაზომვების სიზუსტე (ინტერლაბორატორიული ვალიდაციისას)

სიზუსტის მონაცემებმა უნდა ასახოს:

- ლაბორატორიების რაოდენობა
- კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობა
- გაზომვების განმეორებადობა და რეპროდუცირებადობა
- განმეორებადობისა და რეპროდუცირებადობის სტანდარტული გადახრა
- მითითება დოკუმენტზე, რომელიც შეიცავს ინტერლაბორატორიული ტესტირების გამოქვეყნებულ შედეგებს.

12. დანართი

დანართი, რომელიც ეხება სიზუსტის პუნქტებს

დანართი, რომელიც ეხება ინტერლაბორატორიული ტესტირების სტატისტიკურ და სხვა ტიპის მონაცემებს

13. ბიბლიოგრაფია

დანართი, რომელიც ეხება სიზუსტის პუნქტებს

აღნიშნულ დანართში კონკრეტულად უნდა მიეთითოს:

- დებულებები განმეორებადობაზე
- დებულებები რეპროდუცირებადობაზე

დანართი, რომელიც ეხება ინტერლაბორატორიული ტესტირების სტატისტიკურ და სხვა ტიპის მონაცემებს

შესაძლებელია ინტერლაბორატორიული ტესტირებით მიღებული სტატისტიკური შედეგებისა და სხვა ტიპის მონაცემების წარმოდგენა საინფორმაციო დანართის სახით

სტატისტიკური შედეგების ამსახველი ცხრილის ნიმუში

ნიმუშის იდენტიფიკაცია ა ბ გ	ა	ბ	გ
მონაწილე ლაბორატორიების რაოდენობა			
მიღებული ტესტის შედეგების რაოდენობა			
საშუალო მნიშვნელობები (გ / 100 გ ნიმუშზე)			
სწორი ან მიღებული მნიშვნელობა (გ/100 გ. ნიმუშზე)			
განმეორებადობის სტანდარტული გადახრა (Sr)			
განმეორებადობის ვარიაციის კოეფიციენტი			
განმეორებადობის ლიმიტი (r) (2,8 x Sr)			
რეპროდუცირების სტანდარტული გადახრა (SR)			
რეპროდუცირები ვარიაციის კოეფიციენტი			
რეპროდუცირების ლიმიტი (R) (2,8 x SR)			

შესაძლოა ცხრილში წარმოდგენილი ყველა მონაცემის დემონსტრირება არ იყოს სავალდებულო, თუმცა რეკომენდირებულია როგორც მინიმუმ შემდეგი მონაცემების წარმოდგენა:

- ლაბორატორიების რაოდენობა
- კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობა
- განმეორებადობის სტანდარტული გადახრა
- რეპროდუცირებადობის სტანდარტული გადახრა
- მითითება დოკუმენტზე, რომელიც შეიცავს ინტერლაბორატორიული ტესტირების გამოქვეყნებულ შედეგებს.

ღვინოებისა და ბადაგის ანალიზის მეთოდები

ძირითადი შენიშვნები:

1. ქიმიური და ფიზიკური ანალიზისთვის აუცილებელია სუფთა ღვინის ან ბადაგის გამოყენება. თუ ღვინო ან ბადაგი შემღვრეულია, თავდაპირველად ის იფილტრება ძაბრში ფილტრის ქაღალდის მეშვეობით ან ცენტრიფუგირება დახურულ კონტეინერში. ეს ოპერაცია უნდა მიეთითოს ყველა საჭირო დოკუმენტაციაში.
2. . თითოეული ანალიზისათვის გამოყენებული მეთოდი უნდა მიეთითოს ნებისმიერ საჭირო დოკუმენტაციაში.
3. სხვადასხვა სიდიდის საზომი ერთეულები (მოცულობა, მასა, კონცენტრაცია, ტემპერატურა, წნევა და ა.შ.) უნდა შეესაბამებოდეს IUPAC (თეორიული და გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო კავშირი) რეკომენდაციებს.
4. რაც შეეხება რეაგენტებსა და ტიტრაციის ხსნარებს, თუკი სხვა რამ არ არის მოთხოვნილი ტექსტში, გამოყენებული ქიმიკატები უნდა იყოს "ანალიზური სისუფთავის“ და წყალი უნდა გამოიხადოს ან უნდა იყოს ექვივალენტური სისუფთავის.
5. ფერმენტული მეთოდები და მთელი რიგი პარამეტრების განსაზღვრა უნდა ემყარებოდეს ოპტიკური სიმკვრივის (სპექტრული შთანთქმის) აბსოლუტურ სიდიდეებს, რაც მოითხოვს სპექტროფოტომეტრების დაკალიბრებას ტალღის სიგრძისა და ოპტიკური სიმკვრივის მიხედვით. ტალღის სიგრძის დაკალიბრება შესაძლებელია Hg ხაზების გამოყენებით:

239.94, 248.0, 253.65, 280.4,302.25, 313.16, 334.15, 365.43, 404.66, 435.83, 546.07, 578.0 და 1014.0 ნმ.

6. ოპტიკური სიმკვრივის დაკალიბრება შესაძლებელია შესაბამისი მომწოდებლისაგან მიღებული კომერციული ეტალონური ხსნარების გამოყენებით ან ნეიტრალური ოპტიკური სიმკვრივის ფილტრების საშუალებით.
7. მოწოდებულია აუცილებელი ბიბლიოგრაფიული წყაროები. ქვეკომისიის სამუშაო დოკუმენტების ციტირება აღინიშნება როგორც "*FV, OIV"*. (Feuillets verts ანუ „მწვანე გვერდები“), რასაც მოჰყვა გამოცემის წელი და დოკუმენტის ნომერი.

ღვინისა და ბადაგის ანალიზის ტიპები

1) ფიზიკური ანალიზი;
2) ქიმიური ანალიზი:

ორგანული ნაერთები

- შაქარი
- ალკოჰოლი
- მჟავები
- აირები
- სხვა ქიმიური ნაერთები

არაორგანული ნაერთები

- ანიონები
- კატიონები
- სხვა არაორგანული ნაერთები

3) მიკრობიოლოგიური ანალიზი
4) სხვა ანალიზები

„მალვიდინის დიგლუკოზიდი“ - აღწერა

ანტოციანური დიგლუკოზიდური პიგმენტების, განსაკუთრებით მალვიდინის დიგლუკოზიდის შემცველობა წითელ ან ვარდისფერ ღვინოში წარმოადგენს ინდიკატორს, ღვინის დაყენებულისას Vitis vinifera სახეობის გარდა გამოიყენეს თუ არა სხვა სახეობის ხილის, რომლებიც არ შეიცავს დიგლუკოზიდების მნიშვნელოვან რაოდენობას .

„მალვიდინის დიგლუკოზიდი“ - ქიმიური ანალიზის მეთოდი

1. პრინციპი

აზოტის მჟავით დაჟანგული მალვიდინის დიგლუკოზიდი გარდაიქმნება ნივთიერებად, რომელიც ამონიუმის არეში ულტრაიისფერი გამოსხივების არეში წარმოქმნის მკვეთრ მწვანე ფლუორესცენტულ ნათებას. წარმოქმნილი ნაერთის ფლუორესცენციის ინტენსივობა იზომება ქინინის სულფატით გატიტრული ხსნარის ფლუორესცენციასთან შედარების გზით, რომელიც სტანდარტიზებულია ეტალონური მალვიდინის დიგლუკოზიდით. თავისუფალი გოგირდის დიოქსიდი, რომელიც ასუსტებს ფლუორესცენციას, წინასწარ უნდა შეერიოს ჭარბ აცეტალდეჰიდის.

2. თვისობრივი ექსპერტიზა

2.1 *აპარატი*

2.1.1 ულტრაიისფერი ნათურა, 365 ნმ სიგრძის ტალღის გაზომვის შესაძლებლობით

2.2 *რეაგენტები*

2.2.1 აცეტალდეჰიდის ხსნარი

კრისტალიზებადი პარალდეჰიდი ..... …… ..... 10 გ

ეთანოლი 96% (მოცულობით 1:1) ..... …… ..... 100 მლ

2.2.2 მარილმჟავა, 1.0 M

2.2.3 ნატრიუმის ნიტრატის ხსნარი, 10 გ / ლ.

2.2.4 ეთანოლი, 96% % (მოცულობით 1:1) რომელიც შეიცავს 5% კონცენტრირებულ ამიაკის ხსნარს (p 0 = 0,92 გ / მლ).

2.2.5 საკონტროლო ღვინო, რომელიც შეიცავს 15 მგ მალვიდინ დიგლუკოზიდს ლიტრზე.

2.2.6 ღვინო, რომელიც არ შეიცავს მალვიდინ დიგლუკოზიდს

2.3 *მეთოდი*

სინჯარაში დაამატეთ:

- 10 მლ ღვინო
- 1.5 მლ აცეტალდეჰიდის ხსნარი. დაელოდეთ 20 წუთი.

20 მლ ცენტრიფუგის სინჯარაში მოათავსეთ:

- 1 მლ ღვინორეაგირებული აცეტალდეჰიდთან
- 1 წვეთი მარილმჟავა
- 1 მლ ნატრიუმის ნიტრატის ხსნარი

აურიეთ; დაელოდეთ 2 წთ. (მაქსიმუმ 5 წუთი); დაუმატეთ:

- 10 მლ ნიშადურის სპირტი

ანალოგიურად დაამუშავეთ 10 მლ ღვინო, რომელიც შეიცავს 15 მგ/ლ მალვიდინ დიგლუკოზიდს (საკონტროლო ღვინო). მოურიეთ. დაელოდეთ 10 წუთს და დააცენტრიფუგეთ.

ზედა ნაწილიდან აღებული სუფთა სითხეები გადაასხით დაკალიბრებულ სინჯარებში. დააკვირდით მწვანე ფლუორესცენციის სხვაობას სატესტო ღვინოსა და საკონტროლო ღვინოს შორის ულტრაიისფერი ნათების ქვეშ 365 ნმ-ზე. ვარდისფერი ღვინოებისთვის შესაძლებელია მგრძნობელობის გაზრდა:

- აცეტალდეჰიდით დამუშავებული 5 მლ ღვინო (2.3)
- 0.2 მლ მარილმჟავას, 1 M (2.2.2)
- მლ ნატრიუმის ნიტრატის ხსნარი, 10 გ / ლ (2.2.3)
- 5.8 მლ ნიშადურის სპირტი (2.2.4)

საკონტროლო ღვინო დაამუშავეთ ანალოგიურად.

2.4 *ინტერპრეტაცია*

ღვინოები, რომლებსაც არ გააჩნიათ ფლუორესტური ნათება ან, საკონტროლო ღვინოსთან შედარებით, აშკარად უფრო დაბალ ფლუორესცენციას ავლენენ, შეიძლება ჩაითვალოს, რომ არ შეიცავენ მალვიდინის დიგლუკოზიდს. ღვინოები, რომელთა ფლუორესცენცია ოდნავ ნაკლებია, ტოლია ან მეტი კონტროლზე, საჭიროებენ რაოდენობრივ განსაზღვრას.

3. რაოდენობრივი განსაზღვრა

3.1. *ხელსაწყო*

3.1.1. ფლუორესცენციის საზომი მოწყობილობა:

- აგზნების ტალღის სიგრძე 365 ნმ;
- ფლუორესცენტული გამოსხივების ტალღის სიგრძე 490 ნმ.

3.1.2. კვარცის ოპტიკური უჯრა (1 სმ.სიგრძის)

3.2 *რეაგენტები*

3.2.1. იხილეთ თვისობრივი გამოკვლევა

3.2.2. 2 მგ / ლ ქინინის სულფატის ხსნარი

მოამზადეთ ხსნარი, რომელიც შეიცავს 10 მლ სუფთა ქინინის სულფატს, გახსნილს 100 მლ გოგირდმჟავაში, 0,1 M. ამ ხსნარის 20 მლ განაზავეთ 1 ლიტრამდე გოგირდმჟავას ხსნარის (0,1 M) დამატებით

3.3. პროცედურა

მიიღეთ ღვინო *თვისებრივ გამოკვლევაში* აღწერილი მეთოდით *(2)*, მხოლოდ, აცეტალდეჰიდით დამუშავებული ღვინის ულუფა თითოეული შემთხვევაში (წითელი ღვინოები და ვარდები) არის 1 მლ.

მოათავსეთ ქინინის სულფატის 2 მგ / ლ ხსნარი უჯრაში, დააყენეთ ფლუორომეტრი სრულ დიაპაზონზე (გადაცემა T ტოლია 100%) ნააპრალის სიგანის ან მგრძნობელობის რეგულირებით.

ჩაანაცვლეთ აღნიშნული სინჯარა საცდელი ღვინის შემცველი სინჯარით: ეს არის T1 მნიშვნელობა. თუ ტრანსმისიის პროცენტული მაჩვენებელი, T1 35-ზე მეტია, განაზავეთ ღვინო ღვინით მალვიდინის დიგლუკოზიდის გარეშე, რომლის ფლუორესცენცია უნდა იყოს 6% -ზე ნაკლები (ამის დადგენა უნდა მოხდეს წინა ტესტებით).

შენიშვნები:

1. სტაბილოროზისათვის ღვინისათვის სალიცილის მჟავას (ნატრიუმის სალიცილატი) დამატება ანალიზამდე იწვევს ყალბ ფლუორესცენციას, რომლის აღმოფხვრა შესაძლებელია ეთერით ექსტრაქციით.
2. ყალბ ფლუორესცენციას იწვევს კარამელის დამატება.

3.4. კალკულაცია

1 – ის ტოლი ფლუორესცენციის ინტენსივობა ღვინისთვის SO_2– ის გარეშე და ზემოთ აღწერილ სამუშაო პირობებში, გარდა აცეტალდეჰიდით დამუშავებისა, შეესაბამება 0,426 მგ მალვიდინის დიგლუკოზიდს თითო ლიტრ ღვინოზე. მეორეს მხრივ, წითელი და ვარდისფერი ღვინოები, რომლებიც არ შეიცავს მალვიდინის დიგლიკოზიდს, იძლევიან ფლუორესცენტულ ნათებას, რომელიც შეესაბამება T-ს მნიშვნელობას 6%.

3.5 *შედეგების ფორმულირება*

მალვიდინის დიგლუკოზიდის რაოდენობა გამოიხატება მილიგრამებში თითო ლიტრ ღვინოზე და მრგვალდება უახლოეს მთელ რიცხვამდე .

ბიბლიოგრაფია

ღვინისა და ბადაგის ანალიზის საერთაშორისო მეთოდების კომპენდიუმი - OIV, EDITION 2016, VOLUME 1

ღვინისა და ბადაგის ანალიზის საერთაშორისო მეთოდების კომპენდიუმი - OIV, EDITION 2012, VOLUME 2

3.2.2. ადამიანის და ვეტერინარული მედიცინა

საკვლევი ნიმუშები უნდა შეირჩეს შესასწავლი დაავადების ეპიზოოტიოლოგიისა და პათოგენეზის ან დაავადების კლინიკურ ნიშნების შესახებ არსებული ცოდნის გათვალისწინებით, რაც ხელს შეუწყობს იმ ქსოვილების ან სითხეების ნიმუშების მიღებას, რომლებიც ყველაზე ხშირად შეიცავს ინფექციურ აგენტს ან ინფექციის მტკიცებულებას. საჭირო ცოდნა გულისხმობს ინფორმაციას ინფექციის მიმართ ქსოვილების მგრძნობელობის, ინფექციის სამიზნე ორგანოების, თითოეული ტიპის ქსოვილში ინფექციის ადგილმდებარეობის, მისი ხანგრძლივობისა და ინფიცირების წყაროების შესახებ, ასევე ცოდნას დროის იმ მონაკვეთზე, როდესაც შეიძლება გამოვლენილიყო ინფექციის ადრეული ნიშნები (მაგალითად, დეტალური კვლევების შედეგად გამოვლენილი ანტისხეულების არსებობა). აღნიშნულ ინფორმაციას ეფუძნება ნიმუშის მიღების მეთოდის შერჩევა. ნახირში გავრცელებული დაავადებების შესწავლისას, შედარებითი ეპიზოოტიკური ან საბაზისო ანალიზისათვის და ვალიდაციისათვის (მაგალითად, შერჩევითი კონტროლისა და ზოგადი სადიაგნოსტიკო ტესტირებისათვის) ხშირად მიზანშეწონილია ნიმუშების აღება ჯანმრთელი საქონლიდანაც. თუ ცხოველების ფიქსაციისათვის (იმობილიზაციისათვის) საჭიროა ქიმიური ნივთიერებების გამოყენებას, აუცილებელია კვლევების შედეგებზე ქიმიკატების შესაძლო ზეგავლენის გათვალისწინება (მაგ. ტოქსიკოლოგიური გამოკვლევების შემთხვევაში). ზოგიერთი ლაბორატორიული კვლევა შეუთავსებელია სისხლის სპეციფიკურ ანტიკოაგულანტებთან და ქსოვილების პრეზერვაციის აგენტებთან, როგორიცაა, ჰეპარინი, ფორმალინი, მშრალი ყინული (საცდელი ნიმუშზე CO_2- ის მომატებული დოზის ზემოქმედება) ან თუნდაც გაყინვა.

მნიშვნელოვანია, რომ ნიმუშის აღება მოხდეს მაქსიმალურად ასეპტიკურ პირობებში, რაც თავიდან აგაცილებთ სარეცხი საშუალებებითა და ნიმუშების აღების ადგილების გასაწმენდად გამოყენებული ანტისეპტიკური ნივთიერებებით დაბინძურებას. ამ ნივთიერებებს შეუძლია ხელი შეუშალონ ლაბორატორიული ტესტირების პროცესის წარმართვას. მაგალითად, პათოგენური მიკროორგანიზმების ნიმუშების ტესტირებაზე, ასევე მოლეკულურ დონეზე ჩატარებულ კვლევების შედეგებზე შესაძლოა უარყოფითად იმოქმედოს იმ ქიმიკატებმა ან დეტერგენტებმა, რომლებსაც იყენებენ ნიმუშის მისაღებად საჭირო ინსტრუმენტების წარმოებისას ან მომზადებისას (ზოგიერთი საპოხი მასალის წარმოებისას გამოყენებული ქიმიკატები ან მინის ჭურჭლის საწმენდად გამოყენებული დეტერგენტები).

ლაბორატორიული ტესტირების შედეგები დამოკიდებულია ნიმუშის აღების პროცესის სწორად წარმართვაზე. შესაბამისად, ეს პროცესი კარგად უნდა დაიგეგმოს. ნიმუშის აღების დაგეგმვისას საჭიროა ყურადღება მივაქციოთ ტესტის ამოცანას/მიზანს და განვსაზღვროთ, თუ რა სიზუსტით გვჭირდება მოსალოდნელი პასუხი (რაც უფრო მეტი სიზუსტეა საჭირო, მით მეტი უნდა იყოს აღებული ნიმუშების რაოდენობა).

აუცილებელია მიმღები ლაბორატორიის მიერ კვლევის ჩატარების შესაძლებლობების გათვალისწინება. დაგეგმილი კვლევა წინასწარ უნდა შეთანხმდეს ნიმუშის მიმღები ლაბორატორიების სპეციალისტებთან.

ცხოველთა პოპულაცია, საიდანაც დაგეგმილია ნიმუშის აღება, უნდა დაიყოს შესარჩევ ერთეულებად (ერთი ინდივიდიდან ჯგუფამდე - ბუდე, ერთეული, ნახირი).

ცხოველთა შერჩევა ხორციელდება შემდეგი მეთოდებით:

- რანდომიზაცია (შემთხვევითი შერჩევა) - ინდივიდების მარტივი (შემთხვევითი ინდივიდების შერჩევა) ან სისტემური (რეგულარული ინტერვალებით) შერჩევა;
- სტრატომეტრია - ცხოველთა პოპულაცია ჯერ იყოფა ჯგუფებად (სტრატებად), რომლებიც შეირჩევა სქესის, ასაკის, ჯიშის, რეტენციის, ეკონომიკური საქმიანობის მიმართულების მიხედვით, ხოლო შემდეგ თითოეული ჯგუფის ფარგლებში ტარდება მარტივი ან სისტემური რანდომიზებული შერჩევა;
- კლასტერიზაცია - ცხოველთა ერთობლიობა ჯერ იყოფა ჯგუფებად (კლასტერი) ადამიანის ეკონომიკური საქმიანობის ან გეოგრაფიული მახასიათებლების (ნახირის, ფერმის, ინდივიდუალური მეურნეობის, ფართობის) მიხედვით და შემდეგ თითოეულ ჯგუფში ტარდება მარტივი ან სისტემური რანდომიზებული შერჩევა.

დაავადების სწრაფი დიაგნოსტირებისათვის აღებული ნიმუშების რაოდენობა შეიძლება შეიზღუდოს ავადმყოფი (მკვდარი) ცხოველების არსებობის გამო და ის დამოკიდებულია კონკრეტულ პირობებზე. პოპულაციაში დაავადების მონიტორინგისა და სკრინინგისას ასაღები ნიმუშის ზომა / ნიმუშების რაოდენობა დამოკიდებულია შემდეგ პარამეტრებზე:

- ცხოველთა პოპულაციის მოცულობა (თუ პოპულაციიდან უფრო მეტი ცხოველია შერჩეული, მაშინ დადებითი პასუხის მქონე ცხოველის გამოვლენის ალბათობა იზრდება ყოველი ახალი ნიმუშის შემთხვევაში;
- დაავადების გავრცელების ალბათობა პოპულაციაში მისი არსებობისას (კონკრეტული დაავადების გავრცელების სავარაუდო დონე ფასდება დაავადების ეპიზოოტიკური პარამეტრებით ან სხვა მსგავსი პარამეტრებით სხვა ნახირში / პოპულაციაში);
- გადაწყვეტილების მისაღებად საჭირო სარწმუნოობის დონე (95% ითვლება საკმარისად ყველა ცხოველისთვის, გარდა იხვისა, ბატისა და ინდაურისა, სადაც ეს დონე 49% -ია). ამ შემთხვევაში შერჩევის მოცულობა გამოითვლება სპეციალური ფორმულების ან ცხრილების გამოყენებით.

თითოეული ცხოველიდან ნიმუშის აღება ხდება სტერილური ინსტრუმენტებით. ცალკეული ნიმუშის იდენტიფიცირებისათვის ნიმუშები თავსდება ცალ-ცალკე სტერილურ ჭურჭელში. ნიმუშის მასალა შეირჩევა ჯანმრთელი და დაავადებული ქსოვილის საზღვარზე.

პათოლოგიური/ბიოლოგიური მასალის მიღება ხდება ლეშიდან, ცხოველის სიკვდილის დადგმოდან პირველ საათებში ან დაკლული ავადმყოფი ცხოველიდან, რომელიც არ იყო ნამკურნალები.

ნიმუშები იგზავნება ლაბორატორიაში არაკონსერვირებული ფორმით, ტემპერატურის კონტროლით (4-8°C). თუ შეუძლებელია ნიმუშების ლაბორატორიაში გადაგზავნა აღებიდან 24 საათის განმავლობაში, მაშინ ნიმუშები იყინება ყინულის კოლბაში ან კონსერვირდება.

ინფექციის ტიპის გათვალისწინებით, კლინიკურად დაავადებულ ცხოველებში სპეციფიკური ბიოლოგიური მასალის აღება ხდება პირადი უსაფრთხოების ზომების დაცვით.

ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევისთვის გამიზნული პათოლოგიური მასალა (ორგანოები ან მათი ნაწილები) ინახება 30%-იანი გლიცერინის წყალხსნარში ან ქიმიურად სუფთა გლიცერინში. ხსნარი სტერილიზდება 30 წუთის განმავლობაში დუღილის გზით. მასალის შესანახად შესაძლებელია სტერილური ვაზელინის გამოყენება. შესანახი მასალა თავსდება დამცავ სითხეში 1: 5 თანაფარდობით.

3.2.2.1 სისხლი

სისხლის ნიმუშები შეირჩევა ჰემატოლოგიური, კლინიკური ბიოქიმიური, ტოქსიკოლოგიური კვლევებისათვის, ბაქტერიებისა ან პარაზიტების არსებობაზე პირდაპირი ტესტირების მიზნუთ,

პჯრ-ისთვის, იმუნოლოგიური გამოკვლევებისთვის ან ბაქტერიების და ვირუსების კულტივირებისთვის. კვლევის საჭიროებიდან გამომდინარე, სისხლის, სისხლის უჯრედების და / ან პლაზმის ნიმუშების მიღება ხდება ანტიკოაგულანტების გამოყენებით სტაბილიზებული სისხლიდან. კვლევისათვის ანტიკოაგულანტის შერჩევისას ვეტერინარმა უნდა იცოდეს ლაბორატორიული ტესტირების მეთოდები და შეაფასოს ანტიკოაგულანტების ან კონსერვანტების გამოყენების შესაძლებლობა, ვინაიდან ზოგიერთმა მათგანმა შეიძლება უარყოფითი გავლენა იქონიოს კვლევაზე. ანტიკოაგულანტების ეფექტური გამოყენებისათვის აუცილებელია შეგროვებული სისხლი კარგად შეერიოს შერჩეულ ანტიკოაგულანტს სისხლის ნიმუშის აღების დროს ან დაუყოვნებლივ აღების შემდეგ.

ნიმუშის მიკრობული დაბინძურება და ჰემოლიზი მნიშვნელოვანი პრობლემაა, განსაკუთრებით მკვდარი ცხოველების სისხლისა და შრატის ნიმუშების აღების დროს. ხშირად ჰემოლიზირებული შრატისა და პლაზმის წარმოქმნის მიზეზებია მაღალი ტემპერატურა, ერითროციტებიდან შრატის გამოყოფის დაყოვნება, სისხლის ნიმუშის აღებისას უმცირესი დიამეტრის ნემსის გამოყენება ან ნემსის შპრიციდან მოხსნის პრობლემა სისხლის გადატანისას.

სისხლი უნდა შეგროვდეს ასეპტიკურად, ცოცხალი ცხოველის ვენიპუნქტურით. ცხოველისა და ნიმუშის ტიპის გათვალისწინებით, სისხლის აღება ხდება კისრის, კუდის, მხრის, მაგისტრალური და სარძევე ჯირკვლების ვენებიდან.

სეროლოგიური გამოკვლევებისთვის სისხლის ნიმუშების აღება ხდება დაავადების შუა პერიოდში და ზოგიერთ შემთხვევაში განმეორებით, 10-20 დღის შემდეგ. ორი ან სამი დაავადებული ცხოველისაგან აღებული 10 სმ^3 მოცულობის ნიმუში გროვდება სხვადასხვა სინჯარაში.

ცხენის, პირუტყვის, აქლემის, ირმის, ცხვრისა და თხის ვენურ სისხლს იღებენ 5-7 სმ^3 სტერილურ სინჯარებში კისრის ზედა მესამედიდან. ნიმუშის აღებისას სისხლი თავისუფლად უნდა მიედინებოდეს სინჯარის კედლებზე. დაუშვებელია სისხლის მოხვედრა იატაკის ჭრილებში, ნიადაგში.

სისხლს ერთჯერადი ნემსების გამოყენებით აგროვებენ პლასტმასის ან მინის სინჯარებში. სისხლის შესაგროვებლად შეიძლება ვაკუუმური ან არავაკუუმური სისტემების გამოყენება. ნებადართულია სისხლის აღება 5-10 სმ^3 მოცულობით ერთჯერად შპრიცებში, აგრეთვე შესაძლებელია სისხლის შეგროვება მრავალჯერადი გამოყენების ნემსებით, იმ პირობით, რომ მოხდება მათი წინასწარი სტერილიზაცია დუღილის გზით.

თმის მოცილება ხდება პუნქციის გზით, კანის დეზინფექცია ხდება ალკოჰოლით ან ამ მიზნისათვის განკუთვნილი სხვა ავტორიზებული სადეზინფექციო საშუალებით.

ცხოველებში სისხლს იღებენ ყურის ვენიდან ან ყურის წვერიდან, ფრინველში - ბიბილოს ზედაპირიდან, ვენიდან ან გულიდან (შესაბამისი უნარების ფლობის შემთხვევაში). ღინღლი, ბუმბული სისხლის აღების ადგილზე იჭრება ან იპარსება, კანი ფრთხილად იწმინდება ჯერ ალკოჰოლში დასველებული ბამბის ტამპონით, შემდეგ კი ეთერით. ინსტრუმენტები (ნემსები, სკალპელი) უნდა იყოს სტერილური.

ღორებში სისხლს იღებენ ყურის ვენიდან ან სხვა ადგილიდან (კუდიდან, თვალის სინუსიდან, წინა ღრუდან (სასურველია დორსალური მდგომარეობით). კუდის წვერი წინასწარ ირეცხება საპნიანი წყლით და დეზინფიცირდება ალკოჰოლით . სისხლის აღების შემდეგ კუდის წვერს ამუშავებენ იოდის ხსნარით. აუცილებელია წინასწარ კუდის ლიგირება, რომელიც უნდა მოიხსნას 10-12 საათის შემდეგ.

კურდღლებში მცირე რაოდენობით სისხლი შეიძლება შეგროვდეს ყურის თხელი კიდის განაპირას გამავალი ვენის გაჭრით ან გახვრეტით. ცხოველებს ახვევენ პირსახოცში ან ათავსებენ ყუთში, რომელსაც აქვს თავის გამოსაყოფი ხვრელი. ყური წინასწარ ალბობენ თბილი წყლით ან

ამუშავებენ ალკოჰოლით. სისხლის აღება შეიძლება ასევე გულმკერდის ვენიდან, რომელიც მდებარეობს მკერდის მხარეს. წინასწარი დამუშავების შემდეგ (იდაყვის სახსრიდან მესამე ნეკნამდე) საჭიროა ვენაზე თითის დაჭერა იდაყვის მახლობად. ნემსის შეყვანა ხდება სისხლის ნაკადის საწინააღმდეგოდ. როდესაც სისხლის აღება ხდება გულიდან, ნემსი შეჰყავთ მესამე ნეკნთაშუა სივრცეში მარცხნივ, მკერდის ძვლის (სტერნუმის) კიდიდან 3-4 სმ.დაშორებით.

ინდაურებში, ქათმებში და ფრინველის უმეტეს სახეობებში სისხლის აღების უმარტივესი მეთოდია ფრთის შიდა ზედაპირზე განთავსებული ინფრაორბიტალური ვენის ვენოპუნქტურა. იხვებში, ფრთის ვენოპუნქტურის გარდა, სისხლის სინჯის აღება ასევე ადვილად ხდება ბარძაყის კანქვეშა ვენიდან, პულსირებადი ვენის სიახლოვეს. ფრინველების შემთხვევაში სეროლოგიური გამოკვლევებისთვის საკმარისია 2 სმ^3 მოცულობის სისხლის აღება.

ქათმებსა და ინდაურებში სისხლს აღება ასევე შესაძლებელია ბიბილოების გაჭრით. ბატების, იხვებისა და ინდაურების შემთხვევაში სისხლს აგრეთვე იღებენ ფეხისგულის საზღვართან, მეტატარსუსის მედიალური ზედაპირის კანქვეშ არსებული მეტატარსული ვენიდანაც.

მელიის, არქტიკული მელიის, ძაღლის შემთხვევაში სისხლი იღებენ ბარძაყის ვენადან.

წაულიდან აღებულ სისხლს აგროვებენ მინის კაპილარულ ჭურჭელში. წაული იმობილიზაციის შემდეგ მაკრატლით ჭრიან უკანა კიდურის ერთ-ერთი თათის ბრჭყალს ან რბილ ქსოვილს.

გამონადენი სისხლის წვეთი გროვდება ჰორიზონტალურად დაფიქსირებულ მინის კაპილარულ ჭურჭელში. სისხლით შევსების შემდეგ კაპილარის ერთი მხარე იხურება პლასტილინით და თავსდება დანომრილბუდეებიან სპეციალურ შტატივში. სისხლის შედედების მიზნით, სინჯის აღების შემდეგ კაპილარებიან სამფეხას 40-50 წთ. განმალობაში ათავსებენ თბილ ადგილას (სასურველია თერმოსტატში), 38° C ტემპერატურაზე. შემდეგ ხდება ნიმუშის ცენტრიფუგირება 1500-3000 ბრუნზე 5-10 წთ. განმავლობაშ. იმავე დღეს ხდება რეაქციის დაყენება.

თევზების სისხლის საკვლევი ნიმუშის აღება ხდება ლაყუჩების, კუდის არტერიებიდან ან გულიდან. სისხლის შეგროვების ადგილას ქერცლი შორდება სკალპელით, კანი იწმინდება ლორწოსგან და დეზინფიცირდება 70%-იანი ალკოჰოლით. სისხლს აგროვებენ პასტერის პიპეტში, რის შემდეგაც გადააქვთ სასაგნე მინაზე, საიდანაც სწრაფად ხდება საჭირო რაოდენობის ნიმუშის აღება. სისხლი ლაბორატორიაში მიაქვთ ჰერმეტულად დახურულ კონტეინერით, ყინულებში მოთავსებული კოლბით.

სატესტო სინჯარები, სისხლის შპრიცები დანომრილია (შეკვეთის ნომრისა და ცხოველის ნომრის შესაბამისად).

შრატის მისაღებად სისხლს იღებენ ანტიკოაგულანტების გარეშე და ინახავენ გარემოს ტემპერატურაზე (20-30 ° C) დღის განმავლობაში რამდენიმე საათით. შემდეგ სისხლის შედედებულ კოლტს გამოაცალკევებენ სინჯარის კედლებიდან ცეცხლზე გამომწვარი მეტალის წკირის გამოყენებით, რის შემდგომაც სისხლის სინჯარები თავსდება მაცივარში, 4-10° C ტემპერატურაზე. გამოყოფილ შრატს (2-3 სმ^3) 18-24 საათის შემდეგ ასხამენ მშრალ სტერილურ მილებში (ან ეპენდორფის მიკროპიპეტებში) და სისხლის სინჯარების მსგავსად ახდენენ მათ ეტიკეტირებას. სუფთა შრატის გამოცალკევება ან პიპეტირება შესაძლებელია ნიმუშიდან კოლტის მოცილების შემდეგ, ცენტრიფუგირების გზით, რაც უზრუნველყოფს უჯრედული კომპონენტების გამოყოფას შრატისგან. ცენტრიფუგის არარსებობის შემთხვევაში კოლტის გამოყოფისათვის მიმართავენ სისხლის ნიმუშის შემცველი სინჯარის დახრას 45°-ით იმ დრომდე, სანამ შესაძლებელი არ გახდება სინჯარის ზედაპირიდან კოლტის მოცილება სტერილური ჩხირის ან პიპეტის გამოყენებით. შემდეგ კოლტს იღებენ ნიმუშიდან პინცეტის დახმარებით. ბაქტერიულმა დაბინძურებამ და შრატის ნიმუშებში ერითროციტების ნარჩენებმა შეიძლება გამოიწვიოს მცდარი დადებითი რეაქცია აგლუტინაციის რეაქციის დადგმისას. სეროლოგიურ კვლევებზე უარყოფითად მოქმედებს შრატის ნიმუშის ჰემოლიზი.

შრატის შემცველი სინჯარები დახურულია საცობებით და ტრანსპორტირებისას თავსდება ამოყირავებული (თავით ქვემოთ). სისხლის ნიმუშები ლაბორატორიაში შეიძლება გაიგზავნოს უშუალოდ სინჯარებით ან ერთჯერადი შპრიცებში.

მასალა ლაბორატორიაში იგზავნება ნედლი ან დაკონსერვებული ფორმით.

შრატის შენახვა ხდება შემდეგი მეთოდებით:

- მშრალი ბორის მჟავას გამოყენებით (შრატის 4% მოცულობით) იღებენ გაჯერებულ ხსნარს და კრისტალის მცირე ნალექს სინჯარის ფსკერზე;
- გაყინვით -20 ° C ტემპერატურამდე (ვირუსული ინფექციების ტესტირების მიზნი);

არაკონსერვირებული შრატი გამოსადეგია სისხლის ნიმუშის აღებიდან 6 დღის განმავლობაში, თუ ინახება 4-8 ° C ტემპერატურზე. შრატი, რომელიც დაცულია ბორის მჟავით, ვარგისია კვლევისთვის 30 დღის განმავლობაში; გაყინული შრატი გამოსადეგია ერთჯერადი გალღობიდან 3-4 დღის განმავლობაში.

შემღვრეული,დაბინძურებული, ჰემოლიზირებული შრატი არ ექვემდებარება კვლევას.

ლაბორატორიაში გაგზავნამდე მზადდება ნიმუშების თანმხლები წერილი და ნიმუშების დეტალური აღწერა (ორ ეკზემპლიარად). სისხლის პირველი წვეთი იწმინდება სტერილური ბამბის გამოყენებით (გამონაკლისია სისხლის ტესტები პიროპლაზმიდოზის დროს, როდესაც სისხლის პირველ წვეთს იყენებენ ნაცხის დასამზადებლად). მომდევნო, თავისუფალი დინებით წამოსულ სისხლის წვეთს ათავსებენ წინასწარ მომზადებულ მინაზე სისხლის წვეთის სწრაფი და მსუბუქი შეხებით მინის ზედაპირთან.

შემდეგ მინას სწრაფად აფიქსირებენ მარცხენა ხელის თითებს შორის, ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში. მარცხენა კიდეზე სისხლის წვეთებს 45° კუთხით ახებენ სხვა სასაგნე მინის (ან საფარის) გლუვ კიდეს. როდესაც წვეთი თანაბრად ნაწილდება მინის კიდეზე, მას სწრაფად ანაწილებენ მინის ზედაპირზე მარჯვნიდან მარცხნივ, მინის კიდიდან 0,5 - 1 სმ.დაშორების დაცვით. ნაცხის სიგანე სასაგნე მინაზე ვიწრო უნდა იყოს. ყოველი ახალი ნაცხისთვის საჭიროა სისხლის ახალი წვეთის აღება. სისხლის მზა ნაცხის შრობა ხდება ჰაერზე. ცეცხლზე ან მზეზე გაშრობა არ არის რეკომენდებული. ცივ სეზონში ნაცხებს ამზადებენ თბილ ოთახში ან გამთბარ მინებზე.

ნაცხის ფიქსაციის მეთოდი დამოკიდებულია კვლევის მიზანზე.

სწორად დამზადებული სისხლის ნაცხი უნდა იყოს თხელი, ერთგვაროვანი და საკმარისი სიგრძის. გამშრალ სინჯებსა და ანაბეჭდებზე წარწერა კეთდება უბრალო ფანქრით ან მინაბოჭკოვანი მარკერით და მიეთითება ცხოველის ნომერი ან მეტსახელი და ნაცხის აღების თარიღი.

სისხლის ნიმუშები უნდა შეგროვდეს და განაწილდეს მაქსიმალურად ყურადღებით, რათა თავიდან ავიცილოთ ერითროციტების დაზიანებით გამოწვეული ჰემოლიზი. სისხლი და შრატი ტრანსპორტირების შემდეგ ინახება გაცივებული ან გაყინული ფორმით (შრატისთვის). ზოგიერთი კვლევისთვის ნიმუშების გამოშრობა შესაძლებელია დაუმუშავებელ ან სპეციალურად დამუშავებულ ფილტრის ქაღალდზე, რომელიც შექმნილია სტაბილიზირებული ნიმუშის ტრანსპორტირებისა და შენახვისთვის.

სისხლის სტაბილიზება ხდება ეთილენედიამინტეტრაცეტის მჟავას (EDTA) გამოყენებით.

3.2.2.2 განავალი

განავლის ნიმუშის მისაღებად შესაძლებელია ახალი განავლის გამოწურვა, მისი აღება უშუალოდ სწორი ნაწლავიდან/კლოაკიდან ან შეგროვება ბამბის, დაკრონის ან მარლის წვერიანი ჩხირების გამოყენებით. არჩევანი კეთდება კვლევაში გამოყენებული მეთოდისათვის საჭირო ნიმუშის მოცულობის მიხედვით. შეგროვებული განავლის ნიმუშები უნდა დარჩეს ტენიანი და მოთავსდეს შესაბამისი კვლევებისთვის რეკომენდირებულ გადასატან არეში (სტერილური ხსნარი; ანტიმიკრობული საშუალებების ან სტაბილიზატორების შემცველი საკვები არე??). განავლის ნიმუშები უნდა ინახებოდეს მაცივარში + 4°C ტემპერატურაზე ან ყინულში. მათი შესწავლილა უნდა მოხდეს აღებიდან რაც შეიძლება მოკლე დროში, რათა მინიმუმამდე შემცირდეს სამიზნე მიკროორგანიზმების კვდომის, ბაქტერიული დაბინძურების ან პარაზიტების კვერცხების უარყოფითი ეფექტები ტესტირების შედეგებზე. განავლის ნიმუშები ინახება მჭიდროდ დახურულ ორმაგი შეფუთვის პაკეტებში ან ჰერმეტულ კონტეინერებში, რომლებიც შემდეგ თავსდება ჰერმეტულ პლასტიკურ ტომრებში, რაც ხელს უშლის ნიმუშების და შესაფუთი მასალების ჯვარედინ დაბინძურებას. სწორი ნაწლავიდან აღებული ნიმუშების გადატანა პლასტიკური ტომრებით ან რეზინის თავსახურიანი სინჯარებით არ შეიძლება, რადგან ნიმუშები ხშირად შეიცავს აირწარმომქმნელ ბაქტერიებს, რომლებსაც შეუძლიათ დააზიანონ პლასტიკური ტომრები, ამოაძრონ რეზინის თავსახურები და გამოიწვიონ მასალის გაჟონვა.

საკვლევი განავალი იგზავნება სტერილური ჭიქებით, სინჯარებით ან ქილებით, მჭიდროდ დაფარული პერგამენტის ქაღალდის სახურავით. მკვდარი ცხოველების განავალი შეიძლება გაიგზავნოს ორი ბოლოდან დამაგრებული ნაწლავის სეგმენტით.

მასალა ლაბორატორიას გადაეცემა ტემპერატურული რეჟიმის სავალდებულო დაცვით, აღების მომენტიდან არა უგვიანეს 24 საათისა.

3.2.2.3 შარდი

შარდის ნიმუშის აღების საუკეთესო პერიოდია დილა - ცხოველის კვებამდე ან ბოლო მოშარდვიდან 4-5 საათის შემდეგ. იღებენ შარდის შუა ულუფას. შარდის აღება შესაძლებელია როგორც კათეტერის გამოყენებით შარდის ბუშტის გახვრეტით ან ბუნებრივი გზით. მეთოდის არჩევამ შეიძლება გავლენა მოახდინოს ანალიზის შედეგზე. აღნიშნული ორი მეთოდით შარდის ნიმუშების მიღებას თან ახლავს ბაქტერიული დაბინძურების რისკი. აღებულ შარდს შეუძლია ბუნებრივად ასახოს თირკმელებში ან ქვედა საშარდე გზებში არსებული ცვლილებები. ზოგიერთი დაავადებისათვის საჭიროა შარდის დღეღამური რაოდენობის შეგროვება. რუტინული კვლევისთვის შარდის შეგროვება ხდება სტერილურ ჭურჭელში 30-200 სმ^3 მოცულობით. შარდის მიტანა ლაბორატორიაში უნდა მოხდეს მიღებიდან 2-4 საათში ან აღებული ნიმუში უნდა გაიყინოს. შარდის კონსერვაციისთვის გამოიყენება ფორმალდეჰიდი (1 წვეთი 40% ფორმალდეჰიდი 30 სმ^3 შარდზე) ან ანტიმიკრობული საშუალებები (თიმოლი, ტოლუოლი, ბორის მჟავა და ა.შ.).

3.2.2.4 მკვდარი ცხოველის (ლეშის) ქსოვილი

ცხოველის ლეშიდან ქსოვილის აღება უნდა განხორციელდეს მხოლოდ კვალიფიციური ვეტერინარისა და პათოლოგის მიერ. პათოლოგიური და ანატომიური კვეთა ტარდება არა მხოლოდ ნიმუშის აღების მიზნით, არამედ ორგანიზმში მიმდინარე პათოლოგიური ცვლილებების შესახებ ინფორმაციის მისაღებად. ასეთი ინფორმაცია მნიშვნელოვანია ეპიზოოტიკური და კლინიკური დაკვირვებებისთვის კომპლექსური ვეტერინარული კვლევების ფარგლებში ან დაავადებების აფეთქების დროს.

დაავადების მიზეზის დასადგენად ან დასადასტურებლად, ცხოველების (ფრინველები, ცხოველები, ფუტკრები, თევზები) სიკვდილიანობის გამომწვევი საეჭვო ინფექციური და

ინვაზიური დაავადებების, მოწამლულ ან დაკლულ დაავადებულ (არა ნამკურნალევ) ცხოველებში ინფექციის გამოსავლენად ირჩევენ შესაბამისი პათოლოგიური მასალის ნიმუშებს.

აუტოფსია უნდა მოხდეს სიკვდილის დადგომიდან პირველ საათებში, რადგან ლეშის გახრწნის შემთხვევაში ნაწლავის მეორადი მიკროფლორა აბინძურებს ყველა ორგანოსა და ქსოვილს.

სავარაუდო დააავადების, ლეშის და სიკვდილის შემდგომი ნიმუშების აღებისათვის არსებული ობიექტების გათვალისწინებით, ნიმუშის აღება ხდება ერთი ან მეტი ორგანოდან და შემდგომი გამოკვლევისთვის იგზავნება ლაბორატორიაში არადაკონსერვებული ან დაკონსერვებული სახით.

საკვლევად ლაბორატორიაში იგზავნება პარენქიმული ორგანოები და ლულისებრი ძვლები. მცირე ზომის ცხოველების ლეში ან პათოლოგიური მასალა იფუთება წყალგაუმტარ კონტეინერში. სიკვდილის შემდგომი დიაგნოზისთვის პათოლოგიური მასალის აღება და მისი არადაკონსერვებული ან დაკონსერვებული სახით გაგზავნა უნდა მოხდეს რაც შეიძლება სწრაფად: ზამთარში - ცხოველის სიკვდილიდან არაუგვიანეს 12 საათის განმალობაში და ზაფხულში, თბილ სეზონზე - არა უგვიანეს 6 საათისა. პათოგენების იზოლირებისთვის აუტოლიზირებული პათოლოგიური მასალები არ გამოიყენება. სისხლის ნიმუშებს იღებენ სტერილური შპრიცით გულის მარცხენა პარკუჭიდან. პუნქცია ხდება შერჩეული ადგილის სტერილური, 3% წყალბადის ზეჟანგის ხსნარში დასველებული ხელსახოცით დამუშავებისა და გამოყენებული ხელსახოცის სტერილურ ფიზიოლოგიურ ხსნარში დასველებული ქსოვილით მოცილების შემდეგ.

პუნქციისთვის შერჩეული ადგილის დეზინფექცია შეიძლება გაკეთდეს ქსოვილების შპატელით მოწვის გზით. გულის მარცხენა პარკუჭიდან სისხლის სინჯის (10 სმ^3) აღება ხდება მონოვერტით ან სტერილური შპრიცით. სისხლის ნიმუში გადააქვთ ორმაგი არის მქონე, ბამბა - მარლის თავსახურით დახურულ სტერილურ ჭურჭელში. ბაქტერიული დაბინძურების დასადგენად შერჩეული სისხლის ნიმუშები (10 სმ^3) გადააქვთ კონტეინერებში აერობული და ანაერობული კულტივირებისთვის.

ორგანოებისა და / ან ქსოვილების ნიმუშების აღება ხდება მინიმუმ 3-5 სმ^3 მოცულობით (საჭიროა ნიმუშების აღება ელენთიდან, რეგიონული და დისტანციური ლიმფური კვანძებიდან, ანთებითი კერებიდან). თითოეული ნიმუში თავსდება დამოუკიდებელ სტერილურ ჭურჭელში (ერთჯერადი სტერილური კონტეინერები ხრახნიანი თავსახურით ან 55 მმ. დიამეტრის ხრახნიანი პეტრის ჯამი). შესაძლოა გადასატანი კონტეინერების გამოყენება, რომელთა მოხმარება დადგენილი წესით ნებადართულია კონკრეტული მიზნებისათვის. აუცილებელია მასალის შემცველი კონტეინერების მარკირება (ორგანოს ან/და ქსოვილის მითითება).

ანთებითი ღრუების, ცერებროსპინალური სითხისა, ასევე სხვა სითხეების ნადენი ჩირქის აღება ხდება არანაკლებ 7 - 10 სმ^3 მოცულობის სტერილური შპრიცით. ნიმუში თავსდება სტერილურ ერთჯერად სინჯარებში ან რჩება სტერილური რეზინის საცობებით დალუქულ შპრიცებში ან გადასატან კონტეინერებში ხდება მარკირება.

ჩირქოვანი-ანთებითი პათოლოგიის მქონე ლეშიდან მიღებული მასალა ლაბორატორიას გადაეცემა ნიმუშის აღებიდან 1 საათის განმალობაში. თხევადი ნიმუშების (სისხლი, ლორწო, შარდი, ნაღველი და ა.შ.) შეგროვება შესაძლებელია ერთჯერად შპრიცებში ან პასტერის პიპეტებში, რომლებიც ორივე ბოლოდან ილუქება დადგენილი წესით (მნიშვნელოვანია გაცხელების თავიდან აცილება), იხვევა ბამბაში და თავსდება სატესტო სინჯარებში.

გარდა ამისა, სხვადასხვა სახის ნიმუშების გაგზავნა შეიძლება ნაცხის ან ანაბეჭდი ნაცხის სახით, რომლებიც ფიქსირდება ჰაერზე, იფუთება ინდივიდუალურ პერგამენტში და უკეთდება ეტიკეტი.

დაძველებული ლეშიდან ნიმუშის აღებისას აუცილებლად იღებენ ლულისებრ ძვალს. დაუდგენელი სიძველის პათოლოგიური მასალისგან აღებული ძვლის ტვინის ნიმუში იგზავნება ბაქტერიოლოგიური კვლევისთვის. ჯილეხის გამორიცხვის მიზნით ძველი ლეშიდან იღებენ ყურს ან სხვა მასალას.

მცირე ზომის ცხოველების ახალი ლეში, დიდი ცხოველების ლეშის ნაწილები და ცალკეული ორგანოები იგზავნება მიზნობრივად.

ახალ ნიმუშების შემთხვევაში, ბაქტერიული და სოკოვანი პათოგენების მიერ აუტოლიზისა და დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად, განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა მათ დამუშავებასა და შენახვას. ახლად აღებული ნიმუშები ინახება სტაბილურ გრილ ტემპერატურაზე (2-8°C) აღების მომენტიდან კვლევის დაწყებამდე. თუ ნიმუშის გრილად შენახვის უზრუნველყოფა შეუძლებელია, ზოგიერთი ახალი ნიმუშები შეიძლება განთავსდეს სპეციალურ ხსნარებში (მაგალითად, ეთილენგლიკოლში), რომლებიც ხელს უშლიან მეორადი მიკროორგანიზმების ზრდას. სიკვდილის შემდგომი ნიმუშების შესანახად ყველაზე ხშირად გამოიყენება ფორმალინი.

ნიმუშის აღების შემდეგ, ყველა ნარჩენი ქსოვილები, ლეშისა და სითხის ყველა ნაწილი უნდა შეგროვდეს და მოხდეს მათი დეზინფექცია შესაბამისი მეთოდებით ან განადგურდება. ასევე უნდა ჩატარდეს ლეშის ღია ნაწილების საგულდაგულო დეზინფექცია.

ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევისთვის ლაბორატიაში იგზავნება კანის, ლორწოვანი გარსების, პარენქიმული ორგანოების, ლულისებრი ძვლის, ცერებროსპინალური (თავზურგტვინის) არხის ნიმუშები, ლიმფური კვანძების ნაწილები, გულმკერდისა და მუცლის ღრუებიდან აღებული სითხის ნიმუშები, ნაწლავის სეგმენტი, იზოლირებული ლიგატურები, ნაყოფის მემბრანები, ნაყოფები, თმა და კანის უბნები (კანის დაავადებების დროს). ცალკეული ნიმუში თავსდება დამოუკიდებელ ჭურჭელში და ხდება შესაბამისი ეტიკეტირება. თითოეულ შემთხვევაში აუცილებელია მასალის სწორად შერჩევა, ისე რომ შესაძლებელი იყოს კონკრეტული დაავადებისათვის დამახასიათებელი ცვლილებების დადგენა.

ვირუსოლოგიური გამოკვლევებისთვის, ცხოველებიდან აღებული ნიმუშები იგზავნება დაავადების სამ სხვადასხვა ეტაპზე:

- ნიმუშები დაავადებული ცხოველებიდან, რომლებსაც აქვთ გამოხატული კლინიკური ნიშნები, რაზეც მიუთითებს სხეულის ტემპერატურა, პულსის სიხშირე და სუნთქვა (სისხლი, ძვალი, ლიმფური კვანძები და დაზიანებული ორგანოები);
- მომაკვდავი ცხოველების დაკვლისას აღებული ნიმუშები (სისხლი, ძვალი, ლიმფური კვანძები და დაზიანებული ორგანოები);
- გამოჯანმრთელების ეტაპზე მყოფი ცხოველებისგან აღებული ნიმუშები.

ვირუსოლოგიური გამოკვლევისთვის ნიმუშების აღება უნდა მოხდეს კლინიკური სიმპტომების გამოვლენიდან რაც შეიძლება სწრაფად. ვირუსის გამოვლენის ალბათობა ყველაზე დიდია პირველი 3 დღის განმავლობაში და მკვეთრად იკლებს მომდევნო 5 დღის განმავლობაში. თითოეული ნიმუშის აღება ხდება დამოუკიდებელ სტერილურ ხრახნიან კონტეინერში, ასეპტიკური პირობების სრული დაცვით. შეიძლება სტერილური კონუსური ცენტრიფუგის ხრახნიანი სინჯარების (15-50 სმ^3), ასევე პატარა სინჯარების (4 სმ^3) გამოყენებაც, რომელშიც თავსდება 1-2 სმ^3 ვირუსის გადასატანი არე. ნიმუშების ლაბორატორიაში მიტანა ხდება სატრანსპორტო არეში ან ყინულის კონტეინერებში.

ვირუსულოგიური გამოკვლევისთვის ლეშისაგან ან დაკლული ცხოველებისგან აღებული ნიმუშები ინახება ფოსფატის ბუფერში (pH 7.2-7.4) მომზადებულ გლიცერინის 30% ხსნარში და შემდგომ იგზავნება ლაბორატორიაში.

ვირუსული გამოკვლევისთვის მასალა იფუთება პოლიეთილენის პაკეტში და თავსდება ყინულიან კოლბაში ან ქილაში, სტერილურ, ქიმიურად სუფთა გლიცერინისა 30-50% -იანი ხსნარში ფიზიოლოგიურ ხსნართან. საჭიროა ფიზიოლოგიური ხსნარის წინასწარი ავტოკლავირება 120°C ტემპერატურაზე, 30 წთ. განმალობაში. ვირუსული გამოკვლევისათვის მასალა შეიძლება იყოს: სისხლი ან მისი შრატი, ცხვირხახის და სხეულის სხვა სითხეების გამონადენი, კედლების, აბსცესების შიგთავსი, პაპულები (კვანძები), ბუშტუკები (სეროზული ბუშტუკები), პუსტულები (ჩირქოვანი ბუშტუკები), თავის ტვინის, ღვიძლის, ფილტვების, ელენთის ან სხვა ორგანოების ნაწილები და შერჩეული ქსოვილები, რომლებშიც სავარაუდო დაავადების გამომწვევი ვირუსი შეიძლება იყოს ყველაზე დიდი რაოდენობით (ვირუსის ტროპიზმის შესაბამისად).

ბაქტერიოლოგიური და ვირუსოლოგიური კვლევებისთვის შეირჩევა ყველაზე დამახასიათებელი პათოლოგიური ცვლილებების მქონე ნაწლავის უბნები. შემდეგ ნაწლავები ირეცხება ფეკალიებისგან და თავსდება შუშის ჭურჭელში, სხვა ორგანოებისგან განცალკევებით. საჭიროების შემთხვევაში ისინი თავსდება 40% გლიცერინის ხსნარში 1:10 თანაფარდობით.

პათოლოგიური მასალის შერჩევა ჰისტოლოგიური გამოკვლევისთვის ხდება მხოლოდ ახალი ლეშისგან. ლაბორატორიაში იგზავნება დაზიანებული ქსოვილების ნაწილები, არა უმეტეს 1 სმ. სისქის და 3-4 სმ² ფართობის). ნიმუშის აღების ადგილი უნდა ესაზღვრებოდეს დაუზიანებელი ქსოვილის მონაკვეთებს. ლეშის ორგანოს ან ქსოვილის ზედაპირის ის ადგილი, საიდანაც ნიმუშს იღებენ, იწმინდება დაბინძურებისგან ალკოჰოლით ან გაცხელებული ლითონის ფირფიტის (შპატელის) გამოყენებით. მასალა შეირჩევა სტერილური ინსტრუმენტებით და თავსდებაა სტერილურ ჭურჭელში (პენიცილინის ფლაკონები, სინჯარა და ა.შ.). ჰისტოლოგიური გამოკვლევებისთვის პათოლოგიური მასალის შერჩევისას გასათვალისწინებელია, თუ რომელ დაავადებაზეა ეჭვი, აგრეთვე ცხოველის სხეულის პათოლოგიური და ანატომიური გაკვეთის შედეგები. ჰისტოლოგიური გამოკვლევისთვის მასალის აღება (ორგანოები და ქსოვილები, რომლებიც ავლენენ პათოლოგიურ ცვლილებებს) უნდა მოხდეს ახალი ლეშიდან ან დაკლული ცხოველებიდან. პათოლოგიური ცვლილებების მქონე ორგანოების ქსოვილები (პათოლოგიურად შეცვლილი ქსოვილის საზღვარზე ნორმალურ ქსოვილთან) იჭრება პატარა, 2 × 3 სმ. სისქის ნაჭრებად. დაჭრისას საჭიროა ორგანოსა და ქსოვილის მიკროსკოპული სტრუქტურის გათვალისწინება.

ასე მაგალითად, თირკმლის ნაჭრები უნდა შედგებოდეს ქერქოვანი და ტვინოვანი შრეებისაგან. მცირე ზომის ცხოველების სიკვდილის შემთხვევაში პარენქიმული ორგანოებს არჩევენ მთლიანად. მსგავსი სტრუქტურის მქონე ორგანოებიდან ნიმუშების ამოჭრისას ასევე იღებენ მის მემბრანულ გარსს. აღებისთანავე მასალა გადააქვთ ფიქსატორის სითხეში, რომლის მოცულობა 10-20-ჯერ მეტი უნდა იყოს აღებული მასალის მოცულობაზე. ფიქსაციისთვის ხშირად იყენებენ 10% ნეიტრალური ფორმალინის წყალხსნარს. ფორმალინის არარსებობის შემთხვევაში შესაძლებელია 96% ეთილის სპირტის გამოყენება. ალკოჰოლის გამოყენებისას ქსოვილის ნაჭრების სისქე არ უნდა აღემატებოდეს 0,5 სმ-ს. ფიქსაციის სითხე იცვლება ყოველ 24 საათში. პათოლოგიური მასალა ინახება დალუქულ მინის ჭურჭელში.

ჰისტოქიმიური კვლევებისთვის პათოლოგიური მასალა ფიქსირდება 96% ეთილის სპირტში, კარნუსის ან ბუენის ხსნარებში (Carnu's fluid ან Buen's fluid). საფიქსაციო ხსნარის დასახელება უნდა იყოს მითითებული ეტიკეტზე. ნიმუშების ზამთარში ტრანსპორტირებისას, გაყინვის თავიდან ასაცილებლად, ფორმალინში დაფიქსირებული მასალა გადააქვთ გლიცერინის 30-50% ხსნარში, რომელიც მომზადებულია 10% ფორმალინში ან 70% ალკოჰოლში, ან მარილის ნაჯერ ხსნარში. გაყინული პათოლოგიური მასალა ჰისტოლოგიური გამოკვლევისთვის გამოუსადეგარი ხდება.

მოლეკულურ-გენეტიკური ტესტირებისთვის აღებული პათოლოგიური/ბიოლოგიური მასალის შენახვა ნებისმიერ ნივთიერებაში დაუშვებელია. მოლეკულურ-ბიოლოგიური კვლევისთვის იგზავნება 50-100 გ წონის მაკრობიოპტატი (მაკროავტოპტატი) (ქსოვილების ნაჭრები: ელენთა, ლიმფური კვანძები და ა.შ.). მასალა თავსდება ნატრიუმის ქლორიდის 0,85% -იანი ხსნარის შემცველ კონტეინერებში ან სატრანსპორტო სივრცეში. პჯრ ტესტირებისთვის ბიოლოგიური მასალის შენახვა და ტრანსპორტირება უნდა განხორციელდეს ცივი რეჟიმით: სისხლის ნიმუშები 2-8°C ტემპერატურაზე 1 დღის განმავლობაში; პლაზმისა და შრატის ნიმუშები 2-8°C ტემპერატურაზე 5 დღის განმავლობაში, -70°C ტემპერატურაზე შენახვის ვადა შეუზღუდავია.

3.2.2.5 ეპითელური ქსოვილი

ეპითელური ქსოვილის ნიმუშის აღება ხდება ისეთი დაავადებების შემთხვევაში, რომლებიც იწვევენ ეპითელური საფარის დაზიანებას, რასაც თან ახლავს წყლულების და აბსცესების წარმოქმნა (ფიბროზულ-კუნთოვანი დისტროფია (FMD), ვეზიკულური სტომატიტი, ჩუტყვავილა, ტუბერკულოზი და ა.შ.). ცოცხალი ცხოველებისგან სისხლისა და ეპითელიუმის ნიმუშების აღება ხდება დაზიანებული ადგილებიდან, ხოლო მკვდარი ან მოკლული ცხოველების შემთხვევაში ხდება კანის ანათლის აღება ჯანმრთელი და დაზიანებული უბნების საზღვარზე.

ეპითელიუმის ქსოვილიდან ნიმუშის აღება ხდება ბიოფსიით, კანის ანათალით ან პირის ღრუს, ცხვირის, ხახის და კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის ნაცხის აღებით. მოჭრილი თმის ან მატყლის გამოყენება შესაძლებელია კლინიკური დიაგნოსტირებისათვის ან ლაბორატორიული გამოკვლევისთვის ზედაპირული პარაზიტების დადგენის მიზნით, როგორიცაა ტკიპები და ტილები, სოკოები, ბაქტერიული და ვირუსული ინფექციები, ალერგიული რეაქციები და ნეოპლაზია. ნიმუშების აღება ხდება ასეპტიკურად და მიღებული მასალა ინახება დაგეგმილი კვლევების შესაბამის პირობებში. ეპითელური ქსოვილები, რომლებიც ასოცირდება ვეზიკულურ დაზიანებებთან და რომლებიც უნდა შეგროვდეს ვირუსის გადამტანი გარემოდან, შეიძლება გამოდგეს სპეციფიკური ვირუსული ინფექციების (თურქული, ჭირი და ა.შ.) ლაბორატორიული დიაგნოზირებისთვის.

კანის ნიმუშების აღება ხდება დაზიანებული და არანამკურნალევი ადგილების პერიფერიიდან. დაბინძურებული ადგილებიდან (სადაც შესააძლებელია, ნაკლებად დაბინძურებული ადგილიდანაც) მატყლის ნარჩენებიანი ქერქების (ფუფხის) ნიმუშის, ისევე როგორც თვითონ მატყლის აღება ხდება პინცეტით. თმის ამოღება ხდება სკალპელით, დაზიანებული და ჯანმრთელი ქსოვილების საზღვარზე. ლაბორატორიაში იგზავნება დაზიანებული ადგილის ეპიდერმისისა და პერიფერიის ქერქის ანაფხეკები, ისევე როგორც გამონადენის ნაცხი (ასეთის არსებობის შემთხვევაში). მრავალჯერადი კერის შემთხვევაში, შერჩევა უნდა მოხდეს სხეულის სხვადასხვა ნაწილში მდებარე კერებისაგან. მასალა თავსდება მარლის ტოპრაკებში ან ქაღალდის ჩანთებში.

საჭიროების შემთხვევაში ხდება კანის ყველაზე მეტად დაზიანებული ნაწილების შერჩევა, ზომით არანაკლებ 3 × 3 სმ. მასალა იგზავნება სტერილური, ჰერმეტულად დახურული ჭურჭლით.

ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევისთვის ბეწვს იღებენ სხვადასხვა ადგილიდან. აუცილებელია მინიმუმ 5 ერთეული (თითო დაახლოებით 2 გ) სინჯის აღება. უმჯობესია დაბინძურებული ბეწვის კონის აღება. თუ ბეწვი შეფუთულია პაკეტებად, მინიმუმ 10 ნიმუში უნდა შეირჩეს თითოეული შეფუთვის სხვადასხვა ადგილიდან. ასევე საჭიროა პაკეტის შიგნით შეგროვებული მტვრის ნიმუშების აღება. ერთი შეფუთვიდან აღებული ნიმუშები ერთიანდება და იფუთება ერთად. თითოეული მზა ნიმუში თავსდება მშრალ სტერილურ მინის ქილაში და ილუქება

სტერილური სახურავით, საცობის ან პერგამენტის საშუალებით. შესაძლოა პოლიეთილენის ჩანთების გამოყენებაც, რომლებიც შეიკვრება ძაფებით.

5 ნაჭერ 3 × 3 სმ.ზომის ტყავის ნიმუშს იღებენ გაუხრწნელი, ობისაგან თავისუფალი კანის პერიფერიული ნაწილიდან. თუ ტყავი ინახება ტუკებად ან შტაბელებში (დიდი პარტიის შემთხვევაში), თითოეული თითოეული ტუკიდან იღებენ მინიმუმ 3 ნიმუშს და აერთიანებენ ერთ ნიმუშად. სისხლნაჟღენთების ან ინფილტრატების არსებობის შემთხვევაში ნიმუშების აღება ასევე ხდება ამ ადგილებიდანაც.

ბაქტერიოლოგიური და ვირუსული გამოკვლევებისთვის შეირჩევა ნაწლავის ის უბნები, რომლებშიც ნათლად ჩანს ყველაზე დამახასიათებელი პათოლოგიური ცვლილებები. შემდეგ ნაწლავებს რეცხავენ ფეკალიებისგან და ინახავენ მინის ჭურჭელში, სხვა ორგანოებისგან განცალკევებით. საჭიროების შემთხვევაში, შენახვის მიზნით შესაძლებელია 40% გლიცერინის ხსნარის (1:10 თანაფარდობით) გამოყენება.

3.2.2.6 თვალიდან აღებული ნიმუშები

თვალის ზედაპირიდან უჯრედის ნიმუშის აღება ხდება თვალის გამობანვის ან გამოწმენდის და არა ცრემლის ან ლორწოვანი გამონადენის შეგროვების გზით. კონიუნქტივადან ნიმუშებს იღებენ ქუთუთოზე თითების დაჭერით და ფიზიოლოგიურ ან მსგავს ხსნარში დასველებული ბამბის ან მარლის შეხებით თვალის ზედაპირთან. აუცილებელია ასეთი ნაცხების შენახვა ტენიან, კვლევისათვის შესაბამის ფიზიოლოგიურ ან სატრანსპორტო სივრცეებში. ცხვრებში პრიონების არსებობის დასადგენად მიმართავენ ბიოფსიას ცხვრის მესამე ქუთუთოდან, რომელიც მდიდარია ლიმფოიდური ქსოვილით.

ნიმუშის აღება შესაძლებელია სტერილური ბამბის ტამპონით, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით ან თვალის სტერილური წკირით. გამონადენიდან სინჯის აღება ხდება ქვედა ქუთუთოს შიდა ზედაპირიდან თვალის ჭრილის შიდა კუთხის მიმართულებით. სინჯის აღებისას საჭიროა სიფრთხილე, რომ წამწამები არ შეეხოს ტამპონს. ხილული ჩირქის არარსებობის შემთხვევაში გამოიყენება სტერილურ იზოტონურ ხსნარში დასველებული ტამპონები. საცრემლე ტომარიდან გამონადენების აღება ნიმუშად ხდება სტერილური ბამბის ტამპონით, ფრთხილი მასაჟის შემდეგ. რქოვანიდან მასალის შერჩევა ხდება პლატინის მარყუჟით, ადგილობრივი გაუტკივარების შემდეგ. ფუფხის არსებობის შემთხვევაში ისინი წინასწარ სცილდება პინცეტით, ხოლო ნიმუშებს წყლულიდან იღებენ სტერილური ნოტიო ბამბის (0,5 სმ³ მარილის წყალხსნარში დასველებული) ტამპონით.

3.2.2.7 ნიმუშები რეპროდუქციული ორგანოებიდან

რეპროდუქციული ორგანოების დაავადებების შესასწავლად იყენებენ საშოდან, საშვილოსნოდან და ურეთრიდან მაღებულ სითხეებსა და ნაცხს. ნიმუშები შეგროვების შემდეგ აუცილებელი მათი შენახვა ტენიან არეში (სტერილურ ფიზიოლოგიური ხსნარი ან საკვები არე). სპერმის ნიმუშები მიიღება საშოს ან პენისის ხელოვნური ექსტრუზიისა და სტიმულაციის გზით. აუცილებელია ცხოველის/ნიმუშის აღების ადგილის მოსამზადებლად გამოყენებული ანტისეპტიკური ან სარეცხი საშუალებებით ნიმუშის დაბინძურების თავიდან აცილება.

3.2.2.8 გამონადენი ცხვირიდან, ნერწყვი და ვეზიკულური სითხე

ცხვირის ღრუს სეკრეციის ნიმუშის აღებისას ცხვირის ნესტოები და ცხვირის ღრუების წინა მხარე წყლით ირეცხება, რის შემდგომაც ცხვირის ღრმა ნაწილებიდან ხდება გამონადენის შეგროვება

სტერილური ტამპონის გამოყენებით. ტამპონებს ათავსებენ სტერილურ სინჯარებში, რომლებიც შეიცავს 0,5 სმ^3 სტერილურ ფიზიოლოგიურ ხსნარს. ცხვირიდან ნიმუშების ასაღებად იყენებენ დრეკადი მავთულის სახელურზე მოთავსებულ ტამპონს. ტამპონი რამდენიმე წამის განმავლობაში შეჰყავთ ცხვირის ნესტოში სასის პარალელურად, შემდეგ ფრთხილად, ცხვირის შიდა ქვემოთა ზედაპირზე დაჭერითა და წრიული მოძრაობით ზონდს იღებენ ღრუდან. ორივე ნესტოდან სინჯებს ერთი ტამპონით იღებენ. ტამპონი კონტაქტში უნდა იყოს გამონადენთან 1 წთ-მდე დროით, შემდეგ ის თავსდება სატესტო სინჯარაში, სატრანსპორტო არეში, 4±0,5°C ტემპერატურაზე და დაუყოვნებლივ იგზავნება ლაბორატორიაში. ჩირქოვანი სეკრეცია და (ან) ფუფხი წინასწარ სცილდება სტერილური ფიზიოლოგიური ხსნარით გაჟღენთილი ბამბის ტამპონით, შიგნიდან გარეთ მიმართული მოძრაობით.

სეკრეტის ნიმუშის აღება ხდება უშუალოდ ფლაკონიდან, სინჯრიდან ან ტამპონის გამოყენებით. ნიმუშად აღებული სითხეები წარმოდგენენ სადიაგნოსტიკო პათოგენის მაღალი კონცენტრაციის წყაროს. მათ აგროვებენ გაუხსნელი ბუშტუკებიდან სტერილური ნემსისა და შპრიცის საშუალებით და დაუყოვნებლივ გადააქვთ საიმედოდ დალუქულ ფლაკონში ან სინჯარაში. ცხოველის ხახის უჯრედული მასალისა და ლორწოს სინჯის აღება ხდება სპეციალური ინსტრუმენტებით (ნიმუშის ასაღები ჯამებით). ბამბის სარტყელი რომელსაც ცხოველები ღეჭავენ, გამოიყენება შინაური ღორის ნერწყვის სინჯის ასაღებად.

3.2.2.9 ნახველი

ცხოველის ნახველის სინჯის აღებისთვის საუკეთესო პერიოდია დილა, საკვების მიღებამდე პერიოდი. სინჯის აღებამდე საჭიროა დაავადებული ცხოველის პირის ღრუს საფუძვლიანი გაწმენდა სუფთა წყლით (პირუტყვის ნახველის ლორწოსთან შერევა დაუშვებელია). ნახველი მიიღება დახველების შემდეგ პირის ღრუს გზით. თუ ამ გზით ნახველის მოპოვება შეუძლებელია, მაშინ მისი აღება ხდება ზედა სასუნთქი გზებიდან ტრაქეობრონქული ზონდებით (ან ელასტიური მილებით), საიდანაც ხდება შემდგომში მასალის გამოწურვა. ნიმუშის აღების შემდეგ ნახველი თავსდება სუფთა, მშრალ, ფართოყელიან ჭურჭელში ან პეტრის ჯამზე. საჭიროა შერჩეული მასალის დროული გამოკვლევა. ნახველი ინახება 3-6 °C ტემპერატურაზე, აღებიდან 6-8 საათის განმავლობაში. მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის ნახველს იღებენ დახველების მეთოდით, ცხვირსა და პირის ღრუზე ქსოვილის ნაჭრის შემოხვევისა და ცხვირის ნესტოებზე მოჭერის გზით. ხველის შემდეგ ნაჭერზე რჩება ნახველის მცირე რაოდენობა. თუ ცხოველს ვაიძულებთ რომ დაახველოს ისე, რომ ენა დარჩეს პირის ღრუში და თავი იყოს დახრილ მდგომარეობაში, მაშინ ნახველი დიდი რაოდენობით შეგროვდება. ხველის შემდეგ ლორწო რჩება ხახის კედელზე, ზოგიერთ შემთხვევაში კი ენასა და უკანა კბილებს შორის. ამ ადგილიდან ნახველის ამოღება ხდება ბამბის ტამპონით ან მარლის ნაჭრით. ნიმუში თავსდება სტერილურ ჭურჭელში და იგზავნება ლაბორატორიაში. ლორწოს შეგროვება შესაძლებელია ტრაქეიდან, ტრაქეის მილის გავლით, მავთულზე წამოცმული სტერილური ტამპონის გამოყენებით.

3.2.2.10 რძე

ზოგიერთი ინფექციური დაავადებების დიაგნოსტირებისთვის რძის ნიმუშების აღება ხდება თითოეული ცხოველიდან ინდივიდუალურად. ნიმუში იგზავნება ლაბორატორიაში სუფთა და ეტიკეტირებული ჭურჭლით. საჭიროების შემთხვევაში რძის ნიმუშებისაგან შესაბამისი პროცედურების დაცვით მზადდება გაერთიანებული ნიმუში.

ძროხის რძის ნიმუშების აღებამდე, საქონლის ჯიქანი ირეცხება თბილი წყლით; ძუძუს თავებს ამუშავებენ 70° სპირტით. დამოუკიდებელ, სტერილურ სინჯარებში ხდება რძის ბოლო, 10-15 სმ^3 მოცულობის პორციების შეგროვება. სინჯარებს ეფარება რეზინის საცობები.

ცხვრისა და თხის რძეში რძის ნიმუშებს იღებენ ჯიქნების პუნქციით. ამ მიზნით ცხოველი ფიქსირდება ლატერალურ მდგომარეობაში, სინჯის აღების ადგილი მუშავდება 70° ალკოჰოლით და იოდის ნაყენით. სტერილური შპრიცის ნემსი შეჰყავთ და ჯიქანში ნემსის მოხვედრის შემდეგ (რაზეც მიანიშნებს ნემსის ბოლოს თავისუფალი მოძრაობა) რძე ამოდის შპრიცში. შემდეგ რძე გადააქვთ რეზინის საცობიან სტერილურ სინჯარაში.

ნიმუშის აღებამდე რძეს კარგად ურევენ. სინჯის აღება ხდება 9 მლ დიამეტრის ლითონის მილით, რომელიც ვერტიკალურად არის ჩაშვებული ავზის ფსკერზე. მილის ზედა ხვრელის თითით დახურვის შემდეგ რძიან მილს იღებენ ავზიდან და რძეს ასხამენ მჭიდროდ დახურულ ჭურჭელში. კვლევისთვის გამიზნული რძის საშუალო ნიმუშის მოცულობაა 250-500 სმ^3.

2-დღიან რძის ნიმუშებს ინახავენ 40% ფორმალინის ხსნარში (თანაფარდობით 1-2 წვეთი 100 სმ^3 რძეზე). ნიმუშები ლაბორატორიაში იგზავნება სპეციალური ჭურჭლით (ან ნაყინის კონტეინერით) ნიმუშის აღებიდან მომდევნო 3-4 საათის განმავლობაში. ჭურჭელში ან ნაყინის კონტეინერში ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 4-10 °C.

აკრძალულია ძროხებიდან რძის ნიმუშის აღება მშობიარობიდან პირველი 2 კვირის განმავლობაში.

3.2.2.11 აბსცესებიდან, ლიმფური კვანძებიდან და ჭრილობებიდან გამონადენის სინჯები

ცხოველებს დაზიანების ადგილას აჭრიან მატყლს, კანის საფარს ამუშავებენ 70% -იანი სპირტით და იოდით. შემდეგ დიდი ნემსის მქონე სტერილური შპრიცით ახდენენ პუნქციას და პუნქტატი გადააქვთ რეზინის საცობიან სტერილურ სინჯარაში. ჩირქოვანი გამონადენი და ფუფხი დაზიანების ადგილს სცილდება ცენტრიდან პერიფერიისკენ ბამბის ტამპონის გამოყენებით, რომელიც გაჟღენთილია სტერილურ ფიზიოლოგიური ხსნრით. მასალის აღება ხდება სტერილური აპლიკატორის წრიული მოძრაობით, ბამბის წვერით. ნიმუში თავსდება ლაბორატორიიდან აღებულ ან სატრანსპორტო არის შემცველ სტერილურ სინჯარაში. ხდება აბსცესის მთელი ზედაპირის დეზინფიცირება, კეთდება კანის პუნქცია და მიღებული მასალა გროვდება შპრიცში. სტერილური ტამპონის საშუალებით სიღრმიდან აღებული ნიმუში შეიცავს ფისტულებსა და ბუშტუკებს, ღია აბსცესებიდან, აპოსტაზიდან, ფურუნკულებიდან გამოსულ ჩირქს და გამონადენს ჭრილობებიდან.

.წყლულებიდან და ჭრილობებიდან მასალის აღება ხდება დაზიანებული და ჯანმრთელი ქსოვილების საზღვარზე, ანაფხეკის სახით.

ლიმფური კვანძიდან პუნქციის აღებისას საჭიროა ცხოველის კარგად იმობილიზება. პუნქციის ადგილას ხდება ბეწვის გაპარსვა, კანი იწმინდება ბამბის ტამპონით, რომელიც გაჟღენთილია სპირტის ან იოდის ხსნარით. მარცხენა ხელით ხდება ლიმფური კვანძის უკან გაწევა და მისი ფიქსაცია ცერა და საჩვენებელ თითებს შორის. შემდეგ სტერილური ნემსი შეჰყავთ ლიმფური კვანძის სიღრმეში, ნემსზე მაგრდება შპრიცი და ლიმფა ამოიწოვება. შპრიცის მოცილების შემდეგ ნემსი ამოაქვთ კვანძიდან და შპრიცის შიგთავსი დგუშის საშულებით გადმოაქვთ სასაგნე მინაზე. მზადდება თხელი ნაცხი, რომელსაც აშრობენ. პუნქციის ადგილი დეზინფიცირდება იოდის ხსნარით. ნაკელი, სხვადასხვა ღრუდან გადმოსული გამონადენები, ბუნებრივი ღიობები მიკროსკოპული გამოკვლევისთვის (მიკროორგანიზმების, პარაზიტების გამოვლენის მიზნით) იგზავნება ნაცხის სახით.

სასაგნე მინები წინასწარ, 10-15 წუთის განმავლობაში იხარშება სოდის 1,2% წყალხსნარში, შემდეგ კარგად ირეცხება სუფთა წყლით და შრება ხელსახოცით. მშრალი სასაგნე მინები თავსდება ალკოჰოლ- ეთერის ხსნარში (თანაბარი პროპორციით) და ინახება შემდგომი გამოყენებისთვის.

ჩირქოვანი ჭრილობების ნიმუშებს აგროვებენ შპრიცით, ნემსის საშუალებით ან მის გარეშე, ასპირაციის გზით. შპრიცი იხურება სტერილური რეზინის საცობით ან ხდება მისი შიგთავსის ჩაშვება სტერილურ რეზინის საცობის მქონე ჭურჭელში.

თუ ნაკელი ძალზე სქელია, მაშინ იგი იფხიკება და გროვდება სტერილურ, ერჯერად კონტეინერში, ან თავსდება მშრალ სტერილურ ერთჯერად სინჯარაში ან კონტეინერში, რომელშიც განთავსებულია შესაბამისი არე. ამისათვის, გამოიყენება სტერილური ტამპონი (ბამბის, ვისკოზის, ალგინატი).

ქირურგიული ოპერაციის დროს ნიმუშის აღებისას ქსოვილის ნაწილები (3-4 სმ^3) თავსდება სტერილურ კონტეინერში ან შუშის კონტეინერში, სადაც ემატება 3-5 სმ^3 არაბაქტერიოსტატური ფიოზილოგიური ხსნარი მასალის გამოშრომის თავიდან აცილების მიზნით.

3.2.2.12 ძვლები

მთლიანი ლულისებრი ძვლების ინტაქტური ბოლოებით სუფთავდება კუნთებისა და მყესებისგან და იგზავნება დალუქული პლასტმასის ჩანთით.

პატარა ცხოველების შემთხვევაში შესაძლოა აირჩეს ნეკნის ან ლულისებრი ძვლის პატარა ნაჭერი, რომელსაც წინასწარ სცილდება კუნთები და ხრტილები. დიდი ზომის ცხოველების შემთხვევაში შესაძლებელია ძვლის ტვინის ქსოვილის აფხეკვა დანით ან სკალპელით ნებისმიერი ლულისებრი ძვლიდან, სკაპულადან, ხერხემლის ან გულმკერდის ძვლიდან. ამისათვის საჭიროა სასახსრე ზედაპირის გაშიშვლება, ხრტილის დაჭრა დანის ან სკალპელის დახმარებით და გაფხეკა ინსტრუმენტების წრიული მოძრაობით გაფხეკვა. საჭირო რაოდენობის (5-10 გ) ძვლის და ტვინის ქსოვილის ანაფხეკი თავსდება ბოთლში. ძვლების პრეზერვაცია ასევე შესაძლებელია სუფრის მარილით (ძვლის მასალაზე მარილის მოყრით და მჭიდრო შეფუთვით).

3.2.2.13 ტვინის ნიმუშები

ტვინის პათოლოგიური მასალის აღება ხდება იმ ცხოველებში, რომლებშიც ვლინდება ცენტრალური ნერვული სისტემის დაზიანების ნიშნები. ტვინის ჰისტოლოგიური, ელექტრომიკროსკოპული და იმუნოქიმიური კვლევების ჩატარება ხდება დაკვლის ან სიკვდილისთანავე, სანა არ დაიწყება ქსოვილის ლიზისი ან სხვა ასოცირებული მიკროფლორის გამრავლება.

ამ მიზნით აუცილებელია თავის გამოყოფა კისრისგან ატლანტო-კეფის კვანძის გასწვრივ და მისი კარგად დაფიქსირება. კანი და კუნთები სცილდება თავის ქალას, კეთდება კვეთები თვალის ღრუებს შორის და შემდეგ მათგან კისრის უკანა მხარის მიმართულებით. თავის ქალას გამოსაცალკევებლად გამოიყენება ხერხი, ცული, მაკრატელი და პინცეტი. შემდეგ გამოცალკევდება ძირითადი ნერვები, სცილდება ტვინი და თავსდება უჯრაში ან დაფაზე. ხდება თავის ტვინის ქერქიდან და ზურგის ტვინის ფუძიდან ნიმუშების აღება. ცოფზე კვლევის დროს აუცილებელია ამონის რქების ნიმუშების შერჩევა. ამ მიზნით საჭიროა მოხდეს თითოეული ჰემისფეროს გრძივი კვეთა ტვინის შუა ხაზიდან 2 სმ.დაშორებით (ძაღლებისთვის), ზედა ნაწილების ამოღება ღარამდე, რომელშიც განთავსებილია თეთრი ფერის ნახევარცილინდრული წარნონაქმნები - ამონის რქები. საჭიროა ამონის რქების და ზურგის ტვინის ფუძის რამდენიმე ნაწილის აღება. თითოეული ნიმუშის საერთო წონა უნდა იყოს 5-10 გრ. გვამისგან გამოყოფილი

თავი იფუთება პოლიეთილენის შესაფუთი მასალით, თავსდება ყინულიან ლითონის ყუთში და იგზავნებს ლაბორატორიაში 2-5 °C ტემპერატურაზე.

3.2.2.14 ნიმუშების აღება ისეთი საეჭვო დაავადების დროს, რომელიც ხასიათდება ნერვული სისტემის დაზიანების ნიშნებით.

ისეთი დაავადებების დროს, რომლებსაც თან ახლავს ნერვული სისტემის დაზიანების ნიშნები (Teschen, ტესხენი, აუესკის დაავადება, შუა ყურის ანთება, რიკეტციოზი, მსხვილფეხა რქოსანი ცხოველის ენცეფალომიელიტი, ცოფი და ა.შ.), ნიმუშის აღება ხდება ტვინიდან, ძვლიდან, ლიმფური კვანძებიდან, სისხლიდან და სხვა ორგანოებიდან.

დაავადებული ცხოველების სისხლის სეროლოგიური კვლევა ხორციელდება ანტისხეულების დეტექციისთვის. იმისათვის რომ შედეგები იყოს დამაჯერებელი, სასურველია, სისხლის ბევრი ნიმუშის აღება (10-მდე ნიმუში). ცოფზე ეჭვის შემთხვევაში, ანალიზისათვის იგზავნება მთელი თავი, ისე რომ შეძლებისდაგვარად მოხდეს ტვინის რესორტირების თავიდან აცილება. ლაბორატორიაში მთლიანი თავის გადაგზავნისას ის უნდა შეიფუთოს ქაღალდით, დამატებით უნდა მოთავსდეს პოლიეთილენის პაკეტში ან ქილაში და დაუყოვნებლად გადაიგზავნოს ლაბორატორიაში. ტვინიდან ნიმუშის აღება შეიძლება იმ შემთხვევაში, თუკი უზრუნველყოფილია მასალასთან მომუშავე პერსონალის უსაფრთხოება და ხდება სამუშაო სივრცის დეზინფიცირება. ტვინის ნიმუშის აღება შეუძლია მხოლოდ იმ სპეციალისტს, რომელსაც არა აქვს ჭრილობები/ნაკაწრები ხელზე, რომელიც აღჭურვილია რეზინის ხელთათმანებით და აცრილია ცოფის წინააღმდეგ. პერსონალი, რომელის არ არის ჩართული ამ პროცედურაში, არ დაიშვება სამუშაო სივრცეში.

3.2.2.15 ნიმუშების აღება ფუტკრებიდან

ბაქტერიოლოგიური, მიკროსკოპული, სეროლოგიური, ბიოლოგიური, ქიმიური და სხვა კვლევებისთვის ნიმუშების აღება ხდება ცოცხალი და მკვდარი ფუტკრებიდან. ნიმუშების აღება ხდება აგრეთვე ფიჭიდან, თაფლიდან, პერგამენტიდან, გამხმარი ფუტკრის ლარვებიდან, განვლიდან ან განავლის ანაფხეკებიდან, ჰემოლიმფის ნაცხიდან ან სასაგნე მინაზე დატოვებული კუნთის ანაბეჭდებიდან, სკის ძირში ჩამოყრილი ცვილის ნაფხვენებიდან, პარაზიტი მწერებიდან და ფუტკრის მავნებლებიდან.

კვლევის ტიპისა და მეთოდის მიხედვით, სხვადასხვა ოჯახიდან შეირჩევა 50-დან 500 ცოცხალი/მკვდარი ფუტკარი, მათ შორის: 10 × 15 სმ. ზომის ფიჭის სინჯები, რომლებზეც არიან მკვდარი ლარვები და ჭუპრები; სკების ფსკერზე არსებული ნარჩენები (არანაკლებ 200 გრამი), 3 × 15 სმ.ზომის ფიჭაზე არსებულ ფუტკრის გაზაფხულის ნაყარი, 200 გ. გამოწურული გადაუბეჭდავი თაფლი, ფიჭაში არსებული 50 გ. პერგამენტი.

პათოლოგიური მასალა იფუთება და იგზავნება ლაბორატორიაში შესაბამისი წესების დაცვით: ცოცხალი ფუტკარი თავსდება შუშის ჭურჭელში, რომელიც შეფუთულია 2 ფენა მარლით ან ნაჭრით. ფიჭის უჯრების ან ჩარჩოების ნიმუშები იგზავნება ფანერის ან ხის ყუთებით, ქაღალდში შეფუთვის გარეშე. ერთმანეთისგან გამოჯვნა და ყუთის კედლებიდან იზოლირება ხდება ხის სარტყლებით. დააავადებული ცოცხალი ფუტკარი გადაჰყავთ ხის ან ფანერის ყუთში მოთავსებული სტაციონარული ფიჭიანი ჩარჩოთი, რომელშიც განთავსებულია ტრანსპორტირების დროისათვის საკმარისი საკვები; მკვდარი ფუტკარი და სკების ძირიდან აღებული ნარჩენი გადააქვთ ქაღალის ჩანთებით, ხოლო თაფლი - მჭიდროდ დახურული შუშის ჭურჭლით.

3.2.2.16 თევზიდან აღებული ნიმუშები

დაავადებული ან საეჭვო ინფექციური და ინვაზიური დაავადებების მქონე თევზები ლაბორატორიაში იგზავნებიან ცოცხლად. საკვლევად ირჩევა კარგად გამოხატული დაავადების ნიშნების მქონე 15-20 თევზი.

თევზი გადაჰყავთ სუფთა აბაზანებში ან ავზებში, რომლებიც განკუთვნილია ცოცხალი თევზის გადასაზიდად და რომელთა მოცულობის ¾ ავსებულია იმავე წყლით, საიდანაც მოხდა თევზის ამოყვანა ან წყლით რომელიც აღებულია არტეზიული ჭიდან. ქაღალდით ან სხვა შესაფუთი მასალით გადატანილი თევზი არ გამოდგება ლაბორატორიული კვლევისთვის.

ზაფხულში, ხანგრძლივი ტრანსპორტირების შემთხვევში, წყალს მასში მოთავსებული თევზებით ყინულის პატარა ნაჭრების დამატებით თანდათანობით აცივებენ 12-15°C ტემპერატურამდე. ტემპერატურული შოკის თავიდან ასაცილებლად დაუშვებელია თევზის გადაყვანა უფრო ცივ წყალში, ვიდრე რეზერვუარშია (7 °C ან მეტი სხვაობა). თუ შეუძლებელია ცოცხალი თევზის გაგზავნა, მაშინ დიდი თევზიდან იღებენ დაზიანებული ორგანოებისა და ქსოვილების ნაჭრებს. ნიმუშებს ათავსებენ სტერილურ მინის ჭურჭელში, ასხამენ სტერილურ 40%-იან გლიცერინის ხსნარს, ლუქავენ და მიაქვთ ლაბორატორიაში. სისხლი, ექსუდატი, ნაწლავის შიგთავსი იგზავნება დალუქულ სტერილურ პასტერის პიპეტებში. ზაფხულში პათოლოგიური მასალა ვარგისია ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევისთვის მისი შეგროვებიდან 2 საათის განმალობაში. ზამთარში შესაძლებელია ნიმუშების გაყინვა.

ვირუსოლოგიური გამოკვლევისთვის ცოცხალი თევზი იფუთება ორმაგ პოლიეთილენის პარკში, რომელიც ივსება 1/3 მოცულობის წყლით და თავსდება ყინულზე. პარკი იფუთება კოლოფში და გადაიტანება ლაბორატორიაში. მკვდარი თევზი ლაბორატორიაში იგზავნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ის დაიკლა დაჭერის შემდეგ. შერჩეული თევზი იფუთება პოლიეთილენის ტომარაში, რომელსაც ათავსებენ ყინულის კოლბაში. ვირუსულოგიური გამოკვლევის მიზნით შინაგანი ორგანოების ნიმუშებს (5 თევზის გაერთიანებული ორგანოები) აგროვებენ ასეპტიკურ პირობებში და ათავსებენ სტერილურ ფლაკონში, რომელიც მჭიდროდ იხურება და თავსდება თერმოსში ან ყინულის შეფუთვაში.

თუ შეუძლებელია ნიმუშის დაუყოვნებლივ გადაგზავნა ლაბორატორიაში, პაკეტს დღის განმავლობაში ინახავენ მაცივარში არაუმეტეს + 4 °C ტემპერატურაზე. დაავადებული თევზის ან საეჭვო ვირუსული ინფექციის მქონე თევზის პათოლოგიური მასალის შენახვა დასაშვებია 50% -იან ფოსფატური ბუფერის გლიცერინიან ხსნარში (pH 7,2-7,4). ჰისტოლოგიური გამოკვლევისთვის მასალის აღება ხდება დაავადებული უმოძრაო თევზისგან. მცირე ზომის თევზი (მოზარდი, ერთწლიანი) მუცლის ღრუს გახსნის შემდეგ ფიქსირდება მთლიანად, ხოლო მსხვილი თევზიდან იღებენ ორგანოებს ან ორგანოების 2 × 3 სმ. ზომის, 0,5-1 სმ. სისქის ნაწილებს. დაზიანებული ორგანოებიდან ნაწილის ამოჭრა ხდება ისე, რომ ნიმუშში მოხვდეს როგორც ჯანმრთელი, ისე დაზიანებული ქსოვილი.

დაზიანების ხარისხის მიუხედავად, ნიმუშების აღება ხდება სხვადასხვა ორგანოებიდან (კანი კუნთებით, ლაყუჩები, ღვიძლი, ელენთა, გული, ნაწლავები, საცურაო ბუშტი, ტვინი).

ნაწლავები იჭრება ან ფიქსაციის დაწყებამდე ხდება რამდენიმე ნაკვეთის გაკეთება, რათა საფიქსაციო სითხემ შეაღწიოს ნაწლავის ღრუში. თავის ქალას გახსნის შემდეგ თავის ტვინის ამოღება ხდება მთლიანად. ნიმუშები თავსდება ფართოთავიან მინის ქილაში და ფიქსირდება.

ბიოქიმიური კვლევებისთვის სისხლს ემატება ლიმონის ან ოქსალიუმის ნატრიუმი (ნატრიუმის ოქსალატი) (1 სმ^3 - 2 სმ^3), ჰეპარინის 1-2% -იანი ხსნარი (1 სმ ^{3} - 0,01-0,04 სმ ^{3}) და ლაბორატორიას ეგზავნებს ჰერმეტულად დახურულ, ეტიკიტირებულ მინის სატესტო სინჯარებში. თევზით მოწამვლაზე ეჭვის შემთხვევაში, წყალსაცავიდან წყლის სინჯებს იღებენ უშუალოდ იმ რეზერვუარიდან, სადაც თევზი მოკვდა, სამრეწველო საწარმოების საკანალიზაციო სისტემიდან და სასოფლო-სამეურნეო ობიექტებიდან, რომლებიც განლაგებულია წყალშემკრები აუზის მიდამოებში.

3.2.3 ბიოფსია

ბიოფსია არის დიაგნოსტიკური პროცედურა, რომელიც გულისხმობს უჯრედების ან ქსოვილების ნიმუშის აღებას გამოკვლევის მიზნით, დაავადების არსებობისა და გავრცელების დასადგენად. ბიოფსია ჩვეულებრივ ტარდება ანთებითი, სიმსივნური ან სხვა ტიპის დაავადებების დიფერენცირებისთვის.

ბიოფსიის პროცედურების ტიპები:

1. ექსციზიური ბიოფსია - ხდება მთელი სიმსივნის ამოღება;
2. ინციზიური ბიოფსია - სიმსივნიდან ან დაზიანებული ადგილიდან შეირჩევა რამდენიმე მცირე ზომის ნიმუში.
3. ბიოფსია წვრილი ნემსით - ციტოლოგია - ნიმუშს ან სითხეს იღებენ ძირითადად შპრიცით.

.1. ექსციზიური ბიოფსია

ეს სიმსივნური მასის მოცილების მეთოდი ვეტერინარულ მედიცინაში გამოყენებული გავრცელებული, თუმცა საკამათომიდგომაა. მან შესაძლოა მოგვეცეს ინფორმაცია დიანგოსტირებისათვის და შესაბამისად თერაპიული გეგმის შემუშავებისათვის, თუმცა სიმსივნური მასის მოცილება ისე ხდება, რომ არაფერია ცნობილი სიმსივნის ტიპის შესახებ, რაც გაცილებით ინვაზიურია.

დღევანდელ დღეს ვეტერინარიულ ქირურგიაში გამოყენებისთვის რეკომენდირებულია ქირურგიული რეზექციის ნაკლებად ინვაზიური მეთოდი. ამ მიდგომამ შესაძლოა მოგვცეს ქსოვილის ადექვატური საზღვრების შენარჩუნდების საშუალება.

ექსციზიური ბიოფსიის გამოყენება რეკომენდირებულუია ისეთ შემთხვევებში, როდესაც ადეკვატური ქირურგიული საზღვრების დაცვა მხოლოდ ბიოფსიის მეშვეობით არის შესაძლებელი (მაგ. კანის მცირე მასის ძაღლის ტანიდან).

ა. ნიმუშის აღება

ნიმუშის აღება ხდება ზოგადი ანესთეზიის ქვეშ. ქირურგიული საზღვრები უნდა განისაზღვროს ოპერაციის დაწყებამდე. ზოგადად, მიღებულია 1 სმ - კეთილთვისებიანი და 3 სმ - ავთვისებიანი სიმსივნის შემთხვევაში. შეგროვებული და სათანადოდ მომზადებული მასალა შეფასების მიზნით იგზავნება ჰისტოპათოლოგთან.

ბ. მომზადება და ფიქსაცია

ნიმუშის აღებასა და ფიქსაციას შრის დრო მინიმუმამდე უნდა შემცირდეს. ბიოფსიის ნიმუში საფიქსაციო ხსნარში უნდა განთავსდეს პროცედურის ჩატარებიდან რაც შეიძლება სწრაფად. სინჯი არ უნდა იყოს ნეკროზული

როდესაც მნიშვნელოვანია კიდეების შეფასება, უნდა მოინიშნოს (მელნით ან ნაკერით) კრანიალური და კაუდალური კიდეები.

მცირე ზომის ნიმუშები (3- 5 მმ.) შესაძლოა მთლიანად დაფიქსირდეს, ხოლო დიდი ზომის ნიმუშები ფიქსაციის წინ სულ მცირე 2 ნაწილად უნდა გაიჭრას. შესაძლო მომზადდეს უფრო მცირე განაკვეთის ქსოვილიც. თუ ნიმუში შემოფარგულია მსხვილი კაფსულით, ის უნდა გაიჭრას (სურ.3.1). ფიქსაცია შესაძლებელია 10%-იან ბუფერიზირებულ ფორმალინში, სპირტში ან გაიყინოს დაბალ ტემპერატურაზე (-80 ° C). 1 მოცულობა ქსოვილზე საჭიროა 10 მოცულობა ფორმალინის გამოყენება (სურ. 3.2).

სურ. 3.1. ექსციზიური ბიოფსია. მარჯვენა მხარეზე არსებული სიმსივნე სულ ცოტა ორად უნდა გაიკვეთოს ან დანაწევრდეს მცირე ნაჭრებად.

საფიქსაციო ხსნარის შეღწევა ჩვეულებრივ დამოკიდებულია ქსოვილის სისქეზე. თუ ნიმუში ძალზე დიდია, საფიქსაციო ხსნარის შეღწევას ნიმუშის სიღრმეში საკმაოდ დიდი დრო სჭირდება. შედეგად, შესაძლოა სქელი ქსოვილის ცენტრში მოხდეს აუტოლიზი.

გ.. ტრანსპორტირება

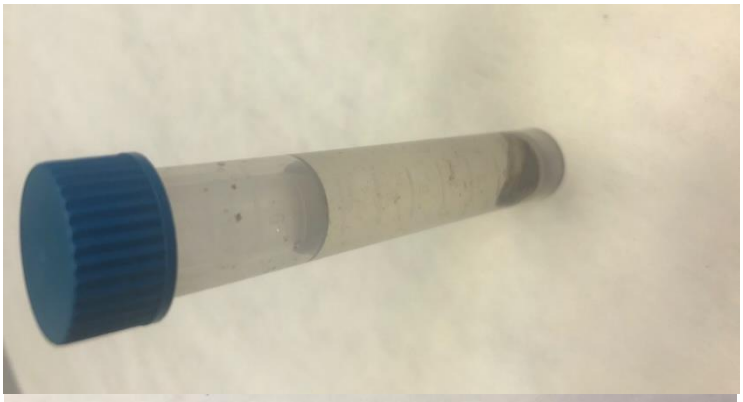
UN 3373 - ბიოლოგიური მასალა, კატეგორია ბ. ჰისტოპათოლოგიური ნიმუშების ტრანსპორტება უნდა განხორციელდეს 49 CFR, ნაწილი 173.199 -ის ან IATA შეფუთვის ინსტრუქცია 65 -ის შესაბამისად.

ბიოლოგიური მასალის ნებისმიერი ტიპის შეფუთვა უნდა შეიცავდეს 3 კომპონენტს:

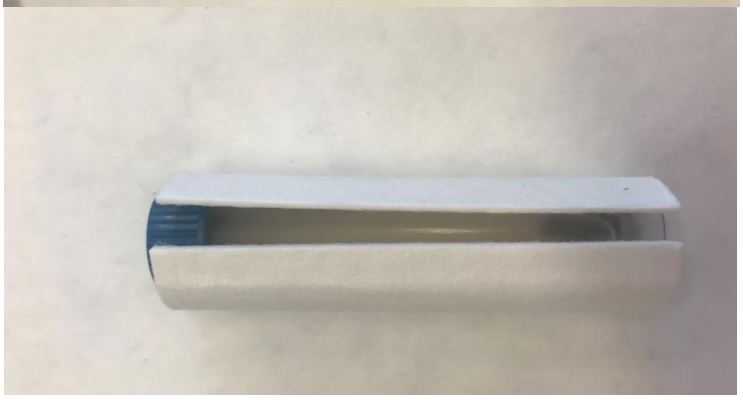
- პირველადი ჭურჭელი: მილის, ფლაკონის ან სხვა ტიპის კონტეინერი, რომელიც დამზადებულია მინის ან ხისტი პლასტმასისგან (საცავის, თავსახურის ან სხვა დასახური ელემენტების ჩათვლით), რომელიც უშუალო კონტაქტშია ნიმუშთან (სურ. 3.2 და 3.3);

- მეორადი შეფუთვა **(ჩასაფენების** და სხვა მასალების ჩათვლით), რომელშიც სრულად თავსდება პირველადი ჭურჭელი(სურ. 3.3 და 3.4);

- გარე შეფუთვა ტრანსპორტირებისათვის ან გადასატანად.



სურ. 3.2. პირველადი შეფუთვა. გამოყენებულია საკმარისი რაოდენობის ფორმალინი.



სურ. 3.3. მეორადი მყარი შეფუთვა

სურ. 3.4. მეორადი შეფუთვა ხილული მყარი ჩასაფენით.

2. ინციზიური ბიოფსია

ინციზიური ბიოფსია ტარდება მაშინ, როდესაც ნაკლებად ინვაზიური მეთოდი არ იძლევა დიაგნოზის დასმის საშუალებას.

ეს მეთოდი განსაკუთრებით სასარგებლოა რბილი, მყიფე, ანთებითი და/ან ნეკროზული სიმსივნეების დიაგნოსტირებისათვის. მისი გამოყენებით ასევე შესაძლებელია ნორმალურ და პათოლოგიურ ქსოვილებს შორის საზღვრის დადგენა, რაც პათოლოგს საშუალებას აძლევს განსაზღვროს ნორმალურ ქსოვილში სიმსივნის ინვაზიის ხარისხი.

ა. ნიმუშის აღება

ნიმუშის აღება ხდება საერთო ანესთეზიის ქვეშ. ინციზიური ბიოფსიის ზომები (მოცულობები) განსხვავებულია (2–10 მმ.). მასალა, რომლის მოცულობა 3 მმ-ზე ნაკლებია, შესაძლოა არ იყოს საკმარისი ჰისტოპათოლოგიური კვლევისათვის და ამდენად, სჯობს მოვერიდოთ. ჩვეულებრივ, გროვდება 4-8 მმ. ზომის ბიოფსიის მასალა, რომელსაც, სათანადოდ მომზადების შემდეგ, დაუყოვნებლივ აფასებს ჰისტოპათოლოგი.

გ. მომზადება და ფიქსაცია.

ფიქსაციისათვის გამოიყენება იგივე ნივთიერებები, რაც ექსიზიური ბიოფსიის შემთხვევაში. მცირე ნიმუშები პირდაპირ თავსდება ჰისტოლოგიურ კასეტაში.

ძალიან მცირე ნიმუშები (< 3 მმ.) შესაძლოა ადვილად დაიკარგოს გადატანის ან დამუშავების დროს. ასეთ სახის ნიმუშები ფიქსაციამდე უნდა განთავსდეს ქაღალდზე (ამ მიზნისთვის შესაფერისია ქირურგიული ქაღალდის ხელთათმანის გამოყენება). ძალიან მცირე ზომის ნიმუშები შესაძლოა შეიღებოს ეოზინით ან კომერციულად ხელმისაწვდომი მელნით (მაგ, India ink).

გ. ტრანსპორტირება

ტრასპორტირების პრინციპები იგივეა რაც ექსიზიური ბიოფსიის დროს

3. ციტოლოგია

ციტოლოგიური კვლევა სწრაფი, შედარებით იაფი, ყველაზე ნაკლებად ინვაზიური მეთოდია, რომელიც გამოიყენება არანეოპლასტიკური და ნეოპლასტიკური დაავადებების დიფერენცირების მიზნით და ხშირ შემთხვევში იძლევა მკაფიო დიაგნოზის დასმის საშუალებას. ეს მეთოდი გართულებების დაბალი რისკით ხასიათდება.

ციტოლოგიური კვლევა ჩვეულებრივ გამოიყენება კანისა და კანქვეშა ქსოვილებისთვის, სითხეებისთვის (გამონაჟონები, სახსრების სითხეები, ცერებროსპინალური სითხე, ბრონქოალვეოლური სითხე, შარდი და პროსტატის წვენი. ამავდროულად, შინაგანი ორგანოების გამოკვლევა შესაძლებელია ულტრასონოგრაფიით ან კომპიუტერული ტომოგრაფიის მეშვეობით.

ციტოლოგიური ბიოფსიის მეთოდი საჭიროებს მინიმალური რაოდენობის ქსოვილის აღებას, მაგრამ ქსოვილის ორგანიზებული შენების ნაკლებობა ხელს უშლის სიმსივნის კლასიფიცირებას. ზოგიერთი სიმსივნის დროს, განსაკუთრებით მეზენქიმალური სიმსივნეების შემთხვევაში (ანუ სარკომა), ჩვეულებრივ, არ ხდება უჯრედების კარგად აქერცვლა, რაც იწვევს მცირეუჯრედოვანი ნიმუშების მიღებას და ცრუ უარყოფით შედეგებს. ნეგატიური ან საეჭვო შედეგების ინტერპრეტაცია სიფრთხილით უნდა გაკეთდეს. საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელია უფრო აგრესიული ბიოფსიის მეთოდის გამოყენება.

ა. ნიმუშის აღება

ასპირაციული ციტოლოგია

წვრილი ნემსით ასპირაცია (FNA) ბიოფსიის ყველაზე გავრცელებული მეთოდია, რომელიც გამოიყენება კანის, ლიმფური კვანძების და შინაგანი ორგანოების შემთხვევაში. ნიმუშის შეგროვებისთვის შესაძლებელია სხვადასხვა ტექნიკის გამოყენება. ნიმუშის შეგროვების შემდეგ უნდა მოხდეს ნაცხის აღება

- ***მხოლოდ ნემსის მეთოდი.*** ჩვეულებრივ იყენებენ დელიკატური, რბილი მასების და ლიმფური კვანძებისათვის. ამ ტექნიკის გამოყენებისას ნიმუში გროვდება შპრიცის გარეშე, მხოლოდ ნემსით (ზომა 20-23 გ; 0,9-0,6 მმ.). ნემსი გადაადგილდება წინ და უკან და სიმსივნის შიგნით მრავალი მიმართულებით მოძრაობს. მხოლოდ ნემსის მეთოდის გამოყენებით შემთხვევაში ნიმუშის შეგროვება ხდება ნემსის წვერში (სურ. 5).

სურ. 3.5. მხოლოდ ნემსის მეთოდი

- უწყვეტი ამოწოვის მეთოდი. რეკომენდებულია უფრო მაგარი ან ცუდად აქერცვლადი ქსოვილისთვის. ამ მეთოდის გამოყენებისას ნიმუში გროვდება შპრიცით (2,5-5 მლ) და ნემსით (ზომა 20-23 გ; 0,9-0,6 მმ.). ნემსი გადაადგილდება წინ და უკან სხვადასხვა მიმართულებით, ხოლო შეწოვა ხორციელდება დგუშის გამოყენებით. შეწოვილი მასის გამოცალკევება ხდება ნემსის ამოღებამდე (სურ.3.6).

სურ. 6. უწყვეტი ამოწოვის მეთოდი

იმპრესიული ნაცხის ციტოლოგია

ეს მეთოდი გამოიყენება ქირურგიული ჩარევის დროს ზედაპირული წყლულოვანი დაზიანების ან ინტრაოპერაციული ციტოლოგიური კვლევების დროს. აღებული ნიმუში შეიძლება არ წარმოდგენდეს მთელი სიმსივნის რეპრეზენტატულ მასალას.

პროცედურის დაწყებამდე დაზიანების ზედაპირი უნდა გაიწმინდოს. შუშის სასაგნე მინას ნაზად ათავსებენ საკვლევ მასაზე და სწრაფად იღებენ. ერთ მინაზე შეიძლება გაკეთდეს რამდენიმე ანაბეჭდი. თუ შეგროვებული მასალა სქელია, უნდა მომზადდეს დამატებითი ნაცხი (სურ 3.7).

აღსანიშნავია, რომ ეს მეთოდი წარმატებით გამოიყენება დაზიანების ზედაპირული ნაწილისთვის ან ინტრაოპერაციული ციტოლოგიისთვის. ნიმუში არ წარმოდგენს მთელი სიმსივნის რეპრეზენტატულ მასალას.

სურ. 3.7. იმპრესიული ნაცხის ციტოლოგია.

ანაფხეკის ციტოლოგია

ანაფხეკის ციტოლოგია შეიძლება დაიყოს ორ მთავარ ტიპად. ზედაპირული **აფხეკვა** გვაძლევს ინფორმაციას ეპიდერმისის, ღრმა აფხეკვა კი დერმის შესახებ.

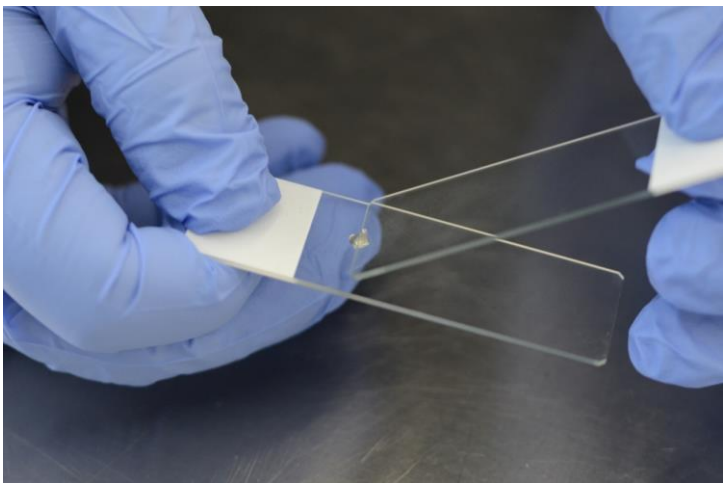
ექსფოლიატური ციტოლოგია

ორგანიზმიდან დაღვრილი ან აღებული უჯრედული მასის მიკროსკოპული შესწავლა, მაგ. სითხე, შარდი, CSF, ყურის ან საშოს ციტოლოგია.

ბ. მომზადება და ფიქსაცია

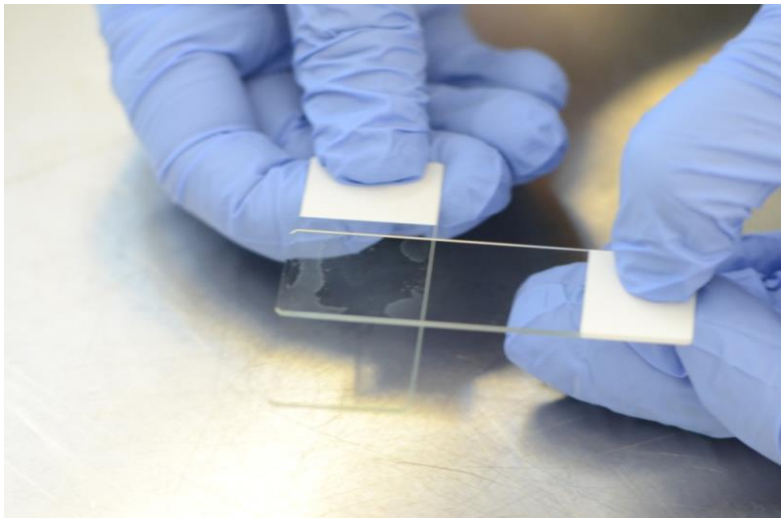
ნაცხი უნდა იყოს თხელი, სქელი ნაცხი ხშირად ვერ ასახავს რეალურ სურათს. არსებობს ამგვარი ნაცხის მომზადების ორი ძირითადი მეთოდი:

- სისხლის ნაცხის აღების მეთოდი. ნიმუშის მცირე წვეთი უნდა განთავსდეს სასაგნე მინის კიდესთან ახლოს. სისხლის წვეთს უნდა შეეხოს მეორე სასაგნე მინა და უნდა გასრიალდეს პირველი სასაგნე მინის ზედაპირზე (სურ 3.8).



სურ. 3.8. სისხლის ნაცხის აღების ტექნიკა

- გაჭყლეტილი პრეპარატის მომზადება. შეგროვებული მასალა უნდა განთავსედ პირველ სასაგნე მინაზე. მეორე სასაგნე მინა მჭიდროდ უნდა დაედოს პირველ სასაგნე მინას და შემდეგ გამოიწიოს. (სურ. 3.9).



სურ. 3.9. გაჭყლეტილი პრეპარატის მომზადება

ნიმუში უნდა გაშრეს ჰაერზე და დაფიქსირდეს. ფიქსაცია შესაძლებელია სპირტით ან კომერციულად ხელმისაწვდომი საფიქსაციო შემასხურებლით.

არსებობს შეღებვის მრავალი მეთოდი, ერთ-ერთი ყველაზე პოპულარული მეთოდია შეღებვა Diff-Quick®-ის კომერციული, რომანოვსკის საღებავით, რომელსაც ჩვეულებრივ ციტოლოგიაში იყენებენ სწრაფი შეღებვისათვის და სხვადასხვა ტიპის ნაცხების დიფერენცირებისათვის.

გ. ტრანსპორტირება

ტრანსპორტირების საჭიროების შემთხვევაში, საჭიროა შესაბამისი კონტეინერის (სატრანსპორტო კიტი) გამოყენება (სურ. 3.10).

სურ. 3.10. ციტოლოგიური ბიოფსიის კიტი.

3.3 აგრონომია

3.3.1 ნიადაგი

ნიადაგის მომზადება ანალიზისთვის.

ნიადაგის ქიმიური შემადგენლობისა და მისი ფიზიკური თვისებების დასადგენად, საველე ნიმუშების აღება ხდება რელიეფის, ვეგეტაციისა და აგროტექნიკური მდგომარეობის თვალსაზრისით ერთგვაროვანი ადგილებიდან.

ნიადაგის სინჯებს იღებენ ნეკრასოვის, კაჩინსკის ან სხვა ბურღის მეშვეობით ან უშუალოდ ორმოებიდან. სწორი რელიეფის მქონე ნაკვეთზე ნიმუშებს იღებენ დიაგონალზე, არაერთგვაროვანი ზედაპირიდან - ასევე დიაგონალზე, მაგრამ მიწის თითოეული ამობურცული ადგილიდან. ნიმუშებს იღებენ შესაბამისი სიღრმიდან და რამდენიმე წერტილიდან; შემდეგ ნიმუშებს ურევენ ერთმანეთს ისე, რომ თითოეული შერეული ნიმუში საშუალოდ 1 კგ. იწონიდეს. ნიმუში გადააქვთ ეტიკეტირებულ ჩანთაში, რომელსაც ფანქრით უკეთდება საინფორმაციო წარწერა: ნაკვეთის ნომერი, ორმო, სინჯის სიღრმე, ნაკვეთის მეპატრონის სახელი და მასალის შემგროვებელი პირის ხელმოწერა.

მიწის მსხვილი ნაკვეთების შესწავლისას ნიმუშებს იღებენ გენეტიკური ჰორიზონტებიდან - საკვლევ ტერიტორიაზე გამოვლენილი ყველა ტიპის ნიადაგიდან.

ნიადაგის ნიმუშების შერჩევა ჭრილიდან (სოდ-პოდზოლიური ნიადაგის მაგალითზე). საზომი რულეტის ან ხის საზომის გამოყენებით ჭრილის წინა კედელი დაყავით პროფილის გენეტიკურ ჰორიზონტებად, საველე დღიურში ან ჟურნალში მიუთითეთ მათი ინდექსები (NO, E, I, P) და სიღრმე. შემდეგ გაასუფთავეთ კედელი (ზემოდან ქვემოთ) და ფართოპირიანი დანით აღნიშნეთ ნიმუშების აღების ადგილები. ნიმუშების აღება უნდა მოხდეს მონოლითებად, ქვემოდან ზემოთ, ქვედა ჰორიზონტიდან დაწყებული ზედა (სახნავი) ფენით დამთავრებული, გენეტიკური ჰორიზონტის შუა ნაწილიდან - 10 სმ სიგრძით, 8 - 10 სიგანით და 6 - 8 სმ სისქით. ორ ნიმუშს იღებენ სახნავი ფენიდან - 0 – 10სმ და 10 - 20 სმ სიღრმიდან და ერთს კი მიწისქვედა ფენის შუა ნაწილიდან. ილუვიუალური (I) ჰორიზონტიდან, მისი მაგნიტუდიდან გამომდინარე, იღებენ ორ ნიმუშს: ქვედა და შუა და ზედა ნაწილებიდან. თითოეული ნიმუში თავსდება დანომრილ ჩანთაში, სადაც იდება ეტიკეტი. ეტიკეტზე უნდა მიეთითოს მისამართი, ნაკვეთი ან ექსპერიმენტის დასახელება, სექციის ნომერი, ჰორიზონტი, სინჯის აღების სიღრმე, შემსრულებლის სახელი და სინჯის აღების თარიღი. ლაბორატორიაში ხდება ნიადაგის დაქუცმაცება, ჰაერზე შრობა გამოშრობის კონდიციამდე, მცენარის ნარჩენების ამოკრება და მასალის გაცრა საცერში (1 მმ-მდე ღიობებით).

ნიადაგის ნიმუშების მომზადება ლაბორატორიული ანალიზისთვის.

ნიადაგის შერჩეულ ნიმუშებს ათავსებენ ქაღალდის ან ქსოვილის ჩანთებში და ამაგრებენ ეტიკეტს. ეტიკეტზე უთითებენ ნიმუშის ადგილმდებარეობასა და სიღრმეზს, ნიმუშის ნომერს ან ტესტის არეალს, ასევე თარიღსა და ხელმოწერას. ყველა ჩანაწერი კეთდება ჩვეულებრივი (არაქიმიური) ფანქრით. თითოეულ ნიმუშს უნდა ჰქონდეს ორი ეტიკეტი - ერთი შიგნით, მეორე - გარეთ. მიზანშეწონილია, რომ შენარჩუნებული სტრუქტურის მქონე ნიმუშები განთავსდეს ცილინდრებში ან ალუმინის თასებში, აღებული ცილინდრების ნომრების თანმიმდევრობის შესაბამისად. ამავდროულად, საველე ჟურნალში უნდა მიეთითოს ცილინდრის ნომერი, ადგილმდებარეობა, სიღრმე და სინჯის აღების თარიღი. შემდეგ ნიმუშები თავსდება სპეციალურ ყუთებში და იგზავნება ლაბორატორიაში. მნიშვნელოვანია ძლიერი ფიზიკური შეჯანჯღარების/დაზიანების თავიდან აცილება.

ლაბორატორიაში ნიადაგის ნიმუშების გამოშრობა ხდება ჰაერზე, მშრალ, კარგად განიავებად და მჟავების, ამიაკისა და სხვა აირების ორთქლისაგან დაცულ ოთახში. ნიადაგის გასაშრობად სქელი ქაღალდის ფურცელზე უნდა გაიშალოს ნიმუშის 2-3 სმ. სისქის ფენა, დიდი ნაჭრები ფრთხილად უნდა დაქუცმაცდეს. გამშრალი ნიმუშები თავსდება მუყაოს კოლოფებში და ინახება კვლევამდე.

ნიადაგის ანალიზი უმეტესად ტარდება ჰაერზე გამომშრალ ნიმუშებში. საშუალო ნიმუშს იღებენ გამომშრალი ნიადაგის ნიმუშიდან. ამ მიზნით, ნიმუშს საფუძვლიანად ურევენ, ათავსებენ გაშლილ ქაღალდზე კვადრატის ან მართკუთხედის ფორმით და ყოფენ დიაგონალზე 4 თანაბარ ნაწილად. 2 მოპირდაპირე ნაწილს ყრიან მუყაოს კოლოფში, ხოლო დანარჩენი ორი ერევა ერთმანეთს. პროცედურა საშუალო ნიმუშზე მეორდება 300-400 გ. წონის მიღწევამდე. მიწა, რომელიც საშუალო ნიმუშში არ შევა, არ ინაყება.

ჰუმუსის და აზოტის ჯამური შემცველობის დასადგენად მზადდება საშუალო ნიმუში: ქაღალდზე თანაბარ ფენად, მართკუთხა ფორმით შლიან ნიადაგს და ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ხაზებით ყოფენ 3x3 ან 4x4 სმ ზომის მცირე კვადრატებად. თითოეული კვადრატიდან პატარა ნიჩბით იღებენ ნიადაგის ნიმუშებს და აერთიანებენ დაახლოებით 5-10 გ მასის ნიმუშში. შერჩეული ნიმუშებიდან ფრთხილად (პინცეტით და ლუპით) აცალკევებენ ფესვებს, ნიმუშებს ნაყავენ აგატის სანაყში და ცრიან 0,25 მმ. დიამეტრის ღიობების მქონე საცერში. მიღებულ ნიმუშს ინახავენ ქაღალდის პარკში.

მსგავსი მეთოდით იღებენ საშუალო ნიმუშს (30-40 გ) ნიადაგის შემადგენელი ნაწილაკების ზომის განაწილების დასადგენად. ნიადაგის ამ ნაწილს აქუცმაცებენ ფაიფურის სანაყში რეზინის წვერიანი სანაყით, შემდეგ ატარებენ 1 მმ. დიამეტრის ღიობებიან საცერში და ინახავენ ქაღალდის ტომარაში. ნიადაგის დანარჩენი ნიმუში (250-350 გ) მზადდება ანალოგიური მეთოდით და ინახება შუშის საცობიან ჭურჭელში. ნიმუშის ამ ნაწილიდან მზადდება ნიმუშები სხვა ლაბორატორიული ტესტებისთვის.

ნიმუშების შერჩევა ნიადაგის თვისებების დასადგენად ლაბორატორიულ პირობებში

ნიადაგის ნიმუშის შერჩევა სპეციფიკური გრავიტაციის დასადგენად

სპეციფიკური გრავიტაციის დასადგენად გამოიყენება პიკნომეტრი ან საზომი კოლბა, რომლის ტევადობაა 100 სმ^3. მეთოდის პრინციპია ნიადაგის სინჯის მოცულობის განსაზღვრა გამოდევნილი წყლის მოცულობის მიხედვით. ლაბორატორიული ანალიზისთვის აღებულ ნიმუშში მშრალი ნიადაგის მასა უნდა იყოს 10 გ. ჰაერზე გამომშრალ 10 გ ნიადაგში სრულიად მშრალი ნიადაგის რაოდენობა შეიძლება განისაზღვროს ჰიგროსკოპული ტენიანობის მიხედვით, პროცენტული შემცველობის გამოთვლით).

ნიმუშის შერჩევა მოცულობითი მასის დასადგენად

ნიადაგის მოცულობითი მასა არის 1 სმ^3 ურღვევი სტრუქტურის მქონე ნიადაგის მასა გრამებში ანუ 1 სმ^3 ნიადაგის მასა თავის ფორებთან ერთად. მოცულობითი მასა დამოკიდებულია ნიადაგის მინერალოგიურ, გრანულომეტრიულ და სტრუქტურულ შემადგენლობაზე და მასში ორგანული ნივთიერებების რაოდენობაზე. მოცულობითი მასა ყოველთვის ნაკლებია, ვიდრე სპეციფიკური მასა და მერყეობს 1-1.8 საზღვრებში. არსებობს ნიადაგის ნიმუშების მომზადების ორი მეთოდი:
მეთოდი 1. ცილინდრული მეთოდი: 10 სმ დიამეტრის და 1 დმ^3 მოცულობის ლითონის ცილინდრს დებენ დაურღვეველი სტრუქტურის მქონე მიწაში. ცილინდრის გარშემო ნიადაგს თხრიან, ფრთხილად ჭრიან ქვედა კიდეებს და ცილინდრს იღებენ. ცილინდრს ფრთხილად აჭრიან მისგან გამოშვერილ ნიადაგის მასას. პროცედურის მსვლელობისას საჭიროა ყურადღება, რომ არ დაირღვეს ნიადაგის სტრუქტურა და ნიადაგი ცილინდრიდან არ გამოვიდეს, რადგანაც

მიღებული შედეგების სისწორე სწორედ პროცედურის გამართულობაზეა დამოკიდებული. თუ ნიადაგი ნაწილობრივ გადმოიყარა ცილინდრიდან, მაშინ საჭიროა ახალი ნიმუშის აღება. ცილინდრი უნდა დაიხუროს სახურავით ისე, რომ ნიადაგი არ გადმოიყაროს. ამის შემდეგ მიწიანი თავდახურული ცილინდი უნდა აიწონოს. ასევე უნდა აიწონოს თავსახურიანი ცარიელი ცილინდრი. შესწავლილი ნიადაგიდან მზადდება ნიმუში ტენიანობის დასადგენად. ცარიელი და ნიადაგიანი ცილინდრის წონის მიხედვით გამოითვლება აღებული ნიადაგის მოცულობის მასა.
მეთოდი 2. პარაფინით დამუშავების მეთოდი: დაურღვეველი სტრუქტურის ნიადაგიდან ჭრიან 5x5 სმ ზომის ნიადაგს წრიული ან სხვა ფორმის სახით და წონიან ტექნიკურ ან ელექტრონულ სასწორზე. გამდნარი პარაფინი მზადდება ლღობის ტემპერატურაზე დაახლოებით 2-3°C-ით მაღალ ტემპერატურაზე. ნიადაგის ზედაპირზე პარაფინის აპკის წარმოსაქმნელად ნიადაგის ნაჭერს ათავსებენ პარაფინში ხან ერთი და ხან მეორე მხრიდან. პარაფინის 5-10 ფენის წარმოქმნის შემდეგ ნიადაგი პარაფინის აპკით ცივდება და იწონება. განსხვავება პარაფინიანი (n) ნიადაგის მასასა და და უპარაფინო ნაჭრის მასას (m) შორის არის პარაფინის მასა (n-m). პარაფინის (WP) მიერ დაკავებული მოცულობის განსაზღვრისათვის პარაფინის მასა უნდა გაიყოს სიმკვრივეზე (P), რომელიც ტოლია 0,89.

<u>ნიმუშის შერჩევა ნიადაგის ტენიანობის დასადგენად</u>

ნაკვეთის და ჰიგროსკოპული ტენიანობის განსაზღვრა

ნაკვეთის ტენიანობით განისაზღვრება ნიადაგში წყლის რაოდენობა სინჯის აღების დროს. მისი განსაზღვრისას დგინდება ნიადაგის საერთო ტენიანობა და მის დინამიკა მცენარეთა ვეგეტაციური სეზონის დროს.

მცენარეებისათვის ჰიგროსკოპული ტენიანობა მიუწვდომელია და წარმოადგენს ნიადაგში „მკვდარი“ წყლის მარაგს. ცალკეული ნიადაგის ჰიგროსკოპული ტენიანობა დამოკიდებულია ჰუმუსის შემცველობაზე, გრანულომეტრულ შემადგენლობაზე და ჰიგროსკოპული მარილების შემცველობაზე. რაც უფრო მეტია ნეშომპალისა და მინერალური კოლოიდების შემცველობა ნიადაგში, მით მეტია ჰიგროსკოპიული ტენიანობა.

ნაკვეთის ტენიანობის დადგენისას ყუთებში იღებენ 10-20 გ ნიადაგს და 3-5 გ ჰაერზე გამშრალ ნიადაგს (ჰიგროსკოპულობის განსაზღვრისას), აფარებენ სახურავებს და საზღვრავენ ტენიანობას ანალიზის მეთოდის შესაბამისად.

ნიმუშის აღება ნიადაგის ტენიანობის დასადგენად

ნიადაგის საერთო (ჯამური) და კაპილარული ტენიანობის განსაზღვრისას იღებენ დაურღვეველი სტრუქტურის ნიადაგის სინჯებს. ლაბორატორიაში ზოგჯერ განისაზღვრება ნიადაგის ტენიანობის შემცველობა ნიმუშებში, რომლებსაც აქვთ დარღვეული სტრუქტურა - ასეთ შემთხვევაში ნიმუშებს აფხვიერებენ და ცრიან 1 მმ. დიამეტრის ხვრელებიან საცერში.

ნიმუში შერჩევა ნიადაგის კაპილარული ტენიანობის დასადგენად. ბადეში დებენ ფილტრის წრიულ ქაღალდს, ასველებენ გამოხდილი წყლით, ბადეს აცვამენ ცილინდრზე და წონიან 0,01 გ. სიზუსტით. შემდეგ ბადეს იღებენ, ცილინდრს ათავსებენ ბურღის პატრონაში (პირში) და იღებენ ნიადაგის ნიმუშს შერჩეულ სიღრმეზე ნეკრასოვის ან კაჩინსკის ბურღით. ნიმუშის აღების შემდეგ ცილინდრს აცილებენ ბურღის კარტრიჯიდან, ახურავენ სახურავს და აგზავნიან ლაბორატორიაში.

ნიმუშის აღება ნიადაგის საერთო ტენიანობის დასადგენად. ნიადაგის ნიმუშის აღება ხორციელდება ისეივე წესით, როგორც ნიადაგის კაპილარული ტენიანობის დადგენისას.

ნიადაგის ნიმუშის აღება ბიოლოგიური ინდიკაციისთვის ჰერბიციდების მოქმედების შემდეგ

ნიმუშების შერჩევა ხდება შემთხვევითი შერჩევის წესით ადგილებიდან, სადაც გამოყენებულია აგროქიმიური ტექნოლოგიები. ანალიზისთვის ცალკე უნდა შეირჩეს ნაკვეთის საზღვრები, ამოწეული ადგილები, ადგილები სადაც შესაძლოა განთავსდა შემასხურებლები და სხვა ლოკაციები, სადაც შეიძლება დაგროვდა ჰერბიციდები.

ბიოლოგიური ინდიკაციისთვის ნიადაგის ნიმუშები შეირჩევა "კონვერტის" მეთოდით.

ნიადაგის ნორმალური დამუშავებისას ნიმუშებს იღებენ 0-10, 10-20, 20-30 სმ სისქის ფენებად. ნულოვანი ტექნოლოგიის გამოყენებისას ნიმუშის აღება ხდება 10-15 სმ ფენის სახით.

საერთო ნიმუში (ფენებად შერჩევისათვის თითოეულ ფენას იღებენ ცალკე) უნდა იყოს მინიმუმ 5 დმ^3 (= 5 ლ) მოცულობის. ნიადაგის საკონტროლო ნიმუშის (5 დმ^3) აღება ხდება დაუმუშავებელი ადგილებიდან.

ნიმუშის აღება და ნიადაგის მომზადება გრანულომეტრული ანალიზითვის.

საკვლევი ადგილიდან იღებენ ნიადაგის ნიმუშს (0,5-2,5 კგ) და ჰაერზე საბოლოო გამოშრობის შემდეგ ანაწილებენ კვადრატის ფორმით სპეციალურად მომზადებულ ქაღალდის ნაჭერზე. შემდეგ ნიადაგის ნიმუშს მინის ჯოხის გამოყენებით ყოფენ დიაგონალზე ოთხ ნაწილად. ერთ ნაწილს იღებენ მთლიანად, წონიან და ატარებენ 10, 7, 5, 3, 2, 1 მმ. დიამეტრის ღიობების მქონე საცრებში. შერჩეული ნიმუშის ყველა ნაწილს (სავარაუდო წონა 100 გ.) ცრიან მიმდევრობით, მცირე ულუფებად, თითოეულ საცერში დამოუკიდებლად. საცერზე დარჩენილი თითოეული ფრაქციის მსხვილი ნაწილაკებს აგროვებენ წინასწარ აწონილ ფაიფურის ჭიქაში (ან სწორ ფურცელზე) და წონიან. მიღებული მონაცემების მიხედვით გამოითვლება თითოეული ფრაქციის პროცენტული შემცველობა ნიადაგიდან აღებული ნიმუშის მასაში.

ნიადაგის მომზადება გრანულომეტრული ანალიზითვის (კაჩინსკის მიხედვით)

ნიადაგის ნიმუშის მომზადება ანალიზისთვის ხდება ეტაპობრივად: საწყის ეტაპზე ნიადაგის მსხვილ აგრეგატებს წინასწარ აქუცმაცებენ ფაიფურის სანაყში რეზინისთავიანი ფილთაქვით. შემდეგ ცრიან 1 მმ. დიამეტრის ღიობების მქონე საცერში. საცერზე დარჩენილ ნაწილს რეცხავენ თიხის ნაწილაკებისგან, აშრობენ, წონიან და ბოლოს ითვლიან მის პროცენტულ წილს მშრალი ნიადაგის მთლიანი წონიდან. ამის შემდგომ იწყება ქიმიური მომზადება კაჩინსკის მეთოდის შესაბამისად. ეს პროცესი დამოკიდებულია ნიადაგში კალციუმის კარბონატისა და მაგნიუმის არსებობაზე.

<u>უკარბონატო ნიადაგის მომზადება</u>

10 გრ. ან 20 გრ. ნიადაგის ნიმუშს ათავსებენ ფაიფურის ჭიქაში (რაც უფრო მსუბუქია ნიადაგის გრანულომეტრული შემადგენლობა, მით უფრო დიდი რაოდენობის ნიმუშის აღებაა საჭირო), პორციებად ამატებენ 200 მლ, 0.05 N მარილმჟავას, ურევენ რეზინის თავიანი მინის წკირით და ელოდებიან ფსკერზე გამოლექვას. ამის შემდეგ სუსპენზიას ფილტრავენ გამოხდილი წყლით გაჟღენთილ საშუალო სისქის ფილტრში, რომელიც დაკალიბრებულია 300 მლ მოცულობამდე. მჟავის ბოლო პორცია ნიადაგთან ერთად გადააქვთ ფილტრზე და რეცხავენ 300 მლ-მდე გამხდილი წყლით, ისე რომ არ მოხდეს შემღვრევა. სინჯარის შემღვრევა ნიშნავს, რომ კოლოიდიები გადავიდნენ ფილტრიდან და შესაბამისად, რეცხვა უნდა შეწყდეს. განარეცხი წყალი ფილტრატთან ერთად უნდა შეადგენდეს 300 მლ-ს. ფილტრატს გულდასმით ურევენ და იყენებენ ნიადაგის მარილმჟავითი დამუშავების შედეგად მიღებული დანაკარგისა და აბსორბირებული ფუძეების რაოდენობის განსაზღვრისათვის. ნიადაგის მარილმჟავით დამუშავების შედეგად მიღებული

დანაკარგის სიდიდე დამოუკიდებელი მნიშვნელობისაა და მიუთითებს ნიადაგში ადვილად ხსნადი მარილებისა და კარბონატების არსებობაზე.

50 მლ. ფილტრატს იღებენ პიპეტით და გადააქვთ წინასწარ აწონილ ფაიფურის ჭიქაში, ათავსებენ წყლის აბაზანაში და საშრობ ღუმელში 2 სთ. განმავლობაში. ფილტრატი ორთქლდება, შემდეგ გრილდება საშრობშივე და იწონება ანალიზურ სასწორზე. გამოთვლები ტარდება შესაბამისი ფორმულის მიხედვით.

კარბონატული ნიადაგის მომზადება

10 გრ. ნიადაგს ამუშავებენ 0,2 N მარილმჟავას გამოყენებით. ნიმუშს ყოველ ჯერზე ამატებენ 50 მლ მარილმჟავას. მჟავას პირველი პორციის დამატების შემდეგ ნიადაგს ურევენ მინის წკირით 5-6 ჯერ საათის განმალობაში. ამის შემდეგ, წკირზე არსებულ სითხე საშუალო სისქის ფილტრის გამოყენებით გადააქვთ 500 მლ კოლბაში და თვალყურს ადევნებენ, რომ მთელი ნიადაგი დარჩეს ჭიქაში. შემდეგ ჭიქაში ამატებენ მჟავას ახალ პორციას. კარბონატების გახსნა გრძელდება მანამდე, სანამ არ შეწყდება CO_2 ბუშტუკების წარმოქმნა. მჟავას ბოლო პორციის დამატების შემდეგ, კარბონატების სრული გახსნის მიზნით, ნიადაგიან ჭიქას ტოვებენ მთელი ღამით და შემდეგ რეცხავენ 0.05 N მარილმჟავას გამოყენებით კალციუმის რეაქციის შეწყვეტამდე.

კალციუმის ტესტი. ძაბრიდან აგროვებენ 3 მლ ფილტრატს და ახდენენ მის ნეიტრალიზაციას ამიაკის 10%-ანი ხსნარით, რომელსაც ამატებენ მძაფრი სუნის მისაღებად. ამიაკის შემჟავებას ახდენენ 10% ძმარმჟავას რამდენიმე წვეთით. სინჯარაში ამატებენ 2 მლ ამონიუმის ოქსიდის ნაჯერ ხსნარს და აცხელებენ დუღილამდე. თუ ფილტრატში დარჩენილია კალციუმი, მაშინ ხდება $CaCrO_7$ -ის გამოლექვა.

ნიადაგში კალციუმის არსებობისას მას კვლავ ამუშავებენ მარილმჟავათი. თუ კალციუმი აღარ არის, ელოდებიან ფილტრიდან მარილმჟვას სრულ ჩამოწურვას. ფილტრატი განსაზღვავს მჟავაში გახსნილი ნივთიერებების რაოდენობას. ამისათვის ზომავენ ფილტრატის მოცულობას ან მიჰყავთ 500 ან 1000 მლ-მდე და ინტენსიურად ურევენ. შემდეგ პიპეტით იღებენ 25 მლ და აორთქლებენ წინასწარ აწონილ ჭიქაში.

ნიადაგის ფილტრს რეცხავენ წყლით 500 მლ კონუსურ კოლბაში, თანდათდობით ამატებენ 01 N NaOH სუსტი ტუტე რეაქციის მისაღწევად. სუსპენზიას ადუღებენ, ისე როგორც უკარბონატო ნიადგის სინჯის მომზადებისას.

ნიადაგის სინჯის მომზადება გრანულომეტრული ანალიზისთვის ნატრიუმის პიროფოსფატის ხსნართან შერევის მეთოდით.

ნიადაგის ჰაერზე გამშრალ ნიმუშს ცრიან 1 მმ. დიამეტრის ღიობებიან საცერში, იღებენ 10 გ ნიმუშს, წონიან 0,01 გ. სიზუსტით და ათავსებენ ფაიფურის ჭიქაში, რომლის დიამეტრია 10-12 სმ. მცირე ზომის ჭიქაში ასხავენ მცირე მოცულობის 4% ნატრიუმის პიროფოსფატს: მსუბუქი გრანულომეტრული შემადგენლობის უმარილო და არათაბაშირიანი ნიადაგებისათვის იღებენ 1 მლ, მძიმე თიხნარის, თიხისა და კარბონატული ნიადაგებისათვის - 10 მლ, ხოლო მარილიანი და თაბაშირიანი ნიადაგებისათვის - 20 მლ.

ნიადაგის მცირე ნაწილს ასველებენ ნატრიუმის პიროფოსფატის ხსნარით პასტისსმაგვარი კონსისტენციის მიღებამდე და ფრთხილად, ზეწოლის გარეში ზელენ რეზინის წვერიანი ჩხირით 10 წუთის განმალობაში. ნიადაგის დაქუცმაცების შემდეგ ჭიქაში ამატებენ პიროფოსფატის ნარჩენს, გამოხდილ წყალს, იმავე რეზინის წვერიანი ჩხირით ურევენ და მიჰყავთ სუსპენზიის მდგომარეობამდე. აბსორბციული ნიადაგ-ნატრიუმის კომპლექსის გაჯერების რეაქცია აღიწერება შესაბამისი განტოლებით.

3.3.2. თესლები

3.3.2.1 თესლების ნიმუშები და მცენარის მასალები ანალიზისათვის

თესლის პარტია არის ერთი კულტურის ჰომოგენური თესლების განსაზღვრული რაოდენობა, რომელთა მრავალფეროვნება, რეპროდუქცია, სერიის სიწმინდე, ფიზიკური ნიშან-თვისებები, მოსავლის წელი და წარმომავლობა დანომრილია და სერტიფიცირებულია შესაბამისი დოკუმენტებით. პარტიის ზომა დამოკიდებულია თესლების ზომაზე (250 ცენტნერიდან (პურის მარცვალი) 2 ცენტნერამდე (თამბაქო). ნებისმიერი სერიის თესლების ფიზიკური და თესვის ხარისხის ანალიზისათვის მნიშვნელოვანია, რომ სერიიდან შეირჩეს საშუალო (ტიპიური) ნიმუში - ეს არის თესლების შედარებით პატარა ნიმუში, რომელსაც უნდა გააჩნდეს თესლების დიდი სერიის ყველა მახასიათებელი.

სიზუსტის მიღწევა საშუალო ნიმუშის აღებისას შეიძლება მხოლოდ მაშინ, როდესაც მასალის აღება ხდება არა ერთი, არამედ სხვადასხვა ადგილებიდან და როდესაც აღებულია მცირე ზომის ნიმუშები დიდი რაოდენობით - ასეთი ნიმუშები მიიღება თესლის პარტიის სხვადასხვა ადგილიდან. სწორედ ამით აიხსნება საშუალო ნიმუშის მიღებისა და ნიმუშების შერჩევის მეთოდის სირთულე.

საშუალო ნიმუშის შერჩევის სიზუსტეზე შეიძლება ზეგავლენა იქონიოს შემდეგმა ფაქტორებმა: ნიმუშის აღებამ ბევრი თესლიდან, ნიმუშის საშუალო მოცულობის არასაკმარისმა ზომამ და მისი შერჩევის წესების დარღვევამ (ნიმუშების აღება ძალიან ცოტა ადგილიდან)

თესლების ხარისხის დასადგენად შუალედურ ნიმუშს იღებენ თესლის გამზადებული პარტიიდან, ე.ი. გაწმენდილი, სორტირებული, გამშრალი (ტენიანობის შემთხვევაში), აწონილი, დანომრილი და აღიარებული ბრენდის მიხედვით ეტიკეტირებული პარტიებიდან.

პირველადი ნიმუშის შეკრება იწყება შერჩევის აღებით.

შერჩევის აღებამდე თესლის სერია ყურადღებით მოწმდება, ყურადღება მახვილდება თესლების ფერზე, მათ ბზინვარებაზე, სუნზე, დაბინძურებაზე, ტენიანობასა და ჰომოგენურობაზე, ასევე უნდა შემოწმდეს გამოსაკვლევი თესლის ყველა დოკუმენტი.

თუ თესლების პარტია იწონის კონკრეტული კულტურისათვის განსაზღვრულ საკონტროლო ერთეულზე მეტს, მაშინ პირველ რიგში ის იყოფა ნაწილებად (საკონტროლო ერთეულებად), შემდეგ თითოეულ შერჩევას ენიჭება ნომერი, რათა მოხდეს პირველადი ნიმუშის შედგენა.

თესლების წინასწარი შემოწმების პარალელურად მოწმდება მათი შენახვის პირობები (შენახვის პროცედურა, მათზე მეთვალყურეობა და საწყობის მდგომარეობა). ყველა ჩამოთვლილი მახასიათებლის შემოწმების საფუძველზე ფორმდება ნიმუშების შერჩევის აქტი.

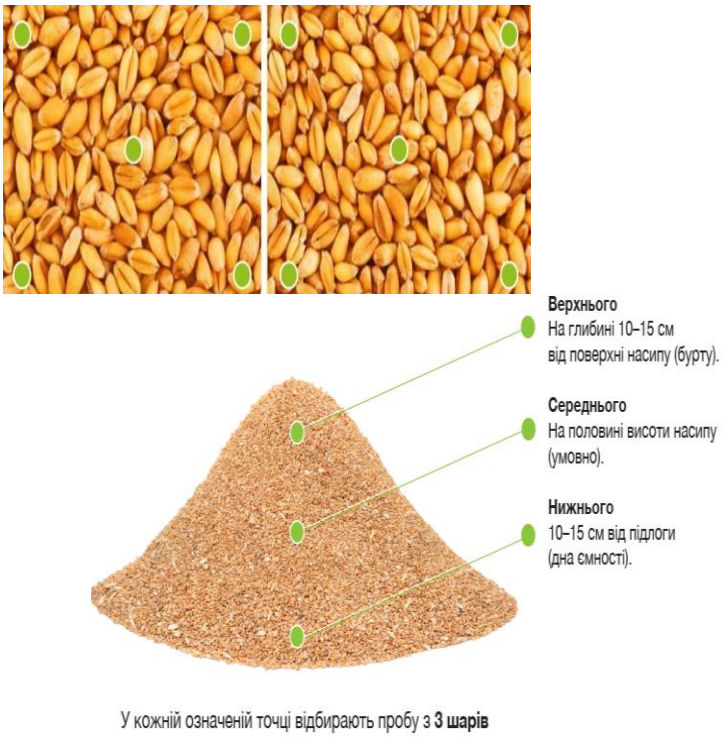
ნიმუშების შერჩევის მთავარი ამოცანა შერჩევის სწორი ადგილების ინდენტიფიცირებაა. აუცილებელია შემდეგი თანმიმდევრობის დაცვა: ნიმუშებს იღებენ სამი ფენიდან - ზედა, შუა და ქვედა ფენებიდან.

ცალკეული ჰომოგენური ნიმუშის მიღების შემდეგ მათ ურევენ ერთიანი ორიგინალური ნიმუშის მისაღებად. ნიმუშებს შორის მკვეთრი განსხვავების არსებობისას, თესლების რაოდენობის გათვალისწინებით ისინი იყოფა 2 ან მეტ საკონტროლო ჯგუფად და თითოეული მათგანიდან იქმნება ორიგინალური ნიმუში.

ორ შუალედურ ნიმუშს იღებენ თავდაპირველი ნიმუშიდან, ჯვარედინი შერჩევის გზით: ერთ ნიმუშს იღებენ ტენიანობისა და ბეღლის მავლებლების მიერ მიყენებული დაზიანების დასადგენად (ეს ხდება მჭიდროდ დახურულ და ცვილით ან პარაფინით სავსე ჭურჭელში), მეორეს კი თესლის ფიზიკური და სათესი თვისებების განსაზღვრისათვის.

წერტილოვანი ნიმუშების შერჩევა მიწაყრილიდან

20 ტ ან 20მ² ზედაპირის მქონე პარტიისათვის წერტილოვან ნიმუშებს იღებენ თითოეული სექციის 5 შერჩეული ადგილიდან, კონვერტის სახით. თუ თესლების ზედაპირის ფართობი და მასა ჭარბობს წინასწარ დადგენილ მაჩვენებლებს, ისინი იყოფა დაახლოებით 20 მ სექციებად და ნიმუშებს იღებენ თითოეული სექციიიდან, 5 არჩეული ადგილიდან.



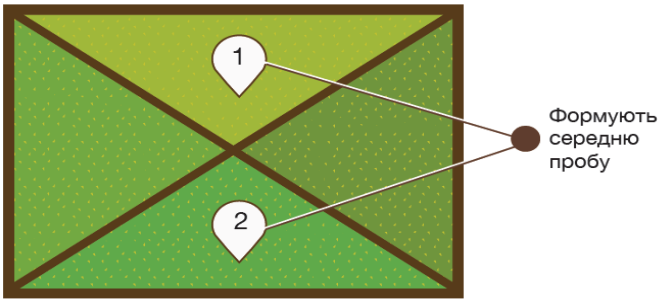
წერტილოვანი ნიმუშების შერჩევა ტომრებიდან

საშუალო ნიმუშის მასა არ უნდა იყოს 2 კგ-ზე მეტი

ტომრების/კონტეინერების რაოდენობა, ცალი	ნიმუშების რაოდენობა, ცალი
5 >	თითოეული კონტეინერიდან, არანაკლებ 5 ნიმუშისა
6-დან 30-მდე	5 კონტეინერიდან, ან ერთი ცალი ყოველი მესამედან, მაგრამ არანაკლებ 5 ნიმუშისა
30-დან 400-მდე	10 კონტეინერიდან, ან ერთი ცალი ყოველი მეხუთედან, მაგრამ არანაკლებ 10 ნიმუშისა
400 <	80 კონტეინერიდან ან ერთი ცალი ყოველი მეშვიდედან, მაგრამ არანაკლებ 80 ნიმუშისა

საშუალო ნიმუშის შექმნა

თესლები იყრება დაფაზე და თანაბრად იშლება კვადრატის ფორმაზე. თესლების ზედაპირი ხის ფორფიტის (სახაზავის) დახმარებით იყოფა ოთხ ნაწილად. ორი საპირისპირო ნაწილი ერთიანდება და გვაწვდის ინფორმაციას ბრენდირებული შეფუთვისათვის, დანარჩენ ორ ნაწილს არ იყენებენ (ისინი ინახება ფერმაში). საშუალო ნიმუშის შერჩევა აგრეთვე შესაძლებელია მარცვლეულის სეპარატორის გამოყენებით (DP-5, DP-10 ან სხვა მოდიფიკაციები).



მცენარეული მასალის ნიმუშის აღება

მცენარეული მასალის ნიმუშის აღებისას, მცენარეების ნორმალური განვითარებიდან გადახრების აღმოსაჩენად, საჭიროა მინდვრის ყურადღებით შემოწმება. მცენარეები უნდა შეირჩეს ერთ ველზე, ათი განსხვავებული ადგილიდან (წერტილოვანი ნიმუშების რაოდენობა შეიძლება იცვლებოდეს ველის ზომისა და არსებული გადახრების გათვალისწინებით). შეირჩევა მხოლოდ 20-100 ნიმუში საკვლევი კულტურისა და მისი განვითარების სტადიის გათვალისწინებით:

მცენარე	განვითარების სტადია	მცენარის ნაწილი	ანალიზისათვის საჭირო მცენარეთა რაოდენობა
სიმინდი	აღმოცენების ფაზა (30 სმ-ზე ნაკლები)	მიწის ზემოთ არსებული ყველა ნაწილი	20-30
	საგველას განვითარებამდე	ზედა, სრულად განვითარებული ფოთოლი	15-25
	საგველას მოცილების სტადიიდან ბუტკოს სვეტის გაყავისფრებამდე	მთელი ფოთოლი ტაროს ღერთან ახლოს	15-25
	შერჩევა არაა რეკომენდებული მას შედეგ, რაც სიმინდის აბრეშუმი გახდება ყავისფერი		
სოიო და პარკოსანთა ოჯახის სხვა მცენარეები	აღმოცენების ფაზა (30 სმ-ზე ნაკლები)	მიწის ზემოთ არსებული ყველა ნაწილი	20-30
	ყვავილობის პერიოდის საწყისი ეტაპი	2 ან 3 სრულად განვითარებული კენწრული ფოთოლი	20-30
	შერჩევა არ არის რეკომენდებულია პარკის შევსების შემდეგ		
ხორბალი, ჭვავი, შვრია, ქერი	აღმოცენების ფაზა (30 სმ-ზე ნაკლები)	მიწის ზემოთ არსებული ყველა ნაწილი	50-100
	ღეროს ზრდის ფაზა	კენწრული ზრდასრული ფოთლები ან მფარავი ფოთოლი	20-30
	შერჩევა არ არის რეკომენდებულია პარკის შევსების შემდეგ		
მზესუმზირა	აღმოცენების ფაზა	ყველაფერი მიწის ზემოთ	15 -20
	ვეგეტატური ფაზებიდან სრული ყვავილობის ფაზამდე	ახალი და ზრდასრული ფოთლები	25-30

კარტოფილი ნიტრატული აზოტის ანალიზი	აღმოცენების ფაზა	მიწის ზემოთ არსებული ყველა ნაწილი	20-25
	ვეგეტატური ფაზებიდან სრული ყვავილობის ფაზამდე	ახალი და ზრდასრული ფოთლები	25-30
	ტუბერების ფორმირება	ყუნწი/ღერო	25-30

ტრანსპორტირების მინიმალური პირობების უზრუნველყოფისათვის საჭიროა ფესვები ფენაში მინიმუმ 100 გრამი ნიადაგის დატოვება. თუ მცენარე დიდი ზომისაა, დაზიანებული და დაუზიანებელი ორგანოები (ფესვები, ღეროები, ფოთლები, ყვავილები, ნაყოფი) უნდა განცალკევდეს. მენარეების დაცვისათვის ტრანსპორტირების პროცესში, შერჩეული მასალები უნდა ჩალაგდეს ტომრებში/ყუთებში.

<u>მცენარეული მასალის შერჩევა ტიპურობის დასადგენად</u>

მზესუმზირისა და სიმინდის მცენარეების ნიმუშების შერჩევისას ტიპურობის დადგენა ხდება ფაზების მიმდინარეობის საფუძველზე (მომწიფების ფაზა - ფიზიოლოგიური სიმწიფე).

ნიმუშების აღება რეკომენდებულია რეზინის ხელთათმანებით, რომლებიც ყოველი ახალი ნიმუშის აღების წინ უნდა გაიწმინდოს ეთილის სპირტით. ნიმუშის აღების პროცესში გამოყენების შემთხვევაში ინსტრუმენტები (მარკატელი, დანა) ასევე უნდა დამუშავდეს სპირტით.

მინდვრის დიაგონალზე სხვადასხვა მცენარეებიდან შეირჩევა 60 ფოთოლი ან მცენარის სხვა ნაწილები. მცენარის თითეული ნაწილი განცალკევებით თავსდება სუფთა პოლიეთილენის პარკში. თითოეული სატესტო ნიმუში (მცენარის 60 ნაწილი) თავსდება სრულყოფილად ეტიკეტირებულ ბრენდირებულ ტომარაში.

თესლების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები და ნიმუშების აღება მათი განსაზღვრისათვის

<u>კულტურის ნიმუშების აღება 1000 ცალი თესლის მასის განსაზღვრისათვის</u>

1000 მარცვლის წონა ახასიათებს თესლების წონას, რომელიც დაკავშირებულია თესლების ზომასთან და შინაგან სტრუქტურასთან და შესაბამისად, განსაზღვრავს თესლში დაგროვებული საკვები ნივთიერებების მარაგს. მძიმე თესლები უფრო მკვრივია და უკეთესად აღმოცენდება. ნათესის წონის განსაზღვრისათვის საჭიროა 1000 თესლის წონის დადგენა.

1000 თესლის წონის განსაზღვრა პირობითი ტენიანობის საფუძველზე ტარდება თესლების სისუფთავის ანალიზის პარალელურად. სუფთა თესლების ფრაქციიდან ორ 500 თესლიან ნიმუშს წონიან 0.001 სიზუსტით. თუ გაზომვის შედეგებს შორის სხვაობა 3% არ აღემატება, 1000 თესლის წონა ჩაითვლება ორი ნიმუშის საშუალო მნიშვნელობად. თუ შედეგებს შორის სხვაობა 3%-ს აღემატება, ტარდება მესამე გაზომვა და 1000 თესლის საშუალო წონა გამოითვლება ორი ერთმანეთისაგან ყველაზე ნაკლებად განსხვავებული ნიმუშების საფუძველზე. ზოგჯერ საზღვრავენ თესლების აბსოლუტურ წონას, რაც წარმოადგენს 1000 თესლის წონას სრულად გამომშრალ მდგომარეობაში. გამოთვლა ტარდება განსაზღვრული ფორმულის გამოყენებით.

<u>ნიმუშის აღება 1000 მარცვლის წონის განსაზღვრისათვის</u>

მარცვლის სიმკვრივე გამოსახავს მარცვლის (ხშირად 1 ლიტრის) მოცულობის მასას გრამებში. პარამეტრი დამოკიდებულია თესლის ფორმასა და ზომაზე: წაგრძელებული ფორმის მარცვალი ბუნებაში ხშირად უფრო პატარაა, ვიდრე მოკლე. გაზრდილი ტენიანობის პირობებში თესლის

თვისებები მცირდება. სავსე თესლებს ახასიათებთ უკეთესი თვისებები; სუსტი, თითქმის ცარიელი თესლები შემცირებული თვისებებისაა. თესლის მახასიათებლების დადგენა ხდება სპეციალური სასწორების (პურკას) გამოყენებით. თესლის წონა პურკას ლიტრში ასახვას თესლის თვისებებს (ცხრილი 3.9).

ცხრილი 3.9

ზოგიერთი მარცვლეული კულტურის 1000 მარცვლის წონა (გ 1 ლიტრზე)

კულტურა	მაღალი	საშუალო	დაბალი
ხორბალი	>785	725-785	< 725
ჭვავი	>730	685-730	< 685
ქერი	>605	545-605	< 545
შვრია	>480	420-480	< 420

ნიმუშის აღება თესლის სიწმინდის დასადგენად

სიწმინდის დადგენის მიზნით თესლებს იღებენ საშუალო ნიმუშიდან, ამოთხრის ან წონის მიხედვით ორი პორციად გაყოფის გზით: სიმინდი, ბარდა და სხვა მსხვილმარცვლოვანი კულტურები - 200 გ ხორბალი; ბრინჯი, ქერი, შვრია, წიწიბურა - 50 გ; ფეტვი - 20 გ; სელი - 10 გ; სამყურა, იონჯა - 5 გ. მსხვილი და წვრილი თესლების გასაცალკევებლად თითოეული პორცია იცრება შესაბამისი ღიობების მქონე საცერში. პორციას ათავსებენ დაფაზე ან ქაღალდის ფურცელზე და შტაპელის გამოყენებით ფრთხილად ყოფენ 2 ძირითად ფრაქციად: ა) ძირითადი კულტურის თსლები; ბ) ნარჩენები.

ძირითადი კულტურის თესლებს მიეკუთვნება: კარგად განვითარებული თესლები ფერისაგან დამოუკიდებლად; არასრულად შევსებული, თხელი თესლები; ჩანასახის გარეშე ან ნაწილობრივ დაზიანებული თესლები; თესლები ენდოსპერმით ან ლებნებით (1/3 ან ნაკლები); შიშველი თესლები ან თესლები დაზიანებული გარსით; ნისკარტით გახვრეტილი დაზიანებული ნაჭუჭი.

ნარჩენებს მიეკუთვნება: ძირითადი კულტურის წვრილი, არასრულად განვითარებული, აღმოცენებული, აღმოცენებული და მავნებლებისაგან დაზიანებული თესლები (როდესაც დაკარგულია თესლების 1/3), სარეველების თესლები, სხვა კულტურული მცენარეების თესლები, ნარჩენები.

ნიმუშების აღება თესლის აღმოცენების უნარისა და გაღივების ენერგიის განსაზღვრისათვის

თესლის აღმოცენების უნარი წარმოადგენს აღებულ ნიმუშში თესლების საერთო რაოდენობიდან ნორმალურად აღმოცენებული თესლების პროცენტულ მაჩვენებელს. გაღივების ენერგია ახასიათებს თესლების ნორმალური აღმოცენების თანადროულობას კონკრეტული კულტურისათვის დადგენილ დროში. რაც უფრო მაღალია გაღივების ენერგია, მით უფრო სწრაფად და ერთდროულად ჩნდება ყლორტები დათესვის შემდეგ. თესლის აღმოცენების უნარის შეფასების მიზნით ნიმუშების აღებისას საჭიროა ძირითადი კულტურის თესლების გამოყენება, რომლებიც შეირჩევა სიწმინდის განსაზღვრის დადგენილი წესით. ამ მიზნით მიმდევრობით იღებენ 4 ერთეულ 100 თესლისაგან შემდგარ ნიმუშს. მსხვილმარცვლიანი

კულტურების შემთხვევაში თესლების რაოდენობა ნიმუშში მცირდება 50-მდე. თესლების გაღივება ხდება პეტრის ჯამზე, თერმოსტატში, განსაზღვრულ ტემპერატურაზე.

თესლის პარტიის ხარისხის დასადგენად შერჩეული ნიმუშები უნდა იყვნენ რეპრეზენტატულები თესლების სრული რაოდენობისათვის. თესლების ხარისხის შემოწმება ხდება რეპრეზენტატულ ნიმუშზე. ამიტომაც, ტესტირების სარწმუნო შედეგების მისაღებად ძალიან მნიშვნელოვანია შერჩევის ტექნიკურად დასაბუთებული მეთოდოლოგიის გამოყენება. შერჩევა და ტესტირება თესლების შესყიდვის პროცესის ნაწილია, თუმცა მას ასევე იყენებენ საგანგებო სიტუაციების თანამშრომლები და ადგილობრივი ხელისუფლების წარმომადგენლები ფერმერებისათვის მისაწოდებელი/რამდენიმე თვის განმავლობაში შენახული თესლების ხარისხის შესაფასებლად.

ნიმუშის აღების მიზანია ტესტირებისათვის აუცილებელი ზომის ნიმუშის მიღება, რომელიც სატესტო პარტიის რეპრეზენტატული იქნება. ნიმუშების აღება უნდა მოხდეს სწრაფად, შეზღუდული ჰაერმიწოდებით შენობაში, რათა მინიმუმამდე შემცირდეს თესლების ტენიანობის ცვლილება, თუკი ამგვარი გაზმოვა დაგეგმილია. მეთესლეებმა უნდა გაითვალისწინონ, რომ თესლების ნებისმიერი გადაადგილება და მათი დალექვა კონტეინერში ადვილად გამოიწვევს ცარიელი, უფრო მსუბუქი თესლების განთავსებას ზედაპირზე. ამიტომაც, უშუალოდ ნიმუშის აღების წინ მნიშვნელოვანია თესლების მორევა, რაც უზრუნველყოფს თესლის პარტიის სრულყოფილ წარმოდგენას აღებულ ნიმუშში.

პირველადი ნიმუშები - კვლევებიდან შემთხვევითი შერჩევის პრინციპით აღებული თესლების მცირე პორციებია. ერთი სათესლე პარტიიდან აღებული ყველა პირველადი ნიმუში შემდგომში ერთიანდება შედგენილი (კომპოზიტური) ნიმუშის მისაღებად. შედგენილი ნიმუშები მცირდება უფრო მცირე ქვე-შერჩევამდე, რომელსაც წარდგენილი ნიმუში ეწოდება. წარდგენილი ნიმუშები ლაბორატორიაში ტესტირებისათვის გადაგზავნილი თესლების ნიმუშებია. სამუშაო ნიმუშები წარმოადგენენ წარდგენილი ნიმუშების ქვენიმუშებს და იმ თესლების ნაწილს, რომელზედაც ტარდება ტესტირება.

იყენებენ ნიმუშის აღების შემდეგ სტრატეგიებს:

კონტეინერები	ნიმუშები
1-4 კონტეინერი	3 პირველადი ნიმუში თითეული კონტეინერიდან
5-8 კონტეინერი	2 პირველადი ნიმუში თითოეული კონტეინერიდან
9-15 კონტეინერი	1 პირველადი ნიმუში თითოეული კონტეინერიდან
16-30 კონტეინერი	შემთხვევითობის პრინციპით არჩეულ კონტეინერებში მოთავსებული პარტიიდან აღებული 15 პირველადი ნიმუში. თითოეული კონტეინერიდან არ უნდა იყოს აღებული ერთ ნიმუშზე მეტი.
31-59 კონტეინერი	შემთხვევითობის პრინციპით არჩეულ კონტეინერებში მოთავსებული პარტიიდან აღებული 20 პირველადი ნიმუში.

	თითოეული კონტეინერიდან არ უნდა იყოს აღებული ერთ ნიმუშზე მეტი.

პირველადი ნიმუშები

პირველადი ნიმუშების აღების მეთოდი უნდა ემთხვეოდეს თესლის ტესტირების საერთაშორისო ასოციაციის (ISTA) სტანდარტებს (2015). Alberta-ს რეკომენდაციის თანახმად, ნიმუშის აღება უნდა მოხდეს ეფექტური და იაფი მეთოდით - ნიმუშის ასაღები ჯოხით ან ხელით. ნიმუშის ხელით აღების შემთხვევაში, თუ ვიღებთ ერთ ნიმუშს, უნდა ავიღოთ კონტეინერის შუა ნაწილიდან, ორი ნიმუშის აღების შემთხვევაში ზედა და ქვედა ნაწილებიდან და სამი ნიმუშის აღების დროს - ზედა, შუა და ქვედა ნაწილებიდან და ა.შ, რათა შედგეს სარწმუნო შერეული ნიმუში.

შერეული ნიმუში

ერთგვაროვანი შერეული ნიმუშის მისაღებად ერთმანეთს ერევა პირველადი ნიმუშები. შერეული ნიმუშების შესამცირებლად წარდგენილი ნიმუშის მოცულობამდე საჭიროა შემთხვევითი შერჩევის პრინციპის გამოყენება.

გაგზავნილი ნიმუშის ტრანსპორტირება უნდა მოხდეს ინტაქტური, ჰერმეტულად დახურული კონტეინერით, ჰაერის მინიმალური კონცენტრაციით. პლასტმასის ელვა-შესაკრავიანი ჩანთების გამოყენება არა არის რეკომენდებული და დასაშვებია მხოლოდ 1 საათზე ნაკლები დროით შენახვისათვის.

კონტეინერებად რეკომენდებულია მინის ფლაკონების, რეზინის ხუფის მქონე მინის ქილების ან თბოიზოლატორი ფოლგის პაკეტები გამოყენება, რომლებიც ხშირად ჰერმეტულად იხურება ოთახის ტემპერატურაზე. ამასთან, ფოლგის პაკეტები ყველაზე საიმედო და ეკონომიური არჩევანია.

გაგზავნილი ნიმუშების მიღებიდან 2 კვირის განმავლობაში აუცილებელია თესლის აღმოცენების უნარის შესაფასებელი ტესტის ჩატარება. შუალედური შენახვისათვის საჭიროა გაგრილების სისტემით უზრუნველყოფილი სამაცივრის გამოყენება. ტენიანობის შესაფასებელი ტესტი უნდა ჩატარდეს გაგზავნილი ნიმუშების მიღებიდან 24 საათში, თუმცა, ნიმუშები კონტეინერის გახსნამდე უნდა მოთავსდეს ოთახის ტემპერატურაზე.

ნიმუშების შეგროვებისათვის საუკეთესო დრო არის თესლების გასუფთავების შემდგომი პერიოდი, რაც მინიმუმამდე ამცირებს სათესლე მასალის გაცრისა და დამუშავების დროს ტესტირების შემდეგ. მიდგომა იდეალურია კარგი რეპრეზენტატული შერჩევის მიღებისათვის. თუმცა, თუ თქვენ თვლით, რომ თესლების პარტიას ექნება დაბალი აღმოცენების უნარი, თესლების გაწმენდამდე საჭიროა ტესტირების ჩატარება. ეს ამცირებს დანახარჯებს და იძლევა დროს თესლების ჩანაცვლებისათვის. როცა თქვენ ტესტირებას ატარებთ თესლების გაწმენდამდე და გაწმენდის შემდეგ, აღმოცენებისათვის განკუთვნილი ჭურჭლის ან ნიადაგის ტემპერატურა უფრო მაღალი იქნება, ვიდრე მინდორში დათესვისას. ამას არ აქვს არსებითი მნიშნელობა, რადგანაც მიზანი ნორმალური თესლების რაოდენობის დადგენაა, რაზეც ტემპერატურა გავლენას არ ახდენს.

ნიმუშის შერჩევა

უმთავრესი ფაქტორი თესლის აღმოცენების უნარის ტესტირების წარმატებით ჩასატარებლად არის რეპრეზენტატული შერჩევა. ტესტი უნდა გაკეთდეს ყოველ 20 ტონიან თესლის პარტიაზე.

ნიმუშის შერჩევის მეთოდი უნდა იყოს შემთხვევითი და მოიცავდეს მრავალ ქვე-ნიმუშს, რაც აუცილებელია საუკეთესო შედეგების მისაღებად. თესლის ყოველი გადაადგილების დროს (მაგალითად, თესლის საწმენდიდან, საცავიდან ან სატვირთო მანქანიდან გადატანისას) ან განსხვავებული ტომრებიდან შერჩევისას საჭიროა თესლის მცირე რაოდენობის (1 ჭიქა) რეგულარულად აღება. დაუშვებელია ნიმუშის აღება სასილოსე ორმოდან, რადგან ამ გზით რეპრეზენტატული შერჩევის მიღება რთულია და საშიში. ქვენიმუშების მოგროვების შემდეგ ისინი ერთმანეთს ერევა და შეირჩევა 1 კგ. მასის თესლის ნიმუში.

დანართი

შერეული (კომპოზიტური) ნიმუში – მიიღება კონტეინერებიდან ტესტირების მიზნით აღებული თესლების პირველადი ნიმუშების ერთმანეთთან შერევით.

პირველადი ნიმუში – მიიღება თესლის პარტიის ერთი ადგილიდან მცირე პორციის შერჩევით.

ნიმუშის აღება – მეთოდი, რომლის მეშვეობითაც თესლის პარტიიდან მიიღება რეპრეზენტატული შერჩევა ლაბორატორიაში ანალიზებზე გასაგზავნად.

გაგზავნილი ნიმუში – ლაბორატორიაში ტესტირებისათვის გადაგზავნილი ნიმუში. უნდა აკმაყოფილებდეს თესლის ტესტირების საერთაშორისო ასოციაციის (ISTA) რეგულაციებით დადგენილ მოთხოვნებს ნიმუშის მინიმალურ ზომებთან დაკავშირებით და შეიძლება მოიცავდეს შერეულ ნიმუშს სრულად ან მის ქვე-ნიმუშს.

ქვე-ნიმუში – ნიმუშის პორცია, რომელიც მიიღება საწყისი ნიმუშის მოცულობის შემცირებით თესლის ტესტირების საერთაშორისო ასოციაციის (ISTA) მიერ დადგენილი ნიმუშების აღების მეთოდების გამოყენებით.

წყაროები

International Rules for Seed Testing ISTA (2009):. International Seed Testing Association, Switzerland.
International Rules for Seed Testing, 2004 Edition, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland
Quality Declared Seed: Technical Guidelines for Standards and Procedures, 2006, FAO Plant Production and Protection Paper 185 Rome Italy

3.3.2.2.ნიმუშის აღება თესლის ხარისხის მახასიათებელი პარამეტრების განსაზღვრისათვის

თესლის ხარისხის შეფასებისა და სორტირების სტანდარტული პროცედურები ძირითადად ეფუძნება თესლის სხვადასხვა ტიპის ფიზიკური, მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური თვისებების შეფასებას და მსოფლიოში ფართოდ გამოიყენება სოფლის მეურნეობის ლაბორატორიებში. ბოლო პერიოდში გაჩნდა თესლის ხარისხის შეფასების უფრო ზუსტი, სწრაფი და ნაკლებად დამაზიანებელი (non-destructive) მეთოდების შემუშავების საჭიროება. სურათის კომპიუტერული ანალიზის სისტემების გამოყენება თესლთან დაკავშირებულ კვლევებში გაცილებით მოსახერხებელი აღმოჩნდა, რადგან ის ადამიანური შეცდომებისაგან თავისუფალია, უფრო სწრაფია და თესლებისა და აღმოცენებადი ნერგების ხარისხის დეტალური ანალიზის საშუალებას იძლევა. კომპიუტერული მოწყობილობების ფასის კლება, ციფრული მონაცემების დამუშავების შესაძლებლობების ზრდა და მისი ინტეგრირება გარემოს კონტროლის სისტემებთან ასევე განაპირობებს აღნიშნული ტექნოლოგიების არაერთ უპირატესობებს.

სურათებთან მიმართებაში ამ მეთოდის უპირატესობა არის ის, რომ სურათები, თესლების სიცოცხლისუნარიანობის სხვადასხვა ინდიკატორები და მათ სპეციფიკურ პარტიასთან/ტიპთან დაკავშირებული ინფორმაცია ინახება და შექმნილ მონაცემთა ბაზებში შესაძლებელია ინფორმაციის დამატება სამომავლო გამოყენების მიზნით. ნიმუშის დიდი მოცულობის შემთხვევაში, თითოეული თესლის შეფასება გვეხმარება თესლების ქვე-ნიმუშებად სორტირების (რომლებსაც აღმოცენების განსხვავებული შესაძლებლობები აქვთ) ნაკლებად საზიანო და მეტად ეფექტური მეთოდების განვითარებაში. ამ ტექნიკის გამოყენებით მიღებული მონაცემები შემდგომში შეიძლება დამუშავდეს სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებით და მოხდეს შედეგების გრაფიკული ვიზუალიზაცია; მონაცემთა ბაზა შეიძლება დაიხვეწოს სურათების ანალიზის შედეგად მიღებული მონაცემების ინტეგრირებით მცენარეთა სახეობების ტაქსონომიურ და ბიომორფოლოგიურ მახასიათებლებთან. აღწერილი მიდგომა ითვლება საკმაოდ ეფექტურ და საჭირო იარაღად თესლის ხარისხის კვლევის მიმდინარე და სამომავლო პერსპექტივების კუთხით.

თესლის განმარტება:

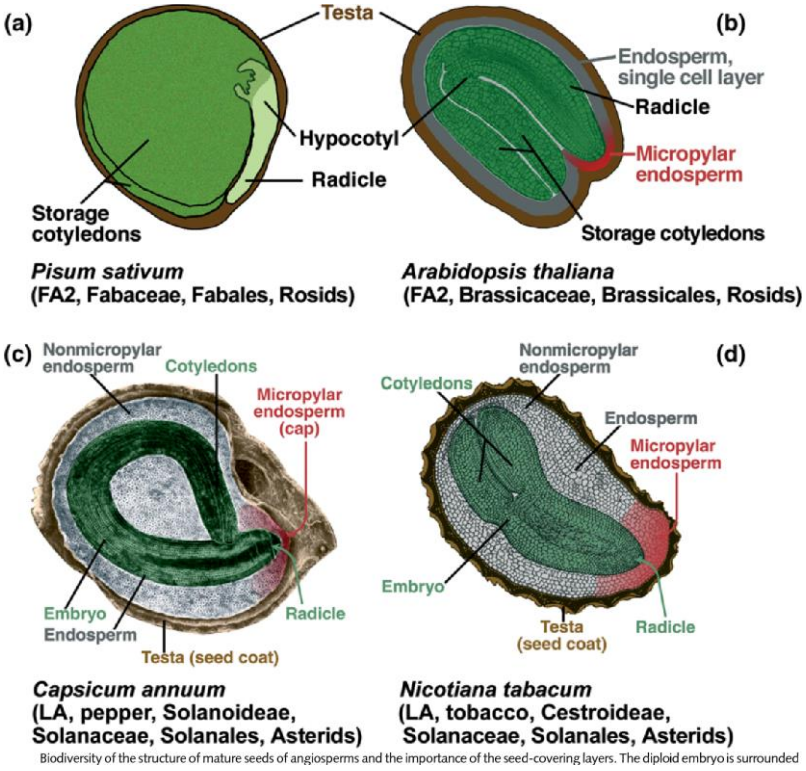
ჭეშმარიტი თესლი არის ყვავილის მტვრის მიერ განაყოფიერებული თესლკვირტი. მისი ზრდა გარკვეული დროის განმავლობაში მიმდინარეობს დედა მცენარეში. ჩანასახი ვითარდება ზიგოტიდან, ხოლო თესლის კანი - მომწიფებული თესლკვირტის გარსებიდან, რომელიც შეიცავს სამარაგო ნივთიერებებსა და თესლსაფარს?

თესლის ფორმირება წარმოადგენს ყველა ფანეროგამის (თესლოვანი მცენარეების) რეპროდუქციული ციკლისათვის დამახასიათებელ პროცესს, მათ შორის შიშველთესლოვანი და ფარულთესლოვანი მცენარეებისათვის.

ტერმინს „თესლი“ გააჩნია ზოგადი მნიშვნელობა. თესლია ნებისმიერი რამ, რაც შეიძლება დაითესოს. მაგალითად, კარტოფილის „თესლი“, სიმინდის „თესლი“, ან მზესუმზირის „თესლი“. მზესუმზირისა და სიმინდის „თესლის“ შემთხვევაში დასათესი მასალა მოთავსებულია გარსში ან კანში მაშინ როცა კარტოფილის „თესლს“ წარმოადგენს ტუბერი.

ზოგიერთი სტრუქტურა, რომელთაც „თესლის“ სახელით მოიხსენიებენ, სინამდვილეში მშრალი ნაყოფია. კენკრის წარმომქნელ მცენარეებს ეწოდებათ კენკროვნები. მზესუმზირის თესლები ხშირად იყიდება კომერციული მიზნით, თუმცა ისინი დაფარულია ნაყოფის მკვრივი გარსით და თესლის მისაღებად საჭიროა გარსის გახსნა. თესლის სტრუქტურა შეიძლება შევისწავლოთ ბარდის, მუხუდოს, ლობიოს, მზესუმზირის, ან ნუშის მაგალითზე.

მცენარეების სხვადასხვა ჯგუფებს გააჩნიათ თესლის განსხვავებული მოდიფიკაციები. ასე მაგალითად, კურკოვან კულტურებს (ატამს) გააჩნია ნაყოფის მყარი გარსი (ენდოკარპი), რომელიც გარს აკრავს ნამდვილ თესლს და შერწყმულია მასთან. კაკალი არის ერთთესლიანი მსხვილნაჭუჭიანი კულტურების წარმომადგენელი უხსნადი თესლით, ისევე როგორც რკო ან თხილი. მიუხედავად იმისა, რომ ისინი განსხვავდებიან თესლის ფორმითა და და ზომით, მათი აგებულების ზოგადი სქემა მსგავსია.



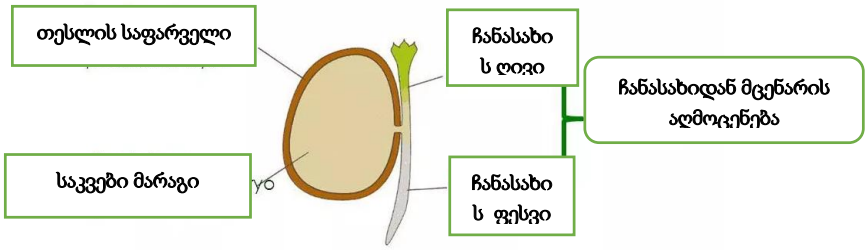
Biodiversity of the structure of mature seeds of angiosperms and the importance of the seed-covering layers. The diploid embryo is surrounded

არსებობს თესლის ზომის, ფორმის, ფერისა და ზედაპირის ასეულობით ვარიაცია. თესლების ზომა მერყეობს მტვერის პატარა მარცვლის ზომიდან, როგორიცაა ორქიდეების თესლი, სეიშელის პალმის თესლის ზომამდე. თესლის ზედაპირი შეიძლება იყოს გლუვი, დანაოჭებული, ზოლიანი, წიბოვანი, დაღარული, ბადისებრი, ბორცვებით დაფარული, ფიჭისებური, "ბეწვიანი", რბილი, ან თითის ანაბეჭდის მსგავსი პატერნებით დაფარული.

როდესაც მცენარეს სჭირდება გადალახოს მისთვის არახელსაყრელი პირობები, თესლში სასიცოცხლო აქტივობები დროებით წყდება. ხელსაყრელი პირობების დადგომისთანავე თესლი აგრძელებს აქტიურ სასიცოცხლო პროცესებს და იზრდება სრულყოფილ მცენარედ. თესლის სახით მცენარე შეიძლება გადავიტანოთ დიდ მანძილებზე განსაკუთრებული სიფრთხილის ზომების მიღების გარეშე.

<u>ფარულთესლოვნების მწიფე თესლის სტრუქტურული ბიომრავალფეროვნება და თესლის მფარავი შრეების მნიშვნელობა</u>

დიპლოიდური ჩანასახი შემოსაზღვრულია ორი მფარავი გარსით: ტრიპლოიდური (სახეობათა უმეტესობაში) ენდოსპერმით (სამარაგო საკვები ნივთიერებების შემცველი ქსოვილი; ძირითადად ცოცხალი უჯრედები) და დიპლოიდური თესლის კანით ((დედისეული ქსოვილი (maternal tissue); ძირითადად მკვდარი უჯრედები). ზოგიერთ სახეობაში თესლის განვითარების პროცესში ენდოსპერმი ქრება და საკვები ნივთიერებები შესანახად ლებნებში (კოტილედონებში) გადაადგილდება. (ა) ბარდის (Pisum sativum) (ენდოსპერმის გარეშე) და (ბ) Arabidopsis thaliana-ს (ენდოსპერმის ერთი შრე) მწიფე თესლებისათვის დამახასიათებელი ჩანასახი სამარაგო დანიშნულების მქონე ლებნებით. მიჩნეულია რომ, მიკროპილური ენდოსპერმი (მრავალშრიანი ენდოსპერმი) ძაღლყურძენასებრთა ოჯახის წარმომადგენლების თესლებში მიმდინარე აღმოცენების პროცესების წარმმართველია (c, d). FA2 და LA თესლების ტიპებია. ნაწილი (c) მოდიფიცირებულია Watkins & Cantliffe (1983) მიერ და დაბეჭდილია from the American Society of Plant Biologists-ის ნებართვით. ნაწილები (a), (b) და (d) მოდიფიცირებულია წყაროდან - 'The Seed Biology Place' (http://www.seedbiology.de).



თესლის სტრუქტურა

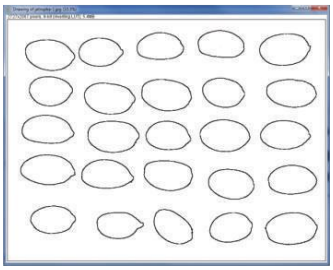
თესლის ხარისხი:

თესლის ხარისხი არის გადამწყვეტი ფაქტორი ჯანსაღი და სიცოცხლისუნარიანი ნერგების და, საბოლოო ჯამში, ხარისხიანი მოსავლის მისაღებად. თესლის ხარისხის შეფასებისათვის საჭირო ფუნდამენტური პარამეტრებია: გენეტიკური სიწმინდე, ფიზიკური სისუფთავე, აღმოცენების უნარი, სიცოცხლისუნარიანობა და სიჯანსაღე. თესლის კომერციულ ჯაჭვში ხარისხის მაჩვენებლის შენარჩუნება უზრუნველყოფილია თესლის ტესტირების სტანდატრული პროცედურებით, რომელთა მეშვეობითაც ჩვენ ვზომავთ თესლის სიცოცხლისუნარიანობასა და ყველა ფიზიკურ და ფიზიოლოგიურ ფაქტორს, რომლებიც არეგულირებენ თესლის ნორმალურ განვითარებას? (performance of seed).

თესლის ტესტირება ტარდება თესლის პარტიის შესაფასებლად და მიგვითითებს მის სანერგე პოტენციალზე. მაგრამ ამ ტესტირების პროცედურებს აქვთ საზღვრები, პროცედურების უმეტესობა შრომატევადია, მოითხოვს ხანგრძლივ შრომას და ხანდახან საველე პირობებში მიღებული შედეგი განსხვავებულია ლაბორატორიული ტესტირების შედეგებისაგან. ახალი ტექნოლოგიების ინტეგრირება თესლის ტესტირების პროცედურებში უნდა ფოკურსირდებოდეს საერთაშორისოდ აღიარებული მეთოდების დანერგვაზე, როგორიცაა თესლისა და მცენარის სხვა ორგანოების ციფრული ანალიზი, ბიოქიმიური და მოლეკულური მარკერები.

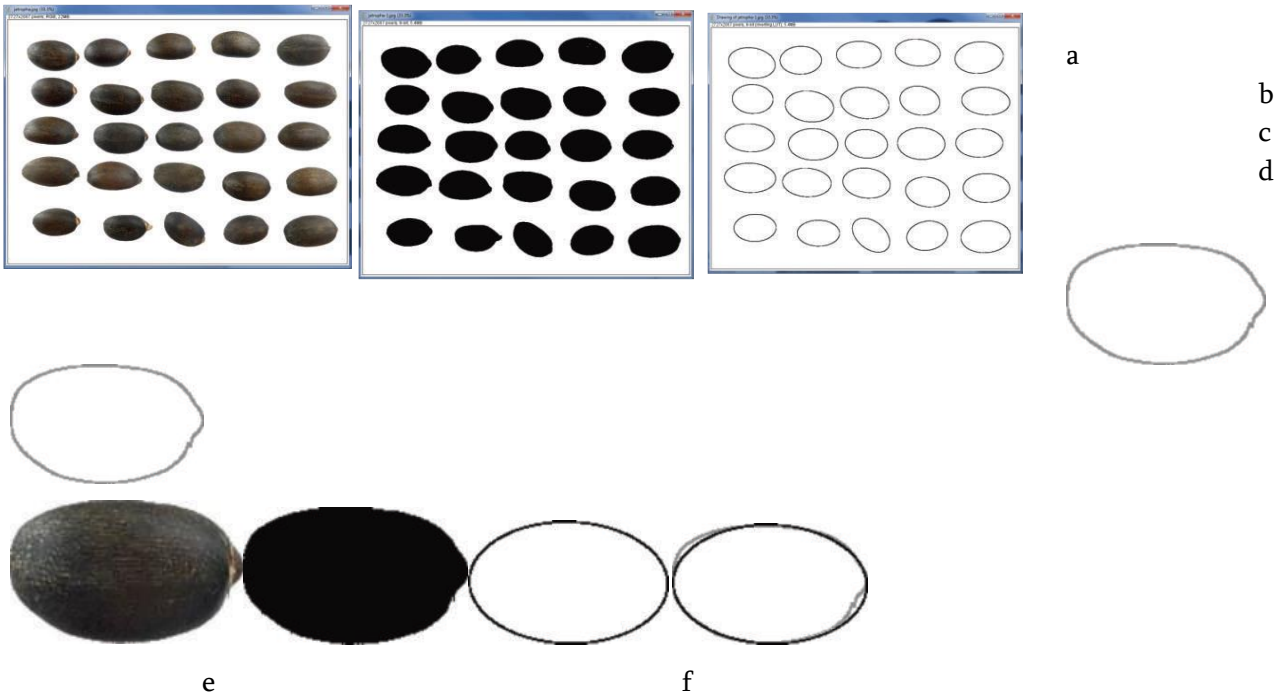
თესლის ფორმის ანალიზი

თესლის მახასიათებლების მორფოლოგიური ვარიაციები მოიცავს განსხვავებებს თესლის ზომასა და ფორმაში. გარდა ამისა, თესლის ფორმას გააჩნია აგრონომიული მნიშვნელობა, რადგანაც ასახავს და ვიზუალურად გვაჩვენებს გენეტიკური და ეკოლოგიური კომპონენტების ზეგავლენას და მოქმედებს მოსავლიანობაზე, ხარისხსა და საბაზრო ფასზე. თანამედროვე ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენება კვლევის რაოდენობრივ და მოდელირების მეთოდებთან ერთად საშუალებას გვაძლევს უკეთესად აღვწეროთ თესლის ფორმა. ფოტოების ციფრული დამუშავების სისტემები, რომლებიც მრავალფეროვნების შესწავლის საბაზო მექანიზმად იქცა, ფართოდ გამოიყენება თესლის ფორმისა და ზომის ავტომატური ამოცნობისათვის.



თესლის ფორმა განისაზღვრება მრავალი მაჩვენებლით, როგორიცაა წრიულობა (circularity), სიმრგვალე და J ინდექსი. თესლის სურათების შედარება გეომეტრიულ ფიგურებთან (წრე, კარდიოიდი, ელიფსი, ელიფსოიდი და ა.შ.) თესლის ფორმის რაოდენობრივი მაჩვენებლებით დახასიათების საშუალებას გვაძლევს. აღნიშნულ მოდელებზე დამყარებული თესლის ფორმის რაოდენობრივი აღწერა თესლების ზუსტი

შეფასების ხელსაყრელი მეთოდია, რაც საშუალებას გვაძლევს შევადაროთ თესლის გენოტიპები, განვითარების ფაზები, აგრეთვე შევაფასოთ თესლების სხვადასხვა კომპლექტების ვარიაციების დონეები.



სურათი 3.11. თესლის სურათების ციფრული დამუშავება. (a) 25 თესლის შესაბამისი სურათი. (b) თესლების ბინარული (შავ-თეთრი) სურათები. (c) თესლის სურათების სილუეტები. (d) თითოეული თესლის ფორმაზე მორგებული ელიფსები (ელიფსების ფორმები შეირჩევა პროგრამა ImageJ-ს მეშვეობით). (e) თესლი და მისი სურათი სეგმენტაციის შემდეგ; სურათის სილუეტები (ზემოთ) და მორგებული ელიფსი (f)

თესლის ფორმის აღწერა და შეფასება ხდება სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით, რომლებიც აერთიანებს რამდენიმე ნიშნისა და განსხვავებული მაჩვენებლების ანალიზა. მონაცემები ფორმის ანალიზისათვის შეიძლება შეგროვდეს ორი გზით: მანუალურად და კომპიუტერულად. უმარტივესი გზა თესლის სიგრძისა და სიგანის გასაზომად არის ფარგლის გამოყენება.

თესლის ფორმა შეიძლება განვსაზღვროთ სიგრძე/სიგანე შეფარდების დახმარებით. მიუხედავად იმისა რომ მეთოდი არ გვაძლევს ზუსტ მონაცემებს თესლის ფორმაზე, ის წარმოადგენს უმარტივეს მაჩვენებელს თესლის ფორმის შესაფასებლად და ხშირად გამოიყენება მრავალი ავტორის მიერ. ექსცენტრულობის ინდექსი (EI):

$$\text{EI} = \frac{L}{W}$$

პროპორციულობის კოეფიციენტია (ელიფსის მხარეების თანაფარდობა):

$$\text{AR} = \frac{Major\ Axis}{Minor\ Axis}$$

სიბრტყის ინდექსი (FI) ეფუძნება ნაწილაკის ზომების თანაფარდობას სამგანზომილებიან სივრცეში და გამოიყენება თესლის ფორმის დასახასიათებლად:

$$\text{FI} = \frac{L+W}{2H}$$

სადაც L, W დაH წარმოადგენს თესლის სიგრძეს, სიგანესა და სიმაღლეს. ის იცვლება 1-დან (სფერული ფორმებისათვის) 2 და მეტ მნიშვნელობამდე (გრძელი და წვრილი თესლებისათვის). ცხადია, ფორმა დაკავშირებულია თესლის განზომილებებთან, მაგრამ ამგვარი აღწერა მაინც

არასრულია და შესაძლოა ფორმის სხვა აღმწერები უფრო ზუსტი იყოს. იყენებენ ფორმის შემდეგ აღმწერს:

ცირკულარობის ინდექსი [18–20] ანუ ფორმის ფაქტორი, გამოითვლება ფორმულით:

$$:I = \frac{4\pi \text{Чarea}}{\text{perimeter2}}$$

აღნიშნული ინდექსი (*I*) წარმოადგენს ბრტყელი ფიგურის წრესთან მსგავსების საზომს, იღებს მნიშვნელობებს 0-დან 1-მდე (წრიული ფორმა) და წარმოადგენს საჭირო სიდიდეს თესლის ფორმის პირველადი შეფასებისას. დეტალური ინფორმაცია შეგიძლიათ იხილოთ: ***Updated Methods for Seed Shape Analysis:Emilio Cervantes, José Javier Martín, and Ezzeddine Saadaoui. Hindawi Publishing Corporation. ScientificaVolume 2016, Article ID 5691825, 10 pages*** ***http://dx.doi.org/10.1155/2016/5691825***

თესლის ფორმა წარმოადგენს ერთ-ერთ მახასიათებელს, რომელსაც განიხილავენ თესლის აღწერისას და იყენებენ ინტრა- და ინტერსპეციფიკური მრავალფეროვნების ანალიზისას. პროგრამული უზრუნველყოფა გვეხმარება რამდენიმე ინდიკატორის შემუშავებაში, რომელიც შემდგომში უზრუნველყოფს ვირტუალური მრუდების (კარდოიდი, ელიფსი, წრე, ოვოიდი და ა.შ) დახმარებით თესლის ფორმის მოდელირებას. მიდგომა გვაძლევს თესლის ფორმის რაოდენობრივი მაჩვენებლებით დახასიათების შესაძლებლობას, რაც შემდგომში შეიძლება გამოვიყენოთ შედარებით ტაქსონომიაში, გენეტიკაში, ფიზიოლოგიასა და ბიოქიმიაში. თესლის ფორმის ჩამოყალიბებაზე ზეგავლენა აქვთ როგორც გენეტიკურ, ისე გარემო ფაქტორებს. თესლის ფორმა უკავშირდება ტაქსონომიურ სტატუსს და ასევე შეიძლება უკავშირდებოდეს აღმოცენების ფიზიოლოგიასა და თესლის პროდუქტების მოსავლიანობას (სახამებელი, არააორთქლადი ზეთი, ცილები და ა.შ.) მცენარეული სტრუქტურების მორფოლოგიური აღწერილობა წარმოადგენს სტრუქტურების აგებულებასა და მათი ფუნქციის ევოლუციურ ცვლილებას შორის არსებული კავშირების გამოვლენის წინაპირობას და შესაძლოა ხელი შეუწყოს გენომთან და მის აქტივობასთან დაკავშირებული განვითარების პროცესების გააზრებას.

თესლის ფორმის ცვლილება შეიძლება იყოს როგორც „რეგულარულ“ გარემო პირობებში, განვითარების პროგრამის ცვლილების შედეგი, ისე პასუხი გარემოში მომხდარ ცვლილებაზე (სტრესი). თესლის ფორმის მოდელირება გეომეტრიული ფიგურებით წარმოადგენს მარტივ მიდგომას, რომელიც თესლების მორფოლოგიური ვარიაციების, მუტაციებისა და გენოტიპების განსხვავების რაოდენობრივი აღწერის გზით საშუალებას იძლევა

თესლის ტესტირება

თესლის ტესტირება გვაწვდის მნიშვნელოვან ინფორმაციას თესლის პარტიის ხარისხის შეფასებისათვის ისეთი პარამეტრების ანალიზის გზით, როგორიცაა აღმოცენება, ფიზიკური სისუფთავე, ტენიანობა. ამგვარად, ყველა დაინტერესებული მხარე ინფორმირებულია, რომ თესლი აკმაყოფილებს შეკვეთის ტექნიკურ მოთხოვნებს და რომ ფერმერები მიიღებენ ხარისხიან სათესლე მასალას. თესლის ტესტირება უნდა ჩატარდეს ან თესლის ეროვნულ ლაბორატორიაში ან აკრედიტირებულ ლაბორატორიაში.

დეკლარირებადი ხარისხის თესლი Quality declared seed (QDS)

გადაუდებელი მოხმარებისათვის (emergency operation) გამიზნული თესლი უნდა შეესაბამებოდეს ხარისხის აღიარებულ სტანდარტებს, რათა დავრწმუნდეთ რომ ფერმერთა მოწყვლად ჯგუფს მივაწოდეთ ხარისხიანი სათესლე მასალა. გაეროს სურსათისა და სოფლის

მეურნეობის ორგანიზაციამ (FAO) განავითარა დეკლარირებადი ხარისხის თესლის სქემა, რომელშიც მითითებულია თესლის შეძენისა და თესლის მოწყვლადი ჯგუფის ფერმერებისათვის დარიგების მინიმალური ტექნიკურ სტანდარტები.

თესლის გაფუჭება

საწყობის ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა არის თესლის ხარისხის შენარჩუნების ორი საყურადღებო, კრიტიკული ფაქტორი. თესლის შენახვის დროს თესლისა და ზოგადად, კონკრეტული კულტურის ტენიანობის კონტროლი წარმოადგენს მნიშვნელოვან ამოცანას. თესლის უსაფრთხოდ შენახვის დრო იზრდება დაბალი ტემპერატურისა და დაბალი ფარდობითი ტენიანობის პირდაპირპროპორციულად. აქედან გამომდინარე, დაუშვებელია გადაუდებელი მოხმარებისათვის (emergency operation) გამიზნული თესლის ხანგრძლივი დროით შენახვა მაღალი ტემპერატურის პირობებში, რაც თავიდან აგვაცილებს არასწორ ტემპერატურულ რეჟიმთან და მაღალ ფარდობით ტენიანობასთან დაკავშირებულ პრობლემებს და თესლის გაფუჭებას.

თესლის შენახვა

თესლის ეფექტური შენახვა მოითხოვს: თესლის გამოშრობას ტენიანობის მითითებულ მაჩვენებლამდე, შესანახი სივრცის სისუფთავესა და კარგ ვენტილაციას, საჭიროების შემთხვევაში პრევენციული ზომების მიღებას მწერებისაგან დასაცავად და შენახული თესლების პერიოდულ ინსპექტირებას. დაუშვებელია თესლის ხანგრძლივი პერიოდით შენახვა მაღალი ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის პირობებში.

თესლის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები და მათი განსაზღვრის მეთოდები.

თესლის მიწოდების აქტივობები (თესლის დარიგების პროგრამა), თესლის ფიზიკური, ფიზიოლოგიური, ფიტოსანიტარული და გენეტიკური მახასიათებლები მოითხოვს განსაკუთრებულ ყურადღების, რადგანაც აუცილებელია ფერმერთა მოწყვლად ჯგუფს მიეწოდოს სასურველი კულტურების მრავალფეროვანი და ხარისხიანი თესლი.

ფერმერების დროული მომარაგება კულტურების შესაბამისი ხარისხისა და მრავალფეროვნების სათესლე მასალით ზრდის თესლისა და საკვების უსაფრთხოებას და წარმოადგენს გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის (FAO) ერთ-ერთ მთავარ სტრატეგიას გადაუდებელი ქმედებებისათვის (emergency operation). ამ სტრატეგიის განხორციელებისათვის მნიშვნელოვანია, რომ პროექტის დამნერგავებს კარგად ესმოდეთ თესლის ხარისხის ტექნიკური და ექსპლუატაციასთან (operational) დაკავშირებული ასპექტები. სოფლის მეურნეობის პროდუქციაში ხარისხიანი თესლი წარმოადგენს გადამწყვეტ ფაქტორს: ცუდი თესლი ამცირებს პოტენციური მოსავლის მაჩვენებელსა და ფერმერის შრომის პროდუქტიულობას. თესლის ხარისხის მახასიათებლების შეფასებისათვის არსებობს ოთხი ძირითადი პარამეტრი:

- თესლის სპეციფიკური პარტიის ფიზიკური მახასიათებლები (ერთი სახეობის თესლების განსაზღვრული რაოდენობა, რომელთა წარმომავლობა და ისტორია ცნობილია და მინიჭებული აქვთ ერთი და იმავე საკონტროლო ჯგუფის ნომერი თესლის ხარისხის უზრუნველყოფის სქემაში)
- სათესლე მასალის ფიზიოლოგიური მახასიათებლები;

- გენეტიკური მახასიათებლები, რომლებიც მიუთითებს სახეობებს შორის განსხვავებებზე პასუხიმგებელ კონკრეტულ გენებზე;
- თესლის სიჯანსაღის განმსაზღვრელი პარამეტრები, რომლებიც მიუთითებს თესლის პარტიაში დაავადებული თესლების ან რაიმე ტიპის მავნებლის არსებობაზე.

როდესაც თესლს გააჩნია კარგი ფიზიკური, ფიზიოლოგიური, გენეტიკური და სიჯანსაღის განმსაზღვრელი მახასიათებლები, ფერმერებს ხარისხიანი კულტურების მიღების უფრო დიდი შანსი აქვს. მაღალი ხარისხის თესლი წარმოადგენს მნიშვნელოვან ფაქტორს ნაკვეთზე კულტურების საუკეთესო ნათესების მისაღწევად და მცენარეთა სწრაფი განვითარებისათვის თუნდაც არახელსაყრელი პირობებში, თუმცა სხვა ფაქტორები, როგორიცაა ნალექები, აგრონომიული პრაქტიკის არსებობა, ნიადაგის ნაყოფიერება და მავნებლების კონტროლი, ასევე გადამწყვეტ როლს თამაშობს კულტურათა მაღალ მოსავლიანობაში.

თესლის ხარისხის მახასიათებლები Seed Quality Attributes:

თესლის პარტიაში თესლის ფიზიკური თვისებები შეიძლება დახასიათდეს შემდეგი მახასიათებლებით:

- **დაზიანებული თესლების მინიმალური რაოდენობა:** დაზიანებული (გატეხილი, გაბზარული, შეჭმუხნული) თესლები შეიძლება არ აღმოცენდეს და, დიდი ალბათობით, მწერებისა და მიკროორგანიზმების სამიზნე ხდება. დამუშავების პროცესში (კონდიცირებისას) შესაძლებელია დაზიანებული თესლების დიდი ნაწილის განადგურება.
- **სარეველების თესლების ან ინერტული მასალების მინიმალური რაოდენობა:** კარგი ხარისხის თესლი არ უნდა შეიცავდეს სარეველების (განსაკუთრებით შხამიანი მცენარეების) თესლებს, თივას, ქვებს, ჭუჭყს და სხვა კულტურების თესლებს. დამუშავების პროცესში (კონდიცირებისას) შესაძლებელია თითქმის ყველა მინარევის მოცილება.
- **დაავადებული თესლების მინიმალური რაოდენობა:** გაუფერულებული ან შეფერილი თესლები თესლების მიკროორგანიზმებით დაბინძურების ნიშანია, რომლებმაც უკვე დააზიანეს თესლი ან დააზიანებენ ზრდის პროცესში. შესაძლებელია დაავადების გავრცელება მცენარეებს შორის.
- **თესლების მეტ-ნაკლებად ერთნაირი ზომა.** საშუალო და დიდი ზომის მწიფე თესლები, როგორც წესი, ხასიათდებიან უფრო მაღალი აღმოცენების უნარით, ვიდრე მცირე ზომისა და უმწიფარი თესლები. თესლის პარტიის დამუშავების პროცესში (კონდიცირებისას) მცირე ზომისა და მსუბუქი თესლები ჩვეულებრივად გადაირჩევა. ფიზიკური პარამეტრები, როგორიცაა თესლების ერთგვაროვნება, ინეტრული ნივთიერებების შემეცველობა და გაუფერულებული თესლები, ადვილად დგინდება თესლების ვიზუალური დათვალიერებისას. მუჭა თესლის საფუძვლიანი დეტალური კვლევა ფერმერებისათვის მიწოდებული თესლების ხარისხის დადგენის პირველი მნიშვნელოვანი ეტაპია და იძლევა პირველ, მაგრამ არა ერთადერთ შესაძლებლობას, შეფასდეს თესლების გასუფთავების საჭიროება.

თესლის ხარისხის მახასიათებლები - ფიზიოლოგიური

აღმოცენების მაღალი უნარი და ძალა :

აღმოცენების პროცენტი არის თესლისგან მცენარის ამოზრდის უნარის ინდიკატორი ნორმალურ პირობებში. თესლის მიერ აღმოცენების უნარის დაკარგვა წარმოადგენს უკანაკნელ ეტაპს (და არა

პირველს) თესლის გაფუჭების (სიცოცხლის უნარიანობის თანდათანობით კარგვა) გრძელ პროცესში.

განსხვავება მარცვალსა და თესლს შორის ისაა, რომ პირველი შეიძლება არ გამოირჩეოდეს აღმოჩენების უნარით, როცა მეორეს აუცილებლად უნდა ახასიათებდეს აღმოცენების უნარი. ამის გამოა რომ აღმოცენების უნარი, კერძოდ მისი უდიდესი წილი წარმოადგენს თესლის ასე მნიშვნელოვან ტექნიკურ მახასიათებელს.

თესლის ხარისხის მახასიათებლები - გენეტიკა

ერთი და იმავე სახეობის თესლი

ისეთ კულტურებში, როგორებიცაა სიმინდი, ბრინჯი ან მიწის თხილი, წარმოდგენილია ათასობით განსხვავებული სახეობა. **კონკრეტული კულტურის ასეთ განსხვავებულ სახეებს** ეწოდება **სახეობა ან ჯიში** (კულტივარი).სხვადასხვა სახეობის აღმოცენებული მცენარეები ატარებენ ერთადერთის მსგავს მახასიათებლებს და ეს მახასიათებლები მეორდება თაობებიდან თაობებში. ჯიშის/კულტივარი არის კულტივირებული (შეჯვარების შედეგად მიღებული) მცენარეების გაერთიანება. ჯიში/კულტივარი მარტივად გამოირჩევა ნებისმიერი მახასიათებლით (მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური, ციტოლოგიური, ქიმიური ან სხვა) და რეპროდუქციის შემდეგ (სქესობრივად თუ უსქესოდ) ინარჩუნებს მის განმასხვავებელ ნიშნებს.

არსებობენ **თანამედროვე ჯიშები,** რომლებიც სელექციისა და ჯიშების განვითარების, მულტილოკაციური კვლევების, თესლების შექმნის ნაციონალური სისტემისა და თესლების წარმოების ოფიციალური სისტემების მუშაობის შედეგია. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მეორე ტიპია **ტრადიციული ჯიშები (ადგილობრივი ჯიშები),** რომლებსაც ზრდიან და ინარჩუნებენ ფერმერები და ეს კულტურები შეიძლება იყოს ფერმერების შერჩეული მცენარეების ადგილობრივი პოპულაციები ან თანამედროვე ჯიშები, რომლებიც გამოიყვანეს მრავალი წლის წინ. ერთი და იგივე კულტურის სხვადასხვა ჯიშის თესლები მოსავლის აღების შემდეგ ხშირად ძნელად ან პრაქტიკულად არ გაირჩევა ერთმანეთისაგან. ერთი და იგივე კულტურის ან სახეობის სხვადასხვა ჯიშების შერევა ხდება თესლების გაყიდვისას, როდესაც თესლები ხვდება ფორმალურ და არაფორმალურ მარკეტინგულ სისტემაში. ჯიშების შერევა შესაძლოა პრობლემა იყოს რადგანაც:

- შერეული ჯიშები სხვადასხვა დროს მწიფდება, რაც ქმნის პრობლემებს მოსავლის აღებისას და შემდგომში დამუშავების პროცესში და შესაბამისად იწვევს მოსავლიანობის შემცირებას.
- გარდა ამისა, ყველა არასასურველი თესლი დათესვისას აღმოცენებული მცენარე კვლავ იძლევა თესლებს, რაც წლიდან წლამდე ზრდის არასასურველი ჯიშების წილს.

ვეგეტაციის პერიოდში მინდვრის ნათესების შემოწმება და არასასურველი მცენარეების განადგურება წარმოადგენს მნიშვნელოვან ნაბიჯს, რომელიც სერთიფიცირებული თესლების ჯიშობრივი სისუფთავის დაცვას უზრუნველყოფს.

თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ ტრადიციული ან ძველი ჯიშები, კერძოდ, ჯვარედინად დამმტვერავი მცენარეები, რომლებსაც ძირძველი ფერმერები იყენებენ, ხშირად წარმოადგენენ არცთუ ერთგვაროვან პოპულაციას. აღნიშნული არაერთგვაროვნება შეიძლება იყოს უპირატესობა გარკვეულ პირობებში, მაგალითად, გვალვისას, დაბალი ნაყოფიერებისას, მავნებლების ზემოქმედებისას ან სხვადასხვა დაავადებების შემთხვევაში. სხვა სიტუაციებში, მაგალითად, ბურუნდში ლობიოს დათესვისას, ფერმერები ამჯობინებენ თესვისას ლობიოს სხვადასხვა ჯიშების თესლების ნარევი გამოიყენონ.

1000 თესლის მასის განსაზღვრა განსხვავებული კულტურებისათვის

ამ მიზნით იყენებენ მხოლოდ და მხოლოდ სუფთა თესლები, როგორც ეს განიმარტა სიწმინდის ანალიზის განყოფილებაში. თუმცა, თესლების სიწმინდის დასადგენი ანალიზისათვის შერჩეული თესლების გამოყენება 1000 თესლის მასის განსაზღვრისათვის საფრთხილოა, რადგანაც გარემოსთან ხანგრძლივი ექსპოზიციისას შესაძლებელია თესლების ტენიანობის ცვლილება. შესაბამისად, 1000 თესლის მასის ტესტი უნდა ჩატარდეს სწრაფად, რათა შევამციროთ მასის ცვლილება და ცდომილებები.

წარმოდგენილი ნიმუშიდან შემთხვევითი შერჩევის პრინციპის დაცვით არჩევენ 100 თესლისაგან შემდგარ 8 სუფთა თესლების რეპლიკაციას. თითოეული რეპლიკატის მასა ფასდება გრამებში, მეათასედის სიზუსტით და საშუალო მასა გამოითვლება ამ 8 რეპლიკის გამოყენებით. 100 თესლის საშუალო მასა გამოიყენება 1000 თესლის საშუალო მასის გამოსათვლელად. დისპერსია (Variance), სტანდარტული გადახრა და ვარიაციის კოეფიციენტი (coefficient of variance) გამოითვლება ამ ფორმულების გამოყენებით:

$$\text{გადახრა} = \frac{n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2}{n(n-1)}$$

სადაც: x = თითოეული რეპლიკის წონა გრამებში; n = რეპლიკების რაოდენობა; Σ = ჯამი

$$\text{სტანდარტული გადახრა } s = \sqrt{\text{დისპერსია}}$$

$$\text{ვარიაციის კოეფიციენტი, ვკ} = \frac{sx100}{x}$$

სადაც: x = 100 თესლის საშუალო მასა.

თუ ვარიაციის კოეფიციენტი არ აღემატება 4.0, მაშინ 1000 თესლის მასა სარწმუნოა და ხდება მისი მითითება მეათასედების სიზუსტით. ბალახების თესლისათვის ვარიაციის კოეფიციენტი არ უნდა აღემატებოდეს 6.0-ს. საჭიროებიდან გამომდინარე, გამოთვლებისათვის შეგვიძლია გამოვიყენოთ EXCEL.

თუკი ვარიაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა სცდება ლიმიტს, უნდა შეირჩეს დამატებითი რეპლიკანტები და აიწონოს. სტანდარტული გადახრა უნდა გამოითვალოს ყველა 16 რეპლიკის გათვალისწინებით და ყველა რეპლიკა, რომელიც საშუალოდან 2 სტადარტულ გადახრაზე მეტადაა დაშორებული, უნდა გამოირიცხოს. დარჩენილი რეპლიკები შემდგომ გამოიყენება 1000 თესლის წონის განსასაზღვრად.

ტენიანობის განსაზღვრა

ტენიანობის ტესტის მიზანია თესლის პარტიის ჯამური ტენიანობის დადგენა შენახვის ოპტიმალური პირობების უზრუნველსაყოფად და თესლების სიცოცხლისუნარიანობის გახანგრძლივებისათვის. ქვემოთ განხილული ტენიანობის 2 ტესტი არ არის ტოლფასი, დაუშვებელია eRH მნიშვნელობის კონვერტაცია MC ტესტის მნიშნელობებში და პირიქით. ტენიანობის ტესტირება უნდა დაიწყოს ნიმუშების მიღებიდან 24 სთ. განმავლობაში.

ტენის შემცველობა- ტენიანობა

თესლებში ტენის შემცველობა Alberta-ს მიხედვით განისაზღვრება, როგორც ორიგინალური ნიმუშის საერთო მასაში წყლის პროცენტული წილი და ცნობილია, როგორც სუფთა წონის ბაზა.

აუცილებელია გრამის სულ მცირე მეათასედი სიზუსტით საზომი სასწორის გამოყენება. ტენის შემცველობა დგინდება თერმოსტატის მეთოდით, მუდმივი დაბალი ტემპერატურის რეჟიმში (103° C ± 2°), 17± 1 სთ. განმავლობაში. ჰაერღუმელში შესაძლებელი უნდა იყოს ნიმუშების შრობა ISTA (2015) შესაბამის განყოფილებაში (სექცია 9.1.4.2) აღწერილი წესების დაცვით. ნიმუშებისათვის დასაშვებია მხოლოდ მეტალის კონტეინერების გამოყენება.

ნიმუშის აღება

ტესტირება ტარდება დამოუკიდებლად შერჩეულ 4-5 გ. მასის მქონე ორ სამუშაო ნიმუშზე. ძალიან მცირე ზომის, 200 გ. ნაკლები წონის თესლებისათვის ნიმუშის მოცულობა/ნიმუშების რაოდენობა მცირდება (ცხრილი 3.10.)

ცხრილი 3.10: თესლის ძალიან მცირე ზომის პარტიებში ტენის შემცველობის ტესტირებისათვის საჭირო შერჩევის მინიმალური მოცულობები.

პარტიაში თესლების ჯამური რაოდენობა	შერჩევის მოცულობა
50 - 200 გ. თესლი	ორი 1-გრამიანი შერჩევა
30 - 50 გ. თესლი	ორი 0.5-გრამიანი შერჩევა
10 - 30 გ. თესლი	ერთი 0.5-გრამიანი შერჩევა
<10 გ. თესლი	ტენიანობის ტესტი არ არის სავალდებულო. რეკომენდირებულია წყლის აქტივობის ტესტი. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს პროცედურულ მხარეს, შრობის დროს და მორევას/შერევას

მას შემდეგ რაც თესლებს ამოიღებენ გაგზავნილი ნიმუშის კონტეინერიდან, გადასაშრობ კონტეინერში გადატანამდე და აწონვამდე მათ არ უნდა ჰქონდეთ შეხება ატმოსფერულ ჰაერთან 2 წუთზე ხანგრძლივი დროით. თითოეულ კონტეინერსა და მის თავსახურს უნდა ჰქონდეს შესაბამისი წარწერა.

მეთოდი

თითოეული გამოყენების წინ შესანახი კონტეინერები და მათი თავსახურები უნდა გაიწმინდოს სპირტით და გამოშრეს. ნიმუში თანაბრად უნდა გადანაწილდეს კონტეინერის ზედაპირზე. თავდაპირველად იწონება ცარიელი კონტეინერი და მისი თავსახური. შემდეგ ნიმუში თავსდება კონტეინერში და ინიშნება თესლის, კონტეინერის, თავსახურისა და თესლის წონა. ნიმუშები, კონტეინერები და თავსახურები შრება 103°C ± 2°-ზე 17 ± 1 საათის განმავლობაში. შრობის დასასრულს, საშრობ კარადაში გადატანამდე კონტეინერს ეხურება თავსახური მაქსიმუმ 30 წთ. განმავლობაში. გაცივების შემდეგ სახურავიანი კონტეინერი და მასში არსებული ინტაქტური თესლები ხელახლა იწონება. ყველა შედეგი იზომება გრამებში, მეათასედამდე სიზუსტით.

გამოთვლები:

ტენიანობის შემცველობის გამოსათვლელად გამოიყენება შემდეგი ფორმულები:

ტენიანობის შემცველობა%=$\frac{\text{დაკარგული წონა}}{\text{საწყისი წონა}} x100$

ტენიანობის შემცველობა%=$\frac{M2-M3}{M2-;1} x100$

სადაც M1 = კონტეინერისა და მისი თავსახურის წონას

M2 = კონტეინერის, თავსახურისა და შემცველობის წონა გაშრობამდე

M3 = კონტეინერის, თავსახურისა და შემცველობის წონა გაშრობის შემდეგ

ორი რეპლიკას საშუალო არის გაგზავნილი ნიმუშის ტენიანობის პროცენტული მაჩვენებელი, დარგვალებული 0.1%-მდე. რეგისტრაციისათვის წარდგენილი და შესანახად გამზადებული ნიმუშების საშუალო MC უნდა იყოს 4.0-8.0% ინტერვალში.

ტოლერანტობა -Tolerances

ორ რეპლიკას შორის არსებული განსხვავდება მრგვალდება 0.1%-ის სიზუსტით. თუ პირველი ტეტირებისას სხვაობა ორ რეპლიკას შორის 0.3%-ზე დიდია, მაშინ ტესტის შედეგი ვერ მიიჩნევა ტოლერანტულად და აუცილებლად უნდა გამეორდეს.

თუ განმეორებითი ტესტირებისას მიღებული შედეგები არ სცილდება ტოლერანტობის ლიმიტს, უნდა დაფიქსირდეს მეორე ტესტის შედეგები.

თუ მეორე ტესტის შედეგები სცილდება ტოლერანტობის ლიმიტს, უნდა შედარდეს პირველი და მეორე ტესტის შედეგები ტოლერანტობაზე (≤ 0.3%). თუკი შედეგები ტოლერანტობის ფარგლებშია, ფიქსირდება პირველი და მეორე ტესტის გასაშუალოებული მნიშვნელობა. თუკი ორი ტესტის შედეგები სცდება ტოლერანტობის საზღვრებს, აუცილებელია ხელსაწყოს შემოწმება, ტესტირების ინსტრუქციის გადამოწმება და ტესტირების სრულად გამეორება.

წონასწორობის ფარდობითი ტენიანობა

თესლები ‘ჰიგროსკოპულია’, რაც ნიშნავს, რომ ისინი გარემოდან შედარებით სწრაფად აბსორბირებენ (და კარგავენ) წყალს. წყლის ამგვარი ტრანსპორტი საბოლოოდ იწვევს თესლებსა და გარემოს შორის წონასწორობის დამყარებას. წონასწორობის მდგომარეობაში მყოფი თესლების შემცველი ჩაკეტილი სისტემის (ჰაერის) ფარდობითი ტენიანობა წარმოადგენს წონასწორობის ფარდობით ტენიანობას და აღინიშნება, როგორც *«% eRH».* როგორც აორთქლება წარმოადგენს თესლების ტენიანობის საზომს, წყლის აქტივობის საზომი ჰიგრომეტრის გამოყენებით ასევე ფასდება წონასწორობის ფარდობითი ტენიანობა. თესლების ტენიანობის ამგვარი გაზომვა წარმოადგენს სწრაფ, აკურატულ და არადესტრუქციულ მეთოდს. ჰიგრომეტრი უნდა დაყენდეს ‘წყლის აქტივობის’ გასაზომად. ხელსაწყოს გამოყენებით მიღებული გაზომვები წონასწორობის ფარდობით ტენიანობას *(eRH)* შეესაბამება. თუმცა, წყლის აქტივობა მეათედი რიცხვებით გამოისახება (0-დან 1-მდე) და გაზომვის ერთეულია *‘aw ’,* მაშინ როცა წონასწორობის ფარდობითი ტენიანობა პროცენტებში იზომება (0-100%), eRH. მარტივად რომ ვთქვათ, საჭიროა წყლის აქტივობის მაჩვენებლის გამრავლება 100-ზე ან თანრიგის მძიმის 2 პოზიციით გადაწევა მარჯვნივ. მაგალითისათვის, თუკი ჰიგრომეტრის გაზომვის შედეგია 0.226, წონასწორობის ფარდობითი ტენიანობა იქნება 22.6% eRH. eRH-ის მაჩვენებლის გაზომვები უნდა ჩატარდეს

თესლებისა და აღჭურვილობისათვის დადგენილ ტემპერატურაზე (*20-30 ° C),* თუმცა არ არის აუცილებელი *eRH*-თან ერთად ტემპერატურის მაჩვენებლის დაფიქსირება.

ნიმუშების მიღება

ნიმუშების მიღების მოთხოვნები **ტენიანობის ტესტის** მოთხოვნების იდენტურია.

- ტესტირება უნდა ჩატარდეს ორჯერ, 2 დამოუკიდებლად შერჩეულ სამუშაო ნიმუშზე. თესლმა უნდა შეავსოს საზომიანი კონტეინერის მოცულობის არანაკლებ 20%.
- მიღებული ნიმუშის ზომა უფრო მცირე შეიძლება იყოს მხოლოდ არადესტრუქციული eRH ტესტირებისას;
- ისევე როგორც ტენის შემცველობის შეფასების შემთხვევაში, დიდი ზომის ხეების/ბუჩქების თესლები, რომელთა მასა ხშირად აღემატება 200 გრ. (მაგ., თეთრი ფიჭვი და თხილი), ტესტირების წინ საჭიროა გაიყოს შუაზე. ამ თესლების მაღალი ღირებულების გამო ტესტირება ტარდება მხოლოდ 5 თესლისაგან შემდგარ 1 ნიმუშზე, რაც აუცილებლად უნდა აღინიშნოს მიღებულ შედეგებში.
- ძალიან მცირე ზომის ნათესების შემთხვევაში, სადაც შეუძლებელია 2 დამოუკიდებელი შერჩევის მიღება ზემოთ აღწერილი მოცულობის 20%-ის წესის გათვალისწინებით, დასაშვებია ნათესის მთლიანი ფართის გამოყენება ერთი სამუშაო ნიმუშის მისაღებად, რაც ასევე აუცილებლად უნდა აღინიშნოს მიღებულ შედეგებში. თუკი ნათესის ფართი იმდენად მცირეა, რომ ერთეული ნიმუშის მოცულობა ტესტირების კონტეინერში 20%-ზე ნაკლებია, მოცულობა უნდა განისაზღვროს მიახლოებით და აუცილებლად უნდა დაფიქსირდეს მიღებულ შედეგებში. მაგალითად, 17,5% eRH, 1 ნიმუში, შევსება 10%.

მეთოდი

- თესლის ტემპერატურა უნდა იყოს დაახლოებით ისეთივე, როგორიც ხელსაწყოებისა და ოთახის ჰაერის ტემპერატურა. ფარდობითი ტენიანობის გაზომვები დასაშვებია მხოლოდ 20-30°C ტემპერატურულ დიაპაზონში.
- ყოველი გამოყენების წინ აუცილებელია კონტეინერების გაწმენდა სპირტით და გაშრობა. თესლები თანაბრად უნდა განაწილდეს კონტეინერის ზედაპირზე და ნიმუშმა უნდა შეავსოს კონტეინერის მოცულობის არანაკლებ 20%.
- გაზომვები შეიძლება ჩატარდეს როგორც სრულ (ფაქტობრივი გაზომვა), ასევე „სწრაფ“ (შეფასებითი/ექსტრაპოლაციური გაზომვა) რეჟიმზე დაყენებული ხელსაწყოებით. სწრაფი გაზომვის რეჟიმი უნდა დაყენდეს არანაკლებ 5 წთ. ხანგრძლივობაზე და წარმოდგენილი გაზომვის შედეგები უნდა გახდეს საბოლოო ანალიზის საფუძველი.
- თუ თქვენ ირჩევთ გამოიყენოთ სრული ექვილიბრიუმის გაზომვები, ანალიზის დასრულების დრო (10-30 წთ.) ძირითადად დამოკიდებულია კამერაში თესლების სტაბილურ ტემპერატურზე, შესაბამისად, გამოიყენეთ თესლები ოთახის ტემპერატურაზე და განათავსეთ საზომი ხელსაწყოები გამჭოლი სივრცეებისაგან/გამათბობლებისაგან/სავენტილაციო საშუალებებისაგან მოშორებით.

გამოთვლა

სწორად გამართვის შემთხვევაში ჰიგრომეტრი გვიჩვენებს წყლის აქტივობას (წა)(0-დან 1.0 წა-მდე). გაზომვის შედეგის გადაყვანა eRH-ში ხდება წყლის აქტივობის გაზომვისას მიღებული შედეგის 100-ზე გამრავლებით. მაგალითად, 0.278 წა X 100 = 27.8% eRH

კალკულაციით მიღებული eRH არის მეათედების სიზუსტით გაზომილი 2 ნიმუშის საშუალო მაჩვენებელი, მაგ., 23.2% eRH.

ტოლერანტობა

სხვაობა ორ რეპლიკატს შორის უნდა დამრგვალდეს 0.1%-ის სიზუსტით. თუ სხვაობა ორ რეპლიკას შორის მეტია 3.0%-ზე, მაშინ ტესტი სცდება ტოლერანტობის ფარგლებს და საჭიროა მისი გამეორება.

თესლის სისუფთავის განსაზღვრა

სისუფთავის ანალიზის მიზანს წარმოადგენს სუფთა თესლების მასის პროცენტული წილის დადგენა მთელ ნიმუშში (ნიმუშს ქმნის სუფთა თესლები, სხვა სახეობის თესლები და ნარჩენები (ინერტული ნაწილაკები)).

სამუშაო ნიმუში უნდა აირჩეს გაგზავნილი ნიმუშიდან; საჭიროა დაფიქსირდეს ნიმუშის მასა გრამებში მეათასედის სიზუსტით. იმ სახეობის თესლებისათვის, რომელიც აქ ჩამოთვლილი არაა, სამუშაო ნიმუშის წონა უნდა გაიზომოს არანაკლებ 2500 თესლის გამოყენებით.

სამუშაო ნიმუშის განაწილება ხდება ხელით, საცერით ან ვენტილატორით ორ კომპონენტად: სატესტო სახეობების სუფთა თესლებად და სხვა სახეობის თესლებად ან ნარჩენებად. ორივე კომპონენტი უნდა აიწონოს და უნდა დაფიქსირდეს მათი მასა გრამებში მეათასედების სიზუსტიდ.

ორი კომპონენტის წილების ჯამი უნდა შევადაროთ სამუშაო ნიმუშის საწყის წონას, გვაქვს თუ არა წონის მატება ან კლება. თუ სხვაობა საწყის წონასთან შედარებით 5%-ზე მეტია, მაშინ ტესტის შედეგები უნდა განულდეს და საჭიროა ხელახალი ტესტირების ჩატარება.

სუფთა თესლის პროცენტული მაჩვენებელი უნდა დაფიქსირდეს შესაბამის დოკუმენტაციაში. მისი გამოთვლა ხდება შემდეგი ფორმულის გამოყენებით:

$$\text{წმინდა თესლი\%} = \frac{\textit{წმინდა თესლის ნაწილის წონა}}{\textit{მთლიანი ნიმუშის წონა}} \; X \; 100$$

წმინდა თესლის პროცენტული მაჩვენებელი მრგვალდება და ფიქსირდება შესაბამის დოკუმენტაციაში მეათედის სიზუსტით.

თესლის ერთგვაროვნებისა და აღმოცენების ენერგიის განსაზღვრა

აღმოცენების ენერგიის ტესტის მიზანია თესლის გერმინაციის პოტენციალის განსაზღვრა. აღმოცენების პროცენტულობა წარმოადგენს ნათესის გერმინაციის პოტენციალის შეფასებას სპეციფიკურ პირობებსა და დროის განსაზღვრულ მონაკვეთში. თითოეული ტესტი უნდა შეიცავდეს 400 თესლს, რომლებიც შეირჩევა სამუშაო ნიმუშიდან და შემდეგ შემთხვევითი შერჩევის პრინციპით დაიყოფა 100 თესლის შემცველ 4 იდენტურ რეპლიკად.

თესლების იდენტურობა და აღმოცენების პოტენციალი ნათესების ხარისხის მნიშვნელოვანი ინდიკატორია. ჩვეულებრივ, ნორმალური მიწათმოქმედების პრაქტიკაში, კარგი და საუკეთესო აღმოცენების ენერგიის მქონე თესლები ყოველთვის სრულყოფილ ნათესებს გვაძლევს.

თესლების აღმოცენებას უაღრესად დიდი სამრეწველო მნიშვნელობა აქვს: ის განსაზღვრავს თესლების ვარგისიანობას დათესვისათვის და დათესვის ნორმებს.

თესლის აღმოცენების ქვეშ იგულისხმება საანალიზო ნიმუშში ნორმალურად აღმოცენებული თესლების პროცენტული მაჩვენებელი. თესლების აღმოცენების განსაზღვრა ხდება ცალკეული კულტურისათვის დადგენილ ოპტიმალურ პირობებში.

თესლებისა და ნათესების მაღალი ხარისხი (sowing qualities) უნდა პასუხობდეს იდენტურობის სტანდარტების მაღალ მოთხოვნებს. დასათესად დაუშვებელია იმ თესლების გამოყენება, რომლებიც არ პასუხობენ იდენტურობის სტანდარტის მოთხოვნებს - აღმოცენების დაბალი პოტენციალის მქონე თესლების თესვა ამცირებს მოსავლიანობას. უმჯობესია ამგვარი თესლების გამოყენება კვებითი და ტექნიკური მიზნებისათვის.

თესლების იდენტურობის (მსგავსების, ერთგვაროვნების) პარალელურად დგინდება აღმოცენების ენერგია. ამ მაჩვენებლის ქვეშ, რომელიც თესლების ადვილად აღმოცენებას ახასიათებს, იგულისხმება ნორმალურად აღმოცენებული თესლების რაოდენობა (პროცენტული მაჩვენებელი) ცალკეული კულტურისათვის დადგენილი დროის ინტერვალში.

თესლის წონის ნორმების გამოთვლა

ნათესის სწორი სიმჭიდროვე პარკოსნების მოსავლიანობის ზრდის უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია. დადგენილი სიმჭიდროვის მისაღწევად აუცილებელია არამარტო ხარისხიანი სათესლე მასალა, არამედ თესვის ნორმების ზუსტი გამოთვლა. გასაოცარია, მაგრამ თესლის ზომებისა და აღმოცენების პოტენციალის უმნიშვნელო ცვლილებას შეუძლია შეცვალოს მცენარეების სასურველი სიმჭიდროვის მიღწევისათვის აუცილებელი თესვის ნორმა. თესლების ზომა, ხარისხი და აღმოცენების პოტენციალი განსხვავდება ხარისხის მიხედვით წლიდან წლამდე, ნაკვეთიდან ნაკვეთამდე და საჭიროა მათი შემოწმება თესვისას გამოყენებული ცალკეული ხაზისათვის.

სათესლე მასალის ხარისხი

პარკოსნების თესლების დიდი ზომა მათ მოსავლის აღებისა და შემდგომი დამუშავების პროცესში კოლექტორისაგან გამოწვეული მექანიკური დაზიანებისადმი მოწყვლადს ხდის. აღნიშნული დაზიანებები ვიზუალურად ყოველთვის არ ჩანს. დაზიანების შემცირება შესაძლებელია კოლექტორის ბარაბნის სიჩქარის შემცირებით, რესორების გახსნით, ბურღვისას სიფრთხილის წესების დაცვითა და ბურღვის რაოდენობის შემცირებით. საუკეთესო გამოსავალია მბრუნავი კოლექტორისა და ღვედიანი ტრანსპორტერის ან ელევატორის გამოყენება.

აუცილებელია სათესლე მასალასთან ფრთხილი მოპყრობა. საუკეთესო შემთხვევაში, მომავალ წლებში გამოსაყენებელი თესლების მიღება უნდა მოხდეს სპეციფიკური სათესლე ნათესებიდან და არა მთელი ნაკვეთიდან მოსავლის აღების პროცესში, თესლების შემთხვევითი შერჩევის გზით. თუკი ეს არ არის შესაძლებელი, აუცილებელია მოსავლის საუკეთესო ნაწილის თესლების შენახვა, რომელშიც არ გვხვდება სარეველები და დაავადებები და მოსავალი დამწიფდა დროულად. სათესლედ გამოსაყენებელი მარცვალი უნდა შეგროვდეს პირველ რიგში, რათა არ დაბინძურდეს სარეველებით, აგრეთვე სხვა პარკოსნებისა და ნაკვეთის სხვა კულტურების დაავადებებით. თესლები უნდა ინახებოდეს სხვა თესლებისაგან განცალკევებით. თესლების დაზიანება გამოიწვევს დარღვეულ აღმოცენებას - შესაძლებელია ღეროს, ფესვის ან ორივე მათგანის დაზიანება. ფესვის დაზიანების შემთხვევაში ნათესი აღმოცენდება, იზრდება და როგორც წესი, იღუპება. მიზეზი მთავარი ფესვის სისუსტე და ზრდის უუნარობაა. თუკი ყლორტი ზიანდება ნათესი აღმოცენდება, მაგრამ შესაძლოა დაიღუპოს.

მინდვრის ბარდისა და პარკოსნების დაზიანებულ აღმონაცენებში, სადაც კოტილედონები მიწის ქვეშ რჩება, ღეროს ზრდას უფრო დიდი დრო სჭირდება, დეფორმირებულია და ყვითელი ან ღია-მწვანე შეფერილობისაა.

ანომალური აღმონაცენები, თუკი ისინი მაინც ჩნდებიან, მოკლებულები არიან ზრდის უნარს, რაც მათ მინდვრის მკაცრი პირობებისადმი მოწყვლადს ხდის. ისეთი ფაქტორები, როგორიცაა ტემპერატურა, დაავადებები, მწერები, თესვის სიღრმე და ნიადაგის გამოშრობა დიდი ალბათობით იწვევენ სუსტი აღმონაცენების მიღებას. ამგვარი აღმონაცენები ცოცხლობენ ხანმოკლე დროით, წარმოქმნიან მცირე რაოდენობით მშრალ მასას და მცირედი წვლილი შეაქვთ ან საერთოდ არ შეაქვთ საბოლოო მოსავალში.

სავაჭრო კულტურების არადამაკმაყოფილებელი ხარისხი ხშირად უკავშირდება სათესი მასალების ცუდ ხარისხს.

თესვის დაწყების წინ ყოველთვის უნდა შემოწმდეს პარკოსანი მცენარეების ხარისხი. აუცილებელია სათესლე მასალის შემოწმება თესლის გარსში ნაპრალების არსებობაზე ან მწერებითა და დაავადებებით გამოწვეულ სხვა დაზიანებებზე. ასევე საჭიროა აღმოცენების ტესტის ჩატარება, რათა დადგინდეს სიცოცხლისუნარიანი ნორმალური და დაუზიანებელი თესლების რაოდენობა.

თესლის გზით გავრცელებადი დაავადებების დასადგენად, როგორიცაა კიტრის მოზაიკის ვირუსი წვრილფოთოლა ხანჭკოლაში, მინდვრის ბარდის ბაქტერიული დაავადება (დამწვრობა?) და თურქული ბარდის სოკოვანი (ასკომიცეტური) დაზიანება, ტესტირება შეიძლება ჩატარდეს სპეციალიზირებულ ლაბორატორიებში. თეთრი ხანჭკოლას თესლების შემოწმება სიმწარის (შესაძლო მაღალი ალკალოიდური დაბინძურების) გამოსავლენად უნდა მოხდეს „UV-სკრინინგის“ გამოყენებით.

აღმოცენების უნარის ტესტირება

თესვისათვის განკუთვნილი პარკოსანი კულტურების ყველა თესლი უნდა შემოწმდეს აღმოცენების უნარზე. საუკეთესო შემთხვევაში უნდა დაითესოს მხოლოდ 80%-ზე მაღალი აღმოცენების უნარის მქონე თესლები. ტესტირება შეიძლება ჩატარდეს როგორც ლაბორატორიაშ, ისე სახლის პირობებში.

როდის მოვახდინოთ ტესტირება

სინჯის აღების საუკეთესო დრო უშუალოდ თესლების გასუფთავების შემდგომი პერიოდია. ეს მინიმუმამდე ამცირებს სათესლე მასალის გაცრისა და დამუშავების ალბათობას ტესტირების შემდგომ, ამასთან, წარმოადგენს იდეალურ გზას კარგი რეპრეზენტატული შერჩევის მისაღებად. თუმცა, თუკი თქვენ თვლით, რომ თესლების პარტიას სავარაუდოდ დაბალი აღმოცენების უნარი (პოტენციალი) ექნება, თესლების გასუფთავებამდე უნდა მოხდეს მათი ტესტირება. ეს ამცირებს დანახარჯებს და იძლევა დროს თესლების ჩასანაცვლებლად. როდესაც თქვენ ატარებთ ტესტირებას თესლების გასუფთავებამდე და გასუფთავების შემდეგ, ნიადაგის ტემპერატურა შესაძლოა უფრო მაღალი იყოს ვიდრე თესვისას. ამას არ აქვს არსებითი მნიშვნელობა, რადგანაც მიზანი ნორმალური თესლების რაოდენობის განსაზღვრაა და მასზე ზეგავლენას არ ახდენს ტემპერატურა.

ნიმუშის შერჩევა

აღმოცენების უნარის კარგი ტესტის „გასაღებია“ რეპრეზენტატული ნიმუშის მიღება და გამოყენება. ტესტირება უნდა ჩატარდეს 20 ტ. წონის ცალკეული სათესლე პარტიისათვის. ნიმუშის მიღება უნდა მოხდეს შემთხვევითი შერჩევის გზით და საუკეთესო შედეგის მისაღებად ის უნდა მოიცავდეს მრავლობით ქვენიმუშებს. თესლის გადაადგილების დროს (თესლის საწმენიდად, საცავიდან ან სატვირთო მანქანიდან) ან სხვადასხვა სათესლე ტომრებიდან

რეგულარულად უნდა მოხდეს თესლების მცირე რაოდენობის (1 ჭიქა) აღება. არასოდეს ამოარჩიოთ თესლი ბუნკერიდან, ეს რეპრეზენტატული ნიმუშის მიღების საშიში და რთული გზაა. როდესაც ქვენიმუშები მოგროვდება, საჭიროა ინტენსიური მორევა და 1 კგ. ნიმუშის აღება.

აღმოცენების უნარის ტესტირება სახლის პირობებში

ტესტის დაყენება

მოსახერხებელი მეთოდია ბრტყელი, 30 სმ სიგრძე-სიგანისა და 5 სმ სიღრმის სადგამის გამოყენება. სადრენაჟო ნახვრეტების დასაფარად ფსკერზე განათავსეთ ქაღალდის ფურცელი და აავსეთ სუფთა ქვიშით, თიხნარით ან თავისუფლად დრენირებადი ნიადაგით .

თუ არ გაქვთ სადგამი, ტესტის ჩატარება შეგიძლიათ ნებისმიერ თვითდრენირებად კონტეინერშიან ბაღის გრილ ადგილას. ლაბორატორიაში თესლის აღმოცენების ტესტი ჩვეულებრივ 20°C-ზე ტარდება, ამიტომაც თუკი ტესტირება შენობაში ხდება, შეეცადეთ დაიცვათ აღნიშნული ტემპერატურა. აარჩიეთ 100 თესლი (დაზიანებულების ჩათვლით) და ჩათესეთ 10 რიგი, 10 თესლი თითოეულში - რიგები აადვილებს აღმონაცენების აღრიცხვას. ჩათესვა ხდება ნორმალურ სიღრმეზე (2-3 სმ).

განათავსეთ თესლები ქვიშაზე ან მიწაზე, დააწექით დუბელის ნაჭრით ან ფანქრით და დამატებით მიაყარეთ მცირე რაოდენობის ქვიშა. უფრო დიდი ზომის თესლები, როგორიცაა faba beans, რომლებიც შეიძლება გაიტესტოს იმავე სადგამში, უნდა ჩაიფლას მაქსიმალურ სიღრმეზე. მორწყეთ ფრთხილად! შეინარჩუნეთ ტენიანობა (და არა სისველე). ჭარბი რწყვა გამოიწვევს თესლებზე სოკოს ზრდას, თესლების ლპობასა და მათი ნორმალური აღმოცენების პროცესის დარღვევას. თუ არ გაქვთ სადგამი, დათესეთ 100 თესლი ბაღში. ჩათესვა უნდა მოხდეს ნორმალურ სიღრმეზე, რიგებად. გულდასმით დაითვალეთ ჩათესილი თესლების რაოდენობა და შეინარჩუნეთ მათი ტენიანობა.

აღმონაცენების დათვლა

აღმონაცენი ითვლება 7-10 დღის შემდეგ, როდესაც ჩანს აღმონაცენების უმეტესობა. არ დაელოდოთ დაგვიანებული აღმონაცენების გამოჩენას - ისინი დაზიანებულია და სუსტია. უნდა გაითვალისწინოთ მხოლოდ ნორმალური ნათესები. არ გაითვალისწინოთ ძლიერ დაზიანებული, გაუფერულებული ან დეფორმირებული ნათესები და ხანჭკოლას შემთხვევაში კი ლებნის არარსებობა. დაიმახსოვრეთ, რომ თქვენ გესაჭროებათ ნორმალური, ძლიერი და ჯანსაღი თესლების საერთო რაოდენობა. თუ თქვენ დაითვლით 83 ნორმალურ აღმონაცენს, აღმოცენების პროცენტულობაა 83 %.

თესლის ნორმის გამოთვლა

თესვის ნორმა შესაძლებელია გამოითვალოს სამიზნე სიმჭიდროვის, აღმოცენების პროცენტულობის, 100 თესლის წონისა და დაფესვიანების პროცენტულობის გამოყენებით (იხ. განტოლება ქვემოთ):

$$\text{თესლის ნორმა} = \frac{\text{მცენარეთა სამიზნე სიმჭიდროვე} \frac{pl}{m2} \text{ x 100 თესლის წონა (გ)X10}}{\text{აღმოცენების პროცენტულობა x დაფესვიანების პროცენტულობა}}$$

ეტაპი 1 – მცენარეთა სამიზნე სიმჭიდროვის განსაზღვრა

როგორია მცენარეთა ოპტიმალური სიმჭიდროვე? ეს მაჩვენებელი ვარიირებს და დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელი პარკოსანის მცენარის კულტივირება ხდება, როგორია ნალექიანობა და დათესვის ვადები (დროული თუ საჭიროზე გვიანი). მაგალითისათვის:

- მინდვრის ბარდა
- ნალექების წლიური რაოდენობა 425 მმ.
- ამ შემთხვევაში მცენარის სამიზნე სიმჭიდროვეა 40 მცენარე/მ^2.

ეტაპი 2 – 100 თესლის მასის განსაზღვრა

მასის განსაზღვრა ხდება დადგენილი რაოდენობის თესლების (არანაკლებ 200) დათვლით და აწონვით. საჭიროების შემთხვევაში თესლის აღმოცენების ლაბორატორიული ტესტის გამოყენებით შეიძლება განისაზღვროს ერთეულ კილოგრამზე თესლების რაოდენობა. პასუხის სიზუსტე გაიზრდება დათვლილი თესლების რაოდენობის შესაბამისად. ყოველთვის ითვლება თესლების ცალკეული პარტია, რადგანაც სხვადასხვა ნაკვეთიდან მიღებული, სხვადასხვა სორტისადა სხვადასხვა მოსავლის თესლები არასოდეს არ არის ერთნაირი. წარმოდგენილ მაგალითში 100 თესლი იწონიდა 21 გრ. თუკი თქვენ გაქვთ ლაბორატორიული კვლევებით გამოთვლილი თესლის მასა 1 კილოგრამზე გადაანგარიშებით, ადვილად შეძლებთ გადათვლას 100 თესლის მასაზე შემდეგი ხერხით:

100 თესლის მასა = 1000 x 100 თესლი/კგ

ეტაპი 3 – აღმოცენების პროცენტულობისა და დაფესვიანების რეგულირება

დავუშვათ, რომ საველე პირობებში გვხვდება ნორმალურად აღმოცენებული და მზარდი თესლების მხოლოდ 80% - ტემპერატურა, ტენიანობა, ნიადაგის ტიპი, ჩათესვის სიღრმე, მწერები და სხვადასხვა დაავადებები გავლენას ახდენს გადარჩენადობაზე. ნათესის პროცენტულობა შესაძლებელია დარეგულირდეს დათესვის პროცედურებსა და საველე მდომარეობაში თქვენი თავდაჯერებულობის შესაბამისად. რეალისტური შეფასება 80%-ს შეადგენს.

მოყვანილ მაგალითში მინდვრის ბარდის თესლის აღმოცენების პროცენტულობაა 93%, სამიზნე სიმჭიდროვე 40 მცენარე/მ^2 და 100 თესლის მასაა 21 გრ. დათესვის ნორმის გამოთვლისას გამოიყენეთ აღმონაცენების პროცენტულობის ექვივალენტი ათწილადებში (0.80 - 80%).

თესვის ნორმა	მაგალითი	თქვენი მარცვლები
ეტაპი 1 სამიზნე სიმჭიდროვე (მცენარე/მ^2)	= 40 მცენარე/მ^2	TD
ეტაპი 2 200 თესლის აწონვა 100 თესლის წონა (გ)	= 42 = 42 ÷ 2 = 21 გ	÷ 2 100 SW
ეტაპი 3 აღმოცენება (%)	= 93%	G
SR თესვის ნორმა (კგ/ჰ)	= 113 კგ/ჰა	თესვის ნორმა

სათესლე მასალის ვარგისიანობის განსაზღვრა.

თესლების სიცოცხლისუნარიანობა ჩანასახის აღმოცენების უნარია, რომელზედაც გავლენას ახდენს სხვადასხვა ფაქტორები, როგორიცაა მცენარეების მიერ სიცოცხლისუნარიანი თესლების წარმოქმნა, მტაცებლებისაგან და პათოგენებისაგან მიყენებული ზარალი, გარემო პირობები (წყალდიდობა, გვალვა). თესლის სიჯანსაღეზე და აღმოცენებაზე გავლენას ახდენს თესლების ასაკი. თესლები ცოცხალი ჩანასახებია და დროთა განმავლობაში უჯრედები კვდება ჩანაცვლების გარეშე. დრო, რომლის განმავლობაშიც თესლი სიცოცხლისუნარიანობას ინარჩუნებს, დამოკიდებულია როგორც გენეტიკაზე, ისე გარემო ფაქტორებზე. ოპტიმალურ პირობებში ზოგიერთი თესლი ინარჩუნებს სიცოცხლისუნარიანობას მრავალი წლის განმავლობაში, ზოგიერთი კი მხოლოდ სეზონური ციკლის ფარგლებში.

თესლების ნიმუშის სიცოცხლისუნარიანობის საზომია შენახვის შემდეგ გადარჩენილი იმ თესლების პროცენტულობა (რაოდენობა), რომლებსაც შესაბამის პირობებში შეუძლიათ მცენარედ განვითარება და შემდგომი თვითაღწარმოება (გამრავლება).

სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრით ფასდება თესლების ვარგისიანობა კონკრეტული მიზნისათვის, უფრო ხშირად მოსავლის მისაღებად, ასევე სამრეწველო მიზნებისათვის, განსაკუთრებით ქერის. აღმოცენების უნარის ტესტირებას იყენებენ თესლების პარტიის ვარგისიანობის შესაფასებლად.

თესლების სიცოცხლისუნარიანობა შეიძლება შემოწმდეს არაერთი მარტივი საშუალებით, მათ შორის ყველაზე მარტივია თესლის აღმოცენების უნარის ტესტირება: თესლები იღებენ აღმოცენებისათვის საჭირო ყველა რესურსს (ჰაერი, წყალი, სითბო, სინათლე), რათა სრულფასოვნად გაიზარდონ ნათესებად. უბრალოდ საჭიროა თესლების ნიადაგში ან ქოთანში მოთავსება და ზრდაზე დაკვირვება. თუმცა, ნიადაგის, ქოთნებისა და ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ერთ-ერთი ნაკლია გარემო პირობების ცვლილება, რომლებმაც შეიძლება საფრთხე შეუქმნან თესლების რეალურ სიცოცხლისუნარიანობას.

ორი ძირითადი მიზეზი, რის გამოც თესლები არ აღმოცენდებიან ხელსაყრელ პირობებში არის ის, რომ ისინი არ არიან ცოცხლები ან იმყოფებიან მთვლემარე (მოსვენების) მდგომარეობაშ. მკვდარი თესლების იდენტიფიცირება შეიძლება, რადგანაც ტესტირებისას ბაქტერიებისა და სოკოების ზემოქმედებით ისინი რბილდება და ლპება. თესლები, რომლებიც სიმყარეს ინარჩუნებენ ანდა იწოვენ წყალს მაგრამ მაინც მყარ მდგომარეობაში რჩებიან აღმოცენების უნარის ტესტირებისას, სავარაუდოდ მთვლემარე მდგომარეობაში იმყოფებიან. თესლების თვლემა ხშირად გვხვდება ზოგიერთ კულტურებში უშუალოდ მოსავლის აღების დასრულებისას (მოსავლის აღების შემდგომი თვლემა), ასევე კულტურულ მცენარეებთან დაკავშირებულ ბევრ ველურ სახეობაში.

აუცილებელია ვიცოდეთ, რომ გენების ბანკში დაცული თესლებიდან მცენარეები აღმოცენდება და ამიტომაც მათ უნდა ჰქონდეთ მაღალი სიცოცხლისუნარიანობა როგორც შენახვამდე, ისე შენახვის პერიოდში. თესლების სიცოცხლისუნარიანობა შენახვის დასაწყისში განსაზღვრავს ნიმუშის შენახვის ვადებს გარემოს შესაბამის პირობების დაცვისას. აუცილებელია თესლის სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრა შენახვის დასაწყისში და შენახვის პროცესში რეგულარული ინტერვალებით, რათა ვიწინასწარმეტყველოთ ნიმუშის აღდგენის სწორი დრო. ზუსტი შედეგის მისაღებად სიცოცხლისუნარიანობის შემოწმება გრძელდება რამდენიმე დღიდან კვირამდე და ზოჯერ თვეებამდეც. თუკი ეს შესაძლებელია, შედეგები ხელმისაწვდომი უნდა იყოს მანამდე, სანამ მოხდება თესლები შეფუთვა და გენების ბანკში განთავსება, რათა შესაძლებელი იყოს დაბალი ხარისხის თესლების იდენტიფიცირება და შენახვამდე მათი რეგენერირება. თუკი შენახვამდე შეუძლებელია სიცოცხლისუნარიანობის დადგენა, თესლები

უნდა განთავსდეს ხანგრძლივად შენახვისათვის, რათა ტესტირების შედეგის მიღებამდე შესაძლებელი იყოს მათი უსაფრთოების უზრუნველყოფა.

სიცოცხლისუნარიანობის შემოწმების ყველაზე ზუსტი ტესტია აღმოცენების (გერმინაციის) ტესტი, რომლიც აღწერილობასაც აქ შემოგთავაზებთ. აღმოცენების უნარის ტესტირება მიმდინარეობს კონტროლირებად პირობებში და დგინდება, რამდენი თესლი აღმოცენდება და მოგვცემს ნორმალურ წანაზარდს, რომლებიც სრულყოფილ, რეპროდუქციული თვალსაზრისით მომწიფებულ მცენარედ ჩამოყალიბდება.

თესლების შენახვის საკონსულტაციო კომიტეტი IBPGR იძლევა რეკომენდაციას, რომ იმ სახეობების სიცოცხლისუნარიანობის ტესტირებისათვის, რომელთათვისაც უზრუნველყოფილია ზრდის გონივრული პირობები, მისაღებად ჩაითვალოს მინიმუმ 2 რეპლიკაცია 200 თესლის გამოყენებით (100 თესლი თითოეულ რეპლიკაში), რაც უზრუნველყოფს 90%-ზე მაღალ აღმოცენებას. წინააღმდეგ შემთხვევაში აუცილებელია დამატებით 200 თესლის გამოკვლევა და მათი სიცოცხლისუნარიანობის ჯამური მაჩვენებელი გამოითვლება ორი ტესტირების შედეგების გასაშუალოებით. თესლების სიცოცხლისუნარიანობის შესაფასებლად არსებობს ასევე სხვადასხვა ტიპის ბიოქიმიური ტესტები. მათი უპირატესობა სისწრაფეა, თუმცა მათი სიზუსტე შედარებით დაბალია და ტესტირებისა და შედეგების ინტერპრეტაციისათვის საჭიროა მნიშვნელოვანი უნარ-ჩვევები და პრაქტიკული გამოცდილება. თესლების შენახვის საკონსულტაციო კომიტეტი IBPGR არ იძლევა რეკომენდაციას აღნიშნული ტესტების საყოველთაო გამოყენებაზე თესლების სიცოცხლისუნარიანობის შემოწმებისათვის.

პროცედურები

თესლების სიცოცხლისუნარიანობის განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდები ემსახურება თესლების უზრუნველყოფას იმ სუბსტრატით, რომელიც იძლევა წყლის შეწოვის შესაძლებლობას იმ რაოდენობით, რომლებიც თესლებს აღმოცენებას უზრუნველყოფს.

ყველა თესლს გაჩნია განსაზღვრული მოთხოვნები სინათლისა და ტემპერატურის მიმართ, თუმცა საერთო პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ თესლების უმეტესობა აღმოცენდება 20-30°C, სუბსტრატში საკმარისი წყლის არსებობისას და სინათლის გარკვეული დოზით მიწოდებისას.

ტესტირებისათვის განკუთვნილი თესლები აირჩევა შემთხვევითი შერჩევის პრინციპით, თესლების სრული პარტიიდან. თესლების ტესტირების საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით აღმოცენებაზე ტესტირება უნდა ჩატარდეს 200 თესლზე. თუკი ამ რაოდენობის თესლების მიღება რთულია, შეიძლება 100 ან სულაც 50 ერთეულის გამოყენება. ხელმისაწვდომი თესლების რაოდენობა გაყავით 2-ზე, რათა გქონდეთ 2 რეპლიკა. თუ თესლები ბევრია (სალათა, კომბოსტო, პომიდორ და სხვ.), 4 გამეორება 100 ერთეულ თესლზე სანდო შედეგებს მოგცემთ.

თესლების სიცოცხლისუნარიანობის შეფასება მათი აღმოცენების უნარის ტესტირებით წარმოადგენს ხარისხის შემოწმების, შენახვის მეთოდების ეფექტურობის შეფასების მნიშვნელოვან მეთოდს, რომელიც საშუალებას მიიღოთ საჭირო რაოდენობის სათესლე მასალა. ამ მარტივი ტესტების გამოყენების გზით თქვენ შეძლებთ თესლების შენახვის ეფექტურობის გაზრდას და დაეხმარებით ფერმერებს გენეტიკური მრავალფეროვნების შენარჩუნებასა და აღწარმოებაში. განვიხილოთ მატების საშუალო პროცენტული სიცოცხლისუნარიანობა . თუ ის 90%-ზე მაღალია, აღიარეთ ტესტის ვალიდურობა და გამოიყენეთ მიღებული მნიშვნელობა, როგორც რეალური სიცოცხლისუნარიანობა. თუკი შედეგი 90% ან ნაკლებია, გაიმეორეთ ტესტი

იდენტური პროცედურების დაცვით, დამატებით 200 თესლის გამოყენებით. ორი ტესტირების შედეგების გამოყენებით გამოთვალეთ სიცოცხლისუნარიანობის საშუალო პროცენტული მაჩვენებელი და გამოიყენეთ მიღებული მნიშვნელობა, როგორც ტესტირების ჯამური შედეგი.

თესლის აღმოცენების ენერგია

თესლის აღმოცენების ენერგია განისაზღვრება როგორც „თესლის იმ თვისებების ერთობლიობა, რომელიც განსაზღვრავს თესლის ან თესლების პარტიის აქტივობის დონეს გაღივებისას და აღმოცენებისას“. ნებისმიერ პარტიაში თესლების სიცოცხლისუნარიანობის კარგვა დაკავშირებულია თესლის ფიზიოლოგიური ფუნქციის დაქვეითებასთან. ამ პროცესს ფიზიოლოგიური დაბერება ეწოდება და იწყება მოსავლის აღებამდე და გრძელდება მოსავლის აღებისას, დამუშავებისას და შენახვისას. აღნიშნული პროცესი აქვეითებს ნაყოფიერებას უჯრედული მემბრანის მთლიანობის დარღვევის, ფერმენტების აქტივობისა და ცილების სინთეზის ცვლილებების გამო. ჩამოთვლილი ბიოქიმიური ცვლილებები შეიძლება წარიმართოს ძალიან სწრაფად (რამდენიმე დღე) ან ნელა (წლები), რაც დამოკიდებულია გენეტიკურ, საწარმოო და გარემო ფაქტორებზე, რომელთა მოქმედების მექანიზმები ჯერ კიდევ ბოლომდე არ არის შესწავლილი. გაუარესების საბოლოო შედეგია თესლის დაღუპვა (აღმოცენების უნარის სრულად დაკარგვა). თუმცა, თესლები ჯერ კარგავენ აღმოცენების ენერგიას, შემდეგ კი აღმოცენების უნარს. სწორედ ამიტომაც, თესლების პარტიები, რომლებსაც ახასიათებთ ერთნაირად მაღალი გაღივების უნარი, შეიძლება განსხვავდებოდნენ ფიზიოლოგიური ასაკით და შესაბამისად თესლის აღმოცენების ენერგიითა და პროდუქტიულობით. თესლების აღმოცენების ენერგიაში განსხვავება რეალურად არსებობს სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო, ბაღისა და ტყის კულტურების შემთხვევაში (ISTA, 2009).

შენახვის გავლენა თესლის სიცოცხლისუნარიანობასა და აღმოცენების ენერგიაზე

სოფლის მეურნეობაში მარცვლეულის საუკეთესო მოსავალი მიიღწევა ნორმალური გარემო პირობებისა და საკვების უზრუნველყოფით. შენახვის პირობები გავლენას ახდენს თესლების ხარისხზე და საბოლოო ჯამში კულტივირებასა და მოსავლიანობაზე. თესლების პარტიის შენახვის პოტენციალი დამოკიდებულია მათი გაუარესების ხარისხზე (თესლის აღმოცენების ენერგიაზე) შენახვის კონკრეტულ პირობებში. თუკი შენახვისათვის შერჩეული გარემო იწვევს ნებისმიერი სახის სტრესს (მაგალითად, ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის ცვლილება შენახვის არაკონტროლირებად პირობებში), თესლები მაღალი აღმოცენების ენერგიით უფრო უკეთესად გაუმკლავდებიან გარემოს ამგვარ სტრესებს და მათი ხარისხი შემცირდება ნელა, ვიდრე დაბალი აღმოცენების ენერგიის შემთხვევაში.

შენახვის კონტროლირებად გარემოშიც კი (დაბალ ტემპერატურაზე და თესლების შემცირებული ტენიანობისას), თესლების შენახვისშემდგომი ქცევა დამოკიდებულია თესლების პარტიის აღმოცენების ენერგიაზე (IATA, 2009). ჰერმეტული კონტეინერების, ტენისშთანმთქმელებისა და დაბალი ტემპერატურის გამოყენება ზრდის შენახვის ხანგრძლივობის ვადას, რადგანაც მშრალად შენახვისას ხდება ზოგიერთი ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესებისა და პროდუქტების დარეგულირება. თესლების დაჩქარებული დაბერება, რომელიც გამოწვეულია მაღალი ტემპერატურისა და ტენიანობის ზემოქმედებით რამდენიმე დღის განმავლობაში, ითვლება თესლების სიცოცხლისუნარიანობისა და შენახვის ზუსტ მაჩვენებლად. დაბერების ზოგიერთი დამღუპველი შედეგი დაკავშირებულია მემბრანის, ნუკლეინის მჟავებისა და ცილების დაზიანებასთან. კონდიცირების, შეფუთვისა და შენახვის პირობების სტანდარტიზაციას შეუძლია უზრუნველყოს ხახვის თესლების დამაკმაყოფილებელი ნათესების მიღება.

თესლების გაფუჭება დამოკიდებულია ეკეოლოგიური და ბიოლოგიური ფაქტორების შერწყმაზე. როგორც შენახვის მაღალი ტემპერატურა, ისე თესლების მაღალი ტენიანობა აძლიერებს მათი გაფუჭების პროცესს. თესლების ტენიანობისა და ტემპერატურის გრძელვადიანი ეფექტები განსხვავებულია სახეობებს შორის და დამოკიდებულია თესლების სტრუქტურასა და ბიოქიმიურ შემადგენლობაზე. თესლის სიცოცხლისუნარიანობის დაკარგვის სრული სურათის გააზრება შესაძლებელია თესლების ტენიანობისა და შენახვის ტემპერატურის ანალიზის საფუძველზე. ინდოეთის სუბტროპიკების მაღალი ტენიანობა და ტემპერატურა და მათი მკვეთრი ცვლილებები აუარესებს ხახვის შენახულის თესლების აღმოცენების უნარს.

თესლების სიცოცხლისუნარიანობა მრავალწლიანი შენახვის შემდეგ

გენების ბანკებში დაცული თესლების გენეტიკური ეროზია წარმოადგენს აქტუალურ პრობლემას საერთაშორისო დონეზე (FAO, 1997). ამიტომ, გენეტიკური მრავალფეროვნების დაკარგვის თავიდან ასაცილებლად მკაცრად რეკომენდირებულია ex-situ კოლექციებში გენეტიკური ეროზიების გამომწვევი ფაქტორების მონიტორინგი. ეს ფაქტორები აერთიანებს: საწყისი მასალის დაბალ ხარისხს, თესლის ზედმეტად გამოშრობას შენახვის წინ, თესლების ტემპერატურისა და ტენიანობის ზრდას შენახვის პროცესში, რეგენერაციის არარსებობას, გამრავლებისას ჩანასახოვანი პლაზმის დაკარგვას, თესლების ფიზიოლოგიურ ცვლილებებს შენახვისას, სიცოცხლისუნარიანობის მონიტორინგის არარსებობას აღმოცენების უნარის დაკარგვის დეტექციისათვის (FAO, 1997). როგორც წესი, 3-7% ტენიანობის და 8° C-ზე დაბალი ტემპერატურის კომბინაცია თესლების ხანგრძლივად შენახვის საშუალებას იძლევა (FAO / IPGRI, 1994). თუმცა, იმ თესლებში, რომლებიც კონტროლირებად პირობებში ინახება, მაინც შეიძლება შემცირდეს სიცოცხლისუნარიანობა გაფუჭების პროცესის შედეგად.

თესლის აღმოცენების ენერგიის ტესტირება

აღმოცენების უნარის სტანდარტული ტესტი წარმოადგენს თესლის ხარისხის ინდიკატორს, რომელიც გამოიყენება აღმოცენების პროგნოზირებისათვის, თუკი ნიადაგის პირობები თითქმის იდეალურია. თუმცა, პირობები, რომლებშიც თესლები დათვალიერებისას ხვდება, ხშირად განსხვავდება მინდორში არსებული პირობებისაგან. აღმოცენება მინდვრის პირობებში დამოკიდებულია თესლების სიცოცხლისუნარიანობაზე. თესლების სიცოცხლისუნარიანობა ანუ თესლების აღმოცენების ენერგია წარმოადგენს იმ მახასიათებლების ერთობლიობას, რომლებიც განსაზღვრავენ კომერციული მიზნით გამოსაყენებელი თესლების პარტიის აქტივობასა და აღმოცენებას გარემოს სხვადასხვა პირობებში. გარდა ამისა, თესლების ხანგრძლივი სიცოცხლისუნარიანობა განისაზღვრება თესლების აღმოცენების ენერგიით, რაიმე არახელსაყრელი შედეგების გარეშე (ISTA, 2009). თესლების პარტიის შესახებ უფრო ზუსტი ინფორმაციის მისაღებად იყენებენ თესლის აღმოცენების შეფასებისათვის განკუთვნილ სხვადასხვა ტესტებს. თესლების სიცოცხლისუნარიანობის ტესტირება აღმოცენების უნარის დადგენისათვის ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგანაც სტანდარტული ლაბორატორიული ტესტირების შედეგები ხშირად კარგად კორელირებენ საველე, არახელსაყრელ პირობებში ჩატარებული აღმოცენების ტესტირების შედეგებთან.

თესლის აღმოცენების ენერგიის ტესტები შეიძლება დაიყოს 3 ჯგუფად:

***ფიზიკური ტესტები** - განსაზღვრავენ თესლის ისეთ მახასიათებლებს, როგორიცა ზომა და მასა. აღნიშნული ტესტები არ არის ძვირადღირებული, სწრაფია, გამოიყენება დიდი რაოდენობის ნიმუშებისათვის და დადებითად კორელირებს თესლის აღმოცენების ენერგიასთან. თესლის განვიტარების ძირითადი მახასიათებელი საკვები ნივთიერებების დაგროვებაა, რაც

ასევე არაპირდაპირ კორელირებს თესლის აღმოცენების ენერგიასთან, თესლის ზომასთან და მასასთან.

**ფიზიოლოგიური ტესტები გაღივებისა და ზრდის პარამეტრების გამოყენებით. არსებობს ამგვარი ტესტების 2 ტიპი. პირველი ტიპი - როდესაც გაღივება ხდება საუკეთესო პირობებში (სტანდარტული ლაბორატორიული გაღივება და ზრდის ინტენსივობის ტესტი). მეორე ტიპი - თესლი ღივდება არახელსაყრელ გარემო პირობებში (სიცივის ტესტი, დაჩქარებული დაბერების ტესტი და ჰილტნერის ტესტი (Hiltner test).

***ბიოქიმიური ტესტები - განიხილება თესლის ღირებულების (მოცულობის?) შეფასების არაპირდაპირ მეთოდებად: ტეტრაზოლიუმის ტესტი Tetrazolijum test, კონდუქტომეტრული გაზომვები, ფერმენტების აქტივობისა და სუნთქვის ტესტები.

ISTA თესლების სიცოცხლისუნარაინობის კომიტეტის მიერ შემთავაზებულია სხვადასხვა მცენარეების თესლების აღმოცენების ენერგიის ტესტირების ეფექტურობის შეფასების 2 კრიტერიუმი: თესლის აღმოცენების ენერგიის ტესტის აღწარმოებადობა და კავშირი თესლის აღმოცენების ტესტირების შედეგებსა და მინდვრის პირობებში აღმოცენებას შორის. არ არსებობს სიცოცხლისუნარიანობის შეფასების ერთიანი, საყოველთაოდ აღიარებული ტესტი ყველა სახის თესლისათვის. თესლების აღმოცენების შეფასებისათვის შემუშავებული ქვემოთ წარმოდგენილი ტესტები დამატებით მოგაწვდით სასაგებლო ინფორმაციას თესლების ხარისხის შესახებ:

1. ზრდის ტესტი

პრინციპები: ზრდის ტესტი ეფუძნება პრინციპს, რომ აღმოცენების მაღალი ენერგიის მქონე თესლები უფრო სწრაფად იზრდება ვიდრე დაბალი ენერგიის თესლები, თუნდაც ყველაზე ხელსაყრელ პირობებში. აღმოცენების მაღალი ენერგიის მქონე თესლები მინდვრის პირობებში სწრაფად იზრდება, ახასიათებთ ძლიერი მეტაბოლიზმი და ადვილად ფესვიანდებიან ნიადაგში. ამიტომაც, ნებისმიერი მეთოდი, რომელიც ნათესის ზრდის სისწრაფის დასადგენად გამოიყენება, შეაფასებს თსლების სიცოცხლისუნარიანობის ხარისხს.

აღჭურვილობა და ხელსაწყოები: საჭიროა ყველა აღჭურვილობა და მასალა, რომელიც გამოიყენება თესლის სიცოცხლისუნარიანობის ტესტის ჩასატარებლად. დამატებით საჭიროა სასწორი ზედა ჩატვირთვით და ჰაერღუმელი.

პროცედურა

(a) პირველი დათვლა: ტესტი ტარდება აღმოცენების სტანდარტულ ტესტთან ერთად. თითოეული სახეობისათვის ითვლება ნორმალური აღმონაცენების რაოდენობა პირველ დღეს, როგორც ეს აღწერილია აღმოცენების ტესტირების პროტოკოლში. ნორმალური აღმონაცენების რაოდენობა ასახავს ნიმუშის თესლების სიცოცხლისუნარიანობას - რაც უფრო მაღალია ნორმალური აღმონაცენების რაოდენობა, მით უფრო მაღალია თესლების აღმოცენების ენერგია.

(b) ზრდის სიჩქარე და აღმონაცენების მშრალი წონა: აღმონაცენები მიიღება ლაბორატორიაში, სათბურში ან მინდორში. ლაბორატორიაში იყენებენ დახვეული ხელსახოცის მეთოდს. ნოტიო ქაღალდის ხელსახოცის ცენტრში ათავსებენ 10 თესლს მიკროპილეთი ქვემოთ, რათა თავიდან აიცილონ ფესვების გადახლართვა. ხელსახოცს ინახავენ გერმინატორში მცენარისათვის რეკომენდირებულ ტემპერატურაზე. გარკვეული დროის (5-10 დღე) შემდეგ ქაღალდის ხელსახოცებს აცილებენ და არჩევენ 5 თესლს, ზომავენ მათ სიგრძეს და ითვლიან აღმონაცენების საშუალო სიგრძეს. თესლის ის პარტიები, რომლებიც ყველაზე მაღალ აღმონაცენებს იძლევიან, ითვლებიან უფრო სწრაფმზარდად ვიდრე დაბალი აღმონაცენის მომცემი პარტიები. აღმონაცენების მშრალი მასის განსაზღვრის მიზნით აღმონაცენებს იღებენ და აშრობენ

ჰაერსაშრობ კარადაში 100°C - ზე 24 სთ. განმავლობაში. აღმონაცენების მშრალი წონა იძლევა დამატებით ინფორმაციას თესლების აღმოცენების ენერგიის შესაფასებლად.

(c) გაღივების სიჩქარე: 100 თესლი თითოეულ რეპლიკაციაში ითესება გაღივებისათვის რეკომენდირებულ არეზე. არე თავსდება გერმინატორში, მოცემული კულტურის გაღივებისათვის რეკომენდირებულ ტემპერატურაზე (მოცემულია ცნობარში Crable S.l). ითვლება ყოველდღიური აღმონაცენების რაოდენობა დათესვიდან სრულ აღმოცენებამდე. გამოითვლება გაღივების ინდექსი (G.I.) შემდეგი ფორმულის გამოყენებით:

გაღივების ინდექსი G.I.=$\frac{n}{d}$

სადაც, n = აღმონაცენების რაოდენობა 'd' დღეს

d = დათესვიდან გასული დღეების რაოდენობა

თესლის გაღივების მაღალი ინდექსი ასახავს უფრო მაღალი აღმოცენების ენერგიას.

(d) თესლის გაღივების ენერგიის ინდექსი (S, v.I,): გამოითვლება გაღივების პროცენტი და თესლების ერთი და იგივე პარტიის აღმონაცენების სიგრძე. 4 დამოუკიდებელი რეპლიკის თესლები (50 თესლი თითოეულში) გაღივებისათვის თავსდება ქაღალდის ხელსახოცებზე, როგორც ეს განსაზღვრულია კონკრეტული სასოფლო-სამეურნეო კულტურის გერმინაციის ტესტირების პროტოკოლით. ფასდება ნორმალური აღმონაცენების რაოდენობა საბოლოო დათვლის მომენტისათვის. იზომება 5 შემთხვევით შერჩეული აღმონაცენის სიგრძე a1 <. თესლების გაღივების ენერგიის ინდექსი გამოითვლება გაღივების პროცენტულობის (%) ნამრავლით აღმონაცენის სიგრძეზე (0101). თესლების პარტია, რომელიც გამოავლებს ყველაზე მაღალ გაღივების ენერგიის ინდექსს, განიხილება, როგორც ყველაზე ძლიერი.

2. ჰილტნერის ტესტი (Brick gravel test)

პრინციპები:

ტესტი შემუშავდა 1917 წელს, გერმანიაში, ჰილტნერიე მიერ. ფუზარიოზით დაავადებული მარცვლეულის თესლები რეგულარული ტესტირებისას აღმოცენდებოდნენ, თუმცა ვერ აღმოცენდებოდნენ 2-3 მმ. აგურის ხრეშიდან საიდანაც აღმოცენდებოდნენ ჯანსაღი თესლები. ტესტირების პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: სუსტი აღმონაცენები ვერ იკრებენ საკმარის ძალას ქვის გრავირების ზეწოლის გადასალახად. შესაბამისად, ამ მეთოდს იყენებენ მარცვლეულის თესლების აღმოცენების ენერგიის დიფერენცირებისათვის. აღნიშნული მეთოდი აღწარმოებადია ხორბლის მარცვლების აღმონაცენებისათვის მინდვრის პირობებში.

აღჭურვილობა და ხელსაწყოები: გერმინაციის ყუთი, ალუმინის ჯამი, ქვიშა, მარკერი, 2-3 სმ. ზომის ფოროვანი აგურის ხრეში, გამღივებელი, თესლის ნიმუშები.

პროცედურა: ქვიშას ყრიან გერმინაციის ყუთში ისე, რომ ქვიშის ზემოთ ტოვებენ 3 სმ. თავისუფალ სივრცეს. ქვიშას ატენიანებენ. თითოეულ ყუთში ქვიშის მარკერისაგან გაკეთებულ აღრმავებებში ათავსებენ 100 თესლს. ამის შემდეგ თითოეულ თესლს აყრიან 2-2,5 სმ ფოროვანი აგურის ხრეშს. ყუთს აყოვნებენ გერმინატორში სათანადო ტემპერატურაზე. აღმოცენებისათვის აუცილებელი დროის გასვლის შემდეგ, ყუთს იღებენ და ითვლიან აგურის ხრეშის გავლით აღმოცენებული თესლების რაოდენობას. აღმონაცენების პროცენტული მაჩვენებლით ფასდება სხვადასხვა პარტიის თესლების აღმოცენების ენერგია. სარწმუნო შედეგების მისაღებად საჭიროა ტესტის გამეორება 3-4-ჯერ.

სიცივის ტესტის ჩატარების პრინციპი: სიცივის ტესტი შემუშავებულია აშშ-ში სიმინდის თესლის აღმოცენების ენერგიის შესაფასებლად. აშშ-ში, გვიან გაზაფხულზე, როდესაც სიმინდი ითესება, ნიადაგი ნოტიოა და ცივი. სუსტი თესლი არ ღივდება. სწორედ ამიტომ, სიმინდის თესვის პერიოდში რეალური მინდვრის პირობების სიმულაციისთვის, შემუშავებულ იქნა სიცივის ტესტი. ტესტის მიზანია განასხვაოს სუსტი და ძლიერი თესლის პარტიები ოპტიმალურ ტემპერატურაზე გაღივებამდე დაბალ ტემპერატურაზე მოთავსებით. მინდვრის ნიადაგისათვის ტესტის გამოყენება კრიტიკის საგანი გახდა, რადგანაც საველე პირობებში ნიადაგი მნიშვნელოვნად განსხვავებულია სხვადასხვა ადგილას.

აღჭურვილობა და ხელსაწყოები: ალუმინის აბაზანა, მინდვრის ნიადაგი, ქვიშის მარკერი, გერმინატორი, თესლის ნიმუშები.

პროცედურა: დაქუცმაცებისა და საფუძვლიანი გაცრის შემდეგ ნიადაგი თავსდება აბაზანაში 2 სმ. სიღრმემდე. 50 თესლი თავსდება ნიადაგის ზედაპირზე და ზემოდან ეყრება 2 სმ სისქის დამატებითი შრე. ნიადაგი იტკეპნება და ემატება საკმარისი რაოდენობის წყალი, რათა მოხდეს ნიადაგის მიერ წყლის შეკავების უნარის 70%-ით უზრუნველყოფა. წყლის ტემპერატურა უნდა იყოს 10°C. მორწყვის შემდეგ აბაზანები იფარება პოლიეთილენის პაკეტებით და თავსდება მაცივარში 10°C ტემპერატურაზე 1 კვირის განმავლობაში. 1 კვირის შემდეგ აბაზანები გამოაქვთ მაცივრიდან და ათავსებენ თერმოსტატში 25°C ტემპერატურაზე. ითვლება აღმონაცენების რაოდენობა 4 დღის შემდეგ. გერმინაციის პროცენტულობა გამოიანგარიშება ნორმალური აღმონაცენების რაოდენობის დათვლით. რაც უფრო მაღალია აღმოცენების პროცენტი, მით უფრო მეტია თესლების ზრდის ენერგია.

3. დაჩქარებული დაბერების ტესტი

პრინციპები: დაჩქარებული დაბერების ტესტი შემუშავდა აშშ მისისიპის უნივერსიტეტის თესლების ტექნოლოგიის ლაბორატორიაში, თესლების შენახვის პოტენციალის განსაზღვრის მიზნით. დაბერების პროცესი ჩქარდება გერმინაციის კაბინაში მაღალი ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის ზეგავლენით სტანდარტული აღმოცენების პროცესის დაწყებამდე. იმ პარტიის თესლები, რომლებიც დაჩქარებული დაბერების ტესტში ავლენენ გაღივების მაღალ ხარისხს, როგორც მოსალოდნელია, ინარჩუნებენ მაღალ სიცოცხლისუნარიანობას ატმოსფერულ პირობებში შენახვის შემთხვევაშიც. ტესტირება ჩატარდა Bragg სოიოს მარცვლებზე ჩატარებულმა ტესტირებამ დამოავლინა დადებითი კორელაცია დაჩქარებული დაბარების 3-დღიან ტესტს (42- 45°C ტემპერატურა, 95- 100% RH) და სიცოცხლისუნარიანობას შორის ოთახის ტემპერატურაზე 6 თვის ვადით შენახვის შემდეგ. ტესტი ასევე იცავს თესლებს მაღალ ტემპერატურასა და ტენიანობაზე განვითარებული სოკოვანი დაზიანებებისაგან.

აღჭურვულობა და ხელსაწყოები: დაჩქარებული დაბერების კამერა, ხელსაწყო გაღივების ტესტირებისათვის, თესლების ნიმუშები, ჰერმეტული ჭურჭელი, ქსოვილი, მავთულის ბადე და ა.შ.

პროცედურა: 100 ერთეულ თესლს თითოეულ რეპლიკაში (სულ 4 რეპლიკაა 400 თესლით) ახვევენ თხელ ქსოვილში. შეფუთულ თესლებს ათავსებენ მავთულის ბადეზე ქილაში. ქილის ქვედა ნაწილი ივსება წყლით. დაუშვებელია წყალსა და თესლებს შორის უშუალო კონტაქტი. ქილას ახურავებ თავს და ჰერმეტულობის დაცვის მიზნით ლუქავენ პარაფინით. შემდეგ ჭურჭელს ათავსებენ სწრაფი დაბერების კამერაში, სადაც დაცულია 45 ± 2 °C ტემპერატურა 3-5 დღის განმავლობაში. აღნიშნული დროის გასვლის შემდეგ ქილას იღებენ და თესლებს აცივებენ ექსიკატორში. ახდენენ თესლების აღმოცენების უნარის სტანდარტულ ტესტირებას. აღმოცენების პროცენტულობა მეტყველებს თესლების აღმოცენების ენერგიაზე. რაც უფრო მაღალია პროცენტულობა, მით უფრო მაღალია თესლების სიცოცხლისუნარიანობა.

თესლის აღმოცენების ენერგიის სამომავლო როლი

თესლის სიჯანსაღის ტესტირება თესლის ხარისხის კონტროლის მნიშნელოვანი კომპონენტია. ხარისხის ტრადიციულ კრიტერიუმებთან ერთად, როგორიცაა ტენიანობა, სისუფთავე, გაღივება და სიჯანსაღე, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ოპტიმალური მოსავლიანობისათვის აუცილებელია დამატებითი დონეების გათვალისწინება. სოფლის მეურნეობასა და მებაღეობაში გამოყენებული მეთოდების დახვეწის კვალდაკვალ სულ უფრო გაიზრდება მოთხოვნა ზრდის მაღალი ენერგიის თესლებზე და საჭირო გახდება შესაბამისი ტესტირების სტანდარტების შემუშავება, მსგავსად გაღივების ტესტირებისათვის აღიარებული სტანდარტებისა. თესლის ენერგიის ტესტირების მეთოდოლოგია ჯერ კიდევ არ დახვეწილა იმგვარად, რომ შემუშავებულიყო თესლების სიცოცხლისუნარიანობის შეფასების ერთიანი, საყოველთაოდ აღიარებული მეთოდი. აუცილებელია კვლევების გაფართოვება თესლის სიცოცხლისუნარიანობის ტესტირების არსებული მეთოდების შემდგომი სრულყოფისათვის და ახალი მეთოდების შემუშავებისათვის, რომლებიც მეტწილად საველე /შენახვის პირობებს უკავშირდება

დანართი

ანალიზური სისუფთავე - ერთი და იმავე სასოფლო-სამეურნეო კულტურის თესლების პროცენტულობა, რომლებიც შესაძლოა სულაც არ იყვნენ ერთი და იგივე სორტის. სასწორმა შესაძლოა აწონოს ინერტული ნივთიერებები, სარეველების თესლები, დაზიანებული თესლები. მაშინ როცა თესლების ტესტირების რეგულარული პროცედურები ყველა შემთხვევაში არ იძლევა ერთი და იგივე სახეობის სხვადასხვა სორტის გარჩევის საშუალებას, სხვადასხვა კულტურების (სახეობების) თესლები შეიძლება იდენტიფიცირდეს თესლების ლაბორატორიაში, თესლების დეტალური შესწავლის გზით.

სერთიფიცირებული თესლი - ხარისხის დადგენილი სტანდარტის შესაბამისი თესლი, რომელიც მიღებულია კონტროლირებადი გამრავლების გზით ან ძირითადი თესლებიდან ან სერთიფიცირებული თესლების წინა თაობიდან. განკუთვნილია სერთიფიცირებული თესლების ახალი გენერეციის მისაღებად ან საკვები პროდუქტების, საფურაჟე კულტურების და სხვა ნათესებისათვის.

კომერციული თესლები – თესლები, რომლებიც გამოიყენება მემცენარეობაში, სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოებისათვის, მაგრამ არ არის მიღებული სერთიფიცირების აღიარებული სქემის დაცვით.

კომპოზიტური (შედგენილი) ნიმუში – ტესტირების მიზნით თესლების კონტეინერებიდან აღებული პირველადი ნიმუშების შერევის გზით მიღებული ნიმუში.

გაღივება – ჩანასახის ყველა ძირითადი შემადგენელი ნაწილის აქტიური ზრდის ინიცირება, რაც აუცილებელია წარმატებული აღმოცენებისათვის. თესლების ტესტირებისას ის განიხილება, როგორც თესლებიდან ძირითადი სტრუქტურების განვითარების პროცესი, რომელიც მიუთითებს ჩანასახის უნარზე ხელსაყრელ საველე პირობებში მოგვცეს სრულყოფილი, ნორმალური მცენარე.

გაღივების უნარი – აღმოცენებული სუფთა თესლების პროცენტულობა სტანდარტულ ტესტში, როგორც ეს განისაზღვრება თესლების ტესტირების წესებით.

ISTA - თესლების ტესტირების საერთაშორისო ასოციაცია, რომლებიც აერთიანებს თესლების ტესტირების საერთაშორისო სტანდარტებისა და პროცედურების დამდგენ ლაბორატორიებს.

ტენის შემცველობა - წყლის რაოდენობა თესლების ნიმუშში, რომელიც გამოისახება ანალიზის მომენტში თესლების საერთო მასის პროცენტული წილით.

ფიტოსანიტარული სერთიფიკატი - ფედერალური მმართველობის კანონიერი ორგანოს ან შტატის მმართველობის მიერ გაცემული სერთიფიკატი, რომელშიც აღნიშნულია, რომ თესლების პარტია შემოწმებულია და დადასტურებულია მათში საკარანტინო დაავადებების არარსებობა. ამგვარი სერთიფიკატები ხშირად გამოიყენება თესლით ვაჭრობის საერთაშორისო შეთანხმებებში თესლით გავრცელებადი დაავადებების ქვეყნებს შორის გავრცელების თავიდან ასაცილებლად.

პირველადი ნიმუში – ნიმუშის შერჩევისას სათესლე მასალის პარტიის ერთი წერტილიდან აღებული თესლების მცირე პორცია

სუფთა თესლი – განეკუთვნება ეტიკეტზე მითითებულ ან ტესტირებისას აღმოჩენილ დომინირებულ სახეობებს და უნდა მოიცავდეს ამ სახეობის ყველა ბოტანიკურ ნაირსახეობასა და კულტივარებს - როგორც მთლიან თესლებს, ისე მოუმწიფებელ თესლებს, დაავადებულ თესლებს და თესლებს, რომელთა ზომა აღემატება მათი საწყისი ზომის ნახევარს ან განსაზღვრულია ISTA-ს თესლების ტესტირების წესებით.

რეგისტრირებული თესლები – სერთიფიცირებული თესლების სქემაში შემავალი თესლების კლასი, რომელიც მიღებულია საბაზისო თესლებიდან და დათესილია სერთიფიცირებული თესლების მისაღებად.

ფარდობითი ტენიანობა – ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის რაოდენობის ფარდობა იმ მაქსიმალურ როდენობასთან, რომელსაც შეიძლება შეიცავდეს ჰაერი მოცემულ ტემპერატურაზე, გამოსახული პროცენტებით.

ნიმუშების შერჩევა – მეთოდი, რომლის გამოყენებითაც თესლის პარტიიდან ამოირჩევა ლაბორატორიაში საანალიზოდ გასაგზავნი რეპრეზენტატული შერჩევა.

თესლი – მომწიფებული კვერცხუჯრედი, რომელიც შეიცავს მცენარის ჩანასახს საკვების მარაგთან ერთად ან სხვა სტრუქტურას, კვერცხუჯრედის ჩათვლით და რომელსაც ფერმერები სათეს მასალად იყენებენ.

თესლის პარტია – ერთი სორტის, ცნობილი წარმომავლობისა და ისტორიის მქონე თესლების რაოდენობა, რომელიც კონტროლირდება ერთი საცნობარო reference ნომრით.

თესლების წონასწოროების ტენიანობა - თესლებში ტენის პროცენტული შემცველობა განსაზღვრულ ტემპერატურასა და ფარდობით ტენიანობაზე.

თესლების ენერგია - თვისებების ერთობლიობა, რომლებიც განსაზღვრავს მისაღები გაღივების უნარის მქონე თესლების აქტიურობასა და აღმოცენებას გარემო პირობების ფართო დიაპაზონში. თესლების ძლიერი პარტია - პარტია, რომელსაც პოტენციურად შეუძლია კარგად ზრდა, თუნდაც სახეობისათვის არაოპტიმალური გარემო პირობების შემთხვევაში.

მიღებული ნიმუში – ტესტირების ლაბორატორიაში გაგზავნილი ნიმუში. ის არ უნდა იყოს ISTA-ს რეგულაციებით განსაზღვრულ ნიმუშის ზომაზე მცირე მოცულობის და შეიძლება მოიცავდეს შედგენილ ნიმუშს სრულად ან ქვე-ნიმუშს.

ქვე-ნიმუში – ნიმუშის ნაწილი, რომელიც მიიღება ნიმუშის შემცირების გზით, ISTA რეგულაციებით განსაზღვრული შერჩევის რომელიმე ერთ-ერთი მეთოდის გამოყენებით.

REFERENCES

1.International Rules for Seed Testing ISTA (2009):. International Seed Testing Association, Switzerland.

2.International Rules for Seed Testing, 2004 Edition, International Seed Testing Association,Bassersdorf, Switzerland

3.Quality Declared Seed: Technical Guidelines for Standards and Procedures, 2006, FAO Plant

4.Production and Protection Paper 185 Rome Italy

5.Emilio Cervantes, José Javier Martín, and Ezzeddine Saadaoui:.Updated Methods for Seed Shape Analysis Hindawi Publishing Corporation

Scientifica Volume 2016, Article ID 5691825, 10 pages ***http://dx.doi.org/10.1155/2016/5691825***

6.Hemender et al.; CJAST, 27(1): 1-11, 2018; Article no.CJAST.40945

თავი 4. ანალიზი და მისი ჩატარების მეთოდიკა

ზოგადი ჩარჩო

ამ თავის მიზანს წარმოადგენს იმ ზოგადი კონცეფციებისა და პრაქტიკული საშუალებების მოკლე მიმოხილვა, რომლებიც მნიშვნელოვანია გამოყენებითი კვლევების დროს ლაბორატორიული ანალიზის ჩასატარებლად. თავი მოიცავს იმ მასალას, რომელიც გამოყენებითი კვლევების კარგი ლაბორატორიული პრაქტიკის (good laboratory practices) მეთოდებით წარმართვის საფუძველია. მასში მოცემულია ძირითადი განმარტებები, ლაბორატორიის გამართვასთან დაკავშირებული მოთხოვნები და მითითებები/ნორმები/გაიდლაინები, მეთოდის სარწმუნოობის დადასტურების მოთხოვნები (method validation requirements), მეთოდებისა და ტესტების ზოგადი აღწერა.

4.1 ანალიზის კონცეფცია (გამოყენებითი კვლევები)

ანალიზი და ანგარიში. გამოკვეთს და აღწერს ანალიტიკური ტესტისა და სამეცნიერო კვლევის მართვის ძირითად მოთხოვნებს, ტესტირებისა და კვლევის დაგეგმვას, წარმართვას, ანგარიშის წარდგენას, მონიტორინგსა და ლაბორატორიული სამუშაოების ეთიკურ საკითხებს.

4.1.1. შესავალი

ცნობილია, რომ მეცნიერებაში ცოდნა და თეორიები წარმოიშვა პრაქტიკული დაკვირვებებისა და ექსპერიმენტების საფუძველზე: ეს თანაბრად ვრცელდება ერთანეთისაგან განსახვავებულ დისციპლინებზე, როგორიცაა მაგალითად მიკროსკოპია და მოლეკულური გენეტიკა. კვლევები გამოყენებით მეცნიერებებში, აგრარული და სურსათის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების მიმართულებით სახელმწიფოს სურსათის უვნებლობის სააგენტოების ან უნივერსიტეტების მიერ ჩატარებული კვლევები ხშირად მოითხოვს ნედლი მასალების, საკვები პროდუქტების შემადგენლობისა და მახასიათებლების ანალიზს. ტენდენციები და მომხმარებელთა მოთხოვნები, ეროვნული და საერთაშორისო რეგულაციები და კვების ინდუსტრიის რეალური მდგომარეობა წარმოადგენს გამოწვევას აგრარული და სურსათის შემსწავლელი მეცნიერებისათვის და ანალიტიკური ლაბორატორიებისათვის, ვინაიდან ისინი მუშაობენ საკვები პროდუქტების შემადგენლობის მონიტორინგზე, საკვები პროდუქტების ხარისხიანი და უსაფრთხო მიწოდების უზრუნველყოფაზე.

ანალიზის ჩასატარებელ მეთოდს ჩვეულებრივ ნიმუშის ტიპი და ანალიზის სპეციფიკური მიზანი განსაზღვრავს. სისწრაფე, სიზუსტე, სანდოობა, სპეციფიკურობა და მგრძნობელობა წარმოადგენს არჩევანის ძირითად ფაქტორებს. სპეციფიკური ტესტირების მატრიცის (testing matrix) ანალიზის პროცესში, მეთოდის ვარგისიანობაში დასარწმუნებლად, საჭიროა მეთოდის სარწმუნოობის შეფასება. რამდენიმე არაკომერციული სამეცნიერო ორგანიზაციის მიერ შემუშავებული და რეკომენდებული ანალიზის მეთოდები საშუალებას გვაძლევს სტანდარტიზირებულად შევადაროთ სხვადასხვა ლაბორატორიების მიერ მიღებული შედეგები და შევაფასოთ ნაკლებად სტანდარტული პროცედურები. ასეთი ოფიციალური მეთოდების არსებობა ნედლეულის, ადამიანისა და ცხოველთა საკვები პროდუქტების ანალიზისას გადამწყვეტი მნიშვნელობისაა, რადგანაც ისინი საშუალებას იძლევიან დავადგინოთ პროდუქტების შესაბამისობა სამთავრობო სააგენტოების მიერ დამტკიცებულ ლეგალურ მოთხოვნებთან. წინამდებარე თავში წარმოდგენილია ნედლეულის, ადამიანისა და ცხოველთა საკვები პროდუქტების ანალიზის საერთაშორისო რეგულაციები და სტანდარტები, თუმცა ისინი უფრო დეტალურად სხვა თავებშია განხილული.

4.1.2. ზოგადი ლაბორატორიული და პროცედურული მოთხოვნები

ძირითადი მოთხოვნები

ნებისმიერი ლაბორატორიული სამუშაო, რომელიც მოიცავს ცოცხალ ორგანიზმებთან, ცხოველებთან ან მიკროორგანიზმებთან მუშაობას, უნდა ჩატარდეს სიფრთხილის ნორმების დაცვით. ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების კანონი (Health and safety law) ლაბორატორიებსა და აკადემიურ დაწესებულებებს ავალდებულებს შექმნან ისეთი სამუშაო გარემო, სადაც პერსონალი მაქსიმალურად იქნება დაცული და მათ ჯანმრთელობას საფრთხე არ დაემუქრება. პერსონალს დადგენილ ვადებში უნდა ჩაუტარდეს ტრენინგი და წარედგინოს ინფორმაცია უსაფრთხო მუშაობის პრაქტიკის შესახებ. ლაბორატორიის პერსონალმა უნდა გამოიჩინოს შესაბამისი ყურადღება საკუთარი თავისა და სხვების დაცულობის უზრუნველსაყოფად და არასწორად არ უნდა გამოიყენოს უსაფრთხოების არც ერთი აღჭურვილობა. უსაფრთხო მუშაობა გულისხმობს უსაფრთო პრაქტიკის კოდექსის დაცვას (following a code of safe practise), რომელიც, საკუთარი თავისა და სხვების დაზიანებების თავიდან არიდების მორალურ ვალდებულებასთან ერთად, გამყარებულია კანონმდებლობით. ნებისმიერი მუშაობის დაწყებამდე უნდა მოხდეს რიგი ეთიკური და ჰუმანური ასპექტების გათვალისწინება: შესაძლო ზიანი, რომელიც შეიძლება მივაყენოთ ფლორასა და ფაუნას; ჯგუფის სხვა წევრების უსაფრთხოება; შენი საქმიანობის შესაძლო ეფექტი სხვებზე, მაგალითად მიწის მფლობელებზე ან სხვა მომხმარებლებზე. ეთიკური ჩარჩოს გარეშე, ცალკეულმა პირებმა შეიძლება მხოლოდ იმსჯელონ იმ სუბიექტურ ღირებულებებზე, რომლებიც ეყრდნობა მათ პირად მოსაზრებებსა და შეხედულებებს, განსხვავებით ობიექტური ანალიზისაგან. აღნიშნული საკითხი უფრო დეტალურად განხილულია სხვა თავებში.

ლაბორატორიის მოწყობა

ლაბორატორია უნდა განთავსდეს შესაბამის შენობაში. მას უნდა გააჩნდეს შესაბამისი აღჭურვილობა, ჰყავდეს კვალიფიციური პერსონალი და ჰქონდეს ლაბორატორიული აქტივობების წარმართვისათვის საჭირო სისტემები და მხარდაჭერის სერვისები. გამოყენებითი კვლევის განმახორციელებელი, ასევე აგრარული და სურსათის ტესტირების ყველა ლაბორატორიისათვის აუცილებელია უსაფრთხოების რეგულაციებთან და მწარმოებლების რეკომენდაციებთან დაკავშირებული უსაფრთხოების მოთხოვნების, აგრეთვე GLP (Good Laboratory Practices) და ISO/IEC 17025 სტანდარტების ძირითადი პრინციპების დაცვა. აღნიშნული სტანდარტები, რომლებიც აფასებენ როგორც რისკებს, ამავდროულად ქმნის ლაბორატორიის მართვის სისტემის ეფექტურობის ამაღლების საფუძველს - შედეგები უმჯობესდება, ხოლო უარყოფით ეფექტებს თავიდან ვიცილებთ. ლაბორატორია პასუხისმგებელია იმაზე, თუ რომელი რისკების შეფასება მოხდება. ძალიან მნიშვნელოვანია, რომ არცერთ ლაბორატორიაში არ უნდა არსებობდეს ინტერესთა კონფლიქტი ან, ლაბორატორიის სამომავლო აქტივობებზე უარყოფითი ზეგავლენის თავიდან ასაცილებლად, კონფლიქტი უნდა გადაიჭრას დროულად. ლაბორატორიამ დოკუმენტის სახით უნდა მოამზადოს ლაბორატორიულ აქტივობების წარმართვისათვის საჭირო ამა თუ იმ კომპეტენციისადმი წაყენებული მოთხოვნები - განათლება, კვალიფიკაცია, ტრეინინგები, ტექნიკური ცოდნა, უნარ-ჩვევები და გამოცდილება.

შენობის მდგომარეობა და გარემო პირობები უნდა იყოს ლაბორატორიის ფუნქციონირებისათვის შესაფერისი და უარყოფითად არ უნდა იმოქმედოს შედეგების სარწმუნოობაზე. საჭიროების შემთხვევაში ცალკე უნდა გამოიყოს ლაბორატორიული სივრცე რუტინული და სპეციალიზებული პროცედურების ჩასატარებლად. პერსონალის ფიზიკური გამოჯვნა სხვადასხვა ოთახების გამოყენების გზით ყველაზე ეფექტური და საუკეთესო

საშუალებაა დამოუკიდებელი სამუშაო სივრცეების შესაქმნელად, თუმცა დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად შეიძლება გამოვიყენოთ სხვა მეთოდებიც - მათ ეფექტურობა შედარებითია. მაგალითად, დნმ-ს შემთხვევითი დაბინძურება შეიძლება მოხდეს მტვრის ნაწილაკებით ან აეროზოლების გამოყენების შედეგად. შესაბამისად, ლაბორატორიაში სამუშაო სივრცის ორგანიზება ლოგიკურად ეფუძნება მონაცემების მიღებასთან დაკავშირებული მეთოდოლოგიური მიდგომების სისტემატურ კონტროლსა და ნიმუშებთან მუშაობის „პირდაპირი ნაკადის“ პრინციპს.

სხვადასხვა სამუშაო სივრცეში პერსონალს უნდა ეცვას სხვადასხვა ლაბორატორიული ხალათი და ერთჯერადი ხელთათმანი. ხელთათმანებისა და ლაბორატორიული ხალათის გამოცვლა უნდა ხდებოდეს შესაბამისი სიხშირით. რეაგენტები და ხსნარები უნდა ინახებოდეს ოთახის ტემპერატურაზე, გარდა იმ შემთხვევებისა, როდესაც მათი შენახვისათვის საჭიროა სპეციფიკური პირობები. მიღებული შედეგების სარწმუნოობაზე შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს შემდეგმა ფაქტორებმა (და არა მხოლოდ მათ): მიკრობულმა დაბინძურებამ, მტვრის ნაწილაკებმა, ელექტრომაგნიტურმა ძვრებმა, რადიაციამ, ტენიანობამ, ელექტრული დენის მიწოდების შეწყვეტამ, ტემპერატურამ, ხმაურმა და ვიბრაციამ. შესაბამისად, საჭიროა აღნიშნული პარამეტრის მონიტორინგი, კონტროლი და შესაბამისი მონაცემების აღრიცხვა.

როგორც წესი, ლაბორატორიას აქვს შესაბამისი აღჭურვილობა, მათ შორის: საზომი ხელსაწყოები, რომელთაც სჭირდებათ დაკალიბრება, კომპიუტერული პროგრამები, ეტალონები, ლიტერატურული მონაცემები (საცნობარო მასალა და მონაცემები), რეაგენტები, ძირითადი ან დამხმარე ხელსაწყოები, რომლებიც საჭიროა ლაბორატორიის აქტივობების სწორად წარმართვისათვის და რომელთაც შეუძლიათ ზეგავლენა იქონიონ შედეგებზე. თითოეულ აღჭურვილობას უნდა ჰქონდეს სტანდარტული ოპერაციული პროცედურა (SOP) მუშაობის, კალიბრაციისა და რუტინული შეკეთების დროს. ინსტრუმენტები და აღჭურვილობა უნდა შეკეთდეს მწარმოებლის ინსტრუქციების შესაბამისად.

ნებისმიერი ტიპის ლაბორატორიული აქტივობის შესასრულებლად პერსონალმა უნდა გამოიყენოს შესაბამისი მეთოდები და პროცედურები და გაზომვის შედეგების სარწმუნოობის შესაფასებლად გამოიყენოს სტატისტიკური მეთოდები. გაზომვის შედეგები უნდა იყოს მკაფიო და წარმოდგენილი უნდა იყოს SI სისტემის ერთეულებში. საჭიროა მეთოდოლოგიის, პროცედურებისა და ლაბორატორიის აქტივობებისათვის საჭირო დოკუმენტაციის, როგორიცაა ინსტრუქციები, სტანდარტები, სახელმძღვანელოები და ცნობარები, მუდმივი განახლება და ისინი მარტივად ხელმისაწვდომი იყოს თანამშრომლებისათვის. ლაბორატორიამ უნდა მოახდინოს საკუთარი შემუშავებული მეთოდების ვალიდაცია. ვალიდური მეთოდების მახასიათებლები შეიძლება მოიცავდეს: გაზომვების დიაპაზონს, აკურატულობასა და სიზუსტეს, დეტექციის ლიმიტს, მეთოდის სელექტიურობას, გაზომვების განმეორებადობას და აღწარმოებადობას, გარე ზემოქმედებისადმი მდგრადობას, ჯვარედინ მგრძნობელობას ნიმუშის ან სატესტო ობიექტის ზეგავლენის მიმართ, ცდომილებას. აღნიშნული ინფორმაცია განხილულია სახელმძღვანელოს სხვა თავებში.

პროტოკოლი და სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები

ლაბორატორიებს უნდა ჰქონდეს სტანდარტული საოპერაციო პროცედურები (SOP) - წერილობითი დოკუმენტი, რომელიც დეტალურად აღწერს კონკრეტული რუტინული ლაბორატორიული ტესტის ან აქტივობის ჩატარების წესს, რომელიც არ არის დეტალურად აღწერილი სასწავლო გეგმაში ან ტესტის ჩატარების მეთოდურ რეკომენდაციებში. სასწავლო პროტოკოლები განსაზღვრავს „რა“ და „როდის“ გაკეთდება ტესტირების დროს, SOP/სოპ კი განსაზღვრავს - როგორ შესრულდეს სპეციფიკური აქტივობების პროტოკოლი. SOP უნდა იყოს ზედმიწევნით დეტალური, რათა პერსონალი გაეცნოს მნიშვნელოვან მითითებებს რუტინული

ლაბორატორიული აქტივობების ჩასატარებლად. თუ კონკრეტული კვლევის ჩასატარებლად საჭიროა SOP-დან გამონაკლისების დაშვება, მაშინ ეს გამონაკლისები უნდა აღიწეროს პროტოკოლში. პროტოკოლში წარმოდგენილი უნდა იყოს კონკრეტული კვლევის ჩატარებისათვის აუცილებელი SOP-ების ჩამონათვალი. თუ სასწავლო აქტივობა ან კვლევა არ არის „სტანდარტული“ ან იგეგმება ერთჯერადად, მისაღებია ამ აქტივობების დეტალური აღწერილობა ჩაემატოს პროტოკოლში ან ლაბორატორიულ რვეულში. თუ ამ ტიპის აქტივობები გახდება რუტინული, მაშინ საჭიროა შესაბამისი SOP-ის მომზადება. პირველ SOP-ში აღწერილია SOP-ის დაწერის წესები. SOP უნდა შეიცავდეს თითოეული SOP-ის გამოყენების სახელმძღვანელოს, SOP-ების დანომვრის, მიმოხილვის, რევიზიისა და აღიარების სისტემებს. SOP-ების ასლები ადვილად ხელმისაწვდომი უნდა იყოს ლაბორატორიის პერსონალისათვის. SOP მნიშვნელოვანი დოკუმენტია. ის ყურადღებას და მასში წარმოდგენილი პირობების განუხრელ დაცვას მოითხოვს. SOP-ის მუდმივი განახლება ლაბორატორიების სერიოზულ ძალისხმევას საჭიროებს.

კარგი ლაბორატორიული ტექნიკა ყოველთვის მოიცავს რეაგენტებისა და ხსნარების ეტიკეტირებას. ეტიკეტზე უნდა განთავსდეს 4 ძირითადი ინფორმაცია: „ნივთიერების სახელწოდება“, „ტიტრი ან კონცენტრაცია“, „შენახვის პირობები“ და „შენახვის ვადა“. თუკი ნივთიერების შენახვის ვადა უცნობია, მისაღებია შენახვის ვადის შესაბამის ველში აიღნიშნოს „NONE” ან “N/A” (not applicable). ასეთ შემთხვევაში საკმარისია შენახვის ვადები მიეთითოს ლიტერატურულ მონაცემებზე და/ან ლაბორატორიის გამოცდილებაზე დაყრდნობით.

აგროპროდუქტების გამოყენებითი კვლევების/ტესტირების ზოგადი პროცედურა მოიცავს შემდეგ საფეხურებს:

– ნიმუშის შეგროვება;

– რეპრეზენტატული ნიმუშის მიღება;

– ლაბორატორიული ნიმუშის ჰომოგენიზირება;

– ლაბორატორიული ნიმუშის სატესტო ნიმუშამდე დაყვანა;

– ნიმუშის მომზადება და დაფქვა;

– საანალიზო კომპონენტის გამოყოფა;

– ტესტირება, ანგარიშის წარდგენა და შედეგების ინტერპრეტაცია.

ცალკეული საანალიზო კომპონენტის/მახასიათებლის ანალიზის პროცესი უნიკალურია, ისევე როგორც უნიკალურია კონკრეტული ტიპის ნედლეულის, ადამიანისა და ცხოველის საკვები პროდუქტების ანალიზის მეთოდები. მეთოდის შერჩევა მეტწილად დამოკიდებულია გაზომვის მიზანზე. მაგალითად, გაზომვების სწრაფი ონლაინ დამუშავების მეთოდები ოფიციალურად აღიარებულ მეთოდებთან შედარებით ნაკლებად აკურატულია.

კარგად აღჭურვილ და გამოცდილი პერსონალით დაკომპლექტებულ საანალიზო ლაბორატორიებში მეტწილად გამოიყენება ეტალონური, სპეციფიკური, ოფიციალური ან პირველადი მეთოდები. ნიმუშების ანალიზის ყველა შედეგი დამოკიდებულია რეპრეზენტატული ნიმუშის მოპოვებისა და ანალიზისათვის შესაფერის ფორმაში გარდაქმნის გზებზე. ნიმუშის აღება წარმოადგენს ნიმუშის იდენტიფიცირების საწყის ეტაპს. ანალიტიკურ ლაბორატორიებმა თვალყური უნდა ადევნონ შემომავალ ნიმუშებს და უნდა გააჩნდეთ შესაბამისი რესურსი ანალიზის შედეგადების შესანახად.

ტესტის ანგარიში

ზოგადად ტესტის ანგარიში სულ მცირე უნდა შეიცავდეს შემდეგ ინფორმაციას:

1) ლაბორატორიული ნიმუშის ინდენტიფიცირებისათვის საჭირო ყველა ინფორმაციას;

2) ნებისმიერი დეტალურ ინფორმაცია ლაბორატორიულ ნიმუშზე (მაგ., არასაკმარისი მოცულობა, დეგრადაციის ხარისხი და ა.შ);

3) შესაბამისობა საერთაშორისო სტანდარტ(ებ)თან;

4) ცნობა ნიმუშის მოპოვების თარიღისა და აღებისას გამოყენებული პროცედურ(ებ)ის შესახებ (მაგ., შესაბამისობა ლაბორატორიის ან სხვა ერთეულის მიერ გამოყენებული ნიმუშების შერჩევის გეგმასთან და იმ მეთოდებთან, რომლებიც რელევანტურია ვალიდური ან გამოყენებადი შედეგების მისაღებად.

5) მიღების თარიღი;

6) შენახვის პირობები (საჭიროების შემთხვევაში);

7) ანალიზის დაწყებისა და დასრულების თარიღი (საჭიროების შემთხვევაში);

8) ანალიზის ჩატარებაზე პასუხისმგებელი პირი;

9) ლაბორატორიული ნიმუშისა და სატესტო ნიმუშის მოცულობა;

10) კონკრეტული მეთოდის შესაბამისი შედეგები და მათ წარსადგენად გამოსაყენებელი საზომი ერთეულები, დაკალიბრებისათვის და გამოთვლებისათვის გამოყენებული მეთოდები;

11) ტესტირების დროს გაკეთებული ნებისმიერი განსაკუთრებული დაკვირვება;

12) ნებისმიერი გადახრა, დამატება ან გამონაკლისი ტესტის სპეციფიკაციით განსაზღვრული პირობებიდან;

13) ინფორმაციის წარმოდგენა უნდა მოხდეს გამოყენებული ერთეულების გათვალისწინებით;

14) გაზომვის ცდომილებები და სარწმუნოობის დონე, შედეგების მომხმარებლების მოთხოვნის შემთხვევაში.

ლაბორატორია უნდა იყოს პასუხისმგებელი ანგარიშში მიწოდებულ ინფორმაციაზე, გარდა იმ შემთხვევებისა როდესაც ინფორმაცია დამკვეთის (customer) მიერაა მიწოდებული. ასეთ დროს საჭიროა დამკვეთის მიერ მიწოდებული მონაცემების მკაფიოდ იდენტიფიცირება. ამასთან, თუ ინფორმაცია მოწოდებულია დამკვეთის მიერ და მან შეიძლება ზეგავლენა იქონიოს შედეგების ვალიდურობაზე, მაშინ ანგარიშს უნდა დაემატოს შესაბამისი უფლებებზე უარის ნაწილი (disclaimer). თუკი ლაბორატორია არ იყო პასუხისმგებელი ნიმუშების შერჩევის ეტაპზე (ნიმუში ლაბორატორიას მიაწოდა დამკვეთმა), ტესტის ანგარიშში საჭიროა მიეთითოს, რომ შედეგები მიღებულია მზა მიწოდებულ ნიმუშზე.

ნებისმიერი ლაბორატორია, რომელიც ატარებს არაკლინიკურ ლაბორატორიულ კვლევებს, უნდა ფლობდეს სივრცეს ჩატარებული კვლევების ნედლი მასალის, ნიმუშების, დოკუმენტაციის, პროტოკოლების, შუალედური და საბოლოო ანგარიშების შესანახად. საარქივო მასალების შენახვის პირობები (მაგ., ტემპერატურა, ტენიანობა) უნდა შეესაბამებოდეს შესანახი დოკუმენტებისა და ნიმუშების ტიპს.

ნიმუშების ანალიზის გარდა ლაბორატორია ახორციელებს სპეციფიკურ აქტივობებს, რომელიც მოიცავს (თუმცა არ შემოიფარგლება) შემდეგ ღონისძიებებს: განვითარება, მოდიფიცირება, მეთოდების ვალიდაცია და კვალიფიკაციის შემოწმება.

4.2 მეთოდის ვალიდაცია

შესავალი

ანალიტიკური ვალიდაცია, ხარისხის უზრუნველყოფა და ხარისხის კონტროლი ტესტირების განმახორციელებელი ლაბორატორიების მიერ ხშირად გამოყენებადი ტერმინებია.

ISO-ს სტანდარტების მიხედვით ანალიტიკური დადასტურება არის ლაბორატორიაში ხარისხის

ხარისხის უზრუნველყოფა არის „ხარისხის მართვა, რომელიც მიმართულია ხარისხის მოთხოვნების დაცვის სანდოობის უზრუნველყოფისაკენ “.

ხარისხის კონტროლი არის „ხარისხის მართვის ნაწილი, რომელიც უზრუნველყოფს ხარისხის მოთხოვნების დაცვას“

ლაბორატორიებმა უნდა გამოიყენონ ჩასატარებელი ტესტის შესაბამისი ანალიტიკური მეთოდები.

იმ შემთხვევაშიც კი, თუ ლაბორატორიაში იყენებენ სტანდარტიზირებულ მეთოდებს, ლაბორატორია უნდა დარწმუნდეს, რომ კონკრეტული ანალიტიკური მეთოდის ვალიდაციის ხარისხი შესაბამისობაშია დასახულ მიზანთან და ლაბორატორიას შეუძლია მონაცემების ნებისმიერი ნაკრების ანალიზი.

ტესტირების ლაბორატორიებმა უნდა განავითარონ ხარისხის კონტროლის პროგრამა, რათა გაზარდონ ლაბორატორიაში ჩატარებული გაზომვების შედეგების სარწმუნოობა.

განმარტებები

ვალიდაცია - დადასტურება გამოკვლევის ან ობიექტური მტკიცებულების წარმოდგენის საფუძველზე, რომლის თანახმადაც მეთოდის სპეციფიკური მიზნებისა და გამოყენებისადმი წაყენებული მოთხოვნები დაცულია და არსებობს ბალანსი დანახარჯს, რისკებსა და ტექნიკურ შესაძლებლობებს შორის.

რაოდენობა (მახასიათებელი) - ფენომენის, ობიექტის ან სუბსტანციის დამახასიათებელი ნიშანი, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს ხარისხობრივი ან რაოდენობრივი მეთოდების გამოყენებით.

რაოდენობრივი მახასიათებელი - კონკრეტული სიდიდის რიცხობრივი საზომი, გამოხატული შესაბამის ერთეულებში.

გაზომვა – ოპერაციების ერთობლიობა რაოდენობრივი მახასიათებლის დადგენის მიზნით.

ანალიზის შედეგები Xi – გაზომვით მიღებული რაოდენობრივი მახასიათებლები.

არითმეტიკული საშუალო Xi – ანალიზით მიღებული შედეგების ჯამი, შეფარდებული დაკვირვებათა რაოდენობასთან.

გადახრა xi – სხვაობა რაოდენობის ინდივიდუალურ მაჩვენებლებსა და იმავე ინდივიდუალური მაჩვენებლების საშუალოს შორის.

სტანდარტული გადახრა D – რაოდენობრივი მაჩვენებელი, რომელიც ასახავს მონაცემთა გაფანტულობის ტენდენციას.

მეთოდის სიზუსტე - დასაშვები სხვაობა ერთ და იმავე პირობებში ჩატარებული ტესტირების შედეგებს შორის, რომელიც ფასდება შედეგების განმეორებადობითა და აღწარმოებადობით.

განმეორებადობა - ერთი და იმავე ოპერატორის მიერ ერთი და იგივე ხელსაწყოს გამოყენებით ერთსა და იმავე ობიექტზე ჩატარებულ ტესტირების შედეგებს შორის დასაშვები სხვაობა.

აღწარმოებადობა – დასაშვები განსხვავება ორ ან მეტ ლაბორატორიაში ჩატარებული ტესტირების შედეგებს შორის.

აკურატულობა – სხვაობა ტესტის შედეგსა და დადგენილ რეფერენს (ეტალონურ) მნიშვნელობას შორის (რეფერენს-სტანდარტი, სტანდარტული ნიმუში)

სიზუსტე (სისტემატური ცდომილება) - სხვაობა ტესტის შედეგების საშუალო მნიშვნელობასა და დადგენილ რეფერენს (ეტალონურ) მნიშვნელობას შორის (რეფერენს-სტანდარტი, სტანდარტული ნიმუში).

რეფერენს მასალები (რეფერენს-სტანდარტი, სტანდარტული ნიმუში) - მასალა ან ნივთიერება ერთი ან მეტი ზუსტად დადგენილი მახასიათებლებით, რომელსაც იყენებენ ხელსაწყოს დაკალიბრებისათვის, ანალიტიკური მეთოდის შეფასებისათვის ან ნივთიერების/მასალის რაოდენობრივი მახასიათებლის დასადგენად.

ანალიზის ინტერვალი ANALYSIS INTERVAL – მნიშვნელობების საზღვრები (დიაპაზონი), რომლებიც გარკვეული ალბათობით მოიცავენ გაზომილი სიდიდის მნიშვნელობას.

საცნობარო დოკუმენტები Reference Documents

● **SM SR EN ISO/CEI 17025:2006** ტესტირებისა და კალიბრირების ლაბორატორიების კომპეტენციების ზოგადი მოთხოვნები.

● ISO 5725-3: 2014 (1-6) გაზომვის მეთოდებისა და შედეგების აკურატულობა და სიზუსტე.

● **Government Decision no. 265 of 06.04.2009** harmonizing EC Commission Decision no. 2002/657 of 14 August 2002 implementing Council Directive 96/23/EC regarding the performance of analytical methods and the interpretation of results;

● **Government Decision no. 520 of 22.06.2010** harmonizing certain provisions of Commission Regulation (EC) no. 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs;

● **EURACHEM Guide** - The Fitness for Purpose of Analytical Methods. A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics, Second edition 2014;

● **Government Decision no. 941 of 01.10.2010** harmonizing Commission Regulation EC 333/2007 of 28 March 2007 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the levels of lead, cadmium, mercury, inorganic tin, 3-MCPD and benzo(a)pyrene in foodstuffs;

● **EA 4/02 M:2013** - გაზომვის ცდომილების შეფასება დაკალიბრებისას.

● **EA 4/14:2013** - რეფერენს მასალების (სტანდარტული ნიმუშები) შერჩევა და გამოყენება

● **EA 4/16:2013** - რაოდენობრივი ტესტირებისას ცდომილების გამოსახვის გზამკვლევი.

● **EA-4/18:2003 -** კვალიფიკაციის ტესტირებაში მონაწილეობის ხარისხისა და სიხშირის გზამკვლევი.

●**ILAC-P9/06:2014 -** ლაბორატორიების საერთაშორისო აკრედიტაციის თანამშრომლობის (ILAC) პოლიტიკა კვალიფიკაციის ტესტირების აქტივობებში მონაწილეობაზე.

ტესტის მეთოდების ვალიდაცია და/ან დადასტურება

ლაბორატორიებს შეუძლიათ გამოიყენონ როგორც სტანდარტიზებული (ეროვნული და საერთაშორისო), ისე არასტანდარტიზებული მეთოდები, რომლებიც აღწერილია შესაბამისი ტექნიკური ორგანიზაციის ან სამეცნიერო პუბლიკაციებში, ისეთებიც კი რომლებიც შეიცავს მცირე მაგრამ საკმარის ინფორმაცია ტესტის ჩატარების პროცედურის შესახებ. ეს მეთოდები აუცილებლად გადიან ვალიდაციის პროცესს, რათა დადასტურდეს მათი საიმედოობა და ტესტირების მიზნებთან შესაბამისობა და შეფასდეს, თუ ახერხებს ლაბორატორია უზრუნველყოს დაგეგმილი აქტივობა.

ლაბორატორიამ უნდა დაატასტუროს ამ მეთოდების სწორად გამოყენება აღდგენის შესაძლებლობის ტესტირების (recovery tests), განმეორებადობისა და აღწარმოებადობის შეფასების, დიაგრამების კონტროლისა და გაზომვების ცდომილების შეფასების გზით.

აუცილებელია სტანდატიზებული მეთოდებიდან გადახრის იდენტიფიცირება და ვალიდაცია.

ტესტირების მეთოდების ვალიდაცია ხდება ვალიდაციის წლიური გეგმის მიხედვით.

ვალიდაციის ხარისხის დადგენა

დადასტურების და/ან დამტკიცების ფარგლებში უნდა გავითვალისწინოთ:

- შემოთავაზებული მიზნებისათვის შერჩეული შესაფასებელი პარამეტრების რელევანტურობა (მაგ. მეთოდის მგრძნობელობის საზღვრების დადგენას ან სელექციურობას შეიძლება მნიშვნელობა ჰქონდეს ნარჩენების განსაზღვრისათვის);
- შესაფასებელი პარამეტრების შესაბამისობა დამკვეთის მოთხოვნებთან (მაგ., აღმოჩენის ზღვარი მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაციის გამოყენებისას);
- მეთოდის გაუმჯობესებისას გამოვლენილი ცვლილებების ხასიათი;
- განსხვავებების ხასიათი სხვადასხვა მეთოდების, ხელსაწყოების და ა.შ. შედარებისას

ვალიდაცია უნდა იყოს ბალანსი დანახარჯებს, რისკებსა და ტექნიკურ შესაძლებლობებს შორის. ვალიდაცია უნდა იყოს იმდენად სრული, რამდენადაც ეს აუცილებელია მეთოდის გამოყენების სფეროში არსებული მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად.

მეთოდის ეფექტურობის შეფასების გზები უნდა იყოს ჩამოთვლითაგან ერთ-ერთი ან მათი კომბინაცია:

- დაკალიბრება რეფერენს-სტანდარტების ან სტანდარტული ნიმუშებისა გამოყენებით;
- სხვა მეთოდებით მიღებულ შედეგებთან შედარება;
- ლაბორატორიათაშორისი შედარებები;
- შედეგზე გავლენის მქონე ფაქტორების სისტემატური შეფასება;
- შედეგების ცდომილებების შეფასება;

კვლევის მეთოდების ვალიდაცია წარმოადგენს „მხარდაჭერას“ მეთოდების კომბინაციების მიზნობრივი გამოყენებისათვის;

ვალიდაცია მოიცავს 3 მნიშვნელოვან სეგმენტს:

- სპეციფიკური გამოყენება (აუცილებლად შესასრულებელი ანალიზური მოთხოვნები);
- ობიექტური მტკიცებულება (მეთოდის ეფექტურობის პარამეტრები გამოითვლება დაგეგმილი კვლევის შედეგების სტატისტიკური ანალიზით);
- დადასტურება (მეთოდის შესაბამისობა მიზანთან).

მეთოდის ვალიდაციისათვის საჭირო ტექნიკური პირობები

იმისათვის რომ დავრწმუნდეთ რომ ვალიდაციის შედეგად მიღებული მონაცემები სწორია, საჭიროა შემდეგი მოთხოვნების შესრულება:

- ვალიდაციაზე პასუხისმგებელი პიროვნება უნდა იყოს კომპეტენტური;
- გარემოს პირობები უნდა იყოს მეთოდის შესრულებისათვის საჭირო აღჭურვილობის მახასიათებლების შესაბამისი (მაგ., აღჭურვილობის მწარმოებლის მიერ მოწოდებული მახასიათებლები, რეაგენტები, სპეციალური ლიტერატურა);
- საზომი ხელსაწყო უნდა იყოს გამართულ საექსპლუატაციო მდგომარეობაში, ვალიდაციამდე უნდა მოხდეს მისი დაკალიბრება, ინტერვალი ორ კალიბრაციას შორის უნდა განისაზღვროს ILAC G-24 მოთხოვნების თანახმად, თითოეული განმეორებითი დაკალიბრების შემდეგ ლაბორატორიამ უნდა შეამოწმოს შეცვლილი პარამეტრები (მაგ. გაზომვის ცდომილება);
- გამოსაყენებელი რეაგენტები უნდა იყოს გამოსაყენებელი აღჭურვილობის შესაბამისი და არ უნდა იყოს ვადაგასული;
- ვალიდაციის პროცესში გამოყენებული რეფერენს-სტანდარტები (სტანდარტული ნიმუშები) უნდა შეესებამებოდეს ვალიდაციის მეთოდს (მაგ. მატრიცა და კონცენტრაციის დონე) და არ უნდა იყოს ვადაგასული;

სამუშაო პარამეტრების განსაზღვრის ხერხებს მიეკუთვნება:

- რეფერენს-სტანდარტები;
- სერტიფიცირებული რეფერენს ნიმუშები;
- ცარიელი ნიმუშები (მატრიცები, რომელიც არ შეიცავს საანალიზო კომპონენტბს);
- ნიმუშები დამატებული საანალიზო კომპონენტებით ან გამდიდრებული ნიმუშები (fortified samples);
- ნიმუშები საანალიზო კომპონენტების შემცველობით;
- სტატისტიკა.

ანალიტიკური მეთოდების ეფექტურობის პარამეტრების განსაზღვრება

1. სელექტიურობა/სპეციფიკურობა – მეთოდის უნარი ერთმანეთისაგან გამოყოს გასაანალიზებელი ან სხვა მონათესავე ნივთიერებები (იზომერები, მეტაბოლიტები, დეგრადაციის პროდუქტები, მატრიქსის შემადგენელი ნაწილები და ა.შ.). ან, მეთოდის უნარი, ერთმანეთისაგან გამიჯნოს საჭირო სიგნალი (ინფორმაცია) და ე.წ. „ხმაური“

სპეციფიკურობა წარმოადგენს სელექტიურობის საუკეთესო ფორმას.

შენიშვნა: მნიშვნელოვანია გამოვლინდეს ყველაზე ალბათური ინტერფერენციები და შემოწმდეს მათი ეფექტები კვლევაზე. ინტერფერენციები შეიძლება გამოვლინდეს იმ შემთხვევაში, როდესაც მეთოდი უფრო მეტად მგრძნობიარეა სხვა კატეგორიის ინფორმაციის მიმართ, ანდა, თუკი საანალიზო კომპონენტის სიგნალი იზრდება ან მცირდება სხვა კატეგორიის ინფორმაციის ზეგავლენით, იმისდა მიუხედავად, დაკვირვებადია თუ არა ეს უკანასკნელი.

$SE = \frac{RC}{RC+NF}$ x100

SE = სელექტიურობა

RC = მყარი, თანმიმდევრული შედეგების რაოდენობა

NF = შეუთავსებელი (ურთიერთსაწინააღმდეგო, არათანმიმდევრული) შედეგების რაოდენობა

SP = $\frac{NC}{PF+NC}$ x100%

SP = სპეციფიკურობა

NC = შეუთავსებელი (ურთიერთსაწინააღმდეგო, არათანმიმდევრული) შედეგების რაოდენობა

PF = ცრუ (მცდარი) თანმიმდევრული შედეგების რაოდენობა

2. **განმეორებადობა***(r)* – თანხვედრის ხარისხი ერთსა და იმავე პირობებში ჩატარებული იდენტური გაზომვების შედეგებში (იმავე პერსონალის მიერ გაზომვის იგივე პროცედურისა და იდენტური საზომი ხელსაწყოების გამოყენება იმავე პირობებში, იმავე ადგილას დროის მოკლე ინტერვალში).

მონაცემები	გამოთვლილი მნიშვნელობა		
	a_1	a_2	a_{med}
14.07	0,408	0,385	0,3975
14.07	0,385	0,386	0,3855
სტანდარტული გადახრა: S_r = 0,0084 სტანდარტული გადახრა: $S_r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(a_i-\overline{a})^2}{n-1}}$ r= Sr•2,77			

3. აღწარმოებადობა – შესაბამისობის ხარისხი ერთი და იგივე სიდიდის გაზომვის შედეგებს შორის, რომლებიც შესრულდა განსხვავებულ პირობებში (გაზომვა სხვა ანალიტიკოსის მიერ, საზომი ხელსაწყოს გამოყენება სხვადასხვა პირობებში და სხვადასხვა ადგილას, სხვადასხვა რეაგენტებით, დროის ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში).

შენიშვნა: *იმისათვის რომ მივიღოთ განმეორებადობისა და აღწარმოებადობის სტანდარტული გადახრის რეპრეზენტატული შეფასება, რეკომენდებულია ჩატარდეს 6-15 პარალელური სინჯი.*

4. დიაპაზონი/წრფივობა (Range/linearity)

მეთოდის დიაპაზონი განსაზღვრავს მონაცემთა იმ დიაპაზონს, რომლისთვისაც დასაშვებია კვლევის კონკრეტული მეთოდის გამოყენება. იმისათვის რომ განვსაზღვროთ მეთოდის შესაბამისობა გაზომვის მიზანთან, მნიშვნელოვანია შევაფასოთ დიაპაზონი და დავადასტუროთ, რომ ის შეესაბამება ანალიტიკური მოთხოვნებით განსაზღვრულ კონცენტრაციის დიაპაზონს.

დიაპაზონის დადგენის მიზნით აკვირდებიან რეაქციას/კონცენტრაციას. კონცენტრაციის დიაპაზონის ქვედა ზღვარი დაკავშირებულია **აღმოჩენის (გამოვლენის) ზღვართან (LOD[1])** (როდესაც რთულია დავადგინოთ, აღრიცხული სიგნალის წყარო საანალიზო ნიმუშია თუ ფონური აქტივობა) და კვანტიფიკაციის (რაოდენობრივ) ზღვართან (LOQ[2]), რომელიც

[1]LOD =აღმოჩენის (გამოვლენის) ზღვარი

[2] LOQ =კვანტიფიკაციის (რაოდენობრივი) ზღვარი

წარმოადგენს საანალიზო კომპონენტის ყველაზე დაბალ კონცენტრაციას, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს მისაღები სტატისტიკური სარწმუნოობით. დიაპაზონის ზედა ზღვარი (The top end) განისაზღვრება იმ კონცენტრაციებით, რომლებზედაც ვლინდება სენსიტიურობის მნიშვნელოვანი გადახრები. ამ საზღვრებს შორის დიაპაზონში აღრიცხული პასუხები კონცენტრაციის ცვლილების პირდაპირპროპორციულია (წრფივი არე).

5. აღმოჩენის (გამოვლენის) ზღვარი (LOD) წარმოადგენს ნაერთის უმცირეს კონცენტრაციას, რომელიც შეიძლება დადგინდეს შესაფერისი აღჭურვილობისა და მეთოდოლოგიის გამოყენებით.

აღმოჩენის (გამოვლენის) ზღვარი რიცხობრივად ტოლია კონტროლის საშუალო მნიშვენლობიდან (n > 20) სტანდარტული გადახრის 3-ზე ნამრავლს.

LOD კვლევა გამოიყენება განმეორებადი ინტეგრალური მეთოდისათვის, მრუდის ნებისმიერი კორექციის ჩათვლით საბაზო მაჩვენებლის (მრუდის) მიმართ.

LOD = 3s + კონტროლის პასუხი ანუ საბაზისო მაჩვენებელი (სადაც: s – სტანდარტული გადახრაა)

6. კვანტიფიკაციის (რაოდენობრივი) ზღვარი (LOQ) არის საანალიზო კომპონენტის უმცირესი კონცენტრაცია, რომელიც შეიძლება გაანალიზდეს საკმარისი სტატისტიკური სანდოობით. თუკი სიზუსტე და აკურატულობა მუდმივია დეტექციის ლიმიტის მიმდებარე კონცენტრაციის საზღვრებში, მაშინ **კვანტიფიკაციის (რაოდენობრივი) ზღვარი (LOQ) რიცხობრივად საკონტროლო მონაცემების (n>20) საშუალოს 6-ის ან 9-ის ჯერადი სტანდარტული გადახრის ტოლია.**

7. გადაწყვეტილების მიღების ზღვარი - წარმოადგენს იმ ზღვარს, რომლამდეც ცდომილების მინიმალური ალბათობით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნიმუში არ შეესაბამება მოთხოვნებს.

8. სტაბილურობა/სანდოობა წარმოადგენს ანალიზის მეთოდის მგრძნობელობას ექსპერიმენტული პირობების ცვლილებებისადმი. ის შეიძლება გამოისახოს საანალიზო ნივთიერებების ჩამონათვალით, შენახვის პირობებით, საექსპერიმენტო /ნიმუშების მომზადების პირობებით, რომელთა საფუძველზეც შესაძლებელია მეთოდის გამოყენება არსებული სქემით ან მცირეოდენი ცვლილებებით, შესაბამისი მითითებით.

სტაბილურობის (სანდოობის) ტესტი წარმოადგენს ექსპერიმენტების ნაკრებს, რომელიც საშუალებას აძლევს ანალიზის წარმმართველ პერსონალს მოახდინოს ის ექსპერიმენტული პარამეტრები, რომლეთა ცვლილება მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ მეთოდის ეფექტურობაზე.

მნიშვნელოვანია მეთოდის ეფექტურობის განმსაზღვრელი კრიტიკული პარამეტრების ცოდნა. მეთოდის რუტინული გამოყენებისას აუცილებელია ამ პარამეტრების კონტროლი. კრიტიკული პარამეტრებისათვის დგინდება საკონტროლო საზღვრები, რაც სამომავლოდ უზრუნველყოფს მეთოდის სასურველ ეფექტურობას.

სტაბილურობის (სანდოობის) ტესტირებისას ტიპური სამიზნე კრიტიკული პარამეტრებია: რეაგენტების კონცენტრაცია და მოცულობა; ექსტრაქციის დრო და ტემპერატურა, თხევადი ქრომატოგრაფიის გამოყენებისას მოძრავი ფაზების კომპონენტების თანაფარდობა, ქრომატოგრაფიული სისტემების ნაკადის მაჩვენებლები და გამოყენებული სვეტების ვადა.

9. აღდგენა - ანალიზის მსვლელობისა გამოყოფილი ნივთიერების რეალური პროცენტი. განისაზღვრება სერთიფიცირებული რეფერენს-სტანდარტის გამოყენებით ან ნიმუშის გამდიდრებით საანალიზო ნივთიერების ცნობილი რაოდენობით.

R% = Cd / Cadx100%

Cd - დადგენილი (განსაზღვრული) კონცენტრაცია;

Cad- დამატებული კონცენტრაცია.

10. სიზუსტე/აკურატულობა - ტესტირების დიდი სერიებით მიღებული საშუალო მნიშვნელობასა და დადგენილ ეტალონურ მნიშვნელობას შორის თანხმობის მიღწევის სტრატეგია.

11. გაზომვის განუზღვრელობა (ცდომილება) წარმოადგენს გაზომვის შედეგებთან ასოცირებულ პარამეტრს, რომელიც ახასიათებს გაზომვის შედეგების გაფანტულობას.

- **სტანდარტული განუზღვრელობა (u):** სტანდარტული გადახრით გამოსახული გაზომვის შედეგის განუზღვრელობა.
- **კომბინირებული სტანდარტული განუზღვრელობა (ცდომილება)(uc)** - გაზომვის შედეგის სტანდარტული განუზღვრელობა (ცდომილება), როდესაც ეს შედეგი მიიღება სხვადასხვა სიდიდეების მნიშვნელობებისაგან; წარმოადგენს ელემენტების ჯამიდან ამოღებულ კვადრატულ ფესვს. შესაბამისი ელემენტები წარმოადგენენ გაზომილი სიდიდეების დისპერსიას ან კოვარიაციას. სიდიდეები ფასდება მათი ცვლილების მიხედვით გაზომვის შედეგის ცვლილებისას.
- **გაფართოებული განუზღვრელობა (ცდომილება) (U)** წარმოადგენს სიდიდეს, რომელიც განსაზღვრავს გაზომვის შედეგის ინტერვალს და რომელიც სავარაუდოდ მოიცავს იმ ინტერვალს, რომელშიც სიდიდეების განაწილების მნიშვნელოვანი ნაწილი შეიძლება დასაბუთებულად მივაკუთვნოთ გასაზომ სიდიდეს. გაფართოებული განუზღვრელობა გამოითვლება კომბინირებული სტანდარტული განუზღვრელობითა და გაფართოების კოეფიციენტით.
- **გაფართოების კოეფიციენტი (k)** რიცხვითი კოეფიციენტია, რომელიც წარმოადგენს კომბინირებული სტანდარტული განუზღვრელობის კოეფიციენტს გაფართოებული განუზღვრელობის მისაღებად.

.**დამოუკიდებელი ტესტის სტანდარტული განუზღვრელობა (uc),** რომელიც ახასიათებს გაზომვების შემთხვევით ცდომილებებს, გამოითვლება ფორმულით:

$$u_{Ai} = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}$$

სადაც:

x_i - მეორე ტესტის შედეგია

$\overline{x_i}$ - *n ტესტების სერიების არითმეტიკული საშუალო*

კომბინირებული სტანდარტული განუზღვრელობა (ცდომილება)(uc) გამოითვლება ფორმულით:

$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} u_i^2} = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$,

სადაც:

u_i - *A* და *B არის ტიპის განუზღვრელობის* შეფასება;

m - შეფასებული ფაქტორების რაოდენობაა

გაფართოებული განუზღვრელობის (U) მისაღების საბოლოო ნაბიჯია კომბინირებული სტანდარტული განუზღვრელობის გამრავლება არჩეულ გაფართოების კოეფიციენტზე. გაფართოებული განუზღვრელობის დადგენა საჭიროა იმ ინტერვალის დასადგენად, რომელშიც სავარაუდოდ ხვდება გასაზომი სიდიდის დისპერიის მნიშვნელოვანი ნაწილი.

$$U = k \cdot u_c,$$

<u>შედეგების წარდგენა</u>

გაფართოვებული განუზღვრელობა (ცდომილება) ადგენს იმ ინტერვალს, რომელშიც სავარუდოდ ხვდება გაზომვების შედეგები სარწმუნოობის შერჩეულ დონეზე. U გამოითვლება კომბინირებული სტანდარტული განუზღვრელობის (ცდომილების) u_c (y) გამრავლებით დაფარვის (შესწორების) კოეფიციენტზე k, რომლის არჩევაც დამოკიდებულია სასურველ სარწმუნოობის დონეზე. 95%-იანი სარწმუნოობის დონისათვის k=2.

სხვა მოთხოვნების არარსებობისას ტესტის შედეგი y ფორმულირდება გაფართოვებულ განუზღვრელობასთან (ცდომილებასთან) ერთად, k=2 დაფარვის (შესწორების) კოეფიციენტის გათვალისწინებით (რომლის სარწმუნოობა 95%). რეკომენდირებულია შედეგის ფორმულირება შემდეგი სახით:

y =x ± U (ერთეული)

სამუშაო პარამეტრების შერჩევა

ვალიდაციის კრიტერიუმები განირჩევა ნარჩენების თითოეული ჯგუფისათვის გამოყენებულ ქმედებათა დონის შესაბამისად.

დამაბინძურებლებისათვის არსებობს რიგი სახელმძღვანელოები და კონკრეტული საკანონმდებლო ნორმები სამუშაო პარამეტრების შემოწმებისათვის, მაგალითად: რეგლამენტი 333/2007 მძიმე მეტალებისათვის (Pb, Cd, Hg, არაორგანული Sn), რეგლამენტი 401/2006 მიკოტოქსინებისათვის, რეგლამენტი 1883/2006 для დიოქსინებისათვის, დიოქსინისმაგვარი PCBs-ებისათვის (პოლიქლორირებული ბიფენილები), რეგლამენტი 396/2005 - ტექნიკური ვალიდაციის სახელმძღვანელოს შექმნის პროცედურებისათვის.

ვეტერინარული სამკურნალო პრეპარატებისათვის იყენებენ კომისიის გადაწყვეტილებას 657/2002.

მიკრობიოლოგიური კრიტერიუმებისათვის ხელმძღვანელობენ მთავრობის დადგენილებით № 221, 16.03.2009.

ჩვეულებრივ, სამიზნე პარამეტრები უნდა ითვალისწინებდეს გამოყენებული ანალიტიკური მეთოდის ტიპს (სკრინინგი/დადასტურება, თვისობრივი/რაოდენობრივი).

მეთოდის ვალიდაციაზე პასუხისმგებელი ანალიტიკოსი ვალდებულია მოამზადოს ვალიდაციის ანგარიში, რომელშიც დგინდება ანალიტიკური მოთხოვნები და სამუშაო პარამეტრები, რომელთა შემოწმებაც მოხდება.

სამუშაო პარამეტრების დადგენის მიზნით ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგების ინტერპრეტირებით უნდა შეფასდეს მეთოდის ვარგისიანობა დაგეგმილი მიზნისათვის. ამასთან, მხედველობაშია მისაღები სამუშაო სტანდარტებით განსაზღვრული ლიმიტები.

მეთოდის ვალიდაციის ანგარიშის გადახედვა უნდა მოხდეს ყოველ ჯერზე, როდესაც ხდება სერიოზული ცვლილებები (ხელსაწყოების განახლება, პასუხისმგებელი ანალიტიკოსის ცვლილება, მეთოდის გამოყენების არეალის გაფართოვება და სხვ.)

4.2.1 კვალიფიკაციის ტესტირებისა და სხვა ინტერლაბორატორიული შედარებების გამოყენება აკრედიტაციის პროცესში

კვალიფიკაციის ტესტირება/ინტერლაბორატორიული შედარებები არის ერთ-ერთი ყველაზე სანდო და ეფექტური მექანიზმი ლაბორატორიის/მაკონტროლებელი ორგანოს შემადგენლობის კვალიფიკაციის დასადასტურებლად (სად არის ხელმისაწვდომი და არის თუ არა დასაბუთებული ტესტირების პროცესები, რომლებიც უშუალოდ ახდენენ გავლენას ინსპექტირების შედეგებზე და როდის ითხოვს ამას კანონმდებლობა ან შესაბამისი ორგანოები)

კვალიფიკაციის ტესტირების სქემებში მონაწილეობა იძლევა ინფორმაციას გაზომვების/ სისტემის ეფექტურობის შესახებ (აღჭურვილობა, მეთოდი, პერსონალი და სხვ.) და ავლენს მართვის სისტემის მნიშვნელოვან ასპექტებს (ანალიზის მოთხოვნა, ნიმუშის მიღება და მომზადება, მონაცემთა დამუშავება, შედეგების ანალიზი და წარდგენა და სხვა), რაც ასახავს რისკების მართვის ადეკვატურობას და განსაზღვრავს ლაბორატორიის/ინსპექტირების ორგანოების პერსონალის მომზადების/გადამზადების საჭიროებას.

4.2.2 რეფერენს მასალების (რეფერენს-სტანდარტი, სტანდარტული ნიმუში) შერჩევა და გამოყენება

რეფერენს მასალები (რეფერენს-სტანდარტები, სტანდარტული ნიმუშები) წარმოადგენს გაზომვების ხარისხის გაზრდის მნიშვნელოვან იარაღს და გამოიყენება მეთოდების ვალიდაციის, დაკალიბრების, გაზომვების ცდომილების შესაფასებლად, აგრეთვე ხარისხის შიდა და გარე კონტროლისა და ხარისხის უზრუნველყოფისათვის.

1. **რეფერენს მასალების (რეფერენს-სტანდარტების, სტანდარტული ნიმუშის) ტიპები**

რეფერენს მასალები გამოიყენება ქიმიური შედგენილობის, ბიოლოგიური, კლინიკური, ფიზიკური, საინჟინრო თვისებებისა და სხვა დეტალური მახასიათებლების, როგორიცაა გემო და არომატი, შეფასების შედეგების უზრუნველსაყოფად. ისინი შეიძლება დახასიათდეს „იდენტურობის“ მიხედვით (მაგ., ქიმიური სტრუქტურა, ბოჭკოს ტიპი, მიკრობიოლოგიური სახეობა და ა.შ.) ან სხვა „თვისობრივი ღირებულებების“ მიხედვით (მაგ., ნივთიერების ან სპეციფიკური ქიმიური პროდუქტის რაოდენობა, სიმყარე და ა.შ.). რეფერენს მასალების ყველაზე გავრცელებული ტიპებია:

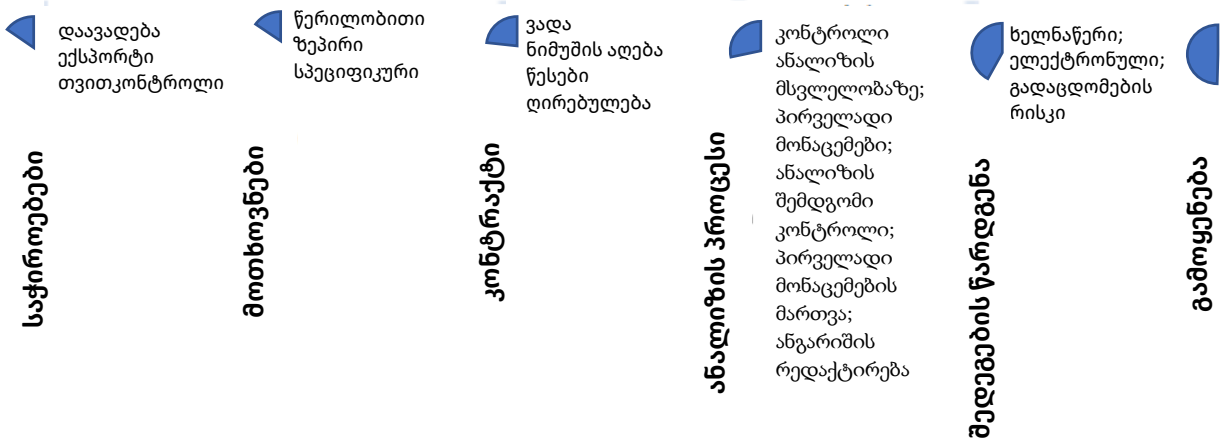
1. **სუფთა სუბსტანციები,** რომლებიც ხასიათდება ქიმიური სისუფთავის და/ან დაბინძურების კვალის შეფასების მეშვეობით
2. **სტანდარტული ხსნარები და აირადი მინარევები** ხშირად მზადდება სუფთა სუბსტანციებისაგან, გრავიმეტრული მეთოდით და გამოიყენება დაკალიბრების მიზნით.
3. **მატრიცული სტანდარტული ნიმუშები** - ხასიათდება ძირითადი, მეორეხარისხოვანი ან კვალის ქიმიური კომპონენტების შემადგენლობის მიხედვით. აღნიშნული ნივთიერებების მიღება შესაძლებელია ინტერესის სფეროში მოქცეული კომპონენტების შემცველი მატრიციდან ან სინთეზური ნარევების მომზადების გზით.
4. **ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების შესაფასებელი რეფერენს-მასალები** - ხასიათდება ისეთი თვისებებით, როგორიცაა დნობის ტემპერატურა, სიბლანტე და ოპტიკური სიმკვრივე.
5. **რეფერენს-ობიექტები ან ეტალონები** ხასიათდება ისეთი ფუნქციური თვისებებით, როგორიცაა გემო, არომატი, ოქტანური რიცხვი, აალების ტემპერატურა და სიმყარე. ამ

ტიპში აგრეთვე ერთიანდება მიკროსკოპული კატეგორიები, რომელთა დახასიათება შეიძლება თვისებებით, რომლებიც მერყეობს ბოჭკოს ტიპიდან მიკრობიოლოგიურ სახეობამდე. მახასიათებლებამდე.

რეფერენს სტანდარტების კლასიფიკაცია

ISO-ს მიერ აღიარებულია რეფერენს სტანდარტების ორი კლასი: „სერთიფიცირებული რეფერენს სტანდარტები“(სრს) და „რეფერენს სტანდარტები“ (რს). განმარტების თანახმად, სრს უნდა იყოს დაკვირვებადი ტესტირებით შესაფასებელი მახასიათებლის ზუსტი რიცხობრივი მაჩვენებლის მიღებამდე იმ ერთეულში, რომელშიც გამოისახება შესასწავლი მახასიათებელი. თითოეული მახასიათებლის რიცხობრივ მაჩვენებელს უნდა ჰქონდეს მითითებული ცდომილება შერჩეულ სარწმუნოების დონეზე. რს-ები საკმარისად ჰომოგენური თვისებების მქონე მასალებია, რომლებიც და წარმატებით გამოიყენება საზომი ხელსაწყოს დაკალიბრებისას, გაზომვის მეთოდის შეფასებისას ან ნიმუშის რაოდენობრივი მაჩვენებლის სისწორის დადასტურებისას.

4.3.ანალიზის ჩატარება



4.3.1. მიკვლევადობა

მიკვლევადობა გულისხმობს ანალიზის მიმდინარეობისას შექმნილი დოკუმენტაციის (იქნება ეს ხელნაწერი თუ/და ელექტრონული ვერსია) მართვას. მიკვლევადობის მიზანია უზრუნველყოს ანალიზის სხვადასხვა ფაზის კონტროლზე ხელმისაწვდომობა; დაადასტუროს ანალიზის თითოეული ფაზის წარმართვის სისწორე და ანალიზის შედეგების ინტერპრეტაციის ვალიდურობა. მიკვლევადობამ უნდა უზრუნველყოს ანალიზის კეთილსინდისიერად ჩატარება; მათ შორის, სავალდებულოა მითითებულ იქნეს სხვადასხვა ოპერაციის დროს დაშვებული შეცდომები (კალკულაციის შეცდომები, მოწყობილობებით ოპერირებასთან დაკავშირებული ინციდენტები და სხვ.).

მიკვლევადობის განხორციელების რამდენიმე საშუალება არსებობს:

ჩანაწერების მიკვლევადობა: სხვადასხვა ეტაპზე წარმოებული დოკუმენტაციის შეგროვება (ბარათები მონაცემებით: შენახული ნიმუშების/მარაგების ხარჯვაზე ანალიზის დაწყებამდე;

ნიმუშებისა და რეაგენტების დამზადებაზე; სახარჯო მასალებზე; აღჭურვილობებზე და სხვ.). ანალიზის მიმდინარეობისას ეს დოკუმენტები უნდა ინახებოდეს დოსიეში.

ამ დოკუმენტაციის წარმოება აუცილებელია, რათა შესაძლებელი იყოს:

- **მათი მარტივად წაკითხვა:** დოკუმენტები უნდა იკითხებოდეს. ტექსტის წაშლის შემთხვევაშიც კი (თუკი ეს გარდაუვალია), მისი ამოკითხვა მაინც უნდა იყოს შესაძლებელი: მაგალითად, გადაშლა დასაშვებია - ~~გადაშლა,~~ დაუშვებელია [redacted] ამგვარი გადაშლა.
- ჩანაწერი გულისხმობს ტექსტების შექმნას, რომელთა წაშლა უნდა გამოირიცხოს.

უპირატესობები: მარტივია და დროულად ხელმისაწვდომი, რადგან მის მოძიებას არ სჭირდება სპეციალური კომპიუტერული პროგრამა.

ნაკლოვანებები: მოცულობითია შესანახად, ადვილად ზიანდება, ნაკლებეკოლოგიურია.

მიკვლევადობა ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენებით: ციფრული მიკვლევადობა მოიცავს სხვადასხვა ფორმას, როგორიცაა: ტექსტური ფაილები, Excel ცხრილები, ვიდეო და ხმოვანი ფაილები. დღესდღეობით, საინფორმაციო სისტემების შემცველი ლეპტოპები, ტაბლეტები და სხვ. საშუალებას იძლევა ჩაემატოს ინფორმაცია ანალიზის მიმდინარეობისას.

უპირატესობები: ინფორმაციის შესანახ საშუალებებში სასურველ ვარიანტთა ფართო არჩევანი.

ნაკლოვანებები: ფაილების წაკითხვა არც ისე მარტივია, რადგან გამუდმებით ხდება პროგრამული უზრუნველყოფის განახლება-განვითარება. მონაცემები იკარგება, როდესაც მათ „ზედ გადავაწერთ“ ახალდათარიღებულ მონაცემებს (ვშლით და განვაახლებთ ძველ მონაცემებს).

4.3.2 ცდომილება შედეგებში

შედეგების გაზომვას ყოველთვის ახლავს „შეცდომა“ - სისტემური და შემთხვევითი ცდომილებების სუმარული მაჩვენებელი. ცდომილებები უნდა დაადგინოს და დაიანგარიშოს ლაბორატორიამ.

ანალიზის პროცესში დაშვებულ ცდომილებათა გამომწვევი მიზეზი შეიძლება იყოს:

- ნიმუშების ჰომოგენურობა
- რეაგენტები
- მოწყობილობები
- პერსონალი
- და სხვ.

უპირატესობები: ანალიზის „ზღვრული მაჩვენებლები“ დადგენილია.

ნაკლოვანებები: ცდომილებათა დაანგარიშებაზე დახარჯული დრო და ფინანსური ხარჯები; ის იწვევს დაბნეულობას კლიენტთა გარკვეულ ნაწილში, როდესაც მათთვის გადაცემულ ანალიზის შედეგებში ასახულია ცდომილებებიც.

დაიმახსოვრეთ: ცდომილებათა დაანგარიშება დიდ დროს მოითხოვს და ამას ლაბორატორიის პერსონალი ახორციელებს. აქ შეუძლებელია თუნდაც ჩამოთვლა ამ პროცესთან დაკავშირებული ყველა აქტივობისა, თუმცა საჭიროა მივუთითოთ ცოდნის ის მინიმუმი, რასაც უნდა ფლობდეს პერსონალი გაანგარიშების დასაწყებად. ესენია:

- მათემატიკა და სტატისტიკა (განსაკუთრებით)

- Excel-ის ცოდნა
- გაანგარიშების იმ გეგმის კვლევა და დანერგვა, რომელიც ამოღებულია სამეცნიერო ლიტერატურიდან და/ან ეროვნული და საერთაშორისო ნორმებიდან და სპეციფიკურად მიესადაგება სამუშაო დარგს (მაგ., ქიმიას, მეტროლოგიას და სხვ.).
- გარკვეულ შემთხვევებში, სპეციფიკური საინფორმაციო საშუალებების გამოყენება.

4.3.3 კონტროლი ანალიზის მიმდინარეობაზე

ჩვენ მიერ ჩატარებული ანალიზი საყურადღებო იქნება დამკვეთისთვის - ანალიზმა შესაძლოა დაადასტუროს ან, პირიქით, უარყოს ფაქტი ისეთი სერიოზული დაავადების მატარებლობის შესახებ, რომლის მკურნალობა რთულია ავადმყოფისათვის (მაგ., კიბო, დიაბეტი და ა.შ.). ზოგიერთმა შედეგმა შეიძლება იმოქმედოს წარმოების ხასიათზეც; შესაძლოა გაჩნდეს ეჭვი მნიშვნელოვანი დამაბინძურებლების (მძიმე მეტალების, რადიონუკლიდების და სხვ.) არსებობის თაობაზე. ამ მიზეზების გამო, ანალიზის პროცესზე აუცილებელია უკიდურესად მკაცრი კონტროლის განხორციელება - სასურველია, თუკი ეს შესაძლებელია, იყოს როგორც ინტერნალური (შიდა), ისე ექსტერნალური (გარე) კონტროლი.

შიდა კონტროლი მრავალგვარ ასპექტს ითვალისწინებს, მათ შორის: დაბინძურებული ნიმუშების გამიზნულად დაბინძურებას და მათ დამატებას ანალიზის დაწყებისთანავე ან ანალიზის რომელიმე ეტაპზე; ქიმიური ანალიზისათვის გამიზნული ნიმუშების ფართო დიაპაზონს. ანალიზები ტარდება პარალელურ რეჟიმში, რათა არ წარმოიშვას მათ ჰომოგენურობასთან დაკავშირებული პრობლემები, რის გაკონტროლებასაც ვერ შეძლებდა ტექნიკური პერსონალი კომპლექსური მასალის შემთხვევაში (როგორიცაა: კუნთები, ღვიძლი, თირკმლები და სხვ).

> **უპირატესობები:** შიდა კონტროლის პირობებში ჩატარებული ანალიზების სერიები „გარანტირებულ“ შედეგებს იძლევა. ნიმუშთა მრავლობითი სერიების ხარჯზე მიიღწევა ზედმეტი დანახარჯებისაგან თავიდან არიდებაც.
>
> **ნაკლოვანებები:** მცირერიცხოვანი სერიების შემთხვევაში იზრდება დანახარჯები და ასევე იზრდება ანალიზისათვის საჭირო დროც.

გარე კონტროლს ისეთი ნიმუშების მიმართ იყენებენ, როდესაც დადგენილია მათში მინარევების გარკვეული შემცველობის არსებობა. ამგვარი სერტიფიცირებული სტანდარტული ნიმუშები იყიდება დაბინძურების ანალიზის დაზუსტებული შედეგების მითითების გარეშე.

> **უპირატესობები:** შედეგები გარანტირებულია და მათი ვალიდურობა ეფუძნება სერტიფიცირებული მასალების გამოყენებას.
>
> **ნაკლოვანებები:** სერტიფიცირებული მასალების ფასი ზოგჯერ მაღალია.

4.3.4 პირველადი (დაუმუშავებელი) მონაცემები

წარმოდგენილია ანალიზის პროცესში მიღებული ყველა პირველადი (დაუმუშავებელი) მონაცემი. ეს მონაცემები შეიძლება მოწოდებული იყოს ხელნაწერის სახით; დაიწეროს ბარათებზე ან შეტანილ იქნეს სამუშაო რვეულში, რომლის შევსება თანდათან ხდება ანალიზის მიმდინარეობისას; დასაშვებია წარმოდგენილი იყოს დიაგრამების ან რიცხობრივი დოკუმენტაციის სახით. შემდგომ ხდება ამ მონაცემთა დამუშავება (გამოთვლა, ინტერპრეტირება და ა.შ.), რათა შესაძლებელი იყოს ანალიზის შედეგების რედაქტირება.

პირველადი მონაცემების მაგალითებია:

- საანალიზო ნიმუშების რაოდენობა

- სტანდარტული ხსნარების მომზადება (ქიმიური ანალიზის შემთხვევაში)
- დიაგრამები, აგებული ხელსაწყოების ან ოპერატორების მიერ
- და სხვ.

ეს მონაცემები ინახება და ისინი ხელმისაწვდომი უნდა იყოს წასაკითხად; გაანგარიშებები და მონაცემთა დამუშავების ხერხები გასაგებად უნდა იყოს ახსნილი და მიკვლევადი.

უპირატესობები: პირველადი შედეგები ანალიზის გადამოწმების საშუალებას უნდა იძლეოდეს; უფრო მეტიც, მათ საფუძველზე შესაძლებელი უნდა იყოს თეორიულად ანალიზის ხელახლა ჩატარება.

ნაკლოვანებები: მასალა შესანახად მოცულობითია, ადვილად ზიანდება; არქივის მართვასთან დაკავშირებული საკითხები.

4.3.5 ანალიზის შემდგომი კონტროლი

სანამ ანალიზის შესახებ ანგარიშის რედაქტირებას დაიწყებდეთ, მონაცემები უნდა გადამოწმდეს კომპეტენტური პირის მიერ, რომელიც კრიტიკულად შეაფასებს შედეგებს. ამგვარმა კონტროლმა უნდა მოგვცეს იმის გარანტია, რომ ანალიზი ჩატარდა სათანადო პირობებში. კონტროლმა უნდა დაუშვას, რომ დასაშვებია არსებობდეს ანალიზის სხვაგვარი ხედვაც, მოხდეს გადაცდომები, რომლებიც უნდა იყოს მიკვლევადი.

კონტროლი უმთავრესად ეფუძნება შემდეგს:

- შეფასების ერთეულებთან დაკავშირებულ გაანგარიშებებს და შეცდომათა დაშვების რისკებს ;
- შეუსაბამობებს, მათი წარმოშობის მიზეზებსა და აღმოფხვრის გზებს;
- მოწყობილობათა მიერ მოწოდებული სიდიდეების რე-ტრანსკრიპციას (გადმოწერის პროცესს);
- ტექნიკურ დაგეგმვას და მეტროლოგიურ კონტროლს;

უპირატესობები: პირველადი მონაცემები უნდა იძლეოდეს ანალიზის გადამოწმების საშუალებას; უფრო მეტიც, შესაძლებელს უნდა ხდიდეს თეორიულად მათი ხელახლა ჩატარების საშუალებას.

ნაკლოვანება: შესანახად მოცულობითია, ადვილად ზიანდება.

4.3.6. ანალიზის შესახებ ანგარიშის რედაქტირება

მას შემდეგ, რაც მთლიანი ანალიზი დასრულდება, უნდა მოხდეს ანალიზის შესახებ წარსადგენი ანგარიშის რედაქტირება. დაცული უნდა იყოს სიფრთხილის ყველა ზომა, რათა თავიდან ავიცილოთ შეცდომები. გასათვალისწინებელია, რომ არასწორმა ანალიზმა შესაძლოა გავლენა იქონიოს ონკოლოგიური, დიაბეტოლოგიური და სხვა ტიპის ანალიზის შედეგებზე.

ანალიზის შესახებ ანგარიში ინფორმაციის მოწოდების ფორმით უნდა შეესაბამებოდეს ეროვნულ კანონმდებლობას. ის უნდა აკმაყოფილებდეს აგრეთვე აკრედიტაციის ეროვნული სამსახურების მოთხოვნებს.

ვერიფიკაციის პროცედურები უნდა იყოს გაწერილი და მოწოდებული, რათა მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი რისკები, რომლებიც უკავშირდება მონაცემთა გადმოწერისას დაშვებულ შესაძლო შეცდომებს.

უპირატესობა: შედეგების მაღალსარწმუნოობა დამკვეთებისთვის.

ნაკლოვანება: შედეგების მიწოდებას უფრო მეტი დრო სჭირდება.

4.4 მიღებული შედეგები და მათი შესაბამისობა. ანალიზური შედეგების ხარისხი

ხარისხის უზრუნველყოფის ზოგადი ასპექტები განხილულია ISO/IEC 17025-ში. ყოველი გამართული ლაბორატორია მოწოდებულია - მიღებული მონაცემები იყოს სანდო და ვალიდური და, ამავდროულად, პასუხობდეს დასახულ ამოცანას. ანალიტიკოსები იყენებენ აპრობირებულ მეთოდებს; სარგებლობენ სისტემასთან მორგებული ტესტებით, პროცესის მიმდინარეობის ხარისხის შესამოწმებელი საშუალებებით, რათა ანალიზის შედეგები იყოს სარწმუნო. ამის უზრუნველსაყოფად არსებობს სპეციალური ინსტრუქციები და მეთოდური მითითებები. როდესაც შეფასდება და დამტკიცდება მეთოდების შესატყვისობა ცალკეული მატრიცის დანიშნულებასთან, ეს ჯერ არ ნიშნავს, რომ მათი გამოყენება მიზანშეწონილი იქნება ანალოგიური ან რომელიმე სხვა მატრიცის მიმართ. ეს დასაშვებია იმ შემთხვევაში, თუ დადგინდება მათი შესაბამისობა სხვა დამატებითი მატრიცებისთვის განსაზღვრულ ამოცანებთან. მთლიანობაში, ყოველი ცალკეული ტესტის შედეგები უნდა იყოს თანამიმდევრული. თუკი, მინიმუმ ერთი ტესტის შედეგი იქნება პოზიტიური და, სულ მცირე, ერთის შედეგი მაინც - ნეგატიური, ანალიზი ხელახლა უნდა ჩატარდეს.

ხარისხი - სპეციფიკური მოთხოვნების რეალიზაცია (მოიცავს როგორც დანერგილ შიდა რეგულაციებს, ისე ხარისხის კონტროლის სისტემის მიერ დადგენილ სტანდარტებს). ანალიტიკური ხარისხი - მიღებული შედეგების შესაბამისობა დაშვებულ ვარაუდებთან. ინფორმაციის ხარისხი კომპონენტებად შეიძლება დაიყოს. ეს კომპონენტებია: შედეგების ხარისხი, პროცესის წარმართვის ხარისხი, შედეგების მისაღებად გამოყენებული ხელსაწყოების ხარისხი, სამუშაოს შესრულებისა და ორგანიზაციის ხარისხი.

ხარისხის კონტროლი - მონაცემთა გასაზომი ღონისძიებების კომპლექსური სისტემა (განსაზღვრის შედეგები), რომელიც უნდა აკმაყოფილებდეს ხარისხის მოთხოვნილ დონეს. ხარისხის კონტროლის პროგრამა მოიცავს: პერსონალის კვალიფიკაციის შესაბამისობას I დონესთან; ხელსაწყოებისა და ლაბორატორიული აღჭურვილობის სათანადოდ დაკალიბრებას; კარგ ლაბორატორიულ პრაქტიკას; სტანდარტულ პროცედურებს.

ჩატარებულ სამუშაოებზე მონიტორინგს ლაბორატორია ახორციელებს საკუთარი და სხვა ლაბორატორიათა შედეგების ურთიერთშედარების გზით (თუკი ისინი ხელმისაწვდომია და გამოსადეგი). მონიტორინგი წინასწარ იგეგმება და შემდგომ ხდება გეგმის განხილვა. ის უნდა მოიცავდეს შემდეგს: მონაწილეობას კვალიფიკაციის შესაფასებელ ტესტირებაში და ლაბორატორიების ურთიერთშესადარებელ სხვა აქტივობებში.

4.5. დისკუსია კლიენტთან

კლიენტთა ტიპები (კატეგორიები)

კლიენტებთან ურთიერთობის სამ კატეგორიას გამოყოფენ. ეს კატეგორიები გამომდინარეობს იქიდან, თუ როგორ განიხილავს საკუთარ კლიენტებს მიმწოდებელი და როგორ ურთიერთობს მათთან.

კლიენტი - განმკარგავი: არასწორია, როდესაც კლიენტს მიიჩნევენ ისეთ ადამიანად, რომლის ყოველი მოთხოვნა უნდა შესრულდეს. მიმწოდებლის მოტივაციის მიზეზი შეიძლება იყოს სხვადასხვა (ინტერნალური დოგმები, ფინანსური ინტერესი და ა.შ.). ასეთი დამოკიდებულების შემთხვევაში, ლაბორატორია ორმაგ შეცდომას უშვებს: ჯერ ერთი, ის არ აძლევს კლიენტს იმის საშუალებას, რომ მან კარგად განმარტოს საკუთარი მოთხოვნა. შესაბამისად, გაუგებარი რჩება, რამდენად მისაღები იყო მისი მოთხოვნა, იყო თუ არა მისი დაკვეთა შესასრულებლად ადვილი, თუ იყო მომქანცველი და ძნელად მისაღწევი.

მეორე შეცდომა: მიმწოდებელი თითქოს „ემონება“ კლიეტს, ის აკეთებს თავის შესაძლებლობათა მაქსიმუმს, რათა დააკმაყოფილოს კლიენტის მოთხოვნა. ამ მიზეზით, კლიენტი სამომავლოდ უკვე მოითხოვს ფასის შემცირებას და, საბოლოოდ, დატოვებს მას შედარებით „იაფი“ მიმწოდებლის მოძიების მოტივით.

კლიენტი-პარტნიორი: ამ კლიენტთან მიმწოდებლის ურთიერთობა ურთიერთნდობაზეა დამყარებული, რაც საშუალებას აძლევს მიმწოდებელს დააკონკრეტოს კლიენტის მოთხოვნა; დააზუსტოს მისი სურვილები მოკლევადიან და საშუალოვადიან პერსპექტივაში. ეს მას სჭირდება, რათა დარწმუნდეს, რომ მოთხოვნა თანხვედრაშია იმ პროცედურასთან, რომელსაც კლიენტი მიიჩნევს აუცილებელ და საკმარის აქტივობად. მოთხოვნილი და გაწეული მომსახურების ფასი შეთანხმებულია და მისაღებია ორივე მხარისათვის (როგორც მიმწოდებლისთვის, ისე კლიენტისთვის). წარმატებული მოლაპარაკებების გამოისობით, შედეგით კმაყოფილია ორივე მხარე.

კლიენტი - დატყვევებული: ვის არ ჰქონია ასეთი განცდა ზოგიერთ სერვის-მომწოდებელთან ურთიერთობისას ინტერნეტით დაკვეთის ან ტელეფონით დაკვეთის შემთხვევაში. კონტრაქტის დადებისას ფასი დაბალია და თანდათან იზრდება მას შემდეგ, რაც კლიენტი „მიებმება“ მიმწოდებელს. თუ კლიენტი ითხოვს რაიმე დეტალის ახსნას, იგი იღებს ბუნდოვან განმარტებას, მისი მოთხოვნები პასუხგაუცემელი რჩება.

თუ კლიენტი დამატებით მომსახურებას ითხოვს, ამაში მაღალი ფასის გადახდა უწევს. მიმწოდებლის მიერ შეთავაზებული სერვისები არ არის გათვალისწინებული კლიენტთან წინასწარი შეთანხმებით და ძვირადღირებულია. ბოლოს და ბოლოს, კლიენტი სხვა ლაბორატორიას მიაკითხავს იმ შემთხვევაშიც კი, თუ მომსახურების ფასები იქ რამდენადმე მაღალია.

ეფექტიანი კომუნიკაციისათვის საჭიროა კლენტის მოთხოვნა იყოს:

ზუსტი (მკაფიო): რა უნდა მას? რა ვადებში? რამდენი? რეალურია თუ არა მისი მოთხოვნის შესრულება ლაბორატორიაში აპრობირებული მეთოდებით? იქნება თუ არა შედეგები წარმოდგენილი იმ ფორმით, რომ ის პასუხობდეს მოქმედ ნორმატიულ და მარეგულირებელ მოთხოვნებს? სიზუსტე უნდა განისაზღვროს ლაბორატორიასთან თანამშრომლობის საფუძველზე. ფინანსური საკითხები უნდა დამუშავდეს ამავე სიზუსტით.

წერილობითი: ლაბორატორიამ უნდა უზრუნველყოს მოთხოვნათა მიკვლევადობა. ლაბორატორია უნდა ინახავდეს მოთხოვნებს და საჭიროების შემთხვევაში წარმოადგენდეს მათ.

„პრობლემები“, რომლებიც შესაძლოა წარმოიშვას ანალიზის პროცესში შედეგების სანდოობასთან დაკავშირებით, ყოველგვარი დაყოვნების გარეშე უნდა განემარტოს კლიენტს საბოლოო შედეგებზე მათი შესაძლო ზეგავლენის გამო.

შედეგი და ექსპერტიზა: შედეგები უნდა იყოს ნათელი, ზუსტი და არაორაზროვანი (გამორიცხავდეს მათ არასწორ აღქმას). მეორე მხრივ, მიკერძოებულობისაგან თავის დასაცავად, შედეგის ანალიზი უნდა განახორციელოს გარეშე ექსპერტმა, რომელიც არ არის ლაბორატორიის თანამშრომელი ან, უკიდურეს შემთხვევაში, ლაბორატორიის ანალიზური ჯგუფის წარმომადგენელი.

4.6 ეთიკა ლაბორატორიაში

4.6.1 ზოგადი დებულებები

ლაბორატორია უნდა იცავდეს ეთიკურ პრინციპებს. ეს აუცილებელია იმისათვის, რათა ლაბორატორიის თანამშრომლებმა გაითვალისწინონ და მართონ ღონისძიებათა შემუშავებისა და განხორციელების პროცესში წამოჭრილი სხვადასხვა პოტენციური რისკი თუ ეთიკური კონფლიქტი და აკეთონ ეს ადამიანების მიმართ პატივისცემისა და კეთილგანწყობის გამოხატვით, სამართლიანობის დაცვით. ლაბორატორიაში რაიმე აქტივობის დაწყებამდე, პერსონალმა უნდა იმსჯელოს ამ ლაბორატორიისათვის/კვლევითი ერთეულისთვის/დაწესებულებისათვის შემუშავებულ სპეციფიკურ წესებსა და სახელმწიფო/ეროვნული/საერთაშორისო კანონმდებლობით განსაზღვრულ რეგულაციებზე.

ჩვეულებრივ, ეთიკური კოდექსები, სხვა საკითხებთან ერთად, მხარს უჭერს „არადისკრიმინაციულ პოლიტიკას“, რომლის თანახმად, დაუშვებელია ლაბორატორიის საქმიანობაში რაიმე ფორმით ჩართულ პირთა დისკრიმინაცია რასის, კანის ფერის, სქესის, ეთნიკური ჯგუფის, ეროვნული წარმომავლობის, რელიგიის, ოჯახური სტატუსის, ორსულობის, უნარშეზღუდულობის, გენდერული იდენტურობის, სექსუალური ორიენტაციის, გენეტიკური და ა.შ. ნიშნით.

ეთიკის ნორმები და პრინციპები, რომელთა დაცვა სავალდებულოა, დამოკიდებულია ლაბორატორიაში ჩატარებული სამუშაოს/კვლევის სპეციფიკურობაზე; თუმცა, თუ განვაზოგადებთ, კარგი ლაბორატორიული პრაქტიკა გულისხმობს მხოლოდ იმ ნიმუშების შედეგების წარდგენას, რომლებიც აკმაყოფილებს შესაბამისობის ყველა კრიტერიუმს და სათანადოდ გადაარჩევს ყველა იმ შედეგს, რომლებიც არ პასუხობს ამ კრიტერიუმებიდან რომელიმეს. ამასთან დაკავშირებით, ლაბორატორიებს აძლევენ რეკომენდაციას - შეიმუშაონ ეთიკური პოლიტიკა და დაამატონ ეს პუნქტი ლაბორატორიის ხარისხის უზრუნველყოფის სახელმძღვანელოს. ლაბორატორიის ანალიტიკოსებმა უნდა გაიარონ ტრენინგი ეთიკაში. ასევე საჭიროა განვითარდეს და ფართოდ დაინერგოს პრაქტიკაში პროგრამა სიყალბის/თაღლითობის დეტექციისა და შეკავებისათვის (მაგალითად, მონაცემთა ვალიდურობისა და ვერიფიკაციის მეთოდები, ჩაწერის სისტემა ანალიტიკოსთათვის).

სავარაუდო ზიანთან ასოცირებული გაყალბებული ლაბორატორიული შედეგები განისაზღვრება, როგორც „ანალიზური შედეგების და ხარისხის კონტროლის შედეგების ანგარიშის წარდგენის წინასწარგამიზნული ფალსიფიკაცია, რამაც გამოიწვია მეთოდისა და ხელშეკრულებით გათვალისწინებული მოთხოვნების შეუსაბამოდ ცნობა - მოთხოვნების შეუსრულებლობა“ (2006). EPA OIG (2006)-ის თანახმად, განსაკუთრებით ზიანის მომტანია: ცენზურა ინფორმაციაზე, რომელიც უკავშირდება ანგარიშის შეზღუდვას; მონაცემებით მანიპულაცია; SOPs/წყაროების მეთოდების უგულებელყოფა; არსებული მონაცემების ფალსიფიცირება; არასათანადო დაკალიბრება; შეუფერებელი მანუალური ინტეგრაცია; ფაილების გადაწერისას: პიკის დადაბლება, ~~მონაცემთა მართვის სისტემის JUICE ინგი,~~ მონაცემების წაშლა; არაადეკვატური ტრენინგი; ნიმუშების შეგროვების პროცესის არასათანადო წარმართვა; ჩანაწერების არასრულყოფილი არქივი; არასწორად მარკირებული ნიმუშები; კომპეტენტურობის დემონსტრირების უგულებელყოფა; შემგროვებლის მიმართ მოთხოვნების არარსებობა; აღურიცხავი გაუანალიზებელი ნიმუშების (ე.წ. მშრალი ლაბორატორიის) შესახებ ანგარიშის მონაცემები; დარღვეულია შენახვის ვადები; არ არის ცნობები ნიმუშის სისუფთავეზე; ხარისხის კონტროლის მონაცემების შერჩევითი გამოყენება; ანალიზის თანმიმდევრულობა; ნიმუშების დამატება მასალის გამზადების შემდეგ; დეფორმაცია. გაზომვის უზუსტობები მოიცავს მოკლება-დამატებას, მონაცემებით მანიპულაციას ან მათ პირდაპირ ფაბრიკაციას. ამის

მიზეზები შეიძლება იყოს სამგვარი - როდესაც არ სურთ „ცუდად გამოიყურებოდნენ უფროსობასთან“, თავი აარიდონ ფინანსურ ჯარიმებს და უბრალოდ, თავი მოაწონონ კლიენტს. ამისგან თავის დასაღწევად, გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ სიყალბის/თაღლითობის შედეგები შეიძლება იყოს გაცილებით დამანგრეველი, ვიდრე „გათვლილი ბენეფიტებით“ მიღებული სარგებელი და რომ „გატეხილი რეპუტაციის“ აღდგენა ადვილი საქმე არ არის.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ლაბორატორიის თანამშრომლები პასუხისმგებელი არიან: იხელმძღვანელონ ეთიკის პოლიტიკითა და პრაქტიკით ყოველდღიურ საქმიანობაში; მოიძიონ ადექვატური შეფასების გზები, როდესაც მოქმედების კურსი არ არის მკაფიოდ განსაზღვრული; ყოველთვის გამოიჩინონ სიფხიზლე ისეთი სიტუაციების მიმართ, რომლებსაც შესაძლოა მოყვეს უკანონო ქმედებები ან ეთიკური ნორმების პირდაპირი დარღვევა; განაცხადონ ეთიკის პოლიტიკისა და პრაქტიკის ნებისმიერი დარღვევის შესახებ.

ლაბორატორიებში ჩატარებული სხვადასხვა სახის გამოკითხვები, პერსონალის გამოხმაურებები ეთიკურ საკითხებზე საფუძვლად დაედო შემდეგ კომენტარებს ლაბორატორიაში ეთიკური ქცევის შესახებ (ციტატა ამოღებულია: “Defensibility and Ethics in the Laboratory” by Jo Ann Boyd, Quality Assurance, Chemistry and Chemical Engineering, Southwest Research Institute, 6220 Culebra, San Antonio, TX 78016, USA):

- უნდა იყოთ დარწმუნებული, რომ თქვენ მიერ მიღებული გადაწყვეტილებები ისეთია, რომლებიც ღამით დაძინების და მშვიდად ყოფნის საშუალებას მოგცემთ.
- გახსოვდეთ, რომ იმ ორგანიზაციის რეპუტაცია და ბიზნეს-საქმიანობა, რომელსაც თქვენ წარმოადგენთ, მთლიანად დამოკიდებულია თქვენზე და იმაზე, თუ რამდენად კმაყოფილი იქნება კლიენტი მომსახურებით.

ლაბორატორიულ საქმიანობაში წამოჭრილი ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი საკითხია მონაცემების **დაცულობა,** რაც ძირითადად უზრუნველყოფილია დოკუმენტურად დადასტურებული მტკიცებულებებით პროცესის საწყისი ეტაპიდან ბოლო ეტაპის ჩათვლით. დოკუმენტაცია უნდა იყოს ყოვლისმომცველი და საკმარისად დეტალური იმისათვის, რათა საჭიროების შემთხვევაში გარეშე ანალიტიკოსებმა და სხვა ლაბორატორიებმა შეძლონ მონაცემების განმეორებითი ანალიზი და, საწყისი პროცესებისა და დოკუმენტირებული ისეთივე აქტივობების განმეორების შემთხვევაში, მიიღონ რეპროდუცირებადი მონაცემები. ანალიზური ტესტირების პროცესი და დოკუმენტაცია საჭიროებს ეთიკური ნორმების საკითხების მიმართ მუდმივ ყურადღებას, რათა გარანტირებული იყოს, რომ თუნდაც არასწორად ჩატარებული ტესტირება, ასახულია დოკუმენტაციებში და არსებობს კორექტირების სათანადო ღონისძიებათა დასაბუთება. ყველა ეს ძალისხმევა აუცილებელია იმისათვის, რათა კლიენტებს მივაწოდოთ იურიდიულად დასაბუთებული მონაცემები და შევუქმნათ მათ რწმენა იმისა, რომ ლაბორატორიამ ხარისხიანად შეასრულა დაკვეთილი სამუშაო.

4.6.2. ეთიკა ცხოველებთან ურთიერთობაში

სამეცნიერო კვლევებში მრავალგვარი სახეობის ცხოველებს იყენებენ წამლების ტესტირების პროცესში, ბიომედიცინისა და სოფლის მეურნეობის დარგების სასწავლო პროცესებში, ვეტერინარულ ლაბორატორიებში. კვლევების მიზანია ძირითადი ბიოლოგიური პროცესების არსის გაგება და ადამიანისა და ცხოველების ცხოვრების ხარისხის გაუმჯობესება.

პრობლემების მნიშვნელობიდან გამომდინარე, შემუშავებულ იქნა მრავალრიცხოვანი პროტოკოლები და სახელმძღვანელო დოკუმენტები. ამის ერთ-ერთი მაგალითია სამედიცინო მეცნიერების საერთაშორისო ორგანიზაციების საბჭოს (CIOMS) მიერ გამოქვეყნებული

პუბლიკაცია: “The International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals” (1985).

ეთიკის სახელმძღვანელო პრინციპებმა ხელი შეუწყო შედეგების სიზუსტის დაცვას და ლაბორატორიული ცხოველების შესახებ მეცნიერების მრავალგვარი ასპექტების გაუმჯობესებას, როგორიცაა:

- ადამიანის დაავადებათა ნაირგვარი ცხოველური მოდელების განვითარება;
- გენური ინჟინერიის განვითარება ტრანსგენური ცხოველების შექმნის მიზნით, რომლებიც გამოიყენება ადამიანის მრავალგვარ დაავადებებთან საბრძოლველად, რომელთა მიმართ არსებული ცხოველური მოდელების გამოყენება ვერ იძლევა სასურველ შედეგს;
- ცხოველების მოვლისა და შენახვის პირობების გაუმჯობესება, ცხოველთათვის ზიანის მიყენების ხარისხის შემცირება, ცხოველების მონაწილეობით ჩასატარებელი ექსპერიმენტების მეთოდების სრულყოფა;
- ალტერნატიული საშუალებების მოძიება, რათა ჩანაცვლდეს ცხოველების გამოყენება ექსპერიმენტებში ან შემცირდეს მონაწილე ცხოველების რაოდენობა (კომპიტერულმა სიმულაციამ, მათემატიკური აპლიკაციიის და *in vitro* ბიოლოგიური სისტემების გამოყენებამ მოიტანა გარკვეული წარმატებული შედეგები, თუმცა მათი განზოგადება ჯერჯერობით ვერ ხერხდება).

ამერიკული ფიზიოლოგიური ასოციაციაციის (APA) მიერ შემუშავებული სახელმძღვანელო დოკუმენტის მიხედვით, მკვლევრებმა ცხოველებთან მუშაობისას (ცხოველების მოპოვება, მოვლა, შენახვა, გამოყენება და უტილიზაცია) უნდა განახორციელონ ისეთი აქტივობები, რომლებიც შეესაბამება მოქმედ ფედერალურ, შტატის და ადგილობრივ კანონებსა და რეგულაციებს, ინსტიტუციების პრინციპებსა და საერთაშორისო კონვენციებს (Section 8.09 of the *Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct* (APA, 2010)).

ცხოველების გამოყენებასთან დაკავშირებული ეთიკური პრინციპები და რეკომენდაციები ხაზს უსვამს ცხოველთა სიცოცხლის ღირებულებას და ნერგავს ცხოველური მოდელების გამოყენების საუკეთესო პრაქტიკას. მსჯელობის საგანი არის გამოსაყენებელი ცხოველების რიცხვის მინიმუმამდე დაყვანა ისე, რომ ზიანი არ მიადგეს კვლევების სიზუსტეს; სათანადოდ იქნეს გამოყენებული გარეული ცხოველები ისე, რომ არ დაირღვეს ველური ბუნების კონსერვაციის კანონები და ნორმები; ცხოველები უნდა განიხილებოდეს, როგორც ცოცხალი არსებები და მათ მიმართ უნდა იყოს დაცული ინსტრუქციები, რომლებიც შეეხება ცხოველთა ტრანსპორტირებას, მათ საბინადრო გარემოს, მოვლას, მართვას, ცხოველებზე ჩატარებული ექსპერიმენტების მეთოდებს და ჩანაწერებს.

წყაროები

1. American Psychological Association. (2010). Ethical principles of psychologists and code of conduct (2002, Amended June 1, 2010). Retrieved September 19, 2011 http://www.apa.org/ethics/code/index.aspx
2. American Veterinary Medical Association (2007) AVMA Guidelines on Euthanasia. Retrieved April 8, 2010 http:// www.avma.org/issues/animal_welfare/ euthanasia.pdf
3. Animal Welfare Act 7 U.S.C. § 2131 et seq. Retrieved April 8, 2010 http://awic.nal.usda.gov/nal_display/index.php?info_center=3&tax_level=3&tax_subject=182&topic_id=1118&level3_ id=6735
4. National Institutes of Health Office of Laboratory Animal Welfare (2002). Public Health Service policy on the humane care and use of laboratory animals. Bethesda, MD: NIH. Retrieved September 27, 2011

http://grants.nih.gov/grants/olaw/ references/phspol.htm
5. National Research Council (2006). *Guidelines for the humane transportation of research animals.* Washington, DC: The National Academies Press.
6. U. S. Department of Agriculture (1989) Animal welfare; Final Rules. *Federal Register*, 54*(168)*, (Aug 31, 1989), 36112- 36163.
7. U. S. Department of Agriculture (1990) Guinea pigs, hamsters, and rabbits; Final Rule. *Federal Register*, 55*(136)*, (July 16, 1990), 28879-28884.
8. U. S. Department of Agriculture (1991) Animal welfare; Standards; Part 3, Final Rule. *Federal Register*, 55*(32)*, (Feb 15, 1991), 6426-6505.
9. Dess, N. K. & Foltin, R. W. (2004). The ethics cascade. In C. K. Akins, S. Panicker, & C. L. Cunningham (Eds.). *Laboratory animals in research and teaching: Ethics, care, and methods.* (pp 31-39). Washington, DC: APA.
10. National Research Council (2011). Guide for the care and use of laboratory animals. (8th Edition). Washington, DC: The National Academies Press.

4.6.3. ეთიკა ადამიანებთან ურთიერთობაში

კვლევები ადამიანებზე, როგორც სუბიექტებზე, უნდა განვასხვავოთ სამედიცინო პრაქტიკისაგან, საზოგადოებრივი და ჯანდაცვის სხვა ფორმებისაგან, რომლებიც უშუალოდ ინდივიდებისა და საზოგადოების ჯანმრთელობის უზრუნველყოფაზე არის მიმართული.

ადამიანზე, როგორც კვლევის სუბიექტზე ჩატარებული სამუშაოები მოიცავს:

- ფიზიოლოგიური, ბიოქიმიური ან პათოლოგიური პროცესების გამოკვლევას, ასევე ორგანიზმის საპასუხო რეაქციების შესწავლას ჯანმრთელ ინდივიდებზე თუ პაციენტებზე განხორციელებული სპეციფიკური ინტერვენციის შემთხვევაში;
- კონტროლირებული კვლევები სადიაგნოსტიკო, პროფილაქტიკურ თუ თერაპიულ ღონისძიებებზე, რომლებიც ტარდება ადამიანთა დიდ ჯგუფებზე; ისინი შემუშავებულია ამ ღონისძიებებზე კონკრეტული განზოგადებული რეაქციის სადემონსტრაციოდ ინდივიდუალური ბიოლოგიური ვარიაციების ფონზე;
- კვლევები, გამიზნული ცალკეული პირებისა და საზოგადოებისათვის კონკრეტული პროფილაქტიკური თუ თერაპიული ღონისძიებების მოდელის განსაზღვრისათვის;
- ადამიანის ჯანმრთელობაზე დაფუძნებული ქცევის/რეაქციის კვლევა განსხვავებულ პირობებში და გარემოში.

პაციენტები, მედიცინის მუშაკები, მკვლევრები, ფარმაცევტული კომპანიები და სხვა პირები თავიანთ საქმიანობაში და გადაწყვეტილების მიღების მომენტში, რომლებიც მიმართულია ინდივიდის თუ საზოგადოების ჯანდაცვისა და კეთილდღეობისკენ, ეყრდნობიან ლაბორატორიულ გამოკვლევათა შედეგებს. შესაბამისად, ეს შედეგები უნდა იძლეოდეს გარანტიას, რომ კვლევები მეცნიერულად არის დასაბუთებული, ეფუძნება წინარე ცოდნის ადექვატურ ბაზას და შეუძლია მოგვაწოდოს ღირებული ინფორმაცია. ადამიანებზე, როგორც სუბიექტებზე ჩატარებული კვლევა შეიძლება მოიცავდეს დაკვირვებებს ან ფიზიკურ, ქიმიურ და ფსიქოლოგიურ ინტერვენციას; მან აგრეთვე შეიძლება წარმოშვას ახალი ჩანაწერები/იმ არსებული მონაცემების გამოყენების შესაძლებლობები, რომლებიც შეიცავს ბიოსამედიცინო ან სხვა ხასიათის ინფორმაციას ინდივიდებზე (მათი იდენტიფიცირება არის ან არ არის შესაძლებელი ჩანაწერებიდან და არსებული ინფორმაციიდან). ამგვარი ჩანაწერებით სარგებლობა და მათგან ამოღებული მონაცემების კონფიდენციალურობის დაცვა განხილულია

საერთაშორისო სახელმძღვანელო დოკუმენტებში International Guidelines for Ethical Review of Epidemiological Studies (CIOMS, 1991) და International Ethical Guidelines for Health-related Research Involving Humans (CIOMS, 2016).

ადამიანებზე, როგორც სუბიექტებზე, ჩატარებული კვლევა უნდა ტარდებოდეს და მკაცრად კონტროლდებოდეს მხოლოდ კვალიფიცირებული და გამოცდილი სპეციალისტების მიერ პროტოკოლის შესაბამისად, რომელშიც გარკვევით არის მითითებული: კვლევის მიზანი; ადამიანებზე კვლევის ჩატარების აუცილებლობა; კვლევის სუბიექტების მიმართ რომელიმე ცნობილი რისკის ხასიათი და ხარისხი; სუბიექტების მოძიების წყაროები; სუბიექტების ადექვატურად ინფორმირებისა და კვლევებში ჩართვაზე მათგან ნებაყოფლობითი თანხმობის მიღების საშუალებები.

ახალი ვაქცინები და სამედიცინო პრეპარატები, სანამ დამტკიცდება მათი საყოველთაო გამოყენება, ჯერ უნდა შემოწმდეს ადამიანის სუბიექტებზე კლინიკურ კვლევებში. ამგვარი კვლევები არსებით ნაწილს შეადგენს ადამიანის ჩართულობით მიმდინარე ნებისმიერ გამოკვლევებში.

ადამიანებზე, როგორც სუბიექტებზე, ჩატარებული კვლევები (მათ შორის, ადამიანთა ქსოვილების ან მონაცემების გამოყენება, რომელთა იდენტიფიცირება შესაძლებელია) შესაძლოა იყოს ეთიკურად გამართლებული მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მათი ჩატარება თანხვედრაშია ***სამ ფუნდამენტურ ეთიკურ პრინციპთან,*** კერძოდ, ***პიროვნების პატივისცემასთან, კეთილ განზრახვასთან*** და ***სამართლიანობასთან.***

- **ადამიანების პატივისცემა** გულისხმობს, სულ მცირე, ორ ძირითად ეთიკურ საკითხს. კერძოდ, ა) ავტონომიურობის პატივისცემას და ბ) შეზღუდული ან შესუსტებული ავტონომიის მქონე პირთა დაცვა.
- ***კეთილი განზრახვა*** გულისხმობს ეთიკურ ვალდებულებას კვლევებიდან მაქსიმალური სარგებლის ამოღების და ზიანის მინიმიზაციის შესახებ.
- ***სამართლიანობაში*** იგულისხმება ეთიკური ვალდებულება ყოველ ადამიანს მოეპყრან ისე, რომ ეს იყოს მორალურად გამართლებული და თითოეულს მიაგონ ყოველივე, რაც მათ ერგებათ.

სახელმძღვანელო დოკუმენტი მიმართულია ამ პრინციპების დაცვაზე ლაბორატორიულ კვლევებში, რომლებშიც ჩართული არიან ადამიანები, როგორც კვლევის სუბიექტები. ამ გაიდლაინების თანახმად, ლაბორატორიის პერსონალმა და კვლევის სპონსორებმა უნდა უზრუნველყონ, რომ ადამიანებზე ჩატარებული კვლევები პასუხობდეს საყოველთაოდ აღიარებულ ეთიკურ პრინციპებს და ემყარებოდეს შესაბამისი სამეცნიერო ლიტერატურის ადექვატურ ცოდნას. ეს საკითხები ასახული უნდა იყოს კვლევის პროტოკოლში. პროტოკოლი შეფასებული უნდა იყოს სამეცნიერო და ეთიკური თვალსაზრისით ერთი ან რამდენიმე შესაბამისი დაწესებულების მიერ ქვეყანაში, რომლის წარმომადგენელია სპონსორი ორგანიზაცია, მაგრამ მკვლევართა ჯგუფისგან სრულიად დამოუკიდებელია (International Ethical Guidelines for Health-related Research, CIOMS, 2016, *Guidelines 1 and 23*).

ყველა კვლევაში, რომლებიც ადამიანებზე ტარდება, აუცილებელია მონაწილეს წინასწარ, მისთვის გასაგებ ენაზე/რაიმე სხვა საშუალებით მიეწოდოს სპეციალური ინფორმაცია და ამის შემდეგ მოხდეს მონაწილეობაზე ნებაყოფლობითი ინფორმირებული თანხმობის მიღება სავარაუდო სუბიექტისგან. თუ პირს არ შეუძლია ინფორმირებული თანხმობის მოცემა, კვლევის ჩასატარებლად აუცილებელია კანონიერი ავტორიზებული წარმომადგენლის თანხმობა, რასაც

ითვალისწინებს მოქმედი საკანონმდებლო სახელმძღვანელო პრინციპები. უარი ინფორმირებულ თანხმობაზე განიხილება როგორც იშვიათი, გამონაკლისი შემთხვევა და ის ნებისმიერ შემთხვევაში უნდა დაამტკიცოს ეთიკის კომიტეტმა (CIOMS, 2016, *Guidelines 9,10*). სახელმძღვანელო პრინციპები განმარტავს ლაბორატორიის მკვლევარების/მეცნიერების ვალდებულებებს; აფასებს პოტენციურ სარგებელს და რისკებს - მათ შორის, რისკის მინიმიზაციას ისეთ შემთხვევებში, როდესაც არსებობს ეთიკური და მეცნიერული დასაბუთება, რომ საკვლევ პირებს არ შესწევთ უნარი გასცენ ინფორმირებული თანხმობა კვლევაზე (CIOMS, 2016, *Guidelines 4,16*); აგრეთვე საკითხებს, რომლებიც უკავშირდება დაკარგული სამუშაო დროის ანაზღაურებას, მგზავრობის ხარჯებს და სხვა ხარჯებს, რაც კვლევაში მონაწილეობას უკავშირდება (უფასო სამედიცინო მომსახურების ჩათვლით). ყველა კვლევაში ადამიანების, როგორც სუბიექტების, მონაწილეობით მკვლევარმა უნდა უზრუნველყოს, რომ „საზიანო“ და „სასარგებლო“ თანაბრად არის გადანაწილებული, დაბალანსებულია გონივრულად და რისკები დაყვანილია მინიმუმამდე (CIOMS, 2016, *Guidelines 3,4,13,)*.

სახელმძღვანელოში განიხილება სპეციალური საკითხები, დაკავშირებული *შეზღუდული რესურსების მქონე პოპულაციებისა და საზოგადოებების, ბავშვების, ქალების (მათ შორის, ორსულებისა და მეძუძური დედების), მოწყვლადი ჯგუფების გამოკვლევებთან* (CIOMS, 2016, *Guidelines 18,19*). სანამ დაიწყებდეს შეზღუდული რესურსების მქონე პოპულაციისა და საზოგადოების კვლევებს, მკვლევარი უნდა დარწმუნდეს, რომ ყველა პროცედურა პასუხობს ჯანდაცვის მოთხოვნებს და იმ მოსახლეობის თუ საზოგადოების პრიორიტეტებს, რომელშიც ჩატარდება კვლევა (CIOMS, 2016, *Guideline 2*). კვლევაში ბავშვების ჩასართავად, აუცილებელია მშობლების ან კანონიერი წარმომადგენლის თანხმობა, აგრეთვე დასტური და დასაბუთება, რომ ზრდასრულების კვლევა შეიძლება ვერ იყოს ისეთივე წარმატებული. სპეციალური დასაბუთება სჭირდება კვლევაში მოწყვლადი ინდივიდების ჩართვასაც და, მათი შერჩევის შემთხვევაში, მკაცრად მოითხოვება მათი უფლებების დაცვის და კეთილდღეობის უზრუნველყოფის საშუალებების წარდგენა (CIOMS, 2016, *Guidelines 15,17*).

როგორც წესი, სადიაგნოსტიკო, თერაპიული თუ პროფილაქტიკური ინტერვენციის საკონტროლო ჯგუფში გაერთიანებულმა პირებმა უნდა მიიღონ დადგენილი ეფექტიანი ინტერვენციული მომსახურება. ზოგიერთ შემთხვევაში, ეთიკურად მისაღებია შედეგების შესადარებლად ალტერნატიული საშუალებების მიღება, როგორიცაა პლაცებო ან „მკურნალობის კურსის არჩატარება“ *(Guideline 5: Choice of control in clinical trials).* პლაცებო შეიძლება დაინიშნოს: 1. როდესაც არ არის დადგენილი ეფექტიანი ინტერვენცია; 2. თუ დადგენილ ეფექტიან ინტერვენციაზე უარის თქმა შეუქმნის სუბიექტებს დროებით დისკომფორტს ან შეაფერხებს სიმპტომებისაგან განთავისუფლებით გამოწვეული შვების განცდას; 3. თუ დადგენილი ეფექტიანი ინტერვენციის მაჩვენებლებთან შედარებამ არ აჩვენა მეცნიერულად სარწმუნო შედეგები, პლაცებოს გამოყენება კი არანაირად არ გაზრდის ცდის პირისათვის სერიოზული ან შეუქცევადი ზიანის მიყენების რისკს.

უნდა დადგინდეს სუბიექტთა კვლევის მონაცემების კონფიდენციალურობის დაცვის საიმედო გარანტიები. კვლევაში მონაწილე პირებს უნდა ეცნობოთ იურიდიული/სხვა სახის შეზღუდვების შესახებ, რაც უკავშირდება კონფიდენციალურობის დაცვას, აგრეთვე კონფიდენციალურობის დარღვევის შესაძლო შედეგებზე. მკვლევრებმა უნდა უზრუნველყონ, რომ თუ სუბიექტები კვლევაში მონაწილეობის გამო მიიღებენ ტრავმებს, ისინი უფლებამოსილი არიან უფასოდ იმკურნალონ და მიიღონ ფინანსური/სხვა სახის საკომპენსაციო დახმარება ჯანმრთელობის მდგომარეობის ნებისმიერი გაუარესების, დაინვალიდების ან ფიზიკური უძლურების გამოვლენის შემთხვევაში (CIOMS, 2016, *Guidelines 12,14*).

კვლევებში, სადაც გამოყენებულია ადამიანის ბიოლოგიური მასალა (ქსოვილები, ორგანოები, სისხლი, დნმ, რნმ, ცილები და სხვ), ის შეიძლება შეგროვდეს/ინახებოდეს სპეციფიკური (საკვლევი, სამედიცინო ან სადიაგნოსტიკო) დანიშნულებით ან სამომავლოდ გამოყენების

პერსპექტივით. სახელმძღვანელო დოკუმენტში ცნება „ბიობანკი“ იხმარება შენახული ბიოლოგიური მასალისა და მასთან დაკავშირებული მონაცემების კოლექციის აღსანიშნავად. ინდივიდი, რომლის ბიოლოგიური მასალები თანმხლებ მონაცემებთან ერთად გამოიყენება კვლევაში, არის კვლევის მონაწილე და მასზე ვრცელდება ისეთივე ეთიკური პრინციპები. რადგან წინასწარ არ არის ცნობილი მომავალი კვლევების ზუსტი ხასიათი, ამდენად მასალის აღებისას შეუძლებელია სპეციფიკური ინფორმირებული თანხმობის მოპოვება და მისი ალტერნატივაა ფართო ინფორმირებული თანხმობის მიღება. სახელმძღვანელო პრინციპები არეგულირებს ბიოლოგიური მასალის შენახვის, გამოყენების და საბოლოო „ბედის“ საკითხებს, აგრეთვე იმას, თუ პირადი ინფორმაციის რომელ სხვა წყაროებს შეიძლება უკავშირდებოდეს ანალიზის შედეგები (CIOMS, 2016, *Guidelines 11*).

მრავალი ქვეყანა მოკლებულია შესაძლებლობას შეაფასოს/უზრუნველყოს ადამიანზე ჩატარებული კვლევების მეცნიერული ხარისხი/ეთიკური მიმღებლობა საკუთარი იურისდიქციის ფარგლებში. ერთობლივ კვლევებში, რომლებიც „გარედან სპონსორდება“, სპონსორები და მკვლევრები თავის თავზე იღებენ ეთიკურ ვალდებულებას უზრუნველყონ, რათა იმ პროექტებმა, რომლებზეც ისინი პასუხისმგებელნი არიან, ეფექტიანი წვლილი შეიტანონ ბიოსამედიცინო კვლევების დიზაინის შემუშავებისა და ჩატარების ეროვნულ თუ ადგილობრივ პოტენციალში; აგრეთვე, უზრუნველყონ ამგვარი კვლევების სამეცნიერო და ეთიკური განხილვა და მონიტორინგი.

წყაროები

International Ethical Guidelines for Health-related Research Involving Humans. Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS) in collaboration with the World Health Organization (WHO). CIOMS, 2016

4.6.4. ლაბორატორიული უსაფრთხოება და ლაბორატორიული ეთიკა

უსაფრთხოების რეგულაციებისა და კანონების დაცვისა და კონტროლის უზრუნველყოფა სამეცნიერო/სადიაგნოსტიკო ლაბორატორიებში მთელი პერსონალის პასუხისმგებლობაა. ის ნებისმიერი ლაბორატორიული სამუშაოს დაგეგმვის, მომზადებისა და განხორციელების ინტეგრალური ნაწილია. კონტროლის ეს საშუალებები მოიცავს: პოლიტიკას, სახელმძღვანელო პრინციპებს, ტრენინგის საჭიროებებს, სტანდარტულ ოპერაციულ პროცედურებს, პერსონალურ დამცავ აღჭურვილობას და ლაბორატორიულ აუდიტს, თუმცა მხოლოდ ამით არ შემოიფარგლება. ლაბორატორიის ყველა თანამშრომელი და სტუდენტები ვალდებული არიან დაესწრონ სპეციალურ ლაბორატორიულ ტრენინგებს, რათა გაეცნონ უსაფრთხოების პროცედურებს და შეზღუდვებს, გაწერილს ლაბორატორიული უსაფრთხოების დაცვის დეტალურ სახელმძღვანელოში (GLSM), რომელიც განიხილავს საშიშ მასალებთან და სხვა გავრცელებულ ლაბორატორიულ საშიშროებებთან უსაფრთხოდ მუშაობის წესებს. GLSM აღწერს უსაფრთხო პრაქტიკის იმ მინიმალურ დონეს, რომლის დაცვა სავალდებულოა ლაბორატორიულ სამუშაოებში ჩართული ყველა პირისათვის.

1990 წელს OSHA-მ გამოსცა „საშიში ქიმიკატების პროფესიული ზემოქმედება. ლაბორატორიული სტანდარტი“ (29 CFR 1910.1450). შემუშავებულია სისხლით გადამცემი პათოგენების OSHA სტანდარტი (29 CFR 1910.1030), რათა დაცული იქნეს ლაბორატორიის თანამშრომლების ჯანმრთელობა სისხლით გადამცემი პათოგენებისაგან. რადგან ლაბორატორიის პერსონალმა სამუშაო პირობებში შეიძლება განიცადოს სხვადასხვა სახიფათო ფაქტორის ზემოქმედება, OSHA-ს სხვა სტანდარტები ითვალისწინებს პროცედურებს ზოგიერთი ყველაზე გავრცელებული ქიმიკატების/საფრთხეების მოქმედების პრევენციისთვის და ექსპოზიციის შესამცირებლად: The Personal Protective Equipment (PPE) standard (29 CFR 1910.132), The Hand Protection standard (29

CFR 1910.138), Recordkeeping standard (29 CFR 1904) და ა.შ. ამერიკის დაავადებათა კონტროლისა და პრევენციის ცენტრმა (CDC) ჯანდაცვის ნაციონალურ ინსტიტუტთან (NIH) თანამშრომლობით გამოსცა ერთობლივი სახელმძღვანელო მიკრობიოლოგიურ და ბიოსამედიცინო ლაბორატორიებში მუშაობის უსაფრთხოების შესახებ - *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories* (5th Ed., 2009), რომელიც წარმოადგენს ავტორიტეტულ ცნობარს მიკრობიოლოგიურ და ბიოსამედიცინო ლაბორატორიებში მუშაობის რისკების შესაფასებლად.

ლაბორატორიული უსაფრთხოების ზოგადი პრინციპები, რომლებიც განსაზღვრულია სტანდარტებით და სახელმძღვანელო დოკუმენტებით, ითვლება უნივერსალურად. მათი წაკითხვა და ინტერპრეტირება უნდა ხდებოდეს მთლიანობაში, რადგან ცალკეული თემები იკვეთება და შეჭრილია ერთმანეთში. ამ დოკუმენტებით შეუძლია ისარგებლოს როგორც ინდივიდუალურმა მკვლევარმა, ისე მთლიანად ლაბორატორიამ საფრთხეების იდენტიფიკაციისათვის თუ ამოცნობისთვის და რისკების შესაფასებლად; აგრეთვე მუშაობის დაწყებამდე სამუშაო გეგმის შესამუშავებლად რისკების მინიმიზაციის/მართვის მიზნით.

უსაფრთხო ლაბორატორიული პრაქტიკის ზოგადი პრინციპებია:

1. მასალის ცოდნა (ა. მინიმუმამდე დაიყვანეთ ყველა ქიმიური ზემოქმედების შესაძლებლობა; ბ. ყველა ქიმიკატი აღიქვით, როგორც სახიფათო და მოეკიდეთ სიფრთხილით; გ. არ მოხდეს რისკის არასათანადო შეფასება; დ. ყურადღება მიაქციეთ ზღურბლოვან ლიმიტურ მაჩვენებლებს).
2. დაიცავით უსაფრთხოების წესები და ისარგებლეთ სტანდარტული ოპერატიული პროცედურებით (SOPs).
3. მოქმედებათა თანამიმდევრობის ცოდნა ავარიულ სიტუაციებში და დაცვის საშუალებების ადგილმდებარეობის ცოდნა.

ლაბორატორიის უსაფრთხოების სტატუსის შეფასებისა და დაცვის სტრატეგიები მოცემულია უსაფრთხოების სახელმძღვანელოებში და ითვალისწინებს სხვადასხვა ლაბორატორიული სისტემების მართვას და კონტროლს ლაბორატორიის უსაფრთხოების საშუალებების საკონტროლო სიიდან:

- ✓ ინდივიდუალური დაცვის საშუალებები, ლაბორატორიული აღჭურვილობა (გამწოვი კარადა, ინსტრუმენტები, ვენტილაცია, წყლის დამცველი, ტემპერატურა და სხვ.) და საინჟინრო უსაფრთხოება
- ✓ ადმინისტრაციული უსაფრთხოება (SOPs, პროცედურული კონტროლი, წვდომა ლაბორატორიებთან, ლაბორატორიის დიზაინი და კონსტრუქცია, ვენტილაციის სიჩქარე, ტერიტორიის ინსპექცია და ლაბორატორიის უსაფრთხოება)
- ✓ ბიოლოგიური უსაფრთხოება (ბიოლოგიური უსაფრთხოების დონეები, ქსოვილური კულტურები და უჯრედული ხაზები, უსაფრთხოების მონაცემთა შესახებ დანართი ფურცლები ინფექციური ნივთიერებებისთვის, დეკონტემინაცია, ოთახის უსაფრხოება (გელი, სიბნელე, რადიოიზოტოპი, სიცივე), ბიოლოგიური მასალის ტრანსპორტირება)
- ✓ ქიმიური უსაფრთხოება (ზოგადი ქიმიური პროცედურები და ზემოქმედებაზე მონიტორინგი, ქიმიურ ნივთიერებათა შხეფები და მაღალტოქსიკური ქიმიკატები, ქიმიურ ნივთიერებათა შენახვის წესები)
- ✓ კრიოგენული, ელექტრული, მექანიკური, რადიაციული, ლაზერული და ნანომასალების უსაფრთხოება
- ✓ სტერილური ოთახების უსაფრთხოება, ნარჩენების მართვა და გადაუდებელი პროცედურები

სტანდარტები და სახელმძღვანელო მეთოდური რეკომენდაციები მოიცავს საერთაშორისო დონეზე აპრობირებულ ეთიკურ პრინციპებს და დაწვრილებით განხილულ კომენტარებს იმაზე, თუ როგორ უნდა გამოვიყენოთ უნივერსალური ეთიკური პრინციპები. ამასთან, აქცენტი კეთდება უსაფრთხოების საიმედო დაცვის წესებზე. მთელ რიგ პროფესიულ ლაბორატორიულ ორგანიზაციებს აქვთ ეთიკური კოდექსი, რომელიც ეფუძნება იმ ზოგად პრინციპებს, რომლებიც განსაზღვრა ბიოსამედიცინო ლაბორატორიული მეცნიერების საერთაშორისო ფედერაციამ (IFBLS) და რომელსაც მსოფლიო მასშტაბით იყენებს ყველა ბიოსამედიცინო ლაბორატორიის მეცნიერ-თანამშრომელი (BLS). მეცნიერები იღებენ ვალდებულებას, თავიანთი პროფესიონალური კომპეტენციის ფარგლებში, ზოგადად, საკუთარი წვლილი შეიტანონ საზოგადოების კეთილდღეობაში:

1. მკაცრად დაიცავით პაციენტების და ტესტის შედეგების შესახებ ინფორმაციის კონფიდენციალურობა
2. გაუფრთხილდით პაციენტის ღირსებას და მის პირადულ ცხოვრებას
3. აიღეთ პასუხისმგებლობა კლინიკური ლაბორატორიული მომსახურების ხარისხიანობასა და პატიოსნებაზე
4. აიღეთ პირადი პასუხისმგებლობა
5. მოეპყარით პაციენტებს და კოლეგებს პატივისცემით, მზრუნველობით; იყავით ყურადღებიანი
6. თქვენი მოვალეობები შეასრულეთ აკურატულად, ზუსტად, დროულად და პასუხისმგებლობით
7. გაუფრთხილდით და კანონის ფარგლებში დაიცავით პაციენტის შესახებ ინფორმაციის კონფიდენციალურობა
8. გონივრულად გამოიყენეთ ლაბორატორიის რესურსები
9. მხარი დაუჭირეთთ ინიციატივას, რომ პაციენტებს რენტაბელურ ფასად მიეწოდოთ ხარისხიანი ლაბორატორიული მომსახურება
10. მოემსახურეთ და მიაწოდეთ ხარისხიანი ლაბორატორიული სერვისი პაციენტებს განურჩევლად მათი ასაკისა; სქესისა; რასისა; რელიგიისა; ნაციონალური წარმომავლობისა; უნარშეზღუდულობისა; ოჯახური სტატუსისა; სექსუალური ორიენტაციისა; პოლიტიკური, სოციალური, ჯანმრთელობის თუ ეკონომიკური სტატუსისა

წყაროები

1. Code of ethics for Biomedical Laboratory Scientists, IAMLT,1992; revised by IFBLS, 2010
2. Julio R. Tuma. Ethics on the laboratory floor. 2014,
3. The Code of Ethics of the American Society for Clinical Laboratory Science
4. The Code of Ethics of American Society of Clinical Pathology (ASCP)
5. World Health Organization.[1]Laboratory biosafety manual. 3rd ed.
6. Ralph Stuart. A System for Dealing with Ethical Dilemmas in the Research Lab.**2018**

თავი 5 რეკომენდაციები

5.1 ლაბორატორიული სტანდარტები

თავდაპირველად, განვსაზღვროთ პრობლემა და განვმარტოთ ის სხვადასხვა ასპექტში: ლაბორატორიისთვის პრობლემა არის შედეგი, მისი მიღების გზები და სანდოობა. ოფიციალურ

დოკუმენტებში პრობლემა გულისხმობს: შედეგებს, პროცესებს და გაურკვევლობას (ბუნდოვანებას).

- შედეგი შეიძლება იყოს რაოდენობრივი და გამოისახოს რიცხვითი მნიშვნელობებით. ამ შემთხვევაში ლაბორატორიამ უნდა გაითვალისწინოს და, შესაბამისად, დაადგინოს შედეგის ცდომილების ხარისხი. ცდომილების მაჩვენებელი ლაბორატორიისთვის განსაზღვრულია ინტერნალურად, სტანდარტების (ISO8655, GUM და ა.შ.) შესაბამისად.
- შედეგი შეიძლება იყოს ხარისხობრივი და ასახავდეს მხოლოდ ნიმუშის მდგომარეობას (მოხმარებისთვის ვარგისია თუ მოხმარებისთვის გამოუსადეგარია და სხვ.). ამ შემთხვევაში, მდგომარეობა უნდა შეფასდეს მიღებულ ციფრებთან შედარების საფუძველზე (მაგალითად, ბაქტერიების კოლონიების რაოდენობა ერთ გრამში და სხვ.). ასეთი შედარებები შედის ანალიტიკოსი-ექსპერტის კომპეტენციაში.
- პროცესის მიმდინარეობა (რასაც პროტოკოლსაც უწოდებენ) აღწერს შედეგის მიღების ეტაპებს. ეს პროცესი უნდა იყოს სელექციური, განმეორებადი, რეპროდუცირებადი, ჭეშმარიტი (მიუკერძოებელი) და ა.შ. ეს განსხვავებული კრიტერიუმები განსაზღვრული და დამტკიცებული უნდა ჰქონდეს ლაბორატორიას. ხდება როგორც ინტერნალური (შიდა), ისე ექსტერნალური (გარე) ვალიდაცია.

ლაბორატორიების „კლასიფიცირება“ შესაძლებელია მათ მიერ მიღებული შედეგების კატეგორიზაციის საფუძველზე. შესაბამისად, განისაზღვრება, რა ტიპის დოკუმენტაცია შეესაბამება ლაბორატორიის საქმიანობას:

- **ფუნდამენტური კვლევების ლაბორატორიები:** ამ ტიპის ლაბორატორიებისთვის ამჟამად მიმდინარეობს პროტოკოლების შემუშავება. მკვლევრები ხვეწენ პროტოკოლებს ყველა მიმართულებით. ამ ტიპის ლაბორატორიაში ყველაზე ხშირად იყენებენ ISO 9001 სტანდარტს, რომელსაც აღიარებენ ორგანიზაციები. დამტკიცებულია ანალიტიკური პროცესების მხოლოდ მცირე ნაწილი, რადგან ისინი სრულიად ახალია (ამის გამო სხვა ლაბორატორიები მათ არ იყენებენ). ზოგიერთი საჯარო სტრუქტურა ამჯობინებს საკუთარი პროტოკოლების საცავის შექმნას. ამ მიზნით გამოიყენება ლაბორატორიული ანალიზის მწარმოებელ პირთა ე.წ. პროფესიული „დახელოვნების წესებიც“.
- **გამოყენებითი კვლევითი ლაბორატორიები:** ამ შემთხვევაში პრობლემა არის დეტექციის/რაოდენობრივი განსაზღვრის მეთოდების ან პრეკლინიკური გამოკვლევების შემუშავება. კარგად არის აპრობირებული გამოყენებული სტანდარტები (GLP, GCP და სხვ.), ISO 9001 სტანდარტები; აგრეთვე ზოგიერთი ის სტანდარტული კრიტერიუმები, რომლებიც თავად კომპანიებმა ან ინსტიტუციებმა შეიძლება განავითარონ, თუმცა ეს დოკუმენტები რჩება ორგანიზაციის საკუთრებაში. ასეთია, მაგალითად, დოკუმენტაცია სამუშაოთა დაცვის ან სამუშაოთა დისემინაციის შესახებ. შიდა ვალიდაცია ხორციელდება მოქმედი სტანდარტების შესაბამისად (მაგ., ISO 8655).
- **საანალიზო ლაბორატორიები:** ამ შემთხვევაში მიღებულ შედეგს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს, რადგან ის პირდაპირ აისახება გაანალიზებულ პროდუქტზე (სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტზე, წარმოებულ პროდუქტზე და სხვ.) ან პაციენტზე. აქ დაშვებული შეცდომა არის (ან შესაძლოა გახდეს) კატასტროფული შედეგის მომტანი ჯანმრთელობაზე ზემოქმედების თვალსაზრისით (მაგ. თუ დაავადება არაა გამოვლენილი, ჩატარებულია არასაჭირო ან არასწორი მკურნალობა და სხვ.) ან ფინანსური თვალსაზრისით (პროდუქტის განადგურება, საკუთარი იმიჯის და მომხმარებლის დაკარგვა ბრენდის მიერ და მისთ.). აქედან გამომდინარე, ამგვარ ლაბორატორიებს აქვთ ხარისხის მართვის სრულყოფილი სისტემა, აგრეთვე, აკრედიტაციით მოპოვებული მათ მიერ გამოყენებული მეთოდების ეროვნული და საერთაშორისო აღიარება. ასეთ შემთხვევაში, ISO17025 ყველაზე ხშირად გამოყენებული სტანდარტია.

- პროტოკოლების დამტკიცება ხდება ისეთი სტანდარტების გამოყენებით, როგორიცაა ISO8655; ლაბორატორიის მიერ ტექნიკური კომპეტენციის შენარჩუნება უზრუნველყოფილია ინტერლაბორატორიულ ტესტებში მონაწილეობის გზით.

.5,2 ეროვნული და საერთაშორისო აღიარება (აკრედიტაციები, GLP, GMP და ა.შ.)

კარგი ლაბორატორიული პრაქტიკა (GLP) გულისხმობს გაზომვების, მოთხოვნებისა და მეთოდების ერთობლიობას, რომლის მიზანია უზრუნველყოს ლაბორატორიული კვლევის უმაღლესი ხარისხი. კარგი ლაბორატორიული პრაქტიკის (GLP) პრინციპები ემსახურება ტესტის შედეგების ხარისხისა და სარწმუნოობის გაუმჯობესებას. კვლევის პროცესში GLP ზოგადი პრინციპებით სარგებლობა ხელს უწყობს ინფორმაციის გაცვლის პროცესს; ადამიანის ჯანმრთელობის, ცხოველებისა და გარემოს დაცვას.

კარგი წარმოების პრაქტიკა (GMP) წარმოადგენს ხარისხის უზრუნველყოფის სისტემის ნაწილს, რომელიც არის გარანტი იმისა, რომ ლაბორატორია კონტროლდება და აკმაყოფილებს სათანადო სტანდარტებს. GMP წესები შექმნილია ლაბორატორიული საქმიანობის რისკის შესამცირებლად.

ხარისხის მართვის სისტემა აერთიანებს საჭირო ძირითად პროცესებს (მენეჯერულს, აღმასრულებელს, ანგარიშის მომზადებას, კონტროლს) და უზრუნველყოფს მიზნების მისაღწევად საჭირო თანმიმდევრული აქტივობების ორგანიზებას.

ლაბორატორიაში ხარისხის მართვის სისტემა აუცილებლად მოითხოვს ურთიერთთანამშრომლობას და ერთობლივ ძალისხმევას, რათა სამუშაო შესრულდეს ხარისხიანად, შედეგები დადასტურდეს და აკმაყოფილებდეს მოქმედი ნორმატიული აქტების მოთხოვნებს. ხარისხის მართვის სისტემის დანერგვა საშუალებას აძლევს ლაბორატორიას ეფექტიანად იმუშაოს და სრულად გამოიყენოს ISO 17025 შესაძლებლობები ISO საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნების გათვალისწინებით.

ხარისხის მართვის სისტემის ძირითადი პრინციპები (ISO 9001-ის მიხედვით: 2000 ხარისხის მართვის სისტემები - მოთხოვნები):

1. **ორიენტაცია კლიენტზე.** ლაბორატორია დამოკიდებულია მომხმარებლებზე და ამიტომ უნდა ითვალისწინებდეს მიმდინარე თუ სამომავლო საჭიროებებს, ასრულებდეს მათ მოთხოვნებს და ისწრაფოდეს გადააჭარბოს მოლოდინებს.

2. **ლიდერობა.** ხელმძღვანელობა ადგენს ერთიან მიზანს და განსაზღვრავს განვითარების მიმართულებებს; უქმნის პერსონალს დავალებათა შესასრულებლად საჭირო პირობებს და ზრუნავს ამ პირობების შენარჩუნებაზე; მუდმივად ზრუნავს პერსონალის კვალიფიკაციის გაზრდაზე და უზრუნველყოფს მათ საჭირო რესურსებით. ხელმძღვანელობის პრინციპის განხორციელებისას მნიშვნელოვანია ხარისხის მართვის სისტემის ეფექტიანობასა და ეფექტურობას შორის რეგულარული უკუკავშირის არსებობა; მაკორექტირებელი და პრევენციული მოქმედებების შემუშავება.

3. **პერსონალის ჩართულობა.** პერსონალის კომპეტენტურობა, უფლებამოსილება და ჩართულობა არსებითია ლაბორატორიისათვის ეფექტიანი შედეგების მისაღებად. ხარისხის სისტემამ და მისმა მექანიზმებმა ხელი უნდა შეუწყოს თანამშრომლებს გააუმჯობესონ ლაბორატორიის საქმიანობის ხარისხი, აიღონ პასუხისმგებლობა ხარისხის პრობლემების მოგვარებაზე, გაიღრმავონ ცოდნა და გაუზიარონ ის კოლეგებს.

4. **პროცესი და სისტემური მიდგომა.** შესატყვისი და პროგნოზირებადი შედეგები უფრო ეფექტიანად მიიღწევა, თუ ადამიანები გაითავისებენ საქმეს და წარმართავენ მას, როგორც ურთიერთდაკავშირებულ პროცესებს (ინტეგრალურ სისტემას). ხარისხის სისტემა შედგება

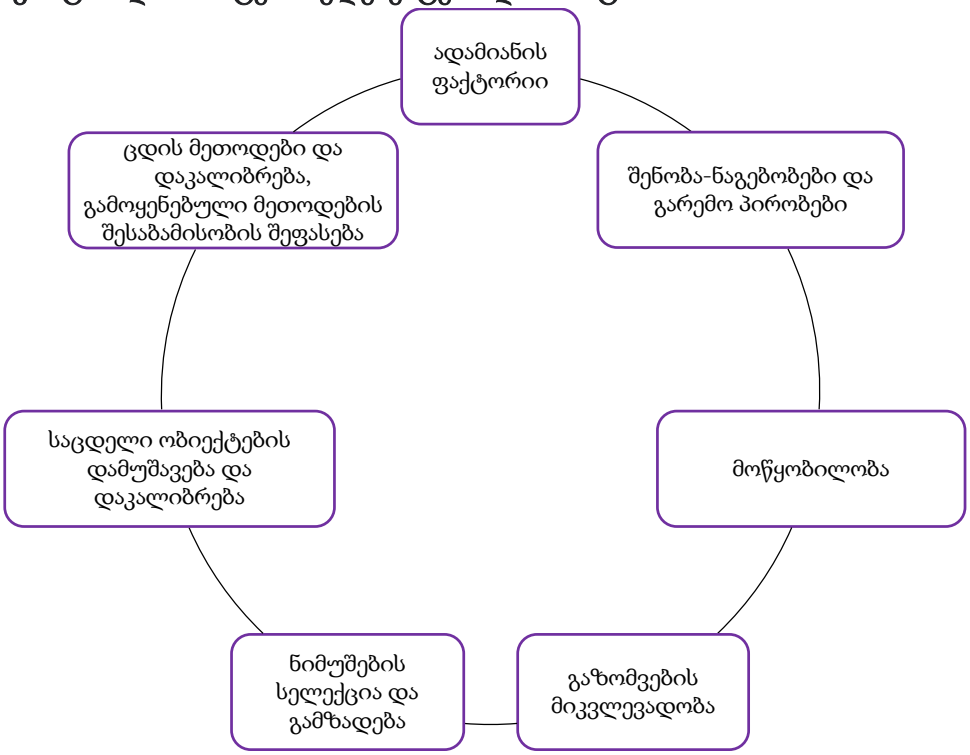
ურთიერთდაკავშირებული პროცესებისაგან. კომპანიას უნდა ჰქონდეს ინფორმაციის შიდა გაცვლის მექანიზმები და მომხმარებელთა მოთხოვნებსა და სურვილებზე რეაგირების სისტემა. სისტემური მიდგომა გულისხმობს სისტემის მუდმივ გაუმჯობესებას ანალიზისა და შეფასების, მაკორექტირებელი და პრევენციული ზომების გატარებით.

5. მუდმივი სრულყოფა. აუცილებელია საქმიანობის ეფექტიანობის გაუმჯობესებისაკენ მუდმივი სწრაფვა ისე, რომ თავი ავარიდოთ მოსალოდნელი პრობლემის წარმოქმნას.

6. გადაწყვეტილების მიღება ფაქტებზე დაყრდნობით. ეფექტიანი გადაწყვეტილებები ემყარება სანდო და ზუსტი მონაცემებისა და ინფორმაციის ანალიზს. ეს პრინციპი ვრცელდება არა მხოლოდ ოპერაციის ფუნქციონირების თუ ტექნიკური ფუნქციონირების მენეჯმენტზე, არამედ ტესტირების მენეჯმენტზეც, ლაბორატორიის აკრედიტაციის პირობებით გათვალისწინებული მეთოდების გამოყენებით.

7. ურთიერთობების მენეჯმენტი. ლაბორატორია განაგებს ურთიერთობებს შესაბამის დაინტერესებულ მხარეებთან (მაგალითად, მომწოდებლებთან) სტაბილური წარმატების მისაღწევად. ამ პრინციპის განხორციელება მოითხოვს მსხვილი მომწოდებლების იდენტიფიკაციას, მათთან ღია ურთიერთობების დამყარებას, ინფორმაციის ურთიერთგაცვლას, თანამშრომლობას მომხმარებელთა საჭიროებების ცოდნის საფუძველზე და მათი გათვალისწინებით.

ხარისხის კონტროლის სისტემის ელემენტები ლაბორატორიაში



სურ.5.1 - ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავს ლაბორატორიული კვლევის ობიექტურობასა და სანდოობას

ლაბორატორიული სამუშაოს რაციონალური ორგანიზება უნდა მოიცავდეს ყველა ქვემოჩამოთვლილ აქტივობას:

- აქტივობების კარგად დაგეგმვას;

- ხელმისაწვდომობას სათანადო მოწყობილობებზე, შენობა-ნაგებობებზე;
- წესებისა და ნორმების შესაბამის მეტროლოგიურ მხარდაჭერას;
- სამუშაო ადგილების სათანადოდ ორგანიზებას (სამუშაო ადგილების სერტიფიცირებას);
- ხელმისაწვდომობას ინსტრუქციებზე, სამუშაო ადგილებზე კვლევის ჩასატარებელ მეთოდებზე;
- უსაფრთხოების ნორმებისა და შრომის უსაფრთხოების ნორმების ცოდნას და დაცვას;
- ლაბორატორიული კვლევის პროცესის რაციონალურად ორგანიზებას;
- აუცილებელი რეაგენტებით და საკონტროლო მასალებით უზრუნველყოფას;
- ლაბორატორიის თითოეული წევრის მიერ საკუთარი პასუხისმგებლობების სათანადოდ დაცვას;
- ლაბორატორიის პერსონალის მიერ სათანადო თეორიული და პრაქტიკული კომპეტენციების ფლობას და ტრენინგებს მათი შემდგომი გაუმჯობესებისათვის;
- ბიოუსაფრთხოების რეგულაციებით გათვალისწინებულ ნორმებთან შესაბამისობას.

ხარისხის სისტემის ექსტერნალური და ინტერნალური (შიდა) კონტროლი

ლაბორატორიაში ხარისხის კონტროლის (QC) განსახორციელებლად განიხილება ორი ძირითადი მიდგომა:

- შიდალაბორატორიული QC, რაც ითვალისწინებს ყოველდღიურ მონიტორინგს კვლევის შედეგების მაჩვენებლებზე და/ან კვლევების სერიაში ნიმუშთა აღების პროცედურების თანმიმდევრულობაზე;
- გარე QC, რაც ითვალისწინებს ლაბორატორიის მონაწილეობას პროფესიულ ტესტურ პროგრამებში.

შიდალაბორატორიული კონტროლი არის დაგეგმილი სისტემატური აქტივობა, რომელიც სავალდებულოა ნებისმიერი ლაბორატორიისთვის. აუცილებელია დაიგეგმოს შიდალაბორატორიული ტესტირება, მაგალითად, სხვა ოპერატორის მიერ ტესტების პერიოდული დუპლიცირების გზით.

შიდალაბორატორიული კონტროლის მიზანი

- შედეგების ნეგატიურ ტენდენციებთან ასოცირებული პრობლემების გადაჭრა
- შედეგების ანგარიშის წარდგენის პრევენცია

შიდა ხარისხის კონტროლის შეფასება მოიცავს:

- შიდალაბორატორიული QC თითოეულ ციკლში დაშვებულ შეცდომათა სათანადო ანალიზს და მათი კორექტირების საშუალებების გამოყენებას;
- ინტრალაბორატორიული (და ინტერლაბორატორიული) QC შედეგების რეგულარულ ანალიზს ლაბორატორიაში მიმდინარე სამუშაოების ტენდენციათა საიდენტიფიკაციოდ.

ISO/IEC 17025-ის მიხედვით, ლაბორატორიების აკრედიტაციის დროს ტექნიკური კომპეტენციის შესაფასებელი ერთ-ერთი მთავარი კრიტერიუმი არის მათი მონაწილეობის შედეგები ინტერლაბორატორიულ შედარებით ტესტირებებში (ICT).

ინტერლაბორატორიული შედარებითი ტესტირებები მოიცავს ორი ან მეტი ლაბორატორიის მიერ იდენტური ან მსგავსი საკონტროლო ნიმუშების ტესტების ორგანიზებას, ჩატარებას და შეფასებას

სპეციფიკური პირობების შესაბამისად (ISO / IEC 17043 შესაბამისობის შეფასება - ზოგადი მოთხოვნები).

EAL-P7 "ინტერლაბორატორიული შედარებითი ტესტირების" დოკუმენტი ადგენს ძირითად კრიტერიუმებს ICT-თვის, რომელიც ემატება და ავსებს ISO / IEC 43-1 ... 2 სახელმძღვანელო დოკუმენტს. აკრედიტირებული ლაბორატორიებისათვის ICT–ის პროცესში გამოიყენება ISO 33 - „სერტიფიცირებული სარეკომენდაციო მასალების გამოყენება“ და ISO 35 - „სტანდარტული ნიმუშების სერტიფიცირება. ზოგადი და სტატისტიკური პრინციპები“.

მთავარი ამოცანა, რომელსაც ICT გადაჭრის, არის ლაბორატორიების ტექნიკური კომპეტენციის ექსპერიმენტული შემოწმება: დეკლარირებული (დამტკიცებული) აკრედიტაციის ფარგლებში ხდება ნივთიერებებისა და მასალების შემადგენლობისა და თვისებების პარამეტრების იდენტიფიკაცია. ეს ხორციელდება ორივე ეტაპზე - როგორც აკრედიტაციის, ისე შემდგომი ინსპექციის კონტროლის დროს. სხვადასხვა ორგანიზაციის გამოცდილების ანალიზი აჩვენებს, რომ თუკი რამდენიმე ლაბორატორიის ჯგუფი ახდენს ერთი და იგივე ნივთიერებებისა და მასალების ტესტირებას, ამ შემთხვევაში ICT არის ტექნიკური კომპეტენციის გადამოწმების ყველაზე რაციონალური მეთოდი. ICT-ში მონაწილეობა ზრდის ნდობის ხარისხს შესამოწმებელი ლაბორატორიის შედეგების მიმართ აკრედიტაციისა და ინსპექტირების დროს. როგორც წესი, სწორად დაგეგმილი ლაბორატორიული ექსპერიმენტი საშუალებას იძლევა შეფასდეს არა მხოლოდ ცალკეული ლაბორატორიის ტესტის ვალიდურობა, არამედ გადაიჭრას ტესტების მეტროლოგიურ საკითხებთან დაკავშირებული სხვა ამოცანებიც.

კერძოდ, ICT ტარდება, რათა:

- დადგინდეს ტესტების, გაზომვების, კონტროლის (TMC) მეთოდების მეტროლოგიური მახასიათებლები;
- შემოწმდეს ლაბორატორიების ჯგუფში სპეციფიკური TMC გაზომვების იდენტურობა და სანდოობა;
- შენაძენის ხარისხი შეფასდეს რამდენიმე ლაბორატორიის მიმართ მიღებული სპეციფიკური TMC-ის საფუძველზე;
- მოხდეს TMC სტატისტიკური კონტროლის ვერიფიკაცია ლაბორატორიის ჯგუფში;
- დაზუსტდეს მეთოდების გამოყენების სისტემატურობის მოწოდებული ვადები;
- მოხდეს სტანდარტული ნიმუშებისა და საკონტროლო ნიმუშების შემადგენლობისა და თვისებების ატესტაცია.

სტანდარტული ნიმუშების გამოყენებასთან და კალიბრირებასთან ერთად, შესამოწმებელი ლაბორატორიის მონაწილეობა ICT რაუნდებში არის ერთ-ერთი ძირითადი მეთოდი ტესტის მეთოდის ეფექტურობის დასადგენად; ამ მიზნით ახდენენ აგრეთვე მიღებული შედეგების შედარებას სხვა მეთოდებით მოპოვებულ შედეგებთან; სისტემატურად აფასებენ იმ ფაქტორებს, რომლებიც ზეგავლენას ახდენს მიღებულ შედეგებზე; აფასებენ შედეგების არასარწმუნოობის დონეს თეორიული პრინციპების ცოდნისა და პრაქტიკული გამოცდილების მეცნიერული გააზრების საფუძველზე.

რაც შეეხება ICT კოორდინატორებს, ისინი არიან ეროვნული ან საერთაშორისო დონის კოორდინატორები. საერთაშორისო რაუნდების კოორდინატორებს მიეკუთვნება საერთაშორისოდ აღიარებული ორგანიზაციები ან ცენტრები, რომლებიც უფლებამოსილი (ავტორიზებული) არიან რელევანტური სამუშაოების ჩასატარებლად. ეროვნული კოორდინატორების მიერ ჩატარებულ რაუნდებს უკრაინაში პროფესიულ ტესტირებასაც უწოდებენ.

შესამოწმებელ ლაბორატორიებს შეუძლიათ ისარგებლონ ICT რაუნდებში მონაწილეობის შედეგებით, რათა:

- განსაზღვრონ გარკვეული ლაბორატორიების ეფექტიანობა ან ჩაატარონ სპეციფიკური ტესტები/გაზომვები;
- გამოავლინონ შეუსაბამობები ლაბორატორიულ სამოშაოებში და დაეხმარონ მათ (მაგალითად, ტესტირების ჩამტარებელი პერსონალის კომპეტენციის მხრივ, ან მოწყობილობათა დაკალიბრების თვალსაზრისით);
- დაადასტურონ არასტანდარტული ტესტირების მეთოდების ეფექტიანობა;
- მოიპოვონ მომხმარებლების მხრიდან მეტი ნდობა;
- განსაზღვრონ წყაროდ გამოსაყენებელი მასალების მახასიათებლები და შეაფასონ მათი შესაბამისობა ზოგიერთ პროცედურებთან ან ტესტ-მეთოდებთან.

რესურსები:

https://www.iso.org/standards.html

http://www.eptis.org/

http://www.demarcheiso17025.com/

http://www.european-accredition.org

5.3 დოკუმენტები და მათი მართვა

თითოეული ლაბორატორია შეიმუშავებს სტანდარტულ საოპერაციო პროცედურებს (SOP) დოკუმენტის მართვისთვის, რათა უზრუნველყოს დოკუმენტის მართვის სტანდარტის ISO / IEC 17025 მოთხოვნების დაცვა: ლაბორატორიის დეპარტამენტებში (სექტორებში) შემუშავების, იდენტიფიკაციის, დამტკიცების, გამოქვეყნების, მოდიფიკაციისა და განადგურების დროს, აგრეთვე შენახვისა და დაარქივების პროცესში.

ხარისხის კონტროლის (მართვის) სისტემის დოკუმენტაციის ძირითადი ამოცანები არის საკონტროლო და ანალიტიკური ლაბორატორიის საჭირო ყველა პროცესების სათანადოდ აღწერა და ინფორმაციის მიწოდება პერსონალისთვის, მონაცემთა აღრიცხვიანობის გამარტივება და მონიტორინგი კონტროლისა და ანალიტიკური ლაბორატორიის მუშაობაზე. ხარისხის მართვის სისტემის დოკუმენტები უნდა აკმაყოფილებდეს აღმასრულებელთა და ლაბორატორიის მენეჯერთა ყოველდღიურ საქმიანობაში წამოჭრილ ინტერნალურ (შიდა) მოთხოვნებს, ასევე უნდა უზრუნველყოფდეს დასაბუთებას იმისა, რომ ექსტერნალური (გარე) რეგულაციების სათანადო მოთხოვნები მიღებულია მხედველობაში და დანერგილია პრაქტიკაში.

დოკუმენტის მართვა არის დოკუმენტაციის შემუშავების, მისი იდენტიფიკაციის, დამტკიცების, გამოქვეყნების, მასში ცვლილებების შეტანის, განყოფილებებში (ლაბორატორიებში) დისემინაციის, აგრეთვე შენახვა-დაარქივების პროცესების ერთობლიობა.

დოკუმენტი არის საჭირო ინფორმაციის წარმოდგენა ქაღალდზე ან სხვა საშუალებების გამოყენებით (ელექტრონული, ფოტოგრაფიული, ანალოგის და ციფრული სახით).

ექსტერნალური დოკუმენტაცია გავლენას ახდენს ხარისხის მართვის სისტემის ინტერნალურ დოკუმენტაციაზე.

ლაბორატორიის შიდა დოკუმენტაცია უნდა შეიცავდეს:

- ხარისხის ინსტრუქციებს;
- სტანდარტულ ოპერაციულ პროცედურებს (SOP);
- ოპერატიულ ინსტრუქციებს;
- სამსახურის აღწერას;
- ტესტირების პროცედურებს;
- დოკუმენტაციას, რომელშიც შედის ხარისხის მართვის სისტემის მუშაობის მონაცემები და ტექნიკური მონაცემები (სარეგისტრაციო ჩანაწერები, ბარათები, ფორმები, პროტოკოლები და ა.შ.).

ხარისხის ცნობარი არის ძირითადი დოკუმენტი, რომელიც აღწერს ხარისხის მართვის სისტემის სხვადასხვა ელემენტს ლაბორატორიის მიერ მიღებული კვლევის შედეგების ხარისხის უზრუნველსაყოფად. ხარისხის ცნობარმა უნდა აღწეროს ხარისხის, პროგრამის, სისტემის, პროცედურისა და ინსტრუქციის პოლიტიკა, რაც აუცილებელია ლაბორატორიაში მიმდინარე პროცესების მოკლე აღწერილობისთვის და ამ პროცესების ექსტერნალური მარეგულირებელი აქტის მოთხოვნებთან შესაბამისობის დასადასტურებლად.

სტანდარტული ოპერაციული პროცედურები (SOP) არის წერილობითი ცნობარები დამტკიცებული პროდუქციის წარმოების ან პროდუქციის ხარისხის კონტროლის ყველა სფეროში საქმიანობის მართვისთვის / წარმართვისთვის და დამტკიცებულია მენეჯერების მიერ.

SOP– ის მიზანია მიაწოდოს პერსონალს ინსტრუქციები - რა და როდის უნდა გაკეთდეს.

SOPs-ში აღწერილი უნდა იყოს ყველა ის ძირითადი პროცესი, რომელიც არის ხარისხის სახელმძღვანელოს სექციათა ჩამონათვალში და მოიცავს აქტივობათა უფრო ვიწრო სპექტრს, როგორიცაა: შიდა მარკირება, კარანტინი და მასალების შენახვა; ინტრუმენტებისა და მოწყობილობების ინსტალაცია და დარეგულირება; მოწყობილობების დამონტაჟება და ვალიდაცია; კვლევის მასალები, ამ პროცესში გამოყენებული მეთოდებისა და აღჭურვილობის აღწერა; ნიმუშების (სინჯების) აღება; ექსპლუატაცია და შენობა-ნაგებობების დასუფთავება, სანიტარული ზომები, ტექნიკური უსაფრთხოება; საანალიზო ინსტრუმენტების დაკალიბრება; გარემოს ინდიკატორების კონტროლი; საკვალიფიკაციო მოთხოვნები, ტრენინგი, პერსონალის ჰიგიენა; სტანდარტული ნიმუშების მომზადება და კონტროლი და ა.შ. SOPs არის ეტაპებად გაწერილი ინსტრუქციები. მათ აქვთ კონკრეტული დანიშნულება, მოქმედების სფერო, პასუხისმგებლობები, შესრულების პროცედურები და საჭირო link-ები. SOPs უზრუნველყოფს სამუშაოს მდგრადობას, იდენტურობას, მართებულობას და განმეორებით ჩატარების შესაძლებლობას.

SOPs- ის უპირატესობები:

1. შეუძლია უზრუნველყოს ერთგვაროვნება, შესაბამისობა და პროცესის კონტროლი; შეუძლია იმის გარანტირება, რომ პროცედურა ყოველ ჯერზე წარიმართება ერთნაირად და არ იქნება დამოკიდებული ოპერატორზე.
2. იქმნება პერსონალის ტრენინგის სტანდარტული და საერთო ბაზა; ახალი თანამშრომლების ადაპტირება სამუშაო ადგილთან ხდება უფრო სწრაფი და ეფექტიანი.
3. მინიმუმამდეა დაყვანილი "პერსონალური" ფაქტორის ნეგატიური გავლენა (ზოგიერთი თანამშრომლის გამოცდილებას, ცოდნას, უნარებსა და შესაძლებლობებს დიდი მნიშვნელობა არ ენიჭება); მინიმუმამდეა დაყვანილი ყალბი ქმედებების და ქცევის ალბათობაც).
4. შენარჩუნებულია სერვისის მიწოდების უცვლელი და სტაბილური დონე.
5. ლაბორატორიაში იქმნება პირობები ხარისხის მართვის სისტემების დასანერგად.

SOP-ის მომზადება ევალება ლაბორატორიის ყველაზე კომპეტენტურ პერსონალს, რომელიც უშუალოდ მონაწილეობს ზემოაღწერილი პროცედურების განხორციელებაში, რისთვისაც იყენებს რეგულაციებს, მეთოდოლოგიურ დახმარე მასალას, მონოგრაფიებს, სამეცნიერო პუბლიკაციებს.

SOPs-ის რეკომენდებული სია გამოსაკვლევ ლაბორატორიაში

- ლაბორატორიაში დოკუმენტების მართვის პროცედურები;
- SOPs-ის შემუშავების წესი;
- ლაბორატორიული საქმიანობის დოკუმენტაცია (რეგისტრაცია);
- შრომის უსაფრთხოების ოპერაციები;
- ბიოლოგიური ნარჩენებისაგან განთავისუფლება;
- გარემოს მონიტორინგი;
- ლაბორატორიის შენობა-ნაგებობების დასუფთავება;
- ლაბორატორიული მოწყობილობების კონტროლი;
- ლაბორატორიული მოწყობილობების მოვლა;
- რეაგენტების, მოწყობილობებისა და დანადგარების შეკვეთა, მიღება, იდენტიფიკაცია, მარკირება, დამუშავება და შენახვა;
- ლაბორატორიული სამუშაოების შიდა აუდიტის ჩატარება;
- შედეგების კონფიდენციალობის დაცვა;
- შეუსაბამობის შემთხვევაში გასატარებელი ზომები;
- პერსონალის აქტივობები, შემდგომი ტრენინგის, ჩაცმისა და ჰიგიენის ჩათვლით;
- ლაბორატორიულ საინფორმაციის სისტემასთან მუშაობა (ასეთის არსებობის შემთხვევაში);
- მოწყობილობებისა და კვლევის მეთოდების ვალიდაცია/ვერიფიკაცია;
- SOP ზოგიერთი საკვლევი მეთოდის მიმართ.

ლაბორატორიის დღეს მოქმედი დოკუმენტაცია შეიძლება ჩასწორდეს ან შეივსოს დოკუმენტებით. ამის მიზეზი იყოს:

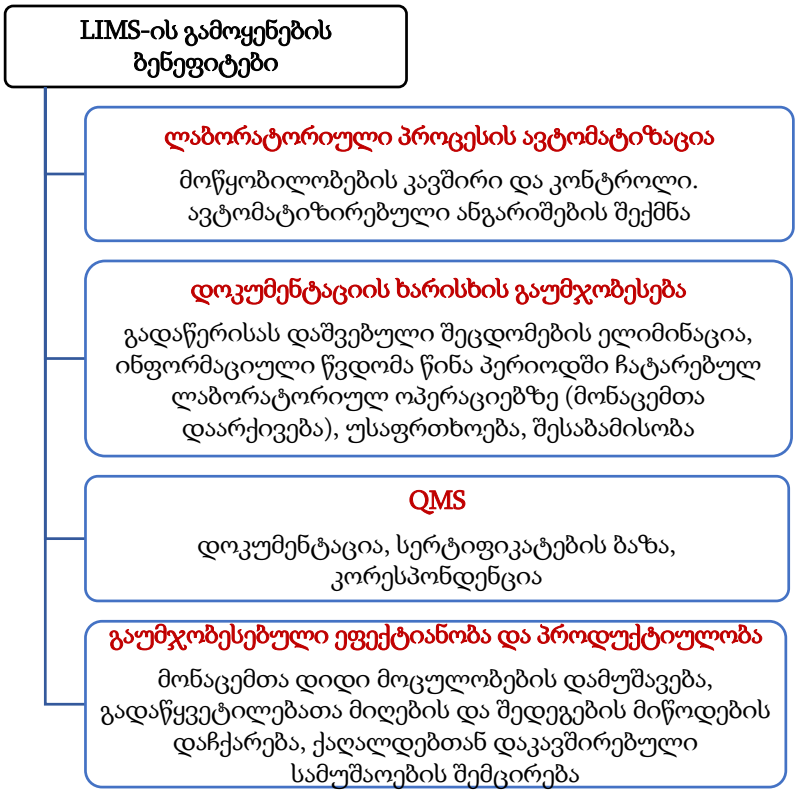
- შიდა აუდიტის შედეგები;
- აუდიტის შედეგები;
- მენეჯმენტის მიერ ჩატარებული ანალიზის შედეგები;
- მომხმარებელთა პრეტენზიები;
- თანამშრომელთა ინიციატივა ხარისხის მართვის სისტემის შემდგომი განვითარების თაობაზე.

ლაბორატორიული ინფორმაციის მართვის სისტემა (LIMS) არის პროფესიონალური კომპიუტერული პროგრამა, რომლის მიზანია მართოს ლაბორატორიული სამუშაო ნაკადები და

დოკუმენტები, უზრუნველყოს სარწმუნო ინფორმაციის მოწოდება ტესტის შედეგების შესახებ და ამ ინფორმაციის მენეჯმენტის (პროგრამაში შეყვანის, მიკვლევადობის, დოკუმენტაციის) ოპტიმიზაცია, რათა იგი გამოყენებულ იქნეს მართვასთან დაკავშირებული გადაწყვეტილებების დროული მიღებისათვის.

ლაბორატორიული ინფორმაციული მართვის სისტემებს უნდა ჰქონდეთ ფუნქციური შესაძლებლობები, რათა დააკმაყოფილონ კარგი ლაბორატორიული პრაქტიკა (GLP), კარგი ავტომატიზირებული ლაბორატორიული პრაქტიკა (GALP), კარგი წარმოების პრაქტიკა (GMP), ISO 17025, ISO 2859, ISO 3951 სტანდარტები და სხვა ნორმატიული აქტები. ტიპიური კომპიუტერული პროგრამა მოიცავს მახასიათებლების ნაკრებს. ესენია:

1. ლაბორატორიული მონაცემები (მეთოდები, პროცედურები, პერსონალი, სამუშაო პროცესები, SOPs).
2. ნიმუშები (რეგისტრაცია, ტესტირება, დამუშავება, სისტემაში შეტანა, დაარქივება, სტანდარტები, რეკომენდაცია).
3. ინსტრუმენტები (შენარჩუნება, დაკალიბრება, მომსახურება, დატვირთვა, დაგეგმვა).
4. რესურსები (მუშაობა მოწყობილობებთან და პერსონალის დატვირთვა, დრო, ანალიზის ხარჯები).
5. ხარისხი (სპეციფიკაციები, შეზღუდვები, აუდიტი, ვერიფიკაცია და ა.შ.).
6. კომუნიკაციები (ინფრასტრუქტურა, მომწოდებლები).
7. უსაფრთხოება (უსაფრთხო სისტემები - მომხმარებლები, პაროლები, ჯგუფები, ავტორიზაცია, დარეგისტრირება)
8. ვალიდაცია (მონაცემთა ერთიანობა და მიმდევრობა, რეგულატორული შესაბამისობა, ვალიდაცია).



რესურსები:

https://www.iso.org/standards.html

http://www.eptis.org/

http://www.demarcheiso17025.com/

http://www.european-accredition.org

5.4 მეტროლოგია ლაბორატორიაში

5.4.1 მეტროლოგიის სერვისის სტრუქტურა, მიზნები და სერვის-სამსახურების მუშაობის ძირითადი პრინციპები

ცენტრალური აღმასრულებელი ორგანო (შემდგომში CEB), რომელიც უზრუნველყოფს სახელმწიფო პოლიტიკის ფორმირებას მეტროლოგიისა და მეტროლოგიური საქმიანობის სფეროში, ახორციელებს გაზომვების ერთიანი სისტემის უზრუნველყოფის სახელმწიფო ადმინისტრირებას.

ა. CEB უფლებამოსილია განახორციელოს:

- მარეგულირებელი და სამართლებრივი რეგულირების უზრუნველყოფა მეტროლოგიის დარგში და მეტროლოგიური საქმიანობის სფეროში;
- მეტროლოგიის დარგში ძირითადი კვლევების ორგანიზება;
- რეკომენდაციების ეროვნული ბაზის ფუნქციონირებისა და გაუმჯობესების უზრუნველყოფა;
- გაზომვათა ერთგვაროვნების უზრუნველყოფასთან დაკავშირებული ეროვნული სამეცნიერო და ტექნიკური პროგრამების განვითარება ან მონაწილეობა მათ განვითარებაში;
- წარმომადგენლობა და ჩართულობა საერთაშორისო, ევროპულ და სხვა რეგიონალურ მეტროლოგიურ ორგანიზაციებში;
- ქვეყნის კანონმდებლობით და მინისტრთა კაბინეტის აქტებით განსაზღვრული სხვა მოვალეობების შესრულება.

ბ. მეტროლოგიის დარგში და მეტროლოგიური საქმიანობის სფეროში სახელმწიფო პოლიტიკის განმახორციელებელი CEB-ის უფლება-მოვალეობებში შედის:

- აქტივობათა კოორდინაცია ქვეყნის მეტროლოგიური სისტემის ფუნქციონირების უზრუნველსაყოფად;
- რეკომენდაციების ეროვნული ეტალონების ბაზის ფუნქციონირების ორგანიზება და ახალი წინადადებების მომზადება ბაზის გაუმჯობესების მიზნით;
- ავტორიზაცია კანონმდებლობით ნებადართული ხმარებული გამზომი მოწყობილობების შემოწმებაზე.
- ქვეყნის კანონმდებლობით და მინისტრთა კაბინეტის აქტებით განსაზღვრული სხვა მოვალეობების შესრულება.

გ. CEB, რომელიც ახორციელებს სახელმწიფო პოლიტიკას მეტროლოგიური ზედამხედველობის სფეროში;

დ. მინისტრთა კაბინეტი განსაზღვრავს სამეცნიერო მეტროლოგიურ ცენტრებს სახელმწიფო საწარმოებში, ინსტიტუციებსა და ორგანიზაციებში, რომლებიც ახორციელებენ სახელმწიფო პოლიტიკას მეტროლოგიის დარგში და მეტროლოგიური საქმიანობის სფეროში. ისინი ქმნიან, აუმჯობესებენ, იცავენ და იყენებენ ეროვნულ სტანდარტებს.

რეგულაციებს სამეცნიერო მეტროლოგიის ცენტრების შესახებ ამტკიცებს CEB, რომელიც ახორციელებს სახელმწიფო პოლიტიკას მეტროლოგიის დარგში და მეტროლოგიური

საქმიანობის სფეროში. რეგულაციებით და სამართლებრივი აქტებით განსაზღვრული სამეცნიერო მეტროლოგიური ცენტრები:

1. ატარებენ ფუნდამენტურ სამეცნიერო კვლევებს მეტროლოგიის დარგში, აგრეთვე ასრულებენ მეტროლოგიის სახელმწიფო პროგრამების შემუშავებასთან და განხორციელებასთან, უკრაინის მეტროლოგიური სისტემის განვითარების კონცეფციასთან დაკავშირებულ სამუშაოებს;
2. ატარებენ გამოყენებითი ხასიათის სამეცნიერო კვლევებს და ატარებენ ისეთ სამეცნიერო სამუშაოებს, რომლებიც უკავშირდება ეროვნული სტანდარტების შექმნას, გაუმჯობესებას, შენახვას, ვერიფიკაციას, გამოყენებას, საზომი ერთეულების გადამყვანი სისტემების შექმნას;
3. მონაწილეობენ ტექნიკური რეგლამენტების, სხვა სამართლებრივი აქტების, აგრეთვე ნორმატიული დოკუმენტების შემუშავებაში მეტროლოგიის დარგში და მეტროლოგიური საქმიანობის სფეროში;
4. ახორციელებენ სამუშაოების კოორდინირებას და ახდენენ იმ სამუშაოების სამეცნიერო-მეთოდოლოგიურ მხარდაჭერას, რომელთა საქმიანობა მიმართულია შესაბამის სფეროებში გაზომვების ერთგვაროვნების უზრუნველყოფისკენ;
5. ახდენენ გამზომი მოწყობილობის შესაბამისობის შეფასებას;
6. ახდენენ გამზომი მოწყობილობების დაკალიბრებას და ვერიფიკაციას;
7. ახორციელებენ გაზომვებს კანონმდებლობით რეგულირებული მეტროლოგიის დარგში;
8. ინახავენ საინფორმაციო ფონდს საქმიანობათა მიმართულებების მიხედვით;
9. ჩართული არიან (კომპეტენციის ფარგლებში) საერთაშორისო თანამშრომლობაში სადავო საკითხებთან დაკავშირებით.

სამეცნიერო მეტროლოგიის ცენტრებს იურიდიულ და ინდივიდუალურ პირებთან ხელშეკრულების საფუძველზე შეუძლიათ შეასრულონ გაზომვების ერთგვაროვნების უზრუნველყოფასთან დაკავშირებული სხვა სამუშაოები (გაუწიონ სხვა მომსახურებები).

ე. ცენტრალური აღმასრულებელი ორგანოს მართვის სფეროს წარმომადგენელი სახელმწიფო საწარმოები, რომლებიც ახორციელებენ სახელმწიფო პოლიტიკას მეტროლოგიის დარგში და მეტროლოგიური საქმიანობის სფეროში, აგრეთვე მეტროლოგიურ საქმიანობას რეგიონებში და დედაქალაქში (შემდგომში - მეტროლოგიური ცენტრები);

ვ. ერთიანი დროის ათვლის და ეტალონური სიხშირის სამსახური ახდენს კროს-სექტორალურ კოორდინაციას და ატარებს სამუშაოებს, რომელთა მიზანია ერთიანი დროის ათვლის და ეტალონურ სიხშირეთა საზომების გამოყენება; დედამიწის ბრუნვის პარამეტრების განსაზღვრა და დრო-სიხშირის შესახებ ინფორმაციის მიწოდება ეკონომიკის, მეცნიერებისა და თავდაცვის სფეროს მომხმარებლებისთვის; აგრეთვე, იურიდიული და ფიზიკური პირებისათვის - მათ შორის, ინფორმაციის მიწოდება ერთიანი დროის ათვლის სისტემის გამოყენების უზრუნველსაყოფად.

ნივთიერებებისა და მასალების შემადგენლობისა და თვისებების სტანდარტული ნიმუშების მომსახურების საცნობარო სტანდარტები ახორციელებს კროს-სექტორალურ კოორდინაციას და ასრულებს ისეთ სამუშაოებს, რომლებიც დაკავშირებულია ნივთიერებებისა და მასალების შემადგენლობის და თვისებების სტანდარტების შემუშავება-დანერგვასთან.

ნივთიერებებისა და მასალების ფიზიკური კონსტანტა (მუდმივა) და თვისებების სტანდარტული საცნობარო მონაცემები ახორციელებს კროს-სექტორალურ კოორდინაციას და უზრუნველყოფს მუშაობას, რომელიც ეხება ნივთიერებების და მასალების ფიზიკურ მუდმივებსა და თვისებებზე სტანდარტული საცნობარო მონაცემების შემუშავებას და დანერგვას.

ზემოხსენებული სამსახურების საქმიანობის მიზნები და ძირითადი პრინციპები განისაზღვრება უკრაინის მინისტრთა კაბინეტის დებულებებით.

ზ. ცენტრალური აღმასრულებელი ორგანოების, სხვა სახელმწიფო ორგანოების, საწარმოებისა და ორგანიზაციების მეტროლოგიურ სამსახურებს შეუძლიათ მუშაობა (მომსახურების გაწევა) მეტროლოგიური საქმიანობის გარკვეულ სფეროებში გაზომვების ერთგვაროვნების უზრუნველსაყოფად. ამ სამსახურების სტრუქტურას, ფუნქციებს, უფლებებსა და მოვალეობებს არეგულირებს ამგვარი მომსახურების დებულებები, დამტკიცებული ამ ორგანოების, საწარმოებისა და ორგანიზაციების ხელმძღვანელების მიერ. ტიპურ დებულებას ამტკიცებს CEB, რომელიც უზრუნველყოფს სახელმწიფო პოლიტიკის ფორმირებას მეტროლოგიისა და მეტროლოგიური საქმიანობის სფეროში. მარეგულირებელი მეტროლოგიის სფეროში მომუშავე საწარმოები და ორგანიზაციები ვალდებული არიან უზრუნველყონ მეტროლოგიური მომსახურება ან დანიშნონ პირები, რომლებიც პასუხისმგებელი იქნებიან გაზომვების ერთგვაროვნების უზრუნველყოფაზე.

თ. ორგანოები, რომლებიც შეაფასებენ საზომი ხელსაწყოებსა და დაკალიბრების ლაბორატორიების საქმიანობას.

ი. ქვეყნის თავდაცვის სფეროში საქმიანობის მეტროლოგიური მხარდაჭერა ხორციელდება ქვეყნის მინისტრთა კაბინეტის მიერ განსაზღვრული თავისებურებების გათვალისწინებით.

5.4.2 საწარმოთა მეტროლოგიური ლაბორატორიების კომპეტენციის უზრუნველყოფა თანამედროვე პირობებში

უკრაინის კანონში "მეტროლოგიის შესახებ" არ არსებობს მოთხოვნები გაზომვისა და დაკალიბრების ლაბორატორიების სერთიფიცირებისთვის, როგორც ეს იყო უკრაინის წინა კანონში "მეტროლოგიისა და მეტროლოგიური საქმიანობის შესახებ" 11.02.1998 წ. № 113/98-BP. ამ ლაბორატორიების ატესტაციის პროცედურა რეგულირდებოდა "ცენტრალური აღმასრულებელი ორგანოების მეტროლოგიური სამსახურების მთავარი და ძირითადი ორგანიზაციების ატესტაციის პროცედურით" (შემდგომში - "პროცედურა"). ლაბორატორიების კომპეტენციის შემოწმებასთან დაკავშირებული ყველა სადავო საკითხი, საჭირო დოკუმენტების ფორმა და შინაარსი განსაზღვრული იყო "პროცედურაში". უკრაინის გამმზომი ლაბორატორიები ხელმძღვანელობდნენ სასერთიფიკატო პროცედურით, რაც მათ ეხმარებოდა გაზომვების ხარისხის უზრუნველყოფაში და ლაბორატორიის კომპეტენციას დადასტურებაში. ძირითადად, მეტროლოგიური საქმიანობით დაკავებული ლაბორატორიების (შემდგომში - მეტროლოგიის ლაბორატორიები) კომპეტენციის დადასტურების საშუალებად საერთაშორისო და ეროვნულ დონეზე აღიარებულია მოთხოვნები, რომლებიც შესაბამისობაშია DSTU ISO / IEC17025: 2017-თან. მეტროლოგიური საქმიანობა საჭიროებს ღონისძიებების ერთგვაროვნებას (მეტროლოგიის კანონის 1-ლი მუხლი). ამდენად, თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად, მეტროლოგიის ლაბორატორიები აერთიანებს საცნობარო, დაკალიბრების და საზომ ლაბორატორიებს. მათ შეიძლება ჰქონდეთ კონკრეტული სახელები საწარმოში, მაგრამ მთავარია მათ მიერ განხორციელებული მეტროლოგიური საქმიანობა.

"მეტროლოგიის შესახებ" კანონის თანახმად: საცნობარო ლაბორატორია არის საწარმო/ორგანიზაცია ან მისი ცალკეული ქვედანაყოფი, რომელიც ახორციელებს საზომი მოწყობილობების შემოწმებას; დაკალიბრების ლაბორატორია არის საწარმო / ორგანიზაცია ან მისი ცალკეული განყოფილება, რომელიც ახორციელებს საზომ მოწყობილობათა დაკალიბრებას; საზომი ლაბორატორია არის საწარმო / ორგანიზაცია, მისი ცალკეული განყოფილება და ინდივიდუალური მეწარმეები, რომლებიც ახორციელებენ სპეციფიკურ გაზომვებს (რომლებიც არ უკავშირდება პროდუქტების, პროცესების ან მომსახურების შესაბამისობის შეფასებას).

მეტროლოგიური ლაბორატორიების კომპეტენცია დადასტურებულია ოფიციალურად და ის უფლებამოსილია განახორციელოს მეტროლოგიური საქმიანობა კონკრეტულ სფეროში გაზომვის პროცედურების მოთხოვნების შესაბამისად, შესაბამისი რესურსების საფუძველზე. ლაბორატორიის სახელწოდების მიუხედავად, მისი კომპეტენცია ყოველთვის განისაზღვრება სათანადო კრიტერიუმებით და ლაბორატორიის საქმიანობის სფეროს შესაბამისად, ის უზრუნველყოფილია შემდეგი რესურსებით:

- კომპეტენტური პერსონალით;
- შენობა-ნაგებობებით და გარემო პირობებით;
- ტექნიკური აღჭურვილობით;
- მუშაობის მეთოდებით;
- ხარისხის მართვის სისტემით.

სპეციფიკური მოთხოვნები კომპეტენციის კრიტერიუმებისთვის დადგენილია იმ დოკუმენტებში, რომლებიც აზუსტებს უშუალოდ კომპეტენციის მოთხოვნებს ლაბორატორიებისთვის ან კომპეტენცია-შეფასებული ლაბორატორიების მიერ შესრულებული სამუშაოებისთვის. ლაბორატორიების კომპეტენციის ძირითადი მოთხოვნები რეგულირდება DSTU ISO / IEC17025: 2017-ით. კომპეტენციის დადასტურება ან აღიარება შეიძლება განხორციელდეს პირველი, მეორე და მესამე მხარეების მიერ. პირველი მხარე არის საწარმო, რომელიც უზრუნველყოფს ლაბორატორიის მიერ შესრულებული სამუშაოს ხარისხს, დაკავშირებულს გაზომვის მოწყობილობის ტესტირებასთან ან დაკალიბრებასთან, საჭირო რესურსებით უზრუნველყოფისა და მისი საქმიანობის შიდა აუდიტის ჩატარების საფუძველზე. მეორე მხარე არის პროდუქტის მომხმარებელი, რომელსაც შეუძლია წამოაყენოს მოთხოვნები გაზომვის მოწყობილობის მეტროლოგიური კონტროლის, აგრეთვე ლაბორატორიის კომპეტენციის შემოწმების თაობაზე. მესამე მხარე არის დამოუკიდებელი ორგანიზაცია, რომელიც ამოწმებს და ადასტურებს ლაბორატორიის კომპეტენციას გამმზომი მოწყობილობების შემოწმებასთან ან დაკალიბრებასთან დაკავშირებით.

არ აქვს მნიშვნელობა, რომელი მხარე ამოწმებს ლაბორატორიას, სარგებლობენ ზემოთ ნახსენები ერთი და იმავე კრიტერიუმებით. ისინი ყოველთვის უნდა აკმაყოფილებდნენ ტესტირების / დაკალიბრების ტექნიკის მოთხოვნებს, რომლებიც გამოიყენება კონკრეტული გამმზომი მოწყობილობების მეტროლოგიური კონტროლისთვის. უპირველეს ყოვლისა, უნდა არსებობდეს კვალიფიციური კადრები, რომელთა კომპეტენცია დასტურდება განათლებით, მუშაობისთვის მზაობით და სათანადო უნარ-ჩვევების ფლობით. პერსონალს, რომელიც პასუხისმგებელია პროდუქტის ტესტირებაზე, აღჭურვილობის დაკალიბრებაზე, უნდა ჰქონდეს გამოცდილება, იცოდეს და პასუხობდეს ტესტირება/დაკალიბრების მოთხოვნებს, უნდა შეეძლოს ტესტირება/დაკალიბრების განხორციელება და შედეგების დამუშავება. აუცილებელია პერსონალისთვის ტრენინგის ჩატარება 5-წლიანი პერიოდულობით, ასევე საჭიროა პერიოდული შიდა აუდიტი შესრულებული სამუშაოს ხარისხის შესამოწმებლად. ლაბორატორიების შენობა-ნაგებობები და გარემო პირობები ასევე უნდა აკმაყოფილებდეს ტესტირება/დაკალიბრების ტექნოლოგიურ მოთხოვნებს. შენობა-ნაგებობა უნდა აკმაყოფილებდეს ხანძარსაწინააღმდეგო, სანიტარული და შრომის უსაფრთხოების მოთხოვნებს. გარემო პირობები, უპირველეს ყოვლისა, უნდა ითვალისწინებდეს ატმოსფერული ტემპერატურის მოთხოვნებს. გაზომვის მიმდინარეობისას დაუშვებელია ტემპერატურის გადახრა დადგენილი ზღვრული ნორმებიდან, რადგან ამან შეიძლება მოგვცეს არასწორი შედეგები აღჭურვილობის ვარგისიანობასთან დაკავშირებით ნორმიდან გადახრის დამატებითი კომპონენტების წარმოშობის გამო და გავლენა იქონიოს შედეგების სარწმუნოობაზე. ზემოთქმული ვრცელდება მეთოდებში მოხსენიებულ ყველა ფაქტორზე, რომელსაც შეუძლია გავლენა მოახდინოს შედეგებზე.

ხარისხის უზრუნველყოფის მიზნით გაზომვა/ტესტირების ერთ-ერთი ასპექტია ინტერლაბორატორიულ (ლაბორატორიათაშორის) შედარებითი ტესტირების რაუნდებში მონაწილეობა (შემდგომში - ICT). ICT ფართოდ გამოიყენება მრავალგვარი დავალებების შესასრულებლად და მათ იყენებენ მთელ მსოფლიოში.

ICT– ის ტიპიური დანიშნულებებია:

- ლაბორატორიების მახასიათებლების შეფასება კონკრეტული ტესტირებების ან გაზომვების ჩატარებაზე და მუდმივი მონიტორინგი მათზე;
- იმ პრობლემების იდენტიფიცირება ლაბორატორიებში, რომლებიც უკავშირდება არასწორ გაზომვებს/ტესტირების პროცედურებს, პერსონალის ტრენინგისა და მართვის არადამაკმაყოფილებელ ეფექტურობას და მათი აღმოფხვრა;
- ტესტირების/გაზომვის მეთოდების ეფექტურობისა და შედარებითობის დადგენა;
- მომხმარებლის მაქსიმალური ნდობის მოპოვების უზრუნველყოფა;
- ლაბორატორიებს შორის სხვაობების დადგენა;
- შედეგების შესაბამისობის შემოწმების საფუძველზე შერჩეული ICT-ის რაუნდებში მონაწილე მეტროლოგიური ლაბორატორიების ტრენინგი;
- დეკლარირებული უზუსტობების (არასარწმუნოობათა) დადასტურება;
- მეთოდის მახასიათებლების შეფასება;
- სტანდარტული ნიმუშებისთვის მნიშვნელობების მინიჭება და მათი შესაფერისობის შეფასება კონკრეტული გაზომვის/ტესტირების პროცედურებში;
- გაზომვების დადგენილი ექვივალენტურობის მხარდაჭერა, ჩატარებული ეროვნული მეტროლოგიის ინსტიტუტების მიერ ძირითადი შესაბამისობების შემოწმების და დამატებითი შესაბამისობების შემოწმების საფუძველზე. ეს სამუშაოები ტარდება წონის და ზომის საერთაშორისო ბიუროს (BIPM) და მათი პარტნიორი რეგიონული მეტროლოგიური ორგანიზაციების სახელით.

ლაბორატორიული ტესტირებები ტარდება შემდეგი ფორმით:

- ტესტირება, როგორც ტექნიკური ოპერაცია, რომლის მიზანია საკვლევი ობიექტის ერთი ან მეტი მახასიათებლის ან პარამეტრის დადგენა/გაკონტროლება. ტესტირება ტარდება ინტერლაბორატორიული ტესტირებისათვის დადგენილი პროცედურის შესაბამისად.
- ინტერლაბორატორიული ტესტირებები ტარდება შემდეგი ფორმით:
- სხვადასხვა ლაბორატორიაში ჩატარებულ გაზომვათა შედეგების ურთიერთშედარება;
- ლაბორატორიების ერთობლივი ექსპერიმენტები ეტალონური მნიშვნელობების დადგენის მიზნით;
- ინტერლაბორატორიული შესაბამისობის კონტროლი;
- ინტერლაბორატორიული შედარებითი ტესტირებები.

ინტერლაბორატორიულ ტესტირებაში მონაწილეობა ხელს უწყობს ლაბორატორიის ტექნიკური დონის ამაღლებას და მისი პერსონალის კომპეტენციის გაზრდას.

საერთაშორისო პრაქტიკაში, გაზომვებისა და ტესტირებების დროს მნიშვნელოვანი ყურადღება ექცევა გაზომვების ერთგვაროვნების უზრუნველყოფას და ისეთ კომპონენტებს, როგორიცაა:

გაზომვების მიკვლევადობა, საზომი მოწყობილობების დაკალიბრება, გაზომვების სიზუსტის შეფასება, გაზომვის მეთოდების ვალიდაცია და ვერიფიკაცია.

დაკალიბრების ლაბორატორიებისათვის ზოგადი კომპეტენციის კრიტერიუმები ისეთივეა, როგორიც არის სხვა ლაბორატორიებისთვის.

ტესტირებისთვის/გაზომვისთვის გამოყენებული ტექნიკური აღჭურვილობა მოიცავს სტანდარტულ ნიმუშებს, სტანდარტულ მითითებებს და ხარისხის კონტროლის მასალებს, დაკალიბრების სტანდარტებს და დამხმარე მოწყობილობებს ტესტირების/დაკალიბრების ფორმატში. აღჭურვილობის დაკალიბრების წესები შეგიძლიათ იხილოთ სტატია 6.4 DSTU ISO \ IEC 17025: 2017-ში: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories; აგრეთვე უკრაინულ დოკუმენტებში DSTU OIML D23: 2008 Metrology. Principles of metrological control of calibration equipment (OIML D23: 1993, IDT) და DSTU OIML D8: 2008 Metrology. Standards. სამუშაო სტანდარტების შესაბამისი შერჩევა, აღიარება, გამოყენება, შენახვა და დოკუმენტირება (OIMLD8: 2004, IDT) ჰარმონიზებულია საერთაშორისო სტანდარტებთან და მოქმედებს ამჟამად. სამუშაო სტანდარტები არ არის დაკავშირებული ლეგალურად რეგულირებულ მეტროლოგიურ ობიექტებთან, ამიტომ საწარმო/ლაბორატორია თვითონ განსაზღვრავს სტანდარტების დაკალიბრებას და რადგან რეკომენდებულია სამუშაო სტანდარტების ინტერკალიბრაციული ინტერვალის დაცვა, ამიტომ საწარმო/ლაბორატორია დამოუკიდებლად განსაზღვრავს ამ ინტერვალს. ამის მაგალითია ლეგალური მეტროლოგიის სისტემების საერთაშორისო ორგანიზაციის სტანდარტების დანერგვა უკრაინაში, ეროვნული სტანდარტების რანგში DSTU OIML D23: 2008 Metrology. Principles of metrological control of calibration equipment (OIML D23: 1993, IDT) and DSTU ILAC-G 24 / OIML D 10: 2013 Metrology. Guidelines for determining the intercalibration intervals of measuring equipment (ILAC-G 24 / OIML D 10: 200, IDT). საწარმო/ლაბორატორია იღებს გადაწყვეტილებას - გადაამოწმოს თუ დააკალიბროს სტანდარტები შემდეგზე დაყრდნობით:

შემოწმების დროს დგინდება სამუშაო სტანდარტის (ეტალონის) მეტროლოგიური მახასიათებლების შესაბამისობა მის საექსპლოატაციო დოკუმენტებთან. შეგიძლიათ გამოიყენოთ სახელმწიფო დაკალიბრების სქემები. მეტროლოგიის ცენტრის მიერ სტანდარტის (ეტალონის) დაკალიბრებაზე უარის თქმა ყოვლად გაუმართლებელია, რადგან საწარმო/ლაბორატორია, ამ შემთხვევაში როგორც მომხმარებელი, აყალიბებს საკუთარ მოთხოვნებს და მომხმარებლის მოთხოვნები სავალდებულოა შესრულდეს. სტანდარტის (ეტალონის) კალიბრაციის სერთიფიკატის გაცემა ასევე არ წარმოადგენს დაბრკოლებას სტანდარტის გამოყენებისათვის, მაგრამ ამ შემთხვევაში მას თან უნდა ერთვოდეს ვერიფიკაციის პროტოკოლი, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს სამუშაო სტანდარტის საშუალებით პირველადი სტანდარტის მიკვლევადობა;

დაკალიბრების პროცესში დგინდება საწარმოს სამუშაო სტანდარტის გადახრა კალიბრაციაში გამოყენებული სტანდარტით მიღებული მნიშვნელობებიდან - როგორც ამ გაზომვების გადახრა და გაურკვევლობა. საწარმომ ზუსტად უნდა დაადგინოს დაკალიბრების სტანდარტის შესაბამისობა გამზომ მოწყობილობებთან.

თუ საწარმო აპირებს გამზომი მოწყობილობის დაკალიბრებას, მან უნდა გადაწყვიტოს, უნდა ჰქონდეს თუ არა პირველ, მეორე ან მესამე მხარეს დაკალიბრების ლაბორატორიის აკრედიტაცია ან კომპეტენციის შეფასება. ამ შემთხვევაში სავალდებულოა აკრედიტაციის შემოღება DSTU დაკალიბრების ლაბორატორიაში აკრედიტაციისთვის. ამ მოთხოვნით მსურველმა უნდა მიმართოს უკრაინის აკრედიტაციის ეროვნულ სააგენტოს.

იმ შემთხვევაში, თუ აკრედიტაცია არ არის გათვალისწინებული, სავალდებულოა ხელმისაწვდომი იყოს მისი სტანდარტების დოკუმენტირებული მიკვლევადობა ეროვნულ სტანდარტებთან. ეს ნიშნავს, რომ სამუშაო სტანდარტები უნდა დაკალიბრდეს აკრედიტებულ დაკალიბრების ლაბორატორიებში, რომლებიც შესაბამის სფეროში საქმიანობენ.

ამრიგად, მეტროლოგიის ლაბორატორიებმა ყველაფერი უნდა იღონონ, რათა უზრუნველყონ საკუთარი კომპეტენცია. მეტროლოგიური სამუშაოს ხარისხის უზრუნველყოფის თანამედროვე მოთხოვნები გულისხმობს ლაბორატორიის კომპეტენციის დადგენის განსხვავებულ მიდგომებს, რაც საწარმოებს აძლევს თავისუფლებას საკითხის მათი შეხედულებისამებრ და/ან პროდუქციის მომხმარებელთა მოთხოვნის საფუძველზე გადასაჭრელად.

5.4.3 ლაბორატორიის ხარისხის მართვის სისტემა, დოკუმენტები

ორგანიზაციაში ხარისხის მართვის სისტემის (QMS) დანერგვის მიზანია დაადასტუროს, რომ ორგანიზაცია საქმიანობს მარეგულირებელი დოკუმენტების (სტანდარტების, ნორმების და ა.შ.) მოთხოვნების შესაბამისად, რაც მომხმარებელში ზრდის ნდობას, რომ მიიღებს ტესტირების ხარისხიან სერვისებს.

ჩვენი აზრით, ნებისმიერ ორგანიზაციაში QMS-ის შექმნისა და განხორციელებისათვის ყველაზე ეფექტურია ISO 9000 სტანდარტები "Quality management systems", რომელთა დანერგვას ექნება შემდეგი უპირატესობები:

- ორგანიზაციაში ხარისხის მართვასთან დაკავშირებული საქმიანობის უკეთ გაცნობიერება და თანმიმდევრულობა;
- ზოგადად, ხარისხის მართვის სისტემის მუდმივად გამოყენების გარანტირება;
- დოკუმენტაციის სისტემის გაუმჯობესება;
- ხარისხის ასპექტების შესახებ ცოდნის ამაღლება პერსონალში;
- შრომის პროდუქტიულობის გაზრდა, ხარჯების შემცირება;
- საქმიანობის მუდმივი გაუმჯობესებისათვის საფუძვლის შექმნა.

ამასთან, მეტროლოგიური ლაბორატორიის (გაზომვა, დაკალიბრება, ანალიზი) შესაბამისობა ISO 9001 "Quality management systems - Requirements"-ის მოთხოვნებთან ჯერ კიდევ არ იძლევა საიმედო შედეგების მიღების გარანტიას. ლაბორატორია არის კომპლექსური სისტემა, რომელიც აერთიანებს უამრავ ელემენტს: პერსონალს, ინფრასტრუქტურას, გაზომვის მეთოდებს, პროცესებს, მოწყობილობებს, სამუშაო მეთოდებს, დოკუმენტაციას. სისტემის კომპლექსურობა საჭიროებს ყველა ელემენტის სწორად და კოორდინირებულად მუშაობას. ლაბორატორიის ხარისხის სისტემის მთავარი ამოცანაა ტესტის შედეგებისა და ანალიზის სიზუსტის, საიმედოობის და დროულად წარდგენის გარანტირება. დღეს ლაბორატორიის ხარისხის მართვის სფეროში ბევრი რამ არის განვითარებული. მთავარი საერთაშორისო სტანდარტი არის ISO/IEC 17025 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories", რომელიც ადგენს როგორც მართვის სისტემის, ასევე ტექნიკური კომპეტენციის მოთხოვნებს. ზემოთ მოყვანილი ორ სტანდარტში ხარისხის მართვის სისტემისადმი მოთხოვნები მსგავსია, მაგრამ მათი ფორმულირებები ISO / IEC 17025-ში უფრო მორგებულია ლაბორატორიის საქმიანობასთან და, შესაბამისად, განსხვავდება ISO 9001-საგან.

ლაბორატორიის ISO / IEC 17025 მოთხოვნებთან შესაბამისობა ნიშნავს, რომ ლაბორატორია აკმაყოფილებს როგორც ტექნიკური კომპეტენციის, ასევე მართვის სისტემის მოთხოვნებს და ამით მომხმარებლებს აძლევს იმის გარანტიას, რომ დაიცავს ტესტირების პირობებს და მიიღებს სარწმუნო შედეგებს. ლაბორატორიის ხარისხის მართვის სისტემის ზემოთ ჩამოთვლილი საერთაშორისო ნორმატიული დოკუმენტების გარდა, ყველაზე ცნობილი დოკუმენტებია:

- ISO/IEC 17043 "Conformity assessment – general requirements for proficiency testing";
- ISO 13528 "Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison"
- ISO Guide 34 "General requirement for the competence of reference materialproducers"
- ISO 10013"Guidelines for quality management system documentation".

ქვემოთ ჩამოთვლილი დოკუმენტები მიღებულია (აღიარებულია), როგორც უკრაინის ეროვნული სტანდარტები:

- DSTU ISO 9001 "Quality Management Systems. Requirements";
- DSTU ISO/IEC 17025 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories"
- DSTU ENISO / IEC 17043 "Conformity assessment. General requirements for professional level verification";
- DSTU ISO 13528 "Statistical methods for professional-level verification through interlaboratory comparisons";
- DSTU N ISO/IECGuide 34 "General requirements for developers of standard models";
- DSTU ISO/TR 10013 "Guidelines for the development of a quality management system".

თუ ლაბორატორია თავის სფეროს შესაბამისად ავითარებს და ახორციელებს QMS-ს, ის შეიძლება გახდეს აკრედიტირებული საერთაშორისო ან ეროვნულ სისტემაში. კრიტერიუმები, რომლებიც შემუშავებულია აკრედიტაციის უმეტესი სისტემებისთვის, მოიცავს ხარისხის სისტემის მოთხოვნებს და თანხვედრაშია საერთაშორისო სტანდარტებთან.

ამასთან, აკრედიტაციის მიღება არ უნდა იყოს ლაბორატორიისათვის საბოლოო მიზანი, ლაბორატორიული სერვისების ბაზარზე არსებული კონკურენციის პირობებშც კი. ლაბორატორიის QMS უნდა იყოს შენარჩუნებული და მუდმივად უნდა ხდებოდეს მისი განახლება, რაც უზრუნველყოფს გარანტირებულ ხარისხიან მომსახურებას.

5.4.4 ლაბორატორიის დოკუმენტაცია

ლაბორატორიის საქმიანობის მთავარი "პროდუქტი" არის ის ინფორმაცია, რომელიც წარმოდგენილია მონაცემების და დოკუმენტების სახით და რომელიც QMS-ის შემადგენელი ელემენტია. ლაბორატორიის დოკუმენტაციის ხელმისაწვდომობის, საიმედოობის, დროულობის უზრუნველსაყოფად, ის უნდა იმყოფებოდეს დოკუმენტაციის მართვის სისტემის მუდმივი მონიტორინგის ქვეშ. მონიტორინგი დასაშვებია ელექტრონულად ან ბეჭდური ფორმით, ან მათი კომბინაციით. დოკუმენტაციის მართვა გულისხმობს დადგენილი წესების სისტემატურ გამოყენებას როგორც ცალკეული დოკუმენტის, ისე დოკუმენტთა ჯგუფის მიმართ.

დოკუმენტაცია, რომელიც არეგულირებს ლაბორატორიის მუშაობას, შედგება სხვადასხვა სახის დოკუმენტებისგან, მათ შორისაა: ორგანიზაციული, ადმინისტრაციული, კორესპონდენციები, იურიდიული, საკადრო, საბუღალტრო აღრიცხვის, მონაცემთა რეგისტრაციის ფორმები და სხვ. მათი უმეტესობა წარმოადგენს მარეგულირებელ და ტექნიკურ დოკუმენტებს და განკუთვნილია როგორც ექსტერნალური კონტროლისთვის (კანონები, ტექნიკური რეგლამენტები, ტექნიკური მოთხოვნები, ტექნიკური მოთხოვნების სტანდარტები პროდუქტის შესამოწმებლად, ტესტირებისა და გაზომვის მეთოდები, აღჭურვილობის პასპორტები და ა.შ.), ისე შიდა კონტროლისთვის (ლაბორატორიაში შემუშავებული ინსტრუქციები, წესები, SOP, მეთოდები, ტესტირების პროცედურები).

ერთი და იმავე ტიპის დოკუმენტებს, უმეტეს შემთხვევაში, აქვთ მართვის ერთი და იგივე სქემა.

ლაბორატორიის დოკუმენტაციის მართვის ძირითადი ეტაპებია:

- შემუშავება. დოკუმენტის შემუშავებამდე უნდა განსაზღვროთ დანიშნულება, შინაარსის მიმართ მოთხოვნები, მონაწილე პერსონალი.

- იდენტიფიკაცია. თითოეული დოკუმენტი „მიბმულია“ გარკვეულ ადგილთან და დროსთან. საიდენტიფიკაციო წესები დოკუმენტის ზუსტი იდენტიფიკაციის საშუალებას გაძლევთ და ასევე შეგიძლიათ თვალი მიადევნოთ მისი ადგილმდებარეობის შეცვლას.
- ანალიზი. სანამ დოკუმენტი ამოქმედდება, საჭიროა გაანალიზდეს თუ რამდენად პასუხობს ის დასახულ მიზნებს და რამდენად სრულყოფილად მოიცავს პრობლემას.
- კოორდინაცია. საჭიროა დოკუმენტში წარმოდგენილი ინფორმაციის სიზუსტის დასაბუთება.
- დესიმინაცია. აუცილებელია დარწმუნდეთ, რომ დოკუმენტი მიეწოდება დაინტერესებულ მხარეებს (მეპაიეებს).
- ხელმისაწვდომობა. ეს ნიშნავს, რომ თანამშრომლებს შეუძლიათ გამოიყენონ დოკუმენტი საჭირო დროს და ადგილზე თავიანთი მოვალეობების შესასრულებლად.
- შენახვა (ელექტრონულად ან ნაბეჭდი ფორმით). მნიშვნელოვანია იმის უზრუნველყოფა, რომ დოკუმენტი დაცულია და მისი აღდგენა შესაძლებელია.
- მიმოხილვა. ეს ხორციელდება იმ მიზნით, რათა დადგენილი პერიოდულობით ხდებოდეს დოკუმენტაციის განახლება.

იერარქიის საფეხურის მიხედვით, დოკუმენტების სტრუქტურა იმეორებს ლაბორატორიის მართვის დონეებს: სტრატეგიული, ტაქტიკური, ოპერაციული. იერარქიის დონე განსაზღვრავს დოკუმენტების სტატუსს, მათი მოქმედების არეალს სფეროს და იძლევა დოკუმენტთან დაკავშირებულ ქმედებებზე პასუხისმგებლობის გადანაწილების საშუალებას.

ლაბორატორიული დოკუმენტაცია არის QMS-ის შემადგენელი ელემენტი, რომელიც უზრუნველყოფს, რომ პერსონალისთვის კომუნიკაცია ყოველთვის იყოს რელევანტური, საკმარისი და ხელმისაწვდომი როგორც ლაბორატორიის შიგნით, ისე მის გარეთ.

5.5 აუდიტისა და აკრედიტაციის ორგანოები

ინტერნალური (შიდა) აუდიტი. აუდიტის ამოცანები

შიდა აუდიტი ლაბორატორიის/საწარმოს მიერ გამოყენებული სტანდარტებისაგან დამოუკიდებლად მოქმედებს. მისი ამოცანებია:

1. შეამოწმოს - რამდენად პასუხობს მოთხოვნებს ლაბორატორიის/საწარმოს მიერ გამოყენებული ნორმები, ნორმატიული სახელმძღვანელოები, ტექნიკური დავალებები, სპეციფიკაციები, დამკვეთები.
2. შეამოწმოს - არის თუ არა შექმნილი, ცნობილი, გაცნობიერებული და დანერგილი ორგანიზაციული დებულებები (პროცესებთან მიმართებით) და ოპერაციული დებულებები (პროცედურებთან, ინსტრუქციებთან მიმართებით და სხვ.).
3. შეამოწმოს აუდიტირებული ტერიტორიის ეფექტიანობა - არის თუ არა საკმარისი დასახული მიზნების მისაღწევად.
4. განსაზღვროს ლაბორატორიის/საწარმოს განვითარების გზები და შეიმუშავოს სათანადო რეკომენდაციები.
5. ხელი შეუწყოს პრაქტიკული საქმიანობისას გამოვლენილ კარგ აქტივობებს პერსონალის წახალისების მიზნით და ამ პრაქტიკის კაპიტალიზაციას ლაბორატორიაში/საწარმოში.

აუდიტის პერიმეტრი.

შიდა აუდიტი მოიცავს ლაბორატორიაში / საწარმოში განხორციელებულ ყველა საქმიანობას (ორგანიზაციას, ფინანსებს, ადამიანურ რესურსებს, პროდუქციას ...)

ზემოთ მოყვანილ ხუთ ამოცანასთან ერთად, მთავარი ადმინისტრაციის მოთხოვნით, შიდა აუდიტს შესაძლებელია დაემატოს კიდევ რამდენიმე ამოცანა - ხარჯების ეფექტიანობის შემოწმება, კარგი სოციალური პრაქტიკა, გარემოზე ზრუნვა, შრომის ჰიგიენა და უსაფრთხოება.

მეთოდი

ამ მიზნების მისაღწევად, აუდიტის პროცესში დაცული უნდა იყოს რამდენიმე ძირითადი წესი:

- დაიცავით ობიექტური დამოკიდებულება პერსონალური ექსტრაპოლაციის გარეშე.
- თავიდან აირიდეთ საკუთარი ტექნიკური ცოდნის (გამოცდილების) ზეგავლენა.
- იყავით ბუნებრივი და ყურადღებიანი.
- დასვით ამომწური შეკითხვები.
- ერთმანეთისაგან განასხვავეთ ჩვეულებრივი და გამონაკლისი ფაქტები.
- თვალი მიადევნეთ აუდიტის სამსახურის მუშაობას.
- იფიქრეთ შედეგებზე და არა საშუალებებზე.
- მოუსმინეთ თანამოსაუბრეს და ნუ შეეჭრებით მას საუბარში.
- კარგად დააკვირდით თანამოსაუბრეს (მის ხმას, ემოციას, ჟესტებს).
- გამოკვეთეთ განსხვავებული მოსაზრებები.

და ბოლოს, აუდიტი არის პრაქტიკა, რომელიც ემყარება რისკიან მიდგომას. მოსახერხებელია სიტუაციით ან შესრულების პროცესით განპირობებული პოტენციური თუ დადასტურებული რისკების იდენტიფიცირება. ეს საშუალებას მოგცემთ გამოკვეთოთ პრიორიტეტები საქმიანობის გასაუმჯობესებლად.

აუდიტორებს გავლილი უნდა ჰქონდეთ ტრენინგი აუდიტის მეთოდოლოგიის, ლაბორატორიის/საწარმოს ნორმების, აუდიტის დასკვნის რედაქტირებისა და ნორმიდან გადახრების შესახებ.

შიდა აუდიტი უნდა იგეგმებოდეს რეგულარულად (მინიმუმ წელიწადში ერთხელ) და მოიცავდეს ყველა სტანდარტს. ამდენად, უმჯობესია აუდიტის დაყოფა რამდენიმე ნაწილად.

სერტიფიცირება

ეს არის დამოუკიდებელი ორგანოს მიერ წერილობით დადასტურებული ცნობა (სერთიფიკატი), რომ პროდუქტი, სერვისი ან სისტემა აკმაყოფილებს სპეციფიკურ მოთხოვნებს.

სერტიფიცირება არის დასტური იმისა, რომ კლიენტი (მას სერტიფიკატის მფლობელსაც უწოდებენ) მუშაობს იმ მოთხოვნების შესაბამისად, რომლებიც განსაზღვრულია სტანდარტის დამფუძნებლის მიერ. **შესაბამისობის შემფასებელი ორგანოები** (CABs), იგივე **სასერტიფიკაციო ორგანოები (CBs)**, ეწევიან სასერტიფიკაციო საქმიანობას. სასერტიფიკაციო საქმიანობის შესასრულებლად სავალდებულოა, რომ CB აკრედიტირებული იყოს აკრედიტაციის ორგანოს მიერ.

სერტიფიცირება შეიძლება განხორციელდეს შემდეგი სტანდარტებისა და ნორმების შესაბამისად: ISO 9001, ISO 22 000, ISO 14 000, BRC, IFS.

აკრედიტაცია არის **აკრედიტაციის ორგანოს** სახელით ცნობილი დამოუკიდებელი ორგანოს მიერ ოფიციალურად აღიარება იმისა, რომ სასერტიფიკაციო ორგანო მუშაობს საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად.

ასევე შესაძლებელია ზოგიერთი სტანდარტის აკრედიტირება: **მაგალითად, ლაბორატორიული სტანდარტის ISO 17025 აკრედიტირება.**

ცალკეულ ქვეყანას, ჩვეულებრივ, მხოლოდ ერთი აკრედიტაციის ორგანო აქვს (მაგ. UKAS გაერთიანებული სამეფოსთვის, PCA პოლონეთისთვის და სხვ.). ამასთან, თითოეულ ქვეყანაში მოქმედებს რამდენიმე სასერთიფიკაციო ორგანო - მცირე ადგილობრივი სასერთიფიკაციო ორგანოებიდან დაწყებული მსხვილი მულტინაციონალური კორპორაციებით დამთავრებული, როგორიცაა SGS, BSI, DNV, BV, Dekra, TUV და ა.შ.

აკრედიტაცია არის შეფასება მესამე მხარის მიერ და კომპეტენციის დემონსტრირება.

ეს არის განსაზღვრული საქმიანობის შესასრულებლად საჭირო დამოუკიდებლობისა და ობიექტურობის ხარისხის, აგრეთვე კომპეტენციის შეფასება.

აკრედიტაცია გულისხმობს მაღალი სანდოობით უზრუნველყოფილი ხარისხის დონის დაცვას მომსახურებისას.

აკრედიტაციას ახორციელებენ საჯარო სამსახურები და იგი არის საჯარო ხელისუფლების კონტროლის საბოლოო დონე.

იგი შექმნილია იმისთვის, რომ შესაბამისობის შემფასებელ ორგანოებს (მაგ. ლაბორატორიებს, ინსპექტირების ან სასერტიფიკაციო ორგანოებს) ჰქონდეთ ტექნიკური შესაძლებლობები თავიანთი მოვალეობების შესასრულებლად.

აკრედიტაციის გამოყენება შესაძლებელია რეგულირებად სექტორებში და ნებაყოფლობით სფეროებშიც. აკრედიტაცია ზრდის შესაბამისობის შეფასების სანდოობას. იგი ასევე ხელს უწყობს პროდუქტების, სერვისების, სისტემების და სასერტიფიკაციო ორგანოების ორმხრივ აღიარებას ევროკავშირში.

აკრედიტაცია ევროკავშირში:

- ევროპარლამენტისა და ევროსაბჭოს 2008 წლის 9 ივლისის რეგულაცია **(EC) No765/2008**, განსაზღვრავს აკრედიტაციისა და ბაზრის ზედამხედველობის მოთხოვნებს, რომლებიც შეეხება პროდუქციის მარკეტინგს და (EEC) No339/93 რეგულაციის ანულირებას.
- **EN ISO / IEC 17011: 2006** სტანდარტი *Conformity assessment- General requirements for accreditation bodies accrediting conformity assessment bodies,* აგრეთვე მოთხოვნები, რომლებიც გამომდინარეობს მრავალმხრივი ხელმოწერილი ხელშეკრულებებიდან, როგორიცაა: საერთაშორისო აკრედიტაციის ფორუმი, საერთაშორისო ლაბორატორიული აკრედიტაციის თანამშრომლობა, ევროპული თანამშრომლობა აკრედიტაციის საკითხებში.

აკრედიტაციის მოთხოვნები მოცემულია 765/2008 რეგულაციაში.

აკრედიტაციის ძირითადი პრინციპებია:

- ერთი აკრედიტაციის ორგანო ევროკავშირის ცალკეულ ქვეყანაში (დასაშვებია სხვა ქვეყნის ეროვნული აკრედიტაციის ორგანოთი სარგებლობა)
- აკრედიტაცია არის საჯარო სექტორის საქმიანობა და არაკომერციული საქმიანობა
- არ არსებობს კონკურენცია აკრედიტაციის ეროვნულ ორგანოებს შორის
- წარმოდგენილი არიან დაინტერესებული მხარეები
- აკრედიტაცია არის მოსახერხებელი საშუალება რეგულირებად ტერიტორიაზე შესაბამისობის შემფასებელ ორგანოთა ტექნიკური შესაძლებლობების დემონსტრირებისთვის.

აკრედიტაციის ეროვნული ორგანოები ვალდებულნი არიან პერიოდულად გაიარონ EA-ს მიერ (ევროპული თანამშრომლობა აკრედიტაციისთვის) გამოყოფილ ექსპერტთა შეფასება (როგორც ამას მოითხოვს ევროკავშირის No 600/2012 კომისიის რეგულაციის 64-ე მუხლი) და, შესაბამისად, წევრმა სახელმწიფოებმა უნდა აღიარონ ის აკრედიტაციის სერტიფიკატები, რომლებსაც გასცემს ეროვნული აკრედიტაციის ორგანოების მიერ აკრედიტირებული შემმოწმებელი. მაგალითად:

საფრანგეთი: Comité français d'accréditation (COFRAC)

გერმანია: Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS)

პოლონეთი: Polskie Centrum Akredytacji - პოლონეთის აკრედიტაციის ცენტრი (PCA)

უკრაინა: უკრაინის აკრედიტაციის ეროვნული სააგენტო (NAAU)

ლაბორატორიის აკრედიტაცია

ლაბორატორიების აკრედიტაცია შესაძლებელია შემდეგ სფეროებში სპეციალური ნორმების დაცვით:

- ტესტირება -EN ISO / IEC 17025
- სამედიცინო გამოკვლევები - EN ISO 15189
- დაკალიბრება -EN ISO / IEC 17025

ლაბორატორიის აკრედიტაცია არის ოფიციალური აღიარება იმისა, რომ ორგანიზაციას აქვს კომპეტენცია გარკვეული სპეციფიკური ტესტების, გამოკვლევების ან ინსტრუმენტების დაკალიბრების შესასრულებლად.

- აკრედიტაციისათვის აუცილებელია, რომ არსებობდეს ხარისხის კონტროლისა და ხარისხის უზრუნველყოფის პროგრამები ლაბორატორიული ოპერაციების ყველა ასპექტისათვის.
- ყველა დანადგარი და აღჭურვილობა უნდა იყოს სათანადო დანიშნულების და ადეკვატური გამოსაყენებლად.
- ლაბორატორია ასევე უნდა მონაწილეობდეს საკვალიფიკაციო ანალიტიკური ტესტირების პროგრამაში.
- აკრედიტაციის გარეშე გაურკვეველია - ფაქტობრივად, რომელი სტანდარტებით და ხარისხის სისტემებით ხელმძღვანელობს ლაბორატორია.
- აკრედიტაციის (აღიარების) შესანარჩუნებლად, აკრედიტაციის ორგანოები პერიოდულად ახდენენ ლაბორატორიების ხელახლა შემოწმებას, რათა უზრუნველყონ მათი მუდმივი შესაბამისობა მოთხოვნებთან და დარწმუნდნენ, რომ ლაბორატორიათა საქმიანობის სტანდარტი დაცულია.
- კლიენტები ამოწმებენ - კონკრეტულად რომელი ტესტირებების და გაზომვებისთვის არიან ლაბორატორიები აკრედიტირებული.
- ეს ინფორმაცია, ლაბორატორიის აკრედიტაციის არეალი, როგორც წესი, მითითებულია აკრედიტაციის გამცემი ორგანოს მიერ.
- აკრედიტაციის არეალის აღწერილობა ასევე საშუალებას აძლევს მომხმარებლებს იპოვონ შესაბამისი ლაბორატორია ან ტესტირების სერვისი.
- ლაბორატორიის აკრედიტაციის ორგანოები აქვეყნებენ აკრედიტაციის არეალებს მათ მიერ აკრედიტირებული ლაბორატორიებისთვის ბეჭდურ ცნობარებში ან ინტერნეტში.
- რეგულარული შეფასებისას აკრედიტაციის ორგანოს მიერ მოწმდება ლაბორატორიის საქმიანობის ყველა ასპექტი.
- ხდება იმ სფეროების იდენტიფიცირება და განხილვა, რომლებიც საჭიროებს გაუმჯობესებას და თითოეული ვიზიტის ბოლოს მზადდება დეტალური ანგარიში.
- საჭიროების შემთხვევაში, მაკორექტირებელ აქტივობებზე მონიტორინგს ახორციელებს აკრედიტაციის ორგანო, ამიტომ დაწესებულება დარწმუნებულია, რომ მან გაატარა შესაბამისი ზომები.
- აკრედიტაცია არის ეფექტიანი მარკეტინგული ინსტრუმენტი ტესტირების, დაკალიბრებისა და გამმზომი ორგანიზაციებისათვის.

- საერთაშორისო ხელშეკრულებების სისტემის მეშვეობით, აკრედიტირებული ლაბორატორიები მიიღებენ საერთაშორისო აღიარების ფორმას, რაც საშუალებას იძლევა მათი მონაცემები უფრო ადვილად აღიარონ საზღვარგარეთის ბაზრებზე.
- ეს აღიარება ხელს უწყობს ხარჯების შემცირებას იმ მწარმოებლებისა და ექსპორტიორებისათვის, რომლებსაც თავიანთი პროდუქტები ან მასალები დამოწმებული აქვთ აკრედიტირებულ ლაბორატორიებში და სხვა ქვეყანაში შეტანისას პროდუქტები აღარ საჭიროებს ხელახლა ტესტირებას.

5.6 ლაბორატორიული პრაქტიკის სფეროსთან დაკავშირებული საერთაშორისო ორგანიზაციები: ოფიციალური ანალიტიკოსი ქიმიკოსების ასოციაცია, მიკრობიოლოგები, ISO, ევროპული ნორმები

AOAC INTERNATIONAL აერთიანებს სამთავრობო, ინდუსტრიულ და აკადემიურ სტრუქტურებს ანალიზის სტანდარტული მეთოდების შესამუშავებლად, რათა უზრუნველყოს საკვებისა და სხვა პროდუქტების უსაფრთხოება და მთლიანობა, რაც გავლენას ახდენს საზოგადოებრივ ჯანმრთელობაზე მთელ მსოფლიოში.

როგორც ანალიტიკური სფეროს უმაღლესი ლიდერი, AOAC INTERNATIONAL უზრუნველყოფს სურსათის უვნებლობას, სურსათის მთლიანობას და ზრუნავს საზოგადოებრივ ჯანმრთელობაზე. ის აერთიანებს წევრებს, ორგანიზაციებსა და ექსპერტებს, რომლებიც შეიმუშავებენ და ამტკიცებენ გლობალური მნიშვნელობის სტანდარტებს, მეთოდებსა და ტექნოლოგიებს.

AOAC International დაარსდა 1884 წელს, როგორც ოფიციალური სოფლის მეურნეობაში ჩართულ ოფიციალურ ქიმიკოსთა ასოციაცია. მოგვიანებით, მათ შეიცვალეს სახელი და ეწოდათ „ოფიციალური ანალიტიკოსი ქიმიკოსების ასოციაცია“, რაც უკეთ ასახავდა უსაფრთხოების დამატებითი ინტერესის სფეროებს. დღესდღეობით, ორგანიზაციის იურიდიული სახელწოდებაა AOAC INTERNATIONAL, რაც ასახავს მისი საქმიანობის გლობალურ ხასიათს.

ანალიზის ოფიციალური მეთოდები (OMA) არის AOAC INTERNATIONAL–ის პრემიერ-მეთოდების პროგრამა. აღნიშნული პროგრამა განსხვავდება AOAC INTERNATIONAL-ის ანალიზის ოფიციალური მეთოდებისგან, რომლებიც ყოველწლიურად გამოიცემა. დამტკიცებული მეთოდები განიცდის მკაცრ, სისტემატურ სამეცნიერო შემოწმებას, რათა უზრუნველყოფილი და დაცული იქნეს მათი მაღალსანდოობა; თავდაჯერებით შეიძლებოდეს მათი გამოყენება ინდუსტრიაში, მარეგულირებელ სააგენტოებში, კვლევით ორგანიზაციებში, ტესტირების ლაბორატორიებში და აკადემიურ ინსტიტუციებში.

ანალიზის ოფიციალური მეთოდები℠ (OMA) არის ქიმიური და მიკრობიოლოგიური მეთოდებისა და ერთობლივი სტანდარტების ყველაზე სრულყოფილი და საიმედო ნაკრები. მრავალი ოფიციალური მეთოდი როგორც ურთიერთშეთანხმებული (ჰარმონიზებული) საერთაშორისო სახელმძღვანელო მეთოდები იქნა აღიარებული და დანერგილი სტანდარტიზაციის საერთაშორისო ორგანიზაციის (ISO), რძის საერთაშორისო ფედერაციის (IDF), თეორიული და გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო კავშირის (IUPAC) და საკვები პროდუქტების კოდექსის (Codex Alimentarius) კომისიის მიერ.

ISO (სტანდარტიზაციის საერთაშორისო ორგანიზაცია)

ISO არის მსოფლიოში საერთაშორისო სტანდარტების შემქმნელი და გამომცემელი უმსხვილესი ორგანიზაცია, ხოლო ISO სტანდარტები გამოიყენება მრავლობითი ორგანიზაციების, მათ შორის, კლინიკური და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ლაბორატორიების მიმართ.

ISO არის ქსელი, რომელიც აერთიანებს 157 ქვეყნის ეროვნული სტანდარტის ინსტიტუტებს - თითო წევრს ყოველი ქვეყნიდან. ცენტრალური სამდივნო განთავსებულია ჟენევაში, შვეიცარიაში და იგი კოორდინაციას უწევს სისტემას. ეს არასამთავრობო ორგანიზაციაა და ერთგვარ დამაკავშირებელ ხიდს ქმნის სახელმწიფო და კერძო სექტორებს შორის. ერთი მხრივ, მისი მრავალი წევრი ინსტიტუტი წარმოადგენს შესაბამისი ქვეყნის სამთავრობო სტრუქტურის ნაწილს ან ფლობს მთავრობის მანდატს. ამასთან, ბევრ წევრს გადგმული აქვს ფესვები კერძო სექტორში, რომლებიც შეიქმნა ინდუსტრიული ასოციაციების ეროვნული პარტნიორობით. ამდენად, ISO საშუალებას იძლევა მიღწეულ იქნეს კონსენსუსი ისეთ გადაწყვეტილებებთან დაკავშირებით, რომლებიც აკმაყოფილებს როგორც ბიზნესის მოთხოვნებს, ასევე საზოგადოების საჭიროებებს ფართო მნიშვნელობით.

სტანდარტების მოსამზადებელ სამუშაოებს უძღვებიან ISO ტექნიკური კომიტეტები. თითოეულ წევრ ორგანოს აქვს უფლება წარმოდგენილი იყოს კომიტეტებში. საერთაშორისო ორგანიზაციები, როგორც სამთავრობო, ისე არასამთავრობო, ასევე მონაწილეობენ კომიტეტის საქმიანობაში. საერთაშორისო სტანდარტების პროექტი მიღებულ იქნა technical 1 ISO/IEC Guide 2:1996 (EN 45020:1998) Standardization and related activities—general vocabulary. Geneva, International Organization for Standardization, 1996.

ლაბორატორიის ხარისხის მართვის სისტემის 126 კომიტეტი ჩართულია წრებრუნვაში წევრ ორგანოებში ხმის მიცემის მიზნით. საერთაშორისო სტანდარტის გამოქვეყნება საჭიროებს ხმის მიმცემ წევრ ორგანოთა არანაკლებ 75%-ის ხმებს.

CLSI (კლინიკური და ლაბორატორიული სტანდარტების ინსტიტუტი)

CLSI არის გლობალური, არაკომერციული სტანდარტების შემმუშავებელი ორგანიზაცია, რომელიც ხელს უწყობს ნებაყოფლობით შეთანხმებული სტანდარტებისა და სახელმძღვანელო მითითებების შემუშავებას და გამოყენებას ჯანდაცვის სფეროში. CLSI დოკუმენტაციას ამზადებენ ექსპერტები, რომლებიც მუშაობენ ქვეკომიტეტებში ან სამუშაო ჯგუფებში, კომიტეტის ხელმძღვანელობით და მისი მეთვალყურეობის ქვეშ. CLSI სტანდარტების შემუშავება დინამიური პროცესია. თითოეული CLSI კომიტეტი ვალდებულია შეიმუშაოს შეთანხმებული დოკუმენტები, რომლებიც დაკავშირებულია კონკრეტულ დისციპლინასთან, როგორც ეს აღწერილია მისი მისიის შესახებ დებულებაში.

CEN (სტანდარტიზაციის ევროპული კომიტეტი)

CEN დაარსდა 1961 წელს ევროპის ეკონომიკური საზოგადოებისა და ასოცირებული ქვეყნების სტანდარტების ეროვნული ორგანოების მიერ. ზოგადი პირობები გულისხმობს ღიაობას, გამჭვირვალობას, თანხმობას და ინტეგრაციას. ევროპული სტანდარტების ოფიციალური აღიარება გადაწყდება CEN-ის ეროვნულ წარმომადგენელთა ხმების შეწონილი უმრავლესობით და მათი მიმღებლობა სავალდებულოა ყველა მათგანისთვის. პასუხისმგებლობა გადანაწილებულია შემდეგნაირად: 30 ქვეყნის 30 წევრს შორის, 7 ასოცირებულ წევრსა და 2 მრჩეველს, ასევე ბრიუსელში არსებულ CEN მენეჯმენტის ცენტრს შორის.

WHO (მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაცია)

ჯანმომ შეიმუშავა რამდენიმე სტანდარტი დაავადება-სპეციფიკური დიაგნოსტიკური ლაბორატორიებისთვის. მაგალითად, ერთ-ერთი ასეთი დაავადება არის პოლიომიელიტი. იმისათვის, რომ ლაბორატორია ჩაერთოს პოლიომიელიტის აღმოსაფხვრელად გაერთიანებულ

პოლიო-ქსელში, მას სჭირდება აკრედიტაცია. ამისათვის შეირჩა შვიდი კრიტერიუმი, მათ შორის: ყოველწლიურად მინიმუმ 150 ნიმუშის გამოკვლევა, საკვალიფიკაციო ტესტირებაში წარმატებით მონაწილეობა და ქსელისათვის შემთხვევების შესახებ შეტყობინებების აკურატულად და დროულად მიწოდება.

EPTIS მონაცემთა ბაზა წარმოადგენს ორგანიზაციების მსოფლიო კონსორციუმის ერთობლივ პუბლიკაციას. ამ კონსორციუმის წევრებიდან თითოეული მეტნაკლებად მონაწილეობს PT– ში და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ხარისხის ინფრასტრუქტურაში ეროვნულ თუ საერთაშორისო დონეზე. აქ არიან მაკოორდინირებელი წევრები, რომლებიც შედარებით აქტიურ როლს ასრულებენ EPTIS-ში, აგრეთვე მხარდამჭერი წევრები, რომელთა როლი უფრო არამატერიალური მხარდაჭერით შემოიფარგლება. EPTIS-ის საერთო კოორდინატორი არის მასალების კვლევისა და ტესტირების ფედერალური ინსტიტუტი (BAM) გერმანიაში.

ევროპული PT საინფორმაციო სისტემა, იგივე EPTIS, იყო ევროკავშირის პროექტის სახელი, რომელიც მიზნად ისახავდა მონაწილე ქვეყნებში რეგულარულად ოპერირებადი PT სქემების ინვენტარიზაციას. პროექტის პარტნიორები იყვნენ ძირითადი ეროვნული ლაბორატორიები და ინსტიტუტები.

EPTIS არის მონაცემთა ბაზა, რომელიც 2000 წელს შეიქმნა ევროპაში. ის თავდაპირველად აერთიანებდა საკვალიფიკაციო ტესტირების პროვაიდერებს რეგიონის 16 ქვეყნიდან. ამჟამად მას აქვს 800-ზე მეტი პროგრამის რეესტრი. მას შემდეგ, EPTIS– ის კოორდინატორები ცდილობენ გააფართოვონ თავიანთი სამოქმედო არეალი და მოიცვან სხვა ქვეყნები და რეგიონები. აღნიშნულ ინიციატივას მხარს უჭერენ მნიშვნელოვან საერთაშორისო ინსტიტუციები, რომლებიც წარმოადგენენ ტესტირებისა და დაკალიბრების ლაბორატორიებს, აგრეთვე საერთაშორისო ლაბორატორიული აკრედიტაციის კოოპერაციას (ILAC) და სხვა აკრედიტაციის კოოპერაციებს.

IAAC პროექტის საშუალებით, რომელიც the Physikalisch-TechnischeBundesanstalt (PTB)-ის რესურსებით ფინანსდება და IAAC ლაბორატორიების ქვეკომიტეტის ხელმძღვანელობით წარიმართება, EPTIS-ში ჩაერთვებიან კანადის, მექსიკის, კარიბის ზღვის აუზის კუნძულების, ცენტრალური ამერიკისა და სამხრეთ ამერიკის საკვალიფიკაციო ტესტირების პროვაიდერები. ეს დაეხმარება ლაბორატორიებს ჰქონდეთ ინფორმაცია რეგიონში ხელმისაწვდომი პროგრამების შესახებ.

თავი 6. გენეტიკური ანალიზი

6.1 პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია (PCR), როგორც გენეტიკურ-მოლეკულური ანალიზის მეთოდი

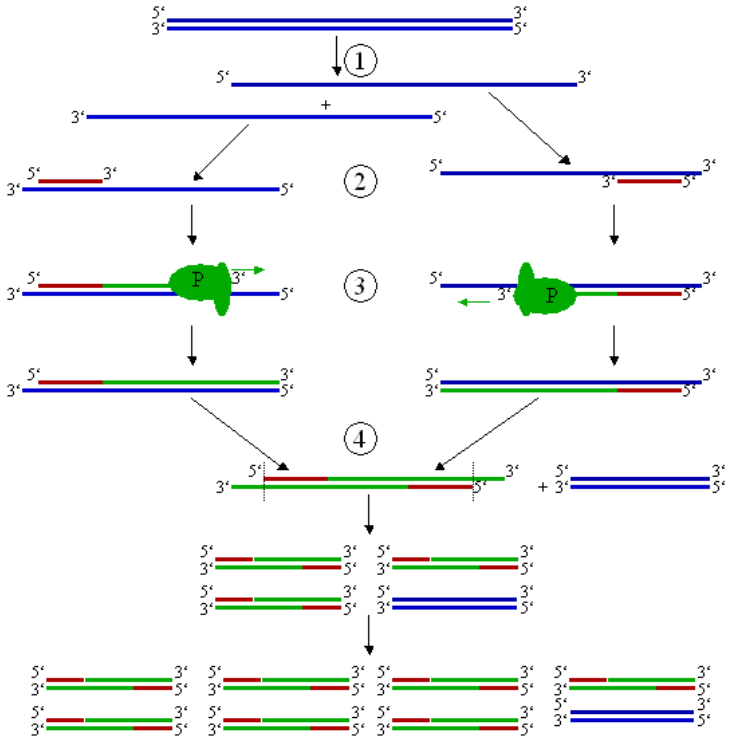
PCR არის ექსპერიმენტული მეთოდი, რომელიც ემყარება *in vitro* აღმავალი დნმ-მატრიცის ფრაგმენტის ასლების რიცხვის ექსპონენციალური ზრდის პრინციპს ფერმენტების საშუალებით. ახდენენ პრაიმერებით შემოფარგლული ფრაგმენტის გადაწერას და ეს ხდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ბიოლოგიური მასალის საანალიზო ნიმუში შეიცავს ამ ფრაგმენტს. PCR მეთოდი შემუშავდა კერი მულისის მიერ 1983 წელს; ათი წლის შემდეგ, მას ამ აღმოჩენისათვის მიენიჭა ნობელის პრემია ქიმიის დარგში [Glazko V.I., 2001; 2003].

პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია გადის სამ ეტაპს სათანადო ტემპერატურისა და დროის პარამეტრებით, რომლებიც ავტომატურად მიმდინარეობს ერთმანეთთან დაკავშირებულ დაპროგრამებულ თერმოსტატსა და ამპლიფიკატორში.

პირველი ეტაპი არის თერმული დენატურაცია: დნმ-ის მოლეკულის ორმაგი ჯაჭვის გახსნა 93-95°C ტემპერატურაზე და დნმ-ის ორი ჯაჭვის გამოთავისუფლება. დნმ-ის სრული დენატურაციისთვის, PCR პროდუქტის გამოსავლიანობის გაზრდის მიზნით, პირველადი დენატურაცია ხდება 95°C ტემპერატურაზე 2-5 წუთის განმავლობაში.

მეორე ეტაპი არის ჰიბრიდიზაცია: პრაიმერების დაკავშირება დნმ-ის ურთიერთსაპირისპირო ჯაჭვებზე დნმ-ის კომპლემენტარულ მიმდევრობებთან სპეციფიკური ფრაგმენტის ფარგლებში. პრაიმერების ჰიბრიდიზაცია ხდება ჩარგაფის კომპლემენტარობის წესების შესაბამისად, რომელთა მიხედვით: დნმ-ის ორჯაჭვიან მოლეკულაში ადენინის (A) საპირისპიროდ ყოველთვის არის თიმინი (T), გუანინის (G) საპირისპიროდ კი ყოველთვის ციტოზინია (C). PCR-ის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პარამეტრი არის პრაიმერების ჰიბრიდიზაციის ტემპერატურა (T_A), რომელიც, როგორც წესი, დამოკიდებულია პრაიმერების სტრუქტურაზე და საშუალოდ 55-65°C ფარგლებში მერყეობს, რაც 3-5°C-ით დაბალია მათი ლღობის ტემპერატურაზე.

მესამე ეტაპი არის ელონგაცია - კომპლემენტარული დნმ-ის ჯაჭვის სინთეზი Taq– პოლიმერაზას მიერ 72°C ტემპერატურაზე. ამპლიფიკაციის ტემპერატურული ციკლი მრავალჯერ მეორდება. 25 - 40 ციკლგავლილ ნარევში გროვდება სინთეზირებული დნმ-ის სპეციფიკური მოკლე ფრაგმენტები - ამპლიკონები ისეთი რაოდენობით, რომელიც საკმარისია მათი ვიზუალიზაციისთვის [Mullis K, 1986].



სურათი 6.1. PCR ციკლის სქემა

(1) დენატურაცია 94-96 °C-ზე; (2) ჰიბრიდიზაცია 56-65 °C-ზე; (3) ელონგაცია 72 °C-ზე; (4) პირველი ციკლის დასასრული. დნმ-ის ორი მიღებული ჯაჭვი ხდება მატრიცა მომდევნო ციკლისთვის. სწორედ ამიტომ, მატრიცული დნმ-ის ოდენობა ორჯერადად დუბლირდება ყოველი ციკლის შემდგომ.

სპეციფიკური ფრაგმენტები, რომლებიც ბოლოებში შემოსაზღვრულია პრაიმერებით, პირველად ჩნდება მეორე ციკლის ბოლოს, გეომეტრიული პროგრესიით გროვდება და ძალიან მალე ამპლიფიკაციის პროდუქტებს შორის დომინანტი ხდება [Глазко, 2006].

სასურველი პროდუქტის გეომეტრიული პროგრესიით (ექსპონენციალურ) ზრდა იზღუდება რეაგენტების ოდენობით, ინჰიბიტორების თანაარსებობით, გვერდითი პროდუქტების წარმოქმნით. სპეციფიკური PCR პროდუქტების დაგროვებას ნარევში ასახავს შემდეგი ფორმულა:

$$A = M (2^n - n - 1) \sim 2^n,$$

სადაც A არის ამპლიკონების რეაქციის სპეციფიკური (პრაიმერებს შორის მოქცეული) პროდუქტების რაოდენობა; M არის სამიზნე დნმ-ის საწყისი რაოდენობა; n არის ამპლიფიკაციის ციკლების რაოდენობა; ~ გარკვეული პროცესის მათემატიკური ეკვივალენტურობის ნიშანია (ჩვენს შემთხვევაში ის ასახავს ამპლიფიკაციის პროცესს).

რეაქციის ბოლო ციკლებში წარმოქმნის პროცესი შენელებულია, მას "პლატოს ეფექტს" უწოდებენ. ტერმინი "პლატოს ეფექტი" გამოიყენება PCR პროდუქტების დაგროვების პროცესის აღსაწერად ამპლიფიკაციის ბოლო ციკლებში, როდესაც ამპლიკონების რაოდენობა 0,3-1 პიკომოლს აღწევს.

დნმ-ის ამპლიფიკაციის რეაქციის ციკლების რაოდენობიდან გამომდინარე, "პლატოს ეფექტის" მიღებაზე ზეგავლენას ახდენს: სუბსტრატის კომპონენტების უტილიზაცია, რეაგენტების სტაბილურობა, ინჰიბიტორების ოდენობა, არასპეციფიკური პროდუქტები, სპეციფიკური პროდუქტების კონცენტრაცია და სხვ. რაც უფრო დაბალია სამიზნე დნმ-ის თავდაპირველი კონცენტრაცია, მით უფრო მაღალია პლატოზე რეაქციის გასვლის რისკი. ეს მომენტი შეიძლება დადგეს მანამდე, ვიდრე ამპლიფიკაციის სპეციფიკური პროდუქტების რაოდენობა გასაანალიზებლად საკმარის ოდენობას მიაღწევდეს. ამის თავიდან აცილება შესაძლებელია პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქციის პირობების ოპტიმიზაციით, კერძოდ, რეაქციის ნარევში შემავალი კომპონენტების, დნმ-ის კონცენტრაციის, ამპლიფიკაციის რეჟიმის დაცვით [McPherson M.J, 2000].

PCR- ნარევის stDNAard კომპონენტებია:

- დნმ - მატრიცა;
- ოლიგონუკლეოტიდების პრაიმერების ნარევი, რომლებიც სამიზნე ფრაგმენტის ბოლოების კომპლემენტარულია;
- თერმოსტაბილური დნმ-პოლიმერაზა - ფერმენტი, რომელიც ახდენს დნმ-პოლიმერიზაციის რეაქციის კატალიზს. PCR-ში გამოყენებული პოლიმერაზა დიდხანს უნდა ინარჩუნებდეს აქტივობას მაღალ ტემპერატურულ პირობებში. ამ მიზნით გამოიყენება თერმოფილური ბაქტერიებიდან - Thermus aquaticus (Taq-polymeraze), Pyrococcus furiosus (Pfu-polymeraze), Pyrococcus woesei (Pwo-polymeraze) გამოყოფილი ფერმენტები [Arezi B, 2003].
- დეოქსიტრინუკლეოტიდტრიფოსფატები (dATP, dGTP, dCTP, dTTP);
- Mg2+ იონები, რაც აუცილებელია პოლიმერაზას ასამუშავებლად;
- ბუფერული ხსნარი, რომელიც უზრუნველყოფს რეაქციისათვის საჭირო პირობების (pH, ხსნარის იონური ძალების) დაცვას. იგი შეიცავს მარილებს, ხარის შრატის ალბუმინს.

PCR-ანალიზის შედეგების ინტერპრეტაცია, PCR მეთოდის ეფექტიანობის შეფასება შესაძლებელია ამპლიფიკაციის პროდუქტების დაცალკევების საფუძველზე, რისთვისაც გამოიყენება: აგარის გელზე ჰორიზონტალური ელექტროფორეზის ან კაპილარული ელექტროფორეზის მეთოდი; აგრეთვე, კომპიუტერის მონიტორი ფლუოროსცენტული ზონდების შესასწავლად (PCR რეალურ დროში, PCR - real time) [Rebrykov D.V., 2009].

6.2 ხელსაწყოებისა და აღჭურვილობის მიმართ მოთხოვნები

6.2.1 ლაბორატორიული სამუშაოებისათვის საჭირო ხელსაწყოების და აღჭურვილობის მახასიათებლების აღწერილობა და დანიშნულება

ლაბორატორიული აღჭურვილობის სპეციფიკური ნაკრები განისაზღვრება ლაბორატორიის ფუნქციური დანიშნულების შესაბამისად. აუცილებელია მხედველობაში იქნეს მიღებული ის მოლეკულურ-ბიოლოგიური მეთოდები და ტესტ-სისტემები, რომლებიც გამოყენებული იქნება კვლევებში, ასევე შესასრულებელი სამუშაოების მოცულობა.

ანალიზისთვის გამოიყენება მრავალგვარი ხელსაწყოები და მასალები, მათ შორის: სინჯარები და პიპეტის წვერები (ბუნიკისებური თავები), რათა გამოირიცხოს ექსტრაგირებული ნუკლეინის მჟავებისა (დნმ/რნმ) და პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქციის პროდუქტების ურთიერთდაბინძურების შესაძლებლობა.

ამის გამო აუცილებელია გამოყენებულ იქნეს:

- თერმოსტატები მყარი ბლოკით;
- ერთჯერადი გამოყენების პლასტიკური სინჯარები, რომლებიც არ შეიცავს დნმ-აზებს ან რნმ-აზებს;
- -მიკროპიპეტების ბუნიკისებური თავები რომლებიც არ შეიცავს დნმ-აზებს ან რნმ-აზებს;
- სპეციალური კონტეინერები, რომლებშიც აგდებენ გამოყენებული პიპეტის თავებს და სინჯარებს.

პიპეტები, ხელსაწყოთა სამუშაო ზედაპირი და გარე ზედაპირი რეზისტენტული უნდა იყოს სარეცხი/სადეზინფექციო საშუალებების, აგრეთვე ულტრაიისფერი სხივების მიმართ.

ჰიბრიდიზაციისა და ფლუორესცენტული დეტექციის მეთოდთან შეუღლებული PCR-ტექნოლოგიის გამოყენებისას სარგებლობენ სპეციალური "Dzhyn" ან "Ala1 / 4" დეტექტორით. უფრო მოსახერხებელია მისი დაინსტალირება ამპლიფიკაციის ოთახში, სადაც არის კომპიუტერი მასში ჩატვირთული აღჭურვილობის შესაბამისი სპეციალური ოპერაციული სისტემით [МУ 1.3.2569-09.М., 2009].

სეკვენირებისთვის და ფრაგმენტების ანალიზისთვის გამოყენებული გენეტიკური ანალიზატორს ამონტაჟებენ ცალკე ოთახში. აქ ხდება შედეგების დეტექცია და ინტერპრეტირება.

გენეტიკური ანალიზის ლაბორატორიის ძირითადი აღჭურვილობის მინიმალური ჩამონათვალი

მასალების დასამუშავებლად და დნმ / რნმ ექსტრაქციისთვის

იმის მიხედვით, თუ რამდენად ავტომატიზირებულია ნუკლეინის მჟავების ექსტრაქციის პროცესი, განასხვავებენ შემდეგ მეთოდებს: მანუალური, ნახევრად ავტომატური და სრულიად ავტომატური მეთოდები.

ნუკლეინის მჟავების ექსტრაქციის მანუალური მეთოდისთვის ჩვენ გვჭირდება:

1. ბიოლოგიური უსაფრთხოების ბოქსი - II და უფრო მაღალი კლასის;
2. ცენტრიფუგა - Wortex;

3. მიკროცენტრიფუგა 12 - 16 ათასი ბრ/წთ 1,5 მლ მოცულობის სინჯარებისთვის.
4. მყარი თერმოსტატი სამუშაო ტემპერატურული დიაპაზონით 25-დან 100 ° C-მდე;
5. ვაკუუმის ასპირატორი (კოლბა-კონტეინერით);
6. სპექტროფოტომეტრი;
7. ავტომატური (ვარიაბელური) პიპეტების ნაკრები მოცულობებით (5 მმ^3, 200 მმ^3 და 1000 მმ^3).
8. მაცივარი 2 - 8 ° C ტემპერატურისთვის, საყინულე განყოფილებით - 20 ° C;

<u>ბიოლოგიური უსაფრთხოების ბოქსი.</u> ის შექმნილ იქნა იმ მიზნით, რათა ლაბორატორიის პერსონალი, გარემო და სამუშაო მასალები დაცული იყოს ინფექციური აეროზოლების ზემოქმედებისგან, აგრეთვე იმ ნაწილაკების ცირკულაციისგან, რომლებიც შეიძლება მოწყდეს ინფექციური კომპონენტების შემცველ მასალებს. კლასიფიკაციის მიხედვით შემოთავაზებულია დაბინძურებისგან (პოლუციისგან) დაცვის სხვადასხვა დონე.

სურათი 6.2 ბიოლოგიური უსაფრთხოების ბოქსი (BSB) უზრუნველყოფს პერსონალის და გარემოს დაცვას დამაბინძურებლებისგან, მაგრამ არ იცავს პროდუქტებს	**სურათი 6.3 ბიოლოგიური უსაფრთხოების ბოქსი (BSB), II კლასის.** უზრუნველყოფს პერსონალის, გარემოს და ნიმუშების დაცვას დამაბინძურებლებისგან, რადგან შეუძლია ლამინარულ ბოქსში ჰაერის ცირკულაცია HEPA ფილტრებით ვერტიკალურ ნაკადში	**სურათი 6.4 ბიოლოგიური უსაფრთხოების ბოქსი (BSB), III კლასის.** უზრუნველყოფს აბსოლუტურ დაცვას, რისი მიღწევაც ვერ ხერხდება I და II კლასის ბოქსებში. ბოქსი ჰერმეტიულია, მასში შენარჩუნებულია დაბალი წნევა, რაც უსაფრთხო მუშაობის დამატებით გარანტიას იძლევა

<u>ცენტრიფუგა - wortex</u>

ცენტრიფუგა - wortex უზრუნველყოფს" ტრიალი-შერევა-ტრიალის“ („Spin - Mix - spin") მეთოდის რეპროდუქციას, რომლის მიზანია რეაგენტების მიკრომოცულობების სინჯარის ფსკერზე გამოშრევება (პირველადი ცენტრიფუგირებით - დატრიალებით); შემდგომ ნარევი აირევა, ხელმეორედ დატრიალდება და ფსკერზე მოგროვდება სინჯარის კედლებსა და ხუფზე არსებული რეაგენტებიც. ცენტრიფუგა wortex-ის ცენტრიფუგირების მაქსიმალური სიჩქარეა 6000 ბრუნი წუთში. ის ერთდროულად იტევს 12 სინჯარას, რაც დროის დაზოგვის საშუალებას იძლევა. ამგვარი ცენტრიფუგა PCR-ანალიზისთვის აუცილებელი ინსტრუმენტია.

სურათი 6.5 ცენტრიფუგა – wortex “Multispin” “MSK-6000”, *Biosan*

მიკროცენტრიფუგა

მიკროცენტრიფუგა არის ლაბორატორიული მოწყობილობა ნაწილაკების მაღალ სიჩქარეზე გამოლექვისთვის. ის საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ ნიმუშებიდან ნივთიერებათა მიკრომოცულობების გამოყოფა, როგორიცაა, მაგალითად, ნუკლეინის მჟავებისა და ალბუმინების ექსტრაქცია. ცენტრიფუგირების მაქსიმალური სიმძლავრე დამოკიდებულია მოდელზე და აღწევს შემდეგ მაქსიმალურ მნიშვნელობებს: 13 000 ბრუნვა წუთში, 17 000 ბრუნვა წუთში ან 21 000 ბრუნვა წუთში. ამავდროულად, იგი კომპლექსური და მარტივი მეთოდებით მუშაობის საშუალებას იძლევა. შესაძლებელია მუშაობა ტესტურ სინჯარებთან, რომელთა მოცულობა 1,5-დან 2,0 მლ-მდეა. ეს ცენტრიფუგები აღჭურვილია ჰერმეტული საცობებით, რომლებიც მუდმივ ზეწოლას ახდენს როტორში ჩადებულ ბიოლოგიურ ნიმუშებზე. არსებობს თანამედროვე მოდელები, რომლებსაც ეცვლებათ როტორები სასურველი მოცულობის მიხედვით, მაგ. 24 x 2 მლ. ასევე არის როტორები ე.წ. PCR-strips 8 x 8 ცენტრიფუგირებისთვის, რაც საშუალებას იძლევა ერთი ციკლირებით ერთდროულად დამუშავდეს დიდი რაოდენობით ნიმუშები. მოწყობილობის ნაწილები და აქსესუარების დამზადებულია მკვრივი მასალებისგან, რომლებიც მდგრადია აგრესიული ქიმიური ნივთიერებების ზემოქმედებისადმი. ეს მათი ზედმიწევნით კარგად, სკრუპულოზურად გაწმენდა/გასუფთავების და ავტოკლავირების საშუალებას იძლევა მრავალი წლის განმავლობაში, რაც უზრუნველყოფს მათ უსაფრთხო და მდგრად ექსპლუატაციას.

სურათი 6.6 Mirco-centrifuge «MicroCL 17», *Thermo fisher*

მყარი თერმოსტატი

მყარი თერმოსტატები, იგივე მშრალი ბლოკ-თერმოსტატები სხვადასხვა ლითონისგან დამზადებული თერმობლოკებით, გამოიყენება სინჯარაში ნიმუშების დაპროგრამებულ ტემპერატურაზე შესანახად. სინჯარებს თერმობლოკის ფოსოებში ათავსებენ. თერმოსტატები განსხვავდება შესანარჩუნებული ტემპერატურის დიაპაზონით, სხვადასხვა მოცულობის სინჯარების შესანახი ბლოკების მიხედვით და ტემპერატურული რეჟიმის შენარჩუნების პროგრამების სიზუსტით. მომხმარებლის მიერ დაპროგრამებული ტემპერატურის ± 0,1 ° C ფარგლებში ცდომილება მიჩნეულია მაღალი სიზუსტის მაჩვენებლად. თერმოსტატებს აქვთ ტემპერატურის დიაპაზონი +5-დან +130°C-მდე, რაც დამოკიდებულია მოდელზე და მწარმოებელზე. თანამედროვე თერმოსტატები შეიცავს თერმობლოკებს სხვადასხვა მოცულობის სინჯარების კომბინირებული გამოყენებისთვის, მაგ. ერთ თერმობლოკს შესაძლოა ჰქონდეს 1,5 მლ და 0,5 მლ ტევადობის მიკროტესტურ სინჯარათა ფოსოები, ან ფოსოები 1,5 მლ, 0,5 მლ და 0,2 მლ-იანი მიკროსინჯარების კომბინირებული მოხმარებისთვის.

მყარი თერმოსტატებში ინტეგრირებულია ვენტილატორი, რომელიც საშუალებას იძლევა, რომ თერმობლოკი გაცივდეს მოკლე დროში. LCD კრისტალური ტაბლო მოსახერხებელს ხდის მოწყობილობასთან მუშაობას, საშუალებას იძლევა ზუსტად დავადგინოთ და გამოვიკვლიოთ თერმოსტატის მუშაობის ყველა პარამეტრი. მოწყობილობა საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ მეთოდები, რომლებიც ახდენს რეციკლირებას ერთი პროცესის სხვადასხვა ეტაპზე სხვადასხვა საინკუბაციო ტემპერატურით უზრუნველსაყოფად, აგრეთვე მაღალი ტემპერატურის პირობებში.

ციფრული თერმობლოკი მეტწილად გამოიყენება სამეცნიერო და სამედიცინო ლაბორატორიებში ფერმენტების შენახვის, ფერმენტული რეაქციების, დნმ-ის ამპლიფიკაციის, შრატის კოაგულაციის, გელ-ელექტროფორეზისთვის გამიზნული გელის დესტრუქციის მიზნით და სხვ.

ფაქტობრივად, სხვადასხვა წამყვანი კომპანია, როგორიცაა Biosan, DNA-technologies, Thermo Scientific, Eppendorf და სხვები გვთავაზობენ სხვადასხვა ტექნიკური მახასიათებლის მქონე მყარი თერმოსტატების ფართო არჩევანს.

სურათი 6.7. ციფრული მყარი თერმოსტატი «TDB-120», *Biosan* სამუშაო ტემპერატურის დიაპაზონი +25 - +120°C, ცდომილება ±0,1°C, ალუმინის ბლოკით A-103	**სურათი 6.8. ციფრული თერმოსტატი «Compact Dry Bath S», *Thermo Fisher*** სამუშაო ტემპერატურის დიაპაზონი +2 - +100°C,	**სურათი 6.9. მყარი თერმოსტატი « Gnom », DNA-Technology** სამუშაო ტემპერატურის დიაპაზონი 99°C-მდე, ცდომილება ±0,5°C, ბლოკის

მიკროტესტური სინჯარებისთვის ტევადობით 1,5მლ (32 ადგილი), 0,5 მლ (21 ადგილი) და 0,2 მლ (50 ადგილი)	ცდომილება ≤ ±0,5°C, ცვლადი ბლოკების სხვადასხვა კომბინაცია სხვადასხვა ტევადობის მიკროტესტური სინჯარებისთვის 0,2 მლ-დან 50 მლ-მდე.	ფორმატი: 1,5მლ-იანი ტესტური სინჯარებისთვის (40 ადგილი), 5მლ-იანი (28 ადგილი). აღჭურვილია თბოსაიზოლაციო ჩასაკეტი ხუფით, რაც ხელს უწყობს სინჯარების თანაბრად გათბობას და ახდენს სინჯარების ხუფის მოხდის პრევენციას.

ვაკუუმ-ასპირატორი კოლბა-ხაფანგით

ვაკუუმ-ასპირატორი ერთგვარი „კოლბა-ხაფანგით“ გამიზნულია ეპენდორფის სინჯარათა კედლებიდან ალკოჰოლის (ან ბუფერული ხსნარის) კვალის ასპირაციისთვის (ელიმინაციისთვის) კვლევებში, რომლებიც საჭიროებს დნმ/რნმ-ის პურიფიკაციას ან მაკრომოლეკულების რედეპოზიციას სხვა ტექნოლოგიებისთვის.

მოწყობილობა ასევე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს რუტინულ ოპერაციებში საკვები გარემოდან უჯრედების გამორეცხვისთვის ან ბუფერში მათი რეზუსპენზირების მიზნით. ასპირატორის მუშაობის პრინციპი ეფუძნება უარყოფითი წნევის შექმნას კოლბაში სხეულში ინტეგრირებული მიკროკომპრესორის მიერ. „კოლბა-ხაფანგი“ პლასტიკური მილით უკავშირდება წვერს (თავსახურს). სითხეს მოაცილებენ ტესტური სინჯარებიდან და ის გადადის „კოლბა-ხაფანგში“ ისე, რომ კონტაქტში მოდის კოლბის წვერში არსებულ ხსნართან.

ასპირატორი შეიცავს მიკრობიოლოგიურ ფილტრს, რომელიც გამორიცხავს „კოლბა-ხაფანგიდან“ ბაქტერიების, ვირუსების და ინფექციური ნაწილაკების გამოსვლის რისკს. ასპირაციული მიკრობიოლოგიური ფილტრი - hydrophoben 99,9%-იანი ეფექტიანობით აკავებს 0,027 მკმ-ზე დიდი ზომის ნაწილაკებს, რაც უფრო ნაკლებია, ვიდრე A, B და C ჰეპატიტის ვირუსები.

სხვადასხვა მწარმოებლის ასპირატორების სპეციფიკაციები განსხვავდება კოლბათა მოცულობის, ვაკუუმის წნევის, ზომის, ხელმისაწვდომი დამატებითი აქსესუარების და ა.შ. მიხედვით (სურათი 6.9, სურათი 6.10).

სურათი 6.9 ასპირატორი კოლბა-ხაფანგით «FTA-1», *Biosan*
Maximum vaccum – 0,05 Mpag, კოლბის მოცულობა – 1000 მლ, ზომები 160 x 210 x 340 მმ.

სურათი 6.10 ელექტროვაკუუმ-ასპირატორი «7A-23B», *Biomed*
Maximum vacuum – 0,09 Mpag (685 Mmhg), კოლბის მოცულობა – 2500 მლ × 2 მოცულობა, ზომები 350×305×795 მმ.

სპექტროფოტომეტრი

სპექტროფოტომეტრი არის ლაბორატორიული მოწყობილობა, რომელიც გვაწვდის მონაცემებს საანალიზო კომპონენტების სპექტრული მახასიათებლების შესახებ. მისი საშუალებით ხდება:

- ნუკლეინის მჟავების კონცენტრაციის განსაზღვრა: ორჯაჭვიანი დნმ-ის, ერთჯაჭვიანი დნმ-ის, რნმ-ის, ოლიგონუკლეოტიდების - 260 ნმ-ზე;
- აბსორბციის ცილის კონცენტრაციის განსაზღვრა 280 ნმ ტალღის სიგრძეზე;
- ნიმუშის სისუფთავის შეფასება - 260/280 ნმ;
- მასალების იდენტიფიცირება და მიკრონაწილაკების ანალიზი;
- უჯრედული კულტურების სიმჭიდროვის განსაზღვრა;
- ცილების, კონიუგატების, მეტალოპროტეინების რაოდენობრივი ანალიზი;
- ფლუორესცენტული საღებავებით მონიშვნის ინტენსივობის გამოთვლა.

ნუკლეინის მჟავების კონცენტრაციის გაზომვა არის ბიოქიმიური, მოლეკულური და გენეტიკური, ფარმაკოლოგიური, იმუნოლოგიური, მიკრობიოლოგიური და სხვა ლაბორატორიების რუტინული პრაქტიკული სამუშაო.

ნუკლეინის მჟავების პრეპარატების კონცენტრაციისა და ხარისხის განსაზღვრა ერთ-ერთ ამოსავალი ძირითადი ეტაპია ისეთ ექსპერიმენტებში, რომლებიც იყენებენ PCR-ის, რაოდენობრივი PCR-ის, ფრაგმენტის ანალიზის და „ახალი თაობის“ სეკვენირების მეთოდებს. უნდა აღინიშნოს, რომ ექსპერიმენტის დაწყებამდე, სანამ ძვირადღირებული რეაგენტების ხარჯვას შევუდგებოდეთ, მნიშვნელოვანია შეფასდეს საანალიზო მასალა.

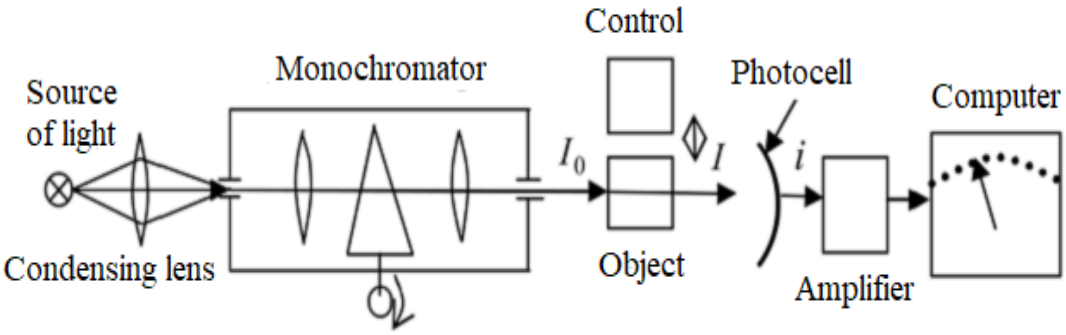
სპექტროფოტომეტრული ანალიზი კუვეტების გამოყენებით. სპექტროფოტომეტრული მოწყობილობები და მათი მახასიათებლები შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს ერთმანეთისგან, რაც დამოკიდებულია მწარმოებელზე და მოწყობილობის დანიშნულებაზე. მაგრამ მთავარი კონსტრუქციული ელემენტები მსგავსია ყველა მოწყობილობაში. ესენია: სინათლის წყარო, მონოქრომატორი, კუვეტის განყოფილება სინჯით და დამარეგისტრირებელი დეტექტორი.

მონოქრომატორი არის მოწყობილობა, რომლის დანიშნულებაა მთლიანი რადიაციული სპექტრიდან გამოყოს ცალკეული ვიწრო (1-2 ნმ) ნაწილი.

სპექტროფოტომეტრს აქვს სინათლის ორი წყარო: სპექტრის VIS ნაწილი და ულტრაიისფერი წყარო (UV) 100-დან 390 ნმ-მდე. ზოგიერთ მოწყობილობაზე შეიძლება დამატებით გამოყენებულ იქნეს სინათლის ფილტრების კომპლექტიც.

სპექტროფოტომეტრის კუვეტის განყოფილება შეიცავს კუვეტს გაანალიზებული ნიმუშით, რომელიც დამატებით შეიძლება აღჭურვილი იყოს თერმორეგულირაციის, შერევის და უშუალოდ გაზომვისას ნივთიერებების დამატების შესაძლებელი მექანიზმებით.

მოწყობილობის სქემა შეიძლება ამ სახით იყოს წარმოდგენილი (სურათი 6.11).



სურათი 6.11 სპექტროფოტომეტრის სტრუქტურის სქემა. სპექტროფოტომეტრის სტრუქტურული კომპონენტებია: სინათლის წყარო, კონდენსაციის ლინზა, მონოქრომატორი, კონტროლი, ობიექტი, ფოტოუჯრედი, ამპლიფიკატორი, კომპიუტერი

სპექტროფოტომეტრის ამ სქემას ერთტალღიანი სქემა ეწოდება. აბსორბციის გასაზომად სინათლის ერთი და იგივე მონოქრომატულმა სხივმა ალტერნატიულად უნდა გაიაროს ნიმუშიან კუვეტში და კუვეტში გამხსნელით, რომელიც კონტროლის ფუნქციას ასრულებს.

სპექტროფოტომეტრის თანამედროვე მოდელები „გრძელი გზის“ პრინციპით არიან შექმნილი. ამ ტიპის სპექტროფოტომეტებში მბრუნავი სარკის მეშვეობით მონოქრომატულ სხივს პერიოდულად მიმართავენ ორ არხზე; კუვეტი სინჯით მოთავსებულია ერთ არხში, კუვეტი გამხსნელით მოთავსებულია მეორეში. სხივები გაივლიან სინჯს და კონტროლს ანტიფაზაში, ამავდროულად ინტენსივობის სხვაობას აფიქსირებს ფოტომეტრიული სისტემა და შემდეგ ახდენს შედეგის ინტერპრეტირებას.

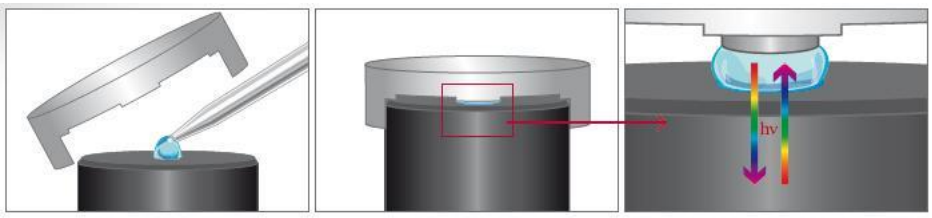
განსხვავებული ფოტომეტრიული ფუნქციები, კერძოდ, ერთჯერადი და მრავალჯერადი ტალღების ანალიზი, რომლებიც კომბინირებულია კინეტიკურ მეთოდებთან, უზრუნველყოფს სკანირებას ტალღის სიგრძის ფართო დიაპაზონში 190 ნმ-დან 1100 ნმ-მდე.

კუვეტიანი სპექტროფოტომეტრის ნიმუში მოცემულია სურათზე 6.12.

სურათი 6.12 სპექტროფოტომეტრი კუვეტის განყოფილებით და სენსორული ეკრანით «DS-C», *DeNovix*

სპექტროფოტომეტრული ანალიზი კუვეტების გამოყენების გარეშე. ნივთიერებების მიკრომოცულობების ანალიზისთვის გამოიყენება ტექნოლოგია კუვეტის გარეშე. ამ შემთხვევაში ნიმუში უჭირავს სითხის ზედაპირული დაძაბულობის ძალებს. ინოვაციური ტექნოლოგიები საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ ნიმუშის მიკრომოცულობების (0,3 მმ^3-დან) ზუსტი გაზომვა.

სპექტროფოტომეტრული ანალიზისთვის: ნიმუშის წვეთი იდება აპარატის ფიქსირებულ ნაწილზე; მოწყობილობის მოძრავი ნაწილი დაეშვება წვეთზე; მოძრავ და ფიქსირებულ ნაწილებს შორის წარმოიქმნება თხევადი სვეტი. სვეტის სიმაღლე ავტომატურად რეგულირდება. მოწყობილობა ზომავს სინათლის აბსორბციას (შთანთქმას) VIS / UV სხივებში ნიმუშის სვეტში (სურათი 6.13, სურათი 6.14).



სურათი 6.13 სპექტროფოტომეტრული (კუვეტების გარეშე) ანალიზის სქემა

სურათი 6.14 სპექტროფოტომეტრი კუვეტების გარეშე ანალიზისთვის «NanoDrop 2000/2000c», *Thermo Scientific*

<u>ავტომატური პიპეტები</u>

ავტომატური პიპეტები არის დგუშიანი პიპეტური მოწყობილობები. პიპეტები უნდა აკმაყოფილებდეს ISO 9001: 2000 მოთხოვნებს გაზომვის სიზუსტისა და რეპროდუცირებულობის თვალსაზრისით.

პიპეტების მუშაობის პრინციპი ემყარება სითხის გადაადგილებას ჰაერით. დოზირება განისაზღვრება დგუშის მოძრაობით ცირკულარულ ცილინდრში. ამ შემთხვევაში დგუში ან ამცირებს მის ქვეშ მოქცეული ჰაერის მოცულობას, ან ზრდის მას. თუ პიპეტის წვერი ჩაყოფილია სითხეში, სითხესა და დგუშს შორის მოცულობა იზრდება. ამიტომ სითხე ისწრაფის შეავსოს დგუშის ქვეშ არსებული სივრცე. სითხის მოცულობა, რომელიც ექვივალენტურია დგუშის გადაადგილების გამო დგუშის ქვეშ წარმოშობილი მოცულობისა, შემოვა პიპეტის წვერში. როდესაც სურთ პიპეტიდან ამოღებული სითხის დაცლა, დგუში ამოძრავდება წვერის მიმართულებით და ამცირებს ჰაერის მოცულობას სითხესა და დგუშს შორის - ჰაერის ზეწოლის გამო, წვერში არსებული სითხე მთლიანად გამოდის გარეთ.

პიპეტები არსებობს ცვლადი ან ფიქსირებული მოცულობის, ელექტრონული და ხელით სამართი მექანიკური, ერთარხიანი და მრავალარხიანი (ერთმანეთზე გადაბმული).

ფიქსირებული მოცულობის ლაბორატორიული პიპეტები შექმნილია კონკრეტული მოცულობის ნივთიერების ამოსაღებად და გადასატანად. ცვალებადი მოცულობის პიპეტების საშუალებით ხდება სითხის მიკრომოცულობების ფართო სპექტრის ამოღება. ხელის მექანიკური პიპეტები უზრუნველყოფს ამოსაღები სითხის დოზირებას დგუშის მარეგულირებლის გადატრიალებით (სურათი 6.15).

სურათი 6.15 ხელის მექანიკური ერთარხიანი და რვაარხიანი ცვალებადი მოცულობების პიპეტები, *Eppendorf*

სურათი 6.16 ელექტრონული ერთარხიანი და რვაარხიანი ცვალებადი მოცულობების პიპეტები, Picus® DNA Picus® NxT

ელექტრონული პიპეტების გამოყენებისას, დაცლილი სითხის მოცულობა დგინდება და რეგულირდება პიპეტის ეკრანზე გამოტანილი გამოსახულებით (სურათი 6.16). ეს პიპეტები საშუალებას იძლევა წინასწარ დაპროგრამდეს მრავალსაფეხურიანი პროცესები კონკრეტულ ამოცანათა შესასრულებლად და საშუალებას აძლევს მომხმარებლებს მონიშნონ დოზის სასურველი მოცულობა ბევრად უფრო სწრაფად, ვიდრე ამას გააკეთებდნენ ხელის სტანდარტული მექანიკური პიპეტებით.

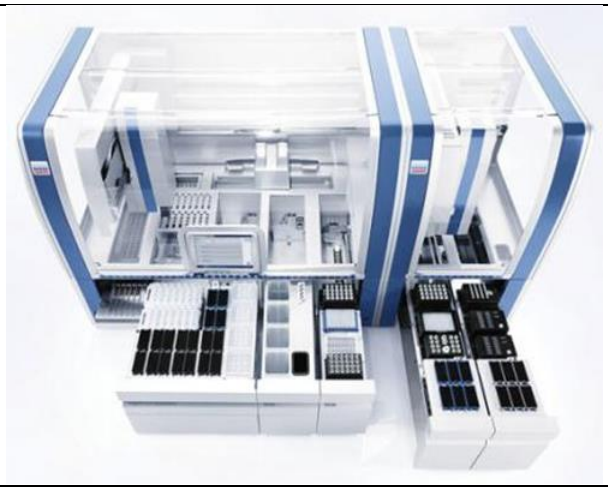
ავტომატური პიპეტები დამზადებულია თანამედროვე მაღალი ხარისხის პლასტიკური მასალისაგან, მდგრადია ქიმიურად აქტიური გარემოს მიმართთი, რაც საშუალებას აძლევს მომხმარებელს იმუშაოს სხვადასხვა თხევად ნივთიერებასთან - როგორც ხსნარებთან, ისე მაღალკონცენტრირებულ სითხეებთან.

დნმ / რნმ გამოყოფის პროცესების ავტომატიზაცია

დნმ / რნმ გამოყოფის ეფექტიანობა მნიშვნელოვნად გაიზრდება, თუ ამ მიზნით გამოყენებული იქნება სპეციალური მოწყობილობები. ნუკლეინის მჟავის გამოყოფისას ხელით შესასრულებელი ოპერაციების შეკვეცა გაზრდის პროდუქტიულობას, დაზოგავს დროს, შეამცირებს ჯვარედინი დაბინძურების რისკს, ხელს შეუწყობს გამოყოფის პროცესის სტანდარტიზაციას და მინიმუმამდე დაიყვანს ოპერატორის შეცდომებს.

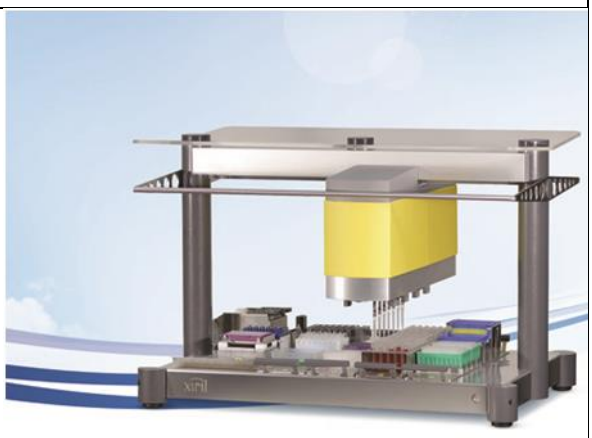
შემუშავებულია მოწყობილობები ნუკლეინის მჟავის გამოყოფის პროცესის ავტომატიზაციისთვის, რამაც გაზარდა გამოყოფის სისწრაფე და პროდუქტიულობა. ავტომატიზირებული სისტემების გამოყენება განსაკუთრებით მოსახერხებელია რნმ-ის

გამოსაყოფად, რადგან რნმ სწრაფად ინაქტივირდება სხვადასხვა რიბონუკლეაზას ზემოქმედებით. ამ მიზნით შემუშავებულ იქნა შემდეგი მოწყობილობები: QIAsymphony SP / AS (Qiagen) (სურათი 6.17), Neon-100 (Xiril) (სურათი 6.18), MagMAXTM Express-96 (Applied Biosystems) (სურათი 6.19).



სურათი 6.17 Device QIAsymphony SP/AS, Qiagen

სურათი 6.18 Neon-100, Xiril



სურათი 6.19 MagMAXTM Express-96, Applied Biosystems

PCR ამპლიფიკაციის პრეცირკულაციისთვის საჭირო აღჭურვილობა:

1. PCR-ბოქსი;
2. თერმული ციკლერი ან ამპლიფიკატორი რეალური დროის PCR-თვის;
3. ცენტრიფუგა Wortex;
4. ავტომატური ცვლადი მოცულობების პიპეტების ნაკრები;
5. მაცივარი;
6. საყინულე (გასაყინი კამერა);

<u>PCR-ბოქსი:</u>

PCR-ბოქსი UVC / T-M-AR განკუთვნილია სტერილური სამუშაოებისთვის. ის უზრუნველყოფს დაბინძურებისაგან დაცვას. ბოქსის ყველა მოდელის შემადგენლობაში შედის მაგიდა მეტალის ჩარჩოთი, მინებით და უჟანგავი ფოლადის სამუშაო ზედაპირით (სურათი 6.20).

ბოქსი აღჭურვილია ერთი ულტრაიისფერი (UV) ნათურით, რომელიც დამონტაჟებულია ბოქსის ზედა ნაწილში. UV გამოსხივება ახდენს სამუშაო ზედაპირის დეზინფექციას, დნმ/რნმ ფრაგმენტების ინაქტივაციას 15-30 წუთის განმავლობაში. ხელმისაწვდომია ციფრული ტაიმერი, რომელიც აკონტროლებს პირდაპირი ულტრაიისფერი დასხივების ხანგრძლივობას. ბოქსში დამონტაჟებული დღის სინათლის ნათურა ანათებს სამუშაო ადგილს.

ამასთან, ბოქსები დამატებით აღჭურვილია ჰაერის ბაქტერიციდული ულტრაიისფერი რეცირკულატორით (AR), რაც უზრუნველყოფს მუდმივ დეზინფექციას ბოქსში ოპერირებისას. რეკომენდებულია დნმ / რნმ ამპლიკონებთან სამუშაოდ.

სურათი 6.20. UV-ბოქსი PCR UVC/T-თვის, *Biosan*

<u>თერმული ციკლერი</u>

დნმ-ამპლიფიკატორი, თერმული ციკლერი არის მოწყობილობა, რომელიც გამოიყენება PCR-თვის. აპარატი ავტომატურად ინარჩუნებს რეაქციის ციკლების საჭირო რაოდენობას, თითოეული ციკლისათვის ოპტიმალურ დროის ხანგრძლივობას და ტემპერატურულ რეჟიმს.

არსებობს კლასიკური ამპლიფიკატორები და რეალურ დროში PCR-ის ამპლიფიკატორები.

კლასიკური ამპლიფიკატორები განკუთვნილია PCR-თვის, რომელიც შედეგების ინტერპრეტაციისათვის საჭიროებს შემდგომ დამატებითი ტექნოლოგიების და მოწყობილობების გამოყენებას PCR-პროდუქტების ვიზუალიზაციისათვის და შედეგების ინტერპრეტაციისთვის ჰორიზონტალური ელექტროფორეზით, კაპილარული ელექტროფორეზით და სხვა მეთოდებით. კლასიკური ამპლიფიკატორების მაგალითებია: VeritiWell (Applied Biosystem) (სურათი 6.21), MiniAmp ™ (Applied Biosystem) (სურათი 6.22), Mastercycler (Eppendorf) (სურათი 6.23) და სხვ.

სურათი 6.21
Amplifier VeritiWell,
Applied Biosystem

სურათი 6.22
Amplifier MiniAmp™,
Applied Biosystem

სურათი 6.23
Amplifier Mastercycler,
Eppendorf

რეალურ დროში PCR-ამპლიფიკატორები. მულტიფუნქციური მოწყობილობებია, რომლებიც აერთიანებს სტანდარტული ამპლიფიკატორისა და ფლუორესცენტული დეტექტორის ფუნქციებს. PCR სისტემა გამოიყენება პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქციის რეალურ დროში ჩასატარებლად, რომელიც კლასიკური PCR-საგან იმით განსხვავდება, რომ ახდენს მიღებული დნმ-ის დეტექციას და რაოდენობრივ გაანგარიშებებს [S. A. Bustin, 2004; Ball, 2003].

ამოცანები, რომლებიც გადაჭრილ იქნა რეალურ დროში ამპლიფიკატორების გამოყენებით:

- ***თვისობრივი PCR ანალიზი, რომელიც უზრუნველყოფს:***

  ა) ინფექციური დაავადებების გამომწვევი პათოგენების ფართო სპექტრის იდენტიფიკაციას;

  ბ) მიკროორგანიზმების გენოტიპირების საფუძველზე საკვლევ მასალაში ერთდროულად რამდენიმე პათოგენის იდენტიფიკაციას;

- ***რაოდენობრივი PCR ანალიზი, რომლითაც ხდება:***

  ა) ვირუსული „დატვირთვის“ განსაზღვრა ინფექციებში;

  ბ) გენმოდიფიცირებული ინგრედიენტების კონცენტრაციის განსაზღვრა;

  გ) გენთა ექსპრესიის დონის შეფასება;

  დ) ალტერნატიული ამპლიფიკაციის ტექნოლოგიის გამოყენება შედეგების დადასტურების და სიცოცხლისუნარიანი პათოგენების გამოვლენის მიზნით (NASBA–ანალიზი);

- **ფლუორესცენციის „კიდურა დაბოლოების“ დეტექცია;**
- **მაღალი რეზოლუციის (გარჩევადობის) PCR პროდუქტების (HRM) ლღობის, დნმ / რნმ წერტილოვანი მუტაციების ანალიზი, HLA სკრინინგი, ეპიგენეტიკური მეთილირების ანალიზი.**

რეალურ დროში ამპლიფიკატორები იყოფა ფირფიტების და როტორების ტიპის რამდენიმეარხიან ამპლიფიკატორებად: ახდენენ 4-დან 6-მდე არხიდან ფლუორესცენტული სიგნალების დეტექციას. ფუნქციონალური და ტექნიკური მახასიათებლების მიხედვით,

მოწყობილობები საკმაოდ მსგავსია, თუმცა შესაძლებელია გამთბარი ჰაერის ნაკადისათვის გამოყენებული იყოს განსხვავებული ტექნოლოგიები, რათა თავიდან იქნეს აცილებული ხარვეზები, დაკავშირებული ზღურბლოვან ეფექტს ფირფიტის ტიპის ამპლიფიკატორის გამოყენებისას.

ფირფიტის ტიპის ამპლიფიკატორი არის მრავალფუნქციური PCR სისტემა რეალურ დროში, რომლის თერმულ ბლოკს აქვს ფირფიტის ფორმა. სამუშაო ტემპერატურამდე გათბობას და ტემპერატურის გრადიენტის შეცვლას ახდენენ ამპლიფიკატორის საფარის გავლით ცხელი ჰაერის მიწოდებით.

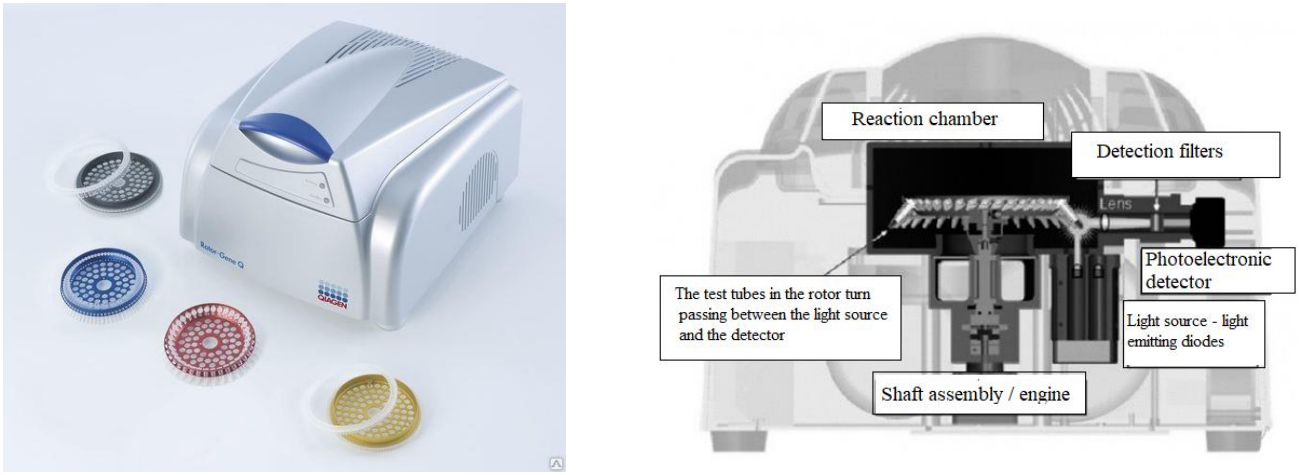
როტორის ტიპის ამპლიფიკატორს აქვს რეაქციის ბლოკის წრიული (მბრუნავი) დიზაინი (სურათი 6.24). სინჯარაში სარეაქციო ნარევების გათბობის ტექნოლოგია გულისხმობს ცხელი ჰაერის თანაბარ (ერთგვაროვან) განაწილებას ნარევის შემცველი სინჯარების ზედაპირზე.

PCR-ანალიზის შედეგების ჰორიზონტალური ელექტროფორეზის მეთოდით დეტექციისათვის საჭირო აპარატურა:

1. ელექტროფორეზის კამერა ელექტრომომარაგების ერთეულით (DC წყარო), კუვეტი აგაროზას გელის შესაქმნელად, „სავარცხლები“ გელში ღრმულების შესაქმნელად;
2. ტრანსლუმინატორი;
3. გელ-დოკუმენტირების სისტემა;

PCR-ის კლასიკურ ფორმატში გამოყენებისას, ამპლიკონების გამოვლენა ხდება ელექტროფორეზით აგაროზას გელში. გარდა ამისა, ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა შემოწმდეს გამოყოფილი დნმ-ის ხარისხი შემდგომი კვლევისთვის.

ელექტროფორეზი ელექტროკინეტიკური მოვლენაა, რომელიც მიიღწევა დისპერსიული ფაზის (კოლოიდური ან ცილოვანი ხსნარების) ნაწილაკების გადაადგილებით თხევად ან გაზურ გარემოში გარეგანი ელექტრული ველის მოქმედებით.

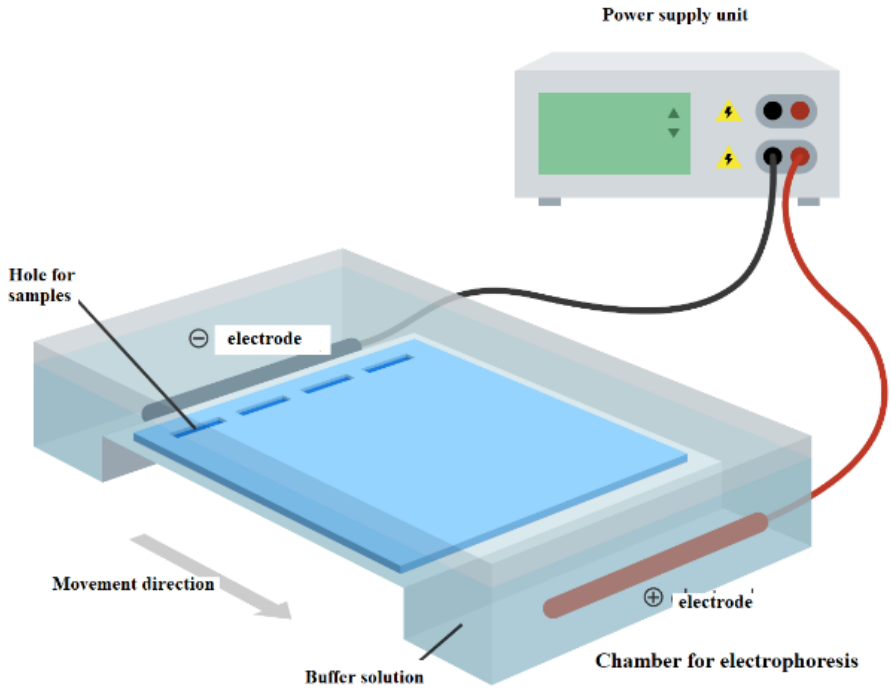


სურათი 6.24 როტორის ტიპის ამპლიფიკატორი Rotor-Gene Q, *Qiagene*

ჰორიზონტალური ელექტროფორეზი აგაროზას გელში სტანდარტული მეთოდია, რომელიც გამოიყენება დნმ-ის და რნმ-ის გამოსაყოფად, მათი იდენტიფიკაციისათვის და გასუფთავებისთვის.

სპეციალურ გელ-დოკუმენტირების სისტემებზე დეტექცია საშუალებას იძლევა მოხდეს შედეგების ვიზუალიზაცია ფლუორესცენტული და ინტერკალარული საღებავის ეთიდიუმ-ბრომიდის მეშვეობით. ეთიდიუმ-ბრომიდის გამოყენებით, ულტრაიისფერ სხივებში შეიძლება ვიზუალურად გამოვლინდეს დაახლოებით 0,1 მკგ მოცულობის ნუკლეინის მჟავები. მეთოდი არ ითვალისწინებს რაოდენობრივ შეფასებას.

ჰორიზონტალური ელექტროფორეზის კამერა



სურათი 6.25 კამერა აგაროზას გელში ჰორიზონტალური ელექტროფორეზისთვის

ჰორიზონტალური ელექტროფორეზის კამერა არის მოწყობილობა, რომელიც მიერთებულია ლაბორატორიულ აპარატურასთან, კერძოდ, ჰორიზონტალურ გელში დამუხტული მოლეკულების ელექტროფორეზით დაცალკევების მოწყობილობებთან და გამიზნულია ბიოლოგიური მაკრომოლეკულების ელექტროფორეზული ანალიზისთვის. მოწყობილობა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების ლაბორატორიული ანალიზისთვის, მათ შორის, PCR პროდუქტების დეტექციისთვის.

დღესდღეობით, ჰორიზონტალური გელის ელექტროფორეზისთვის, როგორც წესი, გამოიყენება Schaeffner-ის(1), Laurelის (2) და Vime-ს (3) მიერ შემოთავაზებული მოწყობილობები, რომლებშიც აგაროზას გელი მოთავსებულია ცალკე მინის ან პლასტიკურ ფირფიტაზე ან სპეციალურ ფინჯანში. ფირფიტა მოწყობილობის პლატფორმაზე ისეა მოთავსებული, რომ გელი უშუალოდ ელექტროფორეზის ბუფერული ხსნარის ზედაპირის ქვეშ აღმოჩნდეს. გელის წინააღმდეგობა ოდნავ განსხვავდება ელექტროფორეზის ბუფერული ხსნარის წინააღმდეგობისგან და ამის გამო, დენის მნიშვნელოვანი ნაწილი გელში გაივლის. კამერა შეიცავს დამცავ საფარს და კაბელებს ელექტროენერგიის მიმწოდებელთან, უშუალოდ დენის წყაროსთან დასაკავშირებლად (სურ. 6.25).

ტრანსილუმინატორი და გელ-დოკუმენტირების სისტემა

PCR ამპლიფიკაციის პროდუქტების გამოვლენასთან ერთად, შესაძლოა შეიქმნას მათი გელზე დოკუმენტირების საჭიროებაც, რასაც ემსახურება ელექტროფორეზის აპარატურა გელ-დოკუმენტირების სისტემით ან ან ტრანსილუმინატორი, რომელიც PCR-ის დაცალკევებული პროდუქტების ვიზუალიზაციას ახდენს UV სხივებში.

სურათი 6.26 გელ-დოკუმენტირების სისტემა, *BioRad*

სურათი 6.27 ტრანსილუმინატორი, *Coleparmer*

PCR მეთოდის გამოყენების ჩასანაცვლებლად ალტერნატიული მეთოდია „კიდურა დაბოლოების“ ჰიბრიდიზაცია - ფლუორესცენტული დეტექცია სპეციალური დეტექტორის „Djyn"(სურათი 6.28) ან "Ala ¼"-ის (სურათი 6.29) გამოყენებით, რომელიც შეიძლება დამონტაჟებული იყოს ამპლიფიკატორის ნაწილში და მიერთებული კომპიუტერთან. კომპიუტერს უნდა ჰქონდეს გამოყენებული მოწყობილობების შესაბამისი კონკრეტული ოპერაციული სისტემა.

სურათი 6.28 ფლუორესცენციის დეტექტორი “Djyn-4”, DNA-technology

სურათი 6.29 ფლუორესცენციის დეტექტორი «Ala ¼», *Biosan*

კაპილარული ელექტროფორეზით PCR– ის შედეგების დეტექციისთვის საჭირო ძირითადი აპარატურა:

1. გენეტიკური ანალიზატორი;
2. თერმული ციკლერი;
3. ცენტრიფუგა - wortex;
4. მაცივარი;
5. საყინულე (გასაყინი კამერა);

გენეტიკური ანალიზატორი:

გენეტიკური ანალიზატორი არის ფლუორესცენტულად მონიშნული დნმ-ფრაგმენტების საანალიზო მოწყობილობა, რომელიც ემყარება კაპილარული ელექტროფორეზის მეთოდს და შეიძლება ფართოდ იქნეს გამოყენებული ნაირგვარი გენოტიპირებისთვის. გენოტიპირებას იყენებენ სხვადასხვა სფეროში, მათ შორის:

- კრიმინალისტიკაში, ადამიანის საიდენტიფიკაციო გენომური მონაცემთა ბაზის შესაქმნელად, ნათესაური გავშირების და მამობის დასადგენად;
- სოფლის მეურნეობაში დნმ-ის ანალიზის გზით შეარჩიონ და მაღალღირებული ცხოველური და მცენარეული ჯიშები, მოხდეს მათი პასპორტიზაცია;
- ონკოლოგიური და ინფექციური დაავადებების დიაგნოსტიკისთვის და დაავადებათა პროგრესირების მონიტორინგისთვის;
- მემკვიდრეობითი დაავადებების დიაგნოსტირებისა და მათ მიმართ წინასწარგანწყობის გამოვლენის მიზნით;
- ადამიანის, ცხოველებისა და მცენარეების გენომის დეკოდირებისთვის (გაშიფრისთვის);
- ისეთი ახალი გენების გამოვლენისა და შესწავლისთვის, რომლებიც პასუხისმგებელი არიან მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ პროცესებზე (კიბო, დაბერება და სხვ.).

კაპილარული გენეტიკური ანალიზატორის მუშაობის პრინციპი ეფუძნება ჯვარედინი სკანირების მაგიდაზე განთავსებული მრავალრიცხოვანი კაპილარული არხებიდან გამომავალი აღგზნებისა და გამოსხივების გამოვლენის სისტემას. კაპილარების ბოლოები მოთავსებულია კათოდურ და ანოდურ უჯრებში და დაკავშირებული არიან მაღალი ძაბვის წყაროსთან. ლაზერის წყარო ასხივებს კაპილარებს დეტექციის არეალში და ხდება ოპტიკური სიგნალის ტრანსფორმაცია ოპტიკური სისტემის მიერ. ოპტიკურ სისტემაში შემავალი ლინზა აფოკუსირებს ლაზერულ გამოსხივებას და აგროვებს ფლუორესცენტულ სიგნალს; დიქრონული სარკე აირეკლავს ლაზერულ გამოსხივებას და მიმართავს მას ლინზისკენ, ის ასევე გაატარებს ფლუორესცენტულ სიგნალს; ორი სინათლის ფილტრიდან ერთ-ერთი გაწყვეტს კაპილარიდან არეკლილ ლაზერულ გამოსხივებას, ხოლო მეორე ფილტრი არის ინტერფერენციის ფილტრი. ამ ოპტიკური სისტემის გავლის შემდეგ, სიგნალი რეგისტრირდება ფოტოელექტრონულ მულტიპლიკატორეზე (გამამრავლებელზე) (PEM). მოწყობილობის ერთ-ერთ ვარიანტში ფლუორესცენტული სიგნალი შეიძლება დაიყოს ოთხ ექვივალენტურ სხივად, თითოეული მათგანი გაივლის შესაბამის ინტერფერენციულ ფილტრში და რეგისტრირდება PEM-ის მიერ. PEM-ის სიგნალი გაძლიერების შემდეგ ეგზავნება კომპიუტერს სათანადო დამუშავებისთვის (აშშ-ს პატენტი N 5274240, IPC 6 G 01 N 21/64, გამოქვეყნდა 1993 წელს).

დღესდღეობით, გენეტიკური ანალიზატორები (სექვენსერები) ასოციაციიდან: Applied Biosystems (*Life Technologies*) აღიარებულია კაპილარული ელექტროფორეზის ოქროს სტანდარტად. ამ მოდელებს აქვს 4-8 კაპილარი და გვთავაზობს კვლევების სრულ ავტომატიზაციას. ისინი

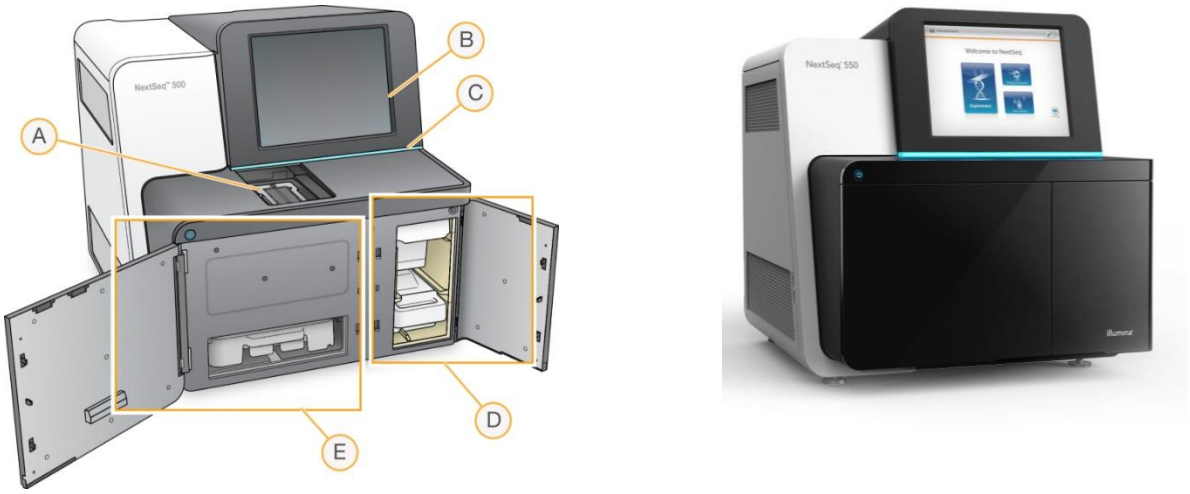
გამოიყენება de novo სექვენირებასა და რესექვენირებაში, აგრეთვე ფრაგმენტების ანალიზებში: LOH, AFLP, ერთეული ნუკლეოტიდის პოლიმორფიზმის კვლევებში (SNP), მიკროსატელიტურ ანალიზში, HLA-ს ტიპის განსაზღვრაში, MLPA-კვლევებში და სხვ.

სურათი 6.30 გენეტიკური ანალიზატორი (სექვენსერი)
«ABP 3500», ***Applied Biosystems***

დღესდღეობით, ყველაზე ეფექტიანი ტექნოლოგია არის ერთეული ნუკლეოტის პოლიმორფიზმის (SNP) ბაზაზე შექმნილი მიკროჩიპების გამოყენება. ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა მაქსიმალურად სპეციალიზირებული იყოს გენეტიკური ანალიზი, გამოიკვლიოს ერთი ორგანიზმის სხვადასხვა ქსოვილს შორის განსხვავებებიც კი. მაგრამ დღეს ეს მეთოდი საკმაოდ ძვირადღირებულია და ამიტომ მისი ხელმისაწვდომობა შეზღუდულია.

ბოლო ათწლეულის განმავლობაში მოლეკულურ გენეტიკაში მრავალი გამოკვლევა მიეძღვნა ერთეული ნუკლეოტიდების ჩანაცვლების (SNPs) შესწავლას. სამეურნეო დანიშნულების ცხოველთა ყველა სახეობა ატარებს გენომში SNP-ების უდიდეს რაოდენობას. წამყვან სამეცნიერო ლაბორატორიებში შემუშავდა ამ ტიპის მარკერების გენოტიპირებისთვის გამოსაყენებელი უახლესი ტექნოლოგიები და გენეტიკური მრავალფეროვნების, სახეობების თუ ჯიშების კვლევებში მოხდა სხვა ტიპის მარკერების ჩანაცვლება SNP-მარკერების შესწავლით.

NextSeq 550 (სურათი 6.31) არის სექვენირების განმახორციელებელი სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს მონაცემების მაღალ ხარისხს და ენერგეტიკული დანახარჯების „მოქნილობას“ მთლიანად გენომის, ტრანსკრიპტომის და სამიზნე რედისტრიბუციის სექვენირებისთვის; აგრეთვე მიკროჩიპების სკანირების შესაძლებლობას, მათ შორის Infinium MethylationEPIC BeadChip-თვის და სხვა შერჩეული BeadChip-ებისთვის.



სურათი 6.31 NextSeq 550 DNA / RNA მიკროჩიპის სკანერი, Illumina

A - ნიმუშები ან მიკროჩიპის განყოფილება, B - მონიტორი, C – ინსტრუმენტის მდგომარეობის-ხაზი - აჩვენებს ინსტრუმენტის პოზიციას: მუშა მდგომარეობაშია (ლურჯი), რეცირკულირების (საყურადღებო) რეჟიმშია (ნარინჯისფერი), მზადაა სექვენირებისთვის (მწვანე) ან გამორთულია მომდევნო 24 სთ-ით (ყვითელი), D - განყოფილება ბუფერული ხსნარების შემცველი კარტრიჯისათვის, E - განყოფილება რეაგენტების შემცველი კარტრიჯისათვის.

კვლევის თითოეულ ეტაპზე გათვალისწინებული უნდა იყოს ცალ-ცალკე მაცივრები რეაგენტების და ნიმუშების შესანახად.

ოთახში, სადაც მიმდინარეობს მასალის მიღება, რეგისტრირება, ანალიზი და მასალის პირველადი დამუშავება, უნდა დაინსტალირდეს მაცივარი კამერით პლუს 4 ± 2°C და საყინულით (გასაყინი კამერით) მინუს 18 ± 2°C. ოთახში, სადაც ახდენენ ნუკლეინის მჟავის გამოყოფას, დამონტაჟებული უნდა იყოს სამაცივრო კამერა პლუს 4 ± 2 °C რეჟიმით რეაგენტების შესანახად და საყინულე - მინუს 18 ± 2 ° C ტემპერატურული რეჟიმით დნმ / რნმ-ის ხანგრძლივი დროით (ერთ წლამდე ვადით) შესანახად. უფრო ხანგრძლივი (ერთი წლით და მეტი ხნით) დნმ/რნმ-ის შენახვისთვის უნდა დამონტაჟდეს საყინულე, რომელიც ინარჩუნებს მინუს 70°C-მდე ტემპერატურას.

სამაცივრე კამერები პლუს 4 ± 2 ° C და საყინულე - მინუს 18 ± 2 ° C უნდა იყოს დამონტაჟებული ოთახში, რომელიც განკუთვნილია PCR სარეაქციო ნარევების მოსამზადებლად და PCR ნარევებისთვის საჭირო რეაგენტების კომპლექტის შესანახად.

PCR ამპლიფიკაციის პროდუქტების დეტექციისათვის გამიზნულ ოთახში ათავსებენ სამაცივრე კამერას - პლუს 4 ± 2 ° C, რომელშიც ინახავენ ელექტროფორეზული დეტექციისთვის საჭირო რეაგენტებს [I.V. Dzublyk, 2012].

6.3 მთავარი ტექნიკური მოთხოვნები ლაბორატორიების, სამუშაო ტერიტორიების ორგანიზების და შენობა-ნაგებობების მიმართ

შენობაში PCR-ლაბორატორიის საერთო დაგეგმარება, სამუშაო სივრცის და დამხმარე ზონების განლაგებისას მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული იმ მოლეკულურ-ბიოლოგიური ტექნოლოგიური საშუალებების ჩამონათვალი, რომლებიც გამოყენებული იქნება ამ ლაბორატორიაში.

PCR ლაბორატორიას უნდა ჰქონდეს ორი - „სუფთა (გასტერილებული)“ და „არასუფთა (გაუსტერილებელი)“ ზონა და უნდა შეიცავდეს მინიმუმ შემდეგ სამუშაო სივრცეებს:

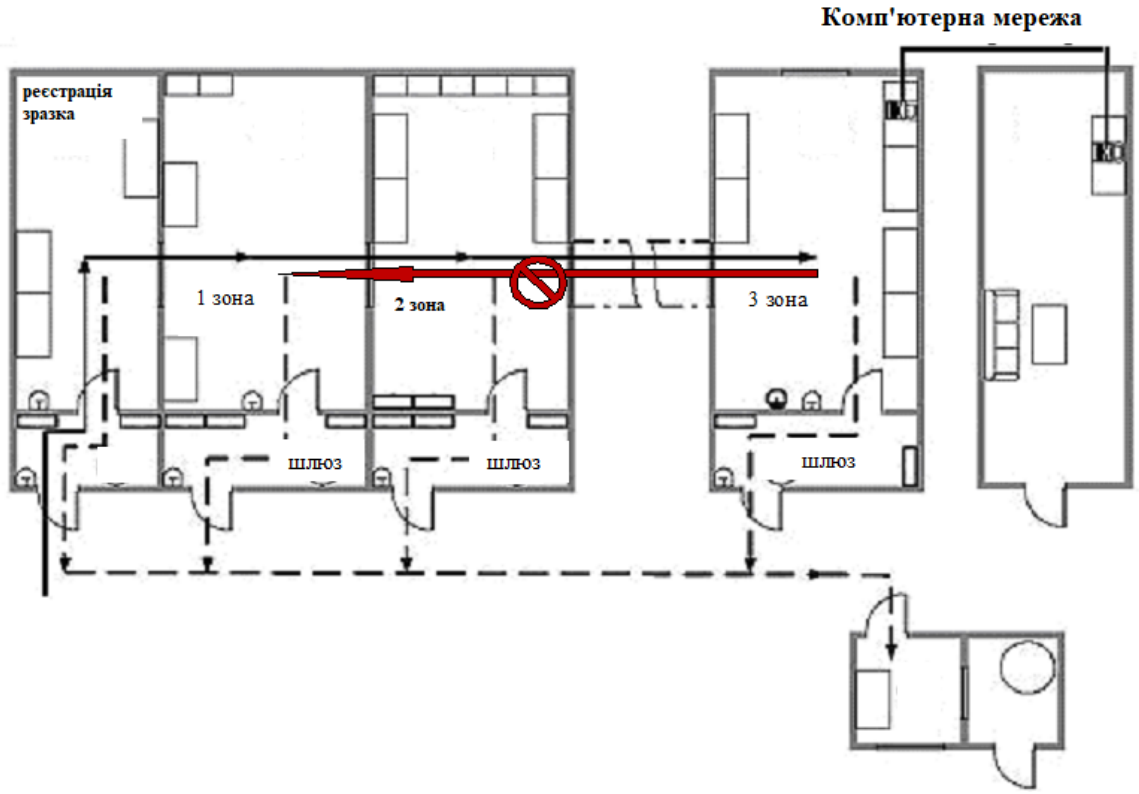
”სუფთა (გასტერილებული)” ზონა:

- შენობა, სადაც მოხდება მასალის მიღება, რეგისტრაცია, ანალიზი და მასალის პირველადი დამუშავება;
- შენობა, სადაც მოხდება ნუკლეინის მჟავის გამოყოფა;
- შენობა სარეაქციო ნარევების მოსამზადებლად და ამპლიფიკაციისთვის;

"გაუსტერილებელი" ზონა:

- შენობა, სადაც მოხდება ამპლიფიკაციის პროდუქტების დეტექცია (ელექტროფორეზის მეთოდების გამოყენების შემთხვევაში);
- შენობა სექვენირებისათვის.

სურათზე 6.32. მოცემულია PCR ლაბორატორიის ორგანიზაციის სქემატური დიაგრამა.



სურათი 6.32 PCR ლაბორატორიის ორგანიზაციის სქემატური დიაგრამა

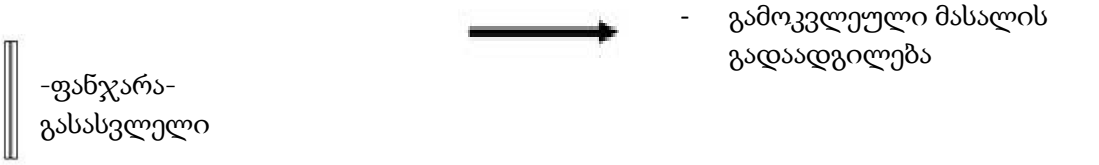
აღნიშვნები:

- ნიჟარა

- სადრენაჟე მოწყობილობა ოთახის სველი დალაგებისას გამოყენებული წყლისათვის

- ავტოკლავი

- კაბინეტები პრე-ბოქსებსში (ტანსაცმლისათვის) და ბოქსებში



PCR ლაბორატორიის სამუშაო სივრცე არ უნდა იყოს გამჭოლი (საპირისპირო კარებებით) და უნდა ითვალისწინებდეს ბოქსებისა და პრე-ბოქსების არსებობას. თითოეული PCR ლაბორატორიის სამუშაო სივრცის ფართობი უნდა იყოს არანაკლებ 12 კვადრატული მეტრისა თითო სამუშაო ადგილზე, არანაკლებ 2 კვადრატული მეტრი ფართობის პრე-ბოქსით. სამუშაო ადგილების მომატების შემთხვევაში, ფართობი უნდა გაიზარდოს 6 კვადრატული მეტრით თითოეული სამუშაო ადგილისთვის. ასე რომ, $S = 12 + 6 \times (n-1)$ კვადრატული მეტრი, სადაც n არის სამუშაო ადგილების რაოდენობა.

PCR ლაბორატორიას, რომელიც ფუნქციონირებს როგორც დამოუკიდებელი სტრუქტურა, დამატებით უნდა ჰქონდეს შემდეგი ნაგებობები: დოკუმენტაციის ოთახი (პერსონალის ოთახი), ლაბორატორიის მენეჯერის ოფისი (ის შეიძლება გაერთიანდეს პერსონალის ოთახთან); გასახდელები პერსონალისთვის; სასადილო ოთახი; ტუალეტი; PCR ლაბორატორიის "გასტერილებული" და "გაუსტერილებელი" ზონების საშხაპეები ცალ-ცალკე, კომუნალური მომსახურების ოთახები, მასალების დეკონტამინაციისათვის განკუთვნილი შენობა და ოთახი ავტოკლავირებისთვის.

მასალის მიღების, რეგისტრაციის, დემონტაჟისა და პირველადი დამუშავების შენობაში ტარდება შემდეგი ოპერაციები: ნიმუშის წინასწარი მომზადება (დახარისხება, ეტიკეტირება, ცენტრიფუგირება და ა.შ.), ბიოლოგიური მასალის ნარჩენების თავმოყრა და თავდაპირველი ინაქტივაცია სადეზინფექციო საშუალებებით. ეს შენობა ისეთი ნიმუშების მისაღებად და დასამუშავებლადაც შეიძლება გამოვიყენოთ, რომლებიც სხვა მეთოდებით (ბაქტერიოლოგიური, ვირუსოლოგიური, იმუნოლოგიური და ა.შ.) ანალიზისთვის არის გამიზნული. ეს დასაშვებია იმ შემთხვევაში, თუ შენობაში გათვალისწინებულია სათანადოდ აღჭურვილი ცალკე სამუშაო სივრცე PCR ანალიზისთვის მოსამზადებლად.

ყველა მანიპულაცია, რომელსაც თან ახლავს მასალის დამუშავებისას აეროზოლების წარმოქმნის რისკი (სანჯღრეველათი შერევისას, ცენტრიფუგირებისას და სხვ.), ხორციელდება II ან III კლასის უსაფრთხოების ბოქსებში (ეს დამოკიდებულია იმ მიკროორგანიზმის პათოგენობაზე, რომელსაც სავარაუდოდ შეიცავს საკვლევი მასალა).

<u>ნუკლეინის მჟავის გამოსაყოფ ზონას</u> გამოცალკევებული ოთახი ეთმობა. მოქმედი მიკრობიოლოგიური კვლევითი ლაბორატორიის შიგნით PCR-ლაბორატორიის მოწყობისას ნუკლეინის მჟავის გამოყოფა ნებადართულია იმ ოთახებში, სადაც ტარდება სეროლოგიური გამოკვლევები, ხოლო I-II ჯგუფის პათოგენებთან მომუშავე ლაბორატორიებში ეს ოპერაცია შეიძლება ჩატარდეს მხოლოდ კონტამინაციის ან ცხოველების აუტოფსიისთვის განკუთვნილ ოთახებში. ასეთ შემთხვევებში, ნუკლეონის მჟავის გამოსაყოფ სამუშაო ადგილზე დაყენებული უნდა იყოს II ან III კლასის (თუ რომელი, ეს დამოკიდებულია პათოგენურობაზე) ბიოუსაფრთხოების ბოქსი. სამუშაო ადგილას ნებადართულია მხოლოდ იმ აღჭურვილობისა და საგნების არსებობა, რომლებიც საჭიროა ნუკლეონის მჟავის გამოყოფისთვის. დაუშვებელია სხვა სამუშაოების ჩატარება ნუკლეინის მჟავის გამოყოფისთვის განკუთვნილ ბიოუსაფრთხოების ბოქსში.

ნუკლეინის მჟავის იზოლირება კლინიკური მასალიდან და გარემოდან აღებული ნიმუშებიდან დაუშვებელია ტარდებოდეს იმავე ბოქსში, სადაც ხდება საკვების ტესტირება უსაფრთხოების მაჩვენებლების განსაზღვრის ან გენმოდიფიცირებული ორგანიზმების გამოვლენის მიზნით. გარდა ამისა, მიზანშეწონილია ნუკლეინის მჟავების იზოლირების პროცესების დიფერენცირება როდესაც მათი გამოყოფა ხდება სხვადასხვა მასალიდან - სისხლიდან/შრატიდან თუ სხვა სახის კლინიკური მასალისგან (დაცალკევებულ უსაფრთხოების ბოქსებში, ან სხვადასხვა დროს, ან წინასწარი დამუშავების შემდეგ).

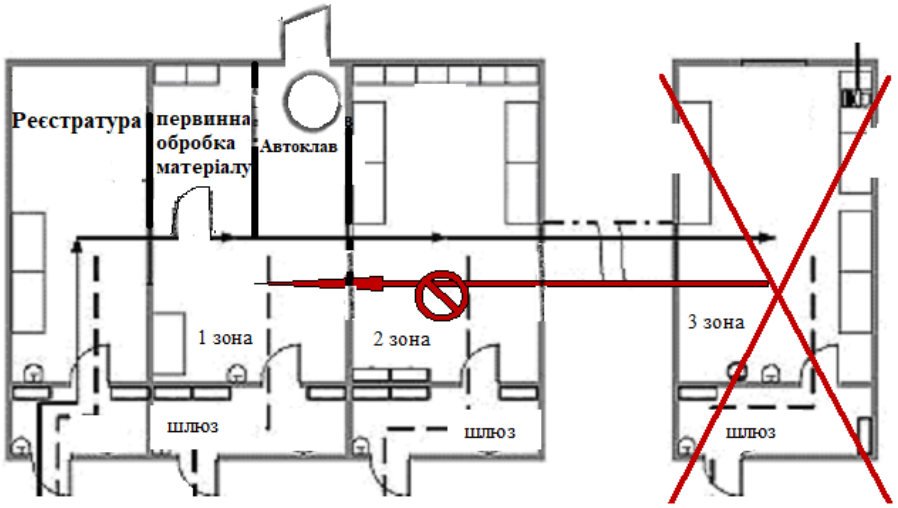
ამპლიფიკაციის ოთახი ცალკე უნდა იყოს გამოყოფილი. იგი გამოიყენება ისეთი სარეაქციო ნარევის მოსამზადებლად, რომლის საშუალებით PCR-სინჯარაში ახდენენ: იზოლირებული დნმ-ის ან კომპლემენტარული დნმ-ის (შემდგომში - cDNA) ინსერციას, რნმ-ის უკუტრანსკრიფციას (შემდგომში - RT) და დნმ-ის ან cDNA-ის ამპლიფიკაციას.

სარეაქციო ნარევის მოსამზადებლად და მასში ნუკლეონის მჟავას ნიმუშების დასამატებლად გამოყოფილია ცალკე PCR-ბოქსები.

PCR-ლაბორატორიებში, სადაც ტარდება იგივე ტიპის უფრო ფართო მოცულობის კვლევები, ცალკე არის გამოყოფილი ბოქსირებული ოთახი, აღჭურვილი სარეაქციო ნარევების მოსამზადებელი მოწყობილობებით; ის ფუნქციურად გასასვლელი კარით უკავშირდება ოთახს, რომელშიც ტარდება გამოყოფილი ნუკლეინის მჟავათა ნიმუშების შეტანისა და ამპლიფიკაციის სამუშაოები.

ამპლიფიკაციის პროდუქტების დეტექციის ოთახი განთავსებულია ცალკე შენობაში და ის, რამდენადაც ეს შესაძლებელია, დაცილებულია PCR-ლაბორატორიის "სუფთა (გასტერილებული)" ზონიდან. მასში შექმნილია ყველა პირობა "სუფთა" ზონაში მომუშავე პერსონალის "გაუსტერილებელ" ზონაში მომუშავე პერსონალისგან გამოყოფისთვის. ელექტროფორეზისთვის განკუთვნილი პიპეტები და ჭურჭელი არ უნდა იქნეს გამოყენებული კვლევის სხვა მეთოდებისთვის.

თუ PCR-ლაბორატორიაში იყენებენ მხოლოდ ფლუორესცენტის დეტექციაზე დამყარებული PCR-მეთოდს, საჭირო არ არის ცალკე ოთახის გამოყოფა ამპლიფიკაციის პროდუქტების დეტექციის სამუშაოებისთვის (სურათი 6.33).



სურათი 6.33. PCR-ლაბორატორიის სქემატური ნახაზი, რომელიც იყენებს ჰიბრიდიზაცია-ფლუორესცენციის დეტექციის მეთოდს

ავტოკლავის ოთახი შეიძლება იყოს საერთო სარგებლობის PCR-ლაბორატორიისთვის და იმავე შენობაში არსებული სხვა ლაბორატორიული ერთეულებისთვის. მისი ფუნქციონირება დასაშვებია ბიოუსაფრთხოების მოთხოვნების დაცვის შემთხვევაში.

დნმ-ში ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობის შესასწავლად აუცილებელია ცალკე ოთახის გამოყოფა - PCR ლაბორატორიის "გაუსტერილებელ" ტერიტორიაზე, მიმდევრობის განმსაზღვრელი სექვენსერი უნდა იყოს ამპლიფიკაციის პროდუქტების დეტექციის შენობის სიახლოვეს. გათვალისწინებული უნდა იყოს ამპლიფიკაციის პროდუქტების დეტექციის არეალის გაფართოება, რადგან აქ უნდა განთავსდეს თანმიმდევრობის დასადგენად საჭირო შემდეგი დამატებითი მოწყობილობები: მაგიდის ცენტრიფუგა გამაგრილებელი და მბრუნავი როტორებით, მაგიდა მიღებული PCR პროდუქტის გასუფთავებისთვის და ხარისხის კონტროლისთვის.

შენობა სექვენსერისთვის მოეწყობა იმის მიხედვით, თუ როგორი ტიპის ბოქსი (თავისივე პრე-ბოქსით) არის გათვალიწინებული სამუშაოდ. ფართის საერთო მოცულობა არ უნდა იყოს 12 კვ.მ-ზე ნაკლები, აქედან სამუშაო ოთახისთვის გამოყოფილი უნდა იყოს 10 კვ.მ. პრე-ბოქსი აღჭურვილია წყალმომარაგებით და კანალიზაციის სისტემით.

ნიმუშის მომზადება სექვენსერში ჩასატვირთად რამდენიმე ძირითადი ეტაპს მოიცავს (ისინი შეიძლება განსხვავდებოდეს გამოყენებული მეთოდის შესაბამისად):

- კლინიკური მასალიდან ნუკლეინის მჟავის ექსტრაქცია ხორციელდება ნუკლეინის მჟავის გამოსაყოფ ოთახში, ისევე როგორც PCR-პროცედურა კლასიკური ფორმატით;
- ნუკლეინის მჟავის მონაკვეთის ამპლიფიკაცია, ინტერესის სფეროს გათვალისწინებით (თუ ეს არის რნმ, საჭიროა უკუტრანსკრიპციის ეტაპი cDNA-ს მისაღებად; ST ეტაპი cDNA-ის მისაღებად), ხორციელდება ამპლიფიკაციის შენობაში;
- PCR რეაქციით მიღებული ამპლიფიცირებული პროდუქტების პურიფიკაცია (პრაიმერებისგან, ნარჩენი დეზოქსინუკლეოტიდებისგან, ფერმენტებისგან, მატრიქსის ნუკლეინის მჟავასგან, არასპეციფიკური PCR-პროდუქტებისგან) წარმოებს ფორეზის ოთახში. გასუფთავების მიზნით, იყენებენ შემდეგ მეთოდებს: პურიფიკაციას ელექტროფორეზით აგაროზას გელში, სვეტებზე, ფერმენტულ პურიფიკაციას;
- დნმ-ის ხარისხის/რაოდენობის შეფასება (საჭიროების შემთხვევაში, განზავებასაც მიმართავენ) წარმოებს ფორეზის ოთახში, აგაროზას გელში ელექტროფორეზით ან სპექტროფოტომეტრიით;
- PCR ანალიზი ტერმინატორების გამოყენებით ტარდება სექვენსერში;
- ტერმინატორებთან რეაგირების შემდეგ, მიღებული ამპლიფიცირებული პროდუქტის დამატებითი გასუფთავება მინარევებისაგან (მარილებისგან, ჭარბი დიდეზოქსინუკლეოტიდებისგან) წარიმართება ფორეზის ოთახში. გამოიყენება პურიფიკაციის შემდეგი საშუალებები: ეთანოლით გასუფთავება, იზოპროპანოლით გასუფთავება, გელის ფილტრაცია, მემბრანის ფილტრაცია;
- ნიმუშის რეზუსპენზირება (ფორმამიდში ან წყალში) ტარდება ფორეზის ოთახში;
- ნიმუშის ჩატვირთვა სექვენსერში.

აღჭურვილობის დაგეგმვისა და განთავსების თაობაზე მიღებულმა გადაწყვეტილებებმა უნდა უზრუნველყოს გამოკვლეული მასალის სწორი გადაადგილება ტექნოლოგიური პროცესის

განმავლობაში. სრულად უნდა გამოირიცხოს ჰაერის ნაკადების დინება არასტერილურ უბნებსა და სხვადასხვა PCR ობიექტს შორის.

მკაცრად იკრძალება მასალის გადატანა საპირისპირო მიმართულებით.

PCR ლაბორატორია აღჭურვილი უნდა იყოს წყლით, კანალიზაციით, ელექტროენერგიით და გათბობით, მოქმედი კანონმდებლობის შესაბამისად. ყველა ლაბორატორიული დაწესებულება უზრუნველყოფილი იქნება სათანადო ბუნებრივი და ხელოვნური განათებით. ყველა სამუშაო ოთახში, პრე-ბოქსში უნდა იყოს ხელის დასაბანი ნიჟარა.

როდესაც ხდება ახალი PCR ლაბორატორიების მშენებლობა ან არსებულის გარემონტება, შენობა-ნაგებობები უნდა იყოს აღიჭურვოს პერიოდული გაწოვის ან გამწოვი ვენტილაციით. PCR ლაბორატორიის შენობაში ჰაერის წნევის სხვაობა მიიღწევა ჰაერის სხვადასხვა ნაკადის მიმოცვლის სიჩქარით.

PCR ლაბორატორიის შენობაში ჰაერის ნაკადების მიმოცვლის სიჩქარე უნდა შეესაბამებოდეს ცხრილში 6.1 მოცემულ მაჩვენებლებს.

ცხრილი 6.1.

ჰაერის მიმოცვლის სიჩქარე (მ³ / სთ) PCR-ლაბორატორიების შენობა-ნაგებობებში

შენობის დასახელება	შემოდინება: ჰაერის მიმოცვლის სიჩქარე (მ³/სთ)	გაწოვა: ჰაერის მიმოცვლის სიჩქარე (მ³/სთ)
ბიომასალის მიღების, რეგისტრირების, დათვალიერების და პირველადი დამუშავების უბანი	5	6
ნუკლეინის მჟავების გამოყოფის უბანი	5	6
სარეაქციო ნარევების მომზადების და PCR-ის ჩატარების უბანი	5	5
ამპლიფიკაციის პროდუქტების ელექტროფორეზით დეტექციის უბანი	5	7

PCR ლაბორატორიის "გასტერილებული" და "გაუსტერილებელი" (ფორეზისა და ELIZA-ს უბნები) ზონებისთვის მიწოდების და გაწოვის სავენტილაციო დანადგარები უნდა იყოს აღიჭურვოს ცალ-ცალკე.

სავენტილაციო სისტემის არარსებობის შემთხვევაში, ნიმუშების დაბინძურების რისკის შემცირება მიიღწევა PCR ლაბორატორიის შენობაში ჰაერის ნაკადების მიმოცვლის შეზღუდვით (ტერიტორიული დანაწევრების გზით).

საჭიროების შემთხვევაში, PCR ლაბორატორიაში შეიძლება დამონტაჟდეს კონდიციონერები იმ პირობით, რომ ისინი გამოყენებული იქნება ტექნოლოგიურ პროცედურებს შორის შესვენებების დროს. საკვლევ მასალებთან მუშაობისას კონდიციონერები უნდა გამორთოთ.

შენობის ინტერიერის მოწყობა ხდება მათი ფუნქციური დანიშნულების შესაბამისად. ლაბორატორიულ ოთახებში კედლების, იატაკისა და ჭერის ზედაპირები უნდა იყოს გლუვი, ნაპრალების გარეშე, ადვილად დასამუშავებელი და სარეცხი/სადეზინფექციო საშუალებების მიმართ გამძლე. იატაკი არ უნდა იყოს მოლიპული.

ფანჯრები მჭიდროდ უნდა იკეტებოდეს. სამუშაო ადგილების მზის სხივებისგან დასაცავად რეკომენდებულია მინებზე გაიკრას მსუბუქი დამცავი ლენტები (აპკები), რომლებიც გამძლეა სადეზინფექციო საშუალებების მიმართ. აკრძალულია ჟალუზების გამოყენება შენობაში.

ლაბორატორიის ავეჯს უნდა ჰქონდეს სარეცხი და სადეზინფექციო საშუალებების მიმართ გამძლე საფარი. მაგიდების ზედაპირს არ უნდა ჰქონდეს ნაკაწრები და ნაჭდევები.

PCR ანალიზის ყველა ეტაპისათვის შენობა აღჭურვილია დამონტაჟებული ბაქტერიციდული ნათურებით 2.5 ვტ /მ^3. რეკომენდებულია დამატებით მობილური UV ბაქტერიციდული დამასხივებელი-რეცირკულატორის გამოყენება.

PCR-ლაბორატორია აღჭურვილი უნდა იყოს ადგილობრივ ელექტრონულ ქსელთან დაკავშირებული სატელეფონო, კომპიუტერული და საოფისე ტექნიკით.

PCR-ლაბორატორია აღჭურვილია ხანძრის ჩამქრობი საშუალებებით.

6.4 ICAR-ის რეკომენდაციები აკრედიტირებულ ლაბორატორიებთან დაკავშირებით. მსოფლიო მოთხოვნები ლაბორატორიების მიმართ, აკრედიტაციის წესები. საცნობარო ლაბორატორიების მუშაობის პრინციპები.

მოლეკულური ბიოლოგიის, განსაკუთრებით გენომიკის მიმართულებით ჩატარებული კვლევები, ახალ ინფორმაციას გვაწვდის სამრეწველო ცხოველების შესახებ. ერთი მხრივ, მოლეკულური ინფორმაციის გამოყენებამ შეიძლება ხელი შეუწყოს მომხმარებელთა ნდობის გაზრდას მონიტორინგის პასუხისმგებლობის და სხვადასხვა ეტაპზე ცხოველების წარმოების კონტროლის მიმართ. მეორეს მხრივ, მოლეკულური ინფორმაცია დადებითად აისახება ცხოველური თვისებების გენეტიკურად გაუმჯობესებაზე, რაც მიიღწევა გენომური სელექციის, მარკერების, გენის ინტროგრესიის, ჰეტეროზისის უზრუნველყოფის, გენეალოგიური ვერიფიკაციისა და გენეტიკური დეფექტის მატარებლობის სტატუსის განსაზღვრის გზით. შემთხვევათა უმეტესობაში, გენეტიკურ შეფასებაზე დაყრდნობით, მოლეკულური ინფორმაციის გამოყენების სარგებლიანობას განაპირობებს ცხოველების შეჯვარების დიდი სიზუსტით წარმართული პროცესი, თაობებს შორის დროის ინტერვალების შემცირება და გამრავლების ინტენსივობის გაზრდა. ამ მიღწევების ფონზეც კი, საჭიროა კვლევების გაგრძელება და სრულყოფა, რათა დადგინდეს ასოციაციური კავშირი გენეტიკური მარკერებსა და სასარგებლო თვისებებს შორის. გარდა ამისა, გენომის შესახებ ინფორმაციის სელექციის სქემებში ჩართვის შემთხვევაშიც კი, აუცილებელია გავითვალისწინოთ გენების მოქმედება, გენების ურთიერთქმედება და დიფერენცირებული ექსპრესია, რათა თავიდან ავიცილოთ თანხმლები უარყოფითი გამოვლინებები. მეცხოველეობის ინდუსტრიასა და მეცნიერებას შორის თანამშრომლობა საჭიროა, რათა გენეტიკური ინფორმაცია წარმატებით იქნეს გამოყენებული კომერციული პირუტყვის პოპულაციების მიმართ [ICAR Guidelines].

6.4.1 გენეტიკური მარკერები

გენეტიკური მარკერები გენეტიკის მთავარი მოლეკულური იარაღებია. მე -20 საუკუნის 60-იანი წლებიდან დაიწყეს სისხლის ჯგუფებობრიობის შესწავლა და მისი, როგორც პირველი დნმ-მარკერის გამოყენება ცხოველების შეჯვარებაში. მოგვიანებით დაიწყეს მიკროსატელიტების (MS)

შესწავლა, ხოლო 1990-იანი წლებიდან დღემდე გამოიყენება ერთეული ნუკლეოტიდის პოლიმორფიზმის (SNP) კვლევა. SNP და MS არის დნმ-ის პოლიმორფული ნაწილები კონკრეტული ქრომოსომის სპეციფიკურ ლოკუსში (ალელში).

მიკროსატელიტები არის დნმ-ის მონაკვეთები, რომლებიც შეიცავს ტანდემურ ნუკლეოტიდურ (ჩვეულებრივ, დინუკლეოტიდურ ან ტრინუკლეოტიდურ) განმეორებადობებს. ამგვარი სეგმენტები „მიმობნეულია“ მთელ გენომში, ისინი არამაკოდირებელი უბნებია და შესაბამისად, თავისუფალი არიან სელექციური ზეწოლისაგან. მიკროსატელიტები, როგორც წესი, გამოიყენება გენეტიკური აფინურობის დონის შესაფასებლად, შიდასახეობრივი და სახეობათშორისი პოლიმორფიზმების დასადგენად, სხვადასხვა სახეობისა და პოპულაციის წარმომავლობის შესასწავლად.

ერთეული ნუკლეოტიდის პოლიმორფიზმი (SNP) გენეტიკური ცვალებადობის ყველაზე გავრცელებული ტიპია: ყველა SNP არის ცვალებადობა მხოლოდ ერთი ნუკლეოტიდის დონეზე. SNP-ები მრავლადაა ცხოველების ყველა სახეობის გენომში. გენომიკისთვის ყველაზე ინფორმატიულია ის SNP, რომელიც ტრადიციულად მდებარეობს: (ა) მაკოდირებელ უბნებში, სადაც იგი იწვევს ალელურ ცვლილებებს და განსხვავებული ალელები ცვლიან კოდირებული ცილის სტრუქტურას ან ფუნქციას; ან (ბ) არამაკოდირებელ უბნებში, რომლებიც მონაწილეობენ გენის მარეგულირებელ ფუნქციაში. გენომის სელექციის თვალსაზრისით, მნიშვნელოვან ინფორმაციას გვაწვდის გენომის სხვა ნაწილებში განლაგებული SNP-ებიც, რადგან ისინი შესაძლოა დაუბალანსებელ კავშირში იყოს ფენოტიპური ცვლილებების გამომწვევ ალელებთან.

ამგვარი კვლევების ერთ-ერთი უპირატესობა ისიც არის, რომ SNP-ების შესახებ კომპლექსური პარალელური მონაცემების დამუშავება, რომელიც შრომატევადი სამუშაოა და ზოგჯერ ათასობით ან ასობით ათას SNP-ის ტესტირებას გულისხმობს, მაღალეფექტიანი მეთოდია უდიდესი რაოდენობის ცხოველთა გამოსაკვლევად. ამჟამად, ამ სქემის მიხედვით, ცხოველთა გენოტიპების შემსწავლელ მეწინავე ლაბორატორიებს შეუძლიათ წელიწადში 100000-ზე მეტი ცხოველის მონაცემების დამუშავება. ამრიგად, დიდი SNP პანელების არსებობა ხელს უწყობს იმ მუტაციების მოძიებას, რომლებიც მარტივი ან კომპლექსური ნიშან-თვისებების გენეტიკური ვარიაციების საფუძველია. ამგვარი კვლევები ასევე ხელს უწყობს გენებთან ან გენის ნაწილებთან დაკავშირებული ნიშნების დეტექციას და დააჩქარებს გენომის სელექციის სტრატეგიის შემუშავებას.

ცნებები და განმარტებები

ცხრილი 6.2

მოლეკულურ გენეტიკაში გამოყენებული ცნებების მიმოხილვა, გენომიკა და ელემენტარული ანალიზი

ცნება	განმარტება
ცხოველის იდენტურობის დადასტურება	პროცესი, რომელშიც გენომურ მარკერებს იყენებენ, რათა დადასტურდეს გარკვეული ქსოვილური ნიმუშის და გარკვეული ცხოველის იდენტურობა.
გენომიკა	ტექნოლოგიათა სპექტრი, რომელიც განსაზღვრავს ცხოველის გენეტიკურ შენებას გენის დონეზე და ცხოველის გენომის დნმ-მიმდევრობას.

ჰაპლოტიპი	გენეტიკური მარკერების ალელების ჯგუფი, რომლებიც მემკვიდრეობით არის მიღებული ერთი მშობლიდან. გენეტიკური მარკერები ერთ და იმავე ქრომოსომაშია და, ჩვეულებრივ, მოიცავს ამ ქრომოსომის გარკვეული სიგრძის სეგმენტს.
ICAR აკრედიტაცია	ICAR-ის მიერ აღიარება, რომ ორგანიზაციამ წარმოადგინა საკმარისი მტკიცებულებები, რომ ის აკმაყოფილებს ICAR-ის მოთხოვნებს.
იმპიტირება	ცხოველის უცნობი გენოტიპის განსაზღვრა გენეალოგიურ და სხვა გენეტიკური მარკერების მონაცემებზე დაყრდნობით. ჩვეულებრივ, ის გამოიყენება SNP-ს ან SNP-დან მიკროსატელიტის იმპიტირების საფუძველზე.
MAF	მინორული ალელების სიხშირე
დედისეული ხაზით წინაპრების შესახებ ვარაუდების დაშვება	პროცესი, რომელშიც იყენებენ მდედრიდან მემკვიდრეობით მიღებულ ჰაპლოტიპებს სავარაუდო მამრის საიდენტიფიკაციოდ.
მიკროსატელიტები	ტანდემური ნუკლეოტიდური განმეორებადობების შემცველი დნმ-ის სეგმენტები, ძირითადად დინუკლეოტიდების ან ტრინუკლეოტიდების შემცველობით. მათ კიდევ უწოდებენ STR-საც - მოკლე ტანდემურ დნმ-განმეორებადობებს.
მამობის დადგენა (ანალიზი)	გენოტიპების ზოგადი ანალიზი, რომელიც მოიცავს მამობის დადგენის სკრინინგს, მამობის დეტექციას და დედისეული ხაზით წინაპრების პროგნოზირებას.
მამობის დამდგენი ტესტი	პროცესი, რომელიც სავარაუდო მშობლების გამოკვლევის საშუალებას იძლევა, ჩვეულებრივ, მამის და ზოგჯერ - დედისაც. ის ემყარება გენოტიპების წყვილების შესწავლას, რომლის საფუძველზე იდენტიფიცირდება სავარაუდო (ყველაზე მაღალსარწმუნო) მამა და/ან დედა.
მამობის ვერიფიკაცია	პროცესი, როდესაც ცხოველებში სავარაუდო მშობლიური ფორმების გენოტიპებს იკვლევენ (მამრს და/ან მდედრს), რათა დაადგინონ მათგან ერთ-ერთია მშობელი თუ ორივე.
QTL (რაოდენობრივი ნიშნების ლოკუსი)	გენომის ნაწილი, რომელიც ზემოქმედებს რაოდენობრივ ნიშნებზე (ზრდის სიჩქარეზე, წონაზე, სიმაღლეზე). მას შეიძლება ჰქონდეს მცირე (<0.01%) ან დიდი (> 5%) ზეგავლენა ფენოტიპზე. რაოდენობრივი ნიშნების ლოკუსები (QTL) ფართო მასშტაბით არის გავრცელებული მთელ გენომში.
მამობის ვერიფიკაცია მამრის გამოკვლევის საფუძველზე	მამობის ვერიფიკაციისგან მხოლოდ იმით განსხვავდება, რომ იკვლევენ მხოლოდ მამრ ინდივიდს.
SNP	ერთეული ნუკლეოტიდის პოლიმორფიზმი: ერთი ნუკლეოტიდის ჩანაცვლება დნმ-ის მიმდევრობაში.

6.4.2. დნმ-ტექნოლოგიების გამოყენება

მამობის განმარტება და მშობლიური ფორმების დადგენა

სანამ SNP მარკერებით გენოტიპირებას შემოიღებდნენ, გენეტიკური მარკერების გამოყენების ძირითადი კომერციული დანიშნულება მამობის დადგენით შემოიფარგლებოდა. ტრადიციულად, მამობის ტესტი ემყარებოდა ნათესაური კავშირების გამორიცხვას (კერძოდ, მამრის ან მდედრის), თუ ამ ცხოველის გენოტიპი არ ემთხვეოდა წყვილიდან რომელიმეს. ცხოველების სათანადო წყვილების გამოვლენის ალბათობა დამოკიდებული იქნება გამოყენებული მარკერების რაოდენობაზე, ლოკუსებში ალელების რაოდენობაზე, პოპულაციაში ალელების დაბალ სიხშირეზე, სავარაუდო მშობლების რაოდენობაზე და შესაძლებელ კოპულაციათა რიცხვზე. ცხოველთა გენეტიკის საერთაშორისო საზოგადოება (www.isag.us) სახეობა-სპეციფიკური მიკროსატელიტური პანელებისა და SNP მარკერების გამოყენების რეკომენდაციას გვთავაზობს (ისარგებლეთ დანართი 1-ში მოცემული ბმულით). მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვისთვის ICAR– მა შეიმუშავა SNP Origin Kit, ICAR554, რომელშიც შედის რეკომენდებული ISAG პანელი და სხვა ინფორმაციული თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი SNP-ები. ეს პანელი საშუალებას იძლევა დიდი სიზუსტით დადასტურდეს მამობა. ამრიგად, ICAR554 პანელი შეიძლება გავრცელდეს სხვადასხვა ქვეყანაში და კონკურენტებზე მამობის ტესტის ანალიზისთვის. არ არსებობს იმის საფრთხე, რომ სხვებმა შეიძლება გამოიყენოს ის გენომური სელექციის მნიშვნელობათა პროგნოზირებისთვის. ICAR და Interbull Centre თანამშრომლობენ GenoEx პლატფორმასთან - საერთაშორისო გენოტიპირების სამსახურთან, (აღწერილია მე-5 თავში), რომლის მთავარი მიზანია ხელი შეუწყოს მამობის ანალიზს SNP-ს სტანდარტიზებული გენოტიპების ურთიერთგაცვლის გზით.

მომხმარებელთათვის შეთავაზებული ცხოველური პროდუქტების მიკვლევადობა და ავთენტიფიკაცია

არაერთმა კრიზისმა, მათ შორის, მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის ენცეფალოპათიამ, გაზარდა მოთხოვნილება ამ ტიპის გამოკვლევებზე.

გენეტიკური მარკერები გამოიყენება ცხოველური წარმოშობის პროდუქციის ხარისხის ეტიკეტირების ავთენტიფიკაციისთვის, რაც დაკავშირებულია გეოგრაფიულ ადგილმდებარეობასთან, სპეციფიკურ ჯიშებთან ან მათ შორის შეჯვარების საკითხებთან. ამისათვის საჭიროა ერთ სახეობაში შემავალი თითოეული ჯიშისთვის მოლეკულური სტანდარტების დაწესება ან ალელთა სიხშირეების დადგენა. დიდძალი ინფორმაცია მოდის ჯიშებში გენეტიკური მრავალფეროვნების საკითხებისადმი მიძღვნილი კვლევებიდან. განსაკუთრებით საინტერესოა ის გენები, რომელთა ინტენსიურად შერჩევა შეიძლება თითოეულ პოპულაციაში. თუკი დაგროვდება SNP-სა და სუფთა ჯიშის გენოტიპირებული ცხოველების შესახებ საკმარისად დიდი მასალა, შესაძლებელი იქნება წინასწარ განისაზღვროს ყველაზე პერსპექტიული ჯიშის ინდივიდების კომპოზიცია.

ჯიშების გამოსაყვანად საჭირო მოლეკულურ-გენეტიკური ინფორმაცია მარკერების სქემებისათვის

რაოდენობრივ თვისებებს, როგორც წესი, მრავალრიცხოვანი გენები აკონტროლებს. თუმცა, ზოგიერთი გენი ზოგჯერ გავლენას ახდენს მრავალრიცხოვან ნაირგვარ ნიშან-თვისებებზე. მაგალითად, მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის გაორმაგებული კუნთური მასა განპირობებულია მიოსტატინის გენით; რძის კომპონენტები რძეში, Burul-ის ჯიშის ნაყოფიერება და პოლიოვულაციის ფენომენი დაკავშირებულია DGAT1 გენთან. რადგან ცხოველის გენოტიპი უცვლელი რჩება მთელი სიცოცხლის განმავლობაში, განსაკუთრებული ინტერესი ჩნდება დნმ-ის შესახებ იმ ინფორმაციის მიმართ, რომელიც QTL-ს უკავშირდება და პროდუქტიულობის ნიშნებზე მოქმედი მარკერების იდენტიფიკაციის გზით მოიპოვება. ასევე საინტერესოა თვით გენის იდენტიფიკაციასთან და მის მიზეზობრივ პარამეტრებთან დაკავშირებული საკითხებიც. მაგრამ როცა საქმე გვაქვს კომპლექსურ ნიშან-თვისებებთან, იზრდება მარკერების დიდი ნაკრების საჭიროება, რათა მოლეკულური ინფორმაციაზე დაყრდნობით შეირჩეს სათანადო გადაწყვეტილებები. გენომური ინფორმაციის შემოტანა სელექციაში მნიშვნელოვანი კრიტერიუმია იმ მახასიათებლებისთვის, რომელთა გაზომვა რთული და ძვირია და/ან შრომატევადი. 2018 წლისთვის იდენტიფიცირებული იყო >116000 მსხვილფეხა საქონლის, >10 000 ქათამი, >28 000 ღორი და >2000 ცხვარი, რომელთა რაოდენობრივი ნიშნების განმსაზღვრელი ლოკუსები დაკავშირებულია ეკონომიკურად მნიშვნელოვან ნიშან-თვისებებთან, როგორიცაა: ჯანმრთელობა, სხეულის აღნაგობა, რძის პროდუქტიულობა, ნაყოფიერება და ექსტერიერი. ცხოველთა გენომის კვლევის ეროვნულმა პროგრამის მიერ ორგანიზებული AnimalQTLdb მონაცემთა ბაზა შეიცავს დღეს არსებულ ინფორმაციას მსხვილფეხა საქონლის, ქათმის, ცხენის, ღორის, კალმახისა და ცხვრის QTL მონაცემების შესახებ.

კომპლექსური და ეკონომიკური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი ნიშან-თვისებებისათვის, გენეტიკური მარკერები და გენომური სელექცია იძლევა მნიშვნელოვან სასელექციო შესაძლებლობებს. ზოგადად, გენეტიკური მარკერები და გენომიკა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ჯიშების გამოყვანაში. გენომიკას ასევე შეუძლია ხელი შეუწყოს სელექციის ინტენსივობის გაზრდას, ვინაიდან საშუალებას იძლევა წინასწარ განჭვრიტოთ გენომური სელექციის მნიშვნელობები ცხოველთა მრავალრიცხოვან ჯგუფებში და, შესაბამისად მეტი კანდიდატი გვყავდეს შესარჩევად.

დაავადების მიმართ რეზისტენტულობა და გენეტიკური დეფექტები

ნიშან-თვისებების კიდევ ერთი ჯგუფი მოლეკულური მონაცემებისა და გენომიკის გამოყენების მაღალი პოტენციალით ასოცირდება დაავადების მიმართ რეზისტენტულობასთან. არსებობს მთელი რიგი მულტიფაქტორული ან კომპლექსური დაავადებები, რომლებიც ცხოველთა გენომის გარემოს კომპონენტებთან ურთიერთქმედების შედეგად ყალიბდება. დაავადების მიმართ რეზისტენტულობის სიმპტომები ყველაზე რთული წარმოსაჩენია გენეტიკური განვითარების პროგრამებში ჩასართავად, რადგან ისინი ცხოველის დაავადების სტატუსის ხარისხობრივ შეფასებას საჭიროებს და კიდევ, აუცილებელია მის შინაარსზე და გარემოს მდგომარეობაზე სისტემატური კონტროლი, რათა დადგინდეს გარემოს ზემოქმედება ცხოველის ჯანმრთელობაზე. ამიტომ, თუ რეზისტენტობასთან ასოცირებული გენები ან გენეტიკური მარკერები სწორად არის შერჩეული, რეზისტენტული ცხოველების სელექცია მათი გენომური ინფორმაციის საფუძველზე იქნება შესაძლებელი. მრავალი დაავადების მიმართ რეზისტენტულობასთან ასოცირებული გენების იდენტიფიკაცია მოითხოვს ექსპერიმენტულ პირობებს. ამჟამად, გენეტიკური ანალიზი გამოიყენება მონოგენური რეცესიული გენეტიკური

დაავადებების ჰეტეროზიგოტური მატარებლების გამოსავლენად. მერძეულ მსხვილფეხა რქოსან პირუტყვში ასეთი დაავადებების მაგალითებია: ხერხემლის ძლიერგამოხატული გამრუდება (CVM), ბრაქისპინას სინდრომი (BY), ქოლესტერინის ნაკლებობა (CD); აგრეთვე გენები ან ჰაპლოტიპები, რომლებიც ემბრიონების დაღუპვას ან მკვდრადშობადობას იწვევს. 2018 წელს OMIA-მ (Online Mendelian Inheritance in Animals) შეადგინა მეცხოველეობის 770-ზე მეტი ნიშნის ან გენეტიკური დეფექტის ჩამონათვალი. ამ დაავადებათა გამომწვევი ალელების ან მათთან ასოცირებული ჰაპლოტიპების ჩართვა ჯიშების გამოყვანის პროგრამაში საშუალებას მისცემს მწარმოებლებს შეამცირონ გენეტიკური დეფექტების რისკი და მაქსიმალურად გაზარდონ გენეტიკური პროგრესი სასარგებლო ნიშან-თვისებების მხრივ.

6.4.3 ტექნიკური ასპექტები

რეკომენდებულია დნმ-ის ნიმუშების სისტემური აღება ცხოველთა რამდენიმე პოპულაციაში. დნმ-ის გამოყოფა შესაძლებელია სხეულის ნებისმიერი ბირთვიანი უჯრედიდან. ახლა უკვე ხელმისაწვდომია სისხლიდან (სისხლის თეთრი უჯრედებიდან), სპერმიდან, ნერწყვიდან (ეპითელური უჯრედებიდან), თმის ფოლიკულებიდან, კუნთებიდან, კანიდან, შინაგანი ორგანოებიდან (როგორიცაა ღვიძლი, ელენთა და ა.შ.) დნმ-ის ექსტრაქციის პროტოკოლები. ერითროციტები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფრინველთა ჯიშების გამოყვანაში, რადგან ფრინველებში ეს უჯრედები ინარჩუნებენ ბირთვს, მაგრამ ერითროციტები ამ მიზნით არ გამოდგება ცხოველთა უმეტესობაში. ქსოვილის მცირე რაოდენობაა საჭირო დნმ-ის რუტინული ანალიზისთვის. ამასთან, თუ საჭიროა ინდივიდის დნმ-ის განმეორებით გამოყენება (გენომის სრული სექვენირების, მიკვლევადობის (გადასამოწმებლად), ალელების ვალიდაციის შემოწმების ...მიზნით) ყურადღებით განიხილება და ოპტიმიზირდებ სხვადასხვა პროტოკოლით მიღებული დნმ-ის შენახვის, ექსტრაქციის, ხარისხისა და რაოდენობის ხარჯები. სინჯის ასაღებად საყოველთაოდ მიღებული მეთოდებია თმის ფოლიკულების ან ქსოვილის ნიმუშების აღება (ხშირად იღებენ პერფორატორით ყურიდან) და დახუფულ ჭურჭელში მოთავსება. სინჯად გამოდგება სისხლის ლაქები ფილტრის ქაღალდზე და ცხვირიდან გამორეცხილი მასალა.

შესაძლებელია ცენტრალიზებული მონაცემთა ბაზის ორგანიზება, რომელიც გენეტიკური ინფორმაციის ძირითად გამოყენებას უკავშირდება:

- მამობის შემოწმება, დადგენა და/ან დეტექცია;
- ხორცის პროდუქტების მიკვლევადობა;
- ჯიშების იდენტიფიკაცია ან ჯიშების მრავალფეროვნება;
- ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ნიშან-თვისებები.
- მონაცემთა ბაზის ცხრილები შეიძლება იყოს შემდეგი მონაცემები:
- ცხოველის იდენტიფიკაცია სათანადო ბმულებით ცხოველისა და მისი მონათესავე ორგანიზმების სრული ინფორმაციით;
- გენეტიკური მარკერების რაოდენობა (n);
- თითოეული მარკერის სტანდარტული სახელწოდება i (სადაც i = 1, n);
- შესაბამისი მარკერის ნომერი, მაგალითად dbSNP ID;
- ალელები მარკერი i-სათვის;
- მარკერ i-ს ადგილმდებარეობა გენომში;
- უცნობი (დაუდგენელი) ალელის გავლენა ცილაზე
- ალელის ფენოტიპური გამოვლინება
- კავშირი სხვა ნიშნებთან.

გენომის დიდი მონაცემთა ბაზის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ასპექტი არის გარანტია იმისა, რომ ინდივიდუალური ცხოველის გენოტიპი ნამდვილად ამ ცხოველს ეკუთვნის. ცხოველთა გენომების დიდი ბაზები ემყარება SNP-მონაცემებს, ამიტომ ამ შემთხვევაში ყურადღება გამახვილებულია გენომის ხარისხის კონტროლზე. საჭიროა როგორც სინჯების ხარისხის კონტროლი, ასევე SNP-ის ხარისხის კონტროლის სისტემა. ამიტომ სასურველია ამგვარი სისტემები ადრევე, წინდაწინ შემუშავდეს.

ინფორმაცია სტანდარტიზაციაზე, რომელიც გენების ან ლოკუსების ნომენკლატურას უკავშირდება, მოცემულია ბმულებში:

- https://www.genenames.org/about/guidelines/#!#genenames
- http://varnomen.hgvs.org/

დნმ-ტექნოლოგიებთან დაკავშირებული ICAR სერვისები

2018 წლიდან ICAR გთავაზობთ დნმ-სთან დაკავშირებულ სამი სახის მომსახურებას. თითოეული დაკავშირებულია მამობის ანალიზთან ამა თუ იმ ფორმით, როგორც ეს ნაჩვენებია ქვემოთ.

ICAR– ის აკრედიტაცია გენოტიპირების ლაბორატორიებისთვის:

- დნმ-ის გენოტიპირების სერვისების ხარისხის შემოწმება ISAG (ცხოველთა გენეტიკის საერთაშორისო საზოგადოების) ტესტის გამოყენებით;
- მიკროსატელიტებზე დაფუძნებული ტესტით მამობის დადგენა;
- დნმ-ის ინტერპრეტაციის ცენტრების აკრედიტაცია;
- წარმომავლობის და/ან მამობის დადგენა;
- თანამშრომლობა Interbull Center-თან;
- SNP მარკერების ურთიერთგაცვლა წარმომავლობის ვერიფიკაციისთვის და/ან დასადგენად.
- დნმ-ის საიდენტიფიკაციო ცენტრების აკრედიტაცია.

6.4.4 დნმ-გენოტიპირების სერვისების მიმწოდებელი ლაბორატორიების აკრედიტაცია

იმის გათვალისწინებით, რომ მოლეკულური მონაცემების გამოყენების ნებისმიერ შემთხვევაში, საჭიროა მაღალი ხარისხის სტანდარტების დაცვა, ICAR-მა შემოგვთავაზა აკრედიტაციის სერვისი, რომელიც ითვალისწინებს გარკვეულ მინიმალურ მოთხოვნებს იმ ლაბორატორიებისთვის, რომლებიც უკვე რამდენიმე წელია დნმ-გენოტიპირების მომსახურებას ეწევიან. აკრედიტაციის ძირითად მოთხოვნებში შედის ცხოველთა გენეტიკის საერთაშორისო საზოგადოების (ISAG) მიერ შემუშავებული და შემოთავაზებული ხარისხის უზრუნველყოფის მართვის მინიმალური შიდა სტანდარტების დაცვა და, აგრეთვე, საერთაშორისო ტესტში მონაწილეობა.

ამასთან, ამ ლაბორატორიებს ზოგადად უკვე აქვთ გაანალიზებული მიღებული გენოტიპები, მიკროსატელიტური და/ან SNP-ანალიზზე დაყრდნობით მამობის განსაზღვრისთვის, მათ შორის, ჩატარებული აქვთ წარმომავლობის ვერიფიკაცია ან ცხოველის იდენტურობის დადასტურება. ICAR-ის აკრედიტაციის სამსახურმა ადრე აღიარა გენოტიპირების ლაბორატორიები, როგორც აკრედიტირებული ორგანიზაციები, რომლებიც მამობის ანალიზს ადგენენ ტექნიკური სიზუსტის გადამოწმების გარეშე. 2018 წლიდან ამოქმედდა აკრედიტაციის სამსახური დნმ-ის იმ

ცენტრებში, რომლებიც ახდენენ დნმ-ის მონაცემების ინტერპრეტირებას SNP-ზე დაფუძნებულ მამობის ანალიზზე დაყრდნობით. ამ სამსახურმა ჩაანაცვლა უწინ არსებული აკრედიტაცია SNP-ზე დაფუძნებული ვერიფიკაციის საფუძველზე. იგეგმება მსგავსი პროცედურები მიკროსატელიტებზე დაფუძნებული მამობის ანალიზის აკრედიტაციის ICAR– ში შემოღებისთვის, თუმცა ამჟამად მოქმედი აკრედიტაციის პროცედურა გენოტიპირების ლაბორატორიებისთვის კიდევ ძალაში რჩება.

მსხვილფეხა საქონლის მიკროსატელიტური და SNP გენოტიპებისათვის გათვალისწინებულია შემდეგი აკრედიტაციის სახელმძღვანელო მითითებები. მომავალში შეიძლება განისაზღვროს მინიმალური მოთხოვნები სხვა სახეობებისთვის და დნმ-ის სხვა ანალიზების მიმართაც.

მოქმედების სფერო

ეს სახელმძღვანელო მითითებები შეეხება იმ გენოტიპირების ლაბორატორიების ICAR-აკრედიტაციას, რომლებიც აანალიზებენ პირუტყვის ბიოლოგიურ ნიმუშებს მიკროტელიტური და/ან SNP-გენოტიპირებით, რომელთა გამოყენება შემდგომ შესაძლებელია მამობის დასადგენად, გენოტიპის იმპუტაციისთვის, გენომური სელექციის მნიშვნელობების და გენომის სელექციის სტრატეგიებთან დაკავშირებული სხვა საქმიანობის გასაანალიზებლად. აკრედიტაციის აღნიშნული პროცესი ასევე მოიცავს მიკროსატელიტურ ტესტირებას მამობის დასადგენად. ICAR აკრედიტაციისთვის, რომელიც დაკავშირებულია SNP-ზე დაფუძნებული მამობის ვერიფიკაციასთან, გენოტიპირების ლაბორატორიებმა უნდა წარმოადგინონ განაცხადი ICAR-ში და დნმ-ის ინტერპრეტაციის ცენტრებში პარალელური აკრედიტაციისთვის, როგორც ეს აღწერილია ქვემოთ.

ICAR აკრედიტაციის წესები და რეკომენდაციები გენოტიპირების ლაბორატორიებისთვის

აკრედიტაციის პროცესი მოიცავს შემდეგ საფეხურებს:

- *განაცხადის გაკეთებას აკრედიტაციისთვის*
- *შესაბამისი გადასახადების გადახდას*
- *განცხადების განხილვას*
- *აკრედიტაციის მინიჭებას*

ლაბორატორიის აკრედიტაცია

ამჟამად, მიკროსატელიტური ანალიზის (STR) შედეგების საფუძველზე ჩატარებული კვლევების აკრედიტაციისთვის საჭიროა ISO17025 ან ISO9001 აკრედიტაცია. ICAR სტანდარტი, რომელიც მოქმედებს 2020 წლიდან, მოითხოვს გენოტიპირების ლაბორატორიების აკრედიტაციას ISO17025 ან ექვივალენტური ნორმის შესაბამისად, შიდა მენეჯმენტის სისტემების ხარისხის უზრუნველსაყოფად, რაც SNP-ზე დაფუძნებული აკრედიტაციისათვის სავალდებულო მოთხოვნაა. გარდა ამისა, ISO9001 სერთიფიკატი ძალაშია 2020 წლიდან და მხოლოდ ISO17025, ან ექვივალენტი ნორმა შეიძლება შეესაბამებოდეს ამ დონის აკრედიტაციას, რაც უზრუნველყოფს მიკროსატელიტური (STR) აკრედიტაციის შიდა მენეჯმენტის სისტემების ხარისხს.

ცირკულარულ ტესტირებაში მონაწილეობა და პრეზენტაცია

ISAG ორგანიზებას უწევს საერთაშორისო ცირკულარულ (შესადარებელ) ტესტირებას როგორც მიკროსატელიტების, ასევე SNP-გენოტიპირების ლაბორატორიებისათვის. ISAG-ში მონაწილეობა

და ამ ცირკულარული ტესტირებისთვის წარდგენა უნდა იყოს ღია და სერტიფიცირებული, ასეთის არსებობის შემთხვევაში. განმცხადებლებმა ასევე ხელი უნდა მოაწერონ შეთანხმებას, რომელიც ISAG-ს უფლებამოსილს ხდის გაამჟღავნოს ICAR-თვის ჩატარებული მათი ცირკულარული ტესტის შედეგები. სულ მცირე, ორ ISAG ცირკულარულ ტესტირებაში მონაწილეობა მინიმალური მოთხოვნაა. ISAG მიკროტელიტური ცირკულარული ტესტირებისთვის, გენოტიპირების ლაბორატორიებმა უნდა წარმოადგინონ ინფორმაცია 12 ISAG მიკროსატელიტური ნაკრების შესახებ. ექსპერტთა კომისია განსაზღვრავს თითოეული ცირკულარული ტესტის ლიმიტებს, ტესტის სტრუქტურას და ცირკულარულ ტესტირებაში ლაბორატორიების საშუალო წლიურ მაჩვენებლებს. მხოლოდ იმ ლაბორატორიებს, რომლებიც მიაღწევენ I ხარისხის შედეგს ISAG წლიურ ცირკულარულ ტესტირებაში, ავტომატურად მიენიჭებათ ICAR აკრედიტაცია როგორც გენოტიპირების ლაბორატორიებს, ხოლო უფრო დაბალი დონის ლაბორატორიების აკრედიტაციის გადაწყვეტილებას იღებს ექსპერტთა კომისია.

მიკროსატელიტების მარკერები. მითითებული უნდა იყოს ყველა მიკროსატელიტის დასახელება ყველა ცხოველისგან აღებული სინჯებისთვის (მარკერების ნაკრები I), უცნობი წარმომავლობის მასალისთვის (მარკერების ნაკრები II) და ბოლო ორი წლის განმავლობაში ყველა ცხოველისგან აღებული სინჯებისთვის. მინიმალური მოთხოვნა საერთაშორისო ტესტირებისთვის არის 12 ოფიციალური ISAG მიკროსატელიტური მარკერის სრული ნაკრები. საკმარისი ლაბორატორიული გამოცდილების უზრუნველსაყოფად, მიკროსატელიტური კონტროლისათვის სერტიფიკაციის მინიმალურ მოთხოვნად განისაზღვრა წელიწადში 500 ცხოველის ანალიზი.

თითოეული მარკერის (2 მშობლის ან 1 მშობლის) და მარკერების სრული კომპლექტის გამორიცხვის ალბათობა უნდა იყოს გაანგარიშებული და მოცემული განაცხადში. აღწერილი უნდა იყოს პოპულაციის ტიპი და ცხოველების რაოდენობა (მინიმუმ 150), რომლებიც გამოიყენება გამოთვლებისთვის. ICAR რჩევაა გამოიყენოთ ჰოლშტეინის ჯიში, როგორც მითითებული ჯგუფი. მაგრამ ICAR-ის ექსპერტთა კომისია მიიღებს გადაწყვეტილებას აკრედიტაციის თაობაზე პოპულაციის ანალიზზე დაყრდნობით.

SNP-მარკერები. აუცილებელია მითითებული იყოს ყველა SNP-გენოტიპი ორივე მარკერის ჯგუფის ცხოველებზე და მინიმუმ ბოლო ორი წლის განმავლობაში გენოტიპირებულ ყველა ცხოველზე. მინიმალური მოთხოვნაა ცხოველების ყველა გენოტიპისთვის ISAG-ის მიერ რეკომენდებული ნაკრებიდან მინიმუმ 95 SNP-ის გამოყენება.

მარკერების ნომენკლატურა

მარკერების ნომენკლატურა აღწერილი უნდა იყოს. ISAG ნომენკლატურა აუცილებელია როგორც ოფიციალური 12 მარკერის ნაკრებისთვის, ისე SNP-მარკერის ნაკრებებისთვის.

იმ ორგანიზაციების აკრედიტაცია, რომლებიც ატარებენ SNP-ზე დაფუძნებულ მამობის ანალიზს

SNP-გენოტიპირების დანერგვის შემდეგ, დნმ-ის გენოტიპირება შეიძლება ამოღებულ იქნეს ლაბორატორიული საქმიანობის ფუნქციებიდან, როგორც მამობის ვერიფიკაციისთვის და განსაზღვრისთვის გამოსაყენებელი საშუალება. ამიტომ, ICAR-მა დააწესა ცალკე აკრედიტაცია SNP-ზე დაფუძნებული გენოტიპების შედეგების გამოყენებისთვის, რომლებიც შეიძლება ჩატარდეს ლაბორატორიების, ჯიშთა ასოციაციების, გენეტიკური შეფასების ცენტრებისა და

ნებისმიერი სხვა ორგანიზაციების მიერ, რომლებიც ჩართული არიან მამობის ვერიფიკაციისა და/ან SNP–გენოტიპირების მონაცემთა დამუშავების საქმეში.

სერვისის მომწოდებლებს შეუძლიათ გამოიყენონ სხვადასხვა ლაბორატორია განსხვავებული ჯიშების ან სახეობებისთვის. ითვალისწინებს რა ცხოველთა იდენტიფიკაციისა და მამობის ვერიფიკაციის მნიშვნელობას, ICAR-მა გადაწყვეტილება მიიღო დაედგინა მინიმალური მოთხოვნები დნმ-ის გენოტიპირების შედეგების და სხვა ინფორმაციის გამოყენებისათვის, რათა:

- მოხდეს მამობის შემოწმება,
- განისაზღვროს მშობლები,
- დადასტურდეს ცხოველის მაიდენტიფიცირებელი მონაცემები.

ამ რეკომენდაციების მიზანია შექმნას საფუძველი მსხვილფეხა საქონლის SNP-გენოტიპებზე დამყარებული იმ პროცესების აკრედიტაციისთვის, რომლებსაც იყენებენ ორგანიზაციები. მომავალში შეიძლება განისაზღვროს მინიმალური მოთხოვნები ცხოველთა სხვა სახეობების და დნმ-ის სხვა ტესტების მიმართ.

მოქმედების არეალი

ეს სახელმძღვანელო მითითებები განკუთვნილია იმ ორგანიზაციების ICAR-აკრედიტაციისთვის, რომლებიც SNP-ზე დაფუძნებული ტესტის შედეგებს იყენებენ მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის მამობის გასაანალიზებლად, მათ შორის, მამობის ვერიფიკაციისთვის, წარმომავლობის დასადგენად და/ან ცხოველის იდენტიფიკაციის დასადასტურებლად.

6.5. ბიოლოგიური მასალის მედიუმ-ნიმუშების აღების მეთოდები

6.5.1 ხარისხის ინდექსების განსაზღვრისათვის მედიუმ- ნიმუშების აღების ტექნოლოგია და მათი მოკლე- თუ გრძელვადიანი შენახვის მეთოდები

მთლიანი ანალიტიკური პროცესი შეიძლება დაიყოს სამ თანმიმდევრულ ეტაპად: ნიმუშის შერჩევა, მისი საანალიზოდ მომზადება და ანალიზი. ეს ეტაპები დეტალურად არის აღწერილი სხვადასხვა ლიტერატურაში [Senchenko B.S., 2001; Ermolaev A.P,, 1998; Zhitenko P.V., 2001; Pronin V.V., 2012].

სამუშაოს შესრულების მეთოდი. მეთოდურად სწორად შერჩეული რძის მედიუმ-ნიმუში მისი ხარისხის მაჩვენებლების სწორად განსაზღვრისათვის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პირობაა. მისი აღება შესაძლებელია უშუალოდ ფერმაში, მოსაწველ ოთახში, რძის მიმღებ პუნქტებში და ა.შ. ინდივიდუალური ცხოველიდან ან ცხოველთა ჯგუფებიდან მედიუმ-ნიმუშების აღებამდე ჯერ უნდა გაეცნოთ მათ პროდუქტიულობას, ფერმის ყოველდღიურ სამუშაო განრიგს და წინასწარ გაამზადოთ ნიმუშის აღების შემდეგ ნიმუშიანი ბოთლების (კონტეინერების) შესანახი ადგილი [Senchenko BS].

თუ სინჯის აღების დღეს დარღვეულია კვების რეჟიმი ან ყოველდღიური რუტინული რეჟიმი, ნიმუშის აღება აღარ ხდება. თითოეული ძროხისაგან აღებული რძის ხარისხის ინდექსების განსაზღვრისას, ყველა ცხოველის მოწველა ერთდაიმავე მწველავის მიერ უნდა ხდებოდეს. მედიუმ- ნიმუშების აღებისას, მნიშვნელობა არ აქვს, რომელ ნიმუშს აიღებთ თავდაპირველად, მთავარია ნიმუშები აღებულ იქნეს ყველა ნაწველიდან. რა თქმა უნდა, თუ ტესტირებები ნიმუშების აღებისთანავე უნდა ჩატარდეს (2-2,5 საათიან ინტერვალში), უფრო მოსახერხებელია სინჯი აიღოთ შუადღეს (სამჯერადი წველის შემთხვევაში) ან საღამოს (ორჯერადი წველის

შემთხვევაში). თუ ნახირი დიდია და ერთ ჯერზე ყველა ნიმუშის აღება შეუძლებელია, მაშინ პროცესს დაყოფენ და შეადგენენ ნიმუშების აღების გრაფიკს.

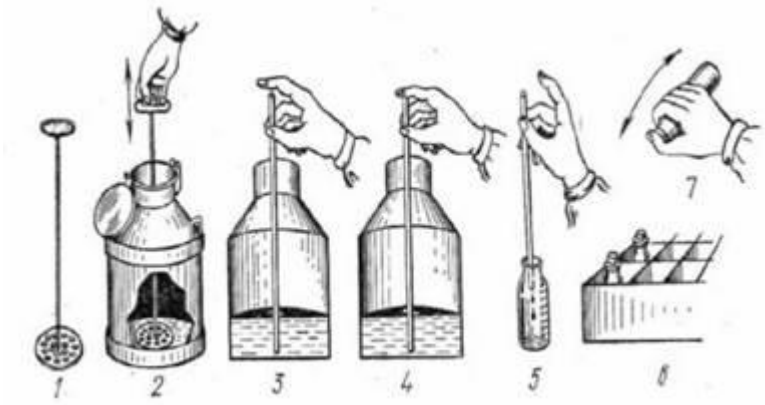
მოთხოვნების შესაბამისად, სრული ანალიზისთვის აღებული ნიმუშის მოცულობა უტოლდება დაახლოებით 0,5 დმ^3-ს (ლ). თუ მხოლოდ მჟავიანობა და ცხიმის შემცველობა უნდა განისაზღვროს, მაშინ საკმარისის ნიმუშის ნაკლები მოცულობაც - 50 სმ^3.

ნიმუშები უნდა მოთავსდეს სუფთა, მშრალ ბოთლებში (კონტეინერებში) ეტიკეტებით და კორპის საცობებით. მიკრობიოლოგიური გამოკვლევისთვის ნიმუშებს იღებენ სტერილურ სინჯარებში, ბოთლებში ან კოლბებში და ახურავენ ბამბის საცობებს.

ანალიზისთვის მედიუმ-ნიმუშების აღებისას, გარკვეული თანაფარდობა უნდა იყოს დაცული ნიმუშად ამოღებულ მასალის ოდენობასა და ჭურჭელში არსებულ მონაწველი რძის მოცულობას შორის. შესაბამისად. პროპორციულობა რეგულირდება აღებული ნიმუშების ჯერადობის (1, 2, 3) მითითებით, რომელსაც ყოველთვის იცავენ ნიმუშების აღებისას თითოეული ჭურჭლიდან ან დღიური მონაწველიდან ყოველი ცხოველისათვის; ან დაიანგარიშებენ რძის ოდენობას (სმ^3-ში), რომელიც უნდა აიღონ ჭურჭელში მოთავსებული რძის ყოველი კილოგრამიდან (ლიტრიდან).

ვინაიდან რძის ცხიმი საკმაოდ სწრაფად მოექცევა ზედაპირზე, სინჯის აღებამდე რძე კარგად უნდა აირიოს. მას შემდეგ რაც რძის ავზის დანაყოფებს ან კოლბებს ხუფს მოხდიან, სახურავებსა და კედლებზე დაგროვილ რძის ცხიმს შპატელით მოაცლიან და იმავე კოლბებში ან ავზებში ჩააბრუნებენ და ფრთხილად, 8-10 ჯერ იმეორებენ ზემოთ ამოსული ცხიმის ჭურჭლის ფსკერზე ჩაძირვის პროცედურას, რძეს ათქვეფავენ. ავტოცისტერნებში რძეს 3-4 წუთის განმავლობაში ურევენ.

სინჯის აღებისას უფრო ხშირად იყენებენ ერთ და იმავე ფორმის ჭურჭელს (სურათი 5) (რძის მრიცხველებს, სათლებს, კოლბებს), ლითონის ან პლასტმასის პიპეტებს, რომელთა შიდა დიამეტრი 9 მმ-ია. ამ მიზნით გამოყენებული ლითონისაგან დამზადებული პიპეტების, პატარა ნიჩბების თუ შპატელების ზედაპირი დაფარული უნდა იყოს ანტიკოროზიული შენადნობით. აკრძალულია ჟანგიანი, დაბინძურებული და დაზიანებული ხელსაწყოებით სინჯის აღება [Ermolaev A.P., 1998].



სურათი 6.34 რძის მედიუმ-ნიმუშის აღების პროცესის თანმიმდევრობა

1- რძის ასარევი; 2 – რძის შემრევი (მიქსერი); 3 - პიპეტის ჩაძირვა რძის ნიმუშის ასაღებად; 4 - საჩვენებელი თითის პოზიცია ნიმუშის გადატანამდე; 5 - რძის ჩასხმა ნიმუშის ბოთლში; 6 - რძის ნიმუშების შესანახი ყუთი; 7 - რძის მედიუმ-ნიმუშების შერევა ანალიზის ჩატარებამდე.

ნიმუშის აღებამდე, პიპეტს უნდა გამოვავლოთ ის რძე, საიდანაც ხდება ნიმუშის აღება. ამისათვის, პიპეტიდან რძეს ნელ-ნელა ამოწოვენ ისე, რომ ზედა ბოლოს ღიას ტოვებენ; პატარა ნიჩაბს კი უბრალოდ ავლებენ რძეში. რძის არევის შემდეგ, პიპეტს ნელ-ნელა ჩაძირავენ ჭურჭლის ფსკერზე ისე, რომ მილსა და ჭურჭელში რძის დონე მუდმივად ერთ დონეზე შენარჩუნდეს (სურათი 6.34). შემდეგ ზედა ბოლოს დააფარებენ ცერა თითს და რძე გადააქვთ მშრალ და სუფთა ბოთლებში (კონტეინერებში), სადაც მითითებულია ცხოველის სახელი ან მეურნეობის სახელი, სამუშაო ჯგუფი, მწველავის სახელი და სინჯის აღების თარიღი. ბოთლები თავდახურულია საცობებით და ინახება სპეციალურ ყუთებში

თუკი არ გვაქვს პიპეტები, ან რძე სხვადასხვა კონტეინერში ასხია, მაშინ ნიმუშის აღებისას მას ზომავენ გრადუირებული მენზურით ან ქიმიური ჭიქებით მას შემდეგ, რაც წინასწარ დაიანგარიშებენ ასაღებუ ნიმუშის წილს. მაგალითად, სამ კონტეინერში ასხია 215, 350 და 520, ანუ 1085 კგ რძე. სრული ანალიზისთვის საჭიროა 0,5დმ^3 რძე, ანუ ყოველი კილოგრამიდან 500/1085 = 0.46 სმ^3. მაშასადამე, 99 სმ^3 უნდა იქნეს აღებული პირველი კონტეინერიდან, 161სმ^3 - მეორიდან და 240 სმ^3 - მესამე კონტეინერიდან. დაანგარიშებულ მცირე რიცხვებს ამრგვალებენ, რათა მოსახერხებელი იყოს ანგარიშისთვის. როდესაც რძის ნიმუშს ყველა ძროხიდან აიღებენ, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს 1 ან 1A ძაბვის კონტროლის რელე საწველ ოთახში ან რძის ხაზში.

ნიმუშიანი ბოთლები სპეციალურ ყუთებში ინახება, რომლებიც ბუდეებად (უჯრებად) არის დაყოფილი. პერიოდულად ხდება ბოთლების შიგთავსის შენჯღრევა, რათა ხელი შეუშალონ ნაღების წარმოქმნას. თუკი საჭიროა ნიმუშების ტრანსპორტირება, ასეთ შემთხვევაში ბოთლების მოცულობის მხოლოდ 3/4 უნდა შეივსოს ნიმუშით. მათი ბოლომდე შევსება დაუშვებელია, რადგან ვერ მოხერხდება რძის არევა ანალიზის წინ.

თუ ნიმუშებს ერთდროულად იღებენ მიკრობიოლოგიური, ფიზიკურ-ქიმიური და ორგანოლეპტიკური ანალიზისთვის, ჯერ აღებულ უნდა იქნეს სინჯები მიკრობიოლოგიური კვლევისთვის, რისთვისაც სტერილური იარაღები და კონტეინერები უნდა გამოიყენონ.

თუნუქის ჭურჭელში აღებული გრძელი ვადით შესანახი ნიმუშები უნდა შეთბეს 35-40°C-მდე, კარგად აირიოს და გაგრილდეს 20 ± 2°C-მდე. ამ მიზნით, ნიმუშებს თავდაპირველად წყლის აბაზანაში ათავსებენ (წყლის ტემპერატურა - 46-50°C) და შემდეგ აგრილებენ 12-15°C ტემპერატურის წყალში [Zhitenko P.V., 2001; Pronin V.V.].

6.5.2 დნმ-ის ნიმუშის აღება ტესტირებისთვის

ბიომასალების ნიმუშების აღება დნმ-მარკერული ტესტირებისთვის ხორციელდება ვეტერინარების მიერ, რომლებიც ფერმაში არიან დასაქმებული ან რომლებსაც იწვევენ ცხოველთა მფლობელები.

დნმ-ის ნიმუშის აღება შესაძლებელია სხეულის ნებისმიერი ბირთვიანი უჯრედიდან. ახლა უკვე ხელმისაწვდომია პროტოკოლები დნმ-ის ექსტრაქციის შესახებ სისხლიდან (ლეიკოციტებიდან), სპერმიდან, ნერწყვიდან (ეპითელური უჯრედებიდან), თმის ფოლიკულებიდან, კუნთებიდან, კანიდან, შინაგანი ორგანოებიდან (როგორიცაა: ღვიძლი, ელენთა და ა.შ.). დამატებით, ფრინველებისთვის შეიძლება ერითროციტების გამოყენება, რადგან ისინი ინარჩუნებენ ბირთვს უჯრედის სხეულში მაშინ, როდესაც სხვა სახეობების უმეტესობაში ერითროციტები კარგავენ ბირთვს. რუტინული დნმ-ანალიზისთვის საჭიროა მცირე რაოდენობით მასალა. მაგრამ, თუ იქმნება საჭიროება ადამიანის დნმ-ის მრავალმიზნობრივი გამოყენებისთვის (მაგალითად, მთლიანი გენომის სექვენირება; მიკვლევადობა, პათოგენური ალელების არსებობის ალბათობა), მაშინ ყურადღებით უნდა იყოს შესწავლილი და ოპტიმიზირებული დნმ-ის შენახვის ხარჯები, წარმოების ხარჯები, სხვადასხვა პროტოკოლით მიღებული ხარისხი და რაოდენობა. დნმ-ის

მისაღებად წყაროდ ზოგად მეთოდებში განიხილავენ თმის ფოლიკულებს, ქსოვილის ნიმუშებს (ხშირად ყურებს). შეგროვება ხდება დახურულ ჭურჭელში, სისხლის ლაქებს იღებენ ფილტრის ქაღალდით ან ცხვირის ტამპონით.

<u>სისხლის ნიმუშის აღება</u>

ეს ხდება ანტიკოაგულანტში ან მარლის ტამპონზე. თუ მარლის ტამპონს იყენებენ, მას გაჟღინთავენ სისხლის სინჯით და გააშრობენ ჰაერზე. დნმ-ის ანალიზისთვის საკმარისია 0,5 მლ თხევადი სისხლი ან სისხლის 5x5 მმ. ლაქა მარლის ტამპონზე.

სისხლის შენახვის პირობები:

- თხევადი სისხლი - 5-7 დღე 4 °C ტემპერატურაზე ან რამდენიმე თვე -20 ° C ტემპერატურაზე;
- გამომშრალი სისხლი - ჰერმეტულად დახურულ მშრალ სათავსოში 5 წლამდე ვადით ოთახის ტემპერატურაზე, ან მაცივარში 4 °C ტემპერატურაზე.
- შესაძლებელია გამომშრალი სისხლი ფოსტით გაიგზავნოს გენეტიკური კონტროლის კომპანიაში (ლაბორატორიაში).

<u>სპერმის ნიმუშის აღება და შენახვა</u>

სინჯისთვის იღებენ 0,5-2 მლ ნატივურ სპერმას. დნმ-ის გამოსაყოფად სპერმას ისეთივე პირობებში ინახავენ, როგორც თხევად სისხლს.

<u>სინჯის აღება ბიოფსიის მასალებიდან</u>

ბიოფსიის მასალები შეიძლება იყოს სხვადასხვა წარმომავლობის. დნმ-ის ანალიზისთვის ვარგისია ცხოველების მონიშვნისას გამოყენებულ ყურის ქინძისთავზე დარჩენილი ნიმუშები. 5x 5 მმ. ქსოვილის ნაჭრების შენახვის ვადა არის 3-4 დღე 4°C ტემპერატურაზე, ხოლო გაყინულ მდგომარეობაში (-20 ° C და ქვემოთ) შენახვის ვადა შეუზღუდავია.

თითოეულ ნიმუშს აღებისას ეწერება ინდივიდუალური ნომერი. სინჯის აღების აქტის სტანდარტული ფორმა არ არსებობს და მისი რედაქტირება შეუზღუდავია. აუცილებელი მოთხოვნაა მხოლოდ ის, რომ აქტი შეიცავდეს ცხოველების სრულ სახელწოდებას, ნომრებს და ნიმუშებს სათანადო ნუმერაციით.

6.5.3 ბიოლოგიური მასალის ბანკების შექმნის ძირითადი პრინციპები

სამეურნეო ცხოველების გენეტიკური რესურსების კონსერვაციის აუცილებლობა

შინაური ცხოველების ადგილობრივ ჯიშებს არ შეუძლიათ კონკურენცია გაუწიონ კლასიკურ სპეციალიზებულ ჯიშებს ძირითადი პროდუქტიულობის თვალსაზრისით, მაგრამ მათ ახასიათებთ სხვა უაღრესად ღირებული თვისებები (ძლიერი აღნაგობა, პროდუქტიული გამოყენების გრძელვადიანობა, ინფექციური დაავადებების მიმართ მდგრადობა, მაღალი რეპროდუქტიულობა, ცხიმებისა და ცილების მაღალი შემცველობა რძეში, მაღალი გენეტიკური ეფექტი შეჯვარებისას და ა.შ.). ასე რომ, ისინი ატარებენ ღირებულ მემკვიდრეობით ნიშან-თვისებებს, რომელთა გარეშე ცხოველების შემდგომი გენეტიკური გაუმჯობესება შეუძლებელია. ჯიშების გაქრობასთან ერთად ქრება გენოფონდიც, რაც ამცირებს ეკონომიკურად სასარგებლო თვისებების მრავალფეროვნებას და ამით ზღუდავს გამრავლებას. ამიტომ, ამ ეროვნული მემკვიდრეობის კონსერვაცია მნიშვნელოვან სახელმწიფო საზრუნავს წარმოადგენს.

პოპულაციების გენური რეზერვების შენარჩუნება რთული ამოცანაა და ეკონომიკურ ხარჯებს უკავშირდება. აქედან გამომდინარე, უნდა განისაზღვროს რომელი ჯიშები უნდა შენარჩუნდეს; უნდა შემუშავდეს სელექციის კრიტერიუმები ჯიშებისა და ფორმებისათვის; მეთოდები გამეტების და ემბრიონების შესანარჩუნებლად; განისაზღვროს, როგორ გამოვიყენოთ ისინი მომავალში შეჯვარებისათვის.

ჯიშების გენოფონდის კონსერვაციისა და ეფექტიანი გამოყენების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა მათი ინვენტარიზაცია და ამის საფუძველზე გენეტიკური მრავალფეროვნების და ჯიშების სპეციფიკური მახასიათებლების მონაცემთა ბაზის შექმნა, მათ შორის გენეტიკურად ღირებული ჯიშების გამოვლენა და მათი ეფექტური გამოყენება სანაშენე პროგრამებში.

გათვალისწინებულია მოხდეს შინაური ცხოველების ჯიშების გენური ფონდის მრავალფეროვნებისა და გენეტიკური სტატუსის ობიექტური შეფასება, რისთვისაც გამოყენებული იქნება ერითროციტთა ანტიგენების, სისხლის შრატის ცილების, ქსოვილური ფერმენტების, ცილების სტრუქტურის და ციტოგენეტიკური ანალიზის მეთოდები.

ჯიშების გენოფონდის კონსერვაციის მეთოდები

გათვალისწინებულია ჯიშების გენოფონდის კონსერვაციის შემდეგი მეთოდები:

- სამეურნეო ცხოველების „წმინდა ხაზების“ სელექცია "სუფთა" პოპულაციების (როგორც ადგილობრივი, ასევე უცხოური) ჯიშების მოშენება დახურული გენოფონდების, რელიქტური მეურნეობებისა და ცხოველთა რეზერვების სახით;
- გაყინული სპერმის, კვერცხუჯრედების, ემბრიონების გრძელვადიანი შენახვა გენეტიკურ ბანკებში;
- გერმპლაზმისა და დნმ-ის, როგორც კოდირებული გენეტიკური ვარიაციების მატარებლების კონსერვაცია.

ადგილობრივი და გადაშენების პირას მყოფი სახეობების კონსერვაციის ფორმები და სამეურნეო ცხოველთა ჯიშები

ცხოველთა გენოფონდის კონსერვაციის საგანია ცხოველთა ნახირის (ჯოგების), ფერმების, რეზერვების კოლექტორების, ზოოპარკების გენოფონდები და გენეტიკური რესურსების კრიობანკები.

ჯიშების გენოფონდის კონსერვაციის რაციონალური ფორმაა პირუტყვის კონსერვაცია გენოფონდებში (მინიმუმ 2-3 ფერმაში).

- გენოფონდი ნახირში (ჯოგში): სუფთა ჯიშის ცხოველების ჯგუფი გამოყოფილია ცხოველის კონკრეტული ჯიშის გენოფონდის შესანარჩუნებლად.
- გენოფონდი ფერმაში: რომელიმე ეკონომიკური ერთეულის ცალკე ფერმა, სადაც გამოყვანილია მხოლოდ ერთი ჯიშის ორივე სქესის და ყველა ასაკობრივი ჯგუფის სუფთა ჯიშის ცხოველები.
- გენოფონდი მეურნეობაში, რეზერვი: აჯვარებენ ერთი ან რამდენიმე ჯიშის ცხოველს (სხვადასხვა ფერმის გენოფონდიდან შერჩეულს) და უზრუნველყოფენ ჯიშების სიწმინდეს.
- გენეტიკური რესურსების კრიობბანკი.

ცხოველების გენეტიკური რესურსების კრიობანკის მთავარი ამოცანა, სანაშენე საწარმოებში არსებული ბანკებისგან განსხვავებით, არის შექმნას რეზერვები და უზრუნველყოს განსაკუთრებული გენეტიკური ღირებულების ადგილობრივი, გადაშენების პირას მყოფი ცხოველების სპერმის, ემბრიონების, ოოციტების, სპეციალიზებული უცხოური ჯიშების მცირე კოლექციების გრძელვადიანი შენახვა და მათი გამოყენება შემდეგი მიზნებით:

- ჯიშების გამოყვანის ყველაზე მნიშვნელოვანი ამოცანების გადასაჭრელად (ახალი ჯიშების შესაჯვარებლად, ტიპებისა და ხაზების გამოსაყვანად, გენეალოგიური სტრუქტურის შესანარჩუნებლად და გასაუმჯობესებლად, კონსოლიდაციისთვის, არსებული ჯიშების ძირეული გაუმჯობესებისთვის);
- ცხოველთა სუფთა ჯიშების მოსაშენებლად, გენეტიკური მრავალფეროვნების შენარჩუნება გენოფონდების დახურულ პოპულაციებში - ნახირში (ჯოგებში), ფერმებში, გადაშენების პირას მყოფ და ადგილობრივი აბორიგენული ჯიშების კოლექტორებში და სპეციალიზებული ჯიშების რეპროდუცენტებში;
- სამომავლოდ, ცხოველთა ისეთი სუფთა ჯიშების გამოყვანისა და რეპროდუქციისთვის, რომლებიც გაქრნენ.

გენეტიკური რესურსების კრიობანკი არის სამეცნიერო-საწარმოო ერთეული და იქმნება კვლევით ცენტრებში, რომლებიც ეწევიან გენოფონდის შეფასებას, განსაზღვრავენ მისი შენარჩუნებისა და გამოყენების საჭიროებას, ფორმასა და მასშტაბებს თითოეული ჯიშისთვის. გენეტიკური მასალის შეძენა ხორციელდება სახელმწიფო ბიუჯეტის ხარჯზე.

6.6 ციტოგენეტიკური ანალიზის დროს გამოყენებული ლაბორატორიული კვლევის მეთოდები

6.6.1 ნიმუშების მომზადებისა და მათი მიკროსკოპული ანალიზის სამუშაო მეთოდების აღწერა

გენეტიკური ანომალიების დასადგენად, გენეტიკური კონტროლის კომპანია (ლაბორატორია) უზრუნველყოფს ცხოველების ციტოგენეტიკურ გამოკვლევას და ტესტირებას დნმ-მარკერებით.

ციტოგენეტიკური კონტროლი არის ცხოველის ქრომოსომული აპარატის მდგომარეობის, მისი მთლიანობის, კარიოტიპის სტრუქტურული და რაოდენობრივი დარღვევების კონტროლი.

ციტოგენეტიკური კვლევის მიზანია განისაზღვროს ქრომოსომული, ქრომატიდული თუ გენომური რაოდენობრივ-თვისებრივი ცვლილებებისა და დარღვევათა არსებობა-არარსებობის ფაქტი.

მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის, ცხვრის, თხისა და ცხენის ქრომოსომული ანალიზისთვის მასალად იყენებენ სისხლს, რომელსაც ცხოველს კისრის ვენიდან უღებენ; ღორებს კი სისხლს ყურის ვენიდან უღებენ.

ციტოგენეტიკური ნიმუშების მომზადება

ცხოველების სისხლის ნიმუშების ასაღებად და უჯრედების კულტივირებისთვის გამოიყენება 30მლ მოცულობის სამედიცინო ფლაკონები პლასტმასის ხრახნიანი თავსახურით, სტერილურად დახუფული პენიცილინის ფლაკონები.

ფლაკონებს შემდეგი თანმიმდევრობით ამზადებენ:

1. *ფლაკონები ირეცხება ან ცხელ წყალში გახსნილი სარეცხი ფხვნილით თუ ნატრიუმის ფოსფატით ან ნარევში, რომელიც შეიცავს: 1 წილი ტრილონ B (hd) და 2 წილი ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, გახსნილი 10 ლიტრ დისტილირებულ (გამოხდილ) წყალში;*
2. *მათ კარგად გამოავლებენ ჯერ ცხელ წყალს, შემდეგ გამოხდილ წყალს და ტოვებენ გამოხდილ წყალში მთელი ღამის განმავლობაში;*
3. *გამოაშრობენ ჰაერღუმელში (110°C);*

4. *გამოხარშავენ 2 საათის განმავლობაში;*
5. *გააშრობენ;*
6. *დაახურავენ მარლაში გახვეული გამბის საცობებს;*
7. *გაახვევენ პერგამენტში;*
8. *დააყოვნებენ 110°C ტემპერატურაზე დაახლოებით 2 საათის განმავლობაში;*
9. *დამუშავებული ფლაკონები იხუფება სუფთა, სტერილური პენიცილინის სახურავებით, შემდეგ იფარება პლასტიკური სახურავებით, რომელსაც უტოვებენ მცირე ზომის ღიობს, საიდანაც შპრიცის ნემსით შეჰყავთ საჭირო კომპონენტები.*

კულტურის დადგმა და კულტივირება ხდება სტერილურ ბოქსში. ბოქსის არარსებობის შემთხვევაში, ეს ოპერაციები ტარდება ჩვეულებრივ სუფთა ოთახში, რომელსაც მუშაობის დაწყებამდე, 2 საათის განმავლობაში ასხივებენ კედლის ბაქტერიციდული ნათურებით.

პერიფერიული სისხლის ლიმფოციტების კულტურის დადგმა

- *0,5 მლ სისხლი და შემდეგი შემადგენლობის საინკუბაციო ნარევი ინექციით შეჰყავთ ფლაკონებში:*
- *5 მლ საკვები არე 199 (Earle, Eagle) ან RPMI 1640;*
    - *მლ ინაქტივირებული მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვის ან ადამიანის IV ჯგუფის სისხლის შრატი ინაქტივირებისათვის (შრატს 1 საათით ათავსებენ წყლის აბაზანაში 56°C ტემპერატურაზე);*
- *0,01 მლ PHA "P" ან 0,1 მლ PHA "M" ან კონკანავალინი A;*
- *ანტიბიოტიკები - 100 ერთეული პენიცილინი და 100 მკგ სტრეპტომიცინი ან 0.001 მლ გენტამიცინი, გახსნილი საინკუბაციო ნარევის 1 მლ-ზე კონცენტრაციით.*

სუსპენზიას კარგად შეურევენ და ათავსებენ თერმოსტატში 37°C ტემპერატურაზე 48 საათის განმავლობაში.

კულტურის ფიქსაციამდე ორი საათით ადრე თითოეულ ფლაკონში შეჰყავთ კოლხიცინი საბოლოო კონცენტრაციით 0,05 მკგ/მლ. კოლხიცინის საწყისი (ძირითადი) ხსნარის დასამზადებლად მას ხსნიან გამოხდილ წყალში (10 მგ მშრალი კოლხიცინი 100 მლ წყალზე) და ინახავენ 4°C ტემპერატურაზე (ვარგისია 1-2 თვის განმავლობაში). მეტაფაზური და პრომეტაფაზის ადრეულ სტადიაზე მყოფი უჯრედებით მდიდარი ნიმუშების მისაღებად ფიქსაციამდე 2 საათით ადრე (შესაძლებელია ეს გაკეთდეს კოლხიცინის დამატებასთან ერთდროულად) კულტურას ემატება ეთიდიუმის ბრომიდის ხსნარი 5-10 მკგ/მლ საბოლოო კონცენტრაციით. ამ ეტაპის შემდეგ ნებადართულია მუშაობა არასტერილურ პირობებში.

პერიფერიული სისხლის ლიმფოციტების კულტურის ფიქსაცია და მეტაფაზური ქრომოსომების მომზადება

კულტივირების ბოლოს:

1. *ფლაკონების შიგთავსს გადაასხავენ ცენტრიფუგის სინჯარებში აცენტრიფუგირებენ 10-20 წუთის განმავლობაში 1000 ბრუნვა/წუთში სიჩქარით (ცენტრიფუგირების რეჟიმი იგივე რჩება ყველა შემდგომი პროცედურის დროს);*
2. *ახდენენ ზედმეტი სითხის ასპირაციას ან მას ფრთხილად გადაღვრიან;*
3. *ნალექს შეარხევენ და სინჯარას უმატებენ 37°C-მდე შემთბარ ჰიპოტონიურ ხსნარს (0,5%-იან KCl-ს);*

4. *უჯრედების სუსპენზია საფუძვლიანად აურევენ რეზინის საწვეთურიანი პასტერის პიპეტით;*
5. *ახდენენ მის ინკუბაციას 10 წუთის განმავლობაში 37°C ტემპერატურაზე;*
6. *აცენტრიფუგირებენ;*
7. *სუპერნატანტს მოაცილებენ;*
8. *უჯრედთა სუსპენზიას აფიქსირებენ ახლადდამზადებულ და საყინულეში გაცივებული ფიქსატორით (მეთილის სპირტი და ყინულოვანი ძმარმჟავა 3: 1 თანაფარდობით);*
9. *ფიქსირებული უჯრედების სუსპენზია ინახება მაცივარში 4°C ტემპერატურაზე 20 წუთიდან 20 საათამდე დროის პერიოდით;*
10. *უჯრედულ სუსპენზიას უცვლიან ფიქსატორს 2-3-ჯერ;*
11. *მიღებული უჯრედების სუსპენზია იხსნება მცირე რაოდენობით ახალ ფიქსატორში. ფიქსატორის ოდენობა შეირჩევა უჯრედების სასურველი სიმჭიდროვის გათვალისწინებით;*
12. *უჯრედული სუსპენზიის 3-4 წვეთს ათავსებენ სუფთა (ცხიმისაგან თავისუფა) სასაგნე მინაზე და ალზე მოწვავენ ან აშრობენ ცხელი ჰაერის ნაკადით.*

მიღებული ნიმუშის ხარისხი მიკროსკოპით ფასდება. ქრომოსომების გაფანტულობა მოწმდება ჩაბნელებული მიკროსკოპის ველში. თუ ქრომოსომების გაფანტვა არასაკმარისია, სუსპენზიას კიდევ ერთხელ გამოუცვლიან ფიქსატორს, ამჯერად მასში შემავალი კომპონენტების თანაფარდობის შეცვლით - 2:1 ან სინჯარაში ამატებენ რამდენიმე წვეთ ძმარმჟავას.

ქრომოსომების ნიმუშების რუტინული შეღებვა ხორციელდება აზურისა და ეოზინის საღებავების გამოყენებით. ორივე საღებავი მზადდება გამოხდილ წყალზე 0.15% ხსნარის სახით და ინახება დამუქებული მინის ბოთლებში. ხსნარები წინასწარ მზადდება, რადგან "მომწიფებული" ხსნარები უფრო ეფექტიანია.

უშუალოდ შეღებვამდე მზადდება სამუშაო ხსნარი: ეოზინის 0,15% ("მომწიფებული") ხსნარის 6 ნაწილი და გამოხდილი წყლის 9 ნაწილი. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მზა საღებავები: გამზადებული გიმზას საღებავი და გამზადებული აზურ-ეოზინის საღებავი. ამ შემთხვევაში სარგებლობენ რომანოვსკის მეთოდით. 0,5 მლ ორიგინალური საღებავის მისაღებად საჭიროა 10 მლ გამოხდილი წყალი.

ნიმუშების შეღებვა ხორციელდება შემდეგი თანმიმდევრობით: მზა საღებავით დაფარავენ სლაიდს ან სლაიდს ათავსებენ მინაში საღებავიან ქიმიურ ჭიქაში და აყოვნებენ რამდენიმე წუთით. ფერის ინტენსივობას შეაფასებენ მიკროსკოპქვეშ.

მიკროსკოპში უჯრედების ვიზუალური ანალიზის დროს ვლინდება დიდი ზომის ქრომოსომული ანომალიები, ესენია: აუტოსომების ცენტრული შერწყმა, ტანდემური შერწყმა, უჯრედების ქიმერიზმი სასქესო ქრომოსომების მიხედვით.

ცენტრული შერწყმის დასადგენად, დადებითი დასკვნისათვის ამ დარღვევის შემცველი 5-10 მეტაფაზური ფირფიტის არსებობაც საკმარისია. უჯრედის ქიმერიზმის დასადგენად (სასქესო ქრომოსომების მიხედვით) საჭიროა 10 მეტაფაზურ ფირფიტაში 2 X ქრომოსომის გამოვლენა.

ცენტრულ შერწყმაში ჩართული ქრომოსომების რაოდენობის დასადგენად, ატარებენ მორფომეტრიული ანალიზს ფოტობეჭდურ მასალაზე. არჩევენ მეტაფაზურ ფირფიტებს ოპტიმალური ქრომოსომული სპირალიზაციით და გადაუფარავი ქრომოსომებით. ქრომოსომების გამოსახულებებს ამოჭრიან და წყვილებად დააკრავენ ქაღალდზე. თითოეული ქრომოსომის სიგრძეს ზომავენ რამდენიმე მეტაფაზაში და განსაზღვრავენ მის ფარდობით სიგრძეს - მისი სიგრძის თანაფარდობას ქალის (X- ქრომოსომიან) ჰაპლოიდურ ნაკრებში შემავალი ქრომოსომების საერთო სიგრძესთან.

ლეიკოზის დიაგნოზისტირებისთვის, ციტოლოგიურ ნიმუშებში მიტოზების მოკლევადიანი ჰემოკულტურების არსებობა, რაც არ გვხვდება ჯანმრთელ პირუტყვში, არის პირველი ნიშანი, რომელიც მიუთითებს ამ დაავადებების სავარაუდო არსებობაზე.

მიკროსკოპში უჯრედების ანალიზს იწყებენ მიკროსკოპის მცირე (100-ჯერ) გადიდებით. მეტაფაზების ადგილმდებარეობა განისაზღვრება მიკროსკოპის მაგიდის კოორდინატებით. შემდეგ მათ აანალიზებენ მიკროსკოპის იმერსიულ გადიდებაზე (1000-ჯერ) და ახდენენ მიკროფოტოგრაფირებას.

ქრომოსომული დარღვევების აღრიცხვა

შეღებილი ნიმუშების ანალიზი იწყება მიკროსკოპის გადიდებით 100-200-ჯერ, მათი საერთო შეფასებით (ფასდება მიტოზური ინდექსი და მეტაფაზური ფირფიტების ხარისხი). მეტაფაზები კარგად განირჩევა და შეირჩევა დაბალ გადიდებაზე. მეტაფაზის ფირფიტების შერჩევის შემდეგ, ზოგიერთი მათგანს გამორიცხავენ, თუ ისინი შეუფერებელია ანალიზისთვის, რადგან:

- ქრომოსომები ერთმანეთზეა გადაფარებული, რაც ხელს უშლის მათ იდენტიფიკაციას და მათი საერთო რაოდენობის დათვლას;
- ყველა ქრომოსომა ვერ ხვდება მიკროსკოპის ხედვის არეალში 900-1000 ჯერ გადიდების პირობებში
- ქრომოსომა ძალიან წაგრძელებულია ან ძალიან მოკლეა;
- ხედვის არეალში შეიმჩნევა რამდენიმე შემთხვევით მოხვედრილი ქრომოსომა;
- ქრომოსომები არაჰომოგენურადაა შეღებილი, მეტაფაზური ფირფიტების ხარისხი
- დაბალია და სხვ.

6.7 მოლეკულურ-გენეტიკური ანალიზის მეთოდები

6.7.1 დნმ-ის და რნმ-ის გამოყოფის ძირითადი მეთოდების აღწერა

დნმ-ის და რნმ-ის გამოყოფა დიაგნოსტირებისთვის ნიმუშების მოსამზადებელი მნიშვნელოვანი ეტაპია. მის გარეშე ვერ ჩატარდება შემდეგი სამუშაოები: ამპლიფიკაცია, ამპლიფიცირებული პროდუქტების დეტექცია, კლონირება, სექვენირება, ჰიბრიდიზაცია და ა.შ.

ნუკლეინის მჟავები (NA) კომპლექსური პროტეინების - ნუკლეოპროტეინების კომპლექსის განუყოფელი ნაწილია, რომლებიც შედიან ცხოველების, ბაქტერიების, მცენარეების ყველა ცოცხალი უჯრედის და ვირუსების შემადგენლობაში. ნუკლეინის მჟავებს აქვთ მკვეთრად გამოხატული მჟავე თვისებები და დამუხტული არიან უარყოფითად (შესაბამისი ფიზიკური pH მნიშვნელობებით). ამით აიხსნება ნუკლეინის მჟავების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი თვისება - წარმოქმნან იონური ბმები მთავარ ცილებთან (ჰისტონებთან), მეტალის იონებთან (ძირითადად Mg^{2+}), აგრეთვე პოლიამინებთან (სპერმინთან, სპერმიდინთან) და პუტრესცინთან ურთიერთქმედებისას.

აქედან გამომდინარე, ცილების შემცველი კომპლექსებიდან ნუკლეინის მჟავების გამოსაყოფად, უნდა დაირღვეს ესოდენ ძლიერი და ელექტროსტატიკური კავშირები დადებითად დამუხტულ ცილის მოლეკულებსა და ნეგატიურად დამუხტულ ნუკლეინის მჟავას მოლეკულებს შორის.

თუ ნუკლეინის მჟავების წყაროა სისხლის, სპერმის ან ბიოპტატის ნიმუში, მაშინ საჭიროა შეირჩეს ყველაზე ოპტიმალური მეთოდი, რაც საშუალებას მისცემს მკვლევარს მიიღოს მინარევებისაგან კარგად გასუფთავებული პროდუქტის მაქსიმალური ოდენობა. უჯრედების კულტურებთან მუშაობისას, შესაძლებელია გამოყოფის უფრო მარტივი მეთოდების გამოყენება,

ვინაიდან NA-ს შემცველობა კულტურის მოცულობის პროპორციულად იზრდება [I.V. Dzyublyk, 2012].

6.7.2 ხსნარის პურიფიკაციის ტექნოლოგია ორგანული ექსტრაქციის მეთოდებით (ფენოლის, ქლოროფორმის გამოყენებით) და დნმ-ის შემდგომი სედიმენტაცია, გახსნა წყალში და TE-ბუფერში. დნმ-ის დიფერენცირებული სორბციის მეთოდები მყარ მატარებელზე

ნუკლეინის მჟავების იზოლაციის მეთოდები დამოკიდებულია შესწავლილი მასალის ტიპზე, მის ბუნებაზე, მახასიათებლებზე და ობიექტის თვისებებზე [O.S. Antonova, 2010; S. Herrington 1999].

NA გამოყოფის თანამედროვე მეთოდები სამი ეტაპისგან შედგება:

- უჯრედის დესტრუქცია (ლიზისი)
- ნუკლეაზების ინაქტივაცია
- გასუფთავება.

ხშირად, ლიზისის იდეალური პროცედურა რამდენიმე ტექნიკის კომპრომისული ვარიანტით მიიღწევა. ის უნდა იყოს საკმარისად ძლიერი, რომ დაშალოს მასალის წყაროს სტრუქტურა (მაგალითად, ქსოვილები) და, ამავდროულად, უნდა იყოს ნატიფი, რათა არ მოხდეს NA-ს დესტრუქცია. ლიზისის პროცედურა მოიცავს:

- მექანიკურ დესტრუქციას (დაქუცმაცება, ჰიპოტონური ლიზისი);
- ქიმიურ დამუშავებას (მაგალითად, ლიზისი დეტერგენტებით, კომპლექსების დისოციაციის გამომწვევი ნივთიერებებითს ან თიმოლის აღდგენი);
- ცილების ფერმენტული დაშლას (მაგ., პროტეინაზა K-ით).

უჯრედული მემბრანის დესტრუქციისა და უჯრედშიდა ნუკლეაზის ინაქტივაციის პროცესები შეიძლება გაერთიანდეს. ნუკლეაზის ინჰიბიტორებად გამოიყენება არასპეციფიკური დენატურაციის გამომწვევი აგენტები (იონური დეტერგენტები, ვერცხლისწყლის ჰიდროქსიდი, გუანინდიქლორიდი, გუანინდინისოთიოციანატი, ფენოლი, ქლოროფორმა და სხვ.), აგრეთვე სპეციფიკური ინჰიბიტორები. უჯრედის ლიზისისა და ნუკლეაზების ინაქტივაციის შემდეგ, უჯრედის მასა ადვილად მოსცილდება ფილტრაციით ან გამოლექვით.

დნმ-ის გამოყოფის ერთ-ერთი პოპულარული მეთოდი ემყარება უჯრედის ლიზისის გამოწვევას დენატურაციის გამომწვევი ძლიერი აგენტით - გუანინდინისოთიოციანატით (GuSCN) გამოყენებას მიერ და შემდგომ ახდენენ დნმ-ის სორბციას გადამტანზე. გუანინდინისოთიოციანატი არის ძალიან ძლიერი დენატურაციის აგენტი, რომელიც გამოიყენება ყველა უჯრედული ცილის (მათ შორის, RNAse-ს) ერთდროული ლიზირებისა და დენატურაციისთვის. მთელი რიგი გამორეცხვების შემდეგ, დნმ რჩება ნიმუშში, ის სორბირდება გადამტანზე, რომელსაც შემდეგ ადსორბენტიდან ადვილად ჩამოაცილებენ ბუფერით. მეთოდი მოსახერხებელია, ტექნოლოგიური და შესაფერისია ნუკლეინის მჟავის ნიმუშის მოსამზადებლად ამპლიფიკაციისთვის. ამავე დროს, დნმ-ის შეიძლება დაიკარგოს გადამტანზე შეუქცევადი ადსორბციის შემთხვევაში, აგრეთვე მრავალჯერადი გამორეცხვის პროცესში. ეს ფაქტი განსაკუთრებით საყურადღებოა, როდესაც საქმე გვაქვს ნიმუშში დნმ-ის მცირე რაოდენობებთან. გარდა ამისა, GuSCN მინიმალურმა ოდენობამაც კი შეიძლება გამოიწვიოს ამპლიფიკაციის რეაქციის ინჰიბირება.

დღეს მოლეკულურ ბიოლოგიაში იყენებენ მრავლობით მაღალგანვითარებულ ტექნოლოგიებს; მათ საფუძვლად უდევს უჯრედის ლიზისი გუანიდინის იზოთიოციანატით ან გუანიდინის

ქლორიდით, რასაც მოჰყვება ნუკლეინის მჟავების სორბცია სორბენტზე - სილიციუმის დიოქსიდის ნაწილაკებზე; ზოგჯერ ახდენენ რნმ-ის მჟავა – ფენოლის ექსტრაქციას და მის გამოცალკევებას იზოპროპანოლით. ეს მეთოდი გამოიყენება დნმ-ის ან რნმ-ის გამოყოფის მეთოდების სხვადასხვა მოდიფიკაციაში.

ნუკლეინის მჟავის გამოყოფის მეთოდები მათი ძირითადი ფიზიკური და ბიოქიმიური მახასიათებლების მიხედვით, შეიძლება დაიყოს შემდეგ კლასებად:

- თხევადი ფაზის მეთოდები
- მყარი ფაზის მეთოდები

<u>თხევადი ფაზის მეთოდები</u>

კლასიკური გამოყოფის მეთოდები. კომპლექსური წყაროს ნიმუშებიდან (სისხლი, ქსოვილები) NA-ს გამოყოფის კლასიკური მეთოდები მოიცავს ბიოლოგიური მასალის ლიზირებას დეტერგენტებით (სარეცხი საშუალებებით) ან დენატურაციის გამომწვევი საშუალებებით, ზოგჯერ იმ ფერმენტების თანაობისას, რომლებიც შლიან ცილებს. ამ ეტაპს მოსდევს რამდენიმე ეტაპი, სადაც გამოიყენება ორგანული გამხსნელები, როგორიცაა ფენოლი, ქლოროფორმი ან ეთანოლი. ცილების სრული დაცალკევება NA-სგან შეიძლება მიღწეულ იქნეს ნატრიუმის პერქლორატის დამატებით. დნმ-ისაგან რნმ-ის სეპარირებისთვის იყენებენ სელექციურ ინკუბაციას ლითიუმის ქლორიდთან ან მიმართავენ სპეციფიკური არაბირთვულ იზოლაციას გუანიდინის ქლორიდით ან გუანიდინის თიოციანატით ფენოლურ ექსტრაქციასთან ან ეთანოლით გამოლექვასთან კომბინაციაში.

მოცემული მეთოდები ზრდის NA დენატურაციის, ნიმუშის დაკარგვის ან ნიმუშების ჯვარედინი დაბინძურების ალბათობას, თუ რამდენიმე ნიმუში ერთდროულად დამუშავდება. როდესაც რნმ გამოყოფენ, ძალიან მაღალია მისი დაბინძურების რისკი დნმ-დან, რომელიც თავდაპირველ ნიმუშშია. სუფთა ნიმუშის მიღების სტანდარტულ მეთოდს საფუძვლად უდევს ის ფაქტი, რომ დნმ პოლარული მოლეკულაა და არ იხსნება ორგანულ გამხსნელებში. ტრადიციულად, დნმ-ის გამოსაყოფად ფენოლ-ქლოროფორმის ექსტრაქცია გამოიყენება. ფენოლში უჯრედის ლიზატის მორევისას ორი ფაზა ყალიბდება. დნმ არის ზედა (წყლიან) ფაზაში, ხოლო დენატურირებული ცილები - ქვედა (ორგანულ) ფაზაში. ამ მეთოდის მთავარი მინუსი არის ავტომატიზაციის ნაკლებობა, რადგან საჭიროებს თხევადი ექსტრაქტის ცენტრიფუგირების ეტაპს.

დნმ-სა და რნმ-ის ერთდროული გამოყოფის მეთოდები. არსებობს მეთოდები, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება გამოყოს როგორც დნმ, ასევე რნმ ერთი საკვლევი ობიექტიდან (ნიმუშიდან). ცნობილი მეთოდების უმეტესობა ჩირგვინისა და სხვ. მიერ შემოთავაზებული თავდაპირველი მეთოდის მოდიფიკაციებია. ამ შემთხვევაში გამოიყენება ძლიერი დენატურაციის საშუალებები, როგორიცაა გუანიდინის თიოციანატი და ცეზიუმ ტრიფლუოროაცეტატი ერთდროულად უჯრედის მემბრანის დასაშლელად და უჯრედშიდა რიბონუკლეაზების (RNAse) ინაქტივაციისთვის. ამ მეთოდის უარყოფითი მხარეებია ულტრაცენტრიფუგირების საჭიროება და ხანგრძლივი ანალიზი (ის 16-44 საათს მოითხოვს). თავის მხრივ, ცენტრიფუგირების ოპერაციის გარეშე წარმოებულ დნმ-ისა და რნმ-ის ერთდროული იზოლაციის მეთოდებსაც აქვთ ის უპირატესობა, რომ აქ გამოიყენება ფენოლი, რომელიც მოქმედებს როგორც ეფექტიანი დეპროტეინიზაციის საშუალება, იწვევს უჯრედების დაშლას და ცილების დენატურაციას. რნმ-საგან მაღალი მოლეკულური წონის დნმ-ის წარმატებული გამოყოფისთვის, თავდაპირველად ახდენენ ფენოლით ექსტრაქციას, შემდეგ კი - ორჯერადად ფენოლ-ქლოროფორმით ექსტრაქციას, რათა NA-ს შემცველ ხსნარს ერთდროულად მოაცილონ ცილები და ლიპიდები. NA-ს გამოსავლიანობის გაზრდის მიზნით, ოპტიმიზირებულია ექსტრაქციის ბუფერის კომპონენტები, მაგალითად, ბუფერის გარკვეული pH (pH 7,9) დეტერგენტის (0,2%-იანი ნატრიუმის დოდეცილ სულფატის) და შედარებით დაბალი

მარილის კონცენტრაციის (100 მმ. LiCl) თანაარსებობის პირობებში, შესაძლებელს ხდის, რომ NA ეფექტურად გამოყონ წყლიან ფაზაში და მოახდინონ ცილების დისოციაცია (გამოცალკევება); 10 mM EDTA ხელს უშლის ცილის კომპლექსების ფორმირებას და ქმნის ხელატის კომპლექსს Mg^{2+}-თან და ამ გზით აინჰიბირებს მაგნიუმზე დამოკიდებული ნუკლეაზების მოქმედებას.

მყარი ფაზის მეთოდები

მყარი ფაზის მეთოდების ძირითადი პრინციპები. ნუკლეინის მჟავის გამოყოფის მყარი ფაზის მეთოდებში გამოიყენება შემდეგი პროცესები და პრინციპები:

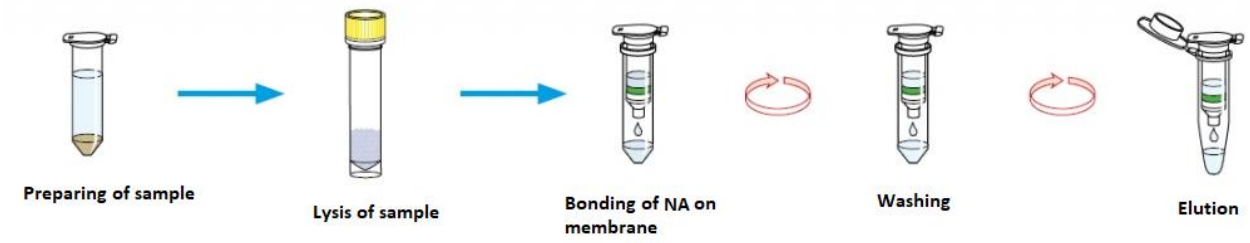
ა) წყალბადური ბმები არამოდიფიცირებული ჰიდროფილური მატრიქსით (კვარცით) კომპლექსური ნაერთების დისოციაციის პირობებში;

ბ) იონების მიმოცვლა წყალხსნარში, ჩვეულებრივ, ანიონ-გამცვლელების გამოყენებით;

გ) აფინურობა;

დ) ზომის გამორიცხვის მექანიზმები.

ნუკლეინის მჟავების ადსორბციის მყარი ფაზის სისტემები არის კვარცზე დაფუძნებული ნაწილაკები, მინის ბოჭკოები, ანიონ-გამცვლელი მატარებლები, რომლებსაც იყენებენ ქრომატოგრაფიულ სეპარაციის სვეტებში. მაგალითისათვის მოვიყვანთ გამზადებულ კიტებს NA-ს იზოლაციისთვის კვარც-მემბრანის გამოყენებით, რომლებიც წარმოებულია Macherey-Nagel (NucleoSpin), Qiagen (QiaAmp) და სხვების მიერ.



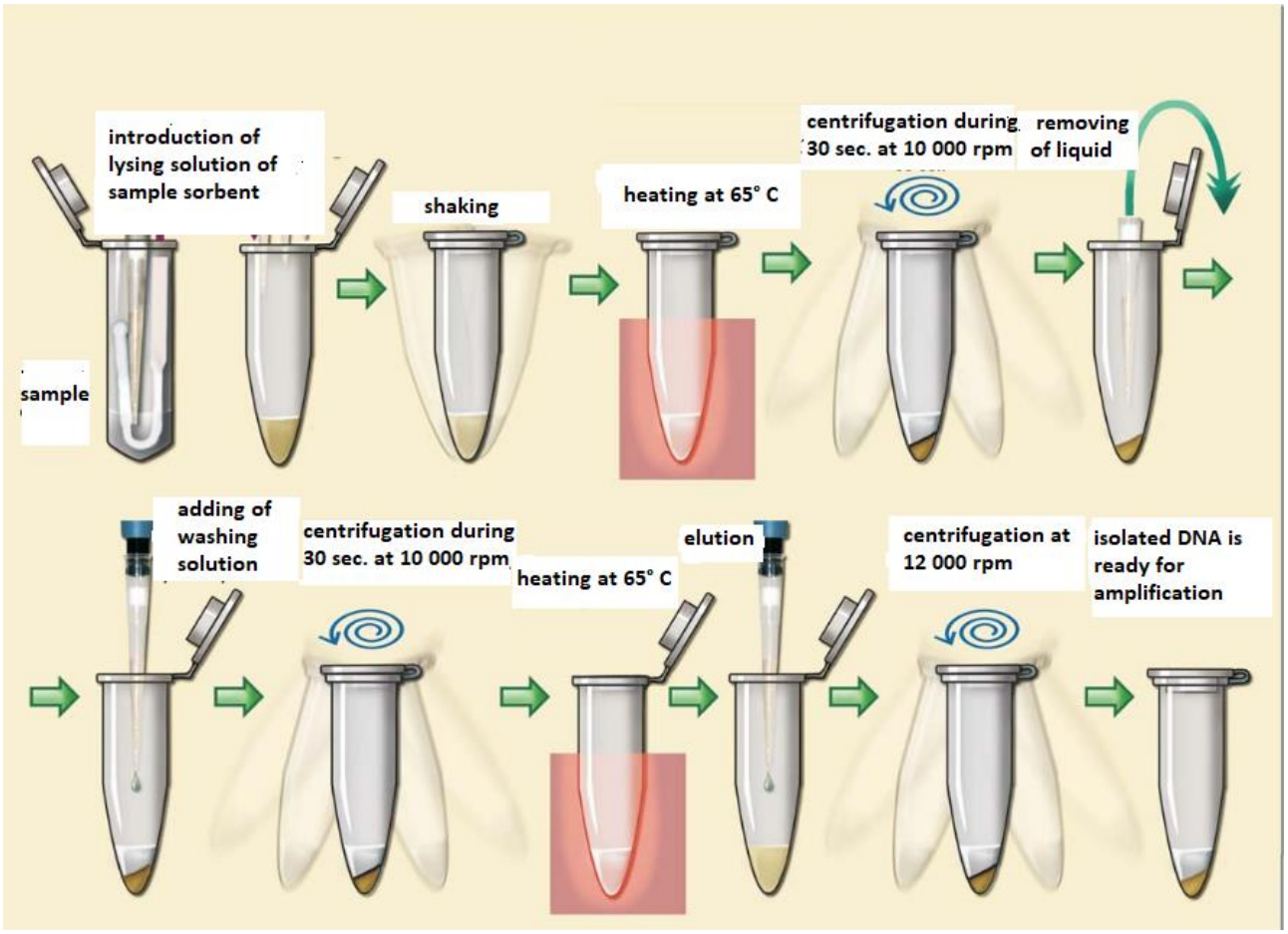
სურათი 6.38. დნმ-ის გამოყოფის სქემა კვარც-მემბრანიან spin-სვეტებზე

ეს მატარებლები გამოიყენება გასუფთავებული ნუკლეინის მჟავების გამოსაყოფად კომპლექსური ნაერთების დისოციაციის გამომწვევი მარილების მაღალკონცენტრირებული ხსნარებით (ნატრიუმის იოდიდით, ნატრიუმის პერქლორატით, გუანიდინის თიოციანატით). აღწერილია დიატომიური მიწის გამოყენება სორბენტად. ამ შემთხვევაშიც დაკავშირება ხდება დისოციაციის გამომწვევი მარილების თანაობისას. სხვა მეთოდებს საფუძვლად უდევს კომბინირებული მიდგომა - დეტერგენტებში შემავალი მასალების ნუკლეინის მჟავასთან დაკავშირება ან მყარი სორბენტის გამოყენება ნუკლეინის მჟავებთან დაკავშირებული ფუნქციურ ჯგუფებით კომბინაციაში პოლიეთილენგლიკანებთან და მაღალკონცენტრირებულ მარილებთან.

უნივერსალური ნიმუშის მომზადების მეთოდების კარგად ცნობილ ჯგუფი იყენებს Chilex-ის აფინურობის იონ-გამცვლელი საშუალებებს (დაბალი სორბენტული სიმძლავრე), რომლებიც მინისგან განსხვავებით არ შთანთქავენ დნმ-ს, არამედ შთანთქავენ იმ მინარევებს, რომლებიც ხელს უშლიან რეაქციას. როგორც წესი, ეს ტექნოლოგია შედგება ორი ეტაპისაგან: (ა) ნიმუშის ხარშვა უჯრედის კედლის დასაშლელად ან ლიზისის გამოწვევა არა PCR-მაინჰიბირებელი დეტერგენტებით და (ბ) ნუკლეინის მჟავების გამოყოფა ხსნარში და მინარევების სორბცია იონ-გამცვლელებში. მეთოდი არის მარტივი და ადვილად განსახორციელებელი. ამავდროულად,

არსებობს მინარევების შემცველი კლინიკური ნიმუშები, რომელთა მოცილება შეუძლებელია იონ-გამცვლელებით. გარდა ამისა, ზოგიერთი მიკროორგანიზმის უჯრედის კედლები არ ექვემდებარება დაშლას მხოლოდ დუღილით (გამოხარშვით). ამ შემთხვევებში საჭიროა ნიმუშის დასამუშავებელი დამატებითი ეტაპების გამოყენება.

ძალზე მოსახერხებელია ნუკლეინის მჟავების გამოყოფის მეთოდი, რომელიც შემოგვთავაზეს ბუმმა და სხვ. [Boom et al, 1990, Boomet al, 1999]. ეს მეთოდი მოიცავს უჯრედების ლიზისის სტადიას ძლიერი დისოციაციის გამომწვევი საშუალებით, რომელიც შლის უჯრედულ მემბრანებს და ინაქტივირებს უჯრედშიდა რნმ-ს გუანიდინ-ციანატით (GuSCN), რასაც მოსდევს NA-ის შემდგომი სორბცია გადამტანებზე (მინის ბურთულები, დიატომიური მიწა, მინის „რძე“ და ა.შ. .) და შემდეგ ადვილად ჩამოცილება ბუფერით. მაგალითად, სილიციუმზე დაფუძნებულ კიტებს (kit-ნაკრებებს) გვთავაზობენ AmpliSense, Synthol და სხვები. დნმ-ის იზოლაციის სქემა ასეთი კიტების გამოყენებით ნაჩვენებია სურათზე (სურ. 6.39).



სურათი 6.39. ნუკლეინის მჟავის გამოყოფის სქემა კვარცის გამოყენებით

ნუკლეინის მჟავა ხელახლა უკავშირდება მინას დისოციაციის მარილების (მაგ., გუანიდინის ქლორიდის, გუანიდინ თიოციანატის) მაღალი კონცენტრაციის შემცველობის პირობებში. ამ შემთხვევაში, მატრიქსთან ცილის დაკავშირება არ ხდება. დისოციაციის გამომწვევი ნაერთები ისეთი ნივთიერებებია, რომლებიც არღვევენ წყლის მოწესრიგებულ სტრუქტურას და ამით იწვევენ მემბრანების დესტრუქციას (მაგალითად, შარდოვანა, ნატრიუმის იოდიდი). ქიმიური დაკავშირების გარდა, დისოციაციის გამომწვევი საშუალებები უზრუნველყოფს უჯრედის მემბრანის დაშლას და უჯრედის ლიზისს ნუკლეინის მჟავის შემდგომი გამოყოფით. მინარევები ირეცხება ჯერ ქაოტროპული მარილით და შემდეგ ამ ქაოტროპულ მარილს აშორებენ 80%-იანი ეთანოლით. გასუფთავებულ ნუკლეინის მჟავას ჩამოაშორებენ მინას დაბალი იონური ძალის

მქონე ბუფერით. ამჟამად, მრავალი კომერციული ფირმა გვთავაზობს ნუკლეინის მჟავების სვეტების იზოლირებას მინის მატრიცით. ამ სვეტების გამოყენების მეთოდები მოიცავს ცენტრიფუგირების ან ვაკუუმით ასპირაციის ეტაპებს.

მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია მაგნიტურ დაცალკევებაზე. მაგნიტური მყარი მატარებლების გამოყენებას ბიოქიმიურ და მოლეკულურ-ბიოლოგიურ პროცესებში ბევრი უპირატესობა აქვს არამაგნიტური გამოყოფის მეთოდებთან შედარებით. როგორც წესი, მაგნიტი თავსდება სინჯარის კედელზე, რომელიც შეიცავს ნიმუშს, რათა მოხდეს სინჯარის კედლის სიახლოვეს ნაწილაკების მოგროვება და მოხერხდეს დარჩენილი ნაწილიდან ნიმუშის ამოღება. ამ გზით შესაძლებელია უჯრედის ლიზატის კომპონენტების გამოყოფა, რომლებიც ინჰიბირებს დნმ-პოლიმერაზასა და PCR-რეაქციას (მაგალითად, პოლისაქარიდები, ფენოლური კომპონენტები, ნეშომპალა). იზოლირების პროცესისთვის გამოიყენება მაგნიტური მატარებლები იმობილიზებული აფინირების ლიგანდებით ან მატარებლები, დამზადებული ბიოპოლიმერებიგან, რაც ზრდის აფინურობას გამოსაყოფი ნუკლეინის მჟავის მიმართ. მაგნიტური ნაწილაკები დამზადებულია სხვადასხვა სინთეზური პოლიმერისაგან, ბიოპოლიმერისგან, ფოროვანი შუშისგან ან ემყარება არაორგანულ მაგნიტურ მასალებს, როგორიცაა რკინის ოქსიდი მოდიფიცირებული ზედაპირით. სუპერპარამაგნიტური ნაწილაკები, რომლებიც არ ურთიერთქმედებენ ერთმანეთთან მაგნიტური ველის არარსებობის პირობებში განსაკუთრებით მოსახერხებელია იზოლირებისთვის. ეს ნაწილაკები მაგნიტურობას იძენენ ძლიერ მაგნიტურ ველში, მაგრამ სამუდამოდ არ ინარჩუნებენ მაგნეტიზმს ველის გაწმენდისას. თუ ნაწილაკების მაგნიტური აგრეგაცია და ადჰეზია აღმოიფხვრება, მაშინ რეაქციის შედეგად მიიღწევა ნაწილაკების სუსპენზირება და ნუკლეინის მჟავების იდენტური ექსტრაქცია.

ნუკლეინის მჟავების ავტომატური გამოყოფისთვის იყენებენ მინით დაფარულ მაგნიტურ ნაწილაკებს. ნუკლეინის მჟავა ჯერ შუშის ზედაპირს უკავშირდება, შემდეგ - ნაწილაკებს და გაივლის ექსტრაქციის პროცესის იგივე ეტაპებს, როგორც ბუმის (Boom-ის) მეთოდში: გარეცხვის სერიების შემდეგ, გადამტანებზე სორბირებული ნუკლეინის მჟავები ნიმუშში რჩება. შემდეგ მათი გამოყოფა ნიმუშიდან ადვილია ელუციის ბუფერით. მაგალითისათვის გამოდგება მაგნიტურ ნაწილაკებზე NA-ს საიზოლაციო ნაკრები, წარმოებული Ambioo, Macherey-Nagel (NucleoMag), Invitrogen (Dynabeads®) და სხვების მიერ.

მეთოდი არის მოსახერხებელი, ტექნოლოგიური და შესაფერისი ნიმუშის ამპლიფიკაციისთვის მოსამზადებლად, მისი რეპროდუცირება შესაძლებელია რობოტული პიპეტებით მუშაობისას.

ამის მიუხედავად, პროდუქტის შეიძლება დაიკარგოს გადამტანზე შეუქცევადი სორბციის შემთხვევაში მრავალჯერადი რეცხვის პირობებში. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, როდესაც საქმე გვაქვს დნმ-ის მცირე მოცულობებთან. დნმ-სა და რნმ-ის ძირითადი (დიდი) მასა ერთი და იგივე მაგნიტურ ნაწილაკებზე გამოიყოფა. რნმ-ისაგან დნმ-ის გასასუფთავებლად, რნმ-ს შლიან და დნმ-ს ტოვებენ. საუკეთესო ვარიანტია რნმ-აზას ან ტუტის დამატება. ამის საპირისპიროდ, რნმ-ის იზოლირება შესაძლებელია დეოქსირიბონუკლეაზას (დნმ-აზას) მეშვეობით დნმ-ის დაშლის გზით.

ტიპიურ შემთხვევებში, მაგნიტურ საშუალებებს ემატება დამაკავშირებელი ხსნარები, რომლებიც შერჩევითად ნუკლეინის მჟავებს უკავშირდება. მაგალითად, ვირუსული ცილები და კომპლემენტარული დნმ ან RNA მიმდევრობები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ვირუსულ ნუკლეინის მჟავებთან დასაკავშირებლად.

არსებობს კომერციული მაგნიტური ნაწილაკები, რომლებიც მათ ზედაპირზე იმობილიზებულია ოლიგოდეოქსითიმიდინებით. ის გამოიყენება ეუკარიოტული უჯრედების კულტურებიდან ძალიან კარგად პურიფიცირებული (გაწმენდილი) მატრიცული რნმ-ის ან მთლიანად რნმ-ის ეფექტური და სწრაფი იზოლაციისთვის. იზოლაციის მეთოდი ემყარება

ოლიგოდეოქსითიმიდინის თანმიმდევრობის ჰიბრიდიზაციას ეუკარიოტული ი-რნმ-ის სტაბილურ პოლიადენილირებულ 3-დაბოლოებასთან. კომპლემენტარულ მიმდევრობათა სიგრძე 20-30 ოლიგონუკლეოტიდს შეადგენს. ეს თანმიმდევრობა ან პირდაპირ უკავშირდება კოვალენტურად ნაწილაკის ზედაპირს, ან არაპირდაპირი გზით, ოლიგონუკლეოტიდების ბიოტინილაციის გზით სტრეპტავიდინით დაფარულ ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების საშუალებით. მაგნიტური ნაწილაკების მწარმოებელთა რაოდენობა მუდმივად იზრდება, ამიტომ ამ ამოცანისთვის მოსახერხებელი მეთოდის შერჩევა ადვილია.

<u>მინარევების დიფერენციალური სორბციის მეთოდი დნმ-ის შერჩევითი გამოლექვით და TE-ბუფერში გარეცხვით Diamond DNA რეაგენტების ნაკრების გამოყენებით.</u>

დნმ-ის გამოყოფის მეთოდი Diamond DNA-ის გამოყენებით საჭიროებს ქსოვილების ლიზირებას ბუფერში, ფერმენტული რეაქციების სორბციის ინჰიბიტორებს ხსნარიდან, ხსნარის დნმ-ს და მაღალეფექტურ დნმ-პრეციპიტატორებს (გამომლექავ ნივთიერებებს). დნმ-ის იზოლაციისა და პურიფიკაციის ძირითადი პროცესის სიმარტივე და ხანმოკლე მიმდინარეობა სელექციური სორტირებით მიიღწევა. უაღრესად მაღალეფექტური სელექციური ადსორბციის მაგალითები გამოიყენება დნმ-ის სისუფთავის უნიკალური ინდიკატორების (OD260 / OD280 არანაკლებ 1.8) უზრუნველსაყოფად. გასუფთავებულ დნმ-ში ცილების ნარჩენების იდენტიფიცირება შეუძლებელია დიფერენციალური შეღებვით და შემდგომი ფლუორიმეტრიით. Diamond DNA– ს საშუალებით მიიღწევა ისეთი ძლიერი PCR-ინჰიბიტორებისგან გაწმენდის მაღალი ხარისხი, როგორიცაა პოლიფენოლები და პოლისაქარიდები. ხსნარში დნმ-ის შემცველობა პურიფიკაციის შემდეგ პირდაპირპროპორციულია თავდაპირველ ობიექტში ნუკლეინის მჟავების შემცველობისა, რაც ზრდის სიზუსტეს ანალიზის რაოდენობრივი მეთოდების გამოყენებისას (RealTime PCR და endpoint დეტექცია). ფართოდ გამოყენებული მეთოდებისა და ნაკრებებისგან განსხვავებით, რომლებიც დაფუძნებულია დნმ-ის მოლეკულების ადსორბციაზე კვარცის ნაწილაკებით (სუსპენზიაში ან სვეტებში), დნმ-ის პურიფიკაცია Diamond DNA-ის გამოყენებით გამორიცხავს ნუკლეინის მჟავას მოლეკულების ძლიერ დეგრადაციას. შედეგად, მიღებული ფრაგმენტების სიგრძე 20 000-ზე მეტი წყვილი ნუკლეოტიდია.

Diamond DNA რეაგენტის ნაკრების გამოყენების უპირატესობები:

- დეპონირების დამატებითი ეტაპის გამოყენება საშუალებას იძლევა მივაღწიოთ უფრო მაღალი ხარისხის გასუფთავებას. Diamond DNA-ის გამოყენების დროს არ ხდება დნმ-ის მოლეკულების პირდაპირი ურთიერთქმედება სორბენტთან, რაც ორმაგი სპირალის მთლიანობის შენარჩუნების საშუალებას იძლევა.
- სორბენტის შემთხვევით მოხვედრა PCR ნარევში არ ბლოკავს ამპლიფიკაციას.
- პროტეაზების გამოყენება არასავალდებულოა და გამოიყენება დეგრადირებული მასალიდან დნმ-ის ექსტრაქციისთვის.
- ნაკრებში არ არის ტოქსიკური ნივთიერებები და კომპონენტები, რომლებიც აკრძალულია თავისუფალი მიმოქცევისთვის.
- DiamondDNA ნაკრების გამოყენებით იზოლირებული დნმ მზადაა შემდგომი ჰიბრიდული ანალიზისთვის, PCR-სტადიებისთვის და სექვენირებისთვის.

უნდა აღინიშნოს, რომ ნუკლეინის მჟავის იზოლაციის მეთოდები მუდმივად იხვეწება მანიპულაციების რაოდენობის შემცირებით და იდეალურ შემთხვევაში ის უნდა შედგებოდეს ერთი ან ორი პროცედურისგან. მოლეკულურ ბიოლოგიაში გამოიყენება ნუკლეინის მჟავების მთლიანი ნიმუშების ფრაქციებად დაყოფის მრავალი გაუმჯობესებული მეთოდი. მათი გამოყენება შესაძლებელია გასუფთავებული ნუკლეინის მჟავების ნიმუშების მისაღებად და შემდგომი ამპლიფიკაციის რეაქციებისთვის. ესენია ქრომატოგრაფიული პურიფიკაციის მეთოდები: რევერსირებული (შებრუნებული), იონების გაცვლის (სადაც ადსორბენტებად

გამოიყენება DEAE- ცელულოზა, DEAE-Sephadex), სადისტრიბუციო, გელ-ქრომატოგრაფია; ნიმუშის ქრომატოგრაფია კალციუმის ფოსფატის გელზე და აფინურობით ცილა-გადამტანებზე; ულტრაცენტრიფუგირება საქაროზას სიმკვრივის გრადიენტში; ფილტრაცია აგაროზას გელების საშუალებით; გელ-ელექტროფორეზი.

6.8 მიღებული გენეტიკური მონაცემების ანალიზის მეთოდები და მათი ვერიფიკაცია

6.8.1 მიღებული შედეგების მათემატიკური დამუშავების მეთოდები სამუშაო ჰიპოთეზის დასადასტურებლად.

მეცხოველეობაში მარკერების გამოყენების მთავარი მიზანი არის ე.წ. *რაოდენობრივი ნიშნების ლოკუსების* (QTL) იდენტიფიცირება. ეს ლოკუსები გენომის ის რეგიონებია, რომლებიც სტატისტიკურად მნიშვნელოვნად მოქმედებს რაოდენობრივი თვისებების ცვალებადობაზე. Marker-Asisted Selection (MAS)-ის ჩვეულებრივი სქემა სამ ეტაპს აერთიანებს:

1. ერთი ან მეტი QTL-ის დეტექცია;
2. შესაბამისი (მუტაციის გამომწვევი) გენის იდენტიფიკაცია;
3. სასურველი ალელის სიხშირის გაზრდა სელექციის მეთოდებით ან ინტროგრესიით (ჰიბრიდიზაციის მეთოდი, როცა ადგილი აქვს ერთი სახეობის გენების შეღწევას სხვა სახეობის გენეტიკურ ფონდში).

მარკერის გამოყენებით სელექციის (MAS) გარდა, დანერგილია კონტრასტული მარკერის გამოყენებით ინტროგრესიის (MAI) მეთოდიც. იგი ემყარება ბეკროსის პროგრამით გათვალისწინებულ ტანდემურ სელექციას. პირველ ეტაპზე იყენებენ დონორის ჯიშის იმ ალელებს, რომლებიც შეესაბამება ან ესაზღვრება სასურველი ნიშნის (ძირითადად, გარკვეული დაავადებების მიმართ რეზისტენტულობის) განმსაზღვრელ გენს; მეორე ეტაპზე ატარებენ ბეკროსს, რათა „დაიბრუნონ“ (აღადგინონ) რეციპიენტი ჯიშის ალელები.

კომერციული მიზნით გამოყენებული გენეტიკური ტესტების მაგალითები მოცემულია ცხრილში 6.3. ეს სისტემა მოიცავს დნმ-ის ნიმუშების შეგროვების და აკუმულირების პროცედურებს, გენოტიპირებას და მონაცემთა ანალიზს ცხოველების ფენოტიპის საფუძველზე, აგრეთვე მოითხოვს ყოველდღიური გადაწყვეტილებების მიღებას (რომელი ცხოველები უნდა იყოს გენოტიპირებული ან ხელმეორედ გენოტიპირებული შეცდომების დაშვების შემთხვევაში), რომელი ცხოველები უნდა შეფასდეს მხოლოდ ფენოტიპის მიხედვით და ა.შ. (Meuwissen Th., BJHayes DNA ME Goddard 2016).

მიღებული მონაცემების ვერიფიკაციის (გადამოწმების) მიზნით (ლათ. Verum - ჭეშმარიტი, facere - უნდა გაკეთდეს), ანუ თეორიული და სხვადასხვა ჯგუფის მონაცემების ურთიერთშედარებისთვის (საკონტროლო მონაცემების შედარება ცდის ობიექტის მონაცემებთან), ხშირად მიმართავენ დისპერსიული ანალიზის მეთოდს.

ცხრილი 6.3.

მეცხოველეობაში ახალი ჯიშების მისაღებად გამოყენებული კომერციული გენეტიკური ტესტები
(Dekkers J.C.M.,2004)

ნიშან-თვისებათა კატეგორია	მარკერი	ცხოველის ჯიში
მემკვიდრული დეფექტები	BLAD	მერძეული მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი
	Citrulinaemia	მერძეული და სახორცე მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი
	DUMPS	მერძეული მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი
	CVM	მერძეული მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი
	Maple syrup urine	მერძეული და სახორცე მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი
	Mannosidosis	მერძეული და სახორცე მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი ღორები
	RYR	
გარეგნული ნიშნები	CKIT	ღორები
	MC1R/MSHR	ღორები, მერძეული და სახორცე მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი
	MGF	სახორცე მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი
რძის ხარისხი	κ-Casein	მერძეული მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი
	β-lactoglobulin	მერძეული მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი
	FMO3	მერძეული მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი
ხორცის ხარისხი	RYR	ღორები
	RN/PRKAG3	ღორები
კვება	MC4R	ღორები
დაავადებები	Prp	ცხვარი
	F18	ღორები
გამრავლება	Booroola	ცხვარი
	Inverdale	ცხვარი
	Hanna	ცხვარი
ზრდა და ხორცის შემადგენლობა	MC4R	ღორები
	IGF-2	ღორები
	Myostatin	სახორცე მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი
	Callipyge	ცხვარი

წველადობა და რძის შემადგენლობა	DGAT1 GRH κ-Casein	მერძეული მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი მერძეული მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი მერძეული მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი

დისპერსიული ანალიზი ბიოლოგიური სტატისტიკის დამოუკიდებელი და მნიშვნელოვანი ნაწილია. მისი საშუალებით შესაძლებელია გარკვეული ფაქტორების როლის დადგენა კონკრეტული თვისების ცვალებადობაში, ზოგადი თვისების ცვალებადობათა (ვარიაციების) დაშლა კომპონენტებად, რომლებსაც იწვევს ესა თუ ის სპეციფიკური (მაგ., მშობლიური ფორმების ასაკი, მშობლიური ფორმების ზომა, ჯიში, კვების რეჟიმი და ა.შ.) ან შემთხვევითი, გაუკონტროლებელი ფაქტორები (მაგ., ტემპერატურა, განათება და ა.შ.). ამრიგად, დისპერსიული ანალიზის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ მოხდეს ერთი ან მეტი ფაქტორის სტატისტიკური ეფექტის ზეგავლენის შესწავლა შედეგზე - ნიშან-თვისების განვითარებაზე.

გამოწვეული ნიშან-თვისება (მაგ., რძის პროდუქტიულობა, ნაყოფიერება, გოჭების სიმრავლე) შეისწავლება როგორც *ორი განსხვავებული ფაქტორის* ზემოქმედების შედეგი:

1. *კვლევით დაგეგმილი* ფაქტორების შედეგი, როგორიცაა მაგალითად, სხვადასხვა ჯიში; ცხოველები, რომლებიც მიეკუთვნებიან კონკრეტულ გენეტიკურ ჯგუფს (მარკერული ჯგუფი), კვების რეჟიმი და სხვ. ($\overline{x}$);
2. *კვლევით დაუგეგმავი, შემთხვევითი* ფაქტორები ($\overline{z}$);

ზოოტექნიკაში ტერმინი "დისპერსია" გულისხმობს ნიშან-თვისებათა განსხვავებული მნიშვნელობების არსებობას სხვადასხვა ინდივიდში, რომლებიც ერთიანდებიან საკვლევ ჯგუფებში; აგრეთვე იმ დიაპაზონს, რომელიც განსაზღვრავს მათი მრავალფეროვნების ხარისხს (ჩვენს შემთხვევაში, გენეტიკურ ჯგუფებს). დისპერსიას აღნიშნავენ C-თი. ჯამური დისპერსია გამოიყენება ცხოველთა ამა თუ იმ ჯგუფში ვარიაციის ანალიზის დროს.

ცხოველთა საკვლევ ჯგუფში შესასწავლი ნიშნის ჯამურ დისპერსიას (ცვალებადობას)(Cy) შლიან შემადგენელ კომპონენტებად:

ა) *ფაქტორული,* დაგეგმილი ფაქტორებით გამოწვეული დისპერსია (ჯგუფების ვარიაცია, ჯგუფთაშორისი დისპერსია - Cx);

ბ) *შემთხვევითი,* კვლევით დაუგეგმავი ფაქტორებით გამოწვეული დისპერსია, შეცდომის დისპერსია (ნარჩენი დისპერსია - Cz).

ფაქტორული და შეცდომის დისპერსიების ჯამი ყოველთვის ჯამური, სრული დისპერსიის ტოლია:

Cx + Cz = Cy

დისპერსიული ანალიზის სანდო შედეგების მისაღებად, განსაკუთრებით ორ- და მრავალფაქტორიანი სქემების დაგეგმვისას, საჭიროა სწორად წარიმართოს შემდეგი ოპერაციები:

1. *ფაქტორების შერჩევა.* ფაქტორი (დამოუკიდებელი ცვლადი) არის იმ ნიშან-თვისების ნებისმიერი მანიფესტაცია, რომლის ზეგავლენის კვლევა პროდუქტიულობის განმსაზღვრელ ნიშნებზე (ცოცხალი წონა, რძის პროდუქტიულობა, ნაყოფიერება და ა.შ.) იგეგმება კვლევის შემუშავებული სქემის ფარგლებში;

ორ- და მრავალფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის დაგეგმვისას შეზღუდული ვართ საკვლევი ფაქტორების თავისუფალი არჩევანის თვალსაზრისით - ფაქტორები სრულად დამოუკიდებელი უნდა იყოს, ისინი არ უნდა იყვნენ რაიმე სახის კორელაციაში. მაგალითად, ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის დაგეგმვისას საკვლევ ფაქტორებად ერთდროულად ვერ შეირჩევა ცხოველის მასა და ზომა, გულის გარშემოწერილობა და ცხოველის წონა, ნაყოფიერება და ნაყარი და ა.შ. დამოუკიდებელი ფაქტორები შეიძლება იყოს: ცხოველთა სქესი, ცხოველთა ჯიში, მარკერული ჯგუფის კუთვნილება, ოთახის ტემპერატურა და ტენიანობა და ა.შ.

2. ფაქტორების განაწილება გრადაციების მიხედვით. ერთფაქტორიანი, ორფაქტორიანი და და მრავალფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის დაგეგმვისას საკვლევ ფაქტორებს შეიძლება ჰქონდეთ რაოდენობრივი (სტიმულატორების ოდენობა გრამებში, კვების სიხშირე ნორმიდან + 20% ან - 20% გადახრით და ა.შ.) და თვისობრივი გრადაციები (სქესი - მამრი და მდედრი; ცხიმიანობა ღორებში: ცხიმი, მჭლე უცხიმო, ბეკონი; ცხიმი - წითელი ფერის, ღია ფერის).

3. ინდივიდების შერჩევა. დისპერსიული ანალიზის შედეგები მნიშვნელოვანწილადაა დამოკიდებული ინდივიდების სწორად შერჩევაზე როგორც რაოდენობრივი, ისე ხარისხობრივი თვალსაზრისით. ხარისხობრივი თვალსაზრისით, შერჩეული ინდივიდები ზედმიწევნით უნდა ასახავდნენ იმ ზოგად პოპულაციას, რომლის შეფასებისთვისაც ტარდება კვლევა. ამიტომაც, საკვლევი ინდივიდები უნდა შეირჩეს შემთხვევითობის პრინციპით. შემთხვევითი შერჩევის პრინციპის დარღვევას ყოველთვის მივყავართ არასწორ დასკვნებთან.

ინდივიდების რაოდენობრივად განაწილებისას შესაძლებელია მათი კლასიფიცირება სხვადასხვა წესით: თანაბრად (1:1); პროპორციულად (1:2), რაც აადვილებს დისპერსიულ ანალიზს და არათანაბარი წესით (1: 1,66), რაც ართულებს გამოთვლებს.

4. *საკვლევი ნიშნის რიცხვითი მნიშვნელობების ტრანსფორმაცია.* გამოთვლების გასამარტივებლად, საკვლევი ნიშნის (დამოკიდებული ცვლადის) ნაკლებად მოსახერხებელი მნიშვნელობები (მრავალნიშნა, წილადური) შეიძლება გარდაიქმნას მოსახერხებელ მნიშვნელობებად (ნაკლებნიშნა, გამოსახული მთელი რიცხვებით).

ა) საკვლევი ნიშნის (დამოკიდებული ცვლადის) ყველა მნიშვნელობა შეიძლება გამრავლდეს ერთ და იმავე რიცხვზე: 0,30 × 100 = 30 ან 0,45 × 100 = 45; საბოლოო შედეგი უნდა დაკორექტირდეს (გაიყოს 100-ზე).

ბ) საკვლევი ნიშნის (დამოკიდებული ცვლადის) ყველა მნიშვნელობა შეიძლება გაიყოს ერთ და იმავე რიცხვზე (2, 3 ან 4-ზე) და დაკორექტირდეს ბოლოს, ანუ გამრავლდეს იმავე რიცხვზე, რომელზეც იყო გაიყო;

გ) თქვენ შეგიძლიათ საკვლევი ნიშნის (დამოკიდებული ცვლადის) ყველა მნიშვნელობას გამოაკლოთ ერთი და იგივე რიცხვი (უმჯობესია გამოაკლოთ ამ ნიშნის მნიშვნელობებიდან უმცირესი მნიშვნელობა). სულ ბოლოს, უნდა დაკორექტირდეს მხოლოდ საშუალო არითმეტიკული M - უნდა დაემატოს ის რიცხვი, რომელიც გამოაკლდა.

5. *გამოთვლების მეთოდი დისპერსიული ანალიზის დროს.* დისპერსიული ანალიზისას სტატისტიკის გაანგარიშება ხდება სპეციალური სამუშაო ფორმულების გამოყენებით. ამასთან, განსხვავებულია გამოთვლის მეთოდები მცირე და დიდი ჯგუფებისთვის. მცირე ჯგუფებისთვის (შერჩევებისათვის) დისპერსიები უფრო ადვილად გამოითვლება, დიდი ჯგუფებისთვის გამოთვლები შედარებით რთულია. 40-50 ვარიანტის მომცველი ჯგუფი (მრავალდონიანი საკვლევი ნიშანი) უკვე განიხილება, როგორც დიდი ჯგუფი.

ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი

ეს არის სქემა, რომელშიც შესწავლილია ერთი ფაქტორის გავლენა ნიშან-თვისებაზე (მდედრი ცხოველისთვის მიწოდებული ცილების ოდენობა როგორც ფაქტორი და ნაყოფიერება - როგორც აღრიცხვადი ნიშანი).

მცირე ჯგუფებისთვის ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის სადემონსტრაციოდ გამოდგება შემდეგი მაგალითი: ნეზვის ნაყოფიერებაზე ცხოველური წარმოშობის ცილის დანამატის გავლენის შესასწავლად დადგენილია ამ ფაქტორის სამი გრადაცია (დონე): პირველი ჯგუფი - 0%, მეორე ჯგუფი - (+ 10%) და მესამე ჯგუფი - (+ 20%) დანამატი მოსანელებელი ცილის დღიურ ნორმაზე. ექსპერიმენტში ნაყოფიერება მიჩნეულია, როგორც დამოკიდებული ცვლადი. ფაქტორის თითოეული დონისათვის (0%; + 10%; + 20%), შემთხვევითობის პრინციპით შეირჩა ორ-ორი ნეზვი. ექსპერიმენტმა აჩვენა განსხვავებული ნაყოფიერება, რაც რიცხვებში გამოიხატა: პირველი ჯგუფი 14 და 6; მეორე ჯგუფი - 20 და 16; მესამე ჯგუფი - 10 და 6 გოჭი. ამ ციფრების გარდაქმნისთვის მათ მარტივად უნდა გამოვაკლოთ ნაყოფიერების მინიმალური მნიშვნელობა (6 გოჭი). შედეგად, მიღებული მონაცემები უფრო მოსახერხებელი ხდება დამოკიდებული ცვლადის (ნაყოფიერების) მნიშვნელობების დასაანგარიშებლად (პირველი ჯგუფი - 8 და 0, მეორე - 14 და 10, და მესამე - 4 და 0).

ცხრილი 6.4.

ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის გამოთვლების მეთოდი მცირე ჯგუფებისთვის

სიმბოლო	ნიშანი (დამოკიდებული ცვლადი)	ფაქტორის (დამოუკიდებელი ცვლადის) გრადაცია			r გრადაციების რაოდენობა
		0	10	20	
v	დამოკიდებული ცვლადის მნიშვნელობა, მონაცემები	8; 0	14; 10	4; 0	$\Sigma v = 36$
v^2	მონაცემები კვადრატში	64; 0	196; 100	16; 0	$\Sigma v^2 = 376$
N	სიხშირეები – ნეზვების რაოდენობა	2	2	2	$n_x=6$
Σv	დამოკიდებული ცვლადის მნიშვნელობების ჯამი	8	24	4	
$(\Sigma v)^2$	პროდუქტიულობის ნიშნის (დამოკიდებული ცვლადის) მნიშვნელობების ჯამის კვადრატი	64	576	16	
$h=\frac{(\Sigma v)^2}{n}$	განაყოფი	32	288	8	Σh=328
$M=\frac{\Sigma v}{n}$	დამოკიდებული ცვლადის საშუალო მნიშვნელობა	4 + (6)	12 + (6)	2 +(6)	M=6+(6)
M	ნეზვების ნაყოფიერება (საშუალო მაჩვენებელი)	10	18	8	M=12

ამ მაგალითში, კერძო გასაშუალოებული მნიშვნელობები მიიღება გარდაქმნილი ფორმით: 6 ერთეულით ნაკლები, ვიდრე ფაქტობრივი მნიშვნელობა. ნიშნის რეალური მნიშვნელობის

აღსადგენად, თითოეულ საშუალო მნიშვნელობას (M) უნდა დაემატოს 6 ერთეული: (4 + 6); (12 + 6); და ა.შ. შედეგად, ჩვენ მივიღებთ ნაყოფიერების ფაქტობრივ საშუალო მნიშვნელობას ფაქტორული გრადაციის მიხედვით: 10, 18 და 8 გოჭი.

ამრიგად, გაირკვა, რომ ცილის დანამატი ნორმის 10%-ის ოდენობით უფრო დადებითად მოქმედებს ნეზვების ნაყოფიერებაზე, ვიდრე ნორმის 20%-იანი დანამატი. საბოლოო დასკვნისთვის საჭიროა განისაზღვროს ფაქტორის ზემოქმედების ხარისხი ან სიძლიერე პროდუქტიულობის ნიშანზე.

დამოუკიდებელი ცვლადის, ფაქტორის ზემოქმედების ხარისხის დასადგენად აუცილებელია განისაზღვროს დამოუკიდებელი ცვლადის (ჯგუფთაშორისი) დისპერსიის თანაფარდობა ჯამურ დისპერსიასთან (Cx / Cy). ამ ცხრილში მოცემული გამოთვლების არსი მდგომარეობს ინდექსების გამოთვლაში ($\Sigma\upsilon^2 = 376$; $\Sigma h = 328$), რომლებსაც სპეციალურ სამუშაო ფორმულებში იყენებენ: ჯამური (Cy), ჯგუფთაშორისი (Cx) და შეცდომის დისპერსია (Cz).

სუმარული, ჯგუფთაშორისი და შეცდომის დისპერსიის გამოსათვლელად საჭიროა განისაზღვროს:

1) **დამხმარე მნიშვნელობა H** - გამოითვლება დამოკიდებული ცვლადის მნიშვნელობების ჯამის კვადრატში აყვანით და გაყოფით ინდივიდების რაოდენობაზე (n).

$H = ((\Sigma\upsilon)^2) / n = ((36)^2) / 6 = 1296/6 = 216$

2) **ჯამური დისპერსიის მნიშვნელობა** შემდეგი ფორმულით:

$Cy = \Sigma v^2 - H = 376 - 216 = 160$;

3) **შეცდომის დისპერსიის მნიშვნელობა** $Cz = \Sigma\upsilon^2 - \Sigma h = 376 - 328 = 48$;

4) **ჯგუფთაშორისი დისპერსიის მნიშვნელობა**

$Cx = \Sigma h - H = 328 - 216 = 112$;

5) **დამოუკიდებელი ფაქტორის ზემოქმედების ხარისხი** შედეგობრივ მახასიათებელზე (დამოუკიდებელი ფაქტორის ეფექტის ძალა):

$\eta^2 = Cx / Cy$

6) **შემთხვევითი ფაქტორების ზემოქმედების** ხარისხი შედეგობრივ მახასიათებელზე (შეცდომის ეფექტის ძალა)

$\eta^2 = Cz / Cy$

მცირე ნიმუშებისთვის დისპერსიული ანალიზის ფაქტორიალური ანალიზის შეჯამება მოცემულია ცხრილი 6.5-ში.

ცხრილი 6.5.

დისპერსიული ანალიზის შედეგების შეჯამება მცირე ნიმუშებისთვის

მაჩვენებლები		*X*	*Z*	*Y*
Cy = $\Sigma\upsilon^2$ - H = 376 - 216=160	*C*	112	48	160
Cz = $\Sigma\upsilon^2$ - Σh = 376 - 328 = 48	η^2	0,70	0,30	1,00
Cx = Σh – H = 328-216=112 Check: *Cx + Cz = Cy= 112+48=160*	%	70	30	100
თავისუფლების ხარისხი	υ	υ_x = l-1 = 3-1=2	$\upsilon_z = n-1 = 6-3=2$	$\upsilon_y = n-1 = 6-1=5$
შესწორებული დისპერსია	σ^2	$\sigma_x^2=\frac{Cx}{\upsilon_x}=\frac{112}{2}=$ 56	$\sigma_z^2=\frac{Cx}{\upsilon z}=\frac{48}{3}=$ 16	
ფიშერის სანდოობის კოეფიციენტი F		$F=\frac{\sigma_x^2}{\sigma z^2}=\frac{56}{16}=$ 3,5		

ცხრილის მნიშვნელობები F 0,99 = 30,8 { at 0,95 = 9,6 ; 0,999 = 148,5

თუ დავაჯამებთ, ეს ანალიზი შეიძლება შემდეგნაირად გამოიხატოს:

- დამოუკიდებელი ფაქტორის გავლენა (ცილების გავლენა ნეზვების ნაყოფიერებაზე) - 70%;
- შემთხვევითი ფაქტორის გავლენა (სხვა დანარჩენი ფაქტორების გავლენა მდედრი ცხოველის ნაყოფიერებაზე) - 30%;
- ყველა ფაქტორის გავლენა - 100%.

შემდეგ განვსაზღვრავთ თავისუფლების ხარისხს (v). ჯგუფთაშორისი დისპერსიისათვის (Cx) ის ტოლია კლასების რაოდენობა მინუს 1 ანუ $\upsilon_x = 3\text{-}1 = 2$.

შეცდომის Cz დისპერსიისათვის თავისუფლების ხარისხი განისაზღვრება დაკვირვებათა რაოდენობასა და ჯგუფების რაოდენობას შორის სხვაობით, ანუ $\upsilon_y = \upsilon_x - \upsilon_z = 6 - 3 = 3$.

ჯამური ცვალებადობის თავისუფლების ხარისხი (სრული თავისუფლების ხარისხი) ტოლია დაკვირვების რიცხვს (n) გამოკლებული ერთი, ანუ $\upsilon_y = n - 1 = 6 - 1 = 5$

თავისუფლების ხარისხთა დაჯამებით მიიღება ჯამური ცვალებადობის თავისუფლების ხარისხი:

$$\upsilon_y = \upsilon_x + \upsilon_z$$

შემდეგ, გამოვთვლით შესწორებულ დისპერსიას (σ^2). ამისათვის თითოეული დისპერსია (ჯგუფთაშორისი და შეცდომის) იყოფა თავისუფლების ხარისხების შესაბამის მნიშვნელობებზე

$$\sigma_x^2 = \frac{Cx}{\upsilon_x} = \frac{112}{2} = 56; \qquad \sigma_z^2 = \frac{Cx}{\upsilon_z} = \frac{48}{3} = 16$$

ამის შემდეგ, განვსაზღვრავთ ჯგუფთაშორისი დისპერსიის სანდოობას. გამოვთვლით ფიშერის სანდოობის კოეფიციენტს, რისთვისაც ჯგუფთაშორის დისპერსიას ვყოფთ შეცდომის დისპერსიაზე:

$$F = \frac{\sigma_x^2}{\sigma_z^2} = \frac{56}{16} = 3,5$$

ჩვენ მიერ გამოთვლილ F-ის სიდიდეს შევადარებთ ცხრილში მოტანილ მნიშვნელობას (დანართი II). უნდა გვახსოვდეს, რომ უკიდურეს მარცხენა სვეტში ვპოულობთ თავისუფლების ხარისხის მნიშვნელობას $\upsilon_2 = \upsilon_z$ (თუ ეს სიდიდე 3-ია), ხოლო ზედა სტრიქონში $\upsilon_1 = \upsilon_x$ მნიშვნელობას (მოცემულ მაგალითში ეს სიდიდეა 2). ცხრილში ნანახი სტრიქონისა და სვეტის გადაკვეთაზე ვპოულობთ F მნიშვნელობას ალბათობის სამი დონით:

0,95 = 9,6;

0,99 = 30,8;

0,999 = 148,5.

ვინაიდან F ტოლია 3.2-ის, შესწავლილი ფაქტორის (დამოუკიდებელი ცვლადის) გავლენა შესაფასებელ (დამოკიდებულ) ცვლადზე არასარწმუნოა.

დავალება 1. დაადგინეთ ჯიშის ფაქტორის გავლენა საკვების მონელებაზე (დამოკიდებული ცვლადი) თუ შემთხვევითი შერჩევის პრინციპით, დამოუკიდებელი ცვლადის (ფაქტორის)

თითოეული დონისათვის შეირჩა სამი ინდივიდი (ღორი). მათ აქვთ ცილის მონელების კოეფიციენტის შემდეგი მაჩვენებლები: დიდი თეთრი ჯიში - 78,33; 76,70; 76,37%; დიდი თეთრი × ლანდრასის ჯიშის - 81,20; 82,16; 83,50%.

ცხრილი 6.6.

ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის გამოთვლის ნიმუში მცირე ჯგუფებისთვის

მაჩვენებლები	ჯიში	
	A_1 (დიდი თეთრი)	A_2 (დიდი თეთრი × ლანდრასის ჯიშის)
V დამოკიდებული ცვლადის გაზომილი სიდიდე	78,33 76,70 76,37	81,20 82,16 83,50
v^2 – დამოკიდებული ცვლადის მნიშვნელობების (მონაცემების) კვადრატი	6135,59 5882,89 5832,37	6593,44 6750,26 6972,25
n – ფაქტორის დონეების რაოდენობა	3	3
Σv – მონაცემების ჯამი	231,40	246,86
$(\Sigma v)^2$– მონაცემების ჯამის კვადრატი	53545,96	60939,85
$h=\frac{(\Sigma v)^2}{n}$	17848,65	20313,28
$M=\frac{\Sigma v}{n}$	77,13	82,29

ჯამური, ჯგუფთაშორისი და შეცდომის დისპერსიების გამოსათვლელად აუცილებელია განისაზღვროს:

$H=\frac{(\Sigma v)^2}{n}=\frac{(478,26)^2}{6}=\frac{228732,62}{6}=$ 38122,1

$Cy = \Sigma v^2 - H$ = 38166,80 - 38122,1 = 44,70;

$Cz = \Sigma v^2 - \Sigma h$ = 38166,80 - 38161,93 = 4,87;

$Cx = \Sigma h - H$ = 38161,93 - 38122,1 = 39,83;

$Cx + Cz = Cy$; Cy = 39,83 + 4,87 = 44,70.

ცხრილი 6.7

მცირე ჯგუფებში ერთფაქტორიანი კომპლექსის დისპერსიული ანალიზის შედეგების შეჯამება

$H=\frac{(\Sigma v)^2}{n}=\frac{(478,26)^2}{6}=\frac{228732,62}{6}=$ *38122,1*		*დისპერსიები*		
		X	***z***	***Y***
Cy = Σv² - H = 38166,80 - 38122,1 = 44,70	*C*	*39,83*	*4,87*	*44,70*
Cz = Σv² - Σh = 38166,80 - 38161,93 = 4,87	η^2	$\frac{Cx}{Cy}$	$\frac{Cz}{Cy}$	$\frac{Cy}{Cy}$

$Cx = \Sigma h - H$=38161,93 - 38122,1=39,83	η^2	0,8911	0,1089	1,00
$Cx + Cz = Cy$; Cy = 39,83 + 4,87= 44,70	%	89,11	10,89	100
თავისუფლების ხარისხი	υ	υ_x = l-1 = 2-1=1	υ_z = n-l = 6-2=4	υ_y = n-1 = 6-1=5
შესწორებული დისპერსია	σ^2	$\sigma_x^2=\frac{Cx}{\upsilon_x}=\frac{39,83}{1}$= 39,83 $\sigma_z^2=\frac{Cx}{\upsilon z}=\frac{4,87}{4}$= 1,22		
სარწმუნოობის კოეფიციენტი	$F=\frac{\sigma_x^2}{\sigma z^2}=\frac{39,83}{1,22}$= 32,64			
ცხრილის სიდიდეები	F	74,1 – P_3 =0,999 21,2 – P_2 = 0,99 7,7 – P_2 = 0,95		

მაშასადამე, მოცემულ მაგალითში გამოვლინდა დამოკიდებულ ცვლადზე საკვლევი ფაქტორის სტატისტიკურად სარწმუნო ზეგავლენა (P> 0.99 სანდოობით).

ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი

ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის სქემა უფრო რთულია ერთფაქტორიანთან შედარებით. ორფაქტორიან დისპერსიულ ანალიზში გამოთვლების გასამარტივებლად საჭიროა, რომ საკვლევი ფაქტორები ერთმანეთისგან დამოუკიდებელი იყოს, ხოლო სიხშირეები იყოს გრადაციის (დონეების) პროპორციული.

ერთზე მეტი ფაქტორის მოქმედების შესწავლისას საჭიროა გავითვალისწინოთ როგორც A და B ფაქტორების დამოუკიდებელი გავლენა გაზომვად ნიშანზე, მაგრამ ასევე მათი ერთობლივი (AB) ზემოქმედება.

ამიტომ, ორფაქტორიანმა დისპერსიულმა ანალიზმა უნდა განსაზღვროს არა მხოლოდ Cy, Cx, C_A, C_B, C_Z, არამედ C_{AB} დისპერსიაც. Cy, C და C_Z ინდექსები გამოითვლება იმავე გზით, როგორც ერთფაქტორიან დისპერსიულ ანალიზში.

C_A და C_B ჯგუფთაშორისი დისპერსიების გამოსათვლელად, მონაცემების დამუშავებაში არის გარკვეული სიახლე. Σh_A და Σh_B მისაღებად, საკვლევი A და B ფაქტორებისათვის გამიჯნულად კეთდება გამოთვლები, რომლებიც გაერთიანებით ქმნიან საჭირო ცხრილებს. ჰომოგენურ და პროპორციულ მოდელებში ფაქტორების ერთობლივი მოქმედების დიპერსია გამოითვლება ფორმულით: $C_{AB} = Cx - C_A - C_B$

ჯამური დისპერსია Cy = $\Sigma\upsilon^2$ - H

ჯგუფთაშორისი დისპერსია Cx = Σh - H

დისპერსია A ფაქტორიდან $C_A = \Sigma h_A - H$

დისპერსია B ფაქტორიდან $C_B = \Sigma h_B - H$

მაგალითი. ნეზვის ნაყოფიერებაზე მცენარეული ფქვილის დანამატის (B) ეფექტის განსასაზღვრავად, დადგენილია ამ ფაქტორის ორი დონე: (B_1) -I ჯგუფი 0%, (B_2) - II ჯგუფი - + 25% (ყოველდღიური დანამატი საკვების კვებითი ღირებულების შესაბამისად). ფაქტორი A - ნეზვის ჯიში, მისი დონეებია: A_1 - დიდი თეთრი; A_2 - მირგოროდსკა. თითოეული ფაქტორის ფონისათვის შეირჩა ორი ცხოველი (მაკე ნეზვები), რომლებმაც ექსპერიმენტის მსვლელობისას გამოავლინეს ამგვარი ნაყოფიერება:

A_1 – დიდი თეთრი	B_1 - I ჯგუფი 8 და 11 ღორი
	B_2 - II ჯგუფი 9 და 13 ღორი
A_2 – მირგოროდსკა	B_1 - I ჯგუფი 10 და 15 ღორი
	B_2 - II ჯგუფი 11 და 17 ღორი

პირველი ფაქტორი A	მეორე ფაქტორი B	შედეგად განვითარებული ნიშანი

შევეცადოთ და მიღებული აღრიცხვადი ნიშნის მახასიათებლები შევცვალოთ - თითოეულ მონაცემს გამოვაკლოთ 5. ამის შედეგად მივიღებთ კალკულაციისათვის უფრო მოსახერხებელ მონაცემებს.

B_1 – 3; 6	A_1
B_2 – 3; 8	
B_1 – 5; 10	A_2
B_2 – 6; 12	

ცხრილი 6.8.

მცირე ჯგუფებში ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის დაანგარიშების მეთოდი

მაჩვენებლები	ჯიში (A)				$A = 2$ $B = 2$	*ფაქტორები*	n	ΣV	$(\Sigma V)^2$	$h=\frac{(\Sigma v)^2}{n}$	$M=\frac{\Sigma v}{n}$
	დიდი თეთრი		მირგოროდსკა.								
	მცენარეული ფქვილი (B)										
	B_1	B_2	B_1	B_2							
v	6; 6	4; 8	5; 10	6; 12	$\Sigma V = 54$	A_1	4	21	441	110	5 (+5)
v^2	9; 36	16; 64	25; 100	36; 144	$\underline{(\Sigma V)^2 = 430}$	A_2	4	33	1089	272	8 (+5)
n	2	2	2	2	$\underline{H=\frac{(54)^2}{8} = 365}$		8	54		$\underline{\Sigma h_A=\frac{(\Sigma v)^2}{n} = 382}$	
ΣV	9	12	15	18		B_1	4	24	576	144	6 (+5)
$(\Sigma V)^2$	81	144	225	324		A_2	4	30	900	225	7 (+5)
$h=\frac{(\Sigma v)^2}{n}$	40*	72	112	162	$\underline{\Sigma h = 386^{**}}$		8	54		$\underline{\Sigma h_B = 369}$	

*81/2 =40,5 – ჩვენ ვამრგვალებთ მონაცემს 40-მდე გამოთვლების გამარტივების მიზნით
** 5 სიდიდის შედეგი (ხაზგასმულია) იქნება გამოყენებული დისპერსიული ანალიზის გამოსათვლელ ფორმულებში.

ცხრილი 6.9.

მცირე ჯგუფებში ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის შედეგების შეჯამება

მაჩვენებლები	*ასო - კოდი*	*ჯიშის - A ფაქტორისთვის*	*B ფაქტორისთვის (მცენარეული ფქვილისთვის)*	*ორივე ფაქტორის - AB -ს ერთობლივი მოქმედებისთვის*	*დისპერსია*		
					x ფაქტორიალური	*z შემთხვევითი*	*y ზოგადი (საერთო)*
Cy = $\Sigma v^2 - H$ = 430-365=65							
$Cz = \Sigma v^2 - \Sigma h$ = 430 - 386 = 44							
$Cx = \Sigma h - H$ = 386 – 365 = 21	*C*	*17*	*4*	*0*	*21*	*44*	*65*
$C_A = \Sigma h_A - H$ =382-365=17							
$C_B = \Sigma h_B - H$	η^2	*0,26*	*0,06*	*0,00*	*0,32*	*0,68*	*1,00*
$C_{AB} = Cx - C_A - C_B$ = 21-17-4 = 0	η^2	$\frac{Ca}{Cy}$	$\frac{CB}{Cy}$	$\frac{CAB}{Cy}$	$\frac{Cx}{Cy}$	$\frac{Cz}{Cy}$	$\frac{Cy}{Cy}$

იპოვეთ A, B, AB ფაქტორების ზემოქმედების ხარისხი და ჯგუფთაშორისი დისპერსიისა და ჯამური დისპერსიის თანაფარდობა.

ამ ანალიზის ზოგადი დასკვნა შემდეგნაირად შეიძლება წარმოვადგინოთ: ჯიშის გავლენა – 26%; მცენარეული ფქვილის დანამატების გავლენა – 6%; ორივე ფაქტორის - ჯიშის და მცენარეული ფქვილის დანამატების ერთობლივი გავლენა – 0%; საკვლევი დამიუკიდებელი ფაქტორების კუმულაციური ეფექტი – 32%; არაორგანიზებული (დაუგეგმავი) ფაქტორების ეფექტი – 68%, ყველა ფაქტორის გავლენა – 100%.

იპოვეთ A, B, AB ფაქტორების ზემოქმედების ხარისხი და ჯგუფთაშორისი დისპერსიისა და ჯამური დისპერსიის თანაფარდობა ნაყოფიერების შესასწავლად დაგეგმილ ექსპერიმენტში.

თავი 7. სენსორული ანალიზი

7. 1. სენსორული ანალიზის შესავალი

7.1.1 სენსორული ანალიზის გამოყენება თანამედროვე კვების ტექნოლოგიაში

სურსათის ბაზარზე კონკურენციის ზრდის თანამედროვე პირობებში, სენსორული ანალიზი ხდება ძალიან მნიშვნელოვანი და შეუცვლელი ინსტრუმენტი არა მხოლოდ ხარისხის კონტროლისთვის, არამედ მარკეტინგისთვისაც. კვების პროდუქტის ორგანოლეპტიკური (გრძნობათა ორგანოების მიერ აღქმული) ატრიბუტები მნიშვნელოვან ფაქტორად მიიჩნევა სურსათის ინდუსტრიალიზაციის პროცესის დაწყებიდან მოყოლებული, სურსათის საბოლოო ხარისხზე გავლენის გამო.

ISO 5492: 2008 "სენსორული ანალიზი - ლექსიკონის" თანახმად, სენსორული ანალიზი არის მეცნიერება, რომელიც პროდუქტის ორგანოლეპტიკურ ატრიბუტებს აფასებს შეგრძნებებით (მხედველობით, სუნით, გემოთი, შეხებით და სმენით). ამრიგად, იგი გამოიყენება საკვები პროდუქტების ვიზუალური მხარის, სურნელების, გემოს, სტრუქტურის მახასიათებლების და, განსაკუთრებულ შემთხვევებში, ბგერითი მახასიათებლების შესასწავლად და გასაზომად. უფრო მეტიც, ოთხი ცვლადი ახდენს გავლენას სენსორულ შეფასებაზე: საკვები, ადამიანები, ტესტირების გარემო და გამოყენებული ტესტირების მეთოდები.

სენსორული ანალიზი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მრავალგვარი მიზნით. სენსორული ანალიზის ზოგიერთი კომპონენტი მიზნად ისახავს აღწეროს პროდუქტის მახასიათებლები და/ან გაზომოს პროდუქტებს შორის გამოვლენილი ნებისმიერი განსხვავება. სენსორული ანალიზის სხვა საკითხები მიზნად ისახავს იმის აღწერას თუ რამდენად მოსაწონია ან რამდენად მისაღებია პროდუქტი. მაგალითად: «როგორი გემო აქვს ამა თუ იმ პროდუქტს?», «რომელია ტექსტურის სამი ყველაზე მნიშვნელოვანი ატრიბუტი, რომელთაც პროდუქტში შეიგრძნობთ?», «რა სენსორული განსხვავებებია A და B პროდუქტს შორის?», «მოგწონთ თუ არა ეს პროდუქტი?», «რამდენად მოგწონთ ეს პროდუქტი? როგორ შეაფასებდით, თუ ისაგებლებთ 1-დან 9-მდე ერთეულით შესაფასებელი შკალით?», «არის თუ არა მოცემული პროდუქტი მისაღები?», «ყველაზე მეტად რა მოგწონთ ამ პროდუქტში? », «არის თუ არა A პროდუქტი B პროდუქტზე უკეთესი? »,« სამი - A, B და C პროდუქტიდან რომელს აირჩევდით?».

მოცემული მიზნების გათვალისწინებით, თანამედროვე კვების ტექნოლოგიაში სენსორული ანალიზის ამოცანები შემდეგნაირად შეიძლება განისაზღვროს:

1. პროდუქტებს შორის სენსორული განსხვავებების დადგენა;
2. საკვები პროდუქტების ხარისხობრივი და რაოდენობრივი სენსორული ატრიბუტების აღწერა, რაც ემსახურება ხარისხის კონტროლს, პროდუქტის განვითარებას, ბაზრის შესწავლას, კომუნიკაციებს;
3. საკვების შეფასება სენსორული ხარისხის საფუძველზე; მისი შემოწმება დეფექტების არარსებობაზე და მოცემულ სტანდარტებთან შესაბამისობაზე;
4. საკვებზე მომხმარებელთა ემოციური გამოხმაურებების შესწავლა; რომელი საკვებია მათთვის მისაღები და რომელს ანიჭებენ უპირატესობას?
5. საკვების ორგანოლეპტიკური თვისებებსა და საკვებზე მომხმარებლის ემოციურ გამოხმაურებებს შორის ურთიერკავშირის შესწავლა (ოპტიმიზაცია, დიფერენციაცია, ინოვაცია);

6. საკვების ქიმიურ-ფიზიკურ შემადგენლობასა და საკვების სენსორულ თვისებებს შორის კავშირის შესწავლა (მათ შორის, საკვების გადამუშავების პროცესში გამოყენებული საოპერაციო პირობების ზეგავლენაც).

სენსორული ანალიზი საბუნებისმეტყველო მეცნიერების სფეროს განეკუთვნება. საკვების სენსორული ატრიბუტების გაზომვები ფრთხილად უნდა ჩატარდეს, სტანდარტიზებული მეთოდოლოგიის სრული დაცვით. ამ შემთხვევაში, სენსორული ანალიზით მოპოვებულ ინფორმაციას შეუძლია დიდი ცოდნა შეგვძინოს. წინააღმდეგ შემთხვევაში, თუკი გაზომვები არასწორად განხორციელდა, ისინი ხელს შეუწყობს არა ჩვენს ინფორმირებას, არამედ დეზინფორმირებას (უფრო მეტად შეგვიყვანს შეცდომაში).

სენსორული ანალიზის ჩატარებისას უნდა დავიცვათ ფრთხილი კონტროლი, მათ შორის, საჭიროა ნიმუშების წარმოდგენის პროცედურასთან ანალიზის შესაბამისობის დაცვა; სუბიექტურობის და მიკერძოების აღმოფხვრა; ისეთი მეთოდების გამოყენება, რომელთათვის ექსპერტებს დასჭირდებათ საკუთარი შესაძლებლობების დემონსტრირება. კონტროლის რომელიმე ამ პუნქტის შეუსრულებლობა აკნინებს შეგროვებული სენსორული მონაცემების მნიშვნელობას. მეორეს მხრივ, სათანადო კონტროლის შემუშავება და მათი შესრულების უზრუნველყოფა გამოიწვევს საკვების შესახებ საიმედო მონაცემების მოწოდებას, რასაც ვერცერთი ინსტრუმენტი ვერ გაზომავს, ანუ განსაზღვრავს მათი საგემოვნო თვისებების.

7.1.2. ძირითადი ტერმინები და განმარტებები

სენსორული ანალიზში გამოყენებული აქ წარმოდგენილი ყველა ტერმინი და მათი განმარტება ამოღებულია ISO 5492: 2008 "სენსორული ანალიზი - ლექსიკონი"-დან. ამ ძირითადი ტერმინების დეფინიციები ამგვარია:

- **სენსორული** (ზედ.) - ის, რაც დაკავშირებულია ადამიანის გრძნობებთან, შთაბეჭდილებებთან;
- **ატრიბუტი** (არს.) - აღქმადი მახასიათებელი;
- **ორგანოლეპტიკური** (ზედ.) - ის, რაც დაკავშირებულია გრძნობებით აღქმად ატრიბუტთან, პროდუქტის ატრიბუტთან;
- **სენსორული შემფასებელი** (არს.) - სენსორულ ტესტირებაში მონაწილე ნებისმიერი პირი. არსებობს ორი შესაძლებლობა: (ა) ეს პირი შესაძლოა პირველად მონაწილეობდეს სენსორულ ტესტში და არ იცნობდეს შეფასების რომელიმე კონკრეტულ კრიტერიუმს და (ბ) საქმეში ჩახედული შემფასებელი, რომელიც ადრე უკვე მონაწილეობდა სენსორულ ტესტირებაში;
- **შერჩეული შემფასებელი** (არს.) - გარკვეული უნარის ფლობის საფუძველზე შერჩეული შემფასებელი სენსორულ ტესტირებაში მონაწილეობის მისაღებად.
- **ექსპერტი** (არს.) - ზოგადი მნიშვნელობით, პირი, რომელსაც მისი ცოდნის თუ გამოცდილების გამო, აქვს კომპეტენცია გამოთქვას საკუთარი მოსაზრება საკითხებზე, რომლებიც განეკუთვნება მის საკონსულტაციო სფეროს;
- **ექსპერტი - სენსორული შემფასებელი** (არს.) - შერჩეული შემფასებელი, გამოხატული სენსორული შეგრძნებებით და მნიშვნელოვანი ტრენინგითა და გამოცდილებით სენსორულ ტესტირებაში; მას შეუძლია სხვადასხვა პროდუქტის სენსორული ტესტირებისას სათანადოდ შეაფასოს პროდუქტი და მისი შეფასება იყოს თანმიმდევრული და განმეორებადი.

- **სენსორულ შემფასებელთა კომისია** (არს.) - სენსორულ ტესტირებაში მონაწილე შემფასებელთა ჯგუფი;
- **კომისიის ტრენინგი** (არს.) - სესიების სერია, რომლის დროსაც შემფასებლებს შეასწავლიან იმ დავალებებს (ამოცანებს), რომლებიც სენსორულმა კომისიამ უნდა შეასრულოს კონკრეტული პროდუქტის (პროდუქტების) შეფასებისას; ეს დავალებები შეიძლება მოიცავდეს პროდუქტის სათანადო მახასიათებლებს, შეფასების სტანდარტულ შკალებს, შეფასების მეთოდოლოგიას და ტერმინოლოგიას;
- **კომისიის კონსენსუსი (თანხმობა)** (არს.) - შეთანხმება შემფასებლებს შორის ტერმინოლოგიასთან და პროდუქტის მახასიათებლების ინტენსივობასთან დაკავშირებით;
- **მომხმარებელი** (არს.) - პირი, რომელიც იყენებს პროდუქტს.
- **დეგუსტატორი** (არს.) - შემფასებელი, შერჩეული შემფასებელი ან ექსპერტი, რომელიც აფასებს საკვები პროდუქტის ორგანოლეპტიკურ ატრიბუტებს, ძირითადად პირით;
- **დეგუსტაცია** (არს.) - საკვები პროდუქტის სენსორული შეფასება პირით.
- **პროდუქტი** (არს.) - მასალა, საკვები ან სხვა სახის, რომლის შეფასება შესაძლებელია სენსორული ანალიზით;
- **სინჯი** (არს.), **პროდუქტის სინჯი** (არს.) - შესაფასებლად წარმოდგენილი სინჯი (ნიმუში) ან ალიკვოტური სინჯი;
- **საცდელი სინჯი (ნიმუში)** (არს.) - ტესტირებისთვის გამიზნული მასალის ნიმუში;
- **სატესტო პორცია (ნაწილი)** (არს.) - საცდელი ნიმუშის ნაწილი, რომელსაც უშუალოდ ამოწმებს შემფასებელი;
- **ორიენტირი** (არს.) - შერჩეული სიდიდე (ერთი ან რამდენიმე ატრიბუტი ან პროდუქტის მახასიათებელი), რომლის მიხედვითაც ხდება ნიმუშების შეფასება;
- **საკონტროლო სინჯი (ნიმუში)** (არს.) - შესაფასებელი მასალის ნიმუში, რომელიც აირჩევა, როგორც ორიენტირი და მას ადარებენ ყველა სხვა ნიმუშს;
- **ორიენტირის ნიმუში** (არს.) - გამომწვევი / ნივთიერება, ზოგჯერ გამოსაცდელი მასალისგან განსხვავებულიც; მას გულდასმით შეარჩევენ, რათა განსაზღვრონ ატრიბუტი ან თვალნათლივ წარმოაჩინონ მოცემული ატრიბუტის სპეციფიური დონე; სწორედ მასთან ხდება ყველა სხვა ნიმუშის შედარება;
- **ჰედონური** (ზედ.) - ის მოსწონთ ან არ მოსწონთ;
- **მისაღები** (არს.) - ხარისხი, რომელიც ასახავს, თუ რამდენად მოსწონთ ან არ მოსწონთ გამომწვევი ზოგადი ან განსაკუთრებული სენსორული ატრიბუტების თვალსაზრისით;
- **უპირატესობა** (არს.) - შემფასებლის მიერ მოცემული კომპლექტიდან ერთი გამომწვევის ან პროდუქტის შერჩევა ჰედონური კრიტერიუმების საფუძველზე;
- **ანტიპათია, ზიზღი** (არს.) - გამომწვევით გამოწვეული მიუღებლობის შეგრძნება;
- **დიფერენცირება** (არს.) - ორ ან მეტ გამომწვევს შორის თვისებრივი ან/და რაოდენობრივი მახასიათებლების მიხედვით დახარისხება;
- **დიფერენცირების უნარი** (არს.) - მგრძნობელობა, ქმის სიმახვილე, რაოდენობრივი და / ან თვისობრივი განსხვავებების აღქმის უნარი;
- **მადა** (არს.) - ფიზიოლოგიური და ფსიქოლოგიური მდგომარეობა, რომელიც გამოიხატება ჭამის ან / და დალევის სურვილით;
- **აპეტიტური (მადის აღმძვრელი)** (ზედ.) - აღწერს პროდუქტს, რომელსაც შეუძლია მადა აღუძრას ინდივიდს;
- **აპეტიტურობა (მადის აღმძვრელობა)** (არს.) - პროდუქტის თვისება, რომელიც განსაზღვრავს, თუ რამდენად სასიამოვნოა მისი ჭამა ან დალევა;

- **ფსიქოფიზიკა** (არს.) - შეისწავლის გაზომვად გამომწვევებსა და შესაბამის სენსორულ პასუხებს შორის ურთიერთდამოკიდებულებას;
- **ოლფაქტომეტრია** (არს.) - სუნის შეგრძნების გამომწვევზე შემფასებლის რეაქციის გაზომვა (ეს შეეხება შემფასებლებს);
- **ოლფაქტომეტრი** (არს.) - აპარატი, რომელსაც შემფასებლები იყენებენ განმეორებად პირობებში სუნის შეგრძნების გამომწვევის (სტიმულის) შესაფასებლად;
- **ოდორიმეტრია** (არს.) - ნივთიერებების სუნის მახასიათებლების გაზომვა (ეს შეეხება პროდუქტებს);
- **ოდორანტი** (არს.) - აქროლადი ნივთიერება, რომელიც შეიძლება აღიქვას ყნოსვის ორგანომ (ნერვების მონაწილეობით);
- **ხარისხი** (არს.) - პროდუქტის, პროცესის ან მომსახურების თვისებებისა და მახასიათებლების ნაკრები, რაც ანიჭებს მათ შესაძლებლობას დააკმაყოფილოს გაცხადებული ან ნაგულისხმევი მოთხოვნები;
- **ხარისხის ფაქტორი** (არს.) - მახასიათებლების სიმრავლიდან შერჩეული ერთი რომელიმე მახასიათებელი, რომლის საფუძველზეც შეაფასებენ მთლიანად პროდუქტის ხარისხს;
- **განწყობა** (არს.) - ობიექტის რომელიმე კლასის ან იდეის მიმართ რეაგირებასთან დაკავშირებული წინასწარგანწყობა;
- **მასტიფიკაცია** (არს.) - ღეჭვა, დაფშვნა და კბილებით დაქუცმაცება.

ტერმინოლოგიისთვის, რომელიც დაკავშირებულია შეგრძნებებთან, ორგანოლეპტიკური ატრიბუტებთან და მეთოდებთან, ისარგებლეთ ISO 5492: 2008 "სენსორული ანალიზი - ლექსიკონი"-ით.

ამჟამად მოქმედებს სენსორული ანალიზის 39 ISO სტანდარტი. ისინი მოიცავს ყველა აუცილებელ საკითხს, რომლებიც უკავშირდება ლექსიკონს, ტესტირების ოთახების მოწყობას, კომისიების ორგანიზებას, მეთოდოლოგიას და ა.შ. ქვემოთ მოგვყავს მათი სრული სია. ამასთან, გასათვალისწინებელია, რომ მუდმივად წარმოებს ამ სიის გადახედვა, ჩასწორება ან შევსება. (იხ. აგრეთვე ქვემოთ მოყვანილი განხილვის პროცესში მყოფი ISO-ს სიაც).

ISO სტანდარტები სენსორული ანალიზისთვის (ბმულები):

1. ISO 5492:2008 Sensory analysis -- Vocabulary
2. ISO 20613:2019 Sensory analysis -- General guidance for the application of sensory analysis in quality control
3. ISO 8586:2012 Sensory analysis -- General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors
4. ISO 11037:2011 Sensory analysis -- Guidelines for sensory assessment of the colour of products
5. ISO 8589:2007 Sensory analysis -- General guidance for the design of test rooms
6. ISO 3591:1977 Sensory analysis -- Apparatus -- Wine-tasting glass
7. ISO 16657:2006 Sensory analysis -- Apparatus -- Olive oil tasting glass
8. ISO 13300-1:2006 Sensory analysis -- General guidance for the staff of a sensory evaluation laboratory -- Part 1: Staff responsibilities
9. ISO 13300-2:2006 Sensory analysis -- General guidance for the staff of a sensory evaluation laboratory -- Part 2: Recruitment and training of panel leaders
10. ISO 6658:2017 Sensory analysis -- Methodology -- General guidance
11. ISO 11132:2012 Sensory analysis -- Methodology -- Guidelines for monitoring the performance of a quantitative sensory panel
12. ISO 8588:2017 Sensory analysis -- Methodology -- "A" - "not A" test

13. ISO 4120:2004 Sensory analysis -- Methodology -- Triangle test
14. ISO 10399:2017 Sensory analysis -- Methodology -- Duo-trio test
15. ISO 5495:2005 Sensory analysis -- Methodology -- Paired comparison test
16. ISO 8587:2006 Sensory analysis -- Methodology -- Ranking
17. ISO 13299:2016 Sensory analysis -- Methodology -- General guidance for establishing a sensory profile
18. ISO 11036:1994 Sensory analysis -- Methodology -- Texture profile
19. ISO 16820:2004 Sensory analysis -- Methodology -- Sequential analysis
20. ISO 29842:2011 Sensory analysis -- Methodology -- Balanced incomplete block designs
21. ISO 13302:2003 Sensory analysis -- Methods for assessing modifications to the flavour of foodstuffs due to packaging
22. ISO 13301:2018 Sensory analysis -- Methodology -- General guidance for measuring odour, flavour and taste detection thresholds by a three-alternative forced-choice (3-AFC) procedure
23. ISO 5496:2006 Sensory analysis -- Methodology -- Initiation and training of assessors in the detection and recognition of odours
24. ISO 11056:1999 Sensory analysis -- Methodology -- Magnitude estimation method
25. ISO 5497:1982 Sensory analysis -- Methodology -- Guidelines for the preparation of samples for which direct sensory analysis is not feasible
26. ISO 11136:2014 Sensory analysis -- Methodology -- General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area
27. ISO 3972:2011 Sensory analysis -- Methodology -- Method of investigating sensitivity of taste
28. ISO 16779:2015 Sensory analysis -- Assessment (determination and verification) of the shelf life of foodstuffs
29. ISO 4121:2003 Sensory analysis -- Guidelines for the use of quantitative response scales
30. ISO 11035:1994 Sensory analysis -- Identification and selection of descriptors for establishing a sensory profile by a multidimensional approach
31. ISO 22308:2005 Cork stoppers -- Sensory analysis
32. ISO 707:2008 Milk and milk products -- Guidance on sampling
33. ISO 22935-1:2009 Milk and milk products -- Sensory analysis -- Part 1: General guidance for the recruitment, selection, training and monitoring of assessors
34. ISO 22935-2:2009 Milk and milk products -- Sensory analysis -- Part 2: Recommended methods for sensory evaluation
35. ISO 22935-3:2009 Milk and milk products -- Sensory analysis -- Part 3: Guidance on a method for evaluation of compliance with product specifications for sensory properties by scoring
36. ISO 18794:2018 Coffee -- Sensory analysis -- Vocabulary
37. ISO 6668:2008 Green coffee -- Preparation of samples for use in sensory analysis
38. ISO 7304-1:2016 Durum wheat semolina and alimentary pasta -- Estimation of cooking quality of alimentary pasta by sensory analysis -- Part 1: Reference method
39. ISO 7304-2:2008 Alimentary pasta produced from durum wheat semolina -- Estimation of cooking quality by sensory analysis -- Part 2: Routine method

ამჟამად განხილვის პროცესში მყოფი ISO სტანდარტები (2019 წლის ივლისის მონაცემებით):

1. ISO/FDIS 16820 Sensory analysis -- Methodology -- Sequential analysis (previously ISO 16820:2004)

2. ISO/CD 11132 Sensory analysis -- Methodology -- Guidelines for monitoring the performance of a quantitative sensory panel (previously ISO 11132:2012)
3. ISO/DIS 11036 Sensory analysis -- Methodology -- Texture profile (previously ISO 11036:1994)
4. ISO/DIS 8586 Sensory analysis -- General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors (previously ISO 8586:2012)
5. ISO/DIS 4120 Sensory analysis -- Methodology -- Triangle test (previously ISO 4120:2004)
6. ISO/DIS 11056 Sensory analysis -- Methodology -- Magnitude estimation method (previously ISO 11056:1999, ISO 11056:1999/Amd 1:2013, ISO 11056:1999/Amd 2:2015)
7. ISO/AWI 22308-1 Cork bark selected as bottling product -- Part 1: Sensory analysis (previously ISO 22308:2005)

7.2 სენსორული ატრიბუტები და მათი აღქმა

ადამიანი სენსორული ანალიზის ძირითადი ინსტრუმენტია, რადგან იგი იყენებს თავის შეგრძნებებს საკვები პროდუქტების სენსორული თვისებების (ატრიბუტების) შესაფასებლად. ამიტომაც ძალზე მნიშვნელოვანია გყავდეს სათანადოდ შერჩეული შემფასებლები და მომზადებული კოლეგია. ეს მნიშვნელოვანია ხარისხის კონტროლისთვის, რადგან სენსორული ანალიზი ეხმარება სპეციალისტებს პასუხის გასცენ და თავი გაართვან ისეთ საკითხებს, როგორიცაა:

- მომხმარებელთა პრეფერენციებისა და მიზეზების განსაზღვრა - რატომ მოსწონს მომხმარებელს ესა თუ ის კონკრეტული პროდუქტი;
- პროდუქტის ხარისხის რაოდენობრივი ატრიბუტების სწრაფად გაზომვა;
- სენსორული ანალიზის გამოყენებით ისეთი კონკრეტული დეფექტების გამოვლენა, რომლებსაც ზოგჯერ ვერ ადგენს სხვა ანალიზური მეთოდები;
- ადამიანი საუკეთესო ინსტრუმენტია ოდორანტების მცირე დოზების გამოსავლენად; ამასთან, იგი ერთადერთია, ვისაც შეუძლია ხარისხობრივად შეაფასოს, თუ რამდენად მოსაწონია საკვლევი პროდუქტი;
- ხარისხის გარანტირება მისაღები ფასის ახალი ან ინოვაციური პროდუქტების შეფასებისას;
- დამუშავებაზე და ფორმულირების ცვლილებებზე მონიტორინგი.

სენსორული შეფასება სამეცნიერო დისციპლინაა, რომელიც გამოიყენება საკვებისა და მასალების სენსორულ ატრიბუტებზე რეაქციების გამოწვევის, გაზომვის, ანალიზისა და ინტერპრეტაციისთვის, როგორიცაა: შესახედაობა, არომატი, გემო, ფაქტურა და ბგერა, რომლებიც აღიქმება ადამიანის მხედველობის, ყნოსვის, გემოს, ტაქტილური (შეხებითი) და სმენითი შეგრძნებებით. სენსორული შეფასების მნიშვნელობის შესაფასებლად, საჭიროა ვიცოდეთ შეგრძნებების ბაზისური ფსიქოლოგია და ფიზიოლოგია, რაც დაგვეხმარება შემდგომში ტესტირებული პროდუქტის უკეთ შეფასებაში.

ადამიანის სენსორული სისტემის სტრუქტურა მოცემულია სურათზე (სურ.7.1). არსებობს გრძნობათა ხუთი ორგანო, რომლებიც ქმნიან ადამიანის სენსორულ სისტემას და ხელს უწყობენ მის ურთიერთობას გარე სამყაროსთან. ეს ორგანოებია: თვალები, ყურები, ცხვირი, კანი და ენა. ზოგჯერ ამ ჩამონათვალს ემატება ვესტიბულური სისტემაც, როგორც გრძნობათა მეექვსე ორგანო. მისი მეშვეობით ჩვენ ვსაზღვრავთ ჩვენს მდებარეობას სივრცეში, ვინარჩუნებთ წონასწორობას, შევიგრძნობთ საკუთარ წონას და პოზიციას. გრძნობათა ორგანოები აღიქვამენ ინფორმაციას გარე სამყაროსგან და გარდაქმნიან მას ნერვულ იმპულსებად, რომლებიც შემდეგ გადაეცემა თავის ტვინს ანალიზისა და საპასუხო რეაქციის ფორმირებისთვის. გრძნობათა თითოეულ ორგანოს თავის ტვინში შეესაბამება ქერქის გარკვეული უბანი, რომელიც ამუშავებს შემოსულ იმპულსებს.

მხედველობა. ფერი არის ვიზუალური აღქმა, რომელიც გამოწვეულია სინათლის მიერ თვალის ბადურის სტიმულირებით (ტალღის სიგრძე 380 ნმ-დან 760 ნმ-მდე).

პირველი ატრიბუტები, რომლებიც ხშირად ახდენს გავლენას საკვების ხარისხზე, არის ფერი და შესახედაობა (გარეგნული იერსახე); სასმელების შემთხვევაში - გამჭვირვალობაც. ფერს მნიშვნელობა ენიჭება აგრეთვე ისეთი პროდუქტების შეფასებისას, როგორიცაა ღვინო, ზეითუნის ზეთი და შარბათი, რამდენადაც ფერი კავშირშია სხვა ატრიბუტების აღქმასთან. მართლაც, ადამიანები ხშირად მოელიან რომ ყვითელ სასმელს ექნება ლიმონის არომატი, ან წითელი ფერის მარწყვს უნდა ჰქონდეს ტკბილი გემო.

ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მხედველობის აღქმაზე, მოიცავს: სინათლის წყაროს ინტენსივობას, სინათლის წყაროში ტალღის სიგრძეების განაწილებას, შთანთქმის ან გატარების მახასიათებლებს, პროდუქტის ზედაპირს და მის მახასიათებლებს, ფორმას, არეკვლას, ფაქტურას. ფიზიოლოგიურ ფაქტორებში შედის ადაპტაციის ხარისხი, კუთხე, თვალის მგრძნობელობა კონკრეტული ტალღის სიგრძის მიმართ და ფერების აღქმასთან დაკავშირებული დეფექტები.

ტესტირებისას სარწმუნო შედეგების მისაღებად დეგუსტატორები უნდა შემოწმდნენ ფერითი მხედველობის უნარიანობაზე (შესაძლო დეფექტების გამოვლენის მიზნით). ეს შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა ტესტის გამოყენებით (იხ. ნაწილი 3.2). უფრო მეტიც, უნდა განისაზღვროს ვიზუალური შეფასების სტანდარტები (მახსოვრობა, ფიზიკური ფერადი ფირფიტების ან მოდელული პროდუქტების გამოყენებით). წინასწარ უნდა განისაზღვროს კონკრეტული პროდუქტის შეფასების განათების პირობები - ნიმუშები შემდგომშიც უნდა შეფასდეს იმავე სინათლის წყაროს ქვეშ. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მეტამერული დაწყვილება არ იქნება მართებული - შეიძლება აღმოჩნდეს, რომ ნიმუშების წყვილი ერთ სინათლეზე ემთხვევიან ერთმანეთს, სხვა განათების პირობებში კი განსხვავდებიან.

ბგერა. ბგერითი ტალღები წარმოიქმნება ვიბრაციების შედეგად მოლეკულების ერთად თავმოყრის ან ჰაერში გაფანტვის გამო. ბგერის აღწერა შესაძლებელია სიხშირისა და ამპლიტუდის მიხედვით. იგი იზომება სიხშირით (Hz) - ციკლების რაოდენობა, რომელთაც შესრულება ხმის ტალღას შეუძლია ერთ წამში. სიხშირე შეესაბამება ბგერის სიმაღლეს. ამპლიტუდა შეესაბამება ბგერითი ტალღების მაქსიმალურ მაჩვენებელს. ამპლიტუდა ხშირად იზომება დეციბალებით და შეესაბამება ბგერის ხმამაღლობის აღქმას.

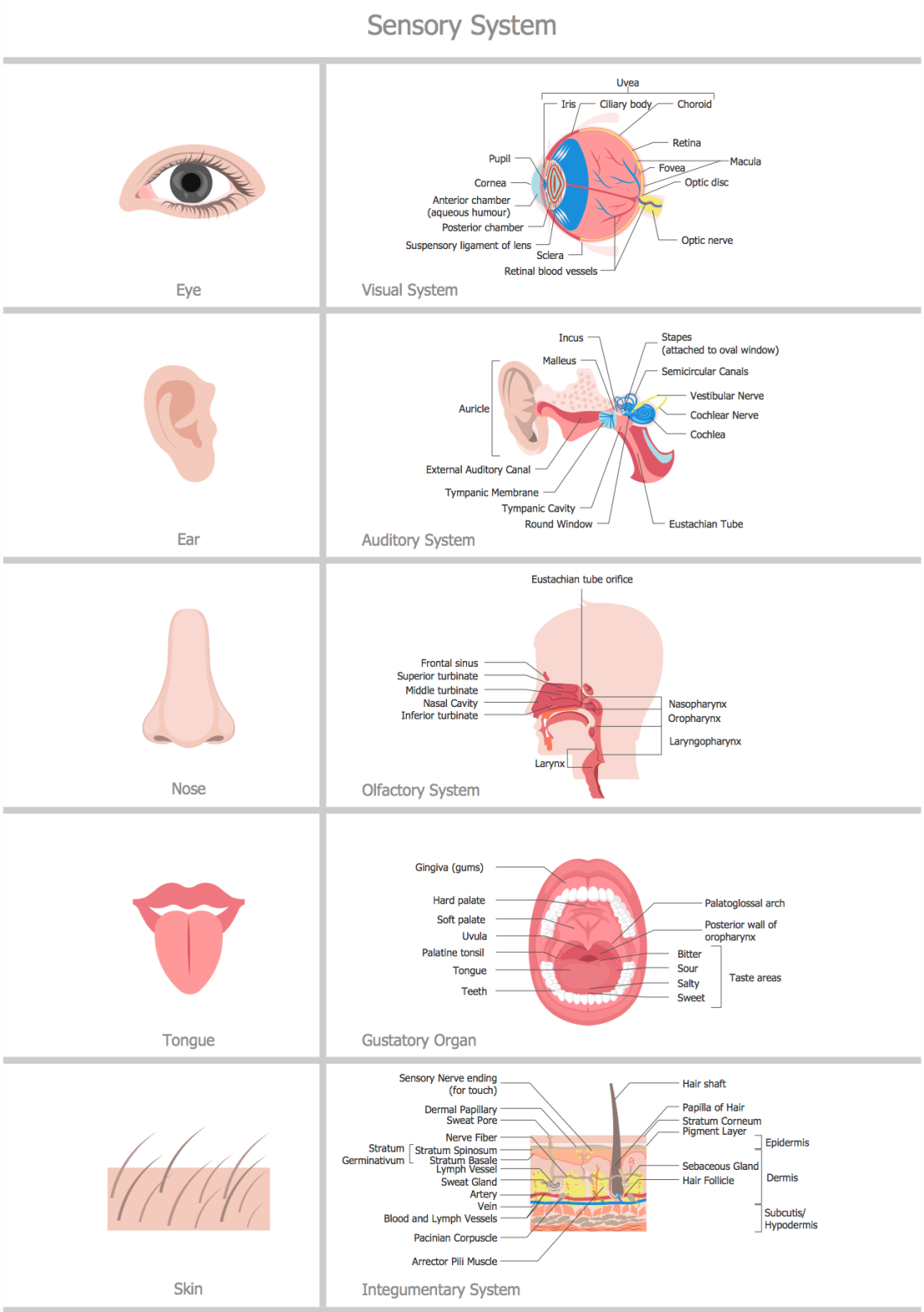
ბგერითი ტალღები ეცემა დაფის აპკს და იწვევს მის ვიბრაციას. ამის შემდეგ ვიბრაცია გადაეცემა შუა ყურში მდებარე სითხით სავსე ყურის ლოკოკინას. შიდა ყურში ვიბრაციას აღიქვამენ სენსორული უჯრედები, რომლებიც შემდგომ სმენის ნერვის გავლით აგზავნიან მას თავის ტვინში.

ბგერის აღქმაზე გავლენას ახდენს შემდეგი ფაქტორები: სმენის დაქვეითება, ბგერის გადაცემის დარღვევით გამოწვეული სიყრუე, სმენის ნერვის დაზიანებით გამოწვეული სიყრუე და სხვა გრძნობათა ორგანოებთან ურთიერთკავშირი.

ბგერა არის პროდუქციის ხარისხის მახასიათებლების შეფასების მნიშვნელოვანი ატრიბუტი ისეთი პროდუქტებისთვის, როგორიცაა, მაგალითად, შოკოლადი.

სუნი და არომატი. სუნის შეგრძნება ძალიან კომლექსური პროცესია. სუნი და არომატი ქიმიური შეგრძნებებია, რომლებიც სტიმულირდება აქროლადი მოლეკულების ქიმიური თვისებების შესაბამისად. იმისათვის, რომ ადამიანმა შეიგრძნოს სუნი და არომატი, ამ მოლეკულებმა უნდა მიაღწიონ ყნოსვის ბოლქვს, რათა მოახდინონ ზემოქმედება ლორწოვანში არსებულ ყნოსვის უჯრედებზე. სხვადასხვა სუნის დეტექცია ხდება ჩასუნთქულ ჰაერში, რომელიც სუნის შეგრძნების გამომწვევ მოლეკულებს შეიცავს. სწორედ ამიტომ, იმისთვის, რომ სუნი დააყენოს,

მოლეკულები უნდა იყოს აქროლადი. აქროლადი, სუნის მოლეკულების შემცველი ჰაერი კონტაქტში შედის ცხვირის ღრუს სიღრმეში მოთავსებულ პაწაწინა ყნოსვის რეცეპტორებთან. ეს



სურათი 7.1 - ადამიანის სენსორული სისტემის სტრუქტურა

(წყარო: https://www.conceptdraw.com/solution-park/health-human-anatomy)

რეცეპტორები გადასცემენ სიგნალს პირველ რიგში ყნოსვის ნერვებს, რომლებიც შემდეგ თავის ტვინს გადასცემენ მას. სპეციფიკური რეაქცია სუნის მოლეკულასთან ჯერ კიდევ უცნობია. ტერმინი "არომატი" გულისხმობს შეგრძნებათა კომბინაციას, რომელშიც შედის: მხედველობის, ყნოსვის, ტემპერატურის, ტკივილის, წნევის და ფაქტურის აღქმქმელი შეგრძნებები. დეფინიციის თანახმად, არომატის შეფასება ემყარება ადამიანების გადაწყვეტილებას.

ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენს სუნის შეგრძნებაზე, ურთიერთდაკავშირებულია ადამიანის სხვა გრძნობებთან, როგორიცაა გემო და მხედველობა. ფერს ზოგჯერ შეუძლია გამოიწვიოს სუნის შეგრძნება, როდესაც ის რეალურად არ არსებობს, ასევე სუნის მომატებული აღქმა ან თუნდაც არასათანადო (დამახინჯებული) აღქმა. სუნი განიცდის ადაპტაციას. სხვა ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენს სუნის შეგრძნებებზე, არის: სქესი, ასაკი, მწეველობა და ყნოსვის დარღვევები (ჰიპოსმია, ჰიპეროსმია, ანოსმია და დისომია).

გემოვნება. გემოვნება არის ქიმიური შეგრძნება. მას აფიქსირებს გემოვნების უჯრედები, რომლებიც განლაგებულია ენის წინა და უკანა მხარეს, გვერდებზე და სასაზე. ეს რეცეპტორული უჯრედები, ანუ გემოვნების კვირტები უკავშირდება მიღებული საკვებიდან ან სასმელიდან მოწყვეტილ მოლეკულებს და აგზავნის სიგნალებს თავის ტვინში. ზოგადად მიღებულია, რომ ადამიანებს შეუძლიათ განასხვავონ ხუთი-ექვსი სახის გემო: მარილიანი, ტკბილი, მწარე, მჟავე, უმამი და ცხიმიანი. ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენს გემოს შეგრძნებაზე, არის: ასაკი, მწეველობა, პროდუქტის სიბლანტე, გემოს აღქმის უნარის დარღვევები (აგეზია, გემოს დაკარგვა, ჰიპოგეზია, ჰიპერგეზია, დისგეზია) და ტემპერატურა.

ტაქტილური (შეხებითი). ეს არის შეგრძნებები კანზე (მათ შორის ენაზე). ადამიანის კანი არის ყველაზე დიდი სენსორული სისტემა, რომელიც შეიცავს მრავალრიცხოვან რეცეპტორებს. ამ რეცეპტორებს აქვთ თავისუფალი ნერვული დაბოლოებები, რომელთა დახმარებითაც ადამიანები გრძნობენ შეხებას, ზეწოლას, სიცხეს, სიცივეს და ტკივილს. კანზე შეგრძნებების უმეტესობა კომბინაციური შეგრძნებებია. უფრო მეტიც, კანის ყველა ნაწილი არ არის ერთნაირად მგრძნობიარე წნევის, შეხების, ტემპერატურის და ა.შ. მიმართ. შეხებითი გრძნობა გვეხმარება გადაწყვეტილების მიღებაში და ტკივილის თავიდან აცილებაში. მიუხედავად იმისა, რომ გრძნობის ამ ორგანოს სენსორული შეფასებისას ხშირად არასათანადო ყურადღებას უთმობენ, ტაქტილური ატრიბუტები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ჩვენ მიერ მოხმარებული პროდუქტების შეფასებაში (მაგალითად, ცხელი შოკოლადის, ყინულოვანი ლიმონათის და სხვ. შეფასებაში).

ფაქტურა. ფაქტურა განისაზღვრება, როგორც კინესთეტიკური (კუნთის შეგრძნების) და კანის შეგრძნებების ჯამი, რომელსაც აღვიქვამთ მანუალურად (ხელით) და პირით. იგი მოიცავს პირით აღქმულ შეგრძნებებს, ღეჭვასთან დაკავშირებულ მახასიათებლებს, აქ დამუშავებული საკვების ხასიათს და საკვების ვიზუალურ თუ სმენით ნიშან-თვისებებსაც კი.

პირველი ლუკმა, ანუ საწყისი ეტაპი ფასდება სიმაგრის, დესტრუქციის (დაშლის, დაქუცმაცების) და სიბლანტის მექანიკური მახასიათებლების მიხედვით. გარდა ამისა, ფასდება საწყისი გეომეტრიული მახასიათებლებიც. მეორე, ღეჭვის ეტაპი მოიცავს წებოვნების, ღეჭვისა და ადჰეზიურობის მექანიკური მახასიათებლების შეფასებას, აგრეთვე ღეჭვისას დაფიქსირებულ გეომეტრიულ მახასიათებლებს. მესამე, ნარჩენების ფაზა მოიცავს დაღეჭვით გამოწვეული მექანიკური და გეომეტრიული ცვლილებების შეფასებას. , რომლებიც გამოიწვია დაღეჭვის ად საღეჭობის დროს მახასიათებლებით გამოწვეული ცვლილებების შეფასებას. საკვების შეგრძნება ასოცირდება იმ თანადროულ სხვა შეგრძნებებთან ერთად, რომლებიც გამოიწვევა "ნორმალური" კვების პროცესში.

ყველა შეგრძნება ერთად არსებით როლს ასრულებს პროდუქტის არომატის გაუმჯობესებაში, რადგან ეხმარება ადამიანებს აღიქვან საკვებისა და სასმელების ატრიბუტები: ფერი, სუნი და

არომატი, ხელით ან პირით შეიგრძნონ საკვები, შეიგრძნონ ბგერები ყურით და, საბოლოო ჯამში, დააგემოვნონ პროდუქტი.

7.3 სენსორული ანალიზის ლაბორატორიების მოთხოვნები. ეროვნული და საერთაშორისო აღიარება

ამ პარაგრაფში მოწოდებული ინფორმაცია სრულად შეესაბამება ISO 8589:2007 Sensory analysis - General guidance for the design of test rooms (სენსორული ანალიზი - ზოგადი მითითებები ტესტირების შენობის დიზაინთან დაკავშირებით). ეს საერთაშორისო სტანდარტი გთავაზობთ ზოგად მითითებებს ნაწარმის სენსორული ანალიზისთვის განკუთვნილი ტესტირების შენობის მოსაწყობად. იგი აღწერს მოთხოვნებს, როგორ მოეწყოს ტესტირების სივრცე, რომელიც მოიცავს საცდელ სექტორს, ნიმუშების მოსამზადებელ სექტორს და ოფისს; ამასთან, აკონკრეტებს, თუ რომელი მოთხოვნებია აუცილებლად შესასრულებელი და რომელი - მხოლოდ სასურველი, რეკომენდებული.

ეს საერთაშორისო სტანდარტი არ არის სპეციფიკური რომელიმე პროდუქტის ან ტესტირების ტიპისთვის. ამ დიზაინით მოწყობილ ტესტირების ადგილებში შესაძლებელია როგორც საკვები, ისე არასაკვები პროდუქტების შეფასება. თუმცა, ტესტირების შენობები გამოსაყენებლად ადაპტირებული (მორგებული) უნდა იყოს კონკრეტულ მიზანთან.

უფრო მეტიც, მიუხედავად იმისა, რომ ბევრი ზოგადი პრინციპი ერთმანეთის მსგავსია, ეს საერთაშორისო სტანდარტი არ ვრცელდება შენობებზე, რომლებიც განკუთვნილია სპეციალიზირებული ტესტირებისთვის გამიზნული ისეთი საკვები პროდუქტების შესაფასებლად, რომლებიც გადის ინსპექტირებას ან ექვემდებარება ხარისხის კონტროლს უშუალოდ საწარმოში.

აღნიშნული სტანდარტი სხვადასხვა ქვეყანაში ნათარგმნია ადგილობრივ (ეროვნულ) ენებზე და სტანდარტს თავში წამძღვარებული აქვს წინასიტყვაობა. აღმოსავლეთ ევროპის ზოგიერთ ქვეყანას შეიძლება ჯერ კიდევ არ გააჩნდეს ეროვნულ ენაზე ნათარგმნი საერთაშორისო სტანდარტები დროის ან რესურსების სიმცირის გამო. მიუხედავად ამისა, რადგან შემუშავებულია International Standard ISO (ISO საერთაშორისო სტანდარტი), ის ყველგან ვალიდურია და ყველა ქვეყანა ვალდებულია იხელმძღვანელოს ამ მითითებებით, ეროვნული სტანდარტების არარსებობის შემთხვევაშიც.

7.3.1. ტესტირების შენობათა დიზაინი

პროდუქტების სენსორული ანალიზისთვის განკუთვნილ ტიპიურ ტესტირების შენობებში გამოყოფილია:

- საცდელი სექტორი, სადაც სამუშაოს შესრულება შესაძლებელია როგორც ინდივიდუალურად (ტესტირების კაბინებში), ისე ჯგუფურად;
- ნიმუშის დასამზადებელი სექტორი;
- ოფისი;
- გასახდელი (საგარდერობო) და ტუალეტი;
- სასაწყობე (მარაგების შესანახი) ადგილი;
- ნიმუშების შესანახი ადგილი;
- დასასვენებელი ოთახი დეგუსტატორებისთვის.

მინიმალური მოთხოვნებით, აუცილებელია არსებობდეს:

- საცდელი სექტორი, სადაც სამუშაოს შესრულება შესაძლებელია როგორც ინდივიდუალურად (ტესტირების კაბინებში), ისე ჯგუფურად;
- ნიმუშების დასამზადებელი სექტორი.

ტესტირების შენობა ხელმისაწვდომი უნდა იყოს დეგუსტატორებისთვის და არ უნდა მდებარეობდეს ტრანსპორტით გადატვირთულ ადგილებში, გარდა იმ შემთხვევებისა, როდესაც მიღებულია ზომები ხმაურის და ყურადღების გასაფანტი ფაქტორების შესამცირებლად. ასევე საჭიროა ზომების მიღება შეზღუდული შესაძლებლობის მქონე პირთათვის - მათთვის ამ ადგილის ხელმისაწვდომობის უზრუნველსაყოფად.

მიზანშეწონილია, თუმცა არ არის სავალდებულო, არსებობდეს დეგუსტატორების ოთახი, სადაც მათ შეეძლებათ შეკრება ან დასვენება სამუშაო სივრცეში შესვლამდე. ეს ოთახები ისე უნდა იყოს მოწყობილი, რომ ადვილი იყოს მათი დასუფთავება და ჰიგიენის წესების დაცვა.

ამრიგად, პროდუქტების სენსორული ანალიზისთვის განკუთვნილი ტესტირების შენობების დიზაინისთვის უნდა ვიხელმძღვანელოთ შემდეგი ძირითადი პრინციპებით:

- სენსორული შეფასება უნდა ხდებოდეს ცნობილ და კონტროლირებად პირობებში, სადაც მინიმუმამდეა დაყვანილი ყურადღების გადასატანი ფაქტორები;
- ტესტირების შენობაში მინიმუმამდე უნდა იყოს დაყვანილი ფსიქოლოგიური ფაქტორების, აგრეთვე ადამიანზე მოქმედი სხვადასხვა ფიზიკური პირობის ზეგავლენა.

ISO 8589:2007 Sensory analysis (ISO 8589: 2007 სენსორული ანალიზი) - ტესტირების შენობების დიზაინის ზოგად მითითებებში განხილულია დიზაინის 4 მაგალითი.

7.3.2.საცდელი სექტორის დიზაინი

ძირითადი მოთხოვნები

ადგილმდებარეობა. საცდელი სექტორი უნდა განთავსდეს ნიმუშის დასამზადებელი სექტორის სიახლოვეს, რათა ის მოსახერხებელი იყოს ნიმუშების წარსადგენად. ამასთან, ის დაცალკევებულიც უნდა იყოს, რათა გამოირიცხოს სხვადასხვა ფაქტორის (მაგ., ხმაურის და სუნის) ზეგავლენა. დეგუსტატორები არ უნდა ხვდებოდნენ საცდელ სექტორში ან ტოვებდნენ მას ნიმუშის მოსამზადებელი სექტორის გავლით, რადგან ამან შეიძლება რამდენადმე შეცვალოს ტესტირების შედეგები.

ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა. საცდელ სექტორში უნდა კონტროლდეს ტემპერატურა და ფარდობითი ტენიანობა. დეგუსტატორებისთვის ჰაერის ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის დონე კომფორტული უნდა იყოს გარდა იმ შემთხვევებისა, როდესაც პროდუქტის ტესტირება საჭიროებს განსაკუთრებულ პირობებს.

ხმაური. ტესტირების დროს ხმაურის დონე უნდა იყოს მინიმალური, რადგან ამან შეიძლება ყურადღება გაუფანტოს დეგუსტატორებს. სასურველია, რომ ოთახი იყოს ხმაგაუმტარი, ხოლო იატაკი მინიმუმამდე ამცირებდეს სიარულით ან საგნების გადაადგილებით გამოწვეულ ხმაურს.

სუნი. საცდელ სექტორში არ უნდა იდგეს სუნი. ამის მიღწევა შესაძლებელია გააქტიურებული ნახშირის ფილტრების მქონე კონდიციონერის დაინსტალირებით ან მსუბუქი დადებითი წნევის შექმნით სხვა ადგილებიდან შემომავალი ჰაერის ნაკადის შესამცირებლად. ამას გარდა, საცდელი სექტორი აღჭურვილი უნდა იყოს ისეთი მასალებით, რომლებიც ადვილად იწმინდება და არ ახდენს სუნის აკუმულირებას. ავეჯს, ხალიჩებს, სკამებს და ა.შ. არ უნდა ასდიოდეს სუნი, რამაც

შეიძლება გავლენა მოახდინოს შეფასებაზე; არც დასუფთავების მიზნით გამოყენებული სარეცხი საშუალებები უნდა ტოვებდეს სუნს საცდელ სექტორში.

ინტერიერის დიზაინი. საცდელ სექტორში კედლებისა და ავეჯის ფერი უნდა იყოს ნეიტრალური, რათა არ შეუცვალოს ფერი საკვლევ ნიმუშებს. რეკომენდებულია არა სუფთა თეთრი, არამედ მქრქალი ფერები, ან ნეიტრალური ღია ნაცრისფერი ტონალობები.

განათება. განათების წყაროს, ტიპსა და დონეს დიდი მნიშვნელობა აქვს სენსორული შეფასებისას. ყურადღება უნდა მიექცეს ზოგადად ყველა ადგილის განათებას და, თუ ეს შესაძლებელია, ცალკეული კაბინის განათებას. საცდელი სექტორის განათება უნდა იყოს ერთგვაროვანი, კონტროლირებადი და ჩრდილებისაგან თავისუფალი.

პროდუქტების ან მასალების ფერის შეფასებისას შეიძლება საჭირო იყოს სპეციალური განათების გამოყენება. უფრო მეტიც, ფერის ან ვიზუალური სხვაობის დასაფარად (მასკირების მიზნით), ტესტის შედეგებზე მათი გავლენის თავიდან ასაცილებლად, ზოგჯერ იყენებენ სპეციალურ გამანათებელ მოწყობილობებს. ამგვარი მოწყობილობებია: რეოსტატი სინათლის ინტენსივობის დასარეგულირებლად; ფერადი სინათლის წყაროები; ფერადი ფილტრები; შავი ფერი; მონოქრომატული წყაროები, როგორიცაა ნატრიუმიანი ნათურები.

ტესტირების კაბინები

საყოველთაო მოთხოვნები. სენსორული ანალიზის სხვადასხვა მეთოდით შეფასებისას, დეგუსტატორებს სთავაზობენ ანალიზირებული პროდუქტების შესახებ გააკეთონ ინდივიდუალური, ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი დასკვნები. იმისათვის, რათა თავიდან იქნეს აცილებული სხვა დეგუსტატორების, ან სხვა ყურადღების გასაფანტავი ფაქტორების ზეგავლენა, გამოიყენება ინდივიდუალური კაბინები.

კაბინების რაოდენობა დამოკიდებულია როგორც სივრცის ხელმისაწვდომობაზე, ასევე შესასრულებელი შეფასების სამუშაოს ტიპზე. შესაძლებელი უნდა იყოს თავისუფალი გადაადგილება და ნიმუშების დამზადების სექტორიდან მათი თავისუფლად შემოტანა.

კაბინების ინსტალაცია. დასაშვებია როგორც მუდმივი, ისე პორტატიული კაბინების გამოყენება. ამჟამად გამოყენებულ ყველა კაბინას აქვს ფანჯრები ნიმუშების მისაღებად და/ან გასაცემად. ამ ფანჯრებმა უნდა უზრუნველყოს პროდუქტის ნიმუშების თავისუფალი მიწოდება/გაცემა ყოველგვარი სირთულეების გარეშე. ფანჯრები უნდა იხურებოდეს სრიალა კარებით ან დარაბით. ფანჯრები ისე უნდა იყოს დაპროექტებული, რომ დეგუსტატორები ვერ ხედავდნენ როგორ მზადდება ნიმუში და როგორ ხდება მისი კოდირება.

კაბინაში არსებული ელექტრო-ბუდეების ლოკალიზაცია მოსახერხებელი უნდა იყოს ელექტრომოწყობილობების გამოყენებისთვის. კომპიუტერული ტექნიკის გამოყენებისას აუცილებელია მისი კომპონენტების ისე განთავსება, რომ სენსორული შეფასებისას დეგუსტატორებს არ გაეფანტოთ ყურადღება. ასევე რეკომენდებულია კაბინების დანომვრა და წარწერების გაკეთება დეგუსტატორთა მარტივი იდენტიფიკაციისა და განთავსებისთვის.

განლაგების წესი და ზომა. სამუშაო ადგილი თითოეულ ტესტირების კაბინაში უნდა იყოს საკმარისად დიდი იმისათვის, რომ დაიტიოს:

- ნიმუშები;
- ინსტრუმენტები;
- საფურთხი;

- ნიჟარა;
- დამხმარე საშუალება გამოსავლებად;
- შესავსები სპეციალური ფორმები და კალამი, ან მოწყობილობა კომპიუტერში მონაცემების შესატანად.

კაბინაში გამოყოფილი უნდა იყოს საკმარისი სივრცე, სადაც დეგუსტატორები შეძლებენ ფორმების შევსებას, ან სადაც დაიდგმება კომპიტერული მოწყობილობა დეგუსტაციის პასუხების ტრანსმისიისთვის.

სამუშაო ადგილი უნდა იყოს მინიმუმ 0,9 მ სიგანის და, სულ მცირე, 0,6 მ სიღრმის. დამატებითი მოწყობილობის საჭიროების შემთხვევაში შეიძლება აუცილებელი გახდეს კაბინის ზომის გაზრდა. უფრო მეტიც, ტესტირების კაბინების სამუშაო ადგილს უნდა ჰქონდეს სათანადო სიმაღლე, რათა მოსახერხებელი იყოს სინჯების ტესტირება.

კაბინებს შორის გვერდითი ტიხრები დაცილებული უნდა იყოს სამუშაო მაგიდიდან და ისე უნდა მოეწყოს, რომ ნაწილობრივ დაფაროს დეგუსტატორები - ამისათვის საკმარისია 0,3მ. დეგუსტატორთა სრული იზოლაციისთვის, ტიხრების განთავსება შესაძლებელია იატაკიდან ჭერამდე. ამასთან, მათმა დიზაინმა ხელი არ უნდა შეუშალოს სათანადო ვენტილაციასა და დასუფთავებას. დასაშვებია დაკიდული ტიხრების მოწყობაც.

თუ ამას ითვალისწინებს ადგილობრივი რეგულაციები, მინიმუმ ერთი კაბინა ისეთი სიგანისა და სიმაღლის უნდა იყოს, რომ კაბინაში მუშაობა შეძლოს ინვალიდის ეტლით მოსარგებლე დეგუსტატორმაც.

კაბინების ფერი. ზოგადი დანიშნულების კაბინის ინტერიერი უნდა იყოს მუქი ნაცრისფერი, დაახლოებით 15%-იანი სიკაშკაშის კოეფიციენტით. თუ საჭიროა ძირითადად ღია ფერების და ღია ფერის ტონალობების შედარება, კაბინის ინტერიერი შეიძლება შეიღებოს 30%-იანი ან მეტი სიკაშკაშის კოეფიციენტის გამოსაყენებლად, რათა შემცირდეს სიკაშკაშის კონტრასტი კედლებსა და საკვლევი ნიმუშის ფერებს შორის.

განათების მიმართ რეკომენდაციები ისეთივეა, როგორიც არის ტესტირების შენობის მიმართ.

ჯგუფური მუშაობის სექტორი

საყოველთაო მოთხოვნები. დეგუსტატორებსა და ოპერატორს შორის დისკუსიისთვის გათვალისწინებული უნდა იყოს ჯგუფური მუშაობის სექტორი. ამ სექტორის გამოყენება შესაძლებელია თავდაპირველად ტრენინგების დროს და შემდგომ, ნებისმიერ დროს, როდესაც იქმნება დეგუსტატორებს შორის დისკუსიის საჭიროება.

ეს სექტორი უნდა იყოს საკმარისად დიდი იმისათვის, რათა იქ განთავსდეს მაგიდა კომფორტული სკამებით დისკუსიაში მონაწილე ყველა დეგუსტატორისთვის, რომლებიც ერთდროულად ახორციელებენ ტესტირებებს. მაგიდა ისეთი ზომის უნდა იყოს, რომ მასზე დაეტიოს:

- უჯრა ან სხვა მოწყობილობა შესავსები ფორმებით და სინჯები თითოეული დეგუსტატორისთვის;
- დამატებითი მასალები, მაგალითად, ცნობარები; აგრეთვე კალმები, ფანქრები ან ჭიქები;
- კომპიუტერი (საჭიროების შემთხვევაში).

ნიმუშების ტრანსფერისათვის მოსახერხებელია მოძრავი სექციის არსებობა მაგიდის ცენტრში. ასევე, მაგიდა შეიძლება აღჭურვილი იყოს მოსახსნელი პანელებით, რომლებიც დეგუსტატორებს

დააცალკევებს ინდივიდუალური სამუშაოსთვის. დისკუსიის დროს, დასაწერად ოთახში უნდა იყოს დაფა / დაფა და ცარცი / მარკერები ან რუკა.

განათების მიმართ რეკომენდაციები ისეთივეა, როგორიც არის ტესტირების შენობის მიმართ.

ნიმუშის მოსამზადებელი სექტორის დიზაინი

საყოველთაო მოთხოვნები. ნიმუშის მოსამზადებელი ლაბორატორია (ან სამზარეულო) უნდა განთავსდეს საცდელი სექტორის უშუალო სიახლოვეს. მაგრამ, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ის უნდა განთავსდეს ისე, რომ საცდელ სექტორში შესასვლელად დეგუსტატორებს არ მოუწიოთ მისი გავლა.

ნიმუშის მოსამზადებელი სექტორი კარგად უნდა იყოს ვენტილირებული, რათა მასში არ იყოს სამზარეულოს ან გარედან შემოსული რაიმე სუნი. იატაკის, კედლების, ჭერისა და ავეჯისათვის შერჩეული მასალები უნდა იყოს მარტივად დასამუშავებელი, არ უნდა ჰქონდეს და არ უნდა იკრებდეს რაიმე სუნს.

აღჭურვილობა

ნიმუშის მოსამზადებელი სექტორის აღჭურვილობა დამოკიდებულია დასამუშავებელი პროდუქციის ასორტიმენტზე.

ძირითადი ელემენტებია:

- სამუშაო ადგილი;
- ნიჟარა ან სინჯების გასარეცხად საჭირო სხვა მოწყობილობა;
- ნაირგვარი აღჭურვილობები, მათ შორის: ელექტრო-, სინჯების შესანახი, მოსამზადებელი, საკონტროლო, მომსახურებისთვის განკუთვნილი (მაგალითად, კონტეინერები, ჭურჭელი, სხვადასხვა მოწყობილობა და ა.შ.) დამაკმაყოფილებელ სამუშაო მდგომარეობაში და დაკალიბრებული ტესტირებისთვის;
- საწმენდი საშუალებები;
- ნარჩენების კონტეინერი;
- შენახვის პირობები.

ავზები სინჯების მოსამზადებლად და შესანახად, აგრეთვე ნიმუშების მოსამზადებლად გამოყენებული თეფშები და დანები დამზადებული უნდა იყოს ისეთი მასალისგან, რომელიც არ ანიჭებს პროდუქტებს რაიმე სუნსა და გემოს და ხელს უშლის ნიმუშების ფალსიფიცირებას და დაბინძურებას.

ოფისი

საყოველთაო მოთხოვნები. ოფისი არის სამუშაო სექტორი, სადაც მზადდება სენსორულ შეფასებასთან დაკავშირებული დოკუმენტაცია. აუცილებელია, რომ ოფისი გამოყოფილი იყოს საცდელი სექტორისგან, მაგრამ იყოს მასთან დაკავშირებული.

ზომა. საკმარისი ადგილი უნდა იყოს გამოყოფილი ტესტირების დაგეგმვისთვის, შესავსები ფორმების შემუშავებისთვის, საპასუხო ფორმების დახარისხებისა და დეკოდირებისათვის, სტატისტიკური მონაცემების ანალიზისთვის, წერილობითი ანგარიშებისათვის და, საჭიროების შემთხვევაში, კლიენტებთან შესახვედრად ტესტირებისა და შედეგების განხილვის მიზნით.

აღჭურვილობა. ოფისში შესასრულებელი დავალების სპეციფიკიდან გამომდინარე, იგი შეიძლება აღიჭურვოს: სამუშაო მაგიდით, დოკუმენტების შესანახი კარადით, წიგნების კარადით, სკამებით, ტელეფონით, კალკულატორით და კომპიუტერით სტატისტიკური მონაცემების გასაანალიზებლად.

ოფისში ასევე შეიძლება განთავსდეს საშუალებები დოკუმენტაციის ფოტოკოპირებისა და შენახვისთვის.

ISO 8589: 2007 სენსორული ანალიზი - ტესტირების შენობების დიზაინის ზოგადი სახელმძღვანელო შეიცავს საცდელი სექტორის დიზაინის, კაბინების დიზაინის, კაბინის ფანჯრების დიზაინის მაგალითებს. მასში მოყვანილია აგრეთვე სხვადასხვა კაბინის განთავსების მაგალითებიც.

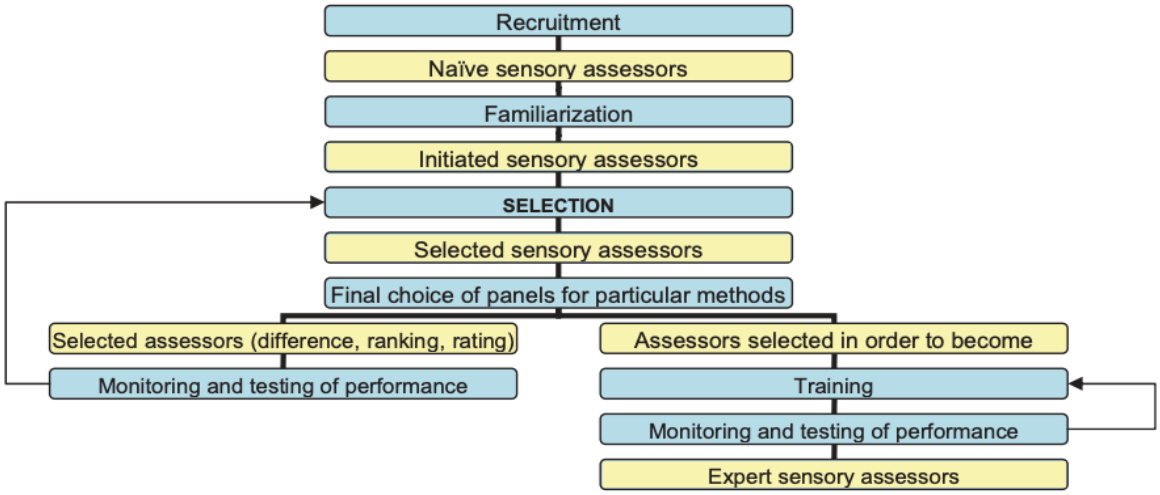
7.3.2. ექსპერტთა კომისიის შერჩევა და ტრენინგი

ამ ნაწილში მოცემული ინფორმაცია სრულად შეესაბამება ISO 8586:2012 Sensory analysis - General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors (ISO 8586: 2012 სენსორულ ანალიზი - ზოგადი მითითებები შერჩეული შემფასებლებისა და სენსორული ექსპერტ-შემფასებლების შერჩევის, ტრენინგისა და მონიტორინგის შესახებ). ეს საერთაშორისო სტანდარტი განსაზღვრავს შერჩევის კრიტერიუმებს, აგრეთვე შერჩეულ შემფასებელთა და სენსორული ექსპერტ-შემფასებლების ტრენინგისა და მონიტორინგის პროცედურებს.

სენსორული ანალიზის ექსპერტთა კომისია ჭეშმარიტი «შემფასებელი ინსტრუმენტია». ამდენად, ანალიზის შედეგები დამოკიდებულია კომისიის თითოეულ წევრზე. სწორედ ამიტომ, მონაწილეობის მსურველთა ჩართვა კომისიაში უნდა ხდებოდეს ფრთხილად. ყველა ადამიანს არ გააჩნია სენსორული შეფასების უნარი. უფრო მეტიც, მაშინაც კი, თუ პირი ავლენს სენსორულ შეფასებაში მონაწილეობის უნარს, საჭიროა მას ჩაუტარდეს შემდგომი ტრენინგები სხვადასხვა ტიპის პროდუქტების შესაფასებლად.

სენსორული შეფასება შეუძლიათ განახორციელონ სამი ტიპის შემფასებლებმა:

1. *სენსორული შემფასებლები* - ადამიანები, რომლებიც მონაწილეობენ სენსორულ ტესტირებაში. ისინი შეიძლება იყვნენ “ახალბედა (გამოცდილების არმქონე) შემფასებლები", რომლებიც არ აკმაყოფილებენ რომელიმე კონკრეტულ კრიტერიუმს ან "დამწყები შემფასებლები", რომლებიც ადრე მონაწილეობდნენ სენსორულ ტესტირებაში.
2. *შერჩეულ შემფასებლებს* ირჩევენ სენსორულ ტესტირებაში მონაწილეობის უნარის საფუძველზე.
3. სენსორული ექსპერტ-შემფასებლები - შერჩეული შემფასებლები, რომლებიც ახდენენ სენსორული მგრძნობელობის დემონსტრირებას და, ამავე დროს, გავლილი აქვთ მნიშვნელოვანი ტრენინგი, ფლობენ სენსორულ ტესტირებაში მონაწილეობის გამოცდილებას. სხვადასხვა პროდუქტის მიმართ მათი სენსორული შეფასება არის მყარი და განმეორებადი. სანამ სენსორულ ტესტირებაში მიიღებდეს მონაწილეობას, თითოეული ადამიანი უნდა შეფასდეს სპეციალური პროცედურით. პირველ ყოვლისა, ყოველთვის საჭიროა ჩატარდეს კანდიდატების წინასწარი სელექცია, რათა მოხდეს იმ პირთა გამორიცხვა, ვინც აშკარად შეუფერებელია სენსორული ანალიზისთვის. ამასთან, საბოლოო შერჩევა მხოლოდ გადარჩევისა და ტრენინგის შემდეგ შეიძლება.
4. სელექციისა და ტრენინგის მეთოდები დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა მოთხოვნებს უყენებთ "შერჩეულ შემფასებლებს" და "სენსორულ ექსპერტ-შემფასებლებს". ISO 8586:2012-ის - „შერჩეული შემფასებლებისა და სენსორული ექსპერტ-შემფასებლების შერჩევის, ტრენინგისა და მონიტორინგის პროცესი“ - თანახმად, შესაძლებელია მთლიანი პროცესის ალგორითმირება, როგორც ეს ნაჩვენებია სურათზე 7.2



სურათი 7.2 - შერჩეული შემფასებლებისა და სენსორული ექსპერტ-შემფასებლების შერჩევის, ტრენინგისა და მონიტორინგის პროცესი (ამოღებული ISO 8586:2012-დან Sensory analysis -- General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors-დან)

ამრიგად, რეკომენდირებული პროცედურები მოიცავს:

- ახალბედა (გამოცდილების არმქონე) შემფასებლების რეკრუტირებას (შემოკრებას) და წინასწარ (დაუსწრებლად, მონაცემების საფუძველზე) შერჩევას;
- იმ ახალბედა შემფასებლებთან პირადად შეხვედრას, რომლებიც სამომავლოდ შესაძლოა გახდნენ დამწყები შემფასებლები;
- კონკრეტული ტესტების შესრულების უნარის მიხედვით, დამწყებ შემფასებლებს შორის იმ პირთა შერჩევას, რომლებიც სამომავლოდ გახდებიან შერჩეული შემფასებლები;
- შერჩეული შემფასებლების სავარაუდო ტრენინგს, რათა ისინი გახდნენ სენსორული ექსპერტ-შემფასებლები.

დაკომპლექტება-გაცნობის ზუსტი პროცედურები და შემდგომ ეტაპებზე გამოსაყენებელი ტესტების ხასიათი დამოკიდებულია კომისიის წინაშე მდგარ ამოცანებზე.

სენსორული შემფასებლები მუშაობენ კომისიაში, რომელსაც მართავს კომისიის ხელმძღვანელი. გარკვეულ შემთხვევებში (განსაკუთრებით აღწერილობითი სენსორული ანალიზის დროს), კომისია შეიძლება დაიყოს სპეციალურ ქვეჯგუფებად. სენსორული ექსპერტ-შემფასებლების კომისიის შემთხვევაში, ჯგუფის ხელმძღვანელი პასუხისმგებელია ჯგუფის ზოგად მონიტორინგსა და ტრენინგზე. სენსორული ექსპერტ-შემფასებლები პასუხისმგებელი არ არიან გამოყენებული ტესტების შერჩევაზე, ნიმუშების პრეზენტაციაზე ან შედეგების ინტერპრეტაციაზე. ამ საკითხებზე პასუხისმგებლობა ეკისრება კომისიის ხელმძღვანელს, რომელიც ასევე წყვეტს, თუ რა მოცულობის ინფორმაცია უნდა მიეწოდოს კომისიას.

შერჩეული შემფასებლების კომისიის შემთხვევაში, უნდა ხდებოდეს მათი მუშაობის რეგულარული მონიტორინგი, რათა მათ გააგრძელონ იმ კრიტერიუმების დაკმაყოფილება, რის საფუძველზეც თავდაპირველად შეირჩნენ.

შემფასებელთა შერჩევა

ზოგადი მახასიათებლები. ტრენინგის მსურველები უნდა აკმაყოფილებდნენ შემდეგ ძირითად მოთხოვნებს:

- უნდა იყვნენ მოტივირებული და დაინტერესებული, რათა განივითარონ სენსორული უნარები;
- ჰქონდეთ ტრენინგში მონაწილეობის მიმართ მზაობა;

რეკრუტირება. ამ ეტაპზე საჭიროა პასუხის გაეცეს შემდეგ კითხვებს:

1. საიდან მოვიყვანოთ ახალი კანდიდატები შემფასებელთა რიგების შესავსებად?

2. რამდენი პირი უნდა შეირჩეს?

3. როგორ (რის საფუძველზე) უნდა შეირჩეს შემფასებლები?

არსებობს რეკრუტირების 2 ვარიანტი:

- შიდა (ინტერნალური) - როდესაც ორგანიზაციები შემფასებელთა რიგებს ავსებენ შიდა რესურსებით - საკუთარი განყოფილებების თანამშრომლებით;
- გარე (ექსტერნალური) - როდესაც ორგანიზაციები გარედან მოსული პირებით ახდენენ რიგების შევსებას.

დასაშვებია შერეული კომისიის შექმნა, რომელშიც გაერთიანდებიან როგორც შიდა (ადგილობრივი), ისე გარე შემფასებლები.

რეკრუტირების ორივე ტიპს აქვს დადებითი და უარყოფითი მხარეები. შიდა რეკრუტირების შემთხვევაში მთავარი უპირატესობა ის არის, რომ პერსონალი ყოველთვის ხელმისაწვდომია და არ არის აუცილებელი მათთვის დამატებითი თანხების გადახდა სენსორულ ტესტირებაში მონაწილეობისთვის. მაგრამ, გასათვალისწინებელია, რომ ისინი იცნობენ პროდუქტს და ამან შესაძლოა გავლენა იქონიოს მათ გადაწყვეტილებაზე. შიდა დაქირავების შემთხვევაში, არსებობს ამგვარი უპირატესობა - უკეთ უზრუნველყოფილი კონფიდენციალურობა, რაც მნიშვნელოვანია კვლევითი მუშაობისთვის. მეორეს მხრივ, კანდიდატების ჩანაცვლება უფრო რთულია და არჩევანი ნაკლებია და კიდევ, სენსორული ტესტირებების დროს ორგანიზაციებში შესაძლოა წარმოიშვას პერსონალის ნაკლებობის პრობლემა.

გარე დაქირავების უპირატესობებს შორის გამოვყოფდით: არჩევანის ფართო სპექტრს, ახალი სახეებით რიგების შევსების პერსპექტივას, გაცილებით უფრო გაადვილებულ სელექციას (ნაკლებია ადამიანების განაწყენიანების რისკი ისეთ შემთხვევებში, თუ ისინი არ გამოდგებიან ამ სამუშაოსთვის), ხელმისაწვდომობას. მეორეს მხრივ, უარყოფითი მხარეებია:

- დიდი ხარჯები;
- მაღალი ეფექტიანობა მხოლოდ ურბანულ საზოგადოებებში;
- ვინაიდან პრიორიტეტული ნიშანია ხელმისაწვდომობა, ამ ინდივიდების კატეგორიაში არაპროპორციულად მაღალი რაოდენობით ხვდებიან პენსიონერები, დიასახლისები (უმუშევარი ქალები) და სტუდენტები.
- შერჩევისა და ტრენინგის საფასურის გადახდის შემდეგ, ყოველთვის არსებობს რისკი, რომ დაქირავებული ხალხი წავიდეს და მიატოვოს საქმე.

შესარჩევ პირთა რაოდენობა. გამოცდილებამ გვაჩვენა, რომ სხვადასხვა მიზეზის გამო, კანდიდატთა თითქმის ნახევარი თავიდანვე გამოეთიშება ხოლმე შერჩევის პროცედურებს. ასე რომ, რეკრუტირებულთა რაოდენობა ვარიირებს შემდეგ ფაქტორებზე დამოკიდებულებით:

- ორგანიზაციის ფინანსური და რეკრუიტმენტის საშუალებები;

- ტესტირების ტიპები და ჩატარების სიხშირე;
- საჭიროა თუ არა შედეგების სტატისტიკური ინტერპრეტაცია.

სასურველია, რომ კომისიას ჰყავდეს მინიმუმ 10 შერჩეული შემფასებელი. ზოგადად მიღებულია, რომ ამ რაოდენობის წევრების შემცველი კომისიის შესაქმნელად, რეკრუტირებული უნდა იყოს 40-60 პირი და მათგან შეირჩეს, სულ მცირე, 20 კანდიდატი.

ზოგადი (მონაცემებზე დაფუძნებული) ინფორმაცია და წინასწარი შერჩევა

ზოგადი ინფორმაცია, როგორც წესი, მიიღება კითხვარებიდან, რომლებსაც ავსებენ კანდიდატები, აგრეთვე სენსორულ ანალიზში გამოცდილი პირების მათთან გასაუბრებით.

ზოგადი კრიტერიუმები. კანდიდატთა შერჩევის ზოგად კრიტერიუმებს შორის განიხილება:

1. *ხელმისაწვდომობა. კანდიდატებს უნდა ჰქონდეთ დრო* იმისათვის, რომ დაესწრონ ტრენინგებს და მონაწილება მიიღონ შეფასებებში.
2. *საკვების მიმართ მათი დამოკიდებულება.* კანდიდატებს არ უნდა გააჩნდეთ გამოკვეთილი უარყოფითი დამოკიდებულება გარკვეული საკვების თუ სასმელის მიმართ (განსაკუთრებით მათ მიმართ, რომლებიც გამიზნულია სენსორული შეფასებისთვის), აგრეთვე კულტურული და სხვა რაიმე აკრძალვა პროდუქტების მოხმარებისთვის.
3. *ცოდნა და უნარები.* კანდიდატს უნდა შეეძლოს პირველი სენსორული აღქმის გადმოცემა და გამოხატვა, რაც მოითხოვს გარკვეულ ფიზიკურ და ინტელექტუალურ შესაძლებლობებს, განსაკუთრებით კონცენტრირების უნარს და გარე ფაქტორების მიმართ უგრძნობლობას.
4. *კომუნიკაციისა და აღწერის უნარი.* ეს უნარი უკიდურესად მნიშვნელოვანია აღწერილობითი ანალიზისთვის შერჩეული კანდიდატებისთვის, რაც საჭიროებს შეფასების დროს წარმოშობილი შეგრძნებების აღწერის უნარს. სასურველია, რომ კანდიდატებს ჰქონდეთ კარგი სენსორული მეხსიერება და შეძლონ სიტყვებით გადმოსცენ პროდუქტის მახასიათებლები.

ჯანმრთელობა. კანდიდატები სრულიად ჯანმრთელი უნდა იყვნენ, არ უნდა ჰქონდეთ ქრონიკული დაავადებები (რაც გავლენას მოახდენდა მათ შეგრძნებებზე) და არც ალერგია. კანდიდატები არ უნდა იღებნენ ისეთ მედიკამენტებს, რომლებსაც შეუძლიათ გამოიწვიონ სენსორული აღქმის შესუსტება და, შესაბამისად, შეფასებების არასანდოობა. ასევე სასურველია იმის გარკვევაც, ხომ არ აქვს კანდიდატს პროთეზი, რადგან ამან შეიძლება გავლენა იქონიოს ზოგიერთი ტიპის შეფასებაზე, რომლებიც პროდუქციის ტექსტურას და გემოს უკავშირდება. გაციება ან დროებითი მდგომარეობა (მაგალითად, ორსულობა) არ უნდა გახდეს კანდიდატისთვის დასაქმებაზე უარის თქმის მიზეზი.

მნიშვნელოვანი *ფსიქოლოგიური კრიტერიუმები:*

- ინტერესი და მოტივაცია;
- პასუხისმგებლობის გაცნობიერება და კონცენტრირების უნარი;
- განსჯის უნარი;
- თანამშრომლობის სურვილი.

სხვა ფაქტორები. ზემოთ ჩამოთვლილი ინფორმაციის გარდა, კანდიდატის სამსახურში აყვანისას ასევე უნდა შევაგროვოთ მის ირგვლივ შემდეგი მონაცემები: სახელი, გვარი, ასაკობრივი ჯგუფი, სქესი, ეროვნება, განათლება, საქმიანობა (იმ პერიოდში) და სენსორული ანალიზის ჩატარების

გამოცდილება. ასევე შეიძლება მიეთითოს მწევლობაც. ამასთან, კანდიდატის მწევლობა, ჩვეულებრივ, არ უნდა გახდეს მისთვის დასაქმებაზე უარის თქმის მიზეზი.

სკრინინგი

კანდიდატთა სკრინინგისთვის გამოყენებული ტესტები 3 ჯგუფად იყოფა:

1. ტესტები, რომლებიც ემსახურება ძირითადი მოთხოვნებთან კანდიდატის შეუსაბამობის დადგენას;
2. ტესტები, რომლებიც არკვევს, თუ რამდენად განვითარებული აქვს კანდიდატს შეგრძნებები;
3. ტესტები, რომლებიც მიზნად ისახავს განისაზღვროს, თუ რამდენად ფლობს კანდიდატი უნარს - სათანადოდ აღწეროს და გადმოსცეს საკუთარი შეგრძნებები.

ამ ტესტების მიზანია გააცნოს კანდიდატებს სენსორული ანალიზის პროცესში გამოყენებული მეთოდები და მასალები.

ფერადი მხედველობა. კანდიდატები ფერადი მხედველობის ანომალიებით არ გამოდგებიან ფერების შეფასებასთან დაკავშირებული ტესტების ჩასატარებლად. ფერადი მხედველობის ტესტირებისას იყენებენ ეფექტურ ტესტს, მაგალითად, Ishihara-ს ან Farnsworth-Munsell 100 HueColor მხედველობის ტესტს.

გემოსა და სუნის შეგრძნების დაკარგვა. სასურველია შემოწმდეს კანდიდატთა მგრძნობელობა ისეთი ნივთიერებების მიმართ, რომლებიც შეიძლება უმცირესი ოდენობით იყოს პროდუქტებში. საჭიროა იდენტიფიცირებულ იყვნენ კანდიდატები, რომლებსაც დაკარგული აქვთ გემოს და სუნის შეგრძნების უნარი, ან დაქვეითებული აქვთ რომელიმე მგრძნობელობა. გემოს და სუნის დეგუსტაციისთვის გამიზნულ ნივთიერებათა ნიმუშები ისე მზადდება, რომ მათი კონცენტრაციები მნიშვნელოვნად ჭარბობს ზღურბლოვან მნიშვნელობებს. მოგვყავს იმ ნივთიერებათა მაგალითები, რომლებიც შეიძლება იქნეს გამოყენებული:

- გემო: ტკბილი, მჟავე, მწარე, მარილიანი, უმამის გემო, მწკლარტე, მეტალ გემოს შეგრძნება და სხვ.;
- სუნი: ლიმნის, ვანილის, ყვავილების და ა.შ.

ტესტირების მეთოდოლოგია, აგრეთვე ხსნარების მოსამზადებლად საჭირო ნივთიერებები და მათი კონცენტრაციები დეტალურად არის აღწერილი ISO 8586:2012 Sensory analysis -- General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors-ში.

ტრენინგი

ტრენინგი აუცილებელია შემფასებლებისთვის ცოდნის სენსორული ანალიზის დროს ჩასატარებელი პროცედურების შესახებ ცოდნის მიწოდების უზრუნველსაყოფად, აგრეთვე მათში ისეთი უნარების გასავითარებლად, როგორიცაა იდენტიფიცირება, ამოცნობა და სტიმულის აღწერა. ტრენინგი ეხმარება შემფასებლებს გამოიყენონ შეძენილი გამოცდილება და დახელოვნდნენ სპეციფიკური პროდუქტების მიმართ ამ მეთოდების გამოყენებაში.

ტრენინგში მონაწილე კანდიდატი-შემფასებლების რაოდენობა 1,5-2-ჯერ მეტი უნდა იყოს კომისიის საბოლოო ფორმირებისათვის საჭირო წევრთა რაოდენობაზე. სენსორული ანალიზის მიმართ სწორი მიდგომის უზრუნველსაყოფად, ყველა ტრენინგი უნდა ტარდებოდეს სათანადო გარემოში, ISO 6658: 2017 სენსორული ანალიზი - მეთოდოლოგია - ზოგადი რეკომენდაციების შესაბამისად.

შემფასებლებს უნდა მიეცეთ ინსტრუქცია, რომ ისინი ყოველთვის იყვნენ ობიექტურები და უარი თქვან საკუთარ ჩვევებზე და უარყოფით განწყობებზე. უფრო მეტიც, მათ არ უნდა გამოიყენონ არომატული კოსმეტიკა ტესტირებამდე ან ტესტირების მიმდინარეობისას, უნდა თავი შეიკავონ მოწევისგან ან მწეველებთან კონტაქტისგან, არ ჰქონდეთ რაიმე შეხება მძაფრი გემოს ან სურნელის მქონე საგნებთან ტესტირებამდე სულ მცირე, 60 წუთით ადრე. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მათ საცდელ ოთახში გარედან შეჰყვებათ სუნი, რამაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს ტესტირების შედეგებზე.

ტრენინგი ფერის, გემოს, სურნელის და ტექსტურის აღქმაზე მოიცავს 6 ტიპის ტესტირებას.

1. *სტიმულის დასადგენი ტესტირებები.* ისინი ემყარება ე.წ. სამკუთხედის მეთოდს (იხ. ნაწილი 4). ერთი სესიის განმავლობაში იკვლევენ მხოლოდ ერთ ნივთიერებას. თითოეულ კანდიდატს მიეწოდება საცდელი ნივთიერების ორი ნიმუში და წყლის ან სხვა რომელიმე ნეიტრალური ნივთიერების ერთი ნიმუში / ან გამოსაცდელი ნივთიერების ერთი ნიმუში და წყლის (ან სხვა ნეიტრალური ნივთიერების) ორი ნიმუში. საკვლევი ნივთიერების კონცენტრაცია უნდა აღემატებოდეს ზღვრულ კონცენტრაციას. რამდენიმე განმეორებითი ტესტირების შემდეგ, თუ კანდიდატი ვერ შეძლებს განსხვავებათა იდენტიფიცირებას, ეს იმის მაუწყებელია, რომ კანდიდატი ამ ტიპის ტესტირებისთვის შეუფერებელია.

2. *სტიმულის ინტენსივობის სხვადასხვა დონის დასადგენად გამიზნული ტესტირებები.* ეს ტესტირებები ეფუძნება მეთოდებს, რომლებიც იყენებს მასშტაბებსა და კატეგორიებს (იხ. ნაწილი 4). ტესტირებისას გამოიყენება გემოს, ყნოსვის (მხოლოდ ძალზე დაბალი კონცენტრაციებით), შეხების (პირის ღრუში და ხელით) და ფერითი მხედველობის სტიმულატორები. თითოეულ ტესტში კანდიდატებს შემთხვევითობის (რენდომიზაციის) პრინციპის დაცვით აწვდიან საკვლევი ნივთიერების სხვადასხვა კონცენტრაციის ოთხ ნიმუშს, რომლებიც კანდიდატებმა უნდა დაალაგონ სტიმულის მზარდი ინტენსივობის შესაბამისად (დაბალი ინტენსივობდან მაღალისკენ). რენდომიზაციის პრინციპით დალაგებული ნიმუშების რიგითობა ერთნაირი უნდა იყოს ყველა კანდიდატისთვის, რათა შედეგების შედარებისას ნათლად გამოჩნდეს, რომ კანდიდატები არ იცნობდნენ ნიმუშებს. ამ ტესტირების შედეგად დამაკმაყოფილებელი შედეგის მიღება შესაძლებელია მხოლოდ გარკვეული კონცენტრაციებისთვის.

3. *შეგრძნებათა აღწერის უნარი.* ეს ტესტები მიზნად ისახავს კანდიდატთა შემოწმებას საკუთარი შეგრძნებების აღწერის უნარიანობაზე. რეკომენდებულია ორი ტესტის ჩატარება: ერთი სუნის აღქმის უნარიანობაზე, მეორე - შეხებით აღქმის უნარიანობაზე.

4. *სურნელის აღწერა.* კანდიდატებს ეძლევათ სხვადასხვა სურნელის 5-10 ნიმუში. სასურველია ისინი უკავშირდებოდეს გასაანალიზებელ პროდუქტებს. ნაკრებში უნდა შედიოდეს რამდენიმე ადვილად ამოსაცნობი ნიმუში, ხოლო დანარჩენი ნიმუშები იყოს რთულად ამოსაცნობი. ინტენსივობა მნიშვნელოვნად უნდა აღემატებოდეს აღქმის ზღურბლს, მაგრამ დიდად არ უნდა აღემატებოდეს გასაანალიზებელ პროდუქტებში არსებულ კონცენტრაციებს. რამდენად დამაკმაყოფილებელი იქნება ამ ტესტის შედეგი, ეს შეიძლება შეფასდეს კონკრეტული ნივთიერებებისთვის.

5. *ტექსტურათა აღწერის ტესტი.* კანდიდატებს მიაწვდიან ნიმუშთა ნაკრებებს არეული თანმიმდევრობით და სთხოვენ მათი ტექსტურის აღწერას. მყარი პროდუქციის ნიმუშები წარმოდგენილი უნდა იყოს ერთნაირი ზომის ბლოკების სახით, ხოლო თხევადი ნივთიერებები - დაბურულ (გაუმჭვირვალე) კონტეინერებში. რამდენად დამაკმაყოფილებელი იქნება ამ ტესტის შედეგი, ეს შეიძლება შეფასდეს გამოყენებული ნივთიერებების საფუძველზე.

6. *ტექსტურათა შორის განსხვავების ამოცნობა.* გამოყენებული მეთოდი: რანჟირების ტესტი (იხ. ნაწილი 4). ამ ტესტი შედეგი მიიჩნევა დამაკმაყოფილებლად, თუ ნიმუშების მინიმუმ 80% სწორად იქნება რანჟირებული.

გემოს და სურნელის საიდენტიფიკაციო და ამოსაცნობი ტესტების მომზადება. ამ ეტაპზე უნდა ვიხელმძღვანელოთ ISO 6658: 2017 სენსორული ანალიზი - მეთოდოლოგია - ზოგადი მითითებებით და გამოვიყენოთ იდენტური ნივთიერებების დეტექციის ტესტი, შეწყვილებული შედარების ტესტი, სამკუთხედის და დუო-ტრიოს მეთოდები. უფრო მეტიც, საიდენტიფიკაციო ტესტები გამოიყენება შემფასებლებში სურნელის მიმართ მგრძნობელობის გასავითარებლად. თავდაპირველად, შეგრძნებების სტიმულაციისთვის, შემფასებლებს ნივთიერებები მიეწოდებათ წყალხსნარების სახით, ხოლო შემდგომ, როდესაც შემფასებლები უკვე შეიძენენ გარკვეულ გამოცდილებას, მათ შეუძლიათ დაიწყონ ნამდვილი საკვებისა და სასმელების ტესტირება. ნიმუშის იერსახის შეცვლა (მაგალითად, ფერადი განათების გამოყენებით) განსაკუთრებით სასარგებლოა იმ თვალსაზრისით, რომ ხაზი გავუსვათ ობიექტურობის დაცვის აუცილებლობას სხვა მახასიათებლების მიხედვით განსხვავებების დადგენის პროცესში.

გამოსაყენებელი მასშტაბები. ამ ეტაპზე შემფასებლებს უნდა გააცნონ კლასიფიკაციის, ინტერვალისა და თანაფარდობის დადგენილი მასშტაბები იმის მიხედვით, თუ რომელი მასშტაბი იქნება გამოყენებული. ნიმუშების ტესტირებისას სარწმუნო მნიშვნელობების მისაღებად გამოიყენება შეფასების სხვადასხვა პროცედურა. ყველაზე ხშირად ჯერ ახდენენ ნივთიერებათა შეფასებას წყალხსნარებში, შემდეგ კი ნამდვილ საკვებსა და სასმელებში შერეული სტიმულირებით, რომლებიც შეიძლება განსხვავდებოდეს ერთმანეთისგან.

ტრენინგი აღწერილობის (პროფილების) შედგენასა და გამოყენებაში. ტრენინგის მონაწილეებმა უნდა იცოდნენ აღწერილობის (პროფილების) შედგენა. ამის მისაღწევად, მათ უნდა შესთავაზონ მარტივი პროდუქტების ნიმუშები და სთხოვონ შეადგინონ ამ პროდუქტთა მახასიათებლების ლექსიკონი ისე, რომ ამ ტერმინებით აღწერის საფუძველზე შეიძლებოდეს ნიმუშების დიფერენცირება. ტერმინები ინდივიდუალურად შემუშავდება, შემდეგ კი დისკუსიის საფუძველზე დგინდება ტერმინების ზოგადი ჩამონათვალი მინიმუმ 10 შემუშავებული დეფინიციიდან. ეს სია გამოიყენება პროდუქტის აღწერილობისთვის, პირველ რიგში, თითოეული ნიმუშისთვის შესაფერისი ტერმინების შესარჩევად და, შემდგომ, მათი ინტენსივობის შესაფასებლად ზემოთ აღნიშნული სხვადასხვა მასშტაბის გამოყენებით.

ზემოთ აღწერილი ყველა თეორიული ტრენინგი ენაცვლება პრაქტიკულ დავალებებს, რათა შემფასებლებმა შეიძინონ და განივითარონ გამოცდილება. საბაზისო ტრენინგის გავლის შემდეგ, შემფასებლები მზად იქნებიან იმისათვის, რომ ჩაუტარდეთ ტრენინგი რეალური პროდუქტის შესაფასებლად.

კომისიების ფორმირება საჭიროა გარკვეული ტიპის ტესტირებისთვის და ისინი იქმნება იმ კანდიდატებისგან, რომლებმაც წარმატებით გაიარეს სათანადო ტესტირებები. კანდიდატები, რომლებიც უფლებამოსილი არიან მონაწილეობა მიიღონ ერთი სახის ტესტირებაში, შესაძლოა არ გამოდგნენ სხვა ტესტირებაში. ანალოგიურად, თუ კანდიდატი ამოირიცხება ერთი ტიპის ტესტირებაში მონაწილე შემფასებელთა შემადგენლობიდან, ეს არ ნიშნავს, რომ იგი ავტომატურად გაირიცხება სხვა ტიპის ტესტირების მონაწილეთა სიიდან.

ექსპერტთა ტრენინგი. ექსპერტთა ტრენინგში მონაწილეობისთვის შეარჩევენ იმ სპეციალისტებს, რომლებსაც უკვე აქვთ გარკვეული ცოდნა გემოსა და სუნის ფიზიოლოგიაზე. მათი ტრენინგი მიზნად ისახავს სენსორული ცოდნის სრულყოფას, განსაკუთრებით, სენსორული პროფილისა და მათი ინტენსივობის მნიშვნელობათა დესკრიპტორების დამახსოვრებას; აგრეთვე შესძინონ მათ მაღალი ხარისხის სენსორული პროდუქტის პროფილების შექმნის უნარები (განმეორებადობა, საიმედოობა, განმასხვავებელი შესაძლებლობები). ტრენინგი ჩვეულებრივ მოიცავს:

- სენსორული მეხსიერების განვითარებას;
- სენსორული დესკრიპტორების სემანტიკურ და მოტივირებულ სწავლებას;

- დესკრიპტორების ლექსიკის გაუმჯობესებას;
- ტრენინგს სერტიფიკაციის პირობით.

აღნიშნული ტესტების ყველა მეთოდოლოგია დეტალურადაა აღწერილი ISO 8586: 2012 სენსორული ანალიზი - შერჩეული შემფასებლებისა და ექსპერტული სენსორული შემფასებლების შერჩევის, ტრენინგისა და მონიტორინგის ზოგად მითითებებში.

7.3.3. მომსახურების პროცედურები

ზოგადი ინფორმაცია შესამოწმებელი მასალის, აპარატურისა და ნიმუშის აღების შესახებ მოცემულია ISO 6658: 2017 სენსორული ანალიზი - მეთოდოლოგია - ზოგადი მითითებები. უფრო მეტიც, სენსორული ანალიზის მეთოდოლოგიის ცალკეული ISO შეიცავს მოკლე ინსტრუქციას ამ თემასთან დაკავშირებით.

მიღებული წესების მიხედვით, ტესტირებისათვის ნიმუშის აღება უნდა განხორციელდეს ტესტირებადი პროდუქტის ან პროდუქტების სენსორული ანალიზის სტანდარტების შესაბამისად. ამგვარი სტანდარტების არარსებობის შემთხვევაში, უნდა ვიხელმძღვანელოთ ამ პროდუქტის შერჩევის წესებით ან შევათანხმოთ საკითხი დაინტერესებულ მხარეებთან.

ნიმუშების მომზადებისა და წარდგენის მეთოდები უნდა შეესაბამებოდეს პროდუქტის სპეციფიკურ ტიპს და ტესტირების სპეციფიკურ მიზანს. პროდუქტის ტესტირება უნდა მოხდეს იმავე პირობებში, რომლებშიც, ჩვეულებრივ, მოიხმარენ მათ (გარდა ისეთი შემთხვევებისა, როდესაც დეგუსტატორებს სთხოვენ განსაკუთრებული ყურადღება გაამახვილონ შემთხვევაზე). მაგალითად, პროდუქტი, რომელიც, ჩვეულებრივ, ცხლად მიიღება, უნდა დამზადდეს ჩვეულებრივი წესით და ტესტირების დროსაც ის ცხლად უნდა მიიღოს შემფასებელმა; ხოლო პროდუქტი, რომელიც, დიდ ნაჭრებად მიიღება, არ უნდა იქნეს ჰომოგენიზებული, რადგან აუცილებელია მას შეუნარჩუნდეს დამახასიათებელი ტექსტურა. ამასთან, აუცილებელია იმის უზრუნველყოფა, რომ თითოეული დეგუსტატორის მიერ შეფასებული ნიმუშების ნაწილები მაქსიმალურად ერთგვაროვანი იყოს.

დეგუსტატორებმა არ უნდა გააკეთონ დასკვნები ნიმუშთა ბუნების თაობაზე ამ ნიმუშების მოწოდების ხასიათიდზე დაყრდნობით. ნიმუშები უნდა მომზადდეს ერთდაიმავე გზით (იდენტურ ჭურჭელში, პროდუქტის იდენტური რაოდენობის გამოყენებით, იდენტური იერსახის, იდენტურ ტემპერატურულ პირობებში და ა.შ.). ნიმუშების ტემპერატურა უნდა კონტროლდებოდეს და შენარჩუნებულ იყოს მუდმივად.

ნიმუშების იერსახის შეფასებისას, აუცილებელია გარკვეული განათების პირობების შექმნა. როდესაც სურთ განსაზღვრონ მხოლოდ განსხვავებები სურნელისა და გემოს მიხედვით, ფერის მიხედვით განსხვავებებს ნაკლებად წარმოაჩენენ განათების პირობების ისე შეცვლით, რომ ფერების მიხედვით განსხვავება მინიმუმამდე დაიყვანება.

პროდუქტის კონტეინერმა არ უნდა იმოქმედოს მის მახასიათებლებზე ან შემდგომი ტესტირების ჩატარებაზე. ეს შეიძლება იყოს კერამიკული ან მინის ჭურჭელი, რომელიც ადვილად იწმინდება და ირეცხება; ასევე პლასტიკური მასალისგან ან ქაღალდისგან დამზადებული ერთჯერადი ჭურჭელი. მასში არ უნდა იყოს ქიმიური ნივთიერებები, რომლებიც ფერად ლაქებს წარმოქმნიან. კერძოდ, კონტეინერები უნდა გარეცხოთ მხოლოდ ისეთი სარეცხი საშუალებებით, რომლებსაც არ ექნება სუნი და ფერი და ჩამოიბანოთ წყლით. პოლიმერების და ქაღალდის, მათ შორის, თერმული იზოლაციის მქონე (ცხელი ან გაცივებული ნიმუშებისთვის) კონტეინერები უნდა იყოს უსუნო და უფერო. აპარატურა უნდა შეირჩეს კომისიის ხელმძღვანელის მიერ გასაანალიზებელი პროდუქტის ბუნებაზე, ნიმუშების რაოდენობაზე და სხვ. დაყრდნობით და ამან არანაირად არ უნდა იმოქმედოს ტესტის შედეგებზე.

ბრმა დეგუსტაციის (ანონიმური ნიმუშის კვლევისას) ჩატარებისას ნიმუშებს მოაცილებენ შესაფუთ მასალას, ეტიკეტებს ან მწარმოებლის შესახებ თანდართულ ყველა ინფორმაციას. საკვლევი ნიმუშების შემცველი კონტეინერების კოდირება უნდა მოხდეს შემთხვევით არჩეული სამნიშნა რიცხვების გამოყენებით. კოდირება განსხვავებული უნდა იყოს თითოეული ტესტისთვის. კოდის მნიშვნელობები უნდა იცოდეს მხოლოდ ტესტის ორგანიზატორმა, რომელიც თვითონ, როგორც დეგუსტატორი, არ მონაწილეობს კვლევაში.

ერთი ტიპის პროდუქტის ნიმუშებებს სერიებად ახარისხებენ მზარდი მიმდევრობით შემდეგი მახასიათებლების მიხედვით: სუნის ინტენსივობის, საკაზმის ოდენობის, შემადგენელი ელემენტების (მაგ. ცხიმის, მარილის, შაქრის, ეთილის სპირტის და სხვ.) მასური წილის საფუძველზე. პირველ რიგში შეაფასებენ პროდუქტებს სუსტი სუნით, შემდეგ - ზომიერი, შემდგომ კი - მკვეთრად გამოხატული სუნით. გემოს შეფასებისას ტარდება იგივე პროცედურა: თავდაპირველად შეფასდება ნაკლებმარილიანი და პიკანტური ნიმუშები.

სენსორული ანალიზის დროს, მნიშვნელოვანი ფაქტორია საბჭოს მიერ ერთ სესიაზე შესაფასებელი ნიმუშების რაოდენობა. უმჯობესია გააანალიზოთ მცირე რაოდენობის ნიმუშები, რაც დამოკიდებულია პროდუქტის ტიპზე.

გასათვალისწინებელია ასევე გემოს აღქმის „დაჩლუნგების“ პრობლემა, პირის ღრუს გასუფთავების (წყლის გამოვლების) აუცილებლობა და სტანდარტული ინტერვალის დაცვა სხვადასხვა სინჯის ტესტირებებს შორის. სხვადასხვა ნიმუშის შემოწმებისას უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს აღქმის უნარის სრულყოფილი აღდგენა, მაგრამ, ამასთან ტესტებს შორის ინტერვალი არ უნდა იყოს ძალიან გრძელი, რომ დეგუსტატორებმა არ დაკარგონ ნიმუშების შედარებისა და გარჩევის უნარი.

ნებადართულია დეგუსტატორებმა გამოიყენონ პირის ღრუში სუნისა და გემოვნების გასანეიტრალებელი საშუალებები სხვადასხვა ნიმუშის შეფასებებს შორის ან ზოგადად, ტესტირებებს შორის ინტერვალში. მაგრამ აუცილებელია იმის უზრუნველყოფა, რომ აღნიშნულმა საშუალებებმა არ იმოქმედოს შესაფასებელი პროდუქტის გემოსა და სუნის შეგრძნების უნარზე. ნიმუშების შეფასებებს შორის და ტესტირებებს შორის შუალედში ნებადართულია გაზიანი ან არაგაზიანი წყლის დალევა, აგრეთვე ახალდამზადებული პროდუქტების (მაგალითად, უმარილო ორცხობილის) მიღება.

პროდუქტის თვისებებიდან გამომდინარე, ხუთი - რვა სინჯის შეფასების შემდეგ ცხადდება მინიმუმ 15-წუთიანი შესვენება სენსორული უნარების აღსადგენად.

7.4 ძირითადი სენსორული ტესტები

საკვების ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების სენსორული შეფასებისას სხვადასხვა მეთოდოლოგია გამოიყენება ტესტების მიზნიდან და საჭირო ინფორმაციის მიღებიდან გამომდინარე.

პირველ ყოვლისა, შესაძლებელია ერთმანეთისგან გავმიჯნოთ ლაბორატორიული (იგივე, ანალიტიკური) ტესტები და მომხმარებლებისთვის განკუთვნილი ტესტები. პირველი ჯგუფი შეიძლება დაიყოს სამ კატეგორიად, როგორც ეს ნაჩვენებია ცხრილში 7.1. თვისობრივი (ხარისხობრივი) დისკრიმინანტული ტესტების საშუალებით შესაძლებელია შეფასდეს ორ პროდუქტს შორის განსხვავების არსებობა-არარსებობა. ხარისხობრივ-რაოდენობრივი დისკრიმინანტული ტესტები კი გვაწვდის ინფორმაციას მრავლობით ნიმუშებს შორის არსებული განსხვავებების არსზე; ფასდება, თუ რომელ კატეგორიას განეკუთვნება საკვლევი ნიმუში. დესკრიპტული (აღწერითი) ტესტების მეშვეობით შესაძლებელია განისაზღვროს და შეფასდეს სენსორული ატრიბუტები (დესკრიპტორები), რომლებიც საუკეთესოდ ახასიათებს

საკვებს. ტესტების სამ ჯგუფად დაყოფას თავისი დასაბუთება აქვს: გარდა განსხვავებული მიზნებისა და მოსაპოვებელი ინფორმაციის ნაირგვარობისა, ისინი განსხვავდებიან კომპლექსურობითაც და, შესაბამისად, ჯგუფები განსხვავებული ხარისხის და ხანგრძლივობის ტრენინგს საჭიროებენ.

ცხრილი 7.1.

ძირითადი სენსორული ტესტების კლასიფიკაცია

ლაბორატორიული ტესტი		
ხარისხობრივი დისკრიმინანტული ტესტები	ხარისხობრივ-რაოდენობრივი დისკრიმინანტული ტესტები	დესკრიპტული ტესტები
1. წყვილების განმასხვავებელი ტესტი 2. სამკუთხა ტესტი (სამკუთხედის ტესტი) 3. დუო-ტრიო ტესტი	1.სორტირების ტესტი 2.დიაპაზონის საკლასიფიკაციო ტესტი 3.სკალირების ტესტი	1. QDA 2. არომატის პროფილი 3. ტექსტურების პროფილი
მომხმარებელთა ტესტები		
1. ტესტი მიმღებლობაზე 2. პრეფერენციის ტესტი 3. ჰედონისტური ტესტი		

7.4.1 ხარისხობრივი დისკრიმინანტული ტესტები

შეერთებულ შტატებსა და ინგლისში ჩატარებულმა მრავლობითმა გამოკითხვებმა აჩვენა, რომ ხარისხობრივი დისკრიმინანტული ტესტირება კვების სექტორში ყველაზე ხშირად გამოყენებული სენსორული მეთოდია. ამ მეთოდების ფართო გამოყენება განპირობებულია ექსპერიმენტული პროცედურის სიმარტივით, ტესტების შესრულების სისწრაფითა და შედეგების გაადვილებული ინტერპრეტაციით. ხარისხობრივი დისკრიმინანტული ტესტები გამოიყენება რაიმე კონკრეტული მიზნით, კერძოდ, იმის დასადგენად, თუ რამდენად შესაძლებელია ორი ნიმუშის შეფასება განსხვავებული, წინასწარ განსაზღვრული სტატისტიკური ალბათობის დონეებით. ფაქტობრივად, დეგუსტატორებს უსვამენ ამგვარი ტიპის შეკითხვებს: "მოცემული ნიმუშებიდან რომელია განსხვავებული?" "რომელია საუკეთესო ნიმუში ..." ან "რომელია თქვენი ფავორიტი ნიმუში?"

ამ ტესტებით შესაფასებელი პროდუქტები უნდა განსხვავდებოდეს მხოლოდ პირველი მახასიათებლით. მაგალითად, თუ ორი ნიმუში უნდა შეფასდეს კონსისტენციის საფუძველზე, ამ შემთხვევაში მათ უნდა ჰქონდეთ ერთნაირი გარეგნული იერსახე, ერთნაირი ფორმა, ფერი და ა.შ., აგრეთვე, წარმოდგენილი ნიმუშები უნდა იყოს თანაბარი ოდენობით.

ხარისხობრივი დისკრიმინანტული ტესტები გამოიყენება როგორც ჯგუფის შერჩევის და ტრენინგის ეტაპზე, ისე პროდუქტთა შეფასებისას.

სამი მთავარი ხარისხობრივი დისკრიმინანტული მეთოდია:

1. წყვილების განმასხვავებელი ტესტი
2. სამკუთხა ტესტი (სამკუთხედის ტესტი)
3. დუო-ტრიო ტესტი (დუო-ტრიო ტესტი).

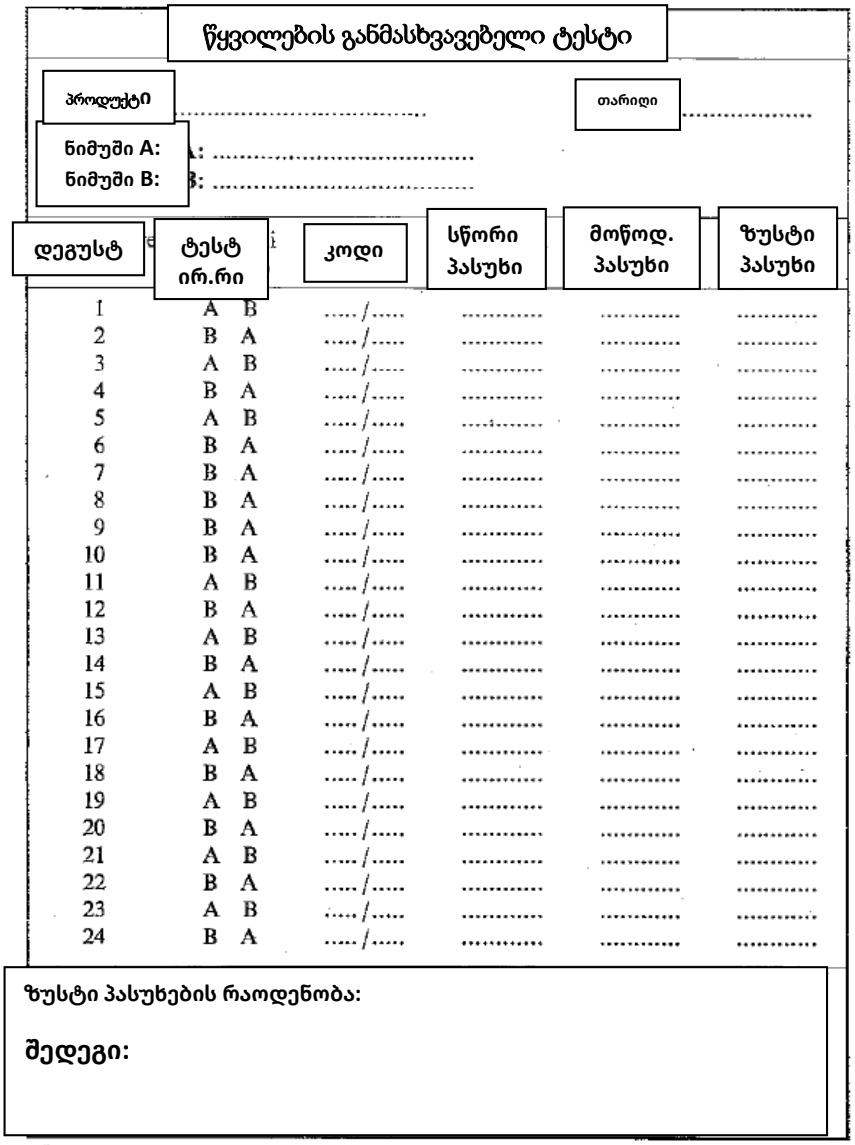
7.4.1.1. წყვილების განმასხვავებელი ტესტი

ტესტის მომზადება და ჩატარება

წყვილების ურთიერთშედარების ტესტის მიზანია ორ ნიმუშს შორის განსხვავების არსებობა-არარსებობის შეფასება და / ან პრეფერენციის დადგენა ერთიანი შეფასების საფუძველზე ან კონკრეტული სენსორული ატრიბუტის მიხედვით. ამ ტესტს აგრეთვე იყენებენ დეგუსტატორების შესარჩევად და მოსამზადებლად.

პროცედურა ამგვარია: მოამზადებენ ორი შესადარებელი პროდუქტის ნიმუშებს (პროდუქტი A და პროდუქტი B) თანაბარი რაოდენობით. თითოეული ნიმუში იდენტიფიცირებულია კოდით. კოდირება შეიძლება განსხვავებული იყოს ორი პროდუქტისთვის (მაგალითად, პროდუქტი A: 376 და პროდუქტი B: 914), მაგრამ ერთნაირი - ყველა დეგუსტატორისთვის; ან (უმჯობესია) განსხვავებული იყოს როგორც პროდუქტებისთვის, ისე დეგუსტატორთათვის. ამ შემთხვევაში აუცილებელია ნიმუშების მოსამზადებლად გამოიყენონ მე-2 ნახაზზე გამოსახული ბარათის ტიპი, რომელშიც შემდეგ ჩაიწერება დეგუსტატორის პასუხები. დეგუსტატორის საიდენტიფიკაციო ნომერთან ერთად, ბარათში გაწერილია ნიმუშების საანალიზო წყვილების მიმდევრობაც. პრაქტიკულად, მნიშვნელოვანია იმის უზრუნველყოფა, რომ ჯგუფის ერთი ნახევარი თავდაპირველად აფასებდეს A ნიმუშს, ხოლო მეორე ნახევარი ამ დროს აფასებდეს B ნიმუშს. ტესტის გამეორების შემთხვევაში, ბრძანება ისე უნდა შეიცვალოს, რომ ყოველ დეგუსტატორს მოუწიოს ორივე (როგორც A, ისე B) ნიმუშის შეფასება.

ნიმუშების მომზადების გასამარტივებლად და შესაძლო შეცდომების თავიდან ასაცილებლად, პირველ რიგში, სასურველია ნიმუშების შემცველი კონტეინერების კოდირება. კოდის შემადგენელი სამი ციფრის თანმიმდევრობის არჩევა შეიძლება მოხდეს შემთხვევითი რიცხვების ცხრილიდან - დაიწყოს შემთხვევითი პოზიციიდან და შემდეგ გაგრძელდეს გარკვეული მიმართულებით (მარცხნივ, მარჯვნივ, ზემოთ ან ქვემოთ). კოდი სამნიშნა რიცხვი უნდა იყოს (ცხრილი 5).



წყვილების განმასხვავებელი ტესტი

პროდუქტი ..... თარიღი .....

ნიმუში A: .....

ნიმუში B: .....

დეგუსტ	ტესტ ირ.რი		კოდი	სწორი პასუხი	მოწოდ. პასუხი	ზუსტი პასუხი
1	A	B	...../.....	.....	.....	.....
2	B	A	...../.....	.....	.....	.....
3	A	B	...../.....	.....	.....	.....
4	B	A	...../.....	.....	.....	.....
5	A	B	...../.....	.....	.....	.....
6	B	A	...../.....	.....	.....	.....
7	B	A	...../.....	.....	.....	.....
8	B	A	...../.....	.....	.....	.....
9	B	A	...../.....	.....	.....	.....
10	B	A	...../.....	.....	.....	.....
11	A	B	...../.....	.....	.....	.....
12	B	A	...../.....	.....	.....	.....
13	A	B	...../.....	.....	.....	.....
14	B	A	...../.....	.....	.....	.....
15	A	B	...../.....	.....	.....	.....
16	B	A	...../.....	.....	.....	.....
17	A	B	...../.....	.....	.....	.....
18	B	A	...../.....	.....	.....	.....
19	A	B	...../.....	.....	.....	.....
20	B	A	...../.....	.....	.....	.....
21	A	B	...../.....	.....	.....	.....
22	B	A	...../.....	.....	.....	.....
23	A	B	...../.....	.....	.....	.....
24	B	A	...../.....	.....	.....	.....

ზუსტი პასუხების რაოდენობა:

შედეგი:

სურ. 7.1 წყვილების განმასხვავებელი ტესტის ძირითადი ბარათი

დაშიფრული კონტეინერები იყოფა და ნაწილდება ორ თანაბარ ჯგუფზე: პირველი ჯგუფი მიიღებს A ნიმუშებს, მეორე ჯგუფი - B ნიმუშებს. დაშიფრული ნიმუშები დეგუსტატორებზე შემდეგნაირად ნაწილდება: თავდაპირველად დარიგდება A ნიმუშები და შემდეგ B ნიმუშები ცხრილში მითითებული მიმდევრობით (სურათი 2). ამავდროულად, თითოეული დეგუსტატორისთვის მიწოდებული ნიმუშების კოდები შეაქვთ მესამე სვეტში. იმავე ცხრილში მოცემულია კიდევ სამი სვეტი, პირველი სწორი პასუხის მითითებისთვის, მეორე მოწოდებული პასუხის მითითებისათვის და მესამე - იმ დეგუსტატორების იდენტიფიცირებისთვის, რომელთაც გასცეს სწორი პასუხები.

ცხრილი 7.2

შემთხვევითი რიცხვების ცხრილი

2217686584	6895239235	8702225751	6109439606	5824820347
1936275946	1379933755	3977327709	8552053062	4783516274
1677230277	0961872521	2806242593	1671135978	2305474725
7843767161	2044903264	9767639961	4638039322	6981219021
0328282608	7337320405	6930160905	8869582899	3507447547
9322536439	0710637635	8703047988	0813138551	5534577269
7876585474	9238709692	5206797945	8263182744	6966921909
2368352600	9953936128	5270054834	5665056186	9092107080
1539257099	9386527765	1533590528	2287260747	8696982906
5871963024	1846233427	8513992444	4918097949	7416322302
5735273372	2453639409	4110764791	4404954966	3960045981
4850865448	2206347252	8221156520	3329947111	1591291203
6196489503	0716393366	9856105679	7721302712	9049222362
3693894126	2970836351	9974205236	8709411509	9860160303
1887004231	5790120207	2347371731	5408018863	3941889210
8856532759	3335726747	7734554570	0818273890	1695867075
0972958429	4941310670	4238064518	6484733165	5253379715
1296881731	6519690283	6075869068	2464193551	5661873912
8594572416	9209843876	2200276985	2981947870	2194479012
3864435998	9877876807	9151676244	4098059378	2332654118
5344094272	0041867979	6847220020	3555315151	0083632255
4076662684	5799999037	3663320858	3740136897	8764810783
0217791805	1259525702	2207904703	2814113079	2069224098
9517820653	3151109646	9206880777	5611508169	4023725139
3576224292	9611834480	3468354877	3342409060	7396539786
2629135641	8547046608	3472575913	8243804615	3826617004
7780207582	7282329990	6395737663	8973449905	4867264318
4640664452	9136744353	3082135400	7845639835	5503366768
3756081809	7753844647	3191189558	2416741153	4410138557
6165616866	3727473919	8483700748	5321400671	9506798854
9343696407	3418045235	5627092486	6185538345	1990709900
2196601299	1120994518	4813935534	1837794990	6597382046
9520479797	2737832871	0006414174	4589093984	5157115249
9786217873	1065819259	5876171497	0476621617	1795704580
6992063413	5971741732	2755102419	2371821374	6352520141
0431172156	3373991987	2672392767	5377576893	6061972261
6106980391	8714774396	4300659850	4560330107	9899465047
8593858688	7287086240	1606108920	2321347497	7638032963
2174324745	7396079452	0965907747	2576161933	5305705330
1569538280	7996235310	6539071629	4533024370	0287404145
0289080449	2021146886	8763939517	1129019580	3514973533
8718158979	8543017273	0861745169	8974398215	9451334167
9883719422	5997509952	6852850840	8780616531	9151803244
1008582166	7268492931	8985844606	5973198523	6509297563
4790561008	8802842783	4229722319	6656456579	2071532025
2285616890	4964928544	1640128988	5014498106	0182774512
6780437933	1283114116	2558196870	7702540052	5343371526
2762509672	7944614015	1453406539	2731585028	1139033425
3378808715	3830063821	1447470726	5496875332	4036409676
1313926699	4724495774	3225436117	1097116984	9963223298

თითოეულ დეგუსტატორს შესაფასებელ ორ ნიმუშთან ერთად აძლევენ ბარათს ტესტის ჩასატარებელი ინსტრუქციით. მასში იწერება პასუხები. ნებისმიერი ბარათი განიხილება ტესტის გამოყენების ინსტრუქტაჟისთვის (სურათი 7.3).

წყვილების განმასხვავებელი ტესტი	
პროდუქტი: მშრალი ბისკვიტი	თარიღი: 3 მაისი, 1990
სახელი, გვარი: მარიო როსი	საიდენტიფიკაციო ნომერი: 1
მოცემულია 2 ნიმუში შემდეგი საიდენტიფიკაციო კოდებით: 319 118 დააგემოვნეთ 2 ნიმუში და მიუთითეთ - რომელი უფრო ტკბილია პირში გამოივლეთ და ხელმეორედ შეადარეთ ნიმუშები მე მოვახდინე... როგორც ყველაზე ტკბილი ნიმუშის იდენტიფიცირება.	

სურათი 7.2. ბარათი ტესტის ჩასატარებლად

ჯგუფის ხელმძღვანელისთვის სასარგებლო იქნება, თუ სიტყვიერად განმარტავს ტესტის შესრულების მოდალობას, მაგალითად:

- ჯერ შეაფასეთ ნიმუშის გარეგნული იერსახე, შემდეგ მისი სურნელი და ბოლოს გაუსინჯეთ გემო;
- დეგუსტაციის შემდეგ ნიმუში გადააგდეთ ან გადაყლაპეთ და კარგად გამოივლეთ პირი. საჭიროების შემთხვევაში, გაღეჭეთ კრეკერის ან ვაშლის პატარა ნაჭერი, რომ აღმოფხვრათ პირველი ნიმუშიდან დარჩენილი შეგრძნებები, კვლავ გამოივლეთ პირი და მხოლოდ წინა ნიმუშის გემოს აღმოფხვრის შემდეგ დააგემოვნოთ მეორე ნიმუში;
- დააგემოვნეთ ორივე ნიმუში მხოლოდ ერთხელ ან რამდენჯერმე (შეზღუდული რაოდენობით). მიუთითეთ პასუხი ბარათზე, რათა თავიდან აიცილოთ ნიმუშების განმეორებით გასინჯვის საჭიროება: ეს პროცედურა იწვევს (განსაკუთრებით ზოგიერთი ნიმუშის შემთხვევაში) შეგრძნებების სწრაფ „გამოფიტვას“ და, შესაბამისად, დისკრიმინაციის უნარის დაქვეითებას;
- ყოველთვის ერთნაირად გაეცით პასუხი - მაშინაც კი, თუ ვერ შეძლებთ განსხვავების გამოვლენას ან უპირატესობის მინიჭებას;
- ყოყმანის გარეშე დაწერეთ კომენტარი ბარათზე.

ასევე მნიშვნელოვანია, რომ ჯგუფის წევრებს წინასწარ არ აცნობოთ იმ პრობლემის შესახებ, რამაც საჭირო გახადა დეგუსტაცია; ან მათ ისე უნდა მიაწოდოთ ინფორმაცია, რომ ამან გავლენა არ იქონიოს მათ მიერ ჩასატარებელი ტესტირების შედეგებზე.

სესიის ბოლოს კარგი იქნება, თუ დააწესებთ, რომ დეგუსტატორებს ეცნობოთ ტესტის ჩატარების მიზეზის, ნიმუშებს შორის განსხვავების ხასიათის და მათი პასუხების სისწორის შესახებ - ეს მათი საქმიანობის მოტივაციის ასამაღლებლად. თუ ამ ინფორმაციის ცოდნამ გარკვეულწილად შეიძლება გავლენა მოახდინოს მოგვიანებით ჩასატარებელი ტესტების პასუხებზე, მაშინ ნუ გააცნობთ შედეგებს დეგუსტატორებს, არამედ დაპირდით მათ, რომ ინფორმაციას მიიღებენ მოკლე ვადაში.

შედეგების დამუშავება

ბარათების შეგროვების შემდეგ, თითოეული დეგუსტატორის პასუხი აისახება ტესტის ზოგად ცხრილში (ცხრილი 7.3). შემდეგ გამოთვლიან იმ პირთა რიცხვს, რომლებმაც სწორად გასცეს პასუხი ისეთი შემთხვევებისთვის, როდესაც ნიმუშები განსხვავებულად იქნა შეფასებული; იმ დეგუსტატორების რაოდენობას, რომლებმაც მიუთითეს A ან B ნიმუში პრეფერენციების შეფასების შემთხვევაში ან ისეთი ნიმუშის იდენტიფიკაციაში, რომელსაც ჰქონდა გარკვეული ატრიბუტი მეტ-ნაკლებად გამოხატული ინტენსივობით.

ცხრილი 7.3 თქვენ საშუალებას გაძლევთ შეაფასოთ - დაფიქსირებული განსხვავება ორ ნიმუშს შორის შემთხვევითი ხასიათისაა, თუ მართლაც მნიშვნელოვანია და ყურადსაღები. ცხრილი, რომელიც ასახავს მხოლოდ უნილატერალური ტესტების შედეგებს, შეიცავს სამ გამოკვეთილ სვეტს მნიშვნელობის სამი განსხვავებული დონისათვის.

ცხრილში 5%-იანი ცდომილების დონე (a = 0,05) ნიშნავს, რომ ორი შედარებული ნიმუში სწორად იქნა იდენტიფიცირებული, არსებობს ერთი შემთხვევა ოციდან (5%-ანი ალბათობა), რომ ყოველგვარი სტატისტიკური დასაბუთების გარეშე უარყოფილ იქნეს ნულოვანი ჰიპოთეზა, რომლის მიხედვით ორ ნიმუშს შორის განსხვავება არ არსებობს. ეს კონცეფცია იმაში გამოიხატება, რომ ადამიანი 95% ალბათობით (P = 95%) დარწმუნებულია იმაში, რომ ორი ნიმუში განსხვავებულია. 1%-იანი შეცდომის დონის შემთხვევაში, სწორი პასუხის ალბათობა 1% იქნებოდა.

ცხრილების გამოყენება ძალზე მარტივია. პასუხების რაოდენობის ან ანალიზების რაოდენობის საფუძველზე (დეგუსტატორების რაოდენობა გამრავლებული პასუხების რაოდენობაზე) განსაზღვრულია ერთნაირი (ანუ კონკორდანტული, თანხვედრილი) პასუხების მინიმალური რაოდენობა და ამის საფუძველზე ადგენენ სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი განსხვავებას (ან პრეფერენციას) ორ ნიმუშს შორის. თუ ტესტში მიღებული სწორი ან თანხვედრილი პასუხების რაოდენობა ტოლი ან მეტია ცხრილში მოყვანილ მნიშვნელობასთან შედარებით, მართებული იქნება განვაცხადოთ, რომ ამ ორ პროდუქტს შორის არსებობს მნიშვნელოვანი განსხვავება, ან რომ ორიდან ერთს აქვს მაჩვენებელი, რომელიც სტატისტიკურად სარწმუნოდ მაღალი (ან დაბალი) ინტენსივობისაა მნიშვნელობის გარკვეული დონისთვის (ამით ეს შედეგი უარყოფს ნულოვან ჰიპოთეზას).

ცხრილი 7.3

წყვილების განმასხვავებელი ტესტის მნიშვნელობა(p=1/2) (უნილატერალური ტესტი)

პასუხების რიცხვი	სწორად გაცემული პასუხების მინიმალური რაოდენობა მნიშვნელოვანი განსხვავების გამოსავლენად			პასუხების რიცხვი	სწორად გაცემული პასუხების მინიმალური რაოდენობა მნიშვნელოვანი განსხვავების გამოსავლენად		
	$\alpha = 0,05$ (*)	$\alpha = 0,01$ (**)	$\alpha = 0,001$ (***)		$\alpha = 0,05$ (*)	$\alpha = 0,01$ (**)	$\alpha = 0,001$ (***)
7	7	7	—	53	33	36	39
8	7	8	—	54	34	36	39
9	8	9	—	55	35	37	40
10	9	10	10	56	35	38	40
11	9	10	11	57	36	38	41
12	10	11	12	58	36	39	42
13	10	12	13	59	37	39	42
14	11	12	13	60	37	40	43
15	12	13	14	61	38	41	43
16	12	14	15	62	38	41	44
17	13	14	16	63	39	42	45
18	13	15	16	64	40	42	45
19	14	15	17	65	40	43	46
20	15	16	18	66	41	43	46
21	15	17	18	67	41	44	47
22	16	17	19	68	42	45	48
23	16	18	20	69	42	45	48
24	17	19	20	70	43	46	49
25	18	19	21	71	43	46	49
26	18	20	22	72	44	47	50
27	19	20	22	73	45	47	51
28	19	21	23	74	45	48	51
29	20	22	24	75	46	49	52
30	20	22	24	76	46	49	52
31	21	23	25	77	47	50	53
32	22	24	26	78	47	50	54
33	22	24	26	79	48	51	54
34	23	25	27	80	48	51	55
35	23	25	27	81	49	52	55
36	24	26	28	82	49	52	56
37	24	27	29	83	50	53	56
38	25	27	29	84	51	54	57
39	26	28	30	85	51	54	58
40	26	28	31	86	52	55	58
41	27	29	31	87	52	55	59
42	27	29	32	88	53	56	59
43	28	30	32	89	53	56	60
44	28	31	33	90	54	57	61
45	29	31	34	91	54	58	61
46	30	32	34	92	55	58	62
47	30	32	35	93	55	59	62
48	31	33	36	94	56	59	63
49	31	34	36	95	57	60	63
50	32	34	37	96	57	60	64
51	32	35	37	97	58	61	65
52	33	35	38	98	58	61	65

7.4.1.2. სამკუთხა ტესტი (სამკუთხედის ტესტი)

ტესტირების მომზადება და ჩატარება

სამკუთხა ტესტი ყველაზე ფართოდ გამოყენებული დისკრიმინაციული თვისებრივი მეთოდია როგორც პანელის დეგუსტატორების შერჩევისას და ტრენინგის დროს, ასევე კვების პროდუქტების შეფასებისას. ამ ტესტის ჩასატარებლად, პანელის თითოეულ წევრს ეძლევა

განსხვავებულად დაშიფრული სამი ნიმუში, მათგან ორი იდენტურია და ერთი - განსხვავებული. დეგუსტატორმა უნდა ამოიცნოს განსხვავებული ნიმუში. ტესტში გამოსაყენებელი ნიმუშების მომზადება ხდება იმ რეკომენდაციების ანალოგიურად, რაც ზემოთ იყო მითითებული წყვილების ტესტირებისთვის. ტესტისთვის შესაძლებელია გამოიყენოთ სურათზე 7.4-ზე მოცემული ტიპის ბარათი.

სამკუთხა ტესტი

პროდუქტი ..... **თარიღი:** .....

ნიმუში A: .....

ნიმუში B: .....

ტესტერი	ტესტის რიგი	კოდი	სწორი პასუხი	გაცემული პასუხი	ზუსტი პასუხი
1	A A B	...../...../.....	.....	.....	.....
2	B A A	...../...../.....	.....	.....	.....
3	A B A	...../...../.....	.....	.....	.....
4	B B A	...../...../.....	.....	.....	.....
5	A B B	...../...../.....	.....	.....	.....
6	B A B	...../...../.....	.....	.....	.....
7	A A B	...../...../.....	.....	.....	.....
8	B A B	...../...../.....	.....	.....	.....
9	A B A	...../...../.....	.....	.....	.....
10	B B A	...../...../.....	.....	.....	.....
11	B A A	...../...../.....	.....	.....	.....
12	A B A	...../...../.....	.....	.....	.....
13	A B B	...../...../.....	.....	.....	.....
14	A A B	...../...../.....	.....	.....	.....
15	A B B	...../...../.....	.....	.....	.....
16	B B A	...../...../.....	.....	.....	.....
17	B A A	...../...../.....	.....	.....	.....
18	A B A	...../...../.....	.....	.....	.....
19	A B B	...../...../.....	.....	.....	.....
20	B B A	...../...../.....	.....	.....	.....

ზუსტი პასუხების რაოდენობა:

შედეგი:

სურ. 7.4 სამკუთხა ტესტის ზოგადი ბარათი

დეგუსტატორის საიდენტიფიკაციო ნომერთან ერთად, ბარათზე მოცემულია სამი ნიმუშის მიწოდების მიმდევრობა კომისიის წევრებისთვის. ეს მნიშვნელოვანია, რომ დეგუსტატორები ნიმუშებს აფასებენ არეული მიმდევრობით და, რომ კომისიის წევრთა ნახევარი იღებს ნიმუშ A-ს ცალკე, მეორე ნახევარი კი - ცალკე ნიმუშ B-ს. თუ ტესტირება ხელმეორედ ჩაუტარდება იმავე დეგუსტატორებს, რეკომენდებულია მათ მიეცეთ ნიმუშები საპირისპირო მიმდევრობით, როგორც ეს მოცემულია მეორე ტესტში. მიწოდების მიმდევრობათა კომბინაციები შემთხვევითია, როგორც ეს ჩანს ბარათიდან. კოდის არჩევა თითოეული ნიმუშისთვის შეიძლება მოხდეს შემთხვევითი რიცხვების ცხრილზე დაყრდნობით, როგორც ეს ზემოთ არის აღწერილი.

იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ ორი პროდუქტის (A ნიმუშის და B ნიმუშის) წინასწარ კოდირებულ კონტეინერებში განაწილების შეცდომები, აუცილებელია მათი ცალ-ცალკე შევსება, დეგუსტაციის ტრიადების ფორმირება და თითოეული შემფასებლისათვის მიწოდებული

ნიმუშების კოდების აღნიშვნა ზოგადი საცდელი ფურცლის მესამე სვეტში. სამი ნიმუში წარედგინება კომისიას თანდართული 3 კოდით და შემდეგი წინადადებით: ”ამ ნიმუშებიდან 2 ერთნაირია, ერთი კი - განსხვავებული; ამოიცანით და მიუთითეთ რომელია განსხვავებული ნიმუში”.

შედეგების დამუშავება

ბარათების შეგროვების შემდეგ, თითოეული დეგუსტატორის პასუხი აისახება ტესტის ზოგად ცხრილში (მეხუთე სვეტში) და სწორ პასუხების და მოწოდებულ პასუხებთან შედარების საფუძველზე მოხდება მოწოდებული ერთიანი სწორი პასუხების რაოდენობრივი შეფასება. ამ რიცხვს ადარებენ ცხრილში 7.4 აღნიშნულ მნიშვნელობას, რათა გათვალისწინებულ იქნეს ტესტირებაში მონაწილე დეგუსტატორების რაოდენობა, აგრეთვე, მონაწილე დეგუსტატორებიდან რამდენმა გასცა პასუხი და სხვ. თუ სწორი პასუხების სუმარული რიცხვი ტოლია ან მეტია ცხრილში ნაჩვენები მნიშვნელობაზე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ შემოწმებული ორი პროდუქტი სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით, განსხვავებულია. ცხრილი 4 განსხვავდება წყვილების შედარების ტესტისაგან, ვინაიდან სამკუთხა ტესტისათვის შემთხვევითი გზით სწორი პასუხის გაცემის ალბათობა ტოლია 33,3%-ს ($p = 1/3$).

სამკუთხა ტესტის განვრცობა (გაფართოვება)

ხშირად საკმარისი არ არის ორ ნიმუშს შორის მხოლოდ განსხვავების არსებობა-არარსებობის დადგენა, არამედ აუცილებელია იგივე ტესტით მივიღოთ ინფორმაცია, როგორია ეს განსხვავება, აგრეთვე რომელი მოსაზრებები იყო უპირატესი. ამ შემთხვევაში, ნიმუშის იდენტიფიკაციასთან დაკავშირებული კითხვების გარდა, საჭიროა სხვა კითხვების სერია. ტესტის მეორე ნაწილის სტატისტიკური დამუშავებისთვის ითვალისწინებენ მხოლოდ იმ დეგუსტატორთა პასუხებს, რომლებმაც სწორად მოახდინეს ამა თუ იმ ნიმუშის იდენტიფიცირება. ამ შემთხვევაში ასევე დარდება იმ პასუხების რაოდენობა, რომლებიც ფავორიტად მიუთითებს ნიმუშს, ან ისეთი პასუხები, რომლებიც წარმოაჩენს გარკვეულ მახასიათებელს უფრო მაღალი (ან დაბალი) ინტენსივობით; გათვალისწინებულია პასუხების მინიმალური მნიშვნელობა, რაც აუცილებელია ორი ნიმუშის ურთიერთშედარებისას მათ შორის მნიშვნელოვანი განსხვავების გამოსავლენად.

გამოყენებულია იგივე ცხრილები (ცხრილი 7.3 და 7.5), რომლებიც მოცემულია წყვილების შესადარებელი ტესტისთვის. ალბათობათა მნიშვნელობა 1/2-ია, რადგან ტესტის მეორე ნაწილში არჩევანი ან შედარება ხდება ორ ნიმუშს შორის. ასევე ამ შემთხვევაში უნდა განვასხვავოთ ცალმხრივი და ორმხრივი ტესტები. პრეფერენციების შეფასებისას, ტესტი, როგორც წესი, ბილატერალურია (ორმხრივია): ფაქტობრივად, ორივე ნიმუში შეიძლება იყოს შერჩეული დეგუსტატორის მიერ. გარკვეული მახასიათებლის ინტენსივობიდან გამომდინარე პროდუქტის არჩევისას, ტესტი უნილატერალურად (ცალმხრივად) შეიძლება გამოიყურებოდეს იმ შემთხვევაში, თუ ორ ნიმუშს შორის ცნობილია განსხვავება, მაგალითად, შესარჩევი ხსნარების სხვადასხვა კონცენტრაციის შემთხვევაში და, პირიქით, ტესტი ორმხრივი იქნება, თუ განსხვავება ორ პროდუქტს შორის არ არის ცნობილი. ამ შემთხვევაში, თავად ტესტირება მოგვაწვდის ინფორმაციას განსხვავებების შესახებ.

ცხრილი 7.4.

სამკუთხა ტესტის მნიშვნელობა (p = 1/3)

პასუხების რაოდენობა	სწორი პასუხების მინიმალური რაოდენობა, რაც აუცილებელია მნიშვნელოვანი განსხვავების დასადგენად			პასუხების რაოდენობა	სწორი პასუხების მინიმალური რაოდენობა, რაც აუცილებელია მნიშვნელოვანი განსხვავების დასადგენად		
	$\alpha = 0{,}05$ (*)	$\alpha = 0{,}01$ (**)	$\alpha = 0{,}001$ (***)		$\alpha = 0{,}05$ (*)	$\alpha = 0{,}01$ (**)	$\alpha = 0{,}001$ (***)
5	4	5	—	53	24	27	29
6	5	6	—	54	25	27	30
7	5	6	7	55	25	27	30
8	6	7	8	56	25	28	31
9	6	7	8	57	26	28	31
10	7	8	9	58	26	29	31
11	7	8	9	59	27	29	32
12	8	9	10	60	27	29	32
13	8	9	11	61	27	30	33
14	9	10	11	62	28	30	33
15	9	10	12	63	28	31	34
16	9	11	12	64	29	31	34
17	10	11	13	65	29	32	34
18	10	12	13	66	29	32	35
19	11	12	14	67	30	32	35
20	11	13	14	68	30	33	36
21	12	13	15	69	30	33	36
22	12	13	15	70	31	34	37
23	12	14	16	71	31	34	37
24	13	14	16	72	32	34	37
25	13	15	17	73	32	35	38
26	14	15	17	74	32	35	38
27	14	16	18	75	33	35	39
28	14	16	18	76	33	36	39
29	15	17	19	77	33	36	39
30	15	17	19	78	34	37	40
31	16	17	19	79	34	37	40
32	16	18	20	80	35	37	40
33	16	18	20	81	35	38	41
34	17	19	21	82	35	38	42
35	17	19	21	83	36	39	42
36	18	20	22	84	36	39	42
37	18	20	22	85	36	39	43
38	18	20	23	86	37	40	43
39	19	21	23	87	37	40	44
40	19	21	24	88	38	41	44
41	20	22	24	89	38	41	44
42	20	22	24	90	38	41	45
43	20	23	25	91	39	42	45
44	21	23	25	92	39	42	46
45	21	23	26	93	39	43	46
46	22	24	26	94	40	43	46
47	22	24	27	95	40	43	47
48	22	25	27	96	41	44	47
49	23	25	28	97	41	44	47
50	23	25	28	98	41	45	48
51	24	26	28	99	42	45	48
52	24	26	29	100	42	45	49

ცხრილი 7.5

წყვილ ნიმუშებში განსხვავებების შესაფასებელი ტესტი (p=1/2) (ბილატერალური ტესტი)

პასუხების რაოდენობა	სწორი პასუხების მინიმალური რაოდენობა, რაც აუცილებელია მნიშვნელოვანი განსხვავების დასადგენად			პასუხების რაოდენობა	სწორი პასუხების მინიმალური რაოდენობა, რაც აუცილებელია მნიშვნელოვანი განსხვავების დასადგენად		
	$\alpha = 0,05$ (*)	$\alpha = 0,01$ (**)	$\alpha = 0,001$ (***)		$\alpha = 0,05$ (*)	$\alpha = 0,01$ (**)	$\alpha = 0,001$ (***)
7	7	—	—	53	35	37	39
8	8	8	—	54	35	37	40
9	8	9	—	55	36	38	41
10	9	10	—	56	36	39	41
11	10	11	11	57	37	39	42
12	10	11	12	58	37	40	42
13	11	12	13	59	38	40	43
14	12	13	14	60	39	41	44
15	12	13	14	61	39	41	44
16	13	14	15	62	40	42	45
17	13	15	16	63	40	43	45
18	14	15	17	64	41	43	46
19	15	16	17	65	41	44	47
20	15	17	18	66	42	44	47
21	16	17	19	67	42	45	48
22	17	18	19	68	43	46	48
23	17	19	20	69	44	46	49
24	18	19	21	70	44	47	50
25	18	20	21	71	45	47	50
26	19	20	22	72	45	48	51
27	20	21	23	73	46	48	51
28	20	22	23	74	46	49	52
29	21	22	24	75	47	50	53
30	21	23	25	76	48	50	53
31	22	24	25	77	48	51	54
32	23	24	26	78	49	51	54
33	23	25	27	79	49	52	55
34	24	25	27	80	50	52	56
35	24	26	28	81	50	53	56
36	25	27	29	82	51	54	57
37	25	27	29	83	51	54	57
38	26	28	30	84	52	55	58
39	27	28	31	85	53	55	59
40	27	29	31	86	53	56	59
41	28	30	32	87	54	56	60
42	28	30	32	88	54	57	60
43	29	31	33	89	55	58	61
44	29	31	34	90	55	58	61
45	30	32	34	91	56	59	62
46	31	33	35	92	56	59	63
47	31	33	36	93	57	60	63
48	32	34	36	94	57	60	64
49	32	34	37	95	58	61	64
50	33	35	37	96	59	62	65
51	33	36	38	97	59	62	66
52	34	36	39	98	60	63	66

7.4.1.3 Duo-trio ტესტი

დუო-ტრიო ტესტი გამოიყენება როგორც ექსპერტთა საბჭოს შერჩევისა და ტრენინგის ეტაპზე, ასევე კვების პროდუქტების ანალიზის პროცესშიც. მისი გამოყენება განსაკუთრებით რეკომენდებულია ისეთი საკვების შეფასებისას, რომელთაც აქვთ მკვეთრი გემო ან ტოვებენ

უსიამოვნო გემოს, რადგან *Duo-trio* ტესტირებისას დეგუსტაციების რიცხვი გაცილებით შეზღუდულია, ვიდრე ეს იყო სამკუთხა ტესტში.

დუო-ტრიოს ტესტში თითოეულმა დეგუსტატორმა უნდა შეაფასოს სამი ნიმუში, ორი ერთნაირი და ერთი განსხვავებული: ორი იდენტური ნიმუშიდან ერთი იდენტიფიცირებულია ასო R-ით და ეს ნიმუში მითითებულია. დეგუსტატორი ვალდებულია დაადგინოს, კოდირებული ორი ნიმუშიდან რომელია ისეთივე, როგორც მითითებული ნიმუში.

დუო-ტრიო ტესტზე წარსადგენი ნიმუშების მომზადებისა და კოდირებისთვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ზოგადი ფორმა, როგორც ეს წინა ტესტებისთვის იყო მოცემული.

შედეგების სტატისტიკური დამუშავებისთვის ვსარგებლობთ იმ რეკომენდაციებით, რომლებიც მოცემულია ცხრილში 7.3, ვინაიდან, წყვილების შედარების ტესტის მსგავსად, ნიმუშის შემთხვევითი იდენტიფიკაციის ალბათობა აქაც 50%-ია.

გარდა იმისა, რომ დეგუსტატორმა უნდა ამოიცნოს ცნობილი ნიმუშის იდენტური ნიმუში, ამ შემთხვევაში მას შეიძლება დაუსვან ისეთი შეკითხვებიც, რომლებიც უკავშირდება პრეფერენციებს ან ნიმუშში ზოგიერთი მახასიათებლის შემცველობას უფრო მეტი ან ნაკლები ინტენსივობით. ტესტის ამ მეორე ნაწილის სტატისტიკური დამუშავებისთვის გამოიყენება ცხრილი 7. 3 ან 7.5, იმისდა მიხედვით, ტესტი უნილატერალურია თუ ბილატერალური.

7.4.2. დისკრიმინანტული ხარისხობრივი ტესტები და რაოდენობები

სენსორული ანალიზის ზოგიერთი მეთოდი საშუალებას იძლევა შეფასდეს საკვები პროდუქტის ერთი და მეტი მახასიათებელი საზომი მასშტაბის (შკალის) მითითებით. ძირითადი შკალებია: რიგის შკალა, ინტერვალების შკალა და ურთიერთობების შკალა. თუ შესაფასებელი პროდუქტები დალაგებულია (დახარისხებულია) კონკრეტული ატრიბუტის გაზრდის ან შემცირების ინტენსივობის მიხედვით (სორტირების ტესტი), ამ შემთხვევაში გამოიყენება რიგის შკალა. როდესაც დეგუსტატორის კომენტარი ჩამოყალიბებულია შკალაზე, რომელიც მოიცავს ერთ ან მეტ ორიენტირს, გამოიყენება დანარჩენი ორი ტიპის შკალა. ინტერვალის კლასიფიკაციის ტესტში, შკალა აერთიანებს მთელ რიგ კატეგორიებს, რომელთაგან თითოეული განსაზღვრავს განხილული მახასიათებლის სპეციფიკურ ინტენსივობას ან კონკრეტული პროდუქტის შეფასების დონეს. პანჩინგის ტესტი, რომელიც იყენებს ურთიერთობის შკალებს, სანაცვლოდ ითვალისწინებს პროდუქტის მახასიათებლების გაზომვას და შედარებას ერთ ან რამდენიმე მითითებულ პროდუქტთან.

7.4.2.1. სორტირების ტესტი

ამ ტესტირებისთვის, საბჭოს წევრებმა უნდა შეუკვეთონ ნიმუშების გარკვეული რაოდენობა კონკრეტული ატრიბუტის მზარდი ან შემცირებული ინტენსივობით (ეს ატრიბუტებია: ფერი, კონსისტენცია, არომატის ინტენსივობა და ა.შ.). ასევე შესაძლებელია სხვადასხვა ნიმუშის შეკვეთა მათი მიმღებლობის (პრეფერენციის) ხარისხის შესაბამისად. შესამოწმებელ ნიმუშებს შორის შესაძლებელია განიხილოთ ერთი საკონტროლო ან სტანდარტული ნიმუში, რათა მოხდეს სხვა ნიმუშების სორტირება ცნობილი მახასიათებლებთან შედარების საფუძველზე. ზემოთ აღწერილი ტესტებისგან განსხვავებით, დახარისხების ტესტში ხდება ერთდროულად ორზე მეტი ნიმუშის შედარება.

ეს სწრაფი სენსორული პროცედურა საშუალებას იძლევა ერთდროულად რამდენიმე ნიმუში შეფასდეს და მიღებული შედეგები ადვილად დამუშავდეს. ტესტი გვაწვდის ინფორმაციას კონკრეტული ატრიბუტის ინტენსივობის რიგის შესახებ, სინჯების შორის არსებული განსხვავებების რაოდენობრივი დაზუსტების გარეშე.

დახარისხების ტესტი გამოიყენება ექსპერტთა საბჭოს წევრების შესარჩევად (ოთხი ძირითადი არომატით ჩატარებული ტესტების საფუძველზე); უფრო დიდი ჯგუფის შესარჩევ წინასწარ ფაზაში; ზოგიერთი ნიმუშის სიღრმისეული ტესტირებისას; დეგუსტატორების ან მომხმარებლების დიდ ჯგუფებთან ჩატარებული პრეფერენციული ტესტირებისას.

ტესტის ჩასატარებლად, საბჭოს მოეთხოვება გარკვეული რაოდენობის ნიმუშების შეკვეთა მოცემული მახასიათებლის მზარდი ან შემცირებული ინტენსივობის საფუძველზე (სურათი 7.5). ტესტის ორგანიზება შესაძლებელია ბარათების გამოყენებით, რომელზეც ნაჩვენებია სხვადასხვა დეგუსტატორისთვის პროდუქტის მიწოდების მიმდევრობა, აგრეთვე თითოეული ნიმუშისთვის მინიჭებულ კოდები (სურათი 7.6). მაგალითებში მოგვყავს რამდენიმე შეფასების ფურცელი, რომლებსაც იყენებენ ნიმუშების სორტირებისთვის.

სორტირების ტესტი
პროდუქტი: ……..…….. თარიღი: ……..……..   სახელი: ……..…….. დეგუსტატორის კოდი: ……..……..
წარმოდგენილია ხუთი ნიმუში შემდეგი საიდენტიფიკაციო კოდებით: ……. …… …… …… …….   დაალაგეთ ხუთი ნიმუში თქვენი პრეფერენციების მიხედვით [ან კონკრეტული ატრიბუტის მზარდი ან კლებადი ინტენსივობით]. ამისათვის, ჩაწერეთ თქვენი მოწონებული ნიმუშის კოდი უჯრაში, რომელიც მონიშნულია “1”-ით, ხოლო თქვენ მიერ ნაკლებმოწონებული ან არმოწონებული ნიმუშის აბრევიატურა შეიტანეთ უჯრაში “5”. სხვა ნიმუშები გაანაწილეთ შუალედურ უჯრებში.
პრეფერენციულობის რიგი 1 2 3 4 5   [ინტენსივობის რიგი]
კოდი

სურათი 7.3. სორტირების ტესტის ჩასატარებელი ბარათი

სორტირების ტესტი	
პროდუქტი:	თარიღი:
ნიმუში A:	
ნიმუში B:	
ნიმუში C:	
ნიმუში D:	
ნიმუში E:	
ნიმუშის კოდი სხვადასხვა ასლისთვის	
1 2 3	
A	937
B	130
C	725
D	418
E	512
დეგუსტატორი, დეგუსტაციის რიგი, ნიმუშის კოდი	
1	BCDAE
2	CDAEB
3	BACDE

სურათი 7.6 სორტირების ტესტის მოსამზადებელი ძირითადი ბარათი

შედეგების (თუნდაც არასრულის) სწრაფი დამუშავებისას ხდება თითოეული ნიმუშის ჯამური ქულების გამოთვლა (ყველა დეგუსტატორის მიერ მოწოდებული ქულების დაჯამება) და მათი შედარება კრამერის მიერ შემუშავებული ცხრილების მნიშვნელობებთან (ცხრილები 7.5 შეესაბამება სანდოობის 99%-იან მნიშვნელობებს, ხოლო ცხრილები 7.6 - 95%-იან მნიშვნელობებს).

ცხრილი 7.5. 99%-იანი სანდოობისათვის საჭირო ჯამური ქულები

პასუხების რაოდენობა	ნიმუშების ან მანიპულაციების რაოდენობა								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	3-19
3	—	—	—	—	—	—	—	—	4-29
	—	—	—	4-14	4-17	4-20	5-22	5-25	6-27
4	—	—	—	5-19	5-23	5-27	6-30	6-34	6-38
	—	—	5-15	6-18	6-22	7-25	8-28	8-32	9-35
5	—	—	6-19	7-23	7-28	8-32	8-37	9-41	9-46
	—	6-14	7-18	8-22	9-26	10-30	11-34	12-38	13-42
6	—	7-17	8-22	9-27	9-33	10-38	11-43	12-48	13-53
	—	8-16	9-21	10-26	12-30	13-35	14-40	16-44	17-49
7	—	8-20	10-25	11-31	12-37	13-43	14-49	15-55	16-61
	8-13	9-19	11-24	12-30	14-35	16-40	18-45	19-51	21-56
8	9-15	10-22	11-29	13-35	14-42	16-48	17-55	19-61	20-68
	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	19-45	21-51	23-57	25-63
9	10-17	12-24	13-32	15-39	17-46	19-53	21-60	22-68	24-75
	10-17	12-24	15-30	17-37	20-43	22-50	25-56	27-63	30-69
10	11-19	13-27	15-35	18-42	20-50	22-58	24-66	26-74	28-82
	11-19	14-26	17-33	20-40	23-47	25-55	28-62	31-69	34-76
11	12-21	12-29	17-38	20-46	22-55	25-63	27-72	30-80	32-89
	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	29-59	32-67	35-75	39-82
12	14-22	17-31	19-41	22-50	25-59	28-68	31-77	33-87	36-96
	14-22	18-30	21-39	25-47	28-56	32-64	36-72	39-81	43-89
13	15-24	18-34	21-44	25-53	28-63	31-73	34-83	37-93	40-103
	15-24	19-33	23-42	27-51	31-60	35-69	39-78	44-86	48-95
14	16-26	20-36	24-46	27-57	31-67	34-78	38-88	41-99	45-109
	17-25	21-35	25-45	30-54	34-64	39-73	43-83	48-92	52-102
15	18-27	22-38	26-49	30-60	34-71	37-83	41-94	45-105	49-116
	18-27	23-37	28-47	32-58	37-68	42-78	47-88	52-98	57-108
16	19-29	23-41	28-52	32-64	36-76	41-87	45-99	49-111	53-123
	19-29	25-39	30-50	35-61	40-72	46-82	51-93	56-104	61-115
17	20-31	25-43	30-55	35-67	39-80	44-92	49-104	53-117	58-129
	21-30	26-42	32-53	38-64	43-76	49-87	55-98	60-110	66-121
18	22-32	27-45	32-58	37-71	42-84	47-97	52-110	57-123	62-136
	22-32	28-44	34-56	40-68	46-80	52-92	59-103	65-115	71-127
19	23-34	29-47	34-61	40-74	45-88	50-102	56-115	61-129	67-142
	24-33	30-46	36-59	43-71	49-84	56-96	62-109	69-121	76-133
20	24-36	30-50	36-64	42-78	48-92	54-106	60-120	65-135	71-149
	25-35	32-48	38-62	45-75	52-88	59-101	66-114	73-127	80-140

ცხრილი 7.5. 99%-იანი სანდოობისათვის საჭირო ჯამური ქულები (გაგრძელება)

პასუხების რაოდენობა	ნიმუშების ან მანიპულაციების რაოდენობა								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	26-37	32-52	38-67	45-81	51-96	57-111	63-126	69-141	75-156
	26-37	33-51	41-64	48-78	55-92	63-105	70-119	73-127	80-140
22	27-39	34-54	40-70	47-85	54-100	60-116	67-131	74-146	80-162
	28-38	35-53	43-67	51-81	58-96	66-110	74-124	82-138	90-152
23	28-41	36-56	43-72	50-88	57-104	64-120	71-136	78-152	85-168
	29-40	37-55	45-70	53-85	62-99	70-114	78-129	86-144	95-158
24	30-42	37-59	45-75	52-92	60-108	67-125	75-141	82-158	89-175
	30-42	39-57	47-73	56-88	65-103	73-119	82-134	91-149	99-165
25	31-44	39-61	47-78	55-95	63-112	71-129	78-147	86-164	94-181
	32-43	41-59	50-75	59-91	68-107	77-123	86-139	95-155	104-171
26	33-45	41-63	49-81	57-99	66-116	74-134	82-152	90-170	98-188
	33-45	42-62	52-78	61-95	71-111	80-128	90-144	100-160	109-177
27	34-47	43-65	51-84	60-102	69-120	77-139	86-157	94-176	103-194
	35-46	44-64	54-81	64-98	74-115	84-132	94-149	104-166	114-183
28	35-49	44-68	54-86	63-105	72-124	81-143	90-162	99-181	108-200
	36-48	46-66	56-84	67-101	77-119	88-136	98-154	108-172	119-189
29	37-50	46-70	56-89	65-109	75-128	84-148	94-167	103-187	112-207
	37-50	48-68	59-86	69-105	80-123	91-141	102-159	113-177	124-195
30	38-52	48-72	58-92	68-112	78-132	88-152	97-173	107-193	117-213
	39-51	50-70	61-89	72-108	83-127	95-145	106-164	117-183	129-201
31	39-54	50-74	60-95	71-115	81-136	91-157	101-178	112-198	122-219
	40-53	51-73	63-92	75-111	86-131	98-150	110-169	122-188	133-208
32	41-55	52-76	62-98	73-119	84-140	95-161	105-183	116-204	126-226
	41-55	53-75	65-95	77-115	90-134	102-154	114-174	126-194	138-214
33	42-57	53-79	65-100	76-122	87-144	98-166	109-188	120-210	131-232
	43-56	55-77	68-97	80-118	93-138	105-159	118-179	131-199	143-220
34	44-58	55-81	67-103	78-126	90-148	102-170	113-193	124-216	136-238
	44-58	57-79	70-100	83-121	96-142	109-163	122-184	135-205	148-226
35	45-60	57-83	69-106	81-129	93-152	105-175	117-198	129-221	141-244
	46-59	59-81	72-103	86-124	99-146	113-167	126-189	140-210	153-232
36	46-62	59-85	71-109	84-132	96-156	109-179	121-203	133-227	145-251
	47-61	61-83	74-106	88-128	102-150	116-172	130-194	144-216	158-238
37	48-63	61-87	74-111	86-136	99-160	112-184	125-208	137-233	150-257
	48-63	63-85	77-108	91-131	105-154	120-176	134-199	149-221	163-244
38	49-65	62-90	76-114	89-139	102-164	116-188	129-213	142-238	155-263
	50-64	64-88	79-111	94-134	109-157	123-181	138-204	153-227	168-250
39	51-66	64-92	78-117	92-142	105-168	119-193	133-218	146-244	160-269
	51-66	66-90	81-114	97-137	112-161	127-185	142-209	158-232	173-256
40	52-68	66-94	80-120	94-146	109-171	123-197	137-223	150-250	164-276
	53-67	68-92	84-116	99-141	115-165	131-189	146-214	162-238	178-262

ცხრილი 7.6. 95%-იანი სანდოობისათვის საჭირო ჯამური ქულები

პასუხების რაოდენობა	ნიმუშების ან მანიპულაციების რაოდენობა								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	3-9	3-11	3-13	4-14	4-16	4-18
3	—	—	—	4-14	4-17	4-20	4-23	5-25	5-28
	—	4-8	4-11	5-13	6-15	6-18	7-20	8-22	8-25
4	—	5-11	5-15	6-18	6-22	7-25	7-29	8-32	8-36
	—	5-11	6-14	7-17	8-20	9-23	10-26	11-29	13-31
5	—	6-14	7-18	8-22	9-26	9-31	10-35	11-39	12-43
	6-9	7-13	8-17	10-20	11-24	13-27	14-31	15-35	17-38
6	7-11	8-16	9-21	10-26	11-31	12-36	13-41	14-46	15-51
	7-11	9-15	11-19	12-24	14-28	16-32	18-36	20-40	21-45
7	8-13	10-18	11-24	12-30	14-35	15-41	17-46	18-52	19-58
	8-13	10-18	13-22	15-27	17-32	19-37	22-41	24-46	26-51
8	9-15	11-21	13-27	15-33	17-39	18-46	20-52	22-58	24-64
	10-14	12-20	15-25	17-31	20-36	23-41	25-47	28-52	31-57
9	11-16	13-23	15-30	17-37	19-44	22-50	24-57	26-64	28-71
	11-16	14-22	17-28	20-34	23-40	26-46	29-52	32-58	35-64
10	12-18	15-25	17-33	20-40	22-48	25-55	27-63	30-70	32-78
	12-18	16-24	19-31	23-37	26-44	30-50	33-57	37-63	40-70
11	13-20	16-28	19-36	22-44	25-52	28-60	31-68	34-76	36-85
	14-19	18-26	21-34	25-41	29-48	33-55	37-62	41-69	45-76
12	15-21	18-30	21-39	25-47	28-56	31-65	34-74	38-82	41-91
	15-21	19-29	24-36	28-44	32-52	37-59	41-67	45-75	50-82
13	16-23	20-32	24-41	27-51	31-60	35-69	38-79	42-88	45-98
	17-22	21-31	26-39	31-47	35-56	40-64	45-72	50-80	54-89
14	17-25	22-34	26-44	30-54	34-64	38-74	42-84	46-94	50-104
	18-24	23-33	28-42	33-51	38-60	44-68	49-77	54-86	59-95
15	19-26	23-37	28-47	32-58	37-68	41-79	46-89	50-100	54-111
	19-26	25-35	30-45	36-54	42-63	47-73	53-82	59-91	64-101
16	20-28	25-39	30-50	35-61	40-72	45-83	49-95	54-106	59-117
	21-27	27-37	33-47	39-57	45-67	51-77	57-87	63-97	69-107
17	22-29	27-41	32-53	38-64	43-76	48-88	53-100	58-112	63-124
	22-29	28-40	35-50	41-61	48-71	54-82	61-92	67-103	74-113
18	23-31	29-43	34-56	40-68	46-80	51-93	57-105	62-118	68-130
	24-30	30-42	37-53	44-64	51-75	58-86	65-97	72-108	79-119
19	24-33	30-46	37-58	43-71	49-84	55-97	61-110	67-123	73-136
	25-32	32-44	39-56	47-67	54-79	62-90	69-102	76-114	84-125
20	26-34	32-48	39-61	45-75	52-88	58-102	65-115	71-129	77-143
	26-34	34-46	42-58	50-70	57-83	65-95	73-107	81-119	89-131

ცხრილი 7.6. 95%-იანი სანდოობისათვის საჭირო ჯამური ქულები (გაგრძელება)

პასუხების რაოდენობა	ნიმუშების ან მანიპულაციების რაოდენობა								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	27-36	34-50	41-64	48-78	55-92	62-106	68-121	75-135	82-149
	28-35	36-48	44-61	52-74	61-86	69-99	77-112	86-124	94-137
22	28-38	36-52	43-67	51-81	58-96	65-111	72-126	80-140	87-155
	29-37	38-50	46-64	55-77	64-90	73-103	81-117	90-130	99-143
23	30-39	38-54	46-69	53-85	61-100	69-115	76-131	84-146	91-162
	31-38	40-52	49-66	58-80	67-94	76-108	85-122	95-135	104-149
24	31-41	40-56	48-72	56-88	64-104	72-120	80-136	88-152	96-168
	32-40	41-55	51-69	61-83	70-98	80-112	90-126	99-141	109-155
25	33-42	41-59	50-75	59-91	67-108	76-124	84-141	92-158	101-174
	33-42	43-57	53-72	63-87	73-102	84-116	94-131	104-146	114-161
26	34-44	43-61	52-78	61-95	70-112	79-129	88-146	97-163	106-180
	35-43	45-59	56-74	66-90	77-105	87-121	98-136	108-152	119-167
27	35-46	45-63	55-80	64-98	73-116	83-133	92-151	101-169	110-187
	36-45	47-61	58-77	69-93	80-109	91-125	102-141	113-157	124-173
28	37-47	47-65	57-83	67-101	76-120	86-138	96-156	106-174	115-193
	38-46	49-63	60-80	72-96	83-113	95-129	106-146	118-162	129-179
29	38-49	49-67	59-86	69-105	80-123	90-142	100-161	110-180	120-199
	39-48	51-65	63-82	74-100	86-117	98-134	110-151	122-168	134-185
30	40-50	51-69	61-89	72-108	83-127	93-147	104-166	114-186	125-205
	41-49	53-67	65-85	77-103	90-120	102-138	114-156	127-173	139-191
31	41-52	52-72	64-91	75-111	86-131	97-151	108-171	119-191	130-211
	42-51	55-69	67-88	80-106	93-124	106-142	119-160	131-179	144-197
32	42-54	54-74	66-94	77-115	89-135	100-156	112-176	123-197	134-218
	43-53	56-72	70-90	83-109	96-128	109-147	123-165	136-184	149-203
33	44-55	56-76	68-97	80-118	92-139	104-160	116-181	128-202	139-224
	45-54	58-74	72-93	86-112	99-132	113-151	127-170	141-189	154-209
34	45-57	58-78	70-100	83-121	95-143	108-164	120-186	132-208	144-230
	46-56	60-76	74-96	88-116	103-135	117-155	131-175	145-195	159-215
35	47-58	60-80	73-102	86-124	98-147	111-169	124-191	136-214	149-236
	48-57	62-78	77-98	91-119	106-139	121-159	135-180	150-200	165-220
36	48-60	62-82	75-105	88-128	102-150	115-173	128-196	141-219	154-242
	49-59	64-80	79-101	94-122	109-143	124-164	139-185	155-205	170-226
37	50-61	63-85	77-108	91-131	105-154	118-178	132-201	145-225	159-248
	51-60	66-82	81-104	97-125	112-147	128-168	144-189	159-211	175-232
38	51-63	65-87	80-110	94-134	108-158	122-182	136-206	150-230	164-254
	52-62	68-84	84-106	100-128	116-150	132-172	148-194	164-216	180-238
39	52-65	67-89	82-113	97-137	111-162	126-186	140-211	154-236	169-260
	53-64	70-86	86-109	102-132	119-154	135-177	152-199	168-222	185-244
40	54-66	69-91	84-116	99-141	114-166	129-191	144-216	159-241	173-267
	55-65	72-82	88-112	105-135	122-158	139-181	156-204	173-227	190-250

ცხრილებში, ნიმუშისა და პასუხის თითოეული კომბინაციისთვის, მოცემულია რიცხვების ორი წყვილი. პირველი წყვილი მიუთითებს ინტერვალზე, რომლის გარეთაც უნდა მოიძებნოს მინიმუმ ერთი ნიმუშის მთლიანი ქულა, რათა დავასკვნათ ნიმუშებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავების არსებობა. მეორე წყვილი გამოიყენება იმის დასადგენად, თუ რომელი ნიმუში (ან რომელი ნიმუშები) არის დანარჩენებისგან გამორჩეული. ამის დადგენის შემდეგ, სხვადასხვა ნიმუშის ქულები შედარდება რიცხვების პირველ წყვილს. სადაც აღმოჩნდება მნიშვნელოვანი

განსხვავებები, მათი თითოეული ქულა შედარდება რიცხვების მეორე წყვილს. თუ ნიმუშის ქულა უფრო დაბალია, ვიდრე წყვილის პირველი რიცხვი, ეს ნიშნავს, რომ ეს ნიმუში მნიშვნელოვნად განსხვავდება სხვებისგან (მაგალითად, იმის გამო, რომ ის ნაკლებტკბილია ან იმიტომ, რომ ის ნაკლებად იყო დაფასებული). თუ ის მეორე წყვილის რიცხვზე მაღალია, ეს მიანიშნებს მსგავს შედეგზე, ოღონდ საპირისპირო მნიშვნელობით (მაგალითად, იმის გამო, რომ ეს უფრო ტკბილია ან უფრო სასიამოვნოა). ამ მეთოდით შესაძლებელია ნიმუშების კლასიფიკაცია არაუმეტეს 3 კატეგორიად: ისინი, რომელთაც ქულა აქვს წყვილის პირველ რიცხვზე დაბალი; ისინი, რომელთა ქულაც „ჯდება“ წყვილის მნიშვნელობებს შორის ინტერვალში და ბოლოს, ის ნიმუშები, რომელთაც ქულა უფრო მაღალი აქვს ვიდრე წყვილის მეორე ნომერს. თითოეულ ჯგუფის შიგნით, შეუძლებელია არსებობდეს ინფორმაცია სხვადასხვა ნიმუშს შორის განსხვავების არსებობის შესახებ. Nemenyi- სა და Dunn-Runkin- ის მიერ შემოთავაზებული მეთოდით (ქულათა ჯამების მრავალჯერადი შედარების მეთოდით) შესაძლებელია თითოეული ნიმუშის საერთო ქულების პირდაპირი ურთიერთშედარება, ქულების თითოეულ წყვილს შორის სხვაობის გაანგარიშება და ამ განსხვავებების შედარება ცხრილის მნიშვნელობებთან (ცხრილი 7.7), რაც დამოკიდებულია შედარებული ნიმუშების რაოდენობასა და დეგუსტატორების რაოდენობაზე. შედეგების დამუშავების კიდევ ერთი მეთოდი მოიცავს ვარიაციული ანალიზის გამოყენებას თითოეული ცხრილის პოზიციების ქულებში ტრანსფორმირების შემდეგ, რისთვისაც სარგებლობენ სპეციალური ცხრილით.

7.4.2.2. დიაპაზონის კლასიფიკაციის ტესტი

ეს არის ერთ-ერთი ყველაზე ხშირად გამოყენებული მეთოდი ორ ან მეტ საკვებ პროდუქტს შორის განსხვავებათა გამოვლენისათვის და რაოდენობრივი შეფასებისთვის. ამავე მეთოდით ადგენენ, თუ რამდენად აკმაყოფილებს საკვები პროდუქტი საჭირო მოთხოვნებს. აღნიშნული ტესტი შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც დეგუსტატორების, ისე ჩვეულებრივი მომხმარებლების მონაწილეობით. მეთოდი საშუალებას იძლევა შეფასდეს ამა თუ იმ მახასიათებლის ინტენსივობა, აგრეთვე რამდენად მისაღებია საკვები პროდუქტი, რისთვისაც სარგებლობენ ინტერვალების “კიბეებით“. თითოეული ჩვენება მოცემულ ინტერვალში განსაზღვრავს სხვადასხვა პროდუქტთან მიმართებაში კონკრეტული მახასიათებლის ინტენსივობას ან შემფასებელთა მიერ გამოხატულ დამაკმაყოფილებლობის დონეს (ჰედონისტურ-ვერბალური კიბეები). რიცხვები შეიძლება ასოცირდებოდეს კიბის ცალკეულ ინტერვალთან, რათა გაუადვილოს არჩევანის გაკეთება დეგუსტატორებს და უფრო მოსახერხებელი გახადოს შედეგების დამუშავება. სურათზე 7.7. მოცემულია ინტერვალის კიბის რამდენიმე მაგალითი.

ცხრილი. 7.7. ნიმუშების მრავლობითი წყვილების შედარებისას გამოვლენილი კრიტიკული განსხვავებები

პასუხების რაოდენობა	α	ნიმუშების ან მანიპულაციების რაოდენობა												
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	0,01	9	12	16	19	23	26	29	33	37	40	44	47	51
	0,05	8	11	14	17	20	23	26	30	34	37	40	43	47
6	0,01	10	14	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57
	0,05	9	12	15	19	22	26	29	33	37	41	43	48	52
7	0,01	11	15	19	23	27	31	36	40	44	49	53	58	62
	0,05	9	13	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56
8	0,01	12	16	20	25	29	34	38	43	47	52	57	62	67
	0,05	10	14	17	21	25	30	34	38	42	47	51	56	60
9	0,01	12	17	22	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71
	0,05	10	14	18	23	27	31	36	40	45	50	54	59	64
10	0,01	13	18	23	28	33	38	43	49	54	59	65	70	75
	0,05	11	15	19	24	28	33	38	43	47	52	57	62	67
11	0,01	14	19	24	29	35	40	46	51	57	62	68	74	78
	0,05	11	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	71
12	0,01	14	20	25	31	36	42	48	54	59	65	71	77	83
	0,05	12	16	21	26	31	36	41	47	52	58	63	68	74
13	0,01	15	21	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	87
	0,05	12	17	22	27	32	38	43	49	54	60	65	71	77
14	0,01	16	21	27	33	39	45	52	58	64	71	77	84	90
	0,05	13	17	23	28	34	39	45	50	56	62	68	74	80
15	0,01	16	22	28	34	41	47	54	60	67	73	80	87	94
	0,05	13	18	24	29	35	40	46	52	58	64	70	76	83
16	0,01	16	23	29	36	42	49	56	62	69	76	83	90	97
	0,05	13	18	24	30	36	42	48	54	60	67	73	79	86
17	0,01	17	23	30	37	43	50	57	64	71	79	86	93	100
	0,05	14	19	25	31	37	43	50	56	62	69	75	82	88
18	0,01	17	24	31	38	45	52	59	66	74	81	85	96	103
	0,05	14	20	26	32	38	45	51	57	64	71	77	84	91
19	0,01	18	25	32	39	46	53	61	68	76	83	91	98	106
	0,05	14	20	27	33	39	46	52	59	66	73	80	86	93
20	0,01	18	25	33	40	47	55	62	70	78	85	93	101	109
	0,05	15	21	27	34	40	47	54	61	68	75	82	89	96
21	0,01	19	26	33	41	48	56	64	72	79	87	95	104	112
	0,05	15	21	28	35	41	48	55	62	69	76	84	91	98
22	0,01	19	27	34	42	49	57	65	73	81	89	98	106	114
	0,05	16	22	29	35	42	49	56	64	71	78	86	93	101

ცხრილი. 7.7. ნიმუშების მრავლობითი წყვილების შედარებისას გამოვლენილი კრიტიკული განსხვავებები (გაგრძელება)

პასუხების რაოდენობა	α	ნიმუშების ან მანიპულაციების რაოდენობა												
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
23	0,01	20	27	35	43	51	59	67	75	83	91	100	108	117
	0,05	16	22	29	36	43	50	58	65	72	80	88	95	103
24	0,01	20	28	36	44	52	60	68	76	85	93	102	111	119
	0,05	16	23	30	37	44	51	59	66	74	82	89	97	105
25	0,01	21	28	36	44	53	61	70	78	87	95	104	113	122
	0,05	17	23	31	38	45	52	60	68	75	83	91	99	107
26	0,01	21	29	37	45	54	62	71	80	88	97	106	115	124
	0,05	17	24	31	38	46	54	61	69	77	85	93	101	109
27	0,01	21	30	38	46	55	63	72	81	90	99	108	117	127
	0,05	17	24	32	39	47	55	62	70	78	87	95	103	113
28	0,01	22	30	39	47	56	65	74	83	92	101	110	120	129
	0,05	18	25	32	40	48	56	64	72	80	88	97	105	113
29	0,01	22	31	39	48	57	66	75	84	93	103	112	122	131
	0,05	18	25	33	41	49	57	65	73	81	90	98	107	116
30	0,01	23	31	40	49	58	67	76	86	95	104	114	124	133
	0,05	18	26	33	41	49	58	66	74	83	91	100	109	117
31	0,01	23	32	41	50	59	68	77	87	97	106	116	126	136
	0,05	18	26	34	42	50	58	67	75	84	93	102	110	119
32	0,01	23	32	41	50	60	69	79	88	98	108	118	128	138
	0,05	19	27	35	43	51	59	68	77	85	94	103	112	121
33	0,01	24	33	42	51	61	70	80	90	100	110	120	130	140
	0,05	19	27	35	43	52	60	69	78	87	96	105	114	123
34	0,01	24	33	42	52	61	71	81	91	101	111	121	132	142
	0,05	19	27	36	44	53	61	70	79	88	97	106	116	125
35	0,01	24	34	43	53	62	72	82	92	103	113	123	134	144
	0,05	20	28	36	45	53	62	71	80	89	99	108	117	127
36	0,01	25	34	44	53	63	73	83	94	104	114	125	136	146
	0,05	20	28	37	45	54	63	72	81	91	100	109	119	129
37	0,01	25	35	44	54	64	74	85	95	105	116	127	137	148
	0,05	20	29	37	46	55	64	73	82	92	101	111	121	130
38	0,01	25	35	45	55	65	75	86	96	107	118	128	139	150
	0,05	20	29	38	46	56	65	74	84	93	103	112	122	132
39	0,01	26	35	45	56	66	76	87	98	108	119	130	141	152
	0,05	21	29	38	47	56	66	75	85	94	104	114	124	134
40	0,01	26	36	46	56	67	77	88	99	110	121	132	143	154
	0,05	21	30	39	48	57	66	76	86	95	105	115	125	136

ზოგადად, კიბეები შემუშავებულია რამდენიმე ვარიაბელური ინტერვალით 5-დან 11-მდე (უფრო ხშირად 7-9 ინტერვალით). არ არის მიზანშეწონილი, გამოიყენოთ ძალიან მცირე ინტერვალებიანი „კიბეები“, რათა არ შეზღუდოთ ე.წ. საბოლოო ეფექტი ან არ დამახინჯდეს ქულები მასშტაბის ექსტრემალურ (კიდურა) ნაწილში, რაც უკავშირდება ხოლმე დეგუსტატორების მხრიდან ძალიან მაღალი ან ძალიან დაბალი ქულების მინიჭების სურვილს.

შედეგების შეფასებისას გამოიყენება სტანდარტული სტატისტიკური მეთოდები (როგორიცაასტუდენტის t-ტესტი ან დისპერსიული ანალიზი), რათა გამოიკვეთოს, არის თუ არა მნიშვნელოვანი განსხვავება შესადარებელ ნიშან-თვისებებს შორის ან სხვადასხვა ნიმუშისთვის მინიჭებულ ქულებს შორის. დამუშავების პროცედურები ითვალისწინებს, რომ კიბის ჩვენებები ჰყოფს მას თანაბარი ამპლიტუდის ინტერვალებად, რაც იმის მაუწყებელია, რომ, მაგალითად, გამოვლენილი განსხვავება მისაღებია. ჩამოთვლილი პროდუქტებიდან ორს - 1 და 2 შორის განსხვავება ისეთივეა, როგორც სხვა ჩამოთვლილ ორ პროდუქტს - 8 და 9-ს შორის. ნაჩვენებია, რომ ეს ყოველთვის ასე არ არის დეგუსტატორების მიერ გამოთქმული სიტყვიერი ინტერპრეტაციების განსხვავებულობის გამო, აგრეთვე ზემოთ აღწერილი მიზეზის გამო, რაც უკავშირდება დეგუსტატორების მხრიდან უკიდურესი ქულების მინიჭების სურვილს. ამ მცირედი უზუსტობების მიუხედავად, ინტერვალებით კლასიფიცირების მეთოდი ითვლება ერთ-ერთ ყველაზე საიმედო და სანდო მეთოდად, რომელიც ერთდროულად ზომავს პროდუქტის როგორც პრეფერენციულობა-მისაღებლობას, ისე პროდუქტის კონკრეტული მახასიათებლის ინტენსივობას.

სურათი 7.7 ვერბალური და გრაფიკული ინტერვალის კიბეების მაგალითები

7.4.2.3. ქულების ტესტი (რეპორტის კიბეები)

ინტერვალის კიბეები გვაწვდის ინფორმაციას ინტენსივობის განსხვავების შესახებ მხოლოდ ორი ან მეტი საკვები პროდუქტის ნიშან-თვისებებს შორის, მაგრამ არ იძლევა ინფორმაციას აღნიშნულ ნიშან-თვისებათა ურთიერთდამოკიდებულებაზე. მაგალითად, ინტერვალის კიბეზე 8-ით შეფასებული სიხისტე ოთხი ინტერვალით არის დაცილებული 4-ით შეფასებული სიხისტისაგან, მაგრამ ეს არ ნიშნავს, რომ 8-ით შეფასებულ პროდუქტს ამ უკანასკნელზე ორჯერ მეტი სიხისტე აქვს.

ურთიერთდამოკიდებულების კიბეებით, მეორე მხრივ, ჩვენ ვაფასებთ გარკვეული მახასიათებლის ინტენსივობას საცნობარო წყაროში მითითებულ ნიმუშთან შედარებით. დავუშვათ, რომ გსურთ შეაფასოთ ფორთოხლის წვენის ტკბილი გემოს ინტენსივობა (A ნიმუში) ცნობარში მითითებული ნიმუშის (R ნიმუშის) წვენთან შედარებით. დეგუსტატორებისათვის მიცემული კითხვა ასეთი სახით იქნება ჩამოყალიბებული: "რამდენჯერ მეტად (ან ნაკლებად) დესერტულია A ნიმუში R ნიმუშთან შედარებით?" ამ ტიპის კითხვაზე პასუხის გასაცემად, დეგუსტატორი უნდა იყოს კარგად მომზადებული (სათანადო ტრენინგით) ურთიერთდამოკიდებულების კიბეების გამოყენებასთან დაკავშირებით.

წინა მაგალითი იყენებს ღია კიბეს; ალტერნატიულად შესაძლებელია კიბის დელიმიტაცია ორი მითითებით - შეფასების მახასიათებლის მინიმალური და მაქსიმალური ინტენსივობით. ცნობარში მოყვანილ ორ ნიმუშთან შედარების შედეგად ხდება უცნობი ნიმუშის ორგანოლეპტიკური მახასიათებლის შედარებითი ინტენსივობის შეფასება. პასუხი მოცემულია სწორხაზოვან სეგმენტზე (საზომ კიბეზე) - კიბის პერპენდიკულარულად დაშვებული ხაზი კვეთს კიბეს იმ წერტილში, რომელიც ბოლოებიდან დაშორების თვალსაზრისით, წარმოადგენს უცნობი მახასიათებლის ინტენსივობის შეფასებას მარეგულირებლის მიერ, რომელიც მან მითითებულ რეგიონებში შეაფასა. ამ შემთხვევაში დეგუსტატორი, შესაფასებელი ნიმუშის გარდა, დამატებით იღებს ორი ნიმუშის მონაცემებს: ერთ მათგანს მინიჭებული აქვს 1 ქულა (რაც შეესაბამება შეფასების მახასიათებლის მინიმალურ ინტენსივობას), მეორეს კი მინიჭებული აქვს 9 ქულა (მაქსიმალური ინტენსივობის მაჩვენებელი). დეგუსტატორმა უნდა დაადგინოს, კიბის რომელ წერტილში უნდა გამოიყენოს ვერტიკალური ხაზის კვეთა ზემოთ მითითებულ ორ მონაცემთან ერთდროული შედარების მიზნით. შემდეგ დეგუსტატორს უსვამენ მეორე კითხვას: "არის თუ არა შესაფასებელი ნიმუშის მახასიათებლის ინტენსივობა სადღაც შუაში ორ მითითებულ (საცნობარო) მონაცემს შორის?" თუ ეს ასეა, ის ვერტიკალურ ხაზზე მონიშნავს 5-ს და ა.შ. გამოყენებული კიბეები შეიძლება დაიყოს თანაბარი ინტერვალების სერიად (სტრუქტურირებულ კიბეებად) ან პირიქით, მოხდეს დესტრუქტურირება მხოლოდ უკიდურესი მნიშვნელობების განსაზღვრის მიზნით. შედეგები მუშავდება სტუდენტის t-ტესტით. უცნობი ნიმუშების გამოყენების შემთხვევაში, აგრეთვე ორზე მეტი ნიმუშის ანალიზისას, მიმართავენ დისპერსიულ ანალიზს ან დუნკანის ტესტს.