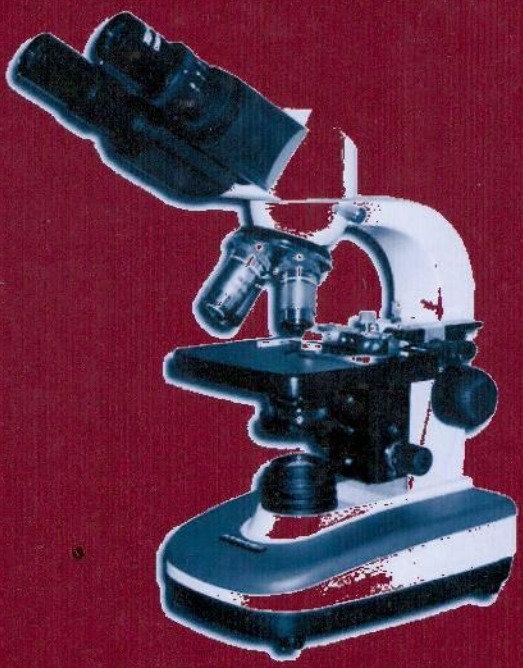
მანონ გაბელაშვილ-ბრეგაძე

ზოგადი მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგია



ქუთაისი 2019

მანონ გაბელაშვილ-ბრეგაძე

-195507

ზოგადი მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგია

სასწავლო კურსი შექმნილია აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიოლოგიისა და ეკოლოგიის საბაკალავრო პროგრამების შესაბამისად

მესამე შევსებული და გადამუშავებული გამოცემა

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ბიბლიოთეკა

ქუთაისი
2019

579(075.8) + 578(075.8)
ბ-12

რედაქტორი: ზურაბ ლომთათიძე – პროფესორი

რეცენზენტები: თეიმურაზ მგალობლიშვილი – პროფესორი;
იზოლდა რუსაძე – ასოცირებული პროფესორი;
ნათელა ღვინიანიძე – ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი.

განხილულია და მოწონებულია ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ბიოლოგიის დეპარტამენტის სხდომაზე (ოქმი №2, 06.18)

ISBN 978-9941-484-27-8

© მანონ გაბელაშვილ-ბრეგაძე ზოგადი მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგია 2019

© აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა

ავტორისაგან

მიკროორგანიზმები ჩვენი პლანეტის უხილავი ცოცხალი არსებებია, რომელთა მოქმედების არეალი ძალიან ფართოა, ხოლო როლი უდიდესია ბუნებასა და ადამიანის ცხოვრებაში. ადამიანი ცხოვრობს რა მიკრობთა გარემოცვაში სარგებლობს მათი ცხოველმოქმედების პროდუქტებით. თუმცა, ზოგჯერ, მიკროორგანიზმებს დიდი ზიანი მოაქვთ ადამიანის, ცხოველისა და მცენარისათვის, რადგანაც იწვევენ მათში სხვადასხვა პათოლოგიებს. უსაზღვროა მიკროორგანიზმების მოქმედება ძირითადი ბიოგენური ელემენტების ტრანსფორმაციაში, რაც უზრუნველყოფს დედამიწაზე სიცოცხლის შესაძლებლობას. ამასთანავე მიკროორგანიზმები წარმოადგენენ ხელსაყრელ მოდელს მრავალი ბიოტექნოლოგიური და ეკოლოგიური პრობლემის გადასაწყვეტად.

მიკროორგანიზმების შესახებ თეორიულ ცოდნასთან ერთად სასურველია სტუდენტი ფლობდეს მიკრობიოლოგიურ ლაბორატორიაში მუშაობის ტექნიკას, რაც საკმაოდ სრულყოფილად არის წარმოდგენილი სახელმძღვანელოში.

სახელმძღვანელო შედგება სამი ნაწილისაგან. პირველ ნაწილში მოცემულია ბაქტერიებისა და ვირუსებისათვის დამახასიათებელი ზოგადი კანონზომიერებები. მეორე ნაწილში განხილულია ლაბორატორიული მეცადინეობები. მესამე ნაწილში წარმოდგენილია მიკრობიოლოგიური და ვირუსოლოგიური ტერმინების განმარტებები.

ზოგადი მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის კურსის შესწავლის შემდეგ სტუდენტს ეცოდინება:

- *მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის ისტორია და ამოცანები;*
- *ბაქტერიების სისტემატიკა, აგებულება და გამრავლება;*
- *ვირუსების მორფოლოგია, ულტრასტრუქტურა და რეპროდუქცია;*
- *ელემენტარული ცნობები ბაქტერიოფაგებსა და მათ პრაქტიკულ გამოყენებაზე;*
- *მიკროორგანიზმთა გენეტიკა, მიკროორგანიზმთა დამოკიდებუ-*

ლება ერთმანეთთან და გარემო ფაქტორებთან;

- *მიკრობთა მეტაბოლიზმი, მიკროორგანიზმების მიერ ნახშირბადის, აზოტის, ფოსფორის, გოგირდის, რკინისა და სხვა ელემენტების ტრანსფორმაცია;*
- *მიკროორგანიზმთა ეკოლოგია: ნიადაგის, წყლის, ჰაერის, საკვები პროდუქტების, ჯანმრთელი ადამიანის სხეულის ნორმალური მიკროფლორა და მათი დაბინძურების გზები და საშუალებები.*

სტუდენტი შეძლებს:

- *მიკროორგანიზმთა პრეპარატების დამზადებას;*
- *ბაქტერიების ძირითადი ფორმების გარჩევას;*
- *მიკროორგანიზმთა გამოზრდისათვის ხელოვნური საკვები ნიადაგების დამზადებას;*
- *თავისუფლადმცხოვრები და სიმბიოზური აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერიების განსაზღვრას.*

წინამდებარე სახელმძღვანელო სამსახურს გაუწევს ბიოლოგიისა და ეკოლოგიის სპეციალობის ბაკალავრიატის სტუდენტებს, დოქტორანტებს, ასევე – მიკრობიოლოგიით დაინტერესებულ პირებს.

ავტორი დიდი მადლიერებით მიიღებს ყველა საქმიან შენიშვნასა და წინადადებას და გამოიყენებს მათ წიგნის შემდგომი სრულყოფისათვის.

ნაწილი პირველი
ბაქტერიებისა და ვირუსებისათვის დამახასიათებელი ზოგადი კანონზომიერებები

თავი 1. შესავალი

1.1. მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის საგანი, ამოცანები, დარგები

მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგია არის მეცნიერება მცირე ზომის, თვალით უხილავი ორგანიზმების შესახებ, რომელთაც უწოდებენ მიკროორგანიზმებს ანუ მიკრობებს. ეს მეცნიერება შეისწავლის მიკრობების მორფოლოგიას, ფიზიოლოგიას, ბიოქიმიას, გენეტიკას, ეკოლოგიასა და იმ ცვლილებებს, რასაც ისინი გარემომცველ ბუნებაში იწვევენ. ტერმინი მიკრობიოლოგია სამი სიტყვისაგან შედგება: ბერძნ. micros – მცირე, ლათ. bios – სიცოცხლე, logos – მოძღვრება. მიკროორგანიზმების შემსწავლელ მეცნიერებას ჯერ კიდევ ადრე ფრანგმა მიკრობიოლოგმა, მიკრობიოლოგიის მამამთავარმა **ლუი პასტერმა** მიკრობია უწოდა, ხოლო მეცნიერმა **დიუკლომ** – მიკრობიოლოგია.

მიკრობიოლოგიას, როგორც მეცნიერებას, საფუძველი ჩაეყარა მე-17 საუკუნეში, როდესაც ჰოლანდიელმა სწავლულმა **ანტონ ვან ლეევენჰუკმა** (1632-1723) 1676 წელს მის მიერ კონსტრუირებული მიკროსკოპით პირველად დაინახა მიკრობები.

მიკროორგანიზმთა სამყარო მრავალფეროვანია. ყველა მიკროორგანიზს აერთიანებს მიკროსკოპული ზომა, თუმცა ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მრავალი ნიშან-თვისებით, პირველ რიგში – გენომის ორგანიზაციით, ცილისმასინთეზებელი სისტემის არსებობითა და უჯრედის კედლის შედგენილობით. ამდენად, მცენარეულ და ცხოველურ სამყაროსთან ერთად ცალკე უნდა გამოიყოს მიკროორგანიზმების სამყარო, რომლებიც გაერთიანებულია ორ ზესამეფოში: პროკარიოტები – Procaryotae და ეუკარიოტები – Eucaryotae, ხოლო ამ უკანასკნელებში – ოთხი სამეფო: ბაქტერიები – Bacteria, ვირუსები – Vira, სოკოები –

Fungi და უმარტივესები – Protozoa (ცხრ.1). ბაქტერიების სამეფოში თავის მხრივ შედის საკუთრივ ბაქტერიები, რიკეტსიები, ქლამიდიები, მიკოპლაზმები და აქტინომიცეტები.

ცხრილი 1

პროკარიოტული და ეუკარიოტული უჯრედების პრინციპული სხვაობანი

ნიშან-თვისება	პროკარიოტული უჯრედი	ეუკარიოტული უჯრედი
ზომები	1-10 მკმ	10-100 მკმ
ანაერობული სუნთქვა	შესაძლებელია	არ ახასიათებთ
აზოტის ფიქსაცია	შესაძლებელია	შესაძლებელია
მემბრანული სტრუქტურები	არა აქვთ	გააჩნიათ
გენეტიკური მასალა	უმემბრანო, დნმ-ს რგოლოვანი მოლეკულა	ბირთვული მემბრანა, ქრომოსომა
ცილის სინთეზი	ციტოპლაზმაში თავისუფლად განლაგებულ რიბოსომებზე (70S (50S და 30S)	ერგასტოპლაზმის შემადგენლობაში მყოფ რიბოსომებზე (80S (60S და 40S)
უჯრედის კედელი	შეიცავს პეპტიდოგლიკანს	აქვს ციტოპლაზმური მემბრანა, შეიცავს ქიტინს ან ცელულოზას
გაყოფა	ამიტოზი	მატოზი
ქრომოსომგარეთა დნმ	ლოკალიზებულია პლაზმიდებში	ლოკალიზებულია მიტოქონდრიებში

თითოეული სამეფოს წარმომადგენელს ახასიათებს შემდეგი ნიშნები:

ბაქტერიები ესაა ორგანიზმები, რომელთაც არა აქვთ ნამდვილი ბირთვი და ბირთვაკი. მათი გენომი წარმოდგენილია ერთი მოლეკულა დნმ-ით, რომელსაც აქვს რგოლური სტრუქტურა და თავისუფლადაა განლაგებული ციტოპლაზმაში. იგი არაა შემოსაზღვრული მემბრანით და ნუკლეოიდს უწოდებენ. ბაქტერიებს არ ახასიათებთ მიტოზი და მეიოზი. მათი რიბოსომები 70 S-იანია, უჯრედის კედელი პეპტიდოგლიკანისაგან შედგება, ზომა 1-

დან 10 მკმ-მდეა, არ აქვთ მიტოქონდრიები და ქლოროპლასტები, არიან აერობებიც და ანაერობებიც.

ვირუსებს მიეკუთვნებიან ორგანიზმები, რომელთა გენომი წარმოდგენილია დნმ-ით ან რნმ-ით. მათ არ აქვთ ცილისმასინთეზირებელი საკუთარი სისტემა. ამიტომ წარმოადგენენ აბსოლუტურ უჯრედშიგა პარაზიტებს (ცხრ.2).

ცხრილი 2

ვირუსებისა და უჯრედების შედარება

ოპერაციები	ვირუსები	უჯრედები
ნუკლეინის მჟავას ტიპი	დნმ ან რნმ	დნმ და რნმ
ცილები	მცირე რაოდენობით	ბევრი
ლიბოპროტეინული მემბრანა	გააჩნია მხოლოდ ზოგიერთ ვირუსს	გააჩნია ყველა უჯრედს
რიბოსომები	არა აქვთ	აქვთ
მიტოქონდრიები	არა აქვთ	აქვთ ეუკარიოტულ უჯრედებს
თერმენტები	ან არა აქვთ, ან გააჩეიათ ძალზე მცირე რაოდენობით	აქვთ ეუკარიოტულ უჯრედებს
გამრავლება ბინალური გაყოფით ან მიტოზის საშუალებით	არა	დიახ

*** ზოგიერთი მონაცემით არენავირუსებს გააჩნიათ არაფუნქციონირებადი რიბოსომები მცირე რაოდენობით**

სოკოებს მიეკუთვნება ერთ- და მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების დიდი ჯგუფი, რომელთაც ახასიათებთ როგორც მცენარეების (უძრაობა, განუსაზღვრელი კენწრული ზრდა, ვიტამინების სინთეზის უნარი, უჯრედის კედლის არსებობა), ასევე ცხოველებისათვის (კვების ჰეტეროტროფული ტიპი, უჯრედის კედელში ქიტინის, აგრეთვე, სამარაგო ნახშირწყლების არსებობა გლიკოგენის (და არა სახამებლის) სახით, აზოტის ცვლის პროცესში შარდოვანას წარმოქმნა, ვიტამინების მოხმარების აუცილებლობა და ა. შ.) დამახასიათებელი ნიშან-თვისებები.

უმარტივესების სხეული შედგება ერთი უჯრედისაგან, რომელიც დამოუკიდებელ ორგანიზმს წარმოადგენს და ასრულებს

ყველა სასიცოცხლო ფუნქციას. მათ პარაზიტულ ფორმებს ახასიათებთ ინცისტირების ანუ არახელსაყრელ პირობებში ცისტის წარმოქმნის უნარი (ანაბიოზი). ინცისტირება შეგუებულობის ერთ-ერთი სახეა, რომელიც პარაზიტების არა მარტო გავრცელების, არამედ თავდაცვის საშუალებაცაა.

პროკარიოტებისა და ეუკარიოტების ლოკომოტორული სტრუქტურებია შოლტები, მაგრამ ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან სტრუქტურულად. პროკარიოტების შოლტები შედგება ცილა-ფლაგელინისაგან და არ წარმოადგენს მიკრომილების სისტემას. ეუკარიოტებში (უმარტივესები) შოლტები შედგება ცილა-ტუბულინისაგან და წარმოადგენს მიკრომილების სისტემას, ის ბაზალურ სხეულთანაა დაკავშირებული.

მიკრობიოლოგია-ვირუსოლოგიამ განვითარების რთული გზა განვლო. მან არა მარტო ბევრი რამ შეიძინა მომიჯნავე მეცნიერებებისაგან (ბიოქიმია, ბიოფიზიკა, გენეტიკა და სხვა), არამედ თავის მხრივ მისცა მათ მძლავრი იმპულსი შემდგომი განვითარებისათვის. განასხვავებენ მიკრობიოლოგიის შემდეგ დარგებს: ზოგადი, სამედიცინო, ვეტერინალური, სასოფლო-სამეურნეო, რადიაციული, ტექნიკური, გეოლოგიური, მიკროორგანიზმთა ეკოლოგია და სხვა.

ზოგადი მიკრობიოლოგია შეისწავლის მიკროორგანიზმთა აგებულებისა და ცხოველმყოფელობის ზოგად კანონზომიერებებს, მიკრობებსა და მაკროორგანიზმებს შორის ურთიერთობებს, გამძლეობას სხვადასხვა ფაქტორების მიმართ, ინფექციისა და იმუნიტეტის საკითხებს.

სამედიცინო მიკრობიოლოგია კი სწავლობს ადამიანისათვის პათოგენურ და პირობით-პათოგენურ მიკრობებს, მათ რეზისტენტობას, პათოგენეზს, მიკრობიოლოგიური დიაგნოსტიკის მეთოდებს, პროფილაქტიკისა და ეთიოტროპული მკურნალობის საკითხებს.

თავის მხრივ სამედიცინო მიკრობიოლოგიის დარგებია: ვირუსოლოგია, ბაქტერიოლოგია, პროტოზოოლოგია, მიკოლოგია, იმუნოლოგია, კოსმოსური მიკრობიოლოგია, სანიტარული მიკრობიოლოგია ანუ მიკროორგანიზმთა ეკოლოგია.

ვეტერინალური მიკრობიოლოგია სწავლობს ცხოველების დაავადების გამომწვევ მიკრობებს.

სასოფლო-სამეურნეო ანუ აგრომიკრობიოლოგია სწავლობს მიკროორგანიზმებს, რომლებიც არსებით როლს ასრულებენ ნიადაგის სტრუქტურის შექმნაში, რითაც ადიდებენ ნიადაგის ნაყოფიერებას.

რადიაციული მიკრობიოლოგია შეისწავლის მაიონიზებელი რადიაციის ზემოქმედებას მიკროორგანიზმებზე და სასარგებლო ფორმების მიღებას. ის გამოიყენება სახალხო მეურნეობის რიგ დარგებში.

ტექნიკური მიკრობიოლოგია არის მეცნიერება სასარგებლო მიკროორგანიზმების შესახებ. მიკრობები გამოიყენება მიკრობიოლოგიურ მრეწველობაში ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა მისაღებად. ასეთებია ფერმენტები, ამინომჟავები, ანტიბიოტიკები, ორგანული მჟავები, ვიტამინები.

გეოლოგიური მიკრობიოლოგია შეისწავლის მიკროორგანიზმების როლს მადნეულის, ნავთობისა და სხვა წიაღისეულის წარმოქმნასა და ძირითადი ბიოგენური ელემენტების ტრანსფორმაციაში.

სანიტარული მიკრობიოლოგია ანუ მიკროორგანიზმთა ეკოლოგია არის მეცნიერება გარემო არის ობიექტების: ჰაერის, წყლის, ნიადაგის, საკვები პროდუქტების, ადამიანისა და ცხოველის ნორმალური მიკროფლორის შესახებ. ეს მეცნიერება არკვევს, აგრეთვე, ამ ობიექტების სანიტარულ მდგომარეობას.

1.2. მიკროორგანიზმების როლი ბუნებაში, სახალხო მეურნეობასა და მედიცინაში

უაღრესად დიდია მიკროორგანიზმების როლი ბუნებაში. მათი მონაწილეობის გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა ნივთიერებებისა და ენერგიის განუწყვეტელი მიმოქცევა დედამიწის ზედაპირზე და სიცოცხლე შეწყდებოდა იმის გამო, რომ ადგილი აღარ ექნებოდა რთული ორგანული ნივთიერებების დაშლისა და მინერალიზაციის პროცესებს. მიკრობების უდიდესი როლი აიხსნება მათი არაჩვეულებრივი გავრცელებით. ისინი ყველგან გვხვდები-

ან, ადამიანის უხილავი თანამგზაერები არიან მათი სიცოცხლის მთელ მანძილზე და დაუკითხავად იჭრებიან მათ ცხოვრებაში ზოგჯერ როგორც მტრები, ზოგჯერ კი – როგორც მეგობრები.

მიკროორგანიზმების როლი დიდია ნიადაგწარმოქმნის პროცესებში. ნიადაგში სასუქების შეტანა, დამუშავება გავლენას ახდენს მიკროფლორაზე, ააქტიურებს მათ ცხოველმყოფელობას და ამით დადებითად მოქმედებს მცენარეთა მოსავლიანობაზე. ასევე ნიადაგის მორწყვა, დრენაჟირება და სხვა აგროტექნიკური ღონისძიებები გავლენას ახდენს ნიადაგის მიკროფლორაზე და ადიდებს მის ნაყოფიერებას. დიდი მნიშვნელობა აქვთ ნიადაგში თავისუფლადმცხოვრებ აზოტფიქსატორებს, ასევე პარკოსანი მცენარეების ფესვთა სისტემაზე დასახლებულ კოჟრის ბაქტერიებსა და არაპარკოსანი მცენარეების (ფშატი, ქაცვი, მურყანი და სხვა) ფესვებზე არსებულ მიკრობებს, რომლებიც ახდენენ მოლეკულური აზოტის (N_2 -ის) გადაყვანას ბმულ ფორმაში (NH_3-ში). აზოტფიქსაციის პრობლემის შესწავლას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს, რადგანაც აზოტფიქსატორების გამოყენება, ერთი მხრივ, ამცირებს აზოტოვანი სასუქების წარმოებისათვის საჭირო ხარჯებს და, მეორეს მხრივ, აღარ მოხდება გარემოს დაბინძურება ნიტრატებით.

საწვავი წიაღისეულის: ტორფის, ქვანახშირის, ნავთობის წარმოშობა მიკროორგანიზმების მოქმედების შედეგია. სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვებისას მიკრობებს იყენებენ, აგრეთვე, გეოლოგიაში.

დიდია მიკროორგანიზმების როლი მრეწველობის ისეთ დარგებში, როგორიცაა პურის ცხობა, ლუდის წარმოება, სპირტის გამოხდა, ღვინის დამზადება, ლიმონმჟავას, ძმარმჟავასა და ორგანული მჟავების, ვიტამინების, ამინომჟავების, ანტიბიოტიკების წარმოება, რძის პროდუქტების დამზადება და სხვა.

მიკროორგანიზმები გვხვდებიან წყალში, ჰაერში, ნიადაგში, ადამიანის ირგვლივ მყოფ საყოფაცხოვრებო საგნებზე, სხეულის ზედაპირსა და მის სიღრუეებშიც.

მიკრობებს შორის გვხვდებიან ავადმყოფობის გამომწვევებიც. ისინი საშიშროების წყაროს წარმოადგენენ და მათი გავლენით ხშირად წარმოიშობა საშინელი ეპიდემიები და პანდემიები. მოკლე დროის განმავლობაში ასეულ ათასობით ადამიანი იღუპება.

მნიშვნელოვანია ფიტოპათოგენური ბაქტერიებისა და სოკოების შესწავლა. ისინი იწვევენ მცენარეთა სხვადასხვა დაავადებებს.

მიკროორგანიზმთა ბიოქიმიური აქტიურობა გამოიყენება ნიადაგის ნაყოფიერების გადიდებისა და ენერგეტიკული რესურსების შევსებისათვის. აგრეთვე, გარემომცველი არის დამაბინძურებელი ნივთიერებებისაგან გასასუფთავებლად.

ამასთან ერთად, აუცილებელია განუხრელი ბრძოლა ზოგიერთ მიკროორგანიზმთან, რომლებიც იწვევენ ადამიანის, ცხოველებისა და მცენარეების ინფექციურ დაავადებებს. დაავადების გამომწვევ მიკროორგანიზმებს და მათ სპეციფიკურ თავისებურებებს შეისწავლის სამედიცინო და ვეტერინალური მიკრობიოლოგიები და ფიტოპათოლოგია.

უკანასკნელ წლებში მნიშვნელოვანი როლი დაეკისრა მიკროორგანიზმთა ეკოლოგიურ ასპექტს, რადგანაც ბიოსფეროზე მზარდი ანთროპოგენური მოქმედება დამღუპველია მიკროორგანიზმებისათვის. ისინი მონაწილეობენ ბუნებაში არსებული ნივთიერებების წრებრუნვაში და ნიადაგის, წყლისა და ჰაერის პათოგენური მიკრობებით დაბინძურებას იწვევენ.

თავი II
მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის განვითარების პერიოდები

მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის წარმოშობა და განვითარება რამდენიმე ისტორიულ პერიოდს მოიცავს:

1. მიკრობიოლოგიის განვითარების საწყისი პერიოდი მე-17 საუკუნის მეორე ნახევრიდან და მე-19 საუკუნის შუა წლებამდე გრძელდება.

2. მიკრობიოლოგიის განვითარების პასტერის ხანა მოიცავს მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარს. ეს პერიოდი ხასიათდება მიკრობიოლოგიისა და იმუნოლოგიის, როგორც დამოუკიდებელი საბუნებისმეტყველო დისციპლინების, ჩამოყალიბებითა და განვითარებით.

3. მიკრობიოლოგიის განვითარების მესამე პერიოდი მოიცავს მე-20 საუკუნის პირველ ნახევარს. ეს წლები ხასიათდება მიკრობიოლოგიისა და იმუნოლოგიის შემდგომი განვითარებით. ამ პერიოდში ჩამოყალიბდა ცოცხალი მატერიის განსაკუთრებული ფორმის – ვირუსების შემსწავლელი მეცნიერება – ვირუსოლოგია.

4. მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის განვითარების თანამედროვე პერიოდი იწყება მე-20 საუკუნის მეორე ნახევრიდან. იგი დაკავშირებულია სამეცნიერო-ტექნიკურ პროგრესსა და მოლეკულური გენეტიკის სფეროში მნიშვნელოვან აღმოჩენებთან.

2.1. მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის განვითარების საწყისი პერიოდი

მიკროორგანიზმები მათი მცირე ზომის გამო ადამიანის შეუიარაღებელი თვალისათვის შეუმჩნეველია. მიკროსკოპის გამოგონებამდე ადამიანმა არაფერი იცოდა მიკრობების შესახებ, თუმცა უხსოვარი დროიდან იყენებდა მათი ცხოველმოქმედების პროდუქტებს: კუმისს, ღვინის ძმარს, ლუდსა და სხვას. საუკუნეების მანძილზე უცნობი იყო დუღილის პროცესის ბუნება. ადამიანთა ყურადღებას განსაკუთრებით იპყრობდა გადამდები (ინფექციური) დაავადებები, რომლებიც მოულოდნელად იწყებოდა, სწრაფად ვრცელდებოდა და ხასიათდებოდა დიდი სიკვდილიანობით.

ძველი ბერძენი ექიმის **ჰიპოკრატეს** შრომებში საუბარი იყო გადამდები დაავადებებისა და მათი გამომწვევების შესახებ, რომელთაც – „მიაზმებს“ უწოდებდნენ.

მე-16 საუკუნეში იტალიელმა სწავლულმა, პოეტმა და მეცნიერმა **დ.ფრაკასტორომ** სამედიცინო შრომაში „კონტაგიების, კონტაგიოზური დაავადებებისა და მკურნალობის შესახებ“ (1546 წ.) გამოთქვა მოსაზრება, რომ სენის მატერიალური საწყისი ესაა კონტაგია – „დაავადების ჩანასახი“. დ. ფრაკასტოროს ვარაუდით, დასნებოვნება ხდება სამი გზით: უშუალო შეხებით, საგნებითა და მანძილით. მეცნიერმა პირველმა გამოიყენა სამედიცინო თვალსაზრისით ტერმინი „ინფექცია“.

ფრაკასტოროს იდეა სწორი იყო, მაგრამ ჯერ კიდევ ვერ ხერხდებოდა ამ მოსაზრების მეცნიერული მტკიცება, რადგანაც არ არსებობდა მეცნიერულ-ტექნიკური წინაპირობა – მიკროსკოპი.

მიკროორგანიზმების მორფოლოგიისა და უჯრედის აგებულების შესწავლა შესაძლებელია მხოლოდ სპეციალური ხელსაწყო – მიკროსკოპის გამოყენებით. იგი უზრუნველყოფს საკვლევი ობიექტის გადიდებას ასეულობით (სინათლის მიკროსკოპი) და ათეულ ათასობით (ელექტრონული მიკროსკოპი).

ჰოლანდიელმა **ანტონ ვან ლეევენჰუკმა** მის მიერ კონსტრუირებული მიკროსკოპით პირველად დაინახა მიკროორგანიზმები. ამით იწყება მიკრობიოლოგიის, როგორც მეცნიერების, ჩასახვის პერიოდი. მიკრობიოლოგიის განვითარების ამ პერიოდს ეწოდება მიკროგრაფიული, მორფოლოგიური ანუ აღწერილობითი პერიოდი.

ამრიგად, დადგენილ იქნა მიკროორგანიზმების არსებობის ფაქტი, მაგრამ მათი როლი ჯერ კიდევ უცნობი იყო.

2.2. მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის განვითარება მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში (პასტერის ანუ ფიზიოლოგიური პერიოდი)

მე-19 საუკუნეში მიკრობიოლოგიის განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა რუსი მკვლევარების **მ. ტერეხოვსკისა** და **დ. სამოილოვიჩის** შრომებს. მ. ტერეხოვსკიმ პირველმა გამოიყენა მიკრობიოლოგიაში კვლევის ექსპერიმენტული მეთოდი. მან შეისწავლა ელექტრული მუხტის, ტემპერატურისა და ქიმიური ნივთიერებების გავლენა მიკროორგანიზმებზე, აგრეთვე, – მათი გამრავლება, სუნთქვა და სხვა, თუმცა მ. ტერეხოვსკის შრომები ნაკლებად იყო ცნობილი.

რუსი ექიმი დ. სამოილოვიჩი მიკრობიოლოგიის ისტორიაში შევიდა როგორც შავი ჭირის გამომწვევზე ერთ-ერთი პირველი „მონადირე". 1771-1772 წლებში მოსკოვში შავი ჭირის ეპიდემიის დროს დ. სამოილოვიჩმა გამოთქვა მოსაზრება ამ საშინელი ინფექციის ცოცხალი გამომწვევის შესახებ. იგი ცდილობდა დაავადების გამომწვევი ენახა გარდაცვლილის ორგანოებში და ღრმად იყო დარწმუნებული, რომ შავ ჭირს იწვევს ცოცხალი არსება. მან შეიმუშავა შავი ჭირის საწინააღმდეგო ღონისძიებების მთელი კომპლექსი და თავისი დაკვირვების საფუძველზე გააკეთა დასკვნა, რომ შავი ჭირის გადატანის შემდეგ რჩება იმუნიტეტი. სამოილოვიჩის მთავარი დამსახურებაა, აგრეთვე, აცრების მეშვეობით შავი ჭირის საწინააღმდეგო ხელოვნური იმუნიტეტის შექმნა. თავისი იდეებით დ. სამოილოვიჩი იმუნოლოგიის ერთ-ერთ ფუძემდებლად ითვლება.

მედიცინის ისტორიაში მნიშვნელოვანი მოვლენა იყო ბუნებრივი ყვავილის საწინააღმდეგო აცრის მეთოდის შექმნა. ამ მეთოდს ძველი დროიდან იყენებდნენ თურქები, ჩინელები და სპარსელები. აცრა ემყარებოდა იმ მოსაზრებას, რომ ხელოვნური დასენიანებისას დაავადება გაცილებით იოლად მიმდინარეობდა, ვიდრე – ბუნებრივისას. ინგლისელმა ექიმმა **ედუარდ ჯენერმა** შენიშნა, რომ, ავადმყოფებთან კონტაქტის მიუხედავად, მრავალი ადამიანი არ დაავადებულა ყვავილით. ეს მოვლენა განსაკუთრებით ხშირად შეინიშნებოდა ძროხის მწველავ ქალებში (ძროხის

ყვავილი ბუნებრივი ყვავილის შედარებით იოლი ფორმაა). 1796 წელს ე. ჯენერმა ჯანმრთელ ყმაწვილს აუცრა ძროხის ყვავილის ჩირქოვანი ბუშტუკიდან გამოდენილი სითხით. თვე-ნახევრის შემდეგ ამავე ბიჭს მან აუცრა ყვავილით დაავადებული ადამიანის ბუშტუკიდან გამოდენილი სითხით, მაგრამ ბიჭი არ დაავადდა.

ამდენად, ე. ჯენერმა წარმატებით შეძლო ადამიანის საშინელი დაავადების – ბუნებრივი ყვავილის ალაგმვა ვაქცინაციის მეშვეობით.

მიკროორგანიზმთა თვისებების შესწავლით შესაძლებელი გახდა ყურადღება მიექციათ მიკრობთა სისტემატიკისათვისაც.

1786 წელს **ო. მიულერმა** ბაქტერიების ორი გვარი გამოყო – Monas და Vibrio. მან ისინი ინფუზორიებს მიაკუთვნა. 1838 წელს **კ. ერენბერგმა** ისინი გააერთიანა ოჯახში Monadna, რომელშიც გამოყო ოთხი გვარი: Bacterium, Spirillum, Vibrio და Spirochaeta.

მიკრობთა სისტემატიკის ერთ-ერთი ფუძემდებელია მიკრობიოლოგი **ლ. ცენკოვსკი**. მან თავის შრომაში „უმდაბლესი წყალმცენარეების და ინფუზორიების შესახებ" დაადგინა ბაქტერიების ადგილი ცოცხალ არსებათა სისტემაში და უჩვენა მათი მსგავსება მცენარეებთან. ლ. ცენკოვსკიმ აღწერა მიკრობების 43 სახეობა. მან პასტერისაგან დამოუკიდებლად მიიღო ციმბირის წყლულის საწინააღმდეგო ვაქცინა.

1857 წელს **პ. ნეგელმა** ყველა ბაქტერია გააერთიანა ერთ დამოუკიდებელ ჯგუფში Schizomycetes (დამარცვლული სოკოები).

1872 წელს **ფ. კონმა** ბაქტერიები გამოყო უმარტივესებისაგან და გააერთიანა მცენარეთა სამეფოში.

მიკრობიოლოგიის, როგორც დამოუკიდებელი ბიოლოგიური მეცნიერების, განვითარების მეორე პერიოდი დაკავშირებულია ლ. პასტერის, რ. კოხისა და მათი მოწაფეების სახელებთან.

1847 წელს ლუი პასტერმა დაამთავრა ეკოლ ნორმალი (პედაგოგიური ინსტიტუტი), დაწერა ორი სადოქტორო დისერტაცია ქიმიასა და ფიზიკაში. მან შეისწავლა ღვინის მჟავას იზომერია და გვიჩვენა, რომ მიკროორგანიზმები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან არა მარტო გარეგნულად, არამედ – ნივთიერებათა ცვლის თავისებურებებითაც. ლ. პასტერს ეკუთვნის ბრწყინვალე

აღმოჩენები, რომელთაც დღესაც არ დაუკარგავთ მნიშვნელობა. ის ობის სოკოს უმატებდა არააქტიური ღვინის მჟავას ორი იზომერის ნარევს. რამდენიმე ხნის შემდეგ ეს ნარევი აღარ ახდენდა პოლარიზაციის სიბრტყის მარჯვნივ მობრუნებას, რადგან ობის სოკო მოიხმარდა მარჯვნივ მაბრუნებელ იზომერს. ამდენად, ობის სოკო გახდა საფუძველი იმისა, რომ პასტერი დაინტერესდა მიკროორგანიზმებით. ამ გარემოებამ მას აფიქრებინა მიკროორგანიზმების მონაწილეობა დუღილის პროცესში.

იმ დროს, როცა პასტერი მოღვაწეობდა, გაბატონებული იყო დუღილის შესახებ **ლიბიხის** ქიმიური თეორია, რომლის მიხედვით დუღილი განიხილებოდა როგორც მხოლოდ ქიმიური პროცესი. პასტერმა კი დაადგინა, რომ სპირტული და რძემჟავა დუღილის აღმძვრელები არიან მიკროორგანიზმები. ამრიგად, პასტერმა, ლიბიხის ქიმიური თეორიის ნაცვლად, შექმნა დუღილის ბიოლოგიური თეორია. დუღილის პროცესში ჟანგბადის როლის დადგენისას პასტერმა გააკეთა ახალი აღმოჩენა: შესაძლებელია სიცოცხლე ჟანგბადის გარეშე. ე. ი. ჟანგბადი დუღილის დროს მთავარი აგენტი კი არ არის, არამედ გარკვეულ პირობებში ხელს უშლის მას. უფრო გვიან პასტერმა დაადგინა, რომ ლპობა (ცილოვანი პროდუქტების დაშლა) მიკროორგანიზმთა ცხოველმყოფელობის შედეგია. მან ასევე ახსნა მიკრობების როლი ბუნებაში ნივთიერებათა წრებრუნვის პროცესში, აღმოაჩინა ანაერობული მიკროორგანიზმებიც. ამ გამოკვლევების საფუძველზე პასტერმა **დ. ლისტერთან** ერთად დაამუშავა ანტისეპტიკების საკითხები, ხოლო შემდეგ შეავსო ასეპტიკის პრინციპებით. ანტისეპტიკისა და ასეპტიკის საკითხების დამუშავებამ კი დიდი როლი შეასრულა ქირურგიის განვითარებაში.

ლ. პასტერმა ასევე შეისწავლა ღვინისა და ლუდის დაავადებების ბუნება. დაადგინა, რომ მათ დაავადებას მიკროორგანიზმები იწვევს და შეიმუშავა სითხეების (ლუდის, ღვინის) დაავადებებისაგან დაცვის ღონისძიება, რომელიც პასტერიზაციის ანუ რბილი სტერილიზაციის სახელწოდებითაა ცნობილი.

1860 წელს პასტერის შრომებმა ლახვარი ჩასცა თვითჩასახვის თეორიას. ჯერ კიდევ **არისტოტელე, ვირგილიუსი** და სხვები ფიქრობდნენ, რომ ცოცხალი არსება შეიძლება წარმოიშვას არაცოცხალი მატერიიდან. შემდეგში **სპალანცანმა, შვანმა და შულცმა** დაასაბუთეს თვითჩასახვის თეორიის უსაფუძვლობა, მაგრამ მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში დავა ამ საკითხზე კიდევ უფრო გამწვავდა.

- 195507 -

1860 წელს საფრანგეთის მეცნიერებათა აკადემიამ ამ პრობლემის გადასაწყვეტად პრემიაც კი დააწესა. 1862 წელს ეს პრემია მიეკუთვნა ლუი პასტერს, რომელმაც მახვილგონივრული ცდით უარყო თვითჩასახვის თეორია და დაამტკიცა, რომ მიკროორგანიზმები თვითნებურად არ წარმოიქმნებიან არაცოცხალი ბუნებიდან. პასტერის ოპონენტები ამტკიცებდნენ, რომ სუბსტრატში დუღილისა და ლპობის გამომწვევები თვით ჩაისახებიან. პასტერი კი ამბობდა, რომ მიკროორგანიზმები სუბსტრატში აღწევს გარემოდან. ე. ი. არ ხდება მათი თვითჩასახვა. მან ამ გამოკვლევებით მოამზადა სამეცნიერო საზოგადოება იმისათვის, რომ საბოლოოდ ეღიარებინათ მიკროორგანიზმები ცხოველებისა და ადამიანების გადამდები დაავადებების გამომწვევებად. პასტერმა ექიმ **ე. რუსთან** ერთად დაიწყო დაავადების გამომწვევი ბაქტერიების შესწავლა და ციმბირის წყლულით დაავადებული ცხოველის სისხლიდან გამოყო ცოცხალი ჩხირი. მიიღო სუფთა კულტურა, დაასნებოვნა ჯანმრთელი ცხოველი და დააკვირდა დაავადების მიმდინარეობას. ანალოგიური ცდები პასტერმა დააყენა ქათმის ქოლერაზედაც.

ზემოთ აღნიშნული საკითხების შესწავლისას პასტერმა შეამჩნია პათოლოგიური მიკრობების მნიშვნელოვანი თავისებურება, რომ მათი პათოგენობა ზოგჯერ სუსტდება და ასეთი მიკროორგანიზმების ორგანიზმში შეყვანა დაავადებას კი არ იწვევს, არამედ – პირიქით, იცავს მას დაავადებისაგან. შემთხვევითი დაკვირვება დაეხმარა პასტერს, მოენახა ინფექციურ დაავადებათა წინააღმდეგ ბრძოლის საშუალება წინასწარი აცრების გამოყენებით. მეცნიერმა ქათმის ქოლერაზე მუშაობის დროს შეამჩნია, რომ ქათმის ორგანიზმში შეყვანილმა დაძველებულმა კულტურამ არ გამოიწვია დაავადება. მას შემდეგაც არ განვითარდა დაავადება, როცა ქათმებს შეუყვანეს ვირულენტური კულტურა, ე. ი. ავადმყოფობის გამომწვევი. პასტერმა დაასკვნა, რომ დაძველებულ კულტურას დაკარგული ჰქონდა ვირულენტობა, მაგრამ

გააჩნდა იმუნიტეტის გამომუშავების უნარი. კულტურას, რომელსაც დასუსტებული ჰქონდა ვირულენტობა, უწოდეს ვაქცინა, ხოლო აცრებს – ვაქცინაცია (ლათინურად vacca – ძროხა).

1885 წელს პასტერმა მოახდინა ცოფის საწინააღმდეგო აცრა. მან ცოფის გამომწვევი ვერ აღმოაჩინა მიკროსკოპით და ვერ გამოყო ხელოვნურ საკვებ ნიადაგზე. პასტერმა ვაქცინის დასამზადებლად გამოიყენა ცოფიანი ძაღლის ტვინი, რომელიც ბოცვერიდან ბოცვერზე მრავალჯერ გადაჰქონდა (გამოიყენა ატენუაციის მეთოდი), ამცირებდა დროს დასნებოვნებიდან დაავადებამდე, რითაც ასუსტებდა ასაცრელი მასალის ძალას. ასეთი ვაქცინის გამოყენება ძაღლებზე კარგ შედეგს იძლეოდა. პასტერმა მის მიერ მიღებული ვაქცინა გამოიყენა ცოფიანი ძაღლით დაკბენილ ბავშვზე, რითაც იგი იხსნა სიკვდილისაგან.

ლუი პასტერის გენიალურმა იდეებმა და აღმოჩენებმა მთელი ეპოქა შექმნა ბიოლოგიასა და მედიცინაში. ლუი პასტერი არის მიკრობიოლოგიის, როგორც ფუნდამენტური მეცნიერების ფუძემდებელი და მიკრობიოლოგთა ფრანგული სკოლის მამამთავარი.

მიახლოებით იმავე წლებში ჩამოყალიბდა და წარმატებით მუშაობდა მიკრობიოლოგთა გერმანული სკოლა **რობერტ კოხის** მეთაურობით. კოხმა თავისი გამოკვლევები დაიწყო იმ დროს, როცა მიკროორგანიზმების როლი ინფექციური დაავადებების ეთიოლოგიაში სერიოზულ ეჭვს იწვევდა. მისი დასაბუთება მოითხოვდა ზუსტ კრიტერიუმებს, რომლებიც ფორმულირებული იქნა კოხის მიერ და ისტორიაში შევიდა „ჰენლე-კოხის ტრიადის“ სახელწოდებით. ტრიადის არსი შემდეგში მდგომარეობდა:

1. საეჭვო მიკრობი – დაავადების გამომწვევი ყოველთვის უნდა გამოიყოს მხოლოდ მოცემული დაავადების დროს და არა – სხვა დაავადებისას.

2. მიკრობი-გამომწვევი უნდა გამოიყოს სუფთა კულტურის სახით.

3. მოცემული მიკრობის სუფთა კულტურამ უნდა გამოიწვიოს ექსპერიმენტულად დასნებოვნებულ ცხოველებში დაავადება, რომელიც კლინიკური და პათოლოგიური სურათით ადამიანის დაავადების ანალოგიურია.

პრაქტიკამ დაადასტურა, რომ სამივე პუნქტს შეფარდებითი

მნიშვნელობა ჰქონდა, რამდენადაც ყოველთვის ვერ ხერხდებოდა დაავადების გამომწვევის სუფთა კულტურის სახით გამოყოფა და საცდელ ცხოველებში ადამიანისათვის დამახასიათებელი დაავადების გამოწვევა.

რობერტ კოხმა პრაქტიკაში პირველმა გამოიყენა მყარი საკვები ნიადაგები, რის საფუძველზედაც შესაძლებელი გახდა ცალკეული კოლონიების გამოყოფა და სუფთა კულტურის მიღება. მან მიკროორგანიზმების შესაღებად გამოიყენა ანილინის საღებავები, შემოიღო იმერსიული სისტემა, აბეს კონდენსორი და მიკროფოტოგრაფირება.

კოხმა შეისწავლა ციმბირის წყლულის (ჯილეხის) გამომწვევი Bacillus anthracis და დაადგინა ჯილეხის ბაცილების მიერ სპორის წარმოქმნის უნარი.

1882 წელს კოხმა აღმოაჩინა ადამიანის უმძიმესი დაავადების – ტუბერკულოზის გამომწვევი Mycobacterium tuberculosis, რომელსაც შემდეგში კოხის ჩხირები უწოდეს. 1883 წელს კოხმა თანამშრომლებთან ერთად გამოყო ქოლერის გამომწვევი – ქოლერის ვიბრიონი (კოხის ვიბრიონი).

1886 წლიდან კოხი იკვლევდა ტუბერკულოზის მკურნალობისა და პროფილაქტიკის საკითხებს და ამ კვლევის პროცესში მან მიიღო ტუბერკულოზის საწინააღმდეგო პირველი პრეპარატი – ტუბერკულინი, რომელიც ტუბერკულოზის ბაქტერიების კულტურის გამონაწვლილს წარმოადგენდა. ტუბერკულინს არ ჰქონდა სამკურნალო მოქმედება, მაგრამ ის წარმატებით გამოიყენებოდა ტუბერკულოზის დიაგნოსტიკისათვის.

რ. კოხის სამეცნიერო საქმიანობამ მსოფლიო აღიარება მოიპოვა და 1905 წელს მას ნობელის პრემია მიენიჭა.

კოხის მიერ შემუშავებული მეთოდებით ფრანგმა და გერმანელმა ბაქტერიოლოგებმა აღმოაჩინეს მრავალი ბაქტერია, სპიროქეტა და უმარტივესი, რომლებიც იწვევდნენ ადამიანისა და ცხოველების ინფექციურ დაავადებებს.

აქვე წარმოვადგენთ თარიღებსა და ბაქტერიოლოგების გვარებს, რომლებმაც აღმოაჩინეს ესა თუ ის ინფექციური დაავადება:

1874 წ. – კეთრის ჩხირები (გ. ჰანსენი).

1879 წ. – გონოკოკები (ა. ნეისერი).

1880 წ. – მუცლის ტიფის ჩხირები (კ. ებერტი).

1880 წ. – მალარიის პლაზმოდიუმი (ა. ლავერანი).

1880-1884 წ.წ. – სტაფილოკოკები (ლ. პასტერი, ა. ოგსტონი, ა. როზენბახი).

1882 წ. – ტუბერკულოზის ჩხირი (რ. კოხი).

1883 წ. – ქოლერის ვიბრიონი (რ. კოხი).

1884 წ. – დიფთერიის ჩხირები (ფ. ლეფლერი).

1886 წ. – პნევმოკოკები (ა. ფრენკელი).

1874 წლიდან 1900 წლამდე ცხოველებისა და ადამიანის დაახლოებით 35 დაავადება იქნა აღმოჩენილი. სწორედ ამიტომ მიკრობიოლოგიის განვითარების ამ პერიოდს „ოქროს საუკუნე" უწოდეს.

ამავე დროს აღმოჩენილ იქნა ზოგიერთი ბაქტერიის უნარი, წარმოქმნან ტოქსინები (ეგზოტოქსინები). მაგალითად, 1888 წელს ე. რუმ და ა. იერსენმა პირველად გამოყვეს დიფთერიის ეგზოტოქსინი, რაც დიფთერიის გამომწვევის პათოგენურ თვისებას განაპირობებდა. რამდენიმე წლის შემდეგ ე. რუმ და ე. ბერინგმა მიიღეს დიფთერიის საწინააღმდეგო ანტიტოქსიკური შრატი, რომელმაც ასობით ბავშვი იხსნა სიკვდილისაგან. ამ შრატის წარმოება რუსეთში 1894 წელს დაიწყო **ნ. გაბრიჩევსკიმ**.

ზემოთ აღნიშნულმა შრომებმა საფუძველი ჩაუყარეს იმუნოლოგიას. უკვე ცნობილი იყო, რომ ადამიანი, რომელიც გადაიტანდა ინფექციურ დაავადებას, განმეორებით იმავე ავადმყოფობით არ ავადდებოდა, მაგრამ უცნობი იყო ის მექანიზმი, რომელიც უზრუნველყოფდა ასეთ შეძენილ გამძლეობას (იმუნიტეტს). ახალი მეცნიერების ფუძემდებლები იყვნენ **ი. მეჩნიკოვი**, **პ. ერლიხი** და მათი მრავალრიცხოვანი მოწაფეები.

ცნობილი რუსი მეცნიერი ი. მეჩნიკოვი არა მხოლოდ მიკრობიოლოგიის, არამედ პ. ერლიხთან ერთად ითვლება იმუნოლოგიის ფუძემდებლადაც. მეჩნიკოვმა აღმოაჩინა ფაგოციტოზი და მედიცინის ისტორიაში პირველმა გვიჩვენა, რომ ორგანიზმის სამკურნალო ძალები დაკავშირებულია უჯრედების ჯგუფებთან, ეგრეთწოდებულ ფაგოციტებთან. მეჩნიკოვის იდეას იცავდა ლ. პასტერი, რომელმაც მეცნიერი მიიწვია პასტერის ინსტიტუტის

ლაბორატორიის ხელმძღვანელად. აქ მეჩნიკოვი მუშაობდა 1887 წლიდან სიცოცხლის ბოლომდე.

მას შემდეგ, რაც დადგენილ იქნა, რომ ორგანიზმში გამომუშავდება ბაქტერიებისა და მათი ტოქსინების საწინააღმდეგოდ სხვადასხვა ანტისხეულები (ანტიტოქსინები, ბაქტერიოლიზინები, ოპსონინები, აგლუტინინები და სხვა), **პ. ერლიხმა** შექმნა იმუნიტეტის შესახებ ჰუმორული თეორია. დიდი შემოქმედებითი მნიშვნელობა შეიძინა დისკუსიამ, რომელიც გაჩაღდა უჯრედული იმუნიტეტის თეორიის ავტორსა (ი. მეჩნიკოვი) და იმუნიტეტის შესახებ ჰუმორული თეორიის ავტორს (პ. ერლიხი) შორის. ამ უკანასკნელმა იმუნიტეტის საფუძვლად ანტისხეულების მოქმედება მიიჩნია. ი. მეჩნიკოვი იყო ერთ-ერთი პირველი, რომელიც მიხვდა, რომ იმუნიტეტის ჰუმორული და ფაგოციტური თეორიები არ წარმოადგენს ურთიერთგამომრიცხავს, არამედ ისინი ავსებენ ერთმანეთს. ამ მრავალწლოვანი დისკუსიის პერიოდში იმუნიტეტის მრავალი მექანიზმი იქნა აღმოჩენილი და ჩამოყალიბდა მეცნიერების ახალი დარგი-იმუნოლოგია. საბოლოოდ იმუნიტეტის შესახებ ორივე თეორია, როგორც უჯრედული, ასევე ჰუმორული, იქნა აღიარებული, უფლებამოსილი და 1908 წელს ი. მეჩნიკოვსა და პ. ერლიხს მიენიჭათ ნობელის პრემიები.

მრავალრიცხოვანი გამოკვლევების შედეგად დადგენილ იქნა, რომ მემკვიდრეობითი და შეძენილი იმუნიტეტი უზრუნველყოფილია ხუთი ძირითადი სისტემის შეთანხმებული მოქმედებით. ასეთებია: მაკროფაგები, კომპლემენტი, T- და B- ლიმფოციტები, ინტერფერონი, ქსოვილშეთავსების მთავარი სისტემა. ისინი უზრუნველყოფენ იმუნური პასუხის სხვადასხვა ფორმებს.

მე-19 საუკუნის ბოლო პერიოდი ცნობილია სამეფო Vira-ას ეპოქალური აღმოჩენებით. 1892 წელს რუსმა მეცნიერმა **დ. ივანოვსკიმ** აღმოაჩინა, რომ თამბაქოს მოზაიკურ დაავადებას იწვევს ფილტრში გამავალი ვირუსი. ეს წელი ითვლება ვირუსოლოგიის, როგორც მეცნიერების, დაბადების თარიღად, ხოლო დ. ივანოვსკი – ვირუსოლოგიის ფუძემდებლად. მალე აღმოჩნდა, რომ ვირუსები იწვევენ არა მხოლოდ მცენარეების, არამედ – ადამიანების, ცხოველებისა და ბაქტერიების დაავადებებსაც კი.

1898 წელს **გ. ლეფლერიმ** და **პ. ფროშემ** აღმოაჩინეს ვირუსე-

ბის მეორე წარმომადგენელი – თურქულის ვირუსი, რომელიც იწვევს ცხოველების დაავადებას – თურქულს, მაგრამ ეს აღმოჩენები იმ დროისათვის ვერ შეფასდა შესაბამისად და ბაქტერიოლოგიის ბრწყინვალე წარმატებების ფონზე თითქმის შეუმჩნეველი დარჩა.

2.3 მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის განვითარება მე-20 საუკუნის პირველ ნახევარში

მე-20 საუკუნის პირველ ნახევარში მიკრობიოლოგიის ძირითად მიზანსა და ამოცანას წარმოადგენდა დაავადების გამომწვევი მიკრობების შემდგომი შესწავლა, ახალი გამომწვევების, განსაკუთრებით, ვირუსების აღმოჩენა, ვირუსებით გამოწვეული ინფექციური დაავადებების საწინააღმდეგო საშუალებების შექმნა და მათი დიაგნოსტიკის მეთოდების სრულყოფა.

მეოცე საუკუნის პირველ ათწლეულში გაგრძელდა ინფექციური დაავადებების აღმძვრელების: მუცლის ტიფის, ლეპტოსპიროზის, ათაშანგისა და სხვა გამომწვევების გამოყოფა და შესწავლა. მომდევნო პერიოდში ამერიკელ მიკრობიოლოგ **რიკეტსის** და მისგან დამოუკიდებლად **ს. პროვაცეკის** მიერ აღმოჩენილ იქნა მიკროორგანიზმების ახალი ჯგუფი, რომლებმაც მოგვიანებით რიკეტსიების სახელწოდება მიიღეს. შემდეგში აღმოჩენილ იქნა ტრაქომისა და ორნითოზის გამომწვევი ქლამიდიები, პათოგენური უმარტივესები და სხვა.

განსაკუთრებით ინტერესს იწვევდა ბაქტერიულ ფილტრში გამავალი აგენტების – ვირუსების აღმოჩენა.

თამბაქოს მოზაიკისა და თურქულის ვირუსის აღმოჩენის შემდეგ, 1901 წელს, გამოყოფილ იქნა ადამიანის ყვითელი ცხელების გამომწვევი. შემდეგში აღმოჩენილ იქნა მსგავსი აგენტები, რომლებიც პოლიომიელიტს, ჩუტყვავილას, გრიპს, ეპიდემიურ პაროტიტსა და ადამიანის სხვა დაავადებებს იწვევდნენ.

1911 წელს **პ. რაუსმა** ქათმის სარკომის გამომწვევი ონკოგენური ვირუსი აღმოაჩინა, ხოლო 1917 წელს – **დ' ერელიმ** – ბაქტერიების დამაზიანებელი ვირუსები – ბაქტერიოფაგები.

ამ პერიოდში ვირუსოლოგიის განვითარება ნელი ტემპით მიმდინარეობდა, რაც აიხსნებოდა ელექტრონული მიკროსკოპისა და კვლევის ქიმიურ-ფიზიკური მეთოდების არარსებობით. მაგრამ, ბაქტერიებისაგან განსხვავებით, ვერ მოხერხდა მათი კულტივირება ხელოვნურ საკვებ ნიადაგზე, რაც კიდევ უფრო ართულებდა ვირუსების გამოყოფასა და შესწავლას.

1933 წლამდე ერთადერთი მეთოდი ცხოველების ორგანიზმში ვირუსების კულტივირება იყო, ე. ი. ლაბორატორიული ცხოველების დასნებოვნება ექსპერიმენტულად ინფექციის გამოწვევის მიზნით. 1933 წელს **ა. ვუდრაფიმ** და **ა. გუდსპაჩერიმ** მოახდინეს გრიპის ვირუსის ქათმის ემბრიონში კულტივირება. მოგვიანებით ნაჩვენები იქნა, რომ ქათმის ემბრიონი შეიძლება ბევრი სხვა ვირუსის კულტივირებისათვის იქნეს გამოყენებული.

1844 წელს ლისტერის სახელობის ინსტიტუტში **მ. იტონმა** და სხვებმა გამოყვეს პნევმონიის გამომწვევი, რომელიც იყო მიკროორგანიზმების ახალი კლასის – მიკოპლაზმების წარმომადგენელი.

პასტერის კლასიკურმა შრომებმა ჯილეხისა და ცოფის ვაქცინოპროფილაქტიკის შესახებ სტიმული მისცა ახალი ვაქცინების ძიებას. ფრანგი ვეტერინარი ექიმების **მ. კალმენტისა** და **გ. გერენის** მიერ ტუბერკულოზის ჩხირებიდან მიღებულ იქნა ბცჟ (BCG, Bacille Calmente Geren – პირველი ასოები ამ სწავლულების გვარებისა) ვაქცინა, რომელიც ბავშვთა ვაქცინაციისათვის დღემდე წარმატებით გამოიყენება.

20-იან წლებში **გ. რამონის** მიერ შექმნილ იქნა დიფთერიისა და ტეტანუსის პროფილაქტიკისათვის ანატოქსინები (ტოქსინის ფორმალინით გაუვნებლება).

გრძელდებოდა გამოკვლევები ინფექციური დაავადებების სეროლოგიური დიაგნოსტიკისათვის. სეროლოგიური დიაგნოსტიკის მეთოდები გამოიყენებოდა დაავადება გადატანილებისა და ავადმყოფების სისხლის შრატში ანტისხეულების გამოვლენისათვის. ასე იქნა შემუშავებული ათაშანგის (ვასერმანის რეაქცია), მუცლის ტიფისა და პარატიფის (ვიდალის რეაქცია) სადიაგნოსტიკოდ სეროლოგიური რეაქციები, მაგრამ დაავადების გამომწვევების ან მათი ტოქსინების საწინააღმდეგოდ ანტისხეულე-

ბის შემცველი შრატების სამკურნალო მიზნით გამოყენება ხშირად იწყევდა მძიმე გართულებებსა და სიკვდილს. ფრანგმა სწავლულებმა **მ. რიშემ** და **პ. პორტიემ** (1902) უჩვენეს, რომ მსგავსი გართულების მიზეზი არის უცხო შრატისმიერი ცილა, რადგანაც სამკურნალო შრატები მიღებულია ცხენების ან სხვა ცხოველების ჰიპერიმუნიზაციის გზით. ეს საფუძვლად დაედო ორგანიზმის იმუნოპათოლოგიური რეაქციების (ალერგია და სხვა) შესწავლას.

მე-20 საუკუნის პირველ ნახევარში მიკრობიოლოგიასა და მედიცინის ისტორიაში მნიშვნელოვანი სიახლე იყო ქიმიოთერაპიული საშუალებების წარმოება. ამ მიმდინარეობის ფუძემდებელია **პ. ერლიხი**.

ერლიხის ქიმიოთერაპიულმა იდეებმა დიდი როლი შეასრულა მედიცინის ისტორიაში. მან დაადგინა ზოგი საღებავის დამღუპველი მოქმედება ტრიპანოსომებზე. ათაშანგის გამომწვევის საწინააღმდეგოდ ერლიხმა გამოიყენა არა საღებავები, არამედ – დარიშხანის წარმოებულები, რომელთაგან საუკეთესო იყო სალვარსანი. შემდეგში მიღებულ იქნა სალვარსანის უფრო სტაბილური და ადვილად ხსნადი ფორმა – ნეოსალვარსანი.

ათაშანგის საწინააღმდეგოდ ამ პრეპარატების სინთეზი ქიმიოთერაპიის ტრიუმფს წარმოადგენდა.

30-იანი წლების დასაწყისში სინთეზირებულ იქნა მალარიის საწინააღმდეგო პრეპარატი – პლაზმოქინი, რომელიც ბუნებრივ ალკალოიდს – ქინინს ცვლიდა. შემდეგში დაასინთეზეს ქინინის მეორე შემცვლელი – აკრიქინი. გერმანიაში **გ. დომაგკის** მიერ მიღებულ იქნა პირველი ანტიბაქტერიული პრეპარატი, რომელიც მოქმედებდა სტრეპტოკოკებსა და გონოკოკებზე. ეს პრეპარატი წარმოებაში თეთრი სტრეპტოციდის სახელწოდებით იქნა გამოშვებული.

1937 წელს ქიმიკოსებმა **ი. პოსტოვსკიმ** და **დ. გულდერევმა**, მათგან დამოუკიდებლად **ევანმა** და **ფილიპსმა** მიიღეს სულფანილამიდის მეორე წარმოებული – სულფიდინი. მაგრამ სულფანილამიდებმა ვერ მოიპოვეს ფართო გამოყენება, რადგანაც მათ ჰქონდათ ვიწრო ანტიბაქტერიული სპექტრი.

1928 წელს ინგლისელმა მიკრობიოლოგმა **ა. ფლემინგმა** ყურადღება მიაქცია, რომ მწვანე ობის – Penicillium-ის გვარის სოკოს კოლონიების ირგვლივ სტაფილოკოკები არ იზრდებოდა. ამ სოკოს მიერ გამომუშავებულ ანტიბაქტერიულ ნივთიერებას ფლემინგმა პენიცილინი უწოდა.

1940 წელს ინგლისელი მკვლევარების **გ. ფლორისა** და **ე. ჩეინის** მიერ მიღებულ იქნა პენიცილინის სტაბილური ფორმა მარილის სახით. ანტიბაქტერიულ ნივთიერებებს ამერიკელმა მიკრობიოლოგმა **ვ. ვაქსმანმა** ანტიბიოტიკები უწოდა. 1944 წელს ვაქსმანმა თანამშრომლებთან ერთად აქტინომიცეტებიდან მიიღო ახალი ანტიბიოტიკი სტრეპტომიცინი.

1943 წელს ამერიკის შეერთებულ შტატებში დაიწყო პენიცილინის წარმოება. დიდი სამამულო ომის დამთავრების შემდეგ **ზ. ერმოლოვას** ხელმძღვანელობით პენიცილინის წარმოება დაიწყო რუსეთშიც. ამდენად, მე-20 საუკუნის პირველი ნახევარი ქიმიოთერაპიის სენსაციური წარმატებით დამთავრდა.

2.4. მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის განვითარება მე-20 საუკუნის მეორე ნახევარსა და 21-ე საუკუნის დასაწყისში (თანამედროვე პერიოდი)

XX ს-ის მეორე ნახევარში დაიწყო მიკრობიოლოგიის განვითარების ახალი ეტაპი. ეს პერიოდი დაკავშირებულია მოლეკულური გენეტიკისა და მოლეკულური ბიოლოგიის განვითარებასთან.

1944 წელს ამერიკელმა მკვლევრებმა **ო. ევერმა**, **კ. მაკ-ლეოდმა** და **კ. მაკ-კარტმა** დაადგინეს, რომ პნევმოკოკების ტრანსფორმაციისას ფემკვიდრეობითი ნიშან-თვისებების გადაცემას უზრუნველყოფს დნმ, რომელიც გენების მატარებელს წარმოადგენს. ძირითადი გადატრიალება გენეტიკაში, მიკრობიოლოგიასა და სხვა დისციპლინებში მოხდა 1953 წელს, როცა კემბრიჯის უნივერსიტეტის ასპირანტმა **დ. უოტსონმა** და ბიოქიმიკოსმა **ფ. კრიკმა** ამოხსნეს დნმ-ის სტრუქტურა.

1959-1961 წლებში **რ. პორტერმა** და **დ. ედელმანმა** გაშიფრეს ანტისხეულების სტრუქტურა, რაც სხვადასხვა კლასის იმუნოგ-

ლობულინების აღმოჩენის საფუძველი გახდა.

1963 წელს **რ. გუტმა** პირველმა უჩვენა, რომ ბავშვთა ზოგიერთი თანდაყოლილი დაავადება იმუნური სისტემის დეფექტთან არის დაკავშირებული. ამ შრომებმა სტიმული მისცა იმუნოპათოლოგიის განვითარებას. ეს უკანასკნელი კი ადამიანის ორგანიზმის იმუნური სისტემის დაავადებებს შეისწავლის.

თანამედროვე იმუნოლოგიის ერთ-ერთი უდიდესი მიღწევაა იმუნიტეტის კლონარულ-სელექციური თეორია, რომელიც პირველად 1957 წელს **ბერნეტის** მიერ იყო ფორმულირებული და საბოლოოდ 80-იან წლებში დადასტურდა. მასში განახლებულია **ერლიხის** დებულება, რომ ორგანიზმში წინასწარ არსებობენ არა ანტისხეულები ან მათი რეცეპტორები, არამედ – გენები, რომლებიც ამ უკანასკნელის წარმოქმნას აკონტროლებენ. ბერნეტის თეორია ხსნის არა მარტო ანტიგენების მიმართ ანტისხეულების წარმოქმნის შესაძლებლობას, არამედ იმუნოლოგიური მეხსიერების, იმუნოლოგიური ტოლერანტობის მოვლენებსაც და სხვა.

დამუშავდა გენური ინჟინერიის მეთოდებით ახალი თაობის ვაქცინების მიღება. მასიური ვაქცინაციის შედეგად ლიკვიდირებულ იქნა ინფექციური დაავადებები: ეპიდემიური პაროტიტი, პოლიომიელიტი, წითელა, ტუბერკულოზი, დიფთერია, ყივანახველა და სხვა.

მიკროორგანიზმთა გენეტიკის განვითარებაში თვისობრივად ახალი ეტაპი იყო დნმ-ის იზოლირებული ფრაგმენტების – პლაზმიდების, ტრანსპოზონებისა და JS-თანმიმდევრობების აღმოჩენა. მე-20 საუკუნის 60-70-იან წლებში ნაჩვენები იქნა, რომ პლაზმიდები არსებითად გავლენას ახდენს მიკროორგანიზმის მიერ დაავადების გამოწვევასა და მის რეზისტენტობაზე ქიმიოთერაპიული პრეპარატებისადმი.

დიდ წარმატებებს მიაღწია მოლეკულურმა გენეტიკამ. ეს საკითხი დაკავშირებულია ადამიანიდან მიკრობულ უჯრედში ცნობილი გენების გადანერგვასთან. 60-70-იან წლებში ჩამოყალიბდა გენური ინჟინერია,რომელმაც ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა (ჰორმონების, ფერმენტების, ინტერფერონის, ვაქცინების და სხვ.) მიღების ახალი მეთოდები შემოიტანა ბიოტექნოლოგიაში.

უკანასკნელ წლებში მრავალი ვირუსის მოლეკულურ-გენეტიკური ორგანიზაცია დაადგინეს.შეისწავლეს ვირუსების ურთიერთქმედების მექანიზმი უჯრედთან, აგრეთვე, ვირუსული იმუნიტეტის თავისებურებები.1982 წელს **რ. გალოს** მიერ გამოყოფილ იქნა ლეიკოზის გამომწვევი ლიმფოტროფული ვირუსი, ხოლო 1983 წელს **მონტანიემ** და მისგან დამოუკიდებლად გალომ შეისწავლეს ადამიანის იმუნოდეფიციტის ვირუსი (აივ).

მნიშვნელოვანი აღმოჩენები მოხდა იმუნოლოგიის სფეროში. შეისწავლეს იმუნოკომპეტენტური უჯრედები: T ლიმფოციტები (თიმუსდამოკიდებული) და B-ლიმფოციტები (თიმუსისაგან დამოუკიდებელი), იმუნური პასუხის სხვადასხვა ვარიანტები.

ზოგადი, ტექნიკური და სასოფლო სამეურნეო მიკრობიოლოგიის განვითარებაში დიდი დამსახურება მიუძღვით **ვ. შაპოჟნიკოვს, ნ. იერუსალიმსკის, ბ. ისაჩენკოს, ნ. კრასილნიკოვს, კ. ომელიანსკის, ს. კოსტიჩევს, ე. მიშუსტინს** და მათ მრავალრიცხოვან მოწაფეებს.

თავი III
ბაქტერიების (პროკარიოტების) კლასიფიკაცია

3.1. კლასიფიკაციის პრინციპები, ნომენკლატურა, იდენტიფიკაცია, ტაქსონომიური სისტემები

ცოცხალი არსებების სისტემატიკა ბიოლოგიური მეცნიერების ყველაზე რთულ ნაწილს წარმოადგენს. მასში, როგორც ფოკუსში, კონცენტრირდება ცოდნა ამ ორგანიზმების შესახებ. რაც უფრო სრულყოფილია ცოდნა მათ შესახებ, კლასიფიკაციაც უფრო სრულყოფილია.

ბაქტერიების სისტემატიკა არის მეცნიერება, რომელიც არკვევს მიკროორგანიზმების კლასიფიკაციის, ნომენკლატურისა და იდენტიფიკაციის პრობლემებს. კლასიფიკაციის ამოცანაა მიკროორგანიზმების გაერთიანება საერთო თვისებების მიხედვით განსაზღვრულ ჯგუფებში. 1980 წლის 1 იანვრიდან ზესამეფო Procaryotae-ას აქვს შემდეგი საკლასიფიკაციო კატეგორიები: სახეობა, გვარი, ოჯახი, რიგი, კლასი, განყოფილება, სამეფო და ზესამეფო.

სახეობა არის ძირითადი ტაქსონომიური ერთეული, რომელიც წარმოადგენს ევოლუციურად ჩამოყალიბებული ინდივიდების ერთობლიობას, რომელთაც ერთნაირი გენოტიპი აქვთ, სტანდარტულ პირობებში აავლენენ მორფოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ, ბიოქიმიურ და სხვა მსგავს ნიშნებს, ერთმანეთს ეჯვარებიან და საწყისს აძლევენ ნაყოფიერ შთამომავლობას. გენეტიკური ნათესაობით დაკავშირებული სახეობები გვარებში ერთიანდებიან, გვარები – ოჯახებში, ოჯახები – რიგებში. უფრო მაღალ ტაქსონომიურ კატეგორიებს წარნოადგენენ: კლასი, განყოფილება სამეფო და ზესამეფო.

მიკრობიოლოგიაში ფართოდ გამოიყენება ზოგი სპეციალური ცნება და ტერმინი, როგორიცაა შტამი, კლონი. შტამი ვიწრო ცნებაა, ვიდრე – სახეობა. შტამს უწოდებენ მიკრობულ კულტურას, გამოყოფილს განსაზღვრული წყაროდან (ადამიანის, ცხოველის ორგანიზმიდან, გარემოდან). იგი შეიძლება მიიღონ მუტაციის შედეგად ამა თუ იმ მიკროორგანიზმის სუფთა კულტურიდან. ჩვეულებრივ, შტამს აღნიშნავენ საოქმო ნომრით და ასახელებენ გამოყოფის წყაროს (წყალი, ნაწლავები) ან საიდაც ის იყო გამოყოფილი. მაგალითად, სინგაპურის გრიპის ვირუსი, ადგილმდებარეობის მიხედვით.

კლონი კი ესაა კულტურა, რომელიც ერთი უჯრედიდანაა მიღებული. მიკროორგანიზმთა ერთობლიობას (პოპულაციას),რომელიც ერთი და იმავე სახეობის მიკრობულ ინდივიდებს წარმოადგენენ და მოშენებული არიან გარკვეულ საკვებ ნიადაგზე, სუფთა კულტურა ეწოდება.

ზოგიერთი სახეობა შეიცავს ვარიანტებს, რომლებიც, მაგალითად, ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ანტიგენური სტრუქტურით (სეროვარი), იმ ეკოლოგიური ნიშნით, სადაც ისინი ცხოვრობენ (ეკოვარი), გარკვეული ბიოლოგიური ნიშნით (ბიოვარი) და განსაზღვრული მასპინძლისადმი პათოგენობით (პათოვარი).

ნომენკლატურა იძლევა ცალკეული ჯგუფების სახელწოდებას და მიკროორგანიზმს აკუთვნებს მათ. მიკრობების დასასახელებლად გამოყენებულია შვედი ბოტანიკოსის **კ. ლინეს** ბინალური ნომენკლატურა, რომლის თანახმად პირველი სიტყვა აღნიშნავს გვარს. ის იწერება დიდი ასოთი. გვარის დასახელება, ჩვეულებრივად, დაფუძნებულია შესაბამისი მიკრობის მორფოლოგიაზე (მაგ.: Staphylococcus, Vibrio, Corynebacterium) ან იმ ავტორის გვარის წარმოებულს წარმოადგენს, რომელმაც მოცემული მიკროორგანიზმი აღმოაჩინა ან შეისწავლა (მაგ.: Neisseria, Shigella, Escherichia, Richettsia). სახეობის დასახელება ხშირად დაავადების სახელწოდებასთან (მაგალითად: C. dyphtheriae – დიფთერიის, S. dysenteriae – დიზენტერიის) ან წარმოშობის წყაროსთან (მაგალითად, E. coli – ნაწლავის ჩხირი) არის დაკავშირებული.

იდენტიფიკაცია მიკროორგანიზმებს აკუთვნებს ამა თუ იმ ტაქსონს კონკრეტული ნიშნების საფუძველზე.

ისმის კითხვა: რა ნიშნების მიხედვით ხდება პროკარიოტების (ბაქტერიების) იდენტიფიკაცია?

თანამედროვე კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს მიკროორგანიზმთა მორფოლოგიური, ტინქტორული, ბიოქიმიური, ფიზიოლოგიური, მოლეკულურ-ბიოლოგიური ნიშნები.

მორფოლოგიურ ნიშნებს მიეკუთვნება უჯრედის ფორმა – კო-

კები, ნხირები, თუ ხვეული ფორმებია. უჯრედები ერთეულებადაა, თუ აგრეგატებადაა გაერთიანებული (ტეტრადები, პაკეტები), აქვთ თუ არა კაფსულა, შოლტები, წამწამები, როგორაა ისინი განლაგებული, წარმოქმნიან თუ არა ენდოსპორებს.

ტინქტორულ თვისებებს მიეკუთვნება ბაქტერიების დამოკიდებულება საღებავებთან.

ბიოქიმიურ ნიშნებს მიეკუთვნება ჟანგვითი ან ჰლასტიკური მეტაბოლიზმის ტიპი, შაქრებისა და მრავალატომიანი სპირტების ფერმენტაცია, პროტეოლიზური თვისებები და სხვა.

ფიზიოლოგიური ნიშნები ახასიათებთ მიკროორგანიზმების ხელოვნურ საკვებ ნიადაგებზე ზრდის თავისებურებებს კულტივირების გარკვეულ პირობებში (ტემპერატურა, pH და სხვა), აგრეთვე, – კოლონიების მორფოლოგია მყარ ნიადაგებზე და ზრდის ხასიათი თხევად საკვებ ნიადაგში.

მოლეკულურ-ბიოლოგიური ნიშნები ემყარება გუანინ-ციტოზინის წყვილის პროცენტულ შემცველობას ან მათი ჰიბრიდიზაციის ხარისხს.

ამჟამად გამოქვეყნებულია ზოგი ტაქსონომიური სისტემა: ნუმერაციული ტაქსონომია, ქემოტაქსონომია, გენეტიკური ტაქსონომია, სეროლოგიური ტაქსონომია.

ნუმერაციული ტაქსონომია XVIII საუკუნეში ბოტანიკოსი **ადანსონის** მიერ იქნა მოწოდებული. ეს ტაქსონომია აღიარებს ობიექტის ყველა ნიშნის თანასწორობას. მისი გამოყენებისათვის აუცილებელია ინფორმაცია ათეულობით ნიშნის შესახებ, რაც ძალიან შრომატევადია და პრაქტიკული გამოყენება ვერ მოიპოვა. მხოლოდ უკანასკნელ წლებში ბიოლოგიაში პერსონალური კომპიუტერის გამოყენებასთან დაკავშირებით ნუმერაციულმა ტაქსონომიამ კვლავ მიიპყრო მეცნიერთა ყურადღება, მაგრამ ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ ნუმერაციულმა ტაქსონომიამ რაიმე პრინციპულად ახალი ბაქტერიების სისტემატიკაში ვერ შეიტანა.

ნომერაციული ტაქსონომიის პრინციპი შემდეგია: რაც შეიძლება დიდი რაოდენობით ნიშნებს იყენებენ, ამ ნიშნებს არჩევენ ისე, რომ ერთმანეთის ალტერნატიული იყოს და აღნიშნავენ + და – ნიშნებით. სხვადასხვა კომბინაციების შეფასებას კი ახდენენ კომპიუტერით. ამასთან ერთი შტამის ყველა ნიშანს ადარებენ მეორე შტამის ყველა ნიშანთან. შედარებისათვის კი იყენებენ მსგავსების კოეფიციენტს, რომელსაც აღნიშნავენ S-ასოთი.

$$S = \frac{a + d}{a + b + c + d}$$

სადაც a და d არის ნიშნების ჯამი, რომლითაც A და B შტამი ერთმანეთს ემთხვევა (a – ორივე შტამისათვის დადებითია, d – ორივე შტამისათვის უარყოფითია), b – ნიშანთა ჯამი, რომლის მიხედვით A შტამი დადებითია, ხოლო B შტამი უარყოფითი, C – არის ნიშნების ჯამი, რომლის მიხედვითაც A შტამი უარყოფითია, ხოლო B შტამი – დადებითი. გაანგარიშების შედეგად მიიღებენ სიდიდეს 0-დან 1-მდე. S=1 აღნიშნავს 100%-იან მსგავსებას, იდენტურობას, ხოლო S < 0.02 აღნიშნავს აბსოლუტურ არამსგავსებას. მიღებული მონაცემები კი შეაქვთ მსგავსების მატრიცაში და ამ გზით ღებულობენ დენდროგრამებს. ნუმერაციული ტაქსონომია არაა დამოკიდებული ორგანიზმის ფილოგენეზთან.

უკანასკნელ ათწლეულებში მიკრობების ტაქსონომიისათვის იყენებენ ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს (გაზური ქრომატოგრაფია, ელექტროფორეზი, სპექტროსკოპია და სხვა). მათი საშუალებით ისაზღვრება მიკრობული უჯრედის ლიპიდური, ამინომჟავური შემადგენლობა. მიღებული მონაცემები ტაქსონომიურ თვისებად გამოიყენება. ამ კლასიფიკაციამ ქემოტაქსონომიის სახელწოდება მიიღო.

არსებობს, აგრეთვე, ტაქსონომიის გენეტიკური მეთოდები, რომლებიც დაფუძნებულია ჰომოლოგიურ დნმ-იანი ბაქტერიების ტრანსფორმაციის, ტრანსდუქციისა და კონიუგაციის უნარზე. ტაქსონომიაში ფართო გავრცელება მოიპოვა სეროლოგიურმა მეთოდებმა (სეროტაქსონომია), რომლებიც დამყარებულია მიკრობულ უჯრედში დიაგნოსტიკური ანტიშრატებით შესაბამისი ანტიგენების განსაზღვრაზე. მოცემული მეთოდი განსაკუთრებით ხშირად სამედიცინო ბაქტერიოლოგიაში გამოიყენება.

ამჟამად მიკრობიოლოგიაში არსებობს სისტემატიკისადმი ორგვარი თვალსაზრისი, რომელიც განაპირობებს ორი სახის კლასიფიკაციას: ფილოგენეტიკურს ანუ ბუნებრივს და ხელოვნურს.

მკვლევართა ერთი ნაწილი თვლის, რომ კლასიფიკაციამ უნდა ასახოს ორგანიზმთა განვითარების ისტორია და აიგოს ფილოგენეტიკურ საფუძველზე. ესაა ბუნებრივი კლასიფიკაცია. 1936-1950 წლებში ჰოლანდიელმა მეცნიერებმა **კლიუივერმა, ვან-ნილმა და სტენიერმა** დაამუშავეს ბაქტერიების სისტემატიკისადმი ფილოგენეტიკური მიდგომა.

სისტემატიკისადმი მეორე მიდგომა ემყარება იმ ნიშან-თვისებებს, რომლებიც პრაქტიკული თვალსაზრისით მოსახერხებელია. ესაა ხელოვნური ანუ ტრადიციული კლასიფიკაცია. განსაკუთრებით გავრცელებული და ამჟამად საერთაშორისო დონეზე აღიარებულია ამერიკელი ბაქტერიოლოგ **ბერჯის** ბაქტერიების სარკვევი, რომლის პირველი გამოცემა გამოვიდა 1923 წელს. ბერჯის სიკვდილის შემდეგ რამდენიმე გამოცემა დაისტამბა, რომლებშიც მონაწილეობა მიიღო 15 სახელმწიფოს 131-მა მიკრობიოლოგმა; ბოლო გამოცემა „Bergeus' manual systematic Bacteriology" თარიღდება 1989 წლით.

უმაღლესი ტაქსონომიური კატეგორია არის ზესამეფო – Procaryotae. ორგანული სამყარო იყოფა ორ ზესამეფოდ (Procaryotae და Eucaryotae), Procaryptae იყოფა ორ განყოფილებად: ბაქტერიებად და ციანობაქტერიებად. ბაქტერიებს მიეკუთვნება ეუბაქტერიები, სპიროქეტები, მიკოპლაზმები, მიქსობაქტერიები, სხივისებრი სოკოები ანუ აქტინომიცეტები, რიკეტსიები, ქლამიდები.

განყოფილება – Bacteria 19 ჯგუფადაა დაყოფილი, რომლებშიც აღწერილია ყველა ცნობილი ოჯახი, გვარი და სახეობა პათოგენური და არაპათოგენური ბაქტერიებისა.

3.2. ბაქტერიების თანამედროვე კლასიფიკაცია. ბაქტერიების ბერჯის სარკვევი

I ჯგუფი – ანაერობული ანოქსიგენური ფოტოტროფული ბაქტერიები

თავდაპირველად გავარჩიოთ ოქსიგენური და ანოქსიგენური ფოტოსინთეზი. ბაქტერიები, რომლებისთვისაც ანოქსიგენური ფოტოსინთეზია დამახასიათებელი, წყალბადის დონორად იყენებენ არა წყალს, როგორც მწვანე მცენარეები ან კიდევ ციანობაქტერიები, არამედ – H_2S, H_2. ამიტომ მათში ფოტოსინთეზი მიმდინარეობს ჟანგბადის გამოყოფის გარეშე, რის გამოც ასეთი ტიპის ფოტოსინთეზს ეწოდება ანოქსიგენური. ფოტოტროფული ბაქტერიების მწვანე, წითელი ან ნარინჯისფერი შეფერადება განპირობებულია ბაქტერიოქლოროფილითა და კაროტინოიდებით. ისინი ტიპური წყლის ორგანიზმებია, გავრცელებული არიან როგორც მტკნარ წყლებში, ასევე – ზღვის წყალშიც. ფოტოტროფული ბაქტერიები მიეკუთვნება კლას Photobacteria-ს, რომელიც ორ ქვეკლასად იყოფა: Oxyphotobacteria და Anoxyphotobacteria. Oxyphotobacteria ქვეკლასში გაერთიანებულია რიგი Cyanobacteriales, ხოლო

Anoxyphotobacteria

რიგი	რიგი
Rhodospirillales	Chlorobiales
მეწამული ბაქტერიები	მწვანე ბაქტერიები

მეწამული ბაქტერიები თავის მხრივ იყოფა ორ ოჯახად: მეწამული გოგირდოვანი ბაქტერიები – Chromatiaceae და ოჯახი მეწამული არაგოგირდოვანი – Rhodospirillaceae.

მეწამული გოგირდოვახი ბაქტერიების წარმომადგენლებია Chromatium okenii, Chromatium warmingii. მათი დამახასიათებელი თავისებურებაა H_2S-ის დაჟანგვა და უჯრედში შუალედური პროდუქტის სახით S-ის გადადება. მეწამული არაგოგირდოვანი ბაქტერიების ოჯახში შედის ორი გვარი Rhodospirillum და Rhodopseudomonas.

Chlorobiales რიგში შედის ოჯახი Chlorobiaceae, წარმომადგენლებია Chlorobium limicola და Chlorobium vibrioforme. მათთვის დამახასიათებელია ქლოროსომები, რომლებიც შეიცავენ პიგმენტებს.

მე-2 ჯგუფია სრიალა ბაქტერიები

ამ ჯგუფის ბაქტერიებს ახასიათებთ სრიალა მოძრაობა. გამოყოფენ ორ რიგს: Mixobacteriales და Citophagales.

Mixobacteriales მიეკუთვნება ჩხირისებური გრამუარყოფითი ბაქტერიები. მათ აქვთ უჯრედის ელასტიური კედელი. უჯრედი გარედან ლორწოთია დაფარული. ახასიათებთ სრიალა მოძრაობა. ლოკომოტორული სტრუქტურები შოლტები არ აქვთ. მრავლდებიან გადაზონვრით.

მიქსობაქტერიები განვითარების ციკლში რამდენიმე სტადიას გადიან. ახალგაზრდა კულტურაში ისინი წარმოდგენილი არიან ჩხირისებრი უჯრედებით. უჯრედები ინტენსიურად იყოფა, გამოყოფენ ლორწოს, რომელშიც არსებობენ და აქტიურად გადამოძრავდებიან. მიქსობაქტერიების განვითარების ამ სტადიას ეწოდება ფსევდოპლაზმოდიუმის სტადია და გრძელდება 1-7 დღე-ღამე.

ასაკში შესვლისას მიქსობაქტერიების უჯრედები მოკლდებიან, ღებულობენ მრგვალ ფორმას და გადადიან მიკროცისტაში. მიკროცისტა საერთო ლორწოვანი გარსითაა დაფარული და გარდაიქმნება ცისტაში. ცისტების გროვები კი წარმოქმნის ნაყოფსხეულს. ნაყოფსხეული სხვადასხვა ფორმისაა: კვერცხისებრი, სოკოსებრი, პირამიდული, ხისებრი და სხვა. იგი შეიძლება იყოს უფერული ან შეღებილი ყვითელ-ნარინჯისფრად და ნარინჯისფერ-წითლად. ზოგიერთი არ წარმოქმნის ნაყოფსხეულს, ცისტასა და მიკროცისტას. მათ არასრული მიქსობაქტერიები ეწოდებათ. ნაყოფსხეული და ცისტა მომწიფებისას ხელახლა გარდაიქმნება ვეგეტატიურ ჩხირისებრ უჯრედებად.

მიქსობაქტერიები გავრცელებული არიან ნიადაგში, ნაკელში, ორგანული ნივთიერებებით მდიდარ სუბსტრატში. მათგან მრავალი შლის ცელულოზასა და ქიტინს. უმეტესი მიქსობაქტერიები აერობები არიან. კვების ტიპის მიხედვით – ჰეტეროტროფები, ძირითადად საპროფიტები. წარმომადგენლებია Poliangium, Archangium, Myxococcus.

რიგი Cytophagales მიეკუთვნება ბაქტერიები, რომლებიც მოძრაობით გვანან მიქსობაქტერიებს, მაგრამ ნაყოფსხეულს არ წარმოშობენ. ჩხირები ერთეულებად არიან ან წარმოქმნიან ძაფებს. მათ მიეკუთვნება Beggiatoa და Leucothrix.

Beggiatoa ძაფნაირი ფორმები არიან, ძაფები ელასტიურია. ახასიათებთ სრიალა მოძრაობა. აერობებია. გოგირდოვანი ბაქტერიები სულფიდებს ჟანგავენ სულფატამდე და შუალედური პროდუქტის სახით უჯრედში გადადებენ ელემენტარულ გოგირდს.

Leucothrix წარმოშობს გრძელ ძაფებს, რომლებიც შედგება ოვალური ან ცილინდრული ფორმის უჯრედებისგან. ძაფები სუბსტრატზეა მიმაგრებული და უძრავია. მრავლდებიან ერთეული მოძრავი უჯრედებით, რომლებიც გამოდიან ძაფიდან.

მე-3 ჯგუფია ქლამიდობაქტერიები

ამ ჯგუფში შედიან ძაფნაირი ბაქტერიები, რომლებსაც აქვთ საერთო გარსი. ძაფები ან მიმაგრებული არიან სუბსტრატზე, ან თავისუფლად ცურავენ წყალში. გარსი ჰეტეროპოლისაქარიდისაგან შედგება. უჯრედები გარსის შიგნით მრავლდებიან გაყოფით. გარსიდან გამოსულ ერთეულ უჯრედებს ან აქვთ შოლტები, რომლითაც მოძრაობენ, ან არა აქვთ და აქტიური მოძრაობა არ შეუძლიათ. წარმომადგენელია Sphaerotilus natans, რომელიც გვხვდება ორგანული ნივთიერებებით მდიდარ წყლებში. იგი ერთუჯრედიანი გრამ-ბაქტერიაა, პოლარულად განლაგებული შოლტების კონით, იზრდება გრძელი ძაფების სახით.

უჯრედების საერთო გარსი ჰეტეროპოლისაქარიდისაგან შედგება და განიხილავენ როგორც კაფსულას. ბაქტერია მრავლდება კაფსულის შიგნით გაყოფით. აგარიან საკვებ არეზე წარმოშობს ორი ტიპის კოლონიას – ხორკლიანს, რომელიც მხოლოდ ძაფებისაგან შედგება და გლუვს, რომელიც ცალკეული უჯრედებისაგან შედგება.

Leptotrix – გვხვდება ორგანული ნივთიერებებით ღარიბ წყლებში, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ რკინას.

მე-4 ჯგუფია ღეროიანი ბაქტერიები

ამ ჯგუფში შედიან ბაქტერიები, რომლებიც წარმოშობენ ლორწოსაგან ღეროებს. ღეროები დიქოტომურადაა დატოტიანებული. მიეკუთვნება Nevskia, Gallionella და Caulobacter. ისინი გვხვდებიან წყალსატევებში, ეს ბაქტერიები შეიცავენ რკინას. Gallionella ყველაზე ცნობილი რკინა-ბაქტერიაა. განსაკუთრებით მასიური ზრდა ახასიათებთ გაზაფხულზე წყალსატევებში.

მე-5 ჯგუფი. სპიროქეტები

ისინი ერთუჯრედიანია, ქემოჰეტეროტროფები. უჯრედის აგებულებით და გადამოძრავებით განსხვავდებიან ყველა სხვა ბაქტერიისაგან. უჯრედი სპირალურია, ძალიან მცირე ზომისაა, 0.1-

0.6 მკმ-ია. ამიტომ ისინი გადიან წვრილფორებიან ფილტრში, რომელშიც ბაქტერიათა უმეტესობა არ გადის. მცირე ზომის გამო სპიროქეტები ძნელად ჩანს მიკროსკოპის ნათელ არეში. ამიტომ მათ ჩვეულებრივ აკვირდებიან ფაზურ-კონტრასტული მიკროსკოპით ან მიკროსკოპის ბნელი არით.

სპიროქეტის უჯრედი სამი მთავარი ნაწილისაგან შედგება: პროტოპლაზმატური ცილინდრი, ღერძული ფიბრილა და გარეთა გარსი. სპირალურად დახვეული პროტოპლაზმატური ცილინდრი გარედან გარემოცულია პლაზმური მემბრანით და უჯრედის კედლით. ცილინდრს ირგვლივ ეხვევა ძაფი, რომელსაც ღერძული ფიბრილა ეწოდება. ყოველი ფიბრილის ერთი ბოლო მიმაგრებულია უჯრედის ბოლოსთან ახლოს, ხოლო მეორე ბოლო თავისუფალია. ფიბრილის რიცხვი სახეობების მიხედვით განსხვავებულია. სპიროქეტებს არა აქვთ შოლტები. ისინი, შეიძლება ითქვას, ცურავენ, მოძრაობისას არ ეხებიან მყარ სუბსტრატს.

სპიროქეტები აღმოჩენილია მრავალ წყალსატევში, მცოხნელების კუჭში. ოჯ. Spirochaetaceae-ში – 5 გვარს განასხვავებენ: Spirochaeta, Cristispira, Treponema, Borrelia და Leptospira. პათოგენური სახეობები მიეკუთვნებიან სამ გვარს: Treponema, Borrelia და Leptospira, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან სტრუქტურული თავისებურებებით, ხვეულების რიცხვით, მოძრაობის ტიპითა და სხვა ნიშნებით.

Treponema pallidum – მკრთალი სპიროქეტა ვენერიული დაავადების – ათაშანგის ანუ სიფილისის გამომწვევია. საღებავებით ცუდად იღებება. Treponema macrodentum ადვილად გამოიყოფა ნერწყვიდან და კბილის ნალექიდან, არაპათოგენურია.

Borrelia ანაერობული სპიროქეტაა, ადვილად იღებება ანილინის საღებავით. B. recurrentis იწვევს შებრუნებით ტიფს.

Leptospira აერობია. L.canicola იწვევს ინფექციურ სიყვითლეს. ეს ლეპტოსპირა ორგანიზმში ხვდება წყლით ან საკვებით, აღწევს სისხლში, ღვიძლსა და თირკმლებში და იწვევს ამ ორგანოთა ფუნქციების მოშლას, რაც გამოიხატება სიყვითლეში.

მე-6 ჯგუფი. მოხრილი ჩხირები – სპირილები და ვიბრიონები

სპირილები და ვიბრიონები გრამუარყოფითი წყლის ბაქტერიებია. მოძრაობენ შოლტებით. სპირილებს სპირალური აგებულების უჯრედი და ბიპოლარულად განლაგებული შოლტები აქვთ. ენერგიას ისინი სუნთქვის ხარჯზე ღებულობენ. რამდენიმე გვარს გამოყოფენ. ერთ-ერთი გვარია Spirillum, რომელიც მხოლოდ ერთი სახეობითაა წარმოდგენილი S. volutans. ის გიგანტური სპირილაა. შეიძლება ყოველთვის ვნახოთ ღორის ნეხვის წუნწუხში. ეს ბაქტერია ცნობილია იმით, რომ მასში პირველად იქნა აღმოჩენილი „ეოლუტინის“ – პოლიფოსფატური გრანულები. სუფთა კულტურის სახით იზრდება მხოლოდ ჟანგბადის მცირე კონტენტრაციისას (5%). ამიტომ მას თვლიან მიკროაეროტოლერანტულად. სპირილების უმრავლესობა მეორე გვარში Aquaspirillum-ში არის გაერთიანებული.

ვიბრიონები ფაკულტატიური ანაერობებია.

ვიბრიონებიდან ცნობილია Vibrio cholerae, რომელიც ქოლერის გამომწვევია. გვხვდება წყალში, ვითარდება ნაწლავებში, გამოყოფს ტოქსინს და იწვევს ლორწოს ფერმენტულ ლიზისს, რის გამოც ორგანიზმი დიდი რაოდენობით კარგავს წყალს.

Bdellovibrio bacteriovorus – აერობული ბაქტერიაა, პარაზიტობს სხვა ბაქტერიაზე. უჯრედი განსაკუთრებით მცირე ზომისაა და ძალიან მოძრავია მსხვილი შოლტის (50 ნმ) არსებობის გამო. როცა პარაზიტი ეხება მასპინძლის უჯრედს, ის ემაგრება მას შოლტის მიმაგრების საწინააღმდეგო მხრიდან. შეაღწევს რა უჯრედში, იგი (მასპინძლის უჯრედი) სწრაფად მრგვალდება. უჯრედის კედლით Bdellovibrio, აღწევს პერიპლაზმატურ სივრცეში, აქ Bdellovibrio-ს უჯრედი იზრდება სიგრძეში მანამ, სანამ არ გამოილევა საკვები ნივთიერებები. შემდეგ ხდება განივი დაყოფა და წარმოიქმნება სხვადასხვა ზომის რამდენიმე უჯრედი. ბოლოს და ბოლოს მასპინძლის უჯრედი იხსნება, ხოლო ბაქტერია – პარაზიტის თაობები უჯრედიდან თავისუფლდება და ხელახლა შეიჭრება ახალ უჯრედში. ბაქტერიოფაგებისაგან განსხვავებით, რომლებიც მხოლოდ მზარდ უჯრედებში მრავლდებიან, Bdellovibrio აზიანებს არამზარდ უჯრედებსაც. Bdellovibrio უმთავრესად პარაზიტობს გრამუარყოფით ბაქტერიებზე (Pseudomonas და Enterobacteriaceae).

მე-7 ჯგუფი. ფსეუდომონადები და სხვა გრამუარყოფითი აერობული ჩხირები და კოკები

ფსევდომონადებს უწოდებენ ყველა გრამუარყოფით ჩხირისებრ ბაქტერიას პოლარულად განლაგებული შოლტებით. ჯგუფში გაერთიანებულია შემდეგი ოჯახები: Pseudomonadaceae, Azotobacteriaceae, Rhizobiaceae, Methylomonadaceae, Halobacteriaceae. ამ ოჯახებიდან სამედიცინო თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ოჯახი Pseudomonadaceae; ამ ოჯახის წარმომადგენლები ბუნებაში ფართოდ არიან გავრცელებული. ისინი ადამიანებსა და ცხოველებში იწვევენ სხვადასხვა ანთებით პროცესებს. ოჯახი Pseudomonadaceae-ში გაერთიანებულია გრამუარყოფითი ორგანიზმები. სწორი ან ოდნავ მოხრილი ჩხირებია. პოლარულად განლაგებული შოლტებით, სპორებს არ წარმოქმნიან, იზრდებიან აერობულ პირობებში, ენერგიას ღებულობენ აერობული სუნთქვის, ხოლო ზოგიერთი ანაერობული სუნთქვის (დენიტრიფიკაცია, ნიტრატული სუნთქვა), მაგრამ არა დულილის ხარჯზე.

ფსევდომონადები ყველგან გვხვდება: ნიადაგში, წყალსატევებში, ჰაერში. Pseudomonas-ას ზოგიერთი სახეობა გამოიყენება მიკრობიოლოგიურ წარმოებაში ორგანული ნივთიერებების მისაღებად. ასეთებია ორგანული მჟავები: პიროყურძნის მჟავა – კეტოგლუტარისმჟავა, ამინომჟავები (გლუტამინის, ასპარაგინის, ვალინის), ფერმენტები – ასპარაგინაზა, პეროქსიდაზა და სხვა.

Pseudomonas aeruginosae – ლურჯ-მწვანე ჩირქის ჩხირი იწვევს ადამიანებში შუა ყურის ანთებას, ჭრილობის ინფექციას ლურჯ-მწვანე ჩირქის წარმოქმნით, ხოლო დასუსტებულ ადამიანებში – ბაქტერიემიას.

მცენარეებისათვის პათოგენურ ფსევდომონადებს აქვთ ყვითელი პიგმენტი. მაგ.: Pseudomonas fluorescens.

ოჯახი Azotobacteriaceae. ამ ოჯახის წარმომადგენლებს აქვთ დიდი ზომის უჯრედები. არიან მოძრავი და უძრავი ფორმები. გვარი Azotobacter წარმოშობს ცისტას. ახდენს მოლეკულური აზოტის ფიქსაციას. აზოტობაქტერი პირველი აერობული მიკროორგანიზმია, რომელზედაც ნაჩვენები იქნა მოლეკულური აზოტის ფიქსაციის უნარი. ახასიათებს პოლიმორფიზმი. ახალგაზრდა კულტურაში უჯრედები ჩხირისებრია, ოვალური ან კოკისებრი. ახალგაზარდა უჯრედები მოძრავები არიან, ხნიერი უჯრედები კი უკვე წარმოშობენ ცისტებს – მოსვენების მდგომარეობაში მყოფ უჯრედებს, რომლებიც სქელი გარსითაა დაფარული. Azotobacter-ს ახასიათებს მიკროკაფსულის განვითარება.

ოჯახი Rhizobiaceae. ამ ოჯახის წარმომადგენლები წარმოქმნიან კოურებსა და გალებს ფესვებსა და ფოთლებზე. გვარი Rhizobium – კოურის ბაქტერიები წარმოშობენ კოურებს პარკოსანი მცენარეების ფესვებზე და ახდენენ მოლეკულური აზოტის ფიქსაციას სიმბიოზურ პირობებში. კოურის ბაქტერიები ფესვის ბუსუსებით შეიჭრებიან მცენარის ფესვთა სისტემაში და ასტიმულირებენ ფესვის ტეტრაპლოიდური უჯრედების დაყოფას. წარმოიქმნება კოურები, რომლებშიც ინტენსიურად იყოფიან ბაქტერიები. მათ თავდაპირველად ჩხირის ფორმა აქვთ, ხოლო შემდეგ განვითარების პროცესში წარმოქმნიან არასწორი ფორმის უჯრედებს (ბაქტეროიდებს), რომლებშიც ხდება N_2 აქტიური ფიქსაცია. ყოველი ბაქტეროიდი გარემოცულია ლეგჰემოგლობინით, რომელიც მცენარეში სინთეზირდება და იგი ახდენს O_2-ის გადატანას ბაქტეროიდში.

მცენარეზე გალებს წარმოშობს Agrobacterium radiobacter. იგი განიხილება როგორც უჯრედშიგა პარაზიტი, რომელიც ადწევს რა მცენარის ქსოვილებში, იქ წარმოშობს გაფართოებებს – გალებს.

ოჯახი Methylomonadacaea. ამ ოჯახის წარმომადგენლები გრამუარყოფითი ბაქტერიებია. ისინი ნახშირბადისა და ენერგიის წყაროდ იყენებენ ერთნახშირბადიან ნაერთს – მეთანს.

ოჯახი Halobacteriaceae. მასში შედის ობლიგატური ჰალოფილური ბაქტერიები, რომელთაც უნარი აქვთ გაიზარდონ არეზე. ეს არე შეიცავს NaCl-ს 12%-ზე მეტს. ექსტრემალური ჰალოფილები კი ყველაზე უკეთ იზრდებიან, როცა არეში NaCl-ის კონცენტრაცია 20-30%-ია. ჰალოფილების უჯრედის კედელს აქვს არაჩვეულებრივი აგებულება. არ შეიცავენ პეპტიდოგლიკანს, შედგებიან მხოლოდ ლიპიდური და ცილოვანი კომპონენტებისაგან. მათი უჯრედული სტრუქტურის შენარჩუნებისათვის აუცი-

ლებელია Na, Cl და Mg-ის იონების მაღალი კონცენტრაცია. თუ ამ იონების კონცენტრაცია შემცირდა, მაშინ უჯრედის კედელი იხსნება, ხოლო ციტოპლაზმური მემბრანა იშლება ცალკეულ ფრაგმენტებად. წარმომადგენელია Halobacterium halobium.

მე-8 ჯგუფი. გრამუარყოფითი ფაკულტატური ანაერობული ჩხირები

ამ ჯგუფში შედის ოჯახი Enterobacteriaceae. მასში გაერთიანებულია გვარები Escherichia, Shigella, Salmonella, Klebsiella, Proteus, Erwinia, Yersenia.

ოჯახში შედის გრამუარყოფითი მოძრავი ან უძრავი, არასპოროვანი, აერობული ან ანაერობული ჩხირები. მოძრაობენ შოლტებით, უძრავია მხოლოდ შიგელები. ზოგიერთი შტამი წარმოქმნის კაფსულას, ენერგიას ღებულობენ სუნთქვის ან დუღილის ხარჯზე. მათ შორის ბევრი პათოგენურია. არიან საპროფიტებიც. გავრცელებული არიან ნიადაგში, ზღვის მტკნარ წყალში, შლიან მცენარეულ და ცხოველურ ნარჩენებს, ადამიანთა და ცხოველთა ნაწლავების მუდმივი ბინადრებია. მთავარი წარმომადგენელია Escherichia coli. ეს ბაქტერია სიცოცხლისუნარიანობას გარკვეულ დროით ნაწლავების გარეთაც ინარჩუნებს. ის ადვილად შეიძლება აღმოვაჩინოთ, როცა ადგენენ სასმელი წყლის ან კვების ობიექტების დანაგვიანებას ფეკალური მასით. E. coli პირობით – პათოგენური ბაქტერიაა და ნაწლავის მიკროფლორის მუდმივ ბინადარს წარმოადგენს. ნაწლავებში შეიძლება იყოს ზოგი პათოგენური ბაქტერიაც, რომლებიც E. coli-თან ერთად შეიძლება გამოიყოს ავადმყოფის ან ბაქტერიამტარებლის ორგანიზმიდან და ამ გზით შეიძლება მოხვდნენ სასმელ წყალში. პათოგენური ბაქტერიების გამოვლენა, ცხადია, შესაძლებელია მხოლოდ სპეციფიკური მეთოდებით და ეს რომ არ დასჭირდეთ, იყენებენ დაბინძურების საერთო ინდიკატორს. ასეთ ინდიკატორს კი წარმოადგენს E. coli, რომლის აღმოჩენა სასმელ წყალში მიუთითებს, რომ იგი დანაგვიანებულია ნაწლავის შემცველობით და ნაწლავის ბაქტერიებით, რომელთა შორის შეიძლება იყოს პათოგენური ფორმებიც. ამ დროს ატარებენ სპეციალურ ღონიძიებებს. სასმელი წყლისათვის ნორმად ითვლება, როცა 1 მლ წყალში

ბაქტერიული უჯრედების რიცხვი არ აღემატება 100-ს, ამასთან 100 მლ წყალში არ უნდა იყოს E. coli-ს არც ერთი უჯრედი. ზოგჯერ ორგანიზმის დამცველობითი ფუნქციის შესუსტებისას იგი ნაწლავებიდან აღწევს სხვა ორგანოებშიც და იწვევს ძლიერ ანთებით პროცესებს: აპენდიციტს, პერიტონიტსა და სხვას.

წყლის სანიტარულ-ბაქტერიოლოგიური მდგომარეობა ფასდება: 1) მიკრობული რიცხვით – მეზოფილური ქემოორგანოტროფული ბაქტერიების რაოდენობა 1 ლ წყალში უნდა იყოს არა უმეტეს 100. 2) კოლი-ტიტრით – წყლის ის უმცირესი რაოდენობა (მოცულობა) მლ-ში, რომელშიც ნაწლავის ჩხირის ჯგუფის ბაქტერიები აღმოჩნდება, კოლი-ტიტრი უნდა იყოს არა ნაკლები 300-ისა. 3) კოლი-ინდექსით – ნჩჯბ-ის (ნაწლავის ჩხირის ჯგუფის ბაქტერიების) რაოდენობა 1ლ წყალში. კოლი-ინდექსი არაუმეტესი 3-ისა.

ამ ოჯახში შედის აგრეთვე Enterobacter aerogenes, რომელსაც E. coli-ის ტყუპისცალად თვლიან. იგი ფართოდაა გავრცელებული ნიადაგში.

Salmonella typhimurium – ძლიერ გავრცელებული ბაქტერიაა, იწვევს გასტროენტერიტს. ამ ბაქტერიის მიერ გამონაყოფი ლიპოპოლისაქარიდი ტოქსიკურია და იწვევს კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის ლორწოვანის გაღიზიანებას.

Salmonella typhi იწვევს მუცლის ტიფს.

Shigella dysenteriae – და მისი მონათესავე შტამები იწვევენ დიზენტერიას.

მე-9 ჯგუფი. გრამუარყოფითი ანაერობული ბაქტერიები

შედის ოჯახი Bacterioidaceae. ბაქტერიების წარმომადგენლები სწორი ფორმის ჩხირებია. არასპოროვანი, მოძრავი ან უძრავი. ადამიანისა და ცხოველის ნაწლავების ბინადრები არიან. ზოგიერთი პათოგენურია და იწვევს კანის დაავადებას.

მე-10 ჯგუფი. გრამუარყოფითი კოკები და კოკობაცილები

ამ ჯგუფში შედის ერთი ოჯახი Neisseriaceae. ისინი უძრავი კოკები ან ჩხირებია. აერობები. არიან პარაზიტებიც და საპროფიტებიც. ზოგიერთი პათოგენურია. Neisseria meningitidis – რომელიც იწვევს მენინგიტს – თავ-ზურგ-ტვინის რბილი გარსების

ანთებას, ნაზოფარინგიტსა და მენინგოკოკცემიას.

Neisseria gonorrheae – იწვევს ვენერიულ დაავადებას გონორეას.

მე-11 ჯგუფი. გრამუარყოფითი ანაერობული კოკები

ამ ჯგუფში შედის ერთადერთი ოჯახი Veillonellaceae. ოჯახის წარმომადგენლები კოკისებრი ფორმები არიან, მაგრამ შეუძლიათ ჯაჭვებისა და უჯრედთა გროვების წარმოქმნა. კვების ტიპის მიხედვით ქემოორგანოტროფებია. ამ ჯგუფში შედის თბილსისხლიანი ცხოველების პარაზიტები.

მე-12 ჯგუფი. ამ ჯგუფში შედის გრამუარყოფითი ქემოლიითოტროფული ბაქტერიები

ისინი ენერგიას ღებულობენ არაორგანული ნაერთების N, S, Fe, Mn დაჟანგვის ხარჯზე. ამ ჯგუფში შედის ბაქტერიები, რომლებიც იყენებენ ამიაკს, ნიტრატს, გოგირდისა და რკინის ნაერთებს, მაგალითად: Nitrosomonas, Nitrobacter, Thiobacillus.

მე-13 ჯგუფი. მეთანის წარმომშობი ბაქტერიები და სხვა არქებაქტერიები

ამ ჯგუფს ბაქტერიების ბერჯის სარკვევის მიხედვით ეკუთვნის მეთანის წარმომშობი ბაქტერიები. უკანასკნელ პერიოდში მეთანის წარმომშობ ბაქტერიებს და დანარჩენ ორ ჯგუფს ჰალობაქტერიებსა და თერმოაციდოფილურ ბაქტერიებს აერთიანებენ საერთო სახელწოდებით – არქებაქტერიები. ისინი მთელი რიგი ნიშნებით განსხვავდებიან ეუბაქტერიების ანუ საკუთრივ ბაქტერიებისაგან და გვხვდებიან ექსტრემალურ პირობებში.

არქებაქტერიებს ახასიათებთ რიგი საერთო ნიშნები. კერძოდ, უჯრედის კედლის ქიმიური შედგენილობა, ტრანსკრიფციისა და ტრანსლაციის მექანიზმი, ლიპიდების შედგენილობა, პროსტეტიკული ჯგუფები და კოფერმენტები, CO_2-ს ავტოტროფული ფიქსაციის ქიმიზმი და ენერგიის მიღების მექანიზმი.

მე-14 ჯგუფი. გრამდადებითი კოკები

გრამდადებით კოკებს რძემჟავა ბაქტერიებიდან ეკუთვნის გვარები: Streptococcus, Leuconostoc, Peptococcus. ისინი ენერგიას ღებულობენ დუღილის ხარჯზე. მათ მიეკუთვნება აგრეთვე გვარები Micrococcus, Staphylococcus, Sarcina, Peptococcus.

Micrococcus მიეკუთვნება პიგმენტირებული ბაქტერიები. Staphylococcus aureus წარმოშობს ტოქსინებს და ეგზოფერმენტებს, რის გამოც არის პათოგენური.

მე-15 ჯგუფი. ჩხირები და კოკები, რომლებიც წარმოშობენ ენდოსპორებს.

ამ ჯგუფში შედის ოჯახი Bacillaceae, გვარები Bacillus და Clostridium.

Bacillus გვარის წარმომადგენლები ჩხირისებრი ფორმებია, მოძრავი, შოლტები ლატერალურად აქვთ განლაგებული. ახასიათებთ ენდოსპორები, ძირითადად ნიადაგში გვხვდებიან. ზოგიერთი პათოგენურია. მაგალითად, B. anthracis.

Clostridium-ის გვარში შედიან ჩხირები, რომლებიც Bacillus -ის გვარისაგან განსხვავდებიან სპორების წარმოშობის ფორმით, ობლიგატური ანაერობებია. ენერგიის ძირითადი წყაროა ერბომჟავა დუღილი. უმეტესობა საპროფიტია. პათოგენურებია C. tetani – გაშეშების გამომწვევი, C.perfringens აიროვანი განგრენის გამომწვევი, C. botulinum ბოტულიზმის გამომწვევი.

მე-16 ჯგუფი. გრამდადებითი არასპოროვანი ჩხირისებრი ბაქტერიები

მათ უნარი აქვთ გაიზარდონ ჟანგბადის არსებობის პირობებში, ახდენენ ნახშირწყლების გარდაქმნას რძემჟავაში და გაერთიანებულია რძემჟავა ბაქტერიებში. ამ ჯგუფში შედის გვარები Lactobacillus, Bifidobacterium.

მე-17 ჯგუფი. აქტინომიცეტები და მათი მონათესავე ორგანიზმები

აქტინომიცეტებს მიეკუთვნება ბაქტერიები, რომლებიც წარმოშობენ მიცელიუმს. ისინი გარდამავალია ბაქტერიებსა და სოკოებს შორის. გრამდადებითები არიან. გავრცელებული არიან ნიადაგში და წარმოადგენენ ანტიბიოტიკების პროდუცენტებს. ახასიათებთ პიგმენტირებული კოლონიები.

ანაერობულია Actinomyces bovis, A. israelii. ისინი აქტინომიკოზს იწვევენ ცხოველებსა და ადამიანებში.

მიკობაქტერიები აერობები არიან, მიცელიუმი არ უვითარდებათ, იზრდებიან სუსტად დატოტვილი არასწორი ფორმის უჯრედების სახით. მჟავაგამძლეები არიან. ამას განაპირობებს მათი

უჯრედის კედელში მიკოლის მჟავას მაღალი შემცველობა. იღებებიან ცილ-ნილსენის მეთოდით წითლად. წარმომადგენელია Mycobacterium tuberculosis – იწვევს დაავადებას ტუბერკულოზს.

კორინებაქტერიების წარმომადგენელია Corynebacterium dyphtheriae. ის იწვევს დაავადება დიფთერიას.

მე-18 ჯგუფი. ობლიგატური უჯრედშიგა პარაზიტები

ობლიგატურ უჯრედშიგა პარაზიტებს მიეკუთვნება რიკეტსიები და ქლამიდები. ისინი გრამუარყოფითები არიან. არა აქვთ დამოუკიდებლად ატფ სინთეზის უნარი. წარმომადგენლებია Rickettsia prowazeki – ის იწვევს პარტახტიან ტიფს. ამ პარაზიტის ბუნებრივი მატარებელი არიან ტკიპები, რწყილები, ტილები. მათში ისინი არიან როგორც უვნებელი პარაზიტები, მაგრამ მოხვდებიან რა მეორე მასპინძლის ორგანიზმში – ცხოველის ან ადამიანის ორგანიზმში, იწვევენ მძიმე პათოლოგიურ ცვლილებებს.

Rickettsia typhi ეპიდემიური ტიფის გამომწვევია. კლინიკური სურათით იგი ჰგავს პარტახტიან ტიფს, მაგრამ უფრო მძიმედ მიმდინარეობს.

ქლამიდები იწვევენ ადამიანის დაავადება ტრაქომას – Chlamydia trachomatis – თვალის ეგვიპტური დაავადება, რომელიც იწყება კონიუნქტივიტით და მთავრდება სიბრმავით.

მე-19 ჯგუფი. მიკოპლაზმა

რიგი Mollicutes, ოჯახი Micoplasmataceae ისინი მცირე ზომის პროკარიოტებია. არა აქვთ უჯრედის კედელი, გარემოცული არიან ციტოპლაზმური მემბრანით. ცხოველებისათვის უვნებელი პარაზიტები არიან. პარაზიტობენ სასუნთქი გზების ლორწოვან გარსსა და სასქესო ორგანოებზე. იწვევენ შერეულ ინფექციებს, სასიკვდილო ინფექციებს არ იწვევენ.

თავი IV
ბაქტერიების,სოკოებისა და უმარტივესების მორფოლოგია

ბაქტერიები მიეკუთვნება პროკარიოტებს, რომლებიც მორფოლოგიის მიხედვით მცირედაა დიფერენცირებული. განასხვავებენ სამ ფორმას: კოკები – სფერულები (ბერძ. kokkus ნიშნავს მარცვალს), ბაქტერიები და ბაცილები – ჩხირისებრი (ბერძ. bakteria ნიშნავს ჩხირს, ლათინ. bacillum ნიშნავს ჩხირს) და სპირალური ფორმები.

სოკოები (ობისა და საფუარის სოკოები) მიეკუთვნება ეუკარიოტებს. ისინი ბაქტერიებისაგან განსხვავდებიან უფრო რთული აგებულებითა და გამრავლების სრულყოფილი ხერხებით. ევოლუციური თვალთახედვით და მთელი რიგი ნიშან-თვისებებით სოკოები უახლოვდებიან ერთის მხრივ მცენარეებს, ხოლო მეორე მხრივ - ცხოველურ უჯრედებს.

უმარტივესები შედგებიან ერთადერთი ეუკარიოტული უჯრედისაგან, რომელსაც გარედან ფარავს რიგიდული მემბრანა-პელიკულა. არახელსაყრელ პირობებში ისინი წარმოქმნიან ცისტებს.

4.1. კოკები

კოკები უჯრედის გაყოფისა და შემდეგ უჯრედების განლაგების მიხედვით ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. მათი დიამეტრი 1.5-დან 2.5 მკმ-ია. ისინი არ წარმოშობენ სპორებს, უძრავებია და ფართოდ არიან გავრცელებული ბუნებაში (სურ. 1).

როცა ბაქტერიული უჯრედები იყოფა ერთ სიბრტყეში, მიიღება ორი უჯრედი. თუ ეს უჯრედები განლაგდებიან ერთეულებად, ეწოდებათ მონოკოკები ანუ მიკროკოკები. თუ წარმოშობილი უჯრედები ერთმანეთს არ დასცილდა, მიიღება დიპლოკოკები (ბერძ. diplos – ორმაგი).

ზოგჯერ წყვილებად განლაგებული კოკები თირკმლისებურადაა მოხრილი და ყავის მარცვალს ჰგავს. ასეთი ფორმა აქვს გონორეის გამომწვევს – Neisseria gonorrheae, ეპიდემიური ცერე-

ბროსპინალური მენინგიტის გამომწვევს – Neisseria meningitis და ზოგიერთ სხვა საპროფიტულ ბაქტერიას.

სურ.1. კოკები

1-მიკროკოკები; 2-ა, 2-ბ დიპლოკოკები; 3-სტრეპტოკოკები; 4-ტეტრაკოკები; 5-სარცინები; 6-სტაფილოკოკები

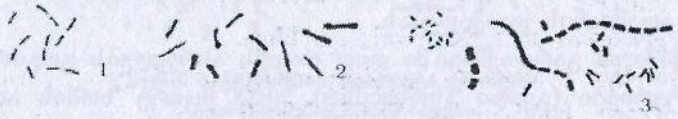
თუ წარმოქმნილი უჯრედები კოკის ერთ სიბრტყეში გაყოფის შედეგად არ გამოცალკევდებიან ერთმანეთისაგან და გადაებმებიან ერთი მიმართულებით, მიიღება სტრეპტოკოკები (ბერძ. Streptos – წნული). ასეთ ფორმას წარმოქმნიან პიოგენური სტრეპტოკოკები – Streptococcus pyogenes, ფეკალური დაბუჭყიანების ინდიკატორი – Streptococcus faecalis, რძემჟავა სტრეპტოკოკები – Streptococcus lactis, S.cremoris და სხვა.

არსებობენ კოკები, რომლებიც იყოფიან ორ ურთიერთპერპენდიკულარულ სიბრტყეში, წარმოქმნიან ოთხი კოკისაგან შემდგარ ჯგუფს – ტეტრადებს. ტეტრადები ხშირად გარემოცულია მსხვილი კაფსულით, მაგალითად, Pediococcus, Aerococcus. ზოგიერთი კოკი იყოფა სამ ურთიერთპერპენდიკულარულ სიბრტყეში და წარმოქმნის კუბური ფორმის გროვებს შეკვრების სახით. თითოეულ 8-16 კოკისაგან შედგება, მათ სარცინები ეწოდებათ. სარცინებს მიეკუთვნება პიგმენტირებული ფორმები, რომლებიც ხშირად გვხვდება ჰაერში, წყალსა და ნიადაგში. ასეთებია: Sarcina lutea და Sarcina flava. ზოგიერთი კოკი იყოფა არათანაბრად რამდენიმე სიბრტყეში. ისინი ერთმანეთს არ სცილდებიან და წარმოქმნიან გროვებს, რომლებიც მოგვაგონებენ ყურძნის მტევანს. მათ სტაფილოკოკები ეწოდებათ (ბერძ. Staphylos ნიშნავს

ყურძნის მტევანს). განასხვავებენ საპროფიტ, პათოგენურ და პირობითად პათოგენურ სტაფილოკოკებს. საპროფიტები გვხვდებიან რძისა და ხორცის პროდუქტებზე, ნიადაგში, ჰაერში, ზღვისა და მდინარის წყლებში, მცენარის ზედაპირზე. პათოგენურია Staphylococcus aureus, რომელიც ჩირქოვანი ინფექციების – ფურუნკულოზის, მასტიტის, შინაგანი ორგანოების აბსცესის გამომწვევია, ხოლო Staphylococcus epidermidis ზემოთ აღნიშნული იმავე ინფექციების გამომწვევია, მაგრამ – ნაკლებად ვირულენტური. თბილსისხლიანი ცხოველების კანსა და ლორწოვანებზე, სხვადასხვა საკვებ პროდუქტებზე გვხვდება პირობით პათოგენური სტაფილოკოკები.

4.2. ჩხირისებრი ბაქტერიები

ჩხირისებრ ბაქტერიებში გამოყოფენ ბაცილებსა და ბაქტერიებს. ბაცილებია ის ჩხირები, რომლებიც წარმოქმნიან სპორებს. ჩხირებს, რომლებიც არ წარმოქმნიან სპორებს ეწოდებათ ბაქტერიები (სურ. 2).



სურ.2. ჩხირისებრი ფორმის ბაქტერიები

1-დიპლობაქტერიები; 2-ჩხირები მომრგვალო, მახვილი და გამსხვილებული ბოლოებით; 3-სხვადასხვა ჩხირისებრი ფორმები და სტრეპტობაქტერიები

ჩხირისებრი ბაქტერიების უჯრედების კედელი წარმოადგენს საკმაოდ ტკიცესა და ელასტიურს. ისინი ძირითადად იზრდებიან სიგრძეში და მათი ზომა იცვლება სიგრძივი ღერძის მიმართულებით. არასპოროვანი ბაქტერიების ზომა 0.8-2.3 მკმ-ია, ხოლო სპოროვანი ბაცილების – 1.2-1.8X3.2-11 მკმ-ია. უჯრედის განი უფრო მყარია და იცვლება 0.5-დან 1 მკმ-მდე. ზოგიერთი ჩხირისებრი ბაქტერია ისეთი ფორმისაა, რომელთა სიგრძე დიამეტრს არ აღემატება. მათ კოკობაცილები ეწოდებათ. კოკობაცილების განსხვავება კოკებისაგან ძნელია. თუ ჩხირისებრი ფორმები

წყვილ-წყვილადაა შეერთებული, ეწოდებათ დიპლობაქტერიები ან დიპლობაცილები.თუ ჯაჭვს წარმოქმნიან, ეწოდებათ სტრეპტობაქტერიები ან სტრეპტობაცილები.

ჩხირისებრი ბაქტერიების ტიპური წარმომადგენლები არიან არასპოროვანი ჩხირები – ფსევდომონადები. ისინი ბუნებაში ფართოდაა გავრცელებული. მათ შორის გვხვდება ადამიანის, ცხოველების, მცენარეებისა და მწერების მიმართ პათოგენური და საპროფიტული ფორმები. მაგალითად, Pseudomonas aeruginosa წვრილი ჩხირებია, ერთეულებად ან წყვილად განლაგებული, საპროფიტებია, მაგრამ ხშირად წარმოადგენენ მეორეული ინფექციის წყაროს ადამიანისა და ცხოველის მოუშუშებელ ჭრილობასა და წყლულში. Pseudomonas fluorescens წვრილი ჩხირებია, ხშირად გვხვდება წყალში, ნიადაგსა ან სხვა სუბსტრატში. მათ შორის ზოგიერთი კოღოს მატლებისათვის პათოგენურია. ფსევდომონადები ასინთეზებენ ზოგიერთ ორგანულ ნივთიერებას.

ყველაზე მეტად შესწავლილია არასპოროვანი ჩხირი Bacterium coli ანუ Escherichia coli. იგი ყოველთვის გვხვდება ადამიანისა და ხერხემლიანი ცხოველების ნაწლავებში. ამიტომ მისი აღმოჩენა წყალსა და საკვებ პროდუქტებში მოწმობს მათ დაბინძურებას ნაწლავის მიკროფლორით. ნაწლავის ჩხირის ზოგიერთი შტამი იწვევს ადამიანის დაავადებას.

გეოქიმიურ გარდაქმნებში დიდ როლს ასრულებს გოგირდოვანი ბაქტერიები (გვარი Thiobacillus). ესაა მცირე ზომის არასპოროვანი ჩხირები. ყველაზე მეტად შესწავლილია Thiobacillus thiooxidans, რომელიც უანგავს გოგირდს და Thiobacillus ferrooxidans, რომელიც უანგავს რკინას.

Salmonella typhi, Salmonella paratyphi იწვევენ მუცლის ტიფს. მათ სალმონელებს უწოდებენ მიკრობიოლოგ **სალმონის** პატივსაცემად. მეცნიერმა 1885 წელს გამოყო ისინი.

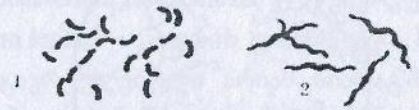
დიზენტერიის ჩხირები მიეკუთვნება გვარი Shigella-ს, რომელთაც შიგელა უწოდეს იაპონელი მეცნიერის **შიგას** პატივსაცემად. შიგამ დაამტკიცა მათი როლი დიზენტერიის ეთიოლოგიაში.

ობლიგატური ანაერობული ბაცილები – კლოსტრიდები Clostridium butyricum იწვევს ერბომჟავა დუღილს. ზოგიერთი კლოსტრიდია ჭრილობის ინფექციის გამომწვევია. მაგალითად, განგრენას იწვევს Clostridium perfringens, გაშეშებას – Clostridium tetani. Clostridium botulinum (ლათ. botulus – ძეხვი) ახდენს ტოქსინის პროდუცირებას. ის იწვევს საშიშ კვებით მოწამვლას.

მიკროორგანიზმების საკმაოდ დიდი ჯგუფია სპორის წარმომქმნელი ბაცილები. მათ შორის არიან ადამიანის, ცხოველებისა და მცენარეებისათვის პათოგენური სახეობები. მაგალითად, Bacillus anthracis – ციმბირის წყლულის ანუ ჯილეხის გამომწვევი, Bac. thuringiensis – ენტომოპათოგენური ბაცილა. საპროფიტებს მიეკუთვნება Bac. subtilis, Bac. megaterium, Bac. cereus, Bac. polymyxa და ა. შ.

4.3. მოხრილი ფორმები

მოხრილი ფორმები ხვეულების რიცხვის მიხედვით იყოფა ვიბრიონებად, სპირილებად და სპიროქეტებად (სურ.3).



სურ.3. ბაქტერიების მოხრილი ფორმები
1-ვიბრიონები; 2-სპირილები

მოხრილი ფორმები, რომელთაც ერთი ხვეული აქვთ და მძიმეს მოგვაგონებენ, ეწოდებათ ვიბრიონები (ლათ. ვიბრარე – თრთოლა). ძირითადად ისინი საპროფიტებია. ზოგიერთი ადამიანისა და ცხოველისათვის პათოგენურია. მაგალითად, ქოლერის ვიბრიონი. მას ახასიათებს პოლიმორფულობა, რომელიც ზოგიერთ საკვებ არეზე წარმოქმნის ჩხირებს, სპირალებს, ძაფებს.

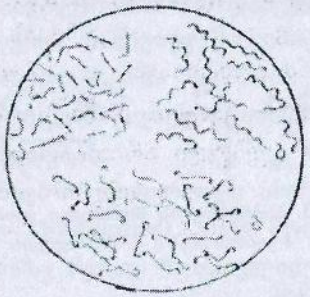
მოხრილ ჩხირებს მიეკუთვნება ბაქტერია, რომელიც პარაზიტობს მეორე ბაქტერიის უჯრედში. მაგალითად, Bdellovibrio bacteriovorus (ლათ. bdello – წურბელა, vibrio – ვიბრიონი, vorus – შეესანსლა). Desulfovibrio სულფატის აღმდგენელი ვიბრიონი, რომე-

ლიც გავრცელებულია წყალსატევის შლამში.

სპირილებს 2-4 ხვეული აქვთ. ისინი ძირითადად ადამიანისათვის უვნებელი საპროფიტებია. სპირილების ყველაზე მცირე წარმომადგენელია პათოგენური Spirillum minus, ყველაზე დიდია – Spirillum volutans. იგი ტიპური საპროფიტია, მაფოტოსინთეზირებელია Rhodospirillum rubrum.

სპიროქეტებს 4-დან 16-მდე ხვეული აქვთ. მათი უჯრედები სიგრძეშია გაჭიმული და გარემოცულია ნაზი, მოქნილი უჯრედის კედლით. უჯრედს გარს ეხვევა ღერძული ფიბრილა, რომელიც ერთი ბოლოთი უჯრედზეა მიმაგრებული, ხოლო მეორე ბოლო თავისუფალი აქვს. ღერძული ფიბრილების რიცხვი სისტემატიკურ ნიშანს წარმოადგენს.

სპიროქეტები არიან როგორც საპროფიტები, ასევე პარაზიტები. მაგალითად: Treponema pallidum – ათაშანგის ანუ სიფილისის გამომწვევი, Borrelia – შებრუნებითი ტიფის, ხოლო Leptospira – ინფექციური სიყვითლისა (სურ.4).

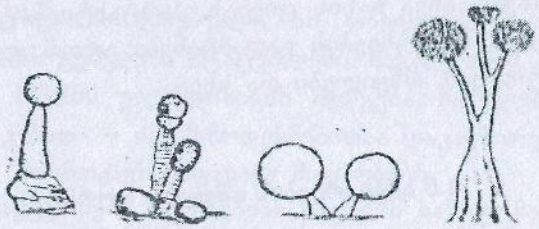


სურ.4. პათოგენური სპიროქეტები
ა-შებრუნებითი ტიფის; ბ-ათაშანგის; გ-ინფექციური სიყვითლის გამომწვევები

4.4. პლეომორფული ბაქტერიები

ზოგიერთ ბაქტერიას ახასიათებს პლეომორფიზმი. ისინი შეიძლება იყვნენ ჩხირების, კოკების ან სუსტად დატოტვილი ფორმების სახით. მათგან ფართოდაა გავრცელებული მიქსობაქტერიები, რომელთაც აქვთ ჩხირისებრი ან თითისტარისებრი ფორმა

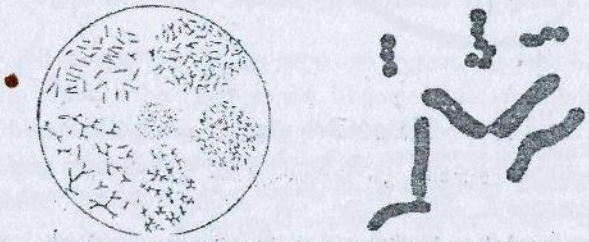
მახვილი ბოლოებით. ისინი მოქნილებია და მათ მიერ პროდუცირებულ ლორწოში ახასიათებთ სრიალა მოძრაობა. არახელსაყრელ პირობებში ისინი წარმოქმნიან მიქსოსპორებს (სურ.5).



სურ.5. მიქსობაქტერიების ნაყოფსხეულები

მიკობაქტერიების ჩხირისებრი უჯრედები განლაგებულია ერთეულებად ან ქმნიან მოკლე ჯაჭვს, რომლებიც არასოდეს არაა სწორად განლაგებული. ჩვეულებრივ, კუთხურადაა მოხრილი, ზოგჯერ ახასიათებთ მიცელიარული ან ძაფნაირი ზრდა. უჯრედების სიდიდე იცვლება კულტურის სახეობისა და საკვები არის შედგენილობის მიხედვით. მიკობაქტერიებს შორის არიან პათოგენურები: Mycobacterium tuberculosis – ტუბერკულოზის გამომწვევი, Mycobacterium leprae – კეთრის გამომწვევი. საპროფიტული მიკობაქტერიები გავრცელებული არიან ნიადაგში და აქტიურ მონაწილეობას ღებულობენ ნივთიერებების მინერალიზაციაში.

პლეომორფული ფორმებია კორინებაქტერიები, ისინი ჩხირისებრი, სფერული ან დატოტვილი ფორმები არიან, მათგან Arthrobacter-ს ახასიათებს მიცელიალური ზრდა (სურ.6).



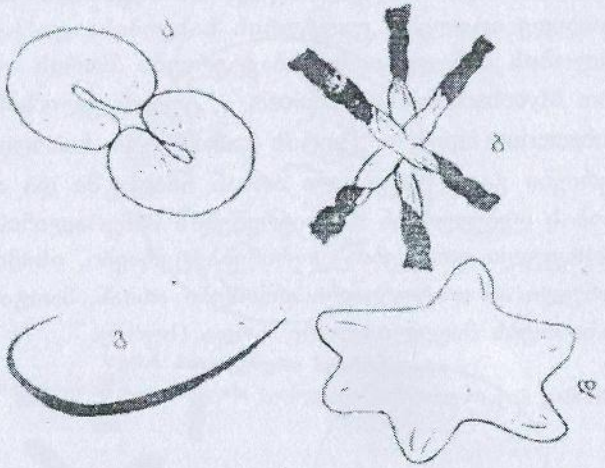
სურ.6. კორონებაქტერიების მიცელიალური ზრდა

პლეომორფულ ორგანიზმებს მიეკუთვნება რიკეტსიებიც. ისი-

ნი მოკლე ჩხირებია 0.3X1.0 მკმ. მათ რიკეტსიები ეწოდა მათი აღმომჩენი ამერიკელი მეცნიერის რიკეტსის პატივსაცემად. ისინი ობლიგატური უჯრედშიგა პარაზიტები არიან. რიკეტსიები იწვევენ ადამიანისა და ცხოველის მრავალ საშიშ დაავადებას. მაგალითად: სხვადასხვა სახის ციებას, პარტახტიან ტიფს, რიკეტსიულ ყვავილს. რიკეტსიების გადამტანები არიან ფეხსახსრიანები: ტკიპები, ტილები, რწყილები და სხვა.

4.5 ბაქტერიების იშვიათი ფორმები

ზოგიერთი ბაქტერია რგოლის ფორმისაა. მაგალითად, Microcyclus. ზოგიერთი ბაქტერია ადამიანის თირკმელის ფორმისაა, მაგალითად, Renobacter vacuolatum (ბერძ. ren – თირკმელი). ისინი გავრცელებულია ტენიან ნიადაგებსა და წყალსატევებში (სურ.7).



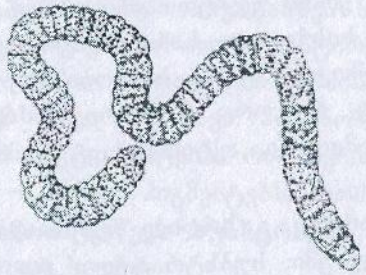
სურ.7. ბაქტერიების იშვიათი ფორმები:
ა-Renobacter vacuolatum ადამიანის თირკმლის მსგავსი უჯრედებით;
ბ-Seliberia უჯრედები წარმოქმნიან ვარსკვლავისებრ როზეტს;
გ-ჭიისებრი უჯრედი მახვილი ბოლოებით;
დ-Stella (ვარსკვლავი) ექვსკუთხა უჯრედი.

არიან ბაქტერიები, რომლებიც ცხოველმყოფელობის პროცესში წარმოქმნიან ან ცრულორწოვან დანამატებს, ან ნამდვილ ღეროებს, რომლებიც ციტოპლაზმურ გამონაზარდებს წარმოადგენენ.

განსაკუთრებული ჯგუფია ძაფნაირი ფორმები. მათი ძაფები ან სუბსტრატზეა მიმაგრებული, ან თავისუფლადაა. ძაფნაირ ფორმებს შორის გვხვდება მტაცებლები. მაგალითად, Dictiobacter-ის კოლონია 100-200 უჯრედისაგან შედგება, რომლებიც ერთმანეთთან ხიდაკებით – პლაზმოდესმებითაა დაკავშირებული. ასეთი კოლონია შთანთქავს ცოცხალ მიკრობებს.

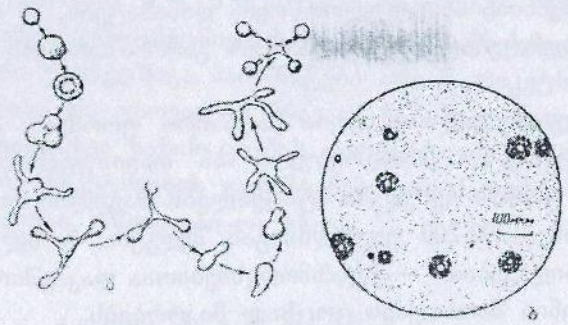
ქლამიდობაქტერიები იზრდებიან ძაფების სახით. მათ გარედან აკრავთ შალითა, რომელშიც გროვდება რკინის ჟანგის ჰიდრატი. მიეკუთვნება Sphaerotilus natans, რომელიც უჯრედების ჯაჭვისაგან შედგება.

Beggiatoa-ს, Leucothrix-სა და Thiothrix-ის დიდი ზომის უჯრედები ქმნიან ძაფებს. ისინი ჟანგავენ გოგირდის მინერალურ მარილებს (სურ.8).



სურ.8. Beggiatoa – მრავალუჯრედებიანი ბაქტერია

მიკოპლაზმას უჯრედის კედელი არ უვითარდება. ხასიათდება პლეომორფიზმით. მისი უჯრედები სხვადასხვა ფორმისაა: კოკისმაგვარი, მსხლისმაგვარი, ზოგჯერ ძაფისებრი გამონაზარდებით. მიკოპლაზმები ხშირად წარმოადგენენ მცენარეების, შინაური ფრინველების, ცხოველებისა და ადამიანის დაავადებების გამომწვევებს. არაპათოგენური მიკოპლაზმები გვხვდება ნიადაგში, რომლებიც სხვა მიკროორგანიზმებზე პარაზიტობენ. მიკოპლაზმები ნაპოვნია ცხელ წყაროებშიც (სურ.9).

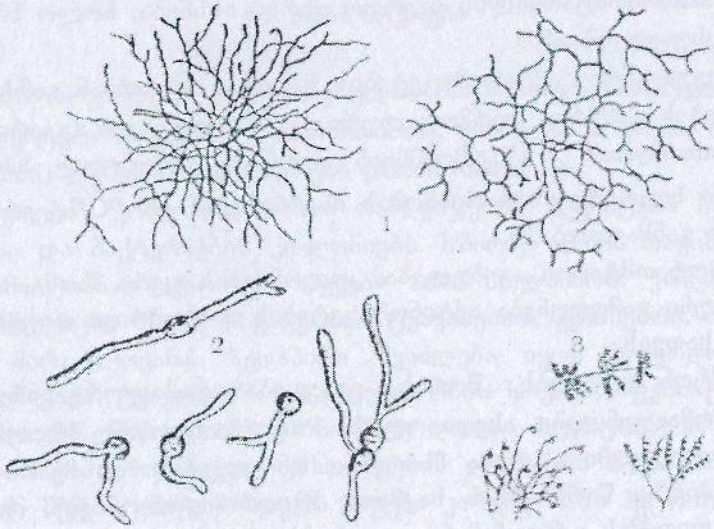


სურ.9. მიკოპლაზმა
ა-მიკოპლაზმის განვითარება თხევად არეში; ბ-მიკოპლაზმის კოლონიები

4.6. აქტინომიცეტები ანუ სხივისებრი სოკოები

აქტინომიცეტები გარდამავალნი არიან ბაქტერიებსა და სოკოებს შორის. მათი ერთი უჯრედი ქმნის ძაფნაირ მიცელიუმს. მიცელიუმის ჰიფის სისქე დიდ საზღვრებში ცვალებადობს 0.1-დან 1.5 მკმ-მდე და დამოკიდებულია სახეობაზე, ასაკსა და კულტივირების პირობებზე. როგორც ბაქტერიებს, მათ ბირთვსაც არა აქვთ გარსი და ამდენად, აქტინომიცეტები მიეკუთვნება პროკარიოტებს (სურ.10).

მყარ საკვებ არეზე გაზრდილ აქტინომიცეტს უვითარდება ორი სახის მიცელიუმი: სუბსტრატული და საჰაერო. სუბსტრატული მიცელიუმი ვითარდება საკვები არის სიღრმეში, რომლის ძაფები საკვებ ნივთიერებებს შეიწოვენ სუბსტრატიდან. საჰაერო მიცელიუმი ქმნის ბუსუსებიან, ფქვილოვან ან ხავერდოვან მასას. ზოგჯერ საჰაერო მიცელიუმი სუსტადაა განვითარებული ან საერთოდ არ ვითარდება. აქტინომიცეტების კოლონიები საკვები არის ზედაპირს ძნელად სცილდებიან. თხევად საკვებ არეში მათ აქვთ დამახასიათებელი ზრდა. ბულიონი გამჭვირვალე რჩება, ხოლო ჭურჭლის კედლებსა და ფსკერზე ერთმანეთში გადახლართული ჰიფებისაგან წარმოიქმნება მკვრივი გუნდები.



სურ.10. აქტინომიცეტების მორფოლოგია და აგებულება
1-მიცელიუმი; 2-სპორების გაღვივება; 3-სპორათმტარის აგებულება.

აქტინომიცეტები წარმოქმნიან სხვადასხვა სახის პიგმენტებს, რის გამო მათი მიცელიუმი ხშირად პიგმენტირებულია წითლად, მწვანედ, შავად, ლურჯად, ვარდისფრად, იისფრად, ყვითლად, ნარინჯისფრად, ყავისფრად და სხვა. აქტინომიცეტები წარმოქმნიან როგორც უხსნად პიგმენტებს, რომლებიც არ გამოიყოფა უჯრედიდან, ასევე – ხსნად პიგმენტებს, რომლებიც ადვილად გამოიყოფა უჯრედიდან, აღწევს სუბსტრატში, რის გამოც იგი შესაბამისად შეფერილი ხდება.

აქტინომიცეტები მრავლდება საჰაერო მიცელიუმის ფრაგმენტებით, სპორებით ან კონიდიებით, რომლებიც ვითარდებიან სპეციალურ ორგანოებში – სპორანგიუმებში. სპორები წარმოიქმნება სპორათმტარის სეგმენტაციით ან ფრაგმენტაციით. სეგმენტაციისას სპორათმტარში წარმოიქმნება განივი ტიხრები, რის გამოც ისინი მრავლდებიან და ღებულობენ ბურთისებრ ან ჩხირისებრ ფორმას. აქედან კი ფორმირდება სპორა. ფრაგმენტაციისას სპორები წარმოიქმნება სპორათმტარის შინაგანი შემცველობის ფრაგმენტებად დაშლის შედეგად. ეს ფრაგმენტები შემდეგ მრგვალდება, იფარება გარსით და გარდაიქმნება მწიფე სპო-

რად.სპორათმტარებლის საერთო გარსი იხსნება, ხოლო სპორები თავისუფლდებიან.

ჩვეულებრივ აქტინომიცეტების სპორები არ არიან გამძლე გახურების მიმართ. თერმოფილური აქტინომიცეტები (გვარი Thermoactinomyces) კი წარმოქმნიან თერმორეზისტენტულ სპორებს. ისინი სიცოცხლისუნარიანობას ინარჩუნებენ 100 °C-ზე ერთი საათის განმავლობაში.

სპორათმტარის აგებულება, კოლონიების ფერი, ზომა, აგრეთვე, სუნი გამოიყენება აქტინომიცეტების სახეობრივი დიფერენციაციისათვის.

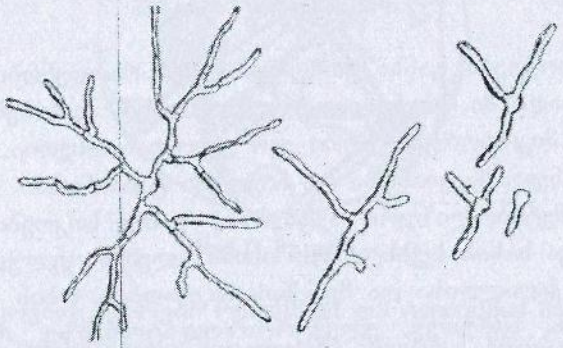
აქტონომიცეტებს შორის გვხვდება დაბალორგანიზებული წარმომადგენლები. ასეთია გვარი Proactinomyces ანუ Nacardia. მისი მიცელიუმი იშლება ჩხირებად ან კოკებად. ის მყარი არის ზედაპირზე წარმოქმნის საკმაოდ მჭიდრო კოლონიებს, რომლებიც თითქმის არაა ჩაზრდილი სუბსტრატში. საჰაერო მიცელიუმს კი იშვიათად წარმოქმნის. გამრავლება ხდება მიცელიუმის ფრაგმენტებით. მიცელიუმზე კონიდიებს არ წარმოქმნიან.

აქტინომიცეტები ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში და დიდ როლს ასრულებს ნიადაგწარმოქმნისა და ჰუმუსის შექმნის პროცესში. ნიადაგში აქტინომიცეტებს შორის მრავალი ანტაგონისტია, რომლებიც თავისი ცხოველმყოფელობის პროდუქტებით ანადგურებენ სხვა მიკროორგანიზმებს, მათ შორის დაავადების გამომწვევებსაც. ამის გამო აქტინომიცეტის მრავალი სახეობა გამოიყენება ანტიბიოტიკების წარმოებისათვის. მაგალითად, Streptomyces griseus (globisporus), რომელიც სტრეპტომიცინის პროდუცენტია და სხვა მრავალი. აქტინომიცეტები, აგრეთვე, წარმოადგენენ ვიტამინების, ჰორმონების, ფერმენტების, ტოქსინების, ზრდის ნივთიერებების, ამინომჟავებისა და ადამიანისათვის სხვა სასარგებლო ნივთიერებების პროდუცენტებს. ზოგიერთი აქტინომიცეტი პათოგენურია. მაგალითად, Act. bovis, Act. israelli, რომლებიც იწვევენ ცხოველისა და ადამიანის მძიმე დაავადებას – აქტინომიკოზს. ცნობილია ფილტვების აქტინომიკოზი, რომელიც კლინიკური სურათით ჰგავს ფილტვის ტუბერკულოზს.

4.7. ობის სოკოები

ობის სოკოებში გაერთიანებულია ზიგომიცეტები (Zygomycetes), დეიტერომიცეტები (Deuteromycetes), უსრული სოკოები (Fungi imperfecti) და ჩანთიანი სოკოები (Ascomycetes).

სოკოების კოლონია ზომით რამდენჯერმე აღემატება საფუვრებისა და ბაქტერიების კოლონიებს. ხშირად ისინი თავისი მასით მთლიანად ფარავენ საკვები არის ზედაპირს. კოლონიის კონსისტენცია სხვადასხვაგვარია: ტყავისებრი, ქეჩისებრი, იშვიათად მარცვლოვანი. ზედაპირი შეიძლება იყოს ხავერდოვანი, ფქვილოვანი, ტყავისებრი ან გლუვი. ობის სოკოს ჰიფები ქმნიან მიცელიუმს. ნაწილი ჰიფებისა ჩაზრდილია სუბსტრატში. წარმოქმნის საჰაერო მიცელიუმს. ჰიფების დიამეტრი 5-დან 50 მკმ-მდე და მეტია. ამიტომ სოკოს ჰიფები კარგად ჩანს პეტრის ფინჯანში საკვები არის ზედაპირზე ობიექტივით 8X (სურ.11).



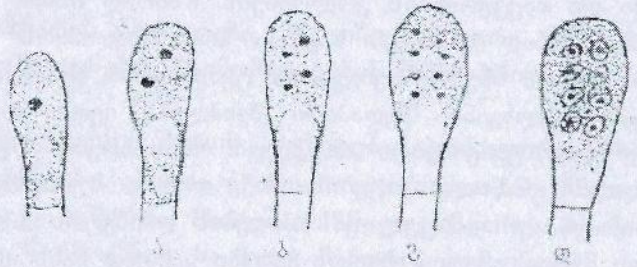
სურ.11. ასკომიცეტები. რეპროდუქციული უჯრედიდან ან კოლონიიდან სოკოს მიცელიუმის განვითარების თანმიმდევრული სტადიები

სოკოს სპორა გაღვივებისას წარმოქმნის გრძელ ძაფს ანუ ჰიფს, რომელიც გრძელდება, მრავალჯერ იყოფა და წარმოიქმნება ძაფების სისტემა – მიცელიუმი.

სოკოს მიცელიუმი შეიძლება იყოს არასეპტირებული (ტიხრების გარეშე) ან სეპტირებული (განივი ტიხრებით დაყოფილი ცალკეულ ფრაგმენტებად). ყოველ ტიხარს აქვს ცენტრალური ფორა, რომელშიც თავისუფლად გადის ციტოპლაზმა და ბირ-

თვი.

სოკოები მრავლდებიან სქესობრივად და უსქესოდ. უსქესო გამრავლება ხდება სპორებით. სქესობრივი გამრავლება კი – ორი უჯრედის შეერთებით, რის შედეგადაც მუკორში წარმოიქმნება ზიგოსპორა, ასპერგილუსსა და პენიცილიუმში, ასევე ზოგიერთ საფუარში – ასკოსპორა (სურ.12).



სურ.12. ასკის წარმოქმნის თანმიმდევრული სტადიები
ა-ორბირთვიანი საგოტა; ბ-ბირთვების შერწყმა; გ-ბირთვის დაყოფა; დ-ასკოსპორის წარმოქმნა

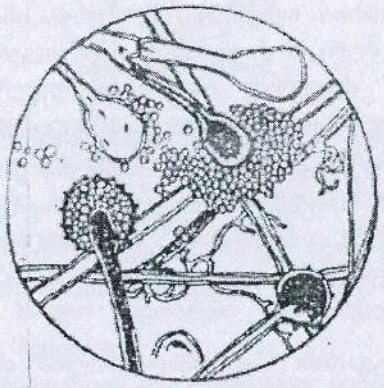
ობის სოკოები განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით გვხვდება ტენიან ნიადაგში. ისინი ვითარდებიან ისეთ პირობებში, რომელსაც სხვა მიკროორგანიზმები ვერ ეგუებიან. ასეთია მაღალი ოსმოსური წნევა, მჟავიანობა და ნაკლები ტენიანობა.

დიდი მეტაბოლიზური აქტივობის გამო სოკოები ითვისებენ სხვადასხვა სახის სუბსტრატს. ისინი ხლეჩენ ცელულოზას, რაც აზიანებს ქაღალდისა და მერქნის ნაკეთობას. ობის სოკოები ვითარდებიან, აგრეთვე, ელექტროიზოლატორებზე, რეზინზე და შლიან მათ. ხშირად სოკოები წარმოადგენენ ფერმენტების, ანტიბიოტიკების, ორგანული მჟავებისა და სხვა ნაერთების პროდუცენტებს. ობის სოკოების უმრავლესობა საპროფიტია, გვხვდება პათოგენური ფორმებიც.

ობის სოკოებს შორის სამეურნეო და სამედიცინო თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია: მუკორი, ასპერგილუსი და პენიცილიუმი.

მუკორი მიეკუთვნება Zygomycetes კლასს (სურ.13). ის მყარ საკვებ არეზე წარმოქმნის ქეჩისმაგვარ ნაფიფქს. ვეგეტატიური

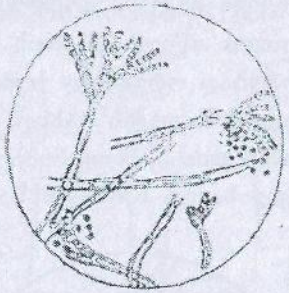
სხეული წარმოადგენს დატოტვილ მრავალბირთვიან მიცელიუმს, რომელსაც არა აქვს ტიხრები. მიცელიუმიდან წამოიმართება ზოგიერთი ჰიფი სპორანგიუმით, რომელშიც წარმოიქმნება მრავალრიცხოვანი სპორა. მომწიფებისას სპორანგიუმიდან გამოთავისუფლდება სპორები, რომლებსაც ავრცელებს ჰაერის ნაკადი. ზოგიერთი მუკორი იწვევს საკვები პროდუქტების გაფუჭებას. მაგალითად, Mucor nigricans იწვევს შაქრის ჭარხლის სიდამპლეს. მუკორი სახლდება ლპობად ორგანულ სუბსტრატზე, ასევე ტენიან კედელზე ნაცრისფერი ნალექის სახით. მრავალი მუკორი Mukor javanicus, Mucor racemosus გამოიყენება მრეწველობაში სხვადასხვა ორგანული მჟავასა და სპირტის წარმოებაში.



სურ.13. მუკორი

ობის სოკოების გვარები Penicillium და Aspergillus მიეკუთვნება Ascomycetes კლასს. მათი მიცელიუმი უფერია, ხოლო სხვადასხვა სახეობის სპორები განსხვავებული შეფერილობის კოლონიებს იძლევა. Penicillium-ს აქვს ძლიერ დატოტვილი, სეპტირებული მიცელიუმი, რომლისგანაც გამოდის ნაყოფსხეულები – კონიდიები (სურ.14). ისინი მოგვაგონებენ გუნდას ან ხელის მტევანს. ობის სოკოების თითქმის ნახევარი მიეკუთვნება გვარ Penicillium-ს. ისინი ფართოდაა გავრცელებული ნიადაგში, საკვებზე, განსაკუთრებით ცუდად განიავებულ სათავსოებში. მრავალი პენიცილიუმი გამოიყენება მრეწველობაში სხვადასხვა ძვირფასი

პროდუქტების მისაღებად. მათი შტამების 25%-ს აქვს ანტიბიოტიკური აქტივობა. Pen. notatum და Pen. chrysogenum გამოიყენება როგორც პენიცილინის პროდუცენტები. ასევე, Pen. vitale ფერმენტი – გლუკოზოოქსიდაზას, Pen. soppi – ლიპიდების, Pen. glaucum – კი მონაწილეობს ყველის მომწიფებაში.



სურ.14. მწვანე ობი

Aspergillus-ის გვარის სოკოებს ასევე სპეტირებული მიცელიუმი აქვთ, მათგან ვერტიკალურად აღიმართება კონიდიათმტარი. მასზე წარმოიქმნება პიგმენტირებული კონიდიები: განსხვავებულ სახეობებს სხვადასხვა ფერის კონიდიები გააჩნიათ. Aspergillus niger-ის კონიდიები შავია, Aspergillus glaucum-ისა, კი – ღია მწვანე და ა. შ.

Aspergillus-ის გვარის წარმომადგენლები ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში და მთავარ როლს ასრულებენ ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციაში. ნიადაგიდან გამოყოფილი Aspergillus 40%-ს აქვს ანტიბიოტიკური აქტივობა. Asp. niger გამოიყენება მრეწველობაში შაქრიდან ლიმონმჟავას მისაღებად, ხოლო ლიმონმჟავას წარმოების ნარჩენებიდან ღებულობენ ფერმენტ პექტინაზას. Asp. flavus და Asp. terricola წარმოქმნიან ფერმენტების აქტიურ კომპლექსს. Asp. oryzae (ბრინჯის ობი) და Asp. awamori წარმოადგენენ ფერმენტ – ამილაზას პროდუცენტებს.

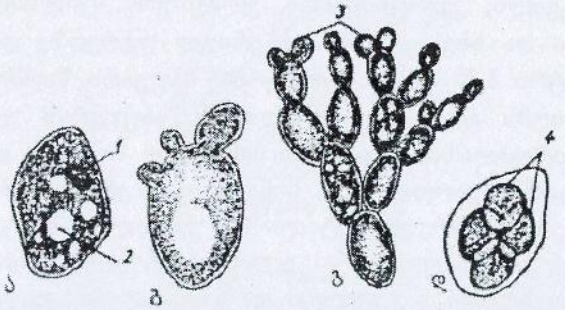
4.8. საფუვრები და საფუვრისმაგვარი სოკოები

საფუვრებს მიეკუთვნება ერთუჯრედიანი სოკოები, რომლებიც არ წარმოქმნიან ნამდვილ მიცელიუმს. ისინი იზრდებიან მჟავე არეზე და წარმოშობენ რბილი კონსისტენციის კოლონიებს, რომლებიც საკვებ სუბსტრატში არაა ჩაზრდილი. სხვადასხვა სახეობის საფუარი წარმოქმნის განსხვავებული ფორმისა და ფერის კოლონიებს. მორფოლოგიურად მათი უჯრედები შეიძლება იყოს მრგვალი, კვერცხისებრი, ელიფსური, ცილინდრული, ლიმონისებრი და სხვა. ისინი ბაქტერიულ უჯრედზე დიდია და მათი დიამეტრი 8-10 მკმ-ია. ზოგიერთი საფუარი წარმოქმნის ფსევდომიცელიუმს ანუ ცრუ მიცელიუმს. საფუვრის უჯრედს აქვს გარსი, ციტოპლაზმა, დიფერენცირებული ბირთვი და მიტოქონდრიები. გარსი კარგად ჩანს სინათლის მიკროსკოპში. საფუვრის განვითარების ადრეულ სტადიაზე უჯრედის შემცველობა ერთგვაროვანია, ხოლო უფრო გვიან ცენტრალურ ნაწილში ჩანს მრავალრიცხოვანი ვაკუოლები და გრანულები. კულტურის ასაკთან და არსებობის პირობებთან დამოკიდებულების მიხედვით ვაკუოლის ფორმა იცვლება. ახალგაზრდა უჯრედში ვაკუოლის ფორმა შეესაბამება უჯრედის ფორმას, მწიფეში რამდენადმე შემჭიდროებულია, ხოლო მკვდარში შეკუმშულია კოლოიდების ურთიერთქმედების შედეგად.

საფუვრები მრავლდებიან დაკვირტვით, ბინალური დაყოფით, სპორებით. ყველაზე დამახასიათებელია დაკვირტვა. ამ დროს უჯრედზე წარმოიქმნება ერთი ან რამდენიმე კვირტი, რომელიც თანდათან იზრდება მანამ, სანამ დედა უჯრედის ზომას არ მიაღწევს, შემდეგ ხდება ბირთვის დაყოფა, კვირტში დედა უჯრედიდან გადადის პროტოპლაზმისა და ბირთვის ნაწილი. ამის შემდეგ ორ უჯრედს შორის წარმოიქმნება განივი ტიხარი. ზოგჯერ კვირტი არ არის დედა უჯრედიდან გამოყოფილი და იწყებს კვლავ დაკვირტვას, რის შედეგად წარმოიქმნება საფუვრის უჯრედების ჯაჭვი.

მრავალჯერადი დაკვირტვა შემდეგ იცვლება სპორების წარმოქმნით. ჩვეულებრივ, სპორების წარმოქმნას აკვირდებიან საკვები ნივთიერებების გამოლევისას და კარგი აერაციისას. თუ სა-

ფუვრებს გაზრდიან მუდმივად განახლებულ საკვებ არეზე, მაშინ უჯრედები დიდი ხნის განმავლობაში ინარჩუნებენ ვეგეტატიურ მდგომარეობას და მრავლდებიან მხოლოდ დაკვირტვით. თუ საფუვრებს გადაიტანენ საკვები ნივთიერებებით მდიდარ სუბსტრატზე, მაშინ უმეტესი უჯრედები იწყებენ სპორების წარმოქმნას. ერთ უჯრედში წარმოიქმნება 8-12 ან 24 სპორა. ამ დროს უჯრედი განიხილება როგორც ასკი (ჩანთა), ხოლო სპორა-ასკოსპორა (სურ.15).



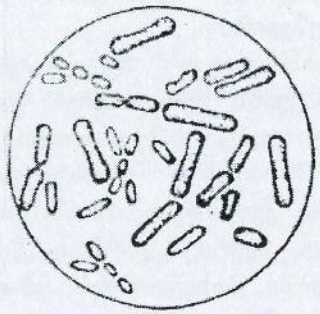
სურ.15. საფუვრების გამრავლება დაკვირტვით და ასკოსპორებით
ა-უჯრედი მოსვენების მდგომარეობაში; ბ,გ-უჯრედი დატვირთვისას;
დ-ასკოსპორები;
1-ბირთვი; 2-ვაკუოდი; 3-კვირტები; 4-ასკოსპორები.

საფუვრების გვარს – Saccharomyces (საქარომიცეტები) ახასიათებს დაკვირტვა. სპორებს აქვთ სქელი გარსი და გამძლენი არიან არახელსაყრელი ზემოქმედების მიმართ, მაგრამ უფრო ნაკლებ გამძლენი არიან, ვიდრე ბაქტერიების ენდოსპორები. ისინი იღუპებიან 60 °C-ზე. ზოგიერთი საფუარი ბაქტერიების მსგავსად მრავლდება ბინალური დაყოფით. ასეთი სახის გამრავლება ახასიათებს გვარი Shizosaccharomyces-ის წარმომადგენლებს.

საფუვრები შლიან სხვადასხვა შაქრებს. პრაქტიკულად ადამიანი მათ იყენებს შორეული წარსულიდან ღვინის, ლუდის, სპირტის დასამზადებლად. სამრეწველო მიზნით მნიშვნელოვანია Saccharomyces cerevisiae-ს სხვადასხვა შტამები. ღვინის დასამზადებლად იყენებენ Saccharomyces cerevisiae var. ellipsoides, რომელიც ადუღებს ყურძნის წვენს. Saccharomyces cerevisiae-ს განსაზღვრული რასები გამოიყენება ლუდის ტკბილის დასამზადებლად, რომელსაც ღებულობენ მადივარი ქერის თესლებისაგან, აგრეთვე, მცენარეული წარმოშობის ნახშირწყლებიდან (კარტოფილი, ხორბალი) სპირტის მისაღებად.

უსრული სოკოების კლასს მიეკუთვნებიან ცრუ საფუვრები, რომლებიც სქესობრივად არ მრავლდებიან. მათ ეკუთვნის გვარები Candida, Torulopsis, Cryptococcus, Rhodotorula და სხვა. ისინი მყარ საკვებ არეზე წარმოქმნიან სხვადასხვა კონსისტენციის კოლონიებს, ნამდვილი მიცელიუმი არ ახასიათებთ. წარმოქმნიან ჯაჭვებს, რომლებსაც ფსევდომიცელიუმს უწოდებენ. სუფუვრის მსგავსი სოკოები მრავლდებიან დაკვირტვით, ფართოდ არიან გავრცელებული ნიადაგში, წყალსატევებში, მცენარეებზე, კვების პროდუქტებში, ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმში. გვარი Candida-ს ზოგიერთი სახეობა გამოიყენება საკვები ცილის, Candida utilis – ამინომჟავა-ტრიპტოფანის, Candida guilliermondii – ვიტამინ B12-ის – რიბოფლავინის მისაღებად.

საფუვრისმაგვარ სოკოებს მიეკუთვნება, აგრეთვე, რძის ობის სოკო (Oidium lactis), რომელიც იზრდება გრძელი ძაფების სახით. სოკოების სიგრძე 500 მკმ-ია. ისინი მრავლდებიან დაყოფით. უფრო ხშირად Oidium lactis წარმოქმნის ოვალურ უჯრედებს, რომლებიც მრავლდება დაკვირტვით და მოგვაგონებენ საფუარს. რძის ობი წარმოქმნის თეთრ ღინღლისებრ ნალექს რძემჟავა პროდუქტებზე (სურ.16).



სურ.16. რძის ობი – Oidium lactis

ასევე ფართოდაა გავრცელებული საფუვრის გვარი Torulopsis-ის სხვადასხვა სახეობები, რომლებიც იწვევენ ლუდისა და სხვა პროდუქტების დაავადებას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება არასასიამოვნო სუნი და ლორწო.

49. უმარტივესების მორფოლოგია

უმარტივესები მიეკუთვნება სამეფო Protozoa-ს, ქვესამეფო-Animalia-ს, რომელიც შეიცავს 7 ტიპს. ადამიანის დაავადების გამომწვევი 4 კლასშია გაერთიანებული: Sarcodina, Mastigophora, Sporozoa და Ciliatae.

უმარტივესები შედგებიან ერთადერთი ეუკარიოტული უჯრედისაგან. გარედან მათ უჯრედს ფარავს რიგიდული მემბრანა – პელიკულა. მას ესაზღვრება ციტოპლაზმის გარეთა, უფრო მკვრივი და ჰომოგენური შრე – ექტოპლაზმა. უმარტივესების ზოგიერთი სახეობის პელიკულა შეიცავეს საყრდენ ფიბრილებს და მინერალურ ჩონჩხსაც კი.

ექტოპლაზმასთან შედარებით, უფრო თხევადი კონსისტენციის ენდოპლაზმაში ლოკალიზებული ორგანელები მრავალუჯრედიანი ცხოველური ორგანიზმების უჯრედების იდენტურია. მხოლოდ ზოგიერთ უმარტივესს უჯრედებში რამდენიმე ბირთვი აქვს.

უმარტივესების მრავალი სახეობა აქტიურად გადაადგილდება ფსევდოპოდიების (ციტოპლაზმური გამონაზარდების), შოლტებისა და წამწამების მეშვეობით.

უმარტივესები ძირითადად ჰეტეროტროფებია. მარტივად ორგანიზებულები საკვებს შეითვისებენ ფაგოციტოზით, ხოლო სუნთქვა ხდება მთელი უჯრედის ზედაპირით.

არახელსაყრელ პირობებში უმარტივესებში სასიცოცხლო პროცესები მკვეთრად ქვეითდება. ისინი კარგავენ ორგანელებს, იფარებიან სქელი და მკვრივი გარსით, წარმოქმნიან ცისტებს. ხელსაყრელ პირობებში მოხვედრისას უმარტივესები გამოდიან ცისტიდან და იწყებენ გამრავლებას.

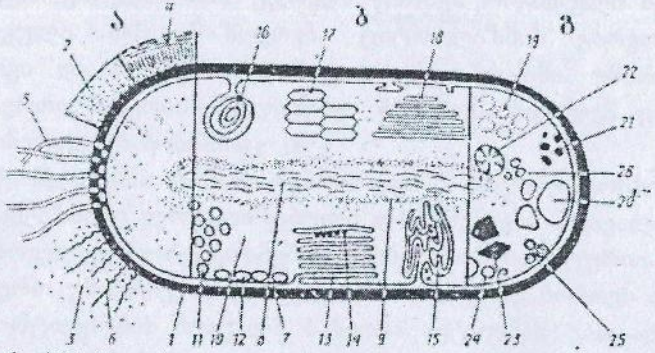
პათოგენური უმარტივესების პარაზიტული თვისებები ძირითადად პარაზიტული პროკარიოტების ანალოგიურია: პარაზიტი მასპინძელს იყენებს კვების წყაროდ. მათი სასიცოცხლო ციკლი მოიცავს სხვადასხვა მასპინძლის სხეულში შუალედური ფორმების წარმოქმნას, რაც მათ მგრძნობიარე ორგანიზმების უფრო ეფექტურად დაინფიცირების (დაინვაზირების) საშუალებას აძლევს.

სინათლის მიკროსკოპში იდენტიფიკაციისათვის უმარტივესებს ღებავენ გიმზა-რომანოვსკის მეთოდით.

თავი V
ბაქტერიული უჯრედის აგებულება

ბაქტერიული უჯრედის აგებულება რთულია. ციტოპლაზმა გარემოცულია გარსით, რომელიც მუდმივად ცხოველმყოფელობაშია და განსაზღვრავს უჯრედის ფორმას, მის ბიოქიმიურ აქტივობასა და ანტიგენურ თვისებას.

სტრუქტურებს, რომელებიც ციტოპლაზმურ მემბრანაზე გარედანაა განლაგებული (უჯრედის კედელი, კაფსულა, ლორწოვანი შრე, შალითა, შოლტები, ფიმბრიები), ზედაპირული სტრუქტურები ეწოდებათ. უჯრედის გარსი უფრო ფართო ცნებაა, ვიდრე – უჯრედის კედელი და მოიცავს ყველა შრეს, რომელიც ციტოპლაზმურ მემბრანაზეა გარედან მოთავსებული (უჯრედის კედელი, კაფსულა, ლორწოვანი შრე, შალითა (სურ. 17).



სურ.17. პროკარიოტული უჯრედების სქემატური სტრუქტურა

ა-უჯრედის ზედაპირული სტრუქტურები: 1-უჯრედის კედელი; 2-კაფსულა; 3-ლორწოვანი გამონაყოფები; 4- შალითა; 5-შოლტები; 6-ფიმბრიები.

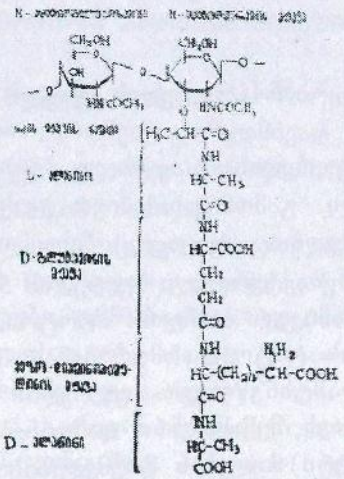
ბ-ციტოპლაზმური უჯრედული სტრუქტურები: 7-ციტოპლაზმური მემბრანა; 8-ნუკლეოიდი; 9-რიბოსომები; 10-ციტოპლაზმა; 11-ქრომატოფორი; 12-ქლოროსომები; 13-ფირფიტნაირი ტილაკოიდებბი; 14-ფიკობილისომები; 15-მილისებრი ტილაკოიდები; 16-მეზოსომა; 17-აეროსომები; 18-ლამელარული სტრუქტურები.

გ-სამარაგო ნივთიერებები: 19-პოლისაქარიდების გრანულები; 20-პოლი–β–ოქსიერბომჟავას გრანულები; 21-პოლიფოსფატის გრანულები; 22-ციანოფიცინის გრანულები; 23-კარბოქსისომები; 24-გოგირდის ჩანართები; 25-ცხიმის წვეთები; 26-ნახშირწყლების გრანულები.

5.1. უჯრედის კედელი

ბაქტერიული უჯრედის მთავარი და აუცილებელი ელემენტია უჯრედის კედელი. გამონაკლისია მიკოპლაზმა და L-ფორმის ბაქტერიები, რომელთაც უჯრედის კედელი არ უვითარდებათ. უჯრედის კედელი ბაქტერიული უჯრედის 5-50%-ს შეადგენს. იგი წარმოადგენს მექანიკურ ბარიერს პროტოპლასტსა და გარემომცველ არეს შორის. ციტოპლაზმურ მემბრანას ციტოპლაზმასთან ერთად პროტოპლასტი ეწოდება. უჯრედის კედელი მის შინაგან შემცველობას იცავს მექანიკური დაზიანებისა და გარემომცველი არის ოსმოსური ძალების მოქმედებისაგან. უჯრედის კედელი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს უჯრედის ზრდისა და დაყოფის რეგულაციაში.

განსხვავებული ჯგუფის მიკროორგანიზმების უჯრედის კედელი აგებულია სხვადასხვა მაკრომოლეკულით. მაგალითად, წყალმცენარეების უჯრედის კედლის ძირითადი კომპონენტია ცელულოზა, მიცელიალური სოკოების – გლუკანები და მანანები, ბაქტერიების – პეპტიდოგლიკანი ანუ მურეინი (სურ. 18). პეპტიდოგლიკანი ჰეტეროპოლიმერია და შედგება ერთმანეთის მორიგეობით განლაგებული ორი ამინოშაქრის N – აცეტილგლუკოზამინისა და N-აცეტილმურამის მჟავასაგან. ისინი ერთმანეთთან დაკავშირებული არის β–1.4 გლიკოზიდური ბმით. N-აცეტილგლუკოზამინი გლუკოზის ნაწარმია, რომლის მოლეკულში მეორე ნახშირბადატომთან OH-ჩანაცვლებულია ამინოჯგუფით – NH_2-ით, ხოლო ამ უკანასკნელში H-ატომი ჩანაცვლებულია აცეტილური ნაშთით – CO – CH_3-ით.



სურ.18. პეპტიდოგლიკანის სტრუქტურა

N-აცეტილმურამის მჟავა წარმოადგენს N-აცეტილგლუკოზამინისა და რძის მჟავას ეთერს. რძის მჟავას კაბროქსილურ ჯგუფთან კი დაკავშირებულია მოკლე პეპტიდური კუდი, რომელიც 4-5 ამინომჟავასაგან შედგება. ეს ამინომჟავებია: დიამინოპიმელინის მჟავა, D-გლუტამინის მჟავა, ალანინი. პეპტიდოგლიკანის სუბერთეულებს ერთმანეთთან აერთიანებს გლიკოზიდური და პეპტიდური ბმები. პროკარიოტებში პეპტიდოგლიკანი 100-ზე მეტი ტიპისაა. მეთანის წარმომშობი და ჰალოფილური ბაქტერიები (არქებაქტერიები) პეპტიდოგლიკანს არ შეიცავენ. აქ გვხვდება ფსევდომურეინი, ხოლო მიკოპლაზმას საერთოდ არ აქვს უჯრედის კედელი.

გრამდადებითი ბაქტერიების უჯრედის კედელი. გრამდადებითი ბაქტერიების უჯრედის კედლის ძირითადი მასა წარმოდგენილია ჰეტეროპოლიმერი-პეპტიდოგლიკანით (50-90%). გარდა პეპტიდოგლიკანისა გრამდადებითი ბაქტერიების უჯრედის კედლის შედგენილობაში შედის მეორე უნიკალური ქიმიური ნაერთი-ტეიხოვის მჟავები. ტეიხოვის მჟავები პოლიმერებია, რომლებიც აგებულია ხუთატომიანი სპირტის -რიბიტისა და სამატომიანი სპირტის- გლიცერინის ნაშთებისაგან, რომლებიც ერთმანეთს უკავშირდებიან ფოსფოდიეთერული ბმებით. სპირტების მოლეკულაში თავისუფალი ჰიდროქსილის ჯგუფები ჩანაცვლებულია D-ალანინის, გლუკოზის, N-აცეტილგლუკოზამინისა და რიგი სხვა შაქრების ნაშთებით. ტეიხოვის მჟავები კი კოვალენტურადაა დაკავშირებული N-აცეტილმურამის მჟავასთან. გრამდადებითი ბაქტერიების უჯრედის კედლის შედგენილობაში მცირე რაოდენობით არის ასევე პოლისაქარიდები, ცილები და ლიპიდები.

გრამუარყოფითი ბაქტერიების უჯრედის კედელი. გრამუარყოფითი ბაქტერიების უჯრედის კედელი რამდენადმე რთულია, ვიდრე გრამდადებითი ბაქტერიებისა. მის შემადგენლობაში შედის სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის მაკრომოლეკულების დიდი რიცხვი. პეპტიდოგლკანი წარმოქმნის ბაქტერიის უჯრედის კედლის მხოლოდ შიგნითა შრეს, რომელიც მჭიდროდ არ ეკვრის ციტოპლაზმურ მემბრანას. გრამუარყოფითი ბაქტერიების უჯრედის კედელში პეპტიდოგლიკანი მცირე რაოდენობითაა (1-10%), ვიდრე გრამდადებითი ბაქტერიებში, თუმცა სტრუქტურა მსგავსია. გრამუარყოფით ბაქტერიებში პეპტიდოგლიკანის გარეთ განლაგებულია დამატებითი შრე - გარეთა მემბრანა. იგი შედგება პოლისაქარიდების, ცილებისა და ლიპიდებისაგან. გარეთა მემბრანის სპეციფიკური კომპონენტი არის რთული მოლეკულური აგებულების ლიპოპოლისაქარიდი.

უჯრედის კედლის ქიმიური შედგენილობა და ულტრასტრუქტურა განსაზღვრავს ბაქტერიების შეღებვას გრამის წესით.

5.2. უჯრედის კედლის შეღებვა გრამის მეთოდით

1884 წელს დანიელმა სწავლულმა **ქრისტიან გრამმა** დაამუშავა ბაქტერიების შეღებვის წესი. დღეისათვის ბაქტერიების შეღებვის ეს მეთოდი ფართოდ გამოიყენება მიკრობიოლოგიაში. გრამის წესით შეღებვის მიხედვით, მიკროორგანიზმები იყოფა ორ ჯგუფად: ბაქტერიები, რომლებიც იღებებიან გრამის წესით, არიან გრამდადებითები ანუ ფირმაკუტნიე. რომლებიც არ იღებებიან გრამის მეთოდით – გრამუარყოფითები ანუ გრაცილიკუტნიე. არის გრამვარიაბილური მიკრობები, რომელთა შეღებვა

გრამის მეთოდით იცვლება უჯრედების ზრდისა და განვითარების პროცესში.

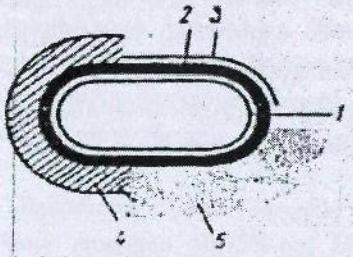
გრამის წესით შეღებვის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ტრიფენილმეთანის რიგის საღებავები (გენციანვიოლეტი, კრისტალვიოლეტი, მეთილვიოლეტი და სხვა) იოდთან წარმოქმნიან კომპლექსს, რომელიც სპირტით გაუფერულებისას გრამდადებითი ბაქტერიების უჯრედის მიერ შეკავდება. ასეთი ბაქტერიები იღებება ლურჯ-იისფრად. გრამუარყოფითი ბაქტერიები უფერულდება და მათ დამატებით ღებავენ კონტრასტული საღებავით (წყლიანი ფუქსინით), რის გამო ისინი იღებებიან წითლად. გრამის წესით შეღებვას განაპირობებს ბაქტერიების უჯრედის კედლის აგებულება და ქიმიური შედგენილობა. უჯრედის სპირტით დამუშავებისას ხდება პეპტიდოგლიკანის გაჯირჯვება და უჯრედის კედლის ფორების შემცირება, რის გამოც მისი შეღწევადობა მცირდება. რადგანაც გრამდადებითი ბაქტერიები ხასიათდებიან პეპტიდოგლიკანის მაღალი შემცველობით, მათი სპირტით დამუშავებისას უჯრედის კედელი საღებავისათვის თითქმის შეუღწევადი ხდება და საღებავი უჯრედიდან არ გამოირეცხება. გრამუარყოფით ბაქტერიებში პეპტიდოგლიკანის შრე თხელია და უჯრედის კედლის მასის 5-10%-ია.

როგორც წესი, უმეტესი კოკები და სპორის წარმომქმნელი ჩხირები გრამდადებითებია, მოხრილი ფორმები და არასპოროვანი ჩხირები – გრამუარყოფითები. სფეროპლასტები, რომელთაც უჯრედის კედელი ნაწილობრივ აქვთ დაკარგული, გრამუარყოფითებია. არსებობს გამონაკლისები, მაგალითად, კოკებს შორის გვარი Neisseria-ას სახეობები (მენინგიტისა და გონორეის გამომწვევები), Methylococcus (ნახშირბადისა და ენერგიის ერთადერთ წყაროდ იყენებს მეთანს, მეთანოლს), Veillonella, რომელიც ბინადრობს ადამიანისა და ცხოველის პირის ღრუში, საჭმლის მომნელებელ არხსა და სასუნთქ გზებში – გრამუარყოფითებია. არასპოროვან ჩხირებს შორის გრამდადებითია გვარი Lactobacillus (რძემჟავა ბაქტერიები).

გრამის მეთოდით შესაღებად იყენებენ ახალგაზრდა 8-24 საათიან ბაქტერიულ კულტურას, რადგანაც ხნიერი ბაქტერიების პოპულაციაში იზრდება მკვდარი უჯრედების რიცხვი, რომლებიც ყოველთვის გრამუარყოფითებია. ზოგიერთი გრამდადებითი ბაქტერია ხნიერ კულტურაში გარდაიქმნება გრამუარყოფითად. მაგალითად, გვარი Lactobacillus.

53. კაფსულა, ლორწოვანი შრე, შალითა

ბაქტერიების უჯრედის კედელი ხშირად დაფარულია ლორწოვანი ნივთიერებებით, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ წყალს. ასეთ ნივთიერებებს ბაქტერიებისათვის არა აქვთ სასიცოცხლო მნიშვნელობა, მაგრამ მათ ანიჭებენ რიგ დადებით თვისებებს, როგორიცაა პათოგენური ბაქტერიების რეზისტენტობა ფაგოციტოზის მიმართ. ისინი ზრდიან მათ ვირულენტობას და უჯრედს იცავენ მექანიკური დაზიანებისაგან, ქმნიან დამატებით ოსმოსურ ბარიერს. ზოგჯერ მარაგი საკვები ნივთიერებების წყაროსაც წარმოადგენენ. ლორწოს საშუალებით ხორციელდება კავშირი კოლონიის ცალკეულ უჯრედებს შორის, მათი საშუალებით უჯრედები ემაგრება სუბსტრატს (სურ.19).



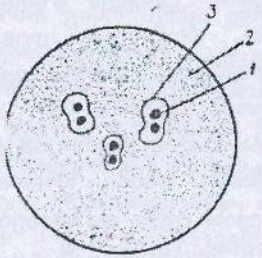
სურ.19. ბაქტერიების უჯრედის გარსის აგებულების სქემა
1-ციტოპლაზმური მემბრანა; 2-უჯრედის კედელი; 3-მიკროკაფსულა; 4-კაფსულა; 5-ლორწოვანი შრე.

კაფსულა არის ლორწოვანი წარმონაქმნი. იგი დაკავშირებულია უჯრედის კედელთან და აქვს ამორფული აგებულება. განასხვავებენ მაკროკაფსულასა და მიკროკაფსულას. მიკროკაფსულის სისქე 0.2 მკმ-ზე ნაკლებია და ჩანს მხოლოდ ელექტრონული მიკროსკოპით. მაკროკაფსულის სისქე 0.2 მკმ-ზე მეტია და

შეიძლება დანახვა სინათლის მიკროსკოპით (სურ.20).

კაფსულა უმეტესად შედგება პოლისაქარიდებისაგან. მაგალითად, Streptococcus mutans, Xanthomonas. ზოგჯერ შედგება პოლიპეპტიდებისაგან. მაგალითად, Bac. anthracis, Bac subtilis.

კაფსულის არსებობა დამოკიდებულია მიკროორგანიზმის შტამსა და მისი კულტივირების პირობებზე. ბაქტერია, რომელიც ივითარებს კაფსულას, მუტაციით შეიძლება გარდაიქმნას უკაფსულო ფორმაში.



სურ.20. Azotobacter chroococcum

1-ბაქტერიის უჯრედი; 2-ტუშის შავი ფონი; 3-კაფსულა.

თუ ლორწოვან ნივთიერებას აქვს ამორფული, უსტრუქტურო სახე და ადვილად გამოიყოფა უჯრედის კედლიდან, არის ლორწოვანი შრე. შალითას აქვს ნაზი სტრუქტურა და ზოგჯერ შედგება რამდენიმე შრისაგან. ქლამიდობაქტერიის – Sphaerotilus natans-ის შალითა შედგება ჰეტეროპოლისაქარიდისაგან, რომელიც შეიცავს გლუკოზას, გლუკურონის მჟავას, გალაქტოზასა და ფუკოზას.

5.4. ციტოპლაზმური მემბრანა

უჯრედის შემცველობა უჯრედის კედლისაგან გამოყოფილია ციტოპლაზმური მემბრანით, რომელიც ყველა უჯრედის აუცილებელ სტრუქტურულ ელემენტს წარმოადგენს. მისი მთლიანობის დაკარგვა იწვევს უჯრედის ცხოველმყოფელობის ცვლილებას. ციტოპლაზმურ მემბრანაზე მოდის უჯრედის მშრალი მასის

15%.

პროკარიოტების ციტოპლაზმური მემბრანა ასრულებს სხვადასხვაგვარ ფუნქციებს, რაც განპირობებულია მათში ლოკალიზებული ფერმენტული ცილებით. ციტოპლაზმური მემბრანა ასრულებს ბარიერულ ფუნქციას, რაც დამტკიცებულია ექსპერიმენტულად. სპეციალური გადამტანების, ე. წ. ტრანსლოკაზების დახმარებით, რომლებიც მემბრანაშია ჩაშენებული, ხდება სხვადასხვა ორგანული და არაორგანული მოლეკულებისა და იონების არჩევითი გადატანა. მასში ლოკალიზებულია ფერმენტები, რომლებიც აკატალიზებენ მემბრანული ცილების სინთეზის ბოლო ეტაპს.

ციტოპლაზმური მემბრანა დიდ როლს ასრულებს უჯრედში ენერგიის გარდაქმნის პროცესში. ბაქტერიებს, რომლებშიც ენერგიის წყაროს წარმოადგენს სუნთქვა და ფოტოსინთეზი, ციტოპლაზმურ მემბრანაში განლაგებული აქვთ ელექტრონების გადამტანების ჯაჭვი, რომელთა ფუნქციონირების შედეგად ელექტროქიმიური ენერგია გარდაიქმნება ქიმიურ ენერგიად (ატფ-ად). ციტოპლაზმური მემბრანა, აგრეთვე, მონაწილებს დნმ-ის რეპლიკაციაში, მასზეა ლოკალიზებული დნმ-ის რეპლიკაციის ცენტრი. ციტოპლაზმური მემბრანა პასუხისმგებელია უჯრედის კედლისა და კაფსულის კომპონენტების სინთეზზე. პლაზმურ მემბრანაზე მიმაგრებულია შოლტები. და ბოლოს, ციტოპლაზმური მემბრანა უჯრედში ასრულებს მაინტეგრირებელ როლს. უჯრედი რომ ერთიანი, მთლიანია, ამაში დიდ როლს ასრულებს ციტოპლაზმური მემბრანა.

ციტოპლაზმური მემბრანა წარმოადგენს ცილა-ლიპოიდურ კომპლექსს, რომელშიც ცილები 50-75%-ია, ხოლო ლიპიდები – 15-45%. ბაქტერიული მემბრანების მთავარ ლიპიდურ კომპონენტს წარმოადგენს ფოსფოლიპიდები, რომლებიც არიან 3-ფოსფოგლიცერინის ნაწარმი. ძირითადი ბაქტერიული ლიპიდებია ფოსფატიდილგლიცერინი, კარდიოლიპინი. მცირე რაოდენობით გვხვდება ფოსფატიდილინოზიტი, ფოსფატიდილეთანოლამინი, ფოსფატიდილსერინი და სხვა. სხვა ჯგუფის ლიპიდებიდან ბაქტერიულ მემბრანაში გვხვდება სხვადასხვა გლიკოლიპიდები. მაგალითად: მონო – და დიგლუკოზიდი, დიგლიცერიდი. ციანობაქტერიებში

მცირე რაოდენობითაა აღმოჩენილი სტერინები. ჰალოფილურ ბაქტერიებში ნაპოვნია სკვალენი, რომელიც ქოლესტერინის სინთეზის ჯაჭვში წარმოადგენს წინამორბედს.სხვა ჯგუფის ლიპიდებიდან პროკარიოტებში აღმოჩენილია კაროტინოიდები, ქინონები, ნახშირწყალბადები.

ყველა ლიპიდი წარმოადგენს გლიცერინის ნაწარმს, რომელიც შეიცავს ერთი ან რამდენიმე ცხიმოვანი მჟავას ნაშთს. ძირითადი ცხიმოვანი მჟავები არის ნაჯერი ან მონოუჯერი 16-18 ნახშირბადატომით. პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები პროკარიოტებში არაა ნაპოვნი. გამონაკლისია ციანობაქტერიები, რომლებშიც ნაპოვნია პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები. პრაქტიკულად მხოლოდ პროკარიოტებში გვხვდება განტოტვილი ცხიმოვანი მჟავები 15-17 ნახშირბადატომით. ლიპიდების მთავარი ფუნქციაა ის, რომ ისინი მემბრანებს უნარჩუნებენ მექანიკურ სტაბილურობასა და ანიჭებენ ჰიდროფობურ თვისებებს.

მემბრანების მშრალი მასის ნახევარზე მეტი მოდის ცილებზე. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით შეიცავს ცილებს ბაქტერიების ცოტოპლაზმური მემბრანა. მათი ცილების შედგენილობაში არ არის აღმოჩენილი უნივერსალური სტრუქტურის ცილა. ციტოპლაზმური მემბრანა მრავალფუნქციონალურია და მონაწილეობს სხვადასხვა ფერმენტული პროცესების განხორციელებაში. ამიტომ შეიძლება დავასკვნათ, რომ მემბრანული ცილები, როგორც წესი, ეს ფერმენტებია.მემბრანული ცილები ამინომჟავური შედგენილობით თითქმის არ განსხვავდება სხვა უჯრედული ცილებისაგან, გამონაკლისია ის, რომ ისინი მცირე რაოდენობით შეიცავენ ამინომჟავა ცისტინს.

თავისი აგებულებით ბაქტერიული, ცხოველური და მცენარეული უჯრედების მემბრანები მსგავსია. ეს საშუალებას იძლევა ვილაპარაკოთ უნივერსალური „ელემენტარული მემბრანი“-ს (Unit membrane) შესახებ.

მემბრანების აგებულების რამდენიმე მოდელია ცნობილი.

ერთ-ერთი პირველი მოდელი მოგვცეს 1935 წ. **დოუსონმა** და **დანიელმა**, რომელთა მიხედვითაც მემბრანა შედგება ორმაგი ლიპიდური შრისაგან, რომლის ორივე მხარეზე გარედან ცილოვანი შრეებია განლაგებული. ლიპიდის პოლარული „თავები“ მოლეკულის შიგაა მიმართული, ხოლო ჰიდროფობული „კუდები“ ჩაძირულია მემბრანის სისქეში. მემბრანული ლიპიდები იმყოფებიან თხევადკრისტალურ მდგომარეობაში. ტემპერატურის შემცირებისას ისინი გადადიან კრისტალურ მდგომარეობაში. მემბრანის „თხევადი“ სტრუქტურა უზრუნველყოფს ცილების თავისუფლებას, რაც აუცილებელია ნივთიერებებისა და ელექტრონების ტრანსპორტის პროცესის განხორციელებისათვის მემბრანის გაელით. მემბრანის ეს თვისება განაპირობებს მის მაღალ ელასტიურობას. ლიპიდებისაგან განსხვავებით, მემბრანულ ცილებს აქვთ ერთნაირი სტრუქტურული კონფიგურაცია. 30-50% ცილებისას აქვს α-სპირალის კონფიგურაცია. ზოგს კი აქვს უწესრიგო კონფიგურაცია. ცილების ნაწილს არ აქვს ფერმენტული აქტივობა და მხოლოდ მემბრანული სტრუქტურის შენარჩუნებაში მონაწილეობს.

მემბრანული ცილები იყოფა ორ ჯგუფად: პერიფერიულად და ინტეგრალურად. პერიფერიულია ის ცილები, რომლებიც ადვილად გამოიყოფა მემბრანიდან და უკავშირდება მემბრანულ ზედაპირს. მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება ცილები, რომლებიც ჩაძირულია მემბრანის სისქეში ან ზოგჯერ გამსჭვალავენ მას. ისინი ინტეგრალური ცილებია, რომლებიც ლიპიდებთან წარმოქმნიან კომპლექსებს. ცილები და ლიპიდები მემბრანაში შეიძლება დაკავშირებული იყონ კოვალენტურად, აგრეთვე, ელექტროსტატიკური ან ჰიდროფობული ურთიერთქმედებით.

5.5. პროკარიოტების ციტოპაზმის შიგა მემბრანები

პროკარიოტების ეუკარიოტებისაგან ერთ-ერთი განმასხვავებელი ნიშანია ის, რომ პროკარიოტებს არა აქვთ უჯრედული ორგანოიდები, რომლებიც ციტოპლაზმისაგან გამიჯნულია ელემენტარული მემბრანით.

პროკარიოტების უჯრედში აღმოჩენილია მემბრანები, რომლებიც ელემენტარული მემბრანის პრინციპითაა აგებული. გარდა ციტოპლაზმური მემბრანისა, მათ მიეკუთვნება გრამუარყოფითი პროკარიოტების გარეთა მემბრანა.

ციტოპლაზმის შიგა მემბრანებს შორის რამდენიმე სახეს გამოყოფენ. უმეტეს მაფოტოსინთეზირებელ პროკარიოტებს აქვთ განვითარებული ციტოპლაზმის შიგა მემბრანების სისტემა. ამ მემბრანებში ლოკალიზებულია მაფოტოსინთეზირებელი აპარატი. ასეთ მემბრანებს ფოტოსინთეზურ მემბრანებს უწოდებენ. ყველა მაფოტოსინთეზირებელი მემბრანა ციტოპლაზმური მემბრანისაგანაა წარმოშობილი მისი ციტოპლაზმაში ინვაგინაციის შედეგად. მეწამულ ბაქტერიებში ფოტოსინთეზური მემბრანები მჭიდროდაა დაკავშირებული ციტოპლაზმურ მემბრანასთან. ციანობაქტერიებში ეს კავშირი ნაკლებადაა გამოხატული.

ციტოპლაზმის შიგა მაფოტოსინთეზირებელი მემბრანები პროკარიოტებში შეიძლება წარმოდგენილი იქნეს მილების, ბუშტუკების (ვეზიკული, ქრომატოფორი) ან ჩაკეტილი დისკების (ტილაკოიდების) სახით, რომლებიც წარმოიქმნება ორი ერთმანეთთან მჭიდროდ მიჯრილი მემბრანული ფირფიტისაგან (ლამელისაგან).

ციტოპლაზმის შიგა მემბრანულ სტრუქტურებს, რომლებიც განსაზღვრულ როლს ასრულებენ ფოტოსინთეზში, მიეკუთვნება მწვანე ბაქტერიების ქლოროსომები და ციანობაქტერიების ფიკობილისომები. ამ სტრუქტურებში ლოკალიზებულია პიგმენტები, რომლებიც შთანთქავენ სინათლის ქვანთებს და გადასცემენ რეაქციულ ცენტრს. ქლოროსომები 90-150 ნმ სიგრძის ბუშტებია, რომლებიც გარემოცულია ერთშრიანი ელექტრულად მკვრივი მემბრანით. მათში ლოკალიზებულია ბაქტერიოქლოროფილი c, d და e. აგრეთვე, ცილოვანი ბუნების არის ფიკობილიპროტეიდები, რომლებიც ციანობაქტერიების ფიკობილისომებში გვხვდება.

ფოტოტროფულ და ქემოლიტროფულ ბაქტერიებში გვხვდება ციტოპლაზმისშიგა სტრუქტურები, რომელთაც მრავალწახნაგის ფორმა აქვთ და უწოდებენ კარბოქსისომებს. ელექტრონული მიკროსკოპით დადგინდა, რომ ისინი ავსებულია გრანულარული შემცველობით და გარემოცულია ცილოვანი ბუნების ერთშრიანი მემბრანით. კარბოქსისომები შეიცავს რიბულეზოდიფოსფატკარბოქსილაზას – ფერმენტს, რომელიც აკატალიზებს CO_2-ის ფიქსაციას რობულეზოდიფოსფატამდე კალვინის ციკლის მიხედვით.

ციტოპლაზმისშიგა სტრუქტურებს მიეკუთვნება, აგრეთვე, აეროსომები ანუ გაზით სავსე ვაკუოლები. ისინი ძირითადად გვხვდება წყლის პროკარიოტებში. აეროსომები რთულად ორგანიზებული სტრუქტურებია და შედგებიან მრავალრიცხოვანი რეგულარულად განლაგებული გაზის ბუშტისაგან. ყოველი ბუშტი გარემოცულია ერთშრიანი ცილოვანი მემბრანით და ავსებულია აირით. მემბრანა გამტარია გაზებისათვის, მაგრამ არ ატარებს წყალს. გაზის მუშტების რიცხვი აეროსომებში სხვადასხვა სახეობისათვის სხვადასხვაა და გარემო არის პირობებზეა დამოკიდებული. აეროსომების ძირითადი ფუნქციაა წყლის მიკროორგანიზმების ცურვა. მიკროორგანიზმები მათი მეშვეობით არეგულირებენ წყლის სიღრმეს და არჩევენ უფრო ხელსაყრელ პირობებს.

აეროსომების მოცულობის გადიდება ციტოპლაზმის სიმკვრივეს ამცირებს და უჯრედები გადაინაცვლებს წყლის ზედა ფენებში. გაზის ვაკუოლების შეკუმშვა კი პირიქით, იწვევს უჯრედების ჩაძირვას წყალში. გაზის ვაკუოლები უმეტესად აქვთ ისეთ სახეობებს, რომლებიც არ ივითარებენ შოლტებს. ამდენად, ისინი წარმოადგენენ შოლტების ალტერნატიულ სტრუქტურებს, რომელთა საშუალებით ხორციელდება მოძრაობა ვერტიკალურ სიბრტყეში.

მეზოსომები

პროკარიოტებში ციტოპლაზმური მემბრანის ლოკალური ჩაზნექვის შედეგად წარმოიშობა მეზოსომები. ისინი დამახასიათებელია გრამდადებითი პროკარიოტებისათვის. გრამუარყოფითებში მეზოსომები გვხდება იშვიათად და მარტივადაა ლოკალიზებული. მეზოსომები ერთმანეთისაგან განსხვავდება ზომით, ფორმითა და უჯრედში ლოკალიზაციით. განასხვავებენ სამი ტიპის მეზოსომებს: ლამელარული (ფირფიტნაირი), ვეზიკულური (ბუშტების ფორმა აქვს) და ტუბულარული (მილების სახით).

მეზოსომების როლის შესახებ პროკარიოტულ უჯრედებში არსებობს სხვადასხვა თვალსაზრისი. ერთ-ერთი თვალსაზრისის მიხედვით მეზოსომები არ წარმოადგენენ პროკარიოტების აუცილებელ სტრუქტურებს და ისინი იწვევენ უჯრედის რომელიმე ფუნქციის გაძლიერებას. კერძოდ, ადიდებენ მემბრანის საერთო „სამუშაო“ ზედაპირს. არის მონაცემები იმის შესახებ, რომ მე-

ზოსომებთან დაკავშირებულია უჯრედის ენერგეტიკული მეტაბოლიზმის გაძლიერება. მეზოსომები გარკვეულ როლს ასრულებენ ქრომოსომების რეპლიკაციაში. ზოგიერთ გრამდადებით ბაქტერიაში აღმოჩენილია მათი მონაწილეობა სეკრეტორულ პროცესებში. არის თვალსაზრისი, რომლის მიხედვითაც მეზოსომები არ ღებულობენ აქტიურ მონაწილეობას უჯრედის მეტაბოლიზმის პროცესებში. ერთდროულად სხვადასხვა თვალსაზრისის არსებობა მეზოსომების როლის შესახებ პროკარიოტულ უჯრედებში მიუთითებს იმაზე, რომ მათი ფუნქციები ჯერ კიდევ არაა ბოლომდე შესწავლილი.

5.6. ციტოპლაზმა

უჯრედის შემცველობა, რომელიც შემოსაზღვრულია ციტოპლაზმური მემბრანით, წარმოადგენს ციტოპლაზმას, ხოლო ციტოპლაზმას პლაზმურ მემბრანასთან ერთად ეწოდება პროტოპლასტი. ციტოპლაზმის ფრაქცია, რომელსაც აქვს ჰომოგენული კონსისტენცია და შეიცავს ხსნად რნმ-ს, ხსნად ფერმენტულ ცილებს, მეტაბოლიზმის რეაქციების სუბსტრატსა და პროდუქტს, ეწოდება ციტოზოლი. ციტოპლაზმის მეორე ნაწილი წარმოდგენილია სხვადასხვაგვარი სტრუქტურული ელემენტებით: ციტოპლაზმის შიგა მემბრანები, გენეტიკური აპარატი, რიბოსომები და სხვადასხვა ქიმიური ბუნებისა და ფუნქციური დანიშნულების ჩანართები.

ხსნადი ფერმენტები მონაწილეობენ მრავალრიცხოვანი სხვადასხვა სინთეზისა და დაშლის რეაქციებში. ხსნადი რნმ (მატრიცული რნმ), ტრანსპორტული რნმ და რიბოსომები მონაწილეობენ ცილების სინთეზში.

ცილები. ცილები შედგებიან ამინომჟავებისაგან, რომლებიც შეერთებულია ერთმანეთთან განსაზღვრული თანმიმდევრობის პეპტიდური ბმებით, რის შედეგადაც წარმოიქმნება პოლიპეპტიდური ჯაჭვი. ამ ჯაჭვს აქვს განსაზღვრული სივრცითი კონფიგურაცია, რომელიც სტაბილიზირდება დამატებითი ბმებით (როგორც კოვალენტურით, ასევე არაკოვალენტურით). განასხვავებენ

ცილის რამდენიმე სტრუქტურულ დონეს. ცილის **პირველად** სტრუქტურას განსაზღვრავს კოვალენტურად დაკავშირებული ამინომჟავების რიცხვი და თანმიმდევრობა. ცილის **მეორეულ** სტრუქტურას განაპირობებს წყალბადური ბმები, რომელიც წარმოიქმნება კარბონილის ჯგუფის ჟანგბადის ატომსა და ამიდური ჯგუფის წყალბადატომს შორის, რომელმაც შეიძლება წარმოქმნას სპირალური (α-სპირალი) ან ნაოჭიანი კონფიგურაცია. **მესამეულ** სტრუქტურას ქმნის სხვა წყალბადური ბმები, იონური ბმები და არაპოლარული (ჰიდროფობური) ურთიერთქმედება. პოლიპეპტიდური ჯაჭვები ერთმანეთს შეუძლია დაუკავშირდეს კოვალენტურად. მაგალითად, დისულფიდური ბმებით, რომლებიც წარმოიქმნება SH-ჯგუფების დაჟანგვისას. და ბოლოს რამდენიმე პოლიპეპტიდური ჯაჭვის ურთერთქმედების შედეგად წარმოიქმნება მოლეკულური აგრეგატები. ცილის ასეთ აგებულებას ეწოდება **მეოთხეული** სტრუქტურა. მეოთხეული სტრუქტურისას ცილა შედგება განსაზღვრული რიცხვის პოლიპეპტიდური ჯაჭვების ანუ სუბერთეულებისაგან.

5.7. ნუკლეოიდი

როგორც პრაკარიოტებში, ასევე ეუკარიოტებში ბირთვი მემკვიდრეული ინფორმაციის მატარებელია. პროკარიოტების ბირთვი ესაა სტრუქტურა, რომელიც ფუნქციურად იგივეა, რაც ეუკარიოტების ბირთვი, მაგრამ მისგან განსხვავდება ზოგი თავისებურებით: არა აქვს ბირთვის მემბრანა, ბირთვაკი, არ ახასიათებს მიტოზი და მეიოზი. ბაქტერიების ბირთვი წარმოდგენილია ერთი მოლეკულა დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავით (დნმ) და მას „ბაქტერიული ქრომოსომა“ ანუ ნუკლეოიდი ეწოდება.

ნუკლეოიდის მორფოლოგია იცვლება კულტურის ზრდის ფაზისა და კულტივირების პირობების მიხედვით. ჩვეულებრივ, მას აქვს არასწორი დატოტვილი ფორმა. ზოგჯერ იგი ჩხირისებრი ან სფერული ფორმისაა. მიკროორგანიზმების ბირთვის დანახვა შეიძლება მხოლოდ ელექტრონული მიკროსკოპით ან სპეციალური მეთოდებით შედებვის შემდეგ სინათლის მიკროსკოპით. ლა-

ბორატორიულ პრაქტიკაში უფრო ხშირად იყენებენ ბირთვის გამოვლენის ორ მეთოდს: ფელგენის რეაქციას და შეღებვას რომანოვსკი-გიმზას მიხედვით.

ფელგენის რეაქცია ითვალისწინებს ჰიდროქსილეგულინის ალდეჰიდის აღმოჩენას, რომელიც წარმოიქმნება დეზოქსირიბოზის ჰიდროლიზისას. ალდეჰიდს უნარი აქვს შეეიდეს რეაქციაში უფერულ ფუქსინგოგირდმჟავასთან (შიფის რეაქცია). მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება მოწითალო-იისფრად შეფერილი ბირთვის ნივთიერება, ხოლო წითლად – ციტოპლაზმა.

5.8. რიბოსომები

ისინი რიბონუკლეოპროტეიდული ნაწილაკებია 15-20 ნმ ზომისა. მათი რაოდენობა უჯრედში ცილის სინთეზის პროცესის ინტენსიეობაზეა დამოკიდებული. E. coli-ის სწრაფად მზარდ უჯრედში 15000-მდე რიბოსომაა. პროკარიოტების რიბოსომები 70 S-იანი ნაწილაკებია. ისინი ორი სუბერთეულისაგან შედგება (30 S-იანი და 50-S-იანი), რომლებიც 70 S-იან რიბოსომას წარმოქმნიან. ამის გამოა, რომ ბაქტერიული და ეუკარიოტული რიბოსომები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან (70 S და 80 S), რასაც გადამწყეეტი მნიშვნელობა აქვს ინფექციური დაავადებების წინააღმდეგ საბრძოლველად. ზოგიერთი ანტიბიოტიკი ნაწილობრივ ან სრულად ახდენს ცილის სინთეზის ბლოკირებას, რომელიც 70 S-იან რიბოსომაზე მიმდინარეობს, მაგრამ არ მოქმედებს 80-S-იანი რიბოსომის ფუნქციაზე. ცილის სინთეზში მონაწილეობს არა ცალკეული რიბოსომა, არამედ – ერთად რამდენიმე რიბოსომა, რომელსაც პოლირიბოსომას ანუ პოლისომას უწოდებენ.

5.9. მემკვიდრეობის არაქრომოსომული ფაქტორები-პლაზმიდები

მრავალ მიკროორგანიმში, კერძოდ, ბაქტერიებში გვხვდება მემკვიდრეობის არაქრომოსომული ფაქტორები. ისინი წარმოდგენილია პლაზმიდებით, ტრანსპოზონებით და IS- თანმიმდეერობებით, რომელბიც წარმოადგენენ დნმ-ის მოლეკულებს. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მოლეკულური მასით, მათში კოდირებული ინფორმაციის მოცულობით, ავტონომიურად რეპლიკაციის უნარით და სხვა ნიშნებით.

პლაზმიდები, ტრანსპოზონები და IS-თანმიმდეერობები არ წარმოადგენენ გენეტიკურ ელემენტებს, ბაქტერიული უჯრედისათვის სასიცოცხლოდ აუცილებელს. მათ არა აქვთ ინფორმაცია ფერმენტების სინთეზის შესახებ. ისინი მონაწილეობას ღებულობენ მეტაბოლიზმში. პლაზმიდები ბაქტერიებს ანიჭებენ გარკვეულ უპირატესობას. მაგალითად, რეზისტენტობას ანტიბიოტიკების მიმართ.

პლაზმიდები ფიზიკურად არაა დაკავშირებული ქრომოსომებთან (ავტონომიური მდგომარეობა) ან ჩაშენებულია მასში (ინტეგრირებული მდგომარეობა). ავტონომიურ მდგომარეობაში პლაზმიდები დამოუკიდებლად რეპლიცირდებიან. ტრანსპოზონები და IS-თანმიმდეერობები ყველა შემთხვევაში დაკავშირებული არიან ქრომოსომებთან და დამოუკიდებლად რეპლიკაციის უნარი არ გააჩნიათ.

პლაზმიდებს ორი ფუნქცია აქვთ: რეგულიატორული და მაკოდირებელი. პირველი ფუნქცია მდგომარეობს მასპინძელი უჯრედის დნმ მეტაბოლიზმის დარღვევის კომპენსაციაში. პლაზმიდის მაკოდირებელი ფუნქციაა ბაქტერიულ უჯრედში ახალი ინფორმაციის შეტანა. მაგალითად, პილის წარმოქმნა (F -პლაზმიდი), რეზისტენტულობა ანტიბიოტიკებისადმი (R -პლაზმიდი), ბაქტერიოცინების გამოყოფა (Col. -პლაზმიდები) და სხვა.

F-პლაზმიდი ანუ სქესობრივი ფაქტორი წარმოადგენს დნმ-ის რგოლურად ჩაკეტილ ძაფს, მოლეკულური მასით $60 \cdot 10^6$. ის აკონტროლებს F-პილის სინთეზს, რომელსაც უნარი აქვს ეფექტურად შეუწყვეილდეს ბაქტერია-დონორი რეციპიენტ უჯრედს კონიუგაციისას. ამ შემთხვევაში პლაზმიდი რეპლიცირდება ქრომოსომისგან დამოუკიდებლად და ბაქტერია-რეციპიენტის უჯრედში გადაეცემა კონიუგაციისას.

R-პლაზმიდი განაპირობებს მასპინძელი ბაქტერიის გამძლეო-

ბას სხვადასხვა წამლეული პრეპარატებისადმი.

პათოგენობის პლაზმიდები აკონტროლებენ ბაქტერიების ვირულენტურ თვისებებსა და ტოქსინების წარმოქმნას.

ბაქტერიოცინოგენური პლაზმიდები აკონტროლებენ ანტიბაქტერიული ნივთიერებების – ბაქტერიოცინების სინთეზის უნარს. ბაქტერიოცინები აღმოჩენილია ნაწლავთა ბაქტერიებში (კოლიცინები), ქოლერის ვიბრიონში (ვიბრიოცინი), სტაფილოკოკებში (სტაფილოცინი) და სხვა.

ტრანსპოზონები წარმოადგენენ ნუკლეოტიდურ თანმიმდევრობებს. ისინი შესაძლებელია არსებობდნენ თავისუფალ მდგომარეობაში რგოლური მოლეკულის სახით. მათ არა აქვთ რეპლიცირების უნარი. მათი რეპლიცირება ხდება მხოლოდ ბაქტერიულ ქრომოსომაში.

IS-თანმიმდევრობები ესაა დნმ-ის ფრაგმენტი, რომელიც შეიცავს 1000 წყვილ და უფრო მეტ ნუკლეოტიდს. თავისუფალ მდგომარეობაში ისინი არაა აღმოჩენილი, რაც იმას მოწმობს, რომ მათ დამოუკიდებლად რეპლიცირება არ შეუძლიათ.

5.10. ბაქტერიული უჯრედის სამარაგო ნივთიერებები

მიკრობულ უჯრედში ცხოველმყოფელობის პროცესში წარმოიქმნება პოლისაქარიდები, პოლიფოსფატები, ცხიმის მსგავსი ნივთიერებები და სხვა. მათ უჯრედის სამარაგო ნივთიერებები ანუ ჩანართები ეწოდებათ. მათი წარმოქმნა დამოკიდებულია მიკრობთა კულტივირების პირობებზე. ჩანართების აღმოჩენა მიკროორგანიზმთა უჯრედებში ხდება სხვადასხვა მიკროქიმიური რეაქციებით.

პოლისაქარიდები წარმოდგენილია სახამებლით (ციანობაქტერიები), გრანულეზით – სახამებლის მსგავსი ნივთიერებით (ერბომჟავა ბაქტერიები), გლიკოგენით – გლუკოზის პოლიმერით (საფუვრები, თივის ჩხირი, ნაწლავის ჩხირი, სალმონელები და არქებაქტერიები).

გლიკოგენი განიხილება, როგორც უჯრედშიგა სამარაგო ნივთიერება, რომელიც წარმოადგენს ნახშირბადისა და ენერგიის

წყაროს. უკანასკნელ პერიოდში ძუძუმწოვრებისა და ბაქტერიების უჯრედებში აღმოჩენილია დნმ-გლიკოგენი, რნმ-გლიკოგენი, ცილა-გლიკოგენის კომპლექსები. გლიკოგენის შეკავშირებული ფორმების ფუნქცია ჯერჯერობით არაა დადგენილი. ვარაუდობენ, რომ ისინი უჯრედში ასრულებენ დამცველ და მასტაბილიზებელ როლს, რომელიც ახდენს რნმ-ის ტუტე ჰიდროლიზის ინჰიბირებას. გლიკოგენის კომპლექსები, აგრეთვე, მონაწილეობენ რეგულიატორულ მექანიზმებში, აკონტროლებენ უჯრედის დაყოფასა და ზრდას.

ზემოჩამოთვილი ჩანართები დამახასიათებელია როგორც პროკარიოტების, ისე ეუკარიოტებისათვის. ისინი უაზოტო ორგანული სამარაგო ნივთიერებებია. ჩანართებს მიეკუთვნება, აგრეთვე, პოლი–β-ოქსიერბოს მჟავა, რომელიც მხოლოდ პროკარიოტებისათვის არის დამახასიათებელი.

ზოგიერთი მიკროორგანიზმი მხოლოდ ერთი სახის სამარაგო ნივთიერებას წარმოქმნის. მაგალითად, ნაწლავის ჯგუფის მრავალი ბაქტერია, ციანობაქტერიები, სპორის წარმომშობი ბაქტერიების გვარები Bacillus და Clostridium ასინთეზებს მხოლოდ გლიკოგენსა და სახამებელს. Pseudomonas გვარის მრავალი სახეობა, აზოტობაქტერის ჯგუფის მიკროორგანიზმები (Azotobacter), კოჟრის ბაქტერიები (გვარი Rhizobium). სპირილები სამარაგო ნივთიერებების სახით წარმოქმნიან პოლი–β-ოქსიერბოს მჟავას. ზოგიერთი სახეობის ბაქტერია ორი ტიპის სამარაგო ნივთიერებას ასინთეზებს (გლიკოგენი, პოლი–β-ოქსიერბოს მჟავა), მაგალითად, მეწამული ბაქტერიები და ციანობაქტერიების ზოგიერთი სახეობა. ზოგი ბაქტერია კი საერთოდ არ წარმოქმნის სპეციფიკურ უაზოტო სამარაგო ნივთიერებას. მაგალითად, Pseudomonas.

ნახშირბადით მდიდარ და აზოტით ღარიბ საკვებ არეზე მიკროორგანიზმებში ინტენსიურად გროვდება ცხიმის მსგავსი ნივთიერებები. როცა C:N-თან მეტია 10-ზე, ცხიმის მსგავსი ნივთიერება წარმოდგენილია ნეიტრალური ცხიმებით და პოლი–β-ოქსიერბოს მჟავათი. ცხიმის მსგავსი ნივთიერებების დანახვა შეიძლება გაჭყლეტილი წვეთის პრეპარატში სინათლის მიკროსკოპით. მათ აღმოაჩენენ სუდან III (0.1 გრ სუდან III და 20 მლ 96%

ეთილის სპირტი) ან სუდან შავი B (0.5% ხსნარი 70%-იან ეთანოლში). ეს შეღებილი ნაერთები იხსნება ცხიმში, რის გამოც ცხიმის მსგავსი ნივთიერებები იღებებიან.

პოლიფოსფატები ანუ ვოლუტინის მარცვლები პირველად აღმოჩენილ იქნა Spirillum volutans-ში. ამის გამო ამ მეტაქრომატულ მარცვლებს ვოლუტინის მარცვლები უწოდეს. ვოლუტინს აქვს მეტაქრომატიზაციის – საღებავის ფერის ცვლილების უნარი (ბერძ. meta – ცვლილება, chroma – ფერი). ვოლუტინი გავრცელებულია ძმარმჟავას, რძემჟავას, აზოტმაფიქსირებელ ბაქტერიებსა და აქტინომიცეტებში, სოკოებში, განსაკუთრებით საფუვრებში. წყალმცენარეებში, ბაქტერიებსა და აქტინომიცეტებში ვოლუტინი ციტოპლაზმაშია ლოკალიზებული. საფუვრებსა და მიცელიალურ სოკოებში – ვაკუოლებში. ახალგაზრდა უჯრედებში ვოლუტინი დიდი რაოდენობითაა. ვოლუტინის აღმოჩენა ხდება მეტაქრომატიზაციის საფუძველზე. მეთილენის ლილით ისინი იღებებიან არა ლურჯად, არამედ – მოწითალო ლურჯად. ვოლუტინის შეღებვა ხდება ნეისერისა და ომელიანსკის მიხედვით.

ცილოვანი კრისტალები უჯრედებში განლაგებულია სპორასთან და წარმოიქმნება სპორის წარმოქმნის წინ. ცილოვანი კრისტალები ახასიათებს ზოგიერთი სახის ბაცილას. მაგალითად, Bacillus thuringiensis-ს. ისინი ტოქსიკურია ზოგიერთი მწერის მიმართ. ენდოსპორასთან ერთად ცილოვანი კრისტალები თავისუფლდება უჯრედიდან და ხედება მცენარის ზედაპირზე. საკვებთან ერთად კი – მწერის ნაწლავებში, იხსნება მის ტუტე შემცველობაში და იწვევს ნაწლავის კედლის ეპითელიუმის უჯრედების გაფაშრებას, რაც განაპირობებს სითხის დიფუზიას ნაწლავებიდან სისხლში. ეს იწვევს ნაწლავების დამბლას. Bac. thuringiensis-ის ცილოვანი კრისტალები არაა ტოქსიკური ცხოველებისა და მცენარეებისათვის, რაც განაპირობებს მათ ფართოდ გამოყენებას სოფლის მეურნეობაში მავნე მწერების წინააღმდეგ.

5.11. პროტოპლასტი, სფეროპლასტი, L-ფორმები

მზარდ ბაქტერიულ კულტურაზე პენიცილინის მოქმედებით წარმოიქმნება უგარსო ბაქტერიები, რომელთაც უჯრედის კედელი არ უვითარდებათ. მათ უწოდებენ პროტოპლასტს, სფეროპლასტს, L-ფორმებს. სფეროპლასტს, პროტოპლასტს სრულიად დაკარგული აქვთ უჯრედის კედელი. პეპტიდოგლიკანის არარსებობის გამო ისინი იღებენ სფერულ ფორმას. ჩვეულებრივ იზოტონურ ხსნარში პროტოპლასტი და სფეროპლასტი პლაზმოლიზს განიცდის. მხოლოდ საქაროზის ან ნატრიუმის ქლორიდისგან მომზადებულ ჰიპერტონულ ხსნარში უჯრედები სუსტ მეტაბოლიტურ აქტიურობას ინარჩუნებენ, მაგრამ გამრავლების უნარს კარგავენ.

ბაქტერიებს, რომლებსაც მთლიანად ან ნაწილობრივ დაკარგული აქვთ უჯრედის კედელი, მაგრამ შენარჩუნებული აქვთ გამრავლების უნარი, L-ფორმები ეწოდებათ ლისტერის სახელობის ინტიტუტის პატივსაცემად. აქ ისინი პირველად იქნენ გამოყოფილნი. L-ფორმის ბაქტერიები მორფოლოგიურად ერთმანეთისაგან არ განსხვავდებიან. ისინი სხვადასხვა ზომის სფერულ წარმონაქმნებს წარმოადგენენ. L-ფორმები ბუნებრივ პირობებში ადამიანის ორგანიზმში ზოგიერთი ანტიბიოტიკით, უფრო ხშირად პენიცილინით, ხანგრძლივი მკურნალობის დროს წარმოიქმნებიან.

განასხვავებენ არასტაბილურ და სტაბილურ L-ფორმის ბაქტერიებს. პირველებს შეუძლიათ რევერსია საწყის ფორმაში, თუ მოიხსნება მათი წარმომშობი მიზეზები. ისინი უჯრედის კედლის პეპტიდოგლიკანის სინთეზის უნარს აღიდგენენ. სტაბილური L-ფორმების ბაქტერიებს კი რევერსია არ შეუძლიათ. სხვადასხვა ბაქტერიების L-ფორმები ბევრი ინფექციური დაავადების პათოგენეზში მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ.

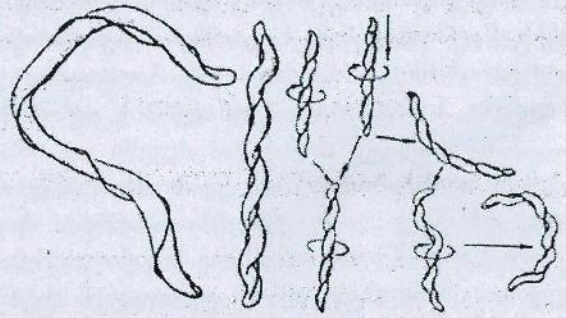
5.12. ბაქტერიების მოძრაობა და შოლტები

არსებობს მოძრავი და უძრავი ბაქტერიები. მოძრაობას აკვირდებიან ცოცხალ მდგომარეობაში. ჩვეულებრივ, სწავლობენ ახალგაზრდა ბაქტერიების მოძრაობას, რომელიც მყარ ან თხევად საკვებ არეზეა გაზრდილი. უმჯობესია ხორცპეპტონიანი ბულიონი. მათ მოძრაობაზე დაკვირვებისათვის ამზადებენ გაჭყლეტილი წვეთის ან ჩაკიდული წვეთის პრეპარატებს.

ბაქტერიების მოძრაობის სხვადასხვა ტიპია ცნობილი: სრიალა, ბრუნვითი და შოლტებით.

სრიალა მოძრაობა ხდება ბაქტერიების უჯრედის კედელში არსებული კუმშვადი ცილების მეშვეობით. ახასიათებთ მიქსობაქტერიებსა და ციანობაქტერიებს. ასეთი მოძრაობის სიჩქარე არის 2-10 მკმ/წმ-ში.

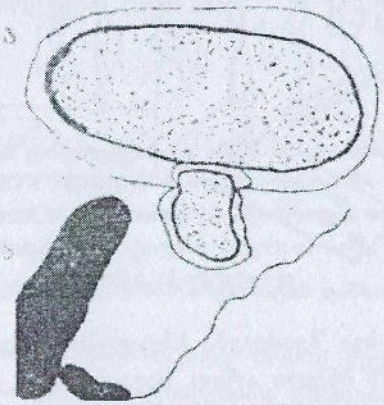
ბრუნვითი მოძრაობა ხორციელდება უჯრედის სპეციალური ორგანოიდის – ღერძული ძაფის მეშვეობით. ის შედგება ფიბრილებისაგან (2-100 ან უფრო მეტი). იგი სტრუქტურით ბაქტერიების შოლტების ჰომოლოგიურია. ახასიათებთ სპიროქეტებს (სურ.21).



სურ.21. სპიროქეტის მოძრაობის სქემა

ბაქტერიების მოძრაობის ყველაზე გავრცელებული ტიპია შოლტებით მოძრაობა. შოლტები წვრილი წარმონაქმნებია. მათი განივი დიამეტრი 10-20 ნმ-ია, მხოლოდ ზოგიერთი სახეობის ბაქტერიას აქვს უფრო სქელი შოლტი. მაგალითად, Bdellovibrio 40-

60 ნმ (სურ.22).



სურ.22. Bdellovibrio bacteriovorus

ა-მასპინძლის უჯრედზე მიმაგრება; ბ-მასპინძლის უჯრედში შეღწევა.

შოლტების რიცხვი, ზომა და განლაგება დამახასიათებელია სახეობისათვის და სისტემატიკურ ნიშანს წარმოადგენს. უკანასკნელ პერიოდში არის მონაცემები, რომ შოლტების რიცხვი და განლაგება იცვლება კულტივირების პირობების მიხედვით, ამიტომ ტაქსონომიაში ამ ნიშნის გამოყენება არცთუ ძალიან სარწმუნოა. შოლტები შეიძლება განლაგებული იყოს პოლუსზე ან გვერდით კედელზე – ლატერალურად. თუ პოლუსზე ერთი შოლტია, მას ეწოდება მონოპოლარული მონოტრიქი. მაგალითად, Vibrio. როცა ერთ პოლუსზე შოლტების კონაა, ეწოდება მონოპოლარული პოლიტრიქი. თუ ორივე პოლუსზე შოლტების კონაა, ეწოდება ბიპოლარული პოლიტრიქი. მაგალითად, Spirillum. ზოგჯერ შოლტები უჯრედის მთელ ზედაპირზეა განლაგებული. მას პერიტრიქი ეწოდება. Bacillaceae, Enterobacteriaceae. შოლტების რიცხვი განსხვავებულია. მაგალითად, სპირილებს აქვთ 3-50 შოლტი, ვიბრიონებს – 1; 2 ან 3, ჩხირისებრ ბაქტერიებს – 50-100. შოლტი შედგება ცილა ფლაგელინისაგან. ისინი ბაქტერიული უჯრედის აუცილებელ სტრუქტურებს არ წარმოადგენენ. შოლტი შეიძლება დაიშალოს, ხოლო უჯრედი ცხოველუნარიანი რჩება (სურ.23).

სურ.23. შოლტების განლაგების სქემა და ბაქტერიების მოძრაობის მიმართულება
ა-მონოპოლარული მონოტრიქი: 1-Vibrio
ბ-მონოპოლარული პოლიტრიქი: 2-Pseudomonas; 3-Chromatium; 4-Thiospirilum.
გ-ბიპოლარული პოლიტრიქი: 5-Spirilum.
დ-პერიტრიქი: 6-Proteus.

შოლტის დანახვა შეიძლება სხვადასხვა მეთოდით:

1. მიკროსკოპის ბნელი არით. მაგალითად, სპირილებში, როცა შოლტების მოძრაობა ჩანს ციმციმის სახით.

2. ფაზურ-კონტრასტული მიკროსკოპით. მაგალითად, Bdellovibrio.

3. ყველაზე კარგ შედეგს იძლევა ელექტრონული მიკროსკოპი.

4. შეღებვის სპეციალური, რთული მეთოდების გამოყენებით, რომლის დროსაც შოლტის ზედაპირზე ილექება საღებავი, რაც შოლტის დიამეტრს ადიდებს.

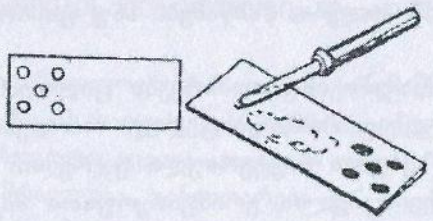
შოლტები მყიფე წარმონაქმნები არიან, ადვილად წყდებიან უჯრედს, ამიტომ პრეპარატის დამზადება მოითხოვს გარკვეული პირობების დაცვას:

1. გამოიყენება ახალგაზრდა, 12-18 საათიანი კულტურა, რომელიც გაზრდილია მყარ ან თხევად საკვებ არეზე ოპტიმალური ტემპერატურის პირობებში.

2. ბაქტერიებს ათავსებენ 2 მლ ონკანის სტერილურ წყალში, რომელსაც წინასწარ აცხელებენ იმ ტემპერატურამდე, რომელზედაც გაიზარდა კულტურა. უჯრედებს ფრთხილად იღებენ მარყუჟით, გადააქვთ წყლიან სინჯარაში და ჩაძირავენ მასში ისე, რომ არ შეინჯღრეს.

3. იღებენ სუფთა სასაგნე მინას, გაატარებენ მას 2-3-ჯერ სპირტქურის ალზე და გააცივებენ.

4. უჯრედები ადვილად კარგავენ შოლტებს ნაცხის დამზადებისას. ამიტომ დიდი მნიშვნელობა აქვს სუსპენზიის მინაზე მოთავსების ხერხს, რაც შეიძლება გაკეთდეს პასტერის პიპეტით ან უმჯობესია – მარყუჟით (სურ.24).



სურ.24. შოლტების შეღებვისას პრეპარატის დამზადების სქემა

სასაგნე მინაზე ათავსებენ მცირე ზომის წვეთს მინის კიდესთან ახლოს, ერთმანეთის დაცილებით. წვეთებს აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე და შემდეგ ღებავენ ლეფლერის ლილით. მიკროსკოპირებისას ყურადღებას აქცევენ შოლტების განლაგებას, მათ რაოდენობას, სიგრძეს, კონფიგურაციას. ამ ნიშნებს სადიაგნოსტიკო მნიშვნელობა აქვთ განსაკუთრებით – ჩხირისებრი გრამუარყოფითი ბაქტერიების იდენტიფიკაციისას. უმეტესი ბაქტერიების შოლტების საშუალო სიგრძე 7-14 მკმ-ია, მაგრამ შეიძლება მიაღწიოს 74 მკმ-ს, რაც დამოკიდებულია ბაქტერიების სახეობრივ თავისებურებაზე, მათ ასაკსა და კულტივირების პირობებზე.

კონფიგურაციის მიხედვით შოლტები შეიძლება იყოს სწორი ან დახვეული.

მიკროორგანიზმის მჟავაგამძლეობა ესაა უჯრედის უნარი, შეიღებოს კარბოლფუქსინის ცილიას საღებავით. ამ დროს მოქმედებს ორი ფაქტორი: საღებავის კონცენტრირებული ხსნარი და ტემპერატურა.

მჟავაგამძლეობა ახასიათებთ ზოგიერთ მიკობაქტერიას და ნოკარდიას. იგი განპირობებულია უჯრედის კედლის ქიმიური შედგენილობის თავისებურებით და რთული ლიპიდების მაღალი შემცველობით, კერძოდ, მიკოლის მჟავათი (მიკოლის მჟავა ესაა მაღალმოლეკულური ოქსიმჟავა 20 ან მეტი ნახშირბადატომით).

მჟავაგამძლე ბაქტერიების გამოვლენისათვის იყენებენ ცილიანილსენის მეთოდს. მჟავაგამძლე ბაქტერიებია: ტუბერკულოზის

5.13. პილები, წამწამები ანუ ფიმბრიები

პილები, წამწამები ანუ ფიმბრიები ცილოვანი ბუნების წვრილი, მოკლე ძაფებია, რომლებიც დიდი რაოდენობით (ათასობით) არის ლოკალიზებული ბაქტერიული უჯრედის ირგვლივ. უმთავრესად დამახასიათებელია გრამუარყოფითი მიკროორგანიზმებისათვის. შოლტების მსგავსად, ისინი მიმაგრებული არიან უჯრედის კედელზე, მაგრამ შოლტებთან შედარებით გაცილებით მოკლენი და წვრილები არიან (სიგრძე – 0.1-1.2 მკმ, სისქე – 2.5 ნმ). ისინი შოლტებისაგან ქიმიური შედგენილობითაც განსხვავდება. ფიმბრიები ცილა პილინისაგანაა აგებული.

გადაადგილების გარდა, ფიმბრიების ბიოლოგიური მნიშვნელობა გამოიხატება ბაქტერიების მიმაგრებაში გარკვეულ ზედაპირზე. მრავალი პათოგენური ბაქტერიისათვის ფიმბრიები წარმოადგენენ პათოგენურობის მნიშვნელოვან ფაქტორს. მათი მეშვეობით ხდება ადგეზია და კოლონიზაცია. განასხვავებენ სხვადასხვა ტიპის პილებს. ყველაზე კარგად შესწავლილია I და II ტიპის პილები. I ტიპის პილები მასპინძლის ორგანიზმის გარკვეულ უჯრედებთან მიმაგრებას უზრუნველყოფენ (ადგეზია ნებისმიერი ინფექციური პროცესის საწყისი სტადიაა). II ტიპის პილები (კონიუგაციის ანუ სასქესო – sex pili) მონაწილეობენ ბაქტერიების კონიუგაციაში, რაც უზრუნველყოფს გენეტიკური მასალის ერთი ნაწილის გადატანას დონორი-უჯრედიდან რეციპიენტში.

თავი VI
ბაქტერიების ფიზიოლოგია და ბიოქიმია

ბაქტერიების ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური თავისებურებანი მათი სისტემატიკის საფუძველს წარმოადგენს.

ბაქტერიებს, როგორც ყველა ცოცხალ ორგანიზმს ახასიათებს კვება, ზრდა, გამრავლება, განვითარება და სიკვდილი. თუმცა , ყველა ეს პროცესი ბაქტერიებში გარკვეული თავისებურებებით მიმდინარეობს.

ბაქტერიულ უჯრედში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების ერთობლიობა ქმნის მეტაბოლიზმს, რომელიც შედგება ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო, მაგრამ ამასთან ურთიერთდაკავშირებული პროცესის: ანაბოლოზმისა და კატაბოლიზმისაგან.

ანაბოლიზმი წარმოადგენს ბიოქიმიური რეაქციების ერთობლიობას. ამ დროს ხდება უჯრედის კომპონენტების სინთეზი.

კატაბოლიზმი რთული ნივთიერებების დაშლაა მარტივად. ამ დროს თავისუფლდება ენერგია.

6.1. ბაქტერიების კვების ტიპები

ბაქტერიების უმეტესობა არსებობს ისეთ გარემოში, რომელიც ნაკლებად უზრუნველყოფს მათ წყლით, მარილებითა და ორგანული ნივთიერებებით. ამის გამო უჯრედსა და გარემოს შორის განუწყვეტლივ ხდება ნივთიერებათა ცვლა, რაც კონტროლირდება ციტოპლაზმური მემბრანის საშუალებით. მემბრანას ახასიათებს არათანაბარი შეღწევადობა. ამიტომ ნივთიერებებს ატარებს შერჩევით.

ყველაზე მნიშვნელოვანი ქიმიური ელემენტებია: ჟანგბადი, ნახშირბადი, წყალბადი და აზოტი. მათ ორგანოგენებს უწოდებენ.

ნახშირბადის სხვადასხვა წყაროს შეთვისების უნარის მიხედვით ყველა მიკროოგანიზმი იყოფა ავტოტროფებად და ჰეტე-

როტროფებად.

ავტოტროფები ეს ის ორგანიზმებია (მცენარეები, ფოტოტროფული ბაქტერიები), რომლებიც არაორგანული შენაერთებიდან თვითონ ასინთეზებენ მათთვის აუცილებელ ორგანულ ნივთიერებებს. ავტოტროფები უჯრედის ნახშირბადის შემცველ კომპონენტებს ასინთეზებენ CO_2-დან, როგორც ნახშირბადის ერთადერთი წყაროდან.

ჰეტეროტროფები ეს ის ორგანიზმებია (მაგ.: ადამიანი, ცხოველები და სხვა), რომელებიც თავისი კვებისათვის იყენებენ სხვადასხვა ორგანიზმების მიერ დამზადებულ ორგანულ ნივთიერებებს. ბაქტერიების შემთხვევაში ჰეტეროტროფები ის ორგანიზმებია, რომელთაც არ შეუძლიათ დაიკმაყოფილონ თავიანთი მოთხოვნილება მხოლოდ ნახშირორჟანგის ხარჯზე და მათთვის აუცილებელია მზა ორგანული ნივთიერებები. ჰეტეროტროფებს ყოფენ საპროფიტებად და პარაზიტებად.

ბაქტერიების უმეტესობა საპროფიტია. ისინი საკვებს მოიპოვებენ მცენარეებისა და ცხოველების მკვდარი ნარჩენებისაგან. მეორე ნაწილი მიკროორგანიზმებისა კი პარაზიტებია, რომლებიც ცოცხალი მცენარეებისა და ცხოველების ხარჯზე იკვებებიან.

აზოტის შემცველი შენაერთების სინთეზისათვის მიკროორგანიზმები საჭიროებს აზოტის წყაროს. ზოგიერთი მათგანი მოლეკულურ აზოტს ითვისებს ატმოსფეროდან (აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერიებიდან), არაორგანულ აზოტს – ამონიუმის მარილებიდან, ნიტრატებიდან ან ნიტრიტებიდან.

აზოტით კვების მიხედვით განასხვავებენ ამინოავტოტროფულ და ამინოჰეტეროტროფულ ბაქტერიებს. ამინოავტოტროფულები თავიანთ მოთხოვნილებას აზოტზე აკმაყოფილებენ ატმოსფერული და მინერალური აზოტის მეშვეობით. ამინოჰეტეროტროფების კვებისათვის აუცილებელია მზა ორგანული აზოტოვანი შენაერთები: ზოგიერთი ამინომჟავა, ფუძე, ვიტამინი და სხვა.

მიკროორგანიზმებს, რომელთაც ძალუძთ დაასინთეზონ მათთვის ყველა აუცილებელი ორგანული შენაერთი გლუკოზისა და ამონიუმის მარილებისაგან, უწოდებენ პროტოტროფებს. მიკროორგანიზმებს, რომელთაც არ შეუძლიათ დაასინთეზონ რომელიმე ზემოთჩამოთვლილი შენაერთი, აუქსოტროფებს უწოდებენ.

აუქსოტროფები უფრო ხშირად პათოგენური და პირობით – პათოგენური მიკროორგანიზმებია.

ნახშირბადისა და აზოტის გარდა, მიკროორგანიზმებს ესაჭიროებათ ფოსფორის, გოგირდის შემცველი შენაერთები, Mg-ის, Fe-ის, Ca-ის იონები და სხვა.

ზრდის ფაქტორებს მიეკუთვნება ამინომჟავები, პურინისა და პირიმიდინის ფუძეები, ლიპიდები, ვიტამინები და სხვა. ზოგიერთი მიკროორგანიზმი მათთვის აუცილებელ ზრდის ფაქტორებს დამოუკიდებლად ასინთეზებს, სხვები კი მათ გარემოდან იღებენ მზა სახით.

6.2. საკვები ნივთიერებების ტრანსპორტი ბაქტერიულ უჯრედში

საკვები ნივთიერებების შეღწევა ბაქტერიულ უჯრედში რთული ფიზიკურ-ქიმიური პროცესია და დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე, როგორიცაა ნივთიერებების კონცენტრაციათა სხვაობა, გარემოს pH, უჯრედის მემბრანების განვლადობა და ა. შ. არჩევენ საკვები ნივთიერებების უჯრედში შეღწევის 4 შესაძლო მექანიზმს: პასიური დიფუზია, გაადვილებული დიფუზია, აქტიური ტრანსპორტი, რადიკალების ტრანსლოკაცია.

შედარებით მარტივი პროცესია პასიური დიფუზია – ნივთიერების უჯრედში შეღწევა კონცენტრაციის გრადიენტის (სხვაობის) გამო. ამ გზით უჯრედში აღწევს მცირე ზომის მოლეკულები. მაგალითად: წყალი, აირის მოლეკულები და სხვა.

გაადვილებულ დიფუზიას ადგილი აქვს, როცა ნივთიერებების კონცენტრაცია უჯრედის გარეთ მეტია. ეს პროცესი ხორციელდება მემბრანის განსაკუთრებული ცილების – პერმიაზების საშუალებით, რომლებიც ასრულებენ სპეციფიკური ფერმენტების ფუნქციას. ისინი უერთდებიან ნივთიერებებს, გადააქვთ ციტოპლაზმაში და ათავისუფლებენ იმავე ნივთიერებას ქიმიური ცვლილების გარეშე.

მესამე მექანიზმი არის აქტიური ტრანსპორტი. ამ პროცესს ადგილი აქვს გარემოში სუბსტრატის დაბალი კონცენტრაციის დროს და ტრანსპორტირება ხდება კონცენტრაციის გრადიენტის

საწინააღმდეგოდ. ამ პროცესისათვის აუცილებელია ადენოზინტრიფოსფატი (ატფ), რომელიც ბაქტერიულ უჯრედში გროვდება ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების დროს.

საკვები ნივთიერებების ტრანსპორტის მეოთხე შესაძლო მექანიზმია რადიკალების ტრანსლოკაცია. ამ დროს განსაზღვრული საკვები ნივთიერებები იცვლიან ქიმიურ ფორმას და ამ სახით მათ უკვე შეუძლიათ გადალახონ უჯრედული მემბრანის ბარიერი. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ე. წ. ფოსფოტრანსფერაზული სისტემა. ამ სისტემის მეშვეობით ხდება მრავალი შაქრის და მათი წარმოებულების ტრანსპორტი. მაგალითად, ადგილი აქვს შაქრების ფოსფორილირებას, რის შედეგადაც ისინი უჯრედში შედიან საქაროფოსფატების სახით.

6.3. ბაქტერიების საკვები ნიადაგები

მიკროორგანიზმების გამოყოფის, კულტივირებისა და შენახვისათვის სარგებლობენ საკვები არეებით, რომლებიც შეიცავენ მიკრობებისათვის საარსებო გარემოს. საკვები არის დამზადებისას მხედველობაში მიიღება არა მარტო მიკროორგანიზმების მოთხოვნილება მათთვის სასიცოცხლო ნივთიერებების მიმართ, არამედ ის ფიზიკურ-ქიმიური პირობებიც, რომელშიც ხდება ნივთიერებათა ცვლა მიკრობთა უჯრედებსა და საკვებ არეს შორის. ნივთიერებათა ცვლა მოიცავს ორ ძირითად პროცესს: ენერგეტიკულსა (ენერგიის მიღება) და კონსტრუქციულს (უჯრედის ნივთიერებების ბიოსინთეზი). ენერგეტიკული და კონსტრუქციული პროცესები მეტაბოლიზმის სხვადასხვა მხარეს წარმოადგენენ. ისინი უჯრედში მიმდინარეობენ შეუღლებული ქიმიური რეაქციების სახით.

მიკროორგანიზმებს, როგორც სხვა ორგანიზმებს, ესაჭიროება სხვადასხვა ქიმიური ელემენტი: N, H, P, O, S, Ca, Mg, K, C დიდი რაოდენობით, ამიტომ მათ მაკროელემენტები ეწოდებათ, ხოლო Zn, Mn, Co, B, Cu, J ესაჭიროებათ კვალის სახით.

მიკრობიოლოგიაში საკვებ არეს აქვს განსაკუთრებული მნიშვნელობა. საკვები არის სწორად შერჩევა უზრუნველყოფს მიკროორგანიზმების გამოყოფის შესაძლებლობას საცხოვრებელი გარემოდან, სუფთა კულტურის მიღებას, მათი მორფოლოგიური და ბიოქიმიური თავისებურებების შესწავლას, ინფექციური დაავადებების სწორ და სწრაფ დიაგნოსტიკას, სახალხო მეურნეობისათვის სასარგებლო მიკროორგანიზმების ბიომასის მიღებას.

საკვები არე უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. საკვები არე უნდა შეიცავდეს მიკროორგანიზმების ზრდისათვის აუცილებელ ყველა ქიმიურ ელემენტს. ქიმიური ელემენტების ნაკლებობა ან სიჭარბე არახელსაყრელია მიკროორგანიზმების ზრდისათვის.

2. საკვები არე უნდა იყოს საკმარისად ტენიანი, რაც უზრუნველყოფს ნივთიერებების დიფუზიას უჯრედში.

3. მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს საკვები არის მჟავიანობა, რომელსაც განსაზღვრავს წყალბადის იონების კონცენტრაცია. ის pH-ით აღინიშნება. pH-ი H-ის ლოგარითმული სიდიდეა (წყალბადის იონების აბსოლუტური კონცენტრაცია) აღნიშნული შებრუნებითი ნიშნით.

ნეიტრალურ არეში H^+ და OH^- იონების კონცენტრაცია ტოლია – 7, ტუტე არეში pH მეტია 7-ზე, ხოლო მჟავე არეში pH ნაკლებია 7-ზე. მიკროორგანიზმთა უმრავლესობა ვითარდება ნეიტრალურ ან სუსტ ტუტე არეში. სოკოები მოითხოვენ მჟავე არეს.

ზოგიერთი ბაქტერია მჟავაგამძლეა. მაგალითად: რძემჟავა და ზოგიერთი ძმარმჟავა ბაქტერია. მათ აციდოფილები ეწოდებათ. ასეთებია – Acetobacter acidophilus, Thiobacillus thiooxidans. საკვები არის შემჟავებისას (pH=4) უმეტესი ბაქტერიების განვითარება წყდება.

საკვები არის pH იცვლება სტერილიზაციის შემდეგ. მიკროორგანიზმთა კულტივირებისას გამოყოფილი ზოგიერთი მეტაბოლიტი ცვლის pH-ს. ამიტომ pH -ის ცვლილება რომ არ მოხდეს, არეს უმატებენ ბუფერულ სისტემებს. ამ მიზნით, იყენებენ ფოსფატურ ბუფერს, რომელიც მზადდება ორი მარილისაგან: სუსტი მჟავე მარილი – KH_2PO_4, რომელიც ანეიტრალებს ძლიერ ტუტეს $KH_2PO_4 + KOH = K_2HPO_4 + H_2O$ და სუსტი ფუძე მარილი

K_2HPO_4, რომელიც ანეიტრალებს არეში წარმოქმნილ მჟავას $K_2HPO_4 + HCl = KH_2PO_4 + KCl$.

4. საკვებ არეს უნდა ჰქონდეს განსაზღვრული ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალი, რომელსაც განსაზღვრავს მისი გაჯერება ჟანგბადით და აღინიშნება – rH_2. ანაერობული მიკროორგანიზმები მრავლდებიან არეზე, რომლის ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალი 5-ზე ნაკლებია, ხოლო აერობული – 5-ზე მეტი.

5. საკვები არე უნდა იყოს იზოტონური. ე. ი. ოსმოსური წნევა არეში და უჯრედის შიგნით უნდა იყოს თანაბარი. უმეტეს ბაქტერიებს შეუძლიათ ზრდა ისეთ არეზე, რომელშიც სუფრის მარილის კონცენტრაცია 0.1-დან 10%-მდეა. გამონაკლისია ჰალოფილური მიკროორგანიზმები, რომლებიც ვერ ვითარდებიან ისეთ საკვებ არეზე, რომელშიც მარილების კონცენტრაცია 10%-ზე ნაკლებია.

6. საკვები არე უნდა იყოს სტერილური, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს მიკროორგანიზმთა სუფთა კულტურების ზრდა. გვერდითი მიკროფლორა გავლენას ახდენს შესასწავლი მიკროორგანიზმის ზრდაზე, ცვლის საკვები არის შედგენილობას, თვისებებსა და სხვა. სტერილიზაციის რეჟიმი განისაზღვრება საკვები არის შედგენილობით.

საკვები არეები წარმოშობისა და შედგენილობის მიხედვით შეიძლება იყოს ბუნებრივი, სინთეზური და ნახევრად სინთეზური.

1. ბუნებრივი საკვები არე მცენარეული ან ცხოველური წარმოშობისაა. ის შეიცავს მიკროორგანიზმების ზრდისა და განვითარებისათვის ყველა საჭირო ინგრედიენტს. ასეთი არის შედგენილობა არ შეიძლება განისაზღვროს ზუსტად. ბუნებრივი საკვები არეებია: მარცვლოვნებისა და ბალახის ნახარშები, ბოსტნეულისა და ხილის წვენები, კარტოფილი, რძე, სტაფილო, ცხოველური ქსოვილები, სისხლი, შრატი, შარდი, ხორცის ნახარში, ნაკელი, ფრინველის კვერცხი, საფუვრის ავტოლიზატი და სხვა. ბუნებრივი საკვები არეებიდან ყველაზე გავრცელებულია ხორცპეპტონიანი ბულიონი (ხპბ), ლუდის ტკბილი, საფუვრის საკვები არე და სხვა. ხპბ მდიდარი საკვები არეა, მაგრამ მცირე

რაოდენობით შეიცავს ნივთიერებებს (ამინომჟავებს, ნუკლეინის მჟავებს, ვიტამინებს, მინერალურ მარილებს). იგი ამავე დროს უფრო სრულფასოვანია, რადგანაც შეიცავს დიდი რაოდენობით ნახშირწყლებს, კერძოდ, 80% მალტოზას. საფუვრის საკვები არე გამოიყენება ჰეტეროტროფული მიკროორგანიზმების კულტივირებისათვის. ის მზადდება ახალი ან დაპრესილი საფუვრისაგან.

2. სინთეზური საკვები არე მზადდება ქიმიურად სუფთა ნაერთებისაგან ზუსტად ნაჩვენები კონცენტრაციით მიკროორგანიზმთა მოთხოვნილების მიხედვით. სინთეზური საკვები არე შეიძლება იყოს ან ძალიან რთული შედგენილობის, ან – საკმაოდ მარტივი. სინთეზური საკვები არეებია: ჩაპეკის საკვები არე ობის სოკოებისათვის, ეშბის საკვები არე აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერიებისათვის და სხვა.

3. ნახევრად სინთეზურ საკვებ არეს აქვს რთული ან განუსაზღვრელი შედგენილობა. ასეთი საკვები არე ცნობილი შედგენილობის ნაერთებთან ერთად (ნახშირწყლები, ფოსფატები, ნიტრატები და სხვა) შეიცავს განუსაზღვრელი შედგენილობის პროდუქტებს, როგორიცაა ხორცის ნახარში, საფუვრის ექსტრაქტი, ლუდის ტკბილი.

დანიშნულების მიხედვით საკვები არეები შეიძლება იყოს:

1. საერთო დანიშნულების საკვები არე. ასეთ საკვებ არეს იყენებენ მრავალი მიკროორგანიზმის ზრდისა და ბიომასის დაგროვებისათვის. მაგალითად, ხორცპეპტონიანი ბულიონი (ხპბ), ხორცპეპტონიანი ჟელატინი (ხპჟ), ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარი (ხპა) და სხვა.

2. სპეციალური დანიშნულების საკვები არე გამოიყენება მიკროორგანიზმების ბიოქიმიური თავისებურებების გამოვლენისა და განსაკუთრებული თვისებების მქონე მიკროორგანიზმების კულტურების მიღებისათვის. სპეციალური დანიშნულების შეიძლება იყოს ელექტიური (ამორჩევითი) და სადიფერენციაციო-სადიაგნოსტიკო (ინდიკატორული) საკვები არეები.

ელექტიურია საკვები არე (electus ლათინური სიტყვაა და ამორჩევას ნიშნავს), რომელიც უზრუნველყოფს მხოლოდ განსაზღვრული ჯგუფის მიკროორგანიზმების გამოზრდას. ასეთ არეზე სხვადასხვა მიკროორგანიზმთა შერეული კულტურების

არსებობისას ყველაზე ადრე დაიწყება იმ სახეობის ზრდა, რომლისთვისაც მოცემული არე იქნება ამორჩევითი. ასეთი არეები გამოიყენება მიკროორგანიზმების გამოსაყოფად მათი ბუნებრივი არედან და ელექტიური კულტურის მისაღებად. მათ მიეკუთვნება აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერიებისათვის ეშბის საკვები არე, რომელშიც არ არის აზოტის შეკავშირებული ნაერთი, შრატიანი ან სისხლიანი საკვები არე პათოგენური მიკროორგანიზმებისათვის და სხვა.

სადიფერენციაციო-სადიაგნოსტიკო საკვები არე გამოიყენება საკვლევი მიკროორგანიზმის სახეობის განსაზღვრისათვის. ასეთ არეს მიეკუთვნება არე რძით, სისხლითა და ჟელატინით, რომლებზედაც ვლინდება მიკროორგანიზმების პროტეოლიზური ან ჰემოლიზური თვისებები.

სადიფერენციაციო-სადიაგნოსტიკო არის შედგენილობაში, რომელიც განსაზღვრულია საქაროლიზური და ჟანგვა-აღმდგენელი ფერმენტების გამოვლენისათვის, შეჰყავთ ისეთი ინდიკატორები, როგორიცაა: ნეიტრალური წითელი, მეთილენის ლილა, ფენოლის წითელი და სხვა. pH-ის სხვადასხვა მნიშვნელობისას ფერის ცვლილება წარმოადგენს ინდიკატორს, რომელიც გვიჩვენებს არეში შეყვანილი ნაერთის გახლეჩვას, დაჟანგვას ან აღდგენას. ასეთ არეს მიეკუთვნება ენდოს საკვები არე, რომელიც გამოიყენება ნაწლავის ჯგუფის ბაქტერიების გამოყოფისა და განსაზღვრისათვის.

საკვები არეები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან კონსისტენციით. განასხვავებენ თხევად, ფხვიერ და მყარ საკვებ არეებს. თხევადი საკვები არე გამოიყენება ბიომასისა და ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტების დაგროვების, დიდხანს შენახული კულტურის განახლებისა და ისეთი კულტურის შენახვისა და შენარჩუნებისათვის, რომელიც ცუდად იზრდება მყარ საკვებ არეზე. თხევად საკვებ არეში ადვილად ვლინდება მიკროორგანიზმების ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური თვისებები.

ფხვიერი საკვები არეები უმეტესად გამოიყენება სამრეწველო მიკრობიოლოგიაში. ასეთებია: ჩახარშული ფეტვი, კვარცის ქვიშა დასველებული საკვები ხსნარით, ქატო (ანაცერი) და სხვა.

მყარი საკვები არე აუცილებელია მიკროორგანიზმთა სუფთა

კულტურების გამოყოფის, შენახვისა და კულტურალური თვისებების აღწერისათვის.

მყარი საკვები არეები მზადდება თხევადი საკვები არეებიდან მათში აგარ-აგარის ან ჟელატინის დამატებით. აგარ-აგარი (მალაიურად ნიშნავს ჟელეს) მიიღება წყალმცენარეებიდან. ის რთული პოლისაქარიდია, რომელიც წარმოქმნის გელს 96-100°C ლღობის წერტილით, ხოლო მყარდება დაახლობით 40°C -ზე. ამიტომ აგარ-აგარიან საკვებ არეზე მიკროორგანიზმთა კულტივირება ხდება ყოველგვარ ტემპერატურაზე. გარდა ამისა, აგარ-აგარს მიკროორგანიზმები იშვიათად იყენებენ საკვებ სუბსტრატად.

მყარი საკვები არის მისაღებად თხევად არეს უმატებენ 1-2% აგარ-აგარს. ამრიგად, ხორცპეპტონიანი ბულიონიდან მიიღება ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარი. უფრო მკვრივი არის დასამზადებლად კი თხევად არეს უმატებენ 3% აგარ-აგარს. არეში აგარ-აგარის შეტანის შემდეგ, მას აცხელებენ წყლის აბაზანაზე აგარ-აგარის სრულ გალღობამდე. აგარ-აგარიანი საკვები არეები მრავალჯერადი გალღობისა და სტერილიზაციისას ინარჩუნებენ თავის თვისებებს.

ჟელატინი ცილოვანი ნივთიერებაა. ის მიიღება ცხოველების ხრტილებისა და ჩლიქებისაგან. საკვებ არეში ჟელატინს უმატებენ 10-20%-ის რაოდენობით. ჟელატინი საკვები არის გასამყარებლად გამოიყენება შედარებით იშვიათად, რადგანაც მასზე მოქმედებენ პროტეოლიზური ფერმენტები, რომელთაც მრავალი მიკროორგანიზმი გამოიმუშავებს. გარდა ამისა, ჟელატინის მიერ წარმოქმნილი გელი ლღვება 23-25°C -ზე და მყარდება 20°C -ზე, ხოლო მრავალი მიკროორგანიზმი ვითარდება მხოლოდ 30-37°C -ზე. ამ ტემპერატურაზე კი ჟელატინი ლღვება. ამიტომ ჟელატინს უმეტესად იყენებენ მიკროორგანიზმთა პროტეოლიზური აქტივობის გამოსავლენად.

საკვებ არეებს დამზადებისთანავე ასტერილებენ. სტერილიზაციის რეჟიმი და მეთოდი განისაზღვრება საკვები არის შედგენილობითა და კონსისტენციით. ჩვეულებრივ საკვებ არეებს ასტერილებენ ავტოკლავში. სტერილიზაციის ხანგრძლივობა დამოკი-

დებულია იმაზე, რამდენად კარგად და სწრაფად ხურდება არე ჭურჭელში. იმისათვის, რომ სტერილიზაცია მოხდეს სრულყოფილად, აუცილებელია, საკვები არე მოთავსდეს მცირე ზომის ჭურჭელში და განლაგდეს ავტოკლავში ისე, რომ მათ შორის თავისუფლად გაიაროს ჰაერმა.

აგარ-აგარიანი საკვები არეები უმჯობესია გასტერილდეს I ატმ. წნევაზე 20 წუთი. ჟელატინიანი არეები კი – გამდინარე ორთქლით სამი დღის განმავლობაში 0.5 ატმ. წნევაზე 30-40 წუთი. თხევად საკვებ არეებს ასტერილებენ გაფილტვრით. საკვებ არიან ჭურჭელს უკეთდება ქაღალდი, რომელზედაც აღინიშნება საკვები არის სახელწოდება და მისი დამზადების დრო.

დამზადებული საკვები არეების შემოწმება სტერილობაზე ხდება მათი თერმოსტატში მოთავსებით 37°C ტემპერატურაზე. ავტოკლავში გასტერილებულ არეებს თერმოსტატში ინახავენ ერთი დღე-ღამით, გამდინარე ორთქლით გასტერილებულს კი – 3-4 დღე-ღამის განმავლობაში. საკვები არეები, რომლებზედაც განვითარდება კოლონიები, უვარგისია. მზა საკვები არე ინახება 2-3 კვირით. დიდი ხნით შენახვისას საკვები არე შრება და იცვლის თვისებებს.

საკვებ არეებს ინახავენ გრილ, სინათლისაგან დაცულ ადგილას. ტენიან გარემოში შენახვისას ბამბის საცობები სველდება და არეში ვითარდება ობის სოკოს მიცელიუმი.

6.4. მიკროორგანიზმთა კულტივირება ლაბორატორიულ პირობებში

ლაბორატორიაში მიკროორგანიზმთა კულტივირება ხდება სხვადასხვა საკვებ არეზე. საკვებ არეებს ასხამენ სტერილურ სინჯარებში, კოლბებში, პეტრის ფინჯნებსა და სხვა ჭურჭლებში. სტერილური საკვები არის ჩამოსხმა და შემდეგ მიკროორგანიზმთა თესვა ხდება სპეციალურ სტერილურ სათეს ბოქსში.

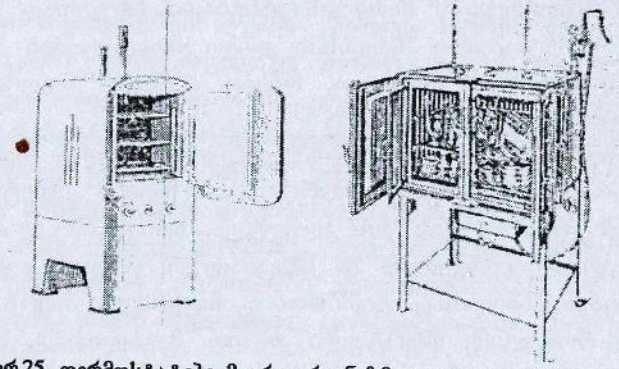
მიკრობთა უჯრედების შეტანას სტერილურ საკვებ არეში თესვა ანუ ინოკულაცია ეწოდება. თესვის წინ სინჯარას, კოლბას ან პეტრის ფინჯანს აწერენ მიკროორგანიზმის სახელწოდებასა და თესვის თარიღს. თესვა ხდება ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით, ნემსით ან პიპეტით. მიკროორგანიზმთა თესვისას აუცილებელია მკაცრად დაიცვან წესები, რომ თავიდან იქნეს აცილებული კულტურის დანაგვიანება სხვა მიკრობებით.

დათესილ საკვებ არეებს ათავსებენ ისეთ პირობებში, რომელიც უზრუნველყოფს მიკროორგანიზმთა მაქსიმალურ ცხოველმყოფელობას. ასეთი პირობებია: ტემპერატურული რეჟიმი, ტენიანობა, აერაცია, სინათლე და სხვა სპეციფიკური ფაქტორები.

მიკროორგანიზმები განვითარებისათვის მოითხოვენ სხვადასხვა ტემპერატურას. განასხვავებენ მეზოფილებს, თერმოფილებს, ფსიქროფილებსა და თერმოტოლერანტულებს.

ნიადაგისა და წყლის მიკროორგანიზმთა უმეტესობა მეზოფილია, რომელთა ტემპერატურული ოპტიმუმი 20°C-დან 45°C-მდეა. მიკროორგანიზმები, რომლებიც იზრდებიან 20°C-ზე დაბალ ტემპერატურაზე, მიეკუთვნებიან ფსიქროფილებს, ხოლო 45°C-ზე ზევით კი – თერმოფილებს. მიკროორგანიზმები, რომელთათვისაც ტემპერატურული ოპტიმუმი საშუალო ტემპერატურაა, მაგრამ შეუძლიათ მაღალი ტემპერატურის გადატანაც, არიან თერმოტოლერანტულები.

მიკროორგანიზმებისათვის საჭირო ტემპერატურის უზრუნველყოფა ხდება სპეციალურ კარადებში – თერმოსტატებსა (სურ.25) ან თერმოსტატის ოთახებში, სადაც ავტომატურად რეგულირდება შესაბამისი ტემპერატურა.



სურ.25. თერმოსტატები მიკროორგანიზმთა კულტივირებისათვის

თერმოსტატი წარმოადგენს მეტალის ორმაგკედლიან კარადას, რომლის კედლები ცუდად ატარებს სითბოს. არსებობს წყლისა და ჰაერის თერმოსტატები. წყლის თერმოსტატში კედლებს შორის წყალია მოთავსებული, ხოლო ჰაერის თერმოსტატში – გახურებული ჰაერი. ტემპერატურული რეჟიმი რეგულირდება სპეციალური თერმორეგულატორით.

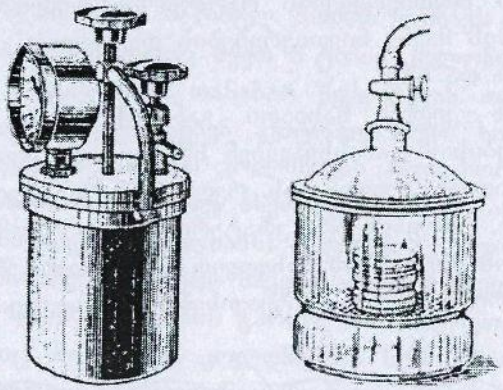
მიკროორგანიზმთა ცხოველმყოფელობისათვის ასევე მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს ტენიანობა. ბაქტერიების განვითარებისათვის მინიმალური ტენიანობა 20%-ის ტოლია, ხოლო აქტინომიცეტებისა და სოკოებისათვის – 8-10%-ის. ბაქტერიებისათვის საჭირო წყალს შეიცავს როგორც თხევადი, ასევე მყარი საკვები არე. მყარ საკვებ არეზე კულტურის ხანგრძლივად შენახვა იწვევს მის გამოშრობას, რის გამოც მიკროორგანიზმები იღუპებიან. ამიტომ აუცილებელია მიკრობების დროული გადათესვა.

ფოტოტროფული მიკროორგანიზმებისათვის საჭიროა განათება. თუ ასეთ კულტურას დღის სინათლეზე მოათავსებენ, ამ შემთხვევაში არ ხერხდება განათების ინტენსივობის კონტროლი. ამიტომ იყენებენ ხელოვნურ განათებას – ფლუორესცენციულ ნათურებს.

მიკროორგანიზმთა კულტივირებისათვის მთავარი ფაქტორია უანგბადი. აერობული პირობების უზრუნველყოფა ხდება შემდეგნაირად. მკაცრად აერობული მიკროორგანიზმები ელექტრონების აქცეპტორად იყენებენ უანგბადს. ამიტომ ასეთი მიკროორგანიზმები კარგად იზრდებიან მყარი ან თხევადი საკვები არის ზედაპირზე. ამ შემთხვევაში მათთვის უანგბადი სრულიად საკმარისია, ხოლო აერობული ზრდისას დიდი მოცულობის სითხეში საჭიროა დამატებითი აერაცია, რასაც აღწევენ ნჯღრევით ან სტერილური ჰაერის მიწოდებით.

ანაერობული პირობების უზრუნველყოფა ხდება შემდეგნაირად: მკაცრად ანაერობული მიკროორგანიზმების კულტივირებისას საკვებ არეს თესვის წინ ადუღებენ, ნათესებს კი ჰერმეტულად დახურულ ჭურჭელში ან სპეციალურ ვაკუუმანაეროსტატში ათავსებენ, საიდანაც ტუმბოთი გამოქაჩავენ ჰაერს ან მას შეცვლიან რომელიმე ინერტული აირით. მაგალითად, ანაეროსტატს შეიძლება დავუმატოთ უანგბადის მშთანთქმელი რომელიმე

ნივთიერება – ტუტე პიროგალოლი, ერთვალენტიანი სპილენძის ქლორიდი და სხვა (სურ.26).



სურ.26. მიკროანეროსტატი, ვაკუუმფიქსატორი

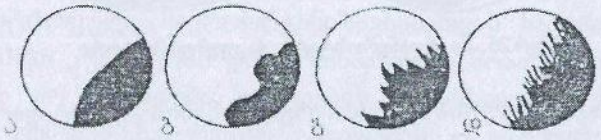
სხვადასხვა ჯგუფის მიკროორგანიზმების კულტივირებისათვის საჭიროა სხვადასხვა დრო, მაგალითად, სოკოები იზრდებიან 28°-30°C-ზე 5-7 დღე-ღამის განმავლობაში, აქტინომიცეტები – იმავე ტემპერატურაზე 10 დღე-ღამის განმავლობაში, უმეტესი ბაქტერიები – 18-24-48 საათის განმავლობაში.

მიკროორგანიზმთა ზრდა მყარ საკვებ არეზე. სხვადასხვა მიკროორგანიზმი მყარ საკვებ არეზე წარმოშობს უჯრედთა გროვებს – კოლონიებს. მათ თავდაპირველად ათვალიერებენ შეუიარაღებელი თვალით ან ლუპით. შემდეგ პეტრის ფინჯანს ათავსებენ მიკროსკოპის მაგიდაზე ძირით ქვევით და კოლონიებს სწავლობენ ობიექტივით – 8X. ყოველი კოლონია წარმოიქმნება ერთი ან რამდენიმე უჯრედის გამრავლების შედეგად. კოლონიის ზომა, სტრუქტურა და ზრდის სიჩქარე წარმოადგენს მიკროორგანიზმის სახეობრივ თავისებურებას. აგრეთვე, დამოკიდებულია საკვები არის შედგენილობაზე, კულტივირების პირობებსა და თესვის მეთოდებზე. კოლონიები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან სიდიდით, კიდის რელიეფით, კონსისტენციით, სტრუქტურითა და ფორმით.

კოლონიის სიდიდე განისაზღვრება მისი დიამეტრით. განას-

ხვავებენ წერტილოვან კოლონიებს d –1 მმ, წვრილი d – 1-2 მმ, საშუალო d – 2-4 მმ, მსხვილი d – 4-6 მმ და უფრო მეტი. კოლონიების ზომა მრავალი ფაქტორითაა განსაზღვრული, ასეთებია: საკვები ნივთიერებების რაოდენობა კოლონიის ირგვლივ, მეტაბოლიზმის მავნე ნივთიერებების დაგროვება, საკვებისათვის კონკურენცია და სხვა.

კოლონიის კიდის ხასიათი განისაზღვრება მიკროსკოპით დათვალიერებისას. განასხვავებენ სწორ, ტალღოვან, დაკბილულ და ფოჩიანკიდიან კოლონიებს. რელიეფის მიხედვით განასხვავებენ ბრტყელ, კონუსისებრ, კრატერისებრ და გუმბათისებრ კოლონიებს. კონსისტენციის მიხედვით კოლონიები შეიძლება იყოს პასტისმაგვარი, ბლანტი, ტყავისებრი, ბოჭკოვანი და სხვა (სურ.27,28).



სურ.27. კოლონიები კიდის მიხედვით
ა-სწორი; ბ-ტალღოვანი; გ-დაკბილული; დ-ფოჩიანი

სურ.28. კოლონიის რელიეფი
ა-ბრტყელი; ბ-ამოზნექილი; გ-დაკბილული; დ-ფოჩიანი.

კოლონიის სტრუქტურას განსაზღვრავს დაყოფის შემდეგ უჯრედების განლაგების ხასიათი. ზოგჯერ მიკროორგანიზმები წარმოქმნიან ფესვისებურად განტოტვილ კოლონიებს. მაგალითად, Bacillus mycoides. თუ დაყოფისას ხდება უჯრედების ზიგზაგისებრი გადანაცვლება, მაშინ წარმოიქმნება ნაოჭიანი კოლონიები არასწორი კიდეებით. მაგალითად, შავი ჭირის ბაქტერიების კოლონიები. ზოგჯერ გაყოფის შემდეგ უჯრედები ერთმანეთის მიმართ განლაგდებიან კუთხით და წარმოქმნიან წამოწეულ, ბორცვიან, ხორკლიან კოლონიებს. მაგალითად, დიფთერიის ბაქტერიები.

ბაქტერიებში აღმოჩენილია ორი ტიპის კოლონიები: გლუვი და ხორკლიანი. გლუვი წარმოიქმნება იმ შემთხვევაში, როცა გაყოფის შემდეგ უჯრედები განლაგდებიან ერთმანეთის მიმართ კიდეებით და აღინიშნება S (ინგლ. Smooth ნიშნავს გლუვს). მიკროორგანიზმები, რომელთაც აქვთ S ტიპის კოლონიები, თხევად საკვებ არეში წარმოქმნიან თანაბარ შემღვრევას. თუ უჯრედები გაყოფის შემდეგ ინარჩუნებენ ციტოპლაზმურ ხიდაკებსა და წარმოქმნიან ჯაჭვებს, მაშინ კოლონიებს აქვთ ხორკლიანი ზედაპირი და არათანაბარი კიდე. ასეთი კოლონიები აღინიშნება R (ინგლ. Rough ნიშნავს ხორკლიანს). R ფორმის კოლონიების მქონე მიკროორგანიზმები თხევად საკვებ არეში იძლევა მარცვლოვან ნალექს. S და R ფორმების გარდა, არის, აგრეთვე, გარდამავალი ფორმებიც. მიკრობთა კოლონიების სტრუქტურა დინამიურია. ზრდის პროცესში კოლონიებში ხდება სხვადასხვა ცვლილებები.

აქტინომიცეტებს ჩვეულებრივ აქვთ წვრილი, ტყავისებრი, სუბსტრატში ჩაზრდილი, ფქვილოვანი და ბუსუსებიანი კოლონიები. კოლონიების განსაკუთრებული მრავალფეროვნებით ხასიათდება ობის სოკოები. მათი კოლონიები ზომით მნიშვნელოვნად აღემატებიან საფუვრებისა და ბაქტერიების კოლონიებს. ზოგჯერ ისინი თავისი მასით მთლიანად ფარავენ საკვები არის ზედაპირს. სოკოების კოლონია შეიძლება იყოს სხვადასხვა კონსისტენციის: ტყავისებრი, ფხვიერი, ფქვილოვანი და სხვა. საფუვრები წარმოქმნიან ცხიმის მსგავსი ბრწყინვალებისა და გუმბათისებრი აგებულების კოლონიებს. მათ შორის გვხვდება გლუვი და ხორკლიანი ფორმებიც.

მიკროორგანიზმთა ზრდა თხევად საკვებ არეში. მიკროორგანიზმთა ზრდა თხევად არეში განსხვავდება მყარ საკვებ არეზე ზრდისაგან. ფაკულტატური ანაერობებისათვის დამახასიათებელია თხევადი საკვები არის თანაბარი შემღვრევა. ანაერობები კი ჭურჭლის ფსკერზე წარმოქმნიან ნალექს. კედლისმიერი ზრდა ახასიათებს ზოგიერთ ბაქტერიასა და აქტინომიცეტს. ზედაპირული ზრდით ხასიათდება აერობული მიკროორგანიზმები. ისინი წარმოქმნიან თხელ აპკს, რომელიც საკვები არის შენჯღრევისას ქრება. ასეთი ზრდა ახასიათებს Bac. subtilis, სოკოე-

ბისათვის დამახასიათებელია მშრალი, ტყავისებრი აპკის წარმოქმნა.

მიკროორგანიზმები საკვებ არეში ზრდისას იმყოფებიან ცვალებად პირობებში. თავდაპირველად მათ აქვთ ყველა საჭირო ნივთიერება ჭარბად, შემდეგ კი ნივთიერებების რაოდენობა თანდათან კლებულობს და გარდა ამისა, ისინი იწამლებიან მეტაბოლიზმის ზოგიერთი პროდუქტითაც. თუ საკვები არის მიწოდებას არეგულირებენ, მაშინ მიკროორგანიზმებს ხანგრძლივად შეინარჩუნებენ ექსპონენციალურ ანუ ლოგარითმულ ფაზაში. მიკროორგანიზმთა ასეთ კულტივირებას გამდინარე ანუ უწყვეტი კულტივირება ეწოდება. მიკრობთა კულტივირების ეს მეთოდი ფართოდ გამოიყენება მიკრობიოლოგიურ მრეწველობაში. უწყვეტი კულტივირება ხდება სპეციალურ ჭურჭლებში: ქემოსტატსა და ტურბიდოსტატში. მათში განუწყვეტლივ მიეწოდება საკვები არე და ასეთივე სიჩქარით გამოდის კულტურალური სითხე უჯრედებთან ერთად. ამდენად, ხდება საკვები არის განახლება მუდმივად და მიკროორგანიზმთა კულტურაც შენარჩუნებულია აქტიური ცხოველმყოფელობის ფაზაში.

თხევად საკვებ არეში გაზრდილი ბაქტერიების აღრიცხვას ახდენენ სპეციალური სათვლელი კამერით. მიკრობთა უჯრედების რაოდენობას, აგრეთვე, საზღვრავენ სიმღვრივის მიხედვით სპეციალური ხელსაწყო – ნეფელომეტრით.

ხშირად მიკროორგანიზმთა რაოდენობას განსაზღვრავენ მათი გამშრალი უჯრედების მიხედვით. აგრეთვე, ზოგიერთი ნივთიერების მიხედვით, რომელთა შემცველობა უჯრედებში მუდმივია (ასეთია ნუკლეინის მჟავები და საერთო აზოტი).

6.5. მიკროორგანიზმთა სუფთა კულტურის გამოყოფა

მიკროორგანიზმთა სუფთა კულტურა ეწოდება ერთი სახეობის უჯრედებისაგან მიღებულ პოპულაციას. სუფთა კულტურის გამოყოფა აუცილებელია მიკრობთა მორფოლოგიური, კულტურალური და ფიზიოლოგიური ნიშან-თვისებების განსაზღვრისა და სახეობის იდენტიფიკაციისათვის.

სუფთა კულტურის გამოყოფა მიმდინარეობს სამ ეტაპად:

1. ელექტიური კულტურის მიღება, 2. ელექტიური კულტურიდან სუფთა კულტურის მიღება და 3. გამოყოფილი კულტურის სისუფთავის შემოწმება.

ელექტიური ეწოდება კულტურას, რომელშიც მხოლოდ რომელიმე ერთი განსაზღვრული ჯგუფის მიკროორგანიზმებია განვითარებული. ასეთი კულტურის მიღებისათვის ქმნიან ისეთ პირობებს, რომლებიც ხელსაყრელია უპირატესად იმ მიკრობების გამოყოფისათვის, რომელთა დაგროვება უნდა მოხდეს.

მიკროორგანიზმებისათვის ელექტიური პირობების შესაქმნელად წინასწარ შეარჩევენ განსაზღვრული შედგენილობის საკვებ არეს. ელექტიური საკვები არის ინოკულაციას ახდენენ მიკროორგანიზმთა შერეული პოპულაციით, რომლებიც მოიპოვება ისეთ ბუნებრივ სუბსტრატში, როგორიცაა სისხლი, შრატი, ცხოველების სხვადასხვა ქსოვილები, ნიადაგი, წყალი, მცენარეული სუბსტრატი და სხვა. საკვები არე ისე უნდა შეირჩეს, რომ უზრუნველყოფილ იქნეს ერთი ჯგუფის მიკროორგანიზმების განვითარება, ხოლო თანმხლები მიკროფლორის განვითარებას ხელი შეეშალოს. საჭიროა, აგრეთვე, ელექტიური პირობების შექმნა, რაც ითვალისწინებს შესაბამისი ტემპერატურით უზრუნველყოფას, pH-ს, განათებასა და სხვა. მაგალითად, მაფოტოსინთეზირებელი აზოტმაფიქსირებელი ციანობაქტერიების ელექტიური კულტურის მისაღებად იყენებენ ელექტიურ საკვებ არეს, რომელიც არ შეიცავს შეკავშირებულ აზოტსა და ორგანულ ნახშირბადს. ასეთ საკვებ არეზე ანაერობულ პირობებში სინათლეზე ვითარდებიან ციანობაქტერიები. თუ საკვებ არეს დაუმატებენ ენერგიის ორგანულ წყაროს და ნახშირბადს, მაშინ სიბნელეში ანაერობულ პირობებში დაგროვდება აზოტმაფიქსირებელი კლოსტრიდიები, ხოლო აერობულ პირობებში – აზოტობაქტერიები.

ელექტიური კულტურის მისაღებად საკვები არის ელექტიურობა შეიძლება უზრუნველყოფილ იქნეს ისეთი ნივთიერების დამატებით, რომელიც ამორჩევით თრგუნავს ან ასტიმულირებს ამა თუ იმ მიკრობის ზრდას. მაგალითად, პათოგენური მიკროორგანიზმების ზრდას ასტიმულირებს სისხლი, შრატი, ნაღველი,

ცხოველის ქსოვილები და სხვა, რომელთაც საკვებ არეს უმატებენ გარკვეული კონცენტრაციით.

მიკროორგანიზმების ზრდას თრგუნავს ანტიბიოტიკები, ზოგიერთი საღებავი, ფენოლი, ლიმონმჟავა და სუფრის მარილი. მაგალითად, გრამუარყოფითი ბაქტერიებისა და საფუვრების განვითარებისათვის არეში შეაქვთ პენიცილინი გარკვეული კონცენტრაციით, რომელიც თრგუნავს გრამდადებითი ბაქტერიების განვითარებას. მიკრობიოლოგიურ პრაქტიკაში ხშირად გამოიყენება საღებავი გენციანვიოლეტი გაზავებით 1:10000-თან, რომელიც თრგუნავს უმეტეს გრამდადებით ბაქტერიებს, მაგრამ არ მოქმედებს გრამუარყოფით ბაქტერიებზე. გენციანვიოლეტი მცირე კონცენტრაციით (1:500000) გამოიყენება სტრეპტოკოკების სტაფილოკოკებისაგან გამოსაყოფად, რადგანაც ასეთი კონცენტრაციით ის არ მოქმედებს უარყოფითად სტრეპტოკოკებზე, მაგრამ თრგუნავს სტაფილოკოკების ზრდას.

საკვები არის შემჟავებისას pH-4-მდე ბაქტერიების ზრდა პრაქტიკულად წყდება, ხოლო სოკოები კარგად ვითარდებიან მჟავე არეში.

სათესი მასალის გახურება 80°C-ზე მოკლე დროით ღუპავს ვეგეტატიურ უჯრედებს, ხოლო სპორის წარმომქმნელი ბაქტერიების განვითარებისათვის ხელსაყრელი პირობები იქმნება. ობლიგატური თერმოფილების კულტივირება ხდება 45-65 °C-სა და უფრო მაღალ ტემპერატურაზე.

აერობული ორგანიზმების ელექტიური კულტურის მიღებისას საკვებ არეს ასხამენ ბრტყელძირიან კოლბაში თხელ ფენად ან მათ კულტივირებას ახდენენ სანჯღრეველაზე. ანაერობული ორგანიზმებისათვის კი საკვებ არეს ასხამენ მაღალ სინჯარებში და ავსებენ ბოლომდე.

ელექტიური კულტურის მიღებისას ახდენენ მიკრობთა უჯრედების მრავალჯერად გადათესვას ერთი და იმავე შედგენილობის საკვებ არეში. თხევადი საკვები არიდან თხევად საკვებ არეში ხშირი გადათესვა იწვევს თანმხლები ორგანიზმების ზრდის შეჩერებას.

სუფთა კულტურის მიღებას ახდენენ ელექტიური კულტურიდან ან უშუალოდ საკვლევი მასალიდან. სუფთაა კულტურა, რომელიც წარმოადგენს ერთი უჯრედის შთამომავლობას. იგი შეიძლება მიიღონ მიკროორგანიზმთა მექანიკური დაშორებით და იმ მეთოდებით, რომლებიც ემყარება მიკროორგანიზმთა ბიოლოგიურ თავისებურებებს.

მიკროორგანიზმთა მექანიკური დაშორება. თხევად საკვებ არეში სუფთა კულტურას ღებულობენ გაზავების მეთოდით. ამისათვის მიკროორგანიზმთა ნარევს თანდათანობით აზავებენ სტერილურ საკვებ არიან სინჯარაში და ყოველი გაზავებიდან ამოთესვას ახდენენ იმავე საკვები არიდან რამდენიმე სინჯარაში. იმდენად გაზავებული მიკრობებიდან წარმოებს თესვა, რომ ზოგიერთ სინჯარაში შეიძლება მხოლოდ ერთი მიკრობული უჯრედი მოხვდეს. ასეთი გაზავებული ინოკულიატის რამდენიმე სინჯარაში დათესვის შედეგად ღებულობენ ერთი უჯრედის შთამომავლობას. გაზავების მეთოდი შრომატევადია და არასაიმედო. ამიტომ ეს მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იყოს მხოლოდ იმ მიკროორგანიზმების სუფთა კულტურის მისაღებად, რომლებიც რიცხობრივად სჭარბობენ მიკრობთა შერეულ პოპულაციაში სხვა მიკრობებს.

ცალკეული უჯრედიდან სუფთა კულტურის მიღების მეთოდი დაამუშავა გერმანელმა მიკრობიოლოგმა **რ. კოხმა**. მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მყარ საკვებ არეზე თესავენ მიკრობთა ერთეულ უჯრედებს და მათი ზრდის შედეგად მიიღება მიკროორგანიზმთა სუფთა კულტურა.

ფინჯნებში საკვები არე კარგად უნდა გამოშრეს, რომ კოლონიები არ დასველდეს კონდენსირებული წყლით.

თესვისათვის იყენებენ ელექტიურ კულტურას, რომელსაც წინასწარ აზავებენ ონკანის სტერილურ წყალში. თესვას ახდენენ თანდათან რამდენიმე ფინჯანზე. თავდაპირველად პირველი ფინჯნის საკვები არის ზედაპირზე ათავსებენ ელექტიური კულტურის წვეთს და მინის შპადელით თანაბრად ანაწილებენ საკვები არის მთელ ზედაპირზე. ამავე შპადელით მასზე დარჩენილ მიკრობებს თესავენ მეორე ფინჯანში, შემდეგ – მესამეში და ა. შ. ინკუბაციის შედეგად პირველ ფინჯანში მიიღება მიკროორგანიზმების მთლიანი ზრდა, ხოლო დანარჩენ ჯამებში – უკვე მიკ-

როორგანიზმთა იზოლირებული კოლონიები.

საკვები არისა და ჭურჭლის ეკონომიის მიზნით სარგებლობენ ერთი ფინჯნით, რომელსაც ყოფენ სექტორებად და ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით თესავენ შტრიხებად. თავდაპირველად თესავენ პირველ სექტორში, ხოლო შემდეგ დანარჩენ სექტორებში – იმავე მარყუჟით. ყოველ შემდეგ სექტორში მიკრობთა უჯრედების რიცხვი მცირდება. ამდენად, პირველ სექტორში მიიღება მთლიანი ზრდა, ხოლო შემდეგ სექტორში – ცალკეული კოლონიები, რომლებიც ერთი უჯრედის შთამომავლობას წარმოადგენენ.

საფუვრის უჯრედების სუფთა კულტურის მისაღებად სარგებლობენ ლინდნერის მეთოდით. სუფთა კულტურის გამოყოფას ახდენენ სტერილურ ბოქსში. წინასწარ სტერილურ საკვებ არიან სინჯარებში ახდნენ ელექტიური კულტურის გაზავებას ისეთი სახით, რომ წვეთში იყოს ერთეული უჯრედები. შემდეგ საფარი მინის ზედაპირზე სტერილური კალმით ათავსებენ ყველაზე დიდი გაზავებიდან სუსპენზიის ზოგიერთ წვეთს და ახდენენ ჩაკიდული წვეთის პრეპარატის მიკროსკოპირებას. წვეთში პოულობენ ერთეულ უჯრედებს, რომლებიც მათი თაობების მისაღებად გადააქვთ თხევად საკვებ არიან სინჯარაში.

ერთეული უჯრედების გამოყოფა, აგრეთვე, შეიძლება მიკროსკოპზე მიმაგრებული სპეციალური ხელსაწყოებით: მიკრომანიპულატორითა და მიკროსელექტორით.

მეთოდები, რომლებიც ემყარება მიკროორგანიზმთა ბიოლოგიური თავისებურებების გამოყენებას. ანაერობული მიკროორგანიზმების კულტივირებისათვის საკვები არიდან და კულტურის გარემომცველი სივრციდან აშორებენ უანგბადს.

ყველაზე მარტივი ხერხი გახსნილი უანგბადის მოსაშორებლად არის საკვების ადუღება. ამისათვის საკვებ არიან სინჯარას თესვის წინ ათავსებენ წყლის აბაზანაში და ადუღებენ 10-20 წუთის განმავლობაში, რის შედეგადაც საკვები არიდან გამოიდევნება ჰაერი. ადუღებულ არეს შემდეგ სწრაფად აცივებენ ცივი წყლით, რომ არ მოხდეს საკვები არის გაჯერება ჰაერის უანგბადით. ასეთ საკვებ არეში ჩათესავენ მასალას და ზევიდან ასხამენ სტერილური ვაზელინის ზეთს.

ანაერობული პირობების შესაქმნელად იყენებენ სპეციალურ ხელსაწყო ანაეროსტატს, რომელიც წარმოადგენს ცილინდრულ ჭურჭელს ჰერმეტული სახურავით. ანაეროსტატიდან ჰაერს გამოქაჩავენ ვაკუუმტუმბოთი.

იზოლირებულ სივრცეში ანაერობული პირობების შესაქმნელად იყენებენ აერობული მიკროორგანიზმების კულტივირებას. ამ პრინციპს ემყარება ფორტნერის მეთოდი, რომლის არსი შემდეგში მდგომარეობს: პეტრის ფინჯანზე ასხამენ ხორცპეპტონიან აგარ-აგარს. საკვები არის გაცივების შემდეგ მასზე ამოჭრიან 1 სმ განის ზოლს, რომ ფინჯანზე საკვები არე გაიყოს ორ იზოლირებულ სექტორად. ერთ სექტორში თესავენ ელექტიურ კულტურას, რომლისაგანაც უნდა მიიღონ ანაერობების სუფთა კულტურა, ხოლო მეორე სექტორში მთლიან გაზონად თესავენ სწრაფად მზარდ მიკროორგანიზმებს. ჰერმეტული გარემოს შესაქმნელად ფინჯნის ძირსა და სახურავს შორის ასხამენ ვაზელინს. ფინჯანს ათავსებენ თერმოსტატში 37°C-ზე. სწრაფად მზარდი კულტურა, მაგალითად, Serratia marcescens-ი შთანთქავს ჰაერის უანგბადს, რის შედეგადაც იქმნება ანაერობული პირობები.

ჭუჭყიანი წყლიდან ნაწლავის ჩხირის გამოსაყოფად, მის კულტივირებას ახდენენ 42,5-43°C ტემპერატურაზე, რომელზედაც წყლის საპროფიტული მიკროორგანიზმების ზრდა წყდება, ხოლო ნაწლავის ჩხირი კარგად ვითარდება.

პათოგენური მიკროორგანიზმების სუფთა კულტურის მისაღებად ახდენენ მათი ამთვისებელი ცხოველების დასნებოვნებას. ამ მეთოდს ჩვეულებრივ იყენებენ პათოლოგიური მასალიდან სუფთა კულტურის გამოსაყოფად, როცა საკვლევ მასალაში მცირე რაოდენობითაა პათოგენური მიკროორგანიზმები ან მათი გამოყოფა არ ხერხდება ხელოვნურ საკვებ არეზე.

გამოყოფილი კულტურის სისუფთავეს ამოწმებენ რამდენიმე მეთოდით: ვიზუალურად, მიკროსკოპით და ზოგ საკვებ არეზე თესვით.

გამოყოფილი კულტურის ზრდას მყარ საკვებ არეზე აკვირდებიან ვიზუალურად. ირიბ აგარ-აგარზე სუფთა კულტურა იზრდება თანაბრად. პეტრის ფინჯანში მყარ საკვებ არეზე სუფთა

კულტურა წარმოქმნის ერთგვაროვანი მორფოლოგიის, კონსისტენციისა და პიგმენტაციის კოლონიებს.

მიკროსკოპით სუფთა კულტურის გამოსავლენად ამზადებენ ფიქსირებულ პრეპარატს, ღებავენ გრამის მეთოდით და იკვლევენ მიკროსკოპის იმერსიული სისტემით. ცოცხალ უჯრედებს ასევე ათვალიერებენ ფაზურ-კონტრასტული მიკროსკოპით. სუფთა კულტურა მორფოლოგიურად ერთგვაროვანია, დასაშვებია მხოლოდ უჯრედების ზომის უმნიშვნელო ცვლილება. ასევე გამონაკლისია ზოგიერთი მიკროორგანიზმი, რომელთაც ახასიათებთ პოლიმორფულობა.

ვიზუალურად დათვალიერებისა და მიკროსკოპული გამოკვლევის შემდეგ კულტურის სისუფთავეს ამოწმებენ ზოგ საკვებ არეზე თესვით. ამ დროს გამოვლინდება თანმხლები მიკროორგანიზმები, რომელთაც თავისებური ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური ნიშან-თვისებები ახასიათებთ. თავდაპირველად თესვას ახდენენ ხორცპეპტონიან აგარ-აგარზე, რომელიც ხელსაყრელია მრავალი ჰეტეროტროფული მიკროორგანიზმის ზრდისათვის. თესვას, აგრეთვე, ახდენენ ლუდის ტკბილიან და კარტოფილიან აგარ-აგარზე, ზოგიერთ სინთეზურ საკვებ არეზე. როცა საკვები არე ხელსაყრელია გამოყოფილი მიკროორგანიზმისათვის, მაშინ მასზე ვითარდება ერთნაირი კოლონიები.

6.6. ფერმენტები

მეტაბოლიზმის ყველა რეაქცია მიმდინარეობს ფერმენტების მონაწილეობით. ფერმენტები ყველა ცოცხალ უჯრედში არსებული სპეციფიკური ცილოვანი კატალიზატორებია, რომლებიც საოცრად აჩქარებენ უჯრედში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებს.

პათოგენური ბაქტერიების ნივთიერებათა ცვლის თავისებურებების შესწავლა აუცილებელია იმ მექანიზმების შეცნობისათვის, რომელთა მეშვეობით ისინი ახდენენ პათოგენურობის რეალიზაციას.

ბაქტერიებში აღმოჩენილია ფერმენტების ყველა, ექვსივე

კლასი: ოქსიდორედუქტაზები, ტრანსფერაზები, ჰიდროლაზები, ლიაზები, იზომერაზები და ლიგაზები. ნებისმიერი მიკროორგანიზმის ფერმენტული შემადგენლობა განისაზღვრება მისი გენომით, რაც საკმაოდ სტაბილური ნიშანია და გამოიყენება ბაქტერიების იდენტიფიკაციისათვის.

ბაქტერიულ უჯრედში ფერმენტები ლოკალიზებულია ციტოპლაზმაში, ციტოპლაზმურ მემბრანასა და პერიპლაზმატურ სივრცეში.

განასხვავებენ ეგზოფერმენტებსა და ენდოფერმენტებს. ეგზოფერმენტების ფუნქციური დანიშნულებაა გარემოში მყოფი მაკრომოლეკულების დაშლა მარტივ შემადგენლებად. ისინი შემდეგ ტრანსპორტირდებიან მიკრობულ უჯრედში.

ენდოფერმენტი – ციტოპლაზმაში ლოკალიზებული ზოგიერთი ფერმენტი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ფუნქციონირებს, ზოგიერთები კი შეადგენენ მულტიფერმენტულ კომპლექსებს. მაგალითად, სუნთქვითი ჯაჭვის ფერმენტები.

გენეტიკური კონტროლის თავისებურებების შესაბამისად, ბაქტერიებში განასხვავებენ ფერმენტების სამ ძირითად ჯგუფს: 1. კონსტიტუციურს, რომელთა სინთეზი ხდება მთელი უჯრედული ციკლის განმავლობაში (გლიკოლიზის ფერმენტებს), 2. ინდუცებელურს, რომელთა სინთეზის ინდუცირება ხდება შესაბამისი სუბსტრატით, 3. რეპრესიბელურს, რომელთა სინთეზი ითრგუნება ამ ფერმენტით კატალიზებული რეაქციის პროდუქტის ჭარბი დაგროვების შემთხვევაში.

6.7. პლასტიკური (კონსტრუქციული) მეტაბოლიზმი (ცილის ბიოსინთეზი)

უჯრედში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესები გაერთიანებულია ერთი ტერმინი – მეტაბოლიზმით (ბერძნ. metabole – გარდაქმნა). განასხვავებენ მეტაბოლიზმის ორ სახეს: ანაბოლიზმსა და კატაბოლიზმს.

ანაბოლიზმი წარმოადგენს ბიოქიმიური რეაქციების ერთობლიობას, რომელიც ახორციელებს უჯრედის კომპონენტების სინ-

თეს. იგი წარმოადგენს ნივთიერებათა ცვლის იმ მხარეს, რომელსაც კონსტრუქციულ ცვლას უწოდებენ.

კატაბოლიზმი რთული ნივთიერებების დაშლაა მარტივად. ამ დროს თავისუფლდება ენერგია, რომელიც უზრუნველყოფს უჯრედს ენერგიით.

კონსტრუქციულ ცვლაში შეიძლება გამოიყოს ბიოსინთეზური პროცესების ორი ტიპი: მონომერებისა (ამინომჟავების, ნუკლეოტიდების, მონოსაქარიდების, ცხიმოვანი მჟავების) და პოლიმერების (ცილების, ნუკლეინის მჟავების, პოლისაქარიდების) სინთეზი. ყოველი ბიოპოლიმერის სინთეზი საჭიროებს სპეციფიკური ცილების მონაწილეობას. ამდენად, კონსტრუქციული ცვლის საფუძველთა საფუძველს წარმოადგენს ცილის ბიოსინთეზი, რომელიც იმყოფება ორგანიზმის გენეტიკური სისტემის კონტროლის ქვეშ.

ცილის ბიოსინთეზი ხორციელდება ცილის მასინთეზირებელი სისტემის დახმარებით. მის შემადგენლობაში შედის შემდეგი კომპონენტები:

1. რიბოსომული სუბერთეულები – 30 S და 50 S, რომლებიც პროკარიოტებში და ეუკარიოტების მიტოქონდრიებსა და ქლოროპლასტებში ქმნიან რიბოსომა 70 S; ან სუბერთეულები 40 S და 60 S, რომლებიც ეუკარიოტებში წარმოქმნიან რიბოსომა 80 S.
2. საინფორმაციო რნმ (მატრიცული რნმ)
3. სატრანსპორტო რნმ
4. ინიციაციის ცილოვანი ფაქტორები
5. ტერმინაციის ცილოვანი ფაქტორები
6. ზოგიერთი სხვა ცილოვანი ფაქტორი
7. გუანოზინტრიფოსფატი
8. არაორგანული კათიონების (ორვალენტიანი Mg და Ca და ერთვალენტიანი – K და NH_4) განსაზღვრული კონცენტრაცია.

ცილის მასინთეზირებელი სისტემის ძირითადი კომპონენტი რიბოსომაა. დნმ-ში ლოკალიზებული მემკვიდრული ინფორმაცია გადაეცემა რიბოსომებს. მატრიცული რნმ გადაიწერს დნმ-ში ჩაწერილ მემკვიდრულ ინფორმაციას და მიიტანს მას რიბოსომებთან. შემდეგ სატრანსპორტო რნმ-ის მოლეკულებს, რომლებიც

ქმნიან კომპლექსებს სხვადასხვა სახის ამინომჟავებთან, გადაიტანენ ისინი ცილის სინთეზის ადგილებში – რიბოსომებთან.

დნმ-ის მოლეკულის მონაკვეთს, რომელიც შეიცავს ინფორმაციას ერთი ცილის პირველადი სტრუქტურის შესახებ, გენი ეწოდება. დნმ-ის ერთი მოლეკულა შედგება რამდენიმე ასეული გენისაგან.

ცილის სტრუქტურის განსაზღვრაში ძირითადი როლი დნმ-ს განეკუთვნება. დნმ-ის მოლეკულა შეიცავს ინფორმაციას მოცემული უჯრედის მთელი რიგი ცილების პირველადი სტრუქტურის შესახებ. ევოლუციის პროცესში გამომუშავდა კოდი, რომელსაც დნმ-ის კოდი ეწოდება. დნმ-ის კოდში ნუკლეოტიდების თანმიმდევრულად განლაგებული თანაფარდობა შეესაბამება ცილის მოლეკულაში განსაზღვრულ ამინომჟავებს.

ამჟამად დადგენილია, რომ ცილაში ყოველ ამინომჟავას შეესაბამება დნმ-ის ჯაჭვში არსებული ნუკლეოტიდებისაგან (ტრიპლეტებისაგან) შემდგარი თანმიმდევრულად განლაგებული თანაფარდობა. დნმ-ის კოდი გაშიფრულია და ზუსტად არის დადგენილი მისი მაკოდირებელი ნუკლეოტიდთა სამეულის ანუ ტრიპლეტის (კოდონის) შემადგენლობა.

დნმ-ის კოდში ხშირად ერთი და იგივე ამინომჟავა კოდირებულია არა ერთი ტრიპლეტით, არამედ – რამდენიმეთი, რასაც დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მემკვიდრული ინფორმაციის საიმედოდ შენახვისა და გადაცემისათვის. თუ დნმ დაზიანდა და ზოგიერთი ტრიპლეტის შემადგენლობა დაირღვა, მაშინ ტრიპლეტი – სინონიმები, რომლებიც ამავე მჟავას აკოდირებენ, თავის თავზე ღებულობენ დაზიანებული ტრიპლეტის ფუნქციებს.

დნმ-ში ჩაწერილი ინფორმაცია ბირთვიდან ციტოპლაზმაში განლაგებულ რიბოსომებს გადაეცემა საინფორმაციო რნმ-ის საშუალებით. იგი სინთეზირდება დნმ-ის მოლეკულის მონაკვეთის ერთ-ერთ უბანზე და ზუსტად იმეორებს მის სტრუქტურას.

დნმ-ის ორსპირალიანი მოლეკულა აგებულია ე. წ. კომპლემენტარობის პრინციპის საფუძველზე. ყოველ განსაზღვრულ ნუკლეოტიდს შეესაბამება მხოლოდ განსაზღვრული ნუკლეოტიდი. ეს პრინციპი მოქმედებს საინფორმაციო რნმ-ის სინთეზის დროსაც და საერთოდ, ყველა პროცესი – დნმ-ის რედუპლიკაცია,

ტრანსკრიფცია, ტრანსლაცია და სხვა, აგებულია კომპლემენტარობის პრინციპზე.

დნმ-ის ერთ-ერთი ჯაჭვის ერთი განსაზღვრული გენის გასწვრივ დგება საინფორმაციო რნმ-ის კომპლემენტარული ნუკლეოტიდი. მაგალითად, დნმ-ის მოლეკულის გ(გუანინიანი) ნუკლეოტიდის პირდაპირ დგება რნმ-ის ც(ციტოზინიანი) ნუკლეოტიდი. ც-ის მოპირდაპირედ – გ, ა-ის მოპირდაპირედ – უ, თ-ის მოპირდაპირედ რნმ-ის ა(ადენინიანი) ნუკლეოტიდი. ამის შედეგად წარმოქმნილი რნმ-ის საინფორმაციო მოლეკულა თავისი ნუკლეოტიდების შემადგენლობითა და თანმიმდევრობით დნმ-ის ერთ-ერთი ჯაჭვის მონაკვეთის ზუსტი ასლია. ამავე დროს კი – მეორე ჯაჭვის კომპლემენტარული.

ამის შემდეგ საინფორმაციო რნმ-ის მოლეკულები მიემართებიან ცილის სინთეზის ადგილისაკენ, კერძოდ, რიბოსომებისაკენ. ციტოპლაზმიდან რიბოსომისაკენ მიემართება აგრეთვე იმ მასალის ნაკადიც, რომლისაგანაც შედგება ცილა, ე. ი. ამინომჟავები. ისინი უჯრედის ციტოპლაზმაში საკვები ცილის დაშლის შედეგად წარმოიქმნებიან.

ყოველი ამინომჟავა რიბოსომებში სპეციალიზებული სატრანსპორტო რნმ-ის თანხლებით ხვდება. მაგალითად, ამინომჟავა ალანინის ტრასპორტირებას ალანინის სატრასპორტო რნმ ახდენს და ა. შ. რნმ-ის ეს ტიპი შედარებით მცირე ზომისაა. სულ შეიცავს 70-80 ნუკლეოტიდურ რგოლს. აღმოჩნდა, რომ სატრანსპორტო რნმ-ის მოლეკულის ზოგიერთ ადგილში არსებობს 4-7 ნუკლეოტიდური რგოლი, რომლებიც ერთმანეთისადმი კომპლემენტურია. ამ უბნებში კომპლემენტურ ნუკლეოტიდებს შორის ჩნდება წყალბადური ბმები, რის შედეგად წარმოიქმნება რთული მარყუჟისებრი სტრუქტურა, რომელიც ფორმით სამყურას ფოთოლს წააგავს, სატრანსპორტო რნმ-ის ზედა მხარეზე ლოკალიზებულია ნუკლეოტიდების ტრიპლეტი, რომელიც გენეტიკური კოდის მიხედვით განსაზღვრულ ამინომჟავას შეესაბამება. ამ ტრიპლეტს კოდური ტრიპლეტი ეწოდება. ამ მოლეკულის ქვედა მხარეს არის მონაკვეთი, რომელსაც შესაბამისი ამინომჟავა უკავშირდება.

ტრასლაცია კი არის გენეტიკური კოდის გაშიფვრის პროცესი

საინფორმაციო რნმ-ში, რისი გამოხატულებაცაა პოლიპეპტიდური ჯაჭვი, რომელშიც ამინომჟავების განლაგების თანმიმდევრობა განისაზღვრება ტრიპლეტების განლაგებით საინფორმაციო რნმ-ში. ე. ი. ტრანსლაცია წარმოადგენს საკუთრივ ცილის ბიოსინთეზის პროცესს რიბოსომებზე. ტრანსლაცია შედგება შემდეგი ძირითადი ეტაპებისაგან:

1. ტრანსლაციის ინიციაცია. 2. ელონგაცია ანუ პოლიპეპტიდური ჯაჭვის გაგრძელება. 3. ტრანსლაციის ტერმინაცია (დასრულება) და 4. პოლიპეპტიდური ჯაჭვის მოდიფიკაცია.

პირველად რიბოსომა ადის საინფორმაციო რნმ-ის ჯაჭვისებრ მოლეკულაზე, დაეუშვათ, მარცხნიდან და იწყებს ცილის სინთეზს. როდესაც რიბოსომა გადაინაცვლებს მარჯვნივ 50-100 ანგსტრემით, იმავე ბოლოდან საინფორმაციო რნმ-ზე აცოცდება მეორე რიბოსომა, რომელიც პირველის მსგავსად იწყებს ცილის სინთეზს და მიჰყვება პირველ რიბოსომას. შემდეგ საინფორმაციო რნმ-ზე ადის მესამე რიბოსომა, მეოთხე და ა. შ. ეს რიბოსომა ასრულებს ერთსა და იმავე სამუშაოს: ასინთეზებს ერთსა და იმავე ცილას, რომელიც ამ კონკრეტულ საინფორმაციო რნმ-შია დაპროგრამებული.

რაც უფრო მარჯვნივაა რიბოსომა გადანაცვლებული საინფორმაციო რნმ-ის ჯაჭვზე, ცილის მოლეკულის მით უფრო დიდი ნაწილია მასზე აწყობილი. ამ პროცესს ელონგაცია ეწოდება.

რიბოსომა საინფორმაციო რნმ-ზე კი არ მისრიალებს, არამედ წყვეტილად, ნაბიჯ-ნაბიჯ გადაინაცვლებს ტრიპლეტიდან ტრიპლეტზე. როდესაც დამთავრდება ერთი ტრიპლეტის ტრანსლაცია, რიბოსომა ნახტომისებურად გადაინაცვლებს მეზობელ ტრიპლეტზე და წამიერად შეჩერდება. ამ დროს პოლიპეპტიდური ჯაჭვი ერთი რგოლით გრძელდება, შემდეგ ადგილი აქვს რიბოსომის კიდევ ერთ ნაბიჯს მეზობელ ტრიპლეტზე და ა. შ. საინფორმაციო რნმ-ის ბოლომდე.

როცა პირველი რიბოსომა მიაღწევს საინფორმაციო რნმ-ის მარჯვენა ბოლოს,ცილის სინთეზი მთავრდება და რიბოსომა წარმოქმნილი ცილით სცილდება საინფორმაციო რნმ-ის მოლეკულას. ამ პროცესს ტერმინაცია ეწოდება. შემდეგ ერთმანეთს

სცილდებიან რიბოსომა და ცილა, რის შედეგადაც რიბოსომა კვლავ მიემართება საინფორმაციო რნმ-ისაკენ.

სინთეზირებული ცილის მოლეკულა ხვდება ენდოპლაზმურ ბადეში და მისი სტრუქტურების საშუალებით გადაინაცვლებს უჯრედის იმ ნაწილში, რომლისთვისაც აუცილებელია აღნიშნული ცილა. საინფორმაციო რნმ-ზე კი ადის სულ ახალ-ახალი რიბოსომები და ცილის სინთეზი განუწყვეტლივ კონვეიერული სისტემით მიმდინარეობს.

ცილის ბიოსინთეზის დასკვნით ეტაპს წარმოადგენს პოლიპეპტიდური ჯაჭვის მოდიფიკაცია, რის შედეგადაც ცილის მოლეკულა იღებს თავის საბოლოო სტრუქტურას და კონფორმაციას, რაც განსაზღვრავს მის ფუნქციურ თვისებებს.

ცილის სინთეზის ყველა რეაქცია კატალიზდება სპეციალური ფერმენტებით.

მე-20 საუკუნის 50-იან წლებში პირველად იქნა სინთეზირებული ხელოვნური ცილა – ინსულინი, რომლის პეპტიდური ჯაჭვი სულ 51 ამინომჟავასაგან შედგება. ლაბორატორიულ პირობებში მისი სინთეზისათვის საჭირო შეიქმნა დაახლოებით 5000 ოპერაციის ჩატარება, ხოლო სამუშაოს შესასრულებლად 3 წლის განმავლობაში მონაწილეობდა 10 სპეციალისტი. ცოცხალ უჯრედში კი 200-300 ამინომჟავასაგან შემდგარი ერთი მოლეკულა ცილის სინთეზი ძალიან სწრაფად, სულ 1-2 წუთში ხდება. ამიტომ რიბოსომებს უწოდებენ „მოლეკულურ ავტომატებს“.

6.8. ნახშირწყლების ბიოსინთეზი და მაფოტოსინთეზირებელი პროკარიოტები

მიკროორგანიზმები ასინთეზებენ მონო- , ოლიგო- , პოლისაქარიდებსა და სხვა შენაერთებს. ავტოტროფები გლუკოზას ასინთეზებენ ნახშირორჟანგიდან. ჰეტეროტროფები გლუკოზას ასინთეზებენ ნახშირბადის შემცველი შენაერთებიდან. ორივე შემთხვევაში ძირითადად გამოიყენება გლიკოლიზის რეაქციები.

ჩვენს პლანეტაზე მიმდინარე პროცესებს შორის ფოტოსინთეზი ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პროცესია. ფოტოსინთეზს ახ-

დენს სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფის ორგანიზმები. ფოტოსინთეზი პროცესია, რომლის დროსაც არაორგანული ნივთიერებებიდან (H_2O, CO_2) ხდება ორგანული ნივთიერებების სინთეზი და მოლეკულური ჟანგბადის გამოყოფა მზის სხივური ენერგიისა და პიგმენტი ქლოროფილის მონაწილეობით. ყოველწლიურად დედამიწის მწვანე მცენარეულობა ასინთეზებს 100 მილიარდ ტონა ორგანულ ნივთიერებას, რაზედაც დაახლოებით იხარჯება 200 მილიარდი ტონა CO_2 და ატმოსფეროში გამოიყოფა დაახლოებით 145 მილიარდი ტონა თავისუფალი ჟანგბადი. ფოტოსინთეზისათვის კი ყოველწლიურად გამოიყენება $3 \cdot 10^{22}$ ჯოული მზის ენერგია.

როგორც აღვნიშნეთ, ფოტოსინთეზს იწვევს სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფის ორგანიზმები, ჩვენ კი გვაინტერესებს მაფოტოსინთეზირებელი პროკარიოტები. ამჟამად გამოყოფენ პროკარიოტების 5 ჯგუფს, რომელთაც აქვთ ფოტოსინთეზის უნარი. ფოტოტროფული პროკარიოტები გაერთიანებულია კლ. Photobacteria-ში, რომელთაც ორ ქვეკლასად ყოფენ: Oxyphotobacteria და Anoxyphotobacteria (ჟანგბადის გამოყოფის მიხედვით).

ქვ. კლ. Oxyphotobacteria-ში გამოიყოფა რიგები: Cyanobacteriales და Prochlorales.

ქვ. კლ. Anoxyphotobacteria იყოფა ორ რიგად: Rhodospirillales (მეწამული ბაქტერიები) და Chlorobiales (მწვანე გოგირდოვანი ბაქტერიები).

განვიხილოთ ისინი ცალ-ცალკე:

მეწამული ბაქტერიები, მწვანე ბაქტერიები

მეწამული ბაქტერიები წარმოადგენენ გრამუარყოფით ჩხირებს, კოკებს ან სპირილებს. ისინი მოძრავები ან უძრავებია. მოძრაობენ ერთი ან კონებად განლაგებული შოლტებით. მეწამულ ბაქტერიებში ქლოროფილი შენიღბულია მეწამულ-წითელი ან ყავისფერი პიგმენტით, ხოლო მაფოტოსინთეზირებელი აპარატი უჯრედის მემბრანებშია ლოკალიზებული. მათ კარგად აქვთ განვითარებული ციტოპლაზმის შიგა მემბრანული სტრუქტურები ბუშტების, მილების ან ფირფიტების სახით. მათ აქვთ ბაქტერიოქლოროფილი a, b, c, d, e და კაროტინოიდები.

მწვანე ბაქტერიები წვრილი, უძრაკი გრამუარყოფითი ჩხირებია. მათში მაფოტოსინთეზირებელი აპარატი უჯრედის მემბრანებში ან სპეციალურ ორგანოებში – ქლორობიუმ-ვეზიკულებშია ლოკალიზებული. ისინი თავის მხრივ ციტოპლაზმაში ან მემბრანებშია.

მეწამული ბაქტერიები იყოფა ორ ჯგუფად: მეწამული გოგირდოვანი და მეწამული არაგოგირდოვანი ბაქტერიები. ე. ი. გამოიყოფა ორი ოჯახი: Rhodospirillaceae და Chromatiaceae.

მეწამულ არაგოგირდოვანში გამოიყოფა გვარები: Rhodospirillum (წარმომადგენლები Rh. rubrum, Rh. fulvum) და Rhodopseudomonas.

მეწამულ გოგირდოვან ბაქტერიებში გამოიყოფა გვარები: Chromatium წარმომადგელები Chromatium okenii, Chromatium warmingi.

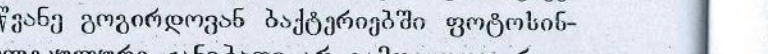
მწვანე გოგირდოვან ბაქტერიებში გამოყოფენ ორ ოჯახს: Chlorobiaceae-ისა და Chloroflexaceae-ს.

ოჯახი Chlorobiaceae-ს წარმომადგენლები არიან ერთუჯრედიანი უძრავი ფორმები, მრავლდებიან ბინალური დაყოფით. წარმომადგენლებია Chlorobium Limicola და Chlorobium vibrioforme.

ოჯახი Chloroflexaceae-ს წარმომადგენლები ძაფნარი ფორმებია, გრამუარყოფითები, მკაცრი ანაერობები.

მწვანე მცენარეებისა და ციანობაქტერიებისაგან განსხვავებით, მეწამულ და მწვანე გოგირდოვან ბაქტერიებში ფოტოსინთეზის პროცესში მოლეკულური ჟანგბადი არ გამოიყოფა, რადგანაც ისინი CO_2-ის აღდგენისათვის წყალბადის დონორად იყენებენ არა წყლის წყალბადს, არამედ – H_2S-ის წყალბადს.

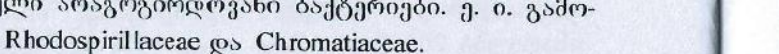
ვან-ნილმა 1931 წელს შეისწავლა მეწამული გოგირდოვანი და მწვანე ბაქტერიების ფოტოსინთეზი და მოგვცა განტოლება:



$$CO_2 + 2H_2S \rightarrow (CH_2O)n + H_2O + 2S$$

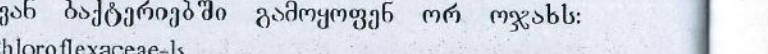
ე. ი. ბაქტერიულ ფოტოსინთეზში წყლის როლს ასრულებს გოგირდწყალბადი.

მწვანე მცენარეებში ფოტოსინთეზის განტოლება ასეთია:



$$CO_2 + 2H_2O \rightarrow (CH_2O)n + H_2O + O_2$$

აქედან შეიძლება გამოვიყვანოთ ფოტოსინთეზის საერთო განტოლება:



$$CO_2 + 2H_2A \rightarrow (CH_2O)n + H_2O + 2A$$

ე. ი. სხვადასხვა ტიპის ფოტოსინთეზი ერთმანეთისაგან განსხვავდება წყალბადის დონორის ბუნებით (H_2O, H_2S ან ორგანული ნივთიერება).

ციანობაქტერიები

ესაა პროკარიოტების დიდი ჯგუფი, რომლებიც ახორციელებენ ოქსიგენურ ფოტოსინთეზს. დიდი ხნის მანძილზე ციანობაქტერიები ალგოლოგებსა და მიკრობიოლოგებს შორის ბრძოლის ობიექტს წარმოადგენდა. რას უნდა მივაკუთვნოთ ისინი: წყალმცენარეებს თუ ბაქტერიებს. მათი სისტემატიკა ადრე ხორციელდებოდა ბოტანიკური კოდის მიხედვით. მე-20 საუკუნის 60-იან წლებში, როცა დადგინდა განსხვავება პროკარიოტულ და ეუკარიოტულ უჯრედებს შორის სტრუქტურული ორგანიზაციის მიხედვით, დაისვა საკითხი ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების სისტემატიკის გადასინჯვისა. ციტოლოგიური გამოკვლევებით დადგენილ იქნა, რომ ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები ტიპური პროკარიოტებია და უწოდეს ციანობაქტერიები.

ბაქტერიული კოდის მიხედვით ციანობაქტერიები 5 ჯგუფადაა დაყოფილი. ისინი არიან, როგორც ერთუჯრედიანები, ასევე – მრავალუჯრედიანებიც. ახასიათებთ ფოტოსინთეზი, რომელიც ემყარება ორი ფოტოსისტემის ფუნქციონირებას. ელექტრონების დონორი H_2O არის და თან ახლავს ჟანგბდის გამოყოფა. სინათლის ფაზაში წარმოიქმნება ატფ და ნადფ. H_2, რომლებიც შემდეგ გამოიყენება CO_2-ის ფიქსაციისათვის კალვინის ციკლში.

ციანობაქტერიები ანაერობულ პირობებში ახორციელებენ ფოტორედუქციას, ხოლო აერობულ პირობებში – ფოტოსინთეზს.

პროქლოროფიტები

1975 წელს **ლევინმა** აღწერა ერთუჯრედიანი სიმბიოზური ორგანიზმი, რომელსაც პროქლოროფიტები უწოდა. მათ აქვთ პროკარიოტული აგებულების უჯრედი, ახორციელებენ ფოტოსინთეზს, რომლის დროსაც გამოიყოფა O_2. ისინი ეგზოსიმბიონტებია, რომლებიც ზღვის ცხოველების კოლონიური ასციდიების ზედაპირზე სახლდებიან, ნაკლებად არიან შესწავლილი, რადგანაც არაა გამოყოფილი **სუფთა კულტურის** სახით. პროქლოროფიტების ყველა ცნობილი კულტურა ერთ სახეობაშია გაერთიანებული და ეწოდება Prochloron didemni. ისინი ერთუჯრედიანი, სფერული ფორმის, უძრაკი, გრამუარყოფითები არიან, მრავლდებიან ბინალური დაყოფით. უჯრედის კედელში შეიცავენ ქლოროფილ a-სა და b-ს, კაროტინოიდებს. CO_2-ის ფიქსაციას ახდენენ კალვინის ციკლით. მასპინძლის გარეშე მათი კულტივირება არ ხდება.

ჰალობაქტერიები

დიდხანს ითვლებოდა, რომ ფოტოსინთეზი შეუძლებელია ქლოროფილის გარეშე. მე-20 საუკუნის 70-იან წლებში აღმოაჩინეს ჰალობაქტერიები, რომელთაც ახასიათებთ უქლოროფილო ფოტოსინთეზი (ჰალობაქტერიები, თერმოაციდოფილური და მეთანის წარმომშობი ბაქტერიები გაერთიანებულია არქებაქტერიების ჯგუფში).

ოსტერხელდის და **სტოკენიუსის** მიერ აღმოჩენილ იქნა Halobacterium halobium. მას ახასიათებს ფოტოსინთეზის განსაკუთრებული ტიპი, რადგანაც აქ ფოტოსინთეზში მონაწილეობს არა პიგმენტი ქლოროფილი, არამედ განსაკუთრებული პიგმენტი – ბაქტერიოროდოპსინი. ამ ბაქტერიებში ბაქტერიოროდოპსინი კოვალენტურადაა დაკავშირებული კაროტინოიდებთან. სინათლის მოქმედებით ეს პიგმენტი განიცდის ფოტოქიმიურ გარდაქმნას. მას თან ახლავს ატფ-ის სინთეზი.

ფოტოფოსფორილირება, რომელიც ჰალობაქტერიებში იქნა აღმოჩენილი, ერთადერთი მაგალითია სინათლის ენერგიის გარდაქმნისა ატფ-ის ქიმიურ ენერგიაში ელექტრონულ-ტრანსპორტული ჯაჭვის მონაწილეობის გარეშე. რაც შეეხება უქლოროფილო ფოტოსინთეზის წარმოშობის საკითხს, დღემდე უცნობია.

6.9. ბაქტერიული ფოტოსინთეზი

ფოტოსინთეზი ესაა პროცესი, რომლის დროსაც ფოტოტროფული ორგანიზმების უჯრედებში ხდება სინათლის ენერგიის გარდაქმნა ბიოქიმიურად მისაწვდომ ენერგიად ატფ-ად და ასიმილაციურ ძალად – ნადფ-H_2-ად. არსებობს ორი სახის ფოტოსინთეზი: ოქსიგენური და ანოქსიგენური. ოქსიგენური, რომელიც ახასიათებს მწვანე მცენარეებს, ციანობაქტერიებსა და პროქლოროფიტებს, ხოლო მეწამულ გოგირდოვანი და არაგოგირდოვანი ბაქტერიები ახორციელებენ ანოქსიგენურ ფოტოსინთეზს. მათი განსხვავება დაკავშირებულია იმასთან, თუ წყალბადის დონორად რა იქნება გამოყენებული. იმისათვის, რომ წყალბადის დონორი იყოს წყალი, აუცილებელია ორი ფოტორეაქციის თანმიმდევრული განხორციელება, ხოლო დონორად უფრო უარყოფითი უანგვა-აღდგენითი პოტენციალის მქონე ნაერთის გამოყენებისას ერთადერთი ფოტორეაქციაა საკმარისი. ამჟამად ოქსიგენური ფოტოსინთეზის პირველადი პროცესები უკეთესადაა შესწავლილი, ვიდრე – ანოქსიგენურისა.

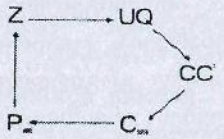
ბაქტერიებშიც ფოტოსინთეზი ორ ფაზად მიმდინარეობს.

სინათლის ფაზა

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ბაქტერიებში ხდება ელექტრონების როგორც ციკლური, ისე არაციკლური ტრანსპორტი.

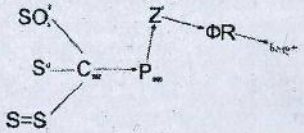
1968 წელს **ხაინდისა** და **ოლსონის** მიერ დადგენილ იქნა, რომ ბაქტერიების ელექტრონების ციკლურ ნაკადში მონაწილეობს ქლოროფილი P_{890} (ეს სახელწოდება მიიღო იქიდან, რომ ფოტოსინთეზური გაუფერულება ახასიათებს 890 ნმ-ის – არეში). ელექტრონების პირველადი აქცეპტორია z, რომლის ქიმიური ბუნება არაა ცნობილი. ბაქტერიული ელექტრონების ციკლურ ტრანსპორტში პირველადი ფოტორეაქციაა P_{890} პიგმენტის დაუანგვა. P_{890} ესაა ბაქტერიოქლოროფილის გრძელტალღიანი (აგრეგირებული) ფორმა, რომელიც აღმოჩენილია, მხოლოდ in vitro, ხოლო ორგანული გამხსნელებით უჯრედებიდან გამოყოფისას გადადის მონომერულ ფორმაში – P_{780}-ში. z-დან ელექტრონი გადადის უბიქინონზე. ეს უკანასკნელი ელექტრონს გადასცემს

ხსნად ციტოქრომ CC'-ს.შემდეგ ელექტრონი გადაეცემა უხსნად ციტოქრომ C555-ს. CC_1 და C555 რთული ცილები ქრომოპროტეიდებია. მათ პორფირინულ ჯგუფს წარმოადგენს რკინის შემცველი პორფირინი (ჰემი). ცილა და პორფირინი ერთმანეთს უკავშირდება თიოეთერული კავშირით. ციტოქრომები ელექტრონებს გადასცემენ P890-ს. (სურ.29).



სურ.29. ელექტრონების ციკლური ნაკადი

გოგირდოვან ბაქტერიებში არაციკლური ელექტრონულტრანსპორტულ ჯაჭვში ელექტრონების საწყის დონორს წარმოადგენს SO_3^{-2}, S = S, S^0, ხოლო საბოლოო აქცეპტორს ნად$^+$. SO_3^{--}, S^0-დან ელექტრონი გადაეცემა ციტოქრომ C552-ს, აქედან – რეაქციულ ცენტრს P890-ს,შემდეგ – Z და ფერედოქსინს. ფერედოქსინიდან ელექტრონი გადაეცემა ნად$^+$-ს, რომელიც აღდგება ნად. H_2-მდე და გამოიყენება უჯრედის მეტაბოლიზმის პროცესებში. არაციკლური ელექტრონების ნაკადი შეუღლებულია ადფ-დან ატფ-ის სინთეზთან. წყალმცენარეებსა და უმაღლეს მცენარეებში ელექტრონების არაციკლური ნაკადი უფრო რთულად ხდება (სურ. 30).



სურ.30. ელექტრონების არაციკლური ნაკადი

სიბნელის ფაზა

წყალმცენარეებში, მწვანე მცენარეებსა და ასევე მაფოტოსინთეზირებელ ბაქტერიებში სიბნელის ფაზაში ფუნქციონირებს კალვინის ციკლი, რომელიც უჯრედებს უზრუნველყოფს ნახშირწყლებით. მაგრამ დიდი ხანი არაა, რაც არნონმა დაადგინა,

რომ სიბნელის ფაზაში ბაქტერიებში, აგრეთვე, ფუნქციონირებს ციკლი, რომელიც **არნონის** ციკლის სახელწოდებითაა ცნობილი. ამ ციკლის ერთი ფუნქციონირებისას ხდება CO_2-ის ოთხჯერ შეთვისება. გამოყოფილ იქნა კარბოქსილირების ფერმენტებიც. მათ მიეკუთვნება:

1. აცეტილ-K_0A კარბოქსილაზა, რომელიც აკატალიზებს რეაქციას.

აცეტილ-K_0A + CO_2 + $ΦD_{აღდ}$ → პირუვატი + K_0A + $ΦD_{დაჟანგ}$.

2. სუქცინილ კარბოქსილაზა, აკატალიზებს შემდეგ რეაქციას.

სუქცინილ-K_0A + CO_2 + $ΦD_{აღდ}$ → α-კეტოგლუტარატი + K_0A + $ΦD_{დაჟანგ}$

3. კარბოქსილაზა

ფოსფოენოლპირუვატი + CO_2 → ოქსალოაცეტატი + $Φ_ნ$

4. იზოციტრატნად (ნადფ) ოქსიდორედუქტაზა აკატალიზებს რეაქციას:

α-კეტოგლუტარატი+CO_2 + ნადფ.H_2 → იზოციტრატი + ნადფ.

ერთი ციკლის დროს წარმოიქმნება ერთი მოლეკულა ოქსალოაცეტატი, რომელიც გამოიყენება ბაქტერიული უჯრედის მეტაბოლიზმისას. აცეტატი ჩაერთვება CO_2-ის აქცეპტორის რეგენერაციის ციკლში. შესაძლებელია ციკლის შემოკლებული ვარიანტიც. ციტრატის დაშლისას წარმოქმნილი აცეტატი გამოდის ციკლიდან, ხოლო ოქსალოაცეტატი გამოიყენება ციტრატის რეგენერაციისათვის. CO_2 აქცეპტორის რეგენერაციის ასეთ შემოკლებულ ციკლში ხდება მსოლოდ კარბოქსილირების ორი რეაქცია, სუქცინილ-კოენზიმი A-ს და α-კეტოგლუტარატის კარბოქსილირება.

არნონის ციკლი ბაქტერიულ უჯრედებს უზრუნველყოფს ორგანული მჟავებითა და ამინომჟავებით, ხოლო კალვინის ციკლი – ნახშირწყლებით.

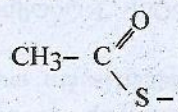
6.10. ლიპიდების ბიოსინთეზი

ლიპიდები, ერთის მხრივ, წარმოადგენენ პლაზმური მემბრანისა და უჯრედის კედლის მთავარ კომპონენტებს, ხოლო მეორეს მხრივ – სამარაგო ნივთიერებებს. ლიპიდები აერთიანებენ სხვადასხვა ქიმიური ბუნების ნივთიერებებს. მაგალითად: ცხიმებს (გლიცერინისა და ცხიმოვანი მჟავების რთული ეთერები), ცვილს (რთული ეთერები – უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავებისა და სპირტების), აგრეთვე, კაროტინოიდებს, სტერინებს, ზოგიერთი ცხიმში ხსნად ვიტამინსა და მათ ნაწარმებს.

ლიპიდების საერთო თვისებაა ის, რომ ისინი არ იხსნებიან წყალში, იხსნებიან მხოლოდ ორგანულ ნივთიერებებში.

ბაქტერიულ ლიპიდებში ჭარბობს ცხიმოვანი მჟავები გრძელი ჯაჭვით (C_{14}-C_{18}), ნაჯერი და უჯერი ერთი ორმაგი ბმით. უჯერი ცხიმოვანი მჟავები რამდენიმე ორმაგი ბმით გარდა ციანობაქტერიებისა, სხვა პროკარიოტებში არ არის ნაპოვნი. დიდი მნიშვნელობა აქვთ რთულ ლიპიდებს. ისინი წარმოადგენენ გლიცერინის რთულ ეთერებს, რომლებშიც სპირტის ორი ჰიდროქსილის ჯგუფი ეთერიფიცირებულია ცხიმოვანი მჟავებით, ხოლო მესამე – OH ჩანაცვლებულია ფოსფორმჟავას ნაშთით. ფოსფორმჟავას ნაშთი კი დაკავშირებულია სერინთან, ეთანოლამინთან. ასეთ რთულ ლიპიდებს მიეკუთვნება ფოსფატიდილინოზიტი, ფოსფატიდილგლიცერინი და ფოსტატიდილეთანოლამინი.

გრძელჯაჭვიანი ცხიმოვანი მჟავები სინთეზირდება აცეტატური ჯგუფის კონდენსაციისა და აღდგენის გზით. საწყისი სუბსტრატი არის აცეტილ-KoA



S – KoA-დან ხდება აცეტილური ჯგუფის ცილის მოლეკულაზე გადატანა, რის შედეგადაც მიიღება აცილგადამტანი ცილა.

აცეტილ-KoA + აგც → აცეტილ-აგც + KoA.

აცეტილ - აგც შემდეგ უერთდება ორნახშირბადიან ფრაგმენტს, რომლის დონორსაც წარმოადგენს მალონილ-აგც, რომელიც ასევე აცეტილ-KoA-დანაა მიღებული.

ორი თანმიმდევრული ფერმენტული რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება ბუტირილ-აგც, რომლის კონდენსაციით ახალ მოლეკულა მალონილ-აგც-თან და უკანასკნელის აღდგენის შედეგად წარმოიქმნება ექვსნახშირბადიანი ცხიმოვანი მჟავა. ცხიმოვანი მჟავის ნახშირბადოვანი ჯაჭვის დაგრძელება შემდეგ თანდათან ხდება ასევე ორნახშირბადიანი ნაერთების მიერთებით.

6.11. ბაქტერიების ენერგეტიკული ცვლის თავისებურებები

მიკროორგანიზმთა სამყარო ძალზე მრავალგვარია. ზოგიერთი ენერგიას ღებულობს მინერალური შენაერთებიდანაც კი. მაგალითად, რკინაბაქტერიები ენერგიას იღებენ მათ მიერ რკინის (Fe^{+2}, Fe^{+3}) უშუალო დაჟანგვის საშუალებით, რაც გამოიყენება ნახშირორჟანგის ფიქსაციისათვის. გოგირდის ბაქტერიები თავის თავს ენერგიით უზრუნველყოფენ გოგირდის შემცველი შენაერთების დაჟანგვის ხარჯზე.

სუნთქვის ტიპის მიხედვით, ბაქტერიები იყოფიან 4 ჯგუფად: 1) ობლიგატური, მკაცრი აერობები (მრავლდებიან მხოლოდ ჟანგბადის არსებობის შემთხვევაში), 2) მიკროაეროფილები (მათთვის აუცილებელია თავისუფალი ჟანგბადის მცირე კონცენტრაცია), 3) ფაკულტატური ანაერობები (შეუძლიათ გლუკოზის მოხმარება და გამრავლება როგორც აერობულ, ასევე ანაერობულ პირობებში) და 4) ობლიგატური, მკაცრი ანაერობები (მრავლდებიან მხოლოდ უჟანგბადო არეში).

ბაქტერიების უმრავლესობა, ცხოველების მსგავსად, სუნთქვის პროცესში ატმოსფერულ ჟანგბადს იყენებს. ბაქტერიების ასეთ ფორმებს აერობულები ეწოდებათ.

ზოგიერთი ბაქტერია კი იზრდება და მრავლდება თავისუფალი ჟანგბადის გარეშე, ხოლო ენერგიას იღებს ნახშირწყლების (გლუკოზის) ან ცილების (ამინომჟავების) ანაერობული გარდაქმნისას და იმავე დროს აგროვებს ნაწილობრივ დაჟანგულ პროდუქტებს – სპირტს, გლიცერინს ან რძის მჟავას. ამ ბაქტერიების ერთი ნაწილი, რომლებსაც ობლიგატური ანაერობები ეწო-

დება, იზრდება მხოლოდ უჟანგბადო არეში, ხოლო მოლეკულური ჟანგბადის არსებობის შემთხვევაში, ისინი სწრაფად იღუპებიან. სხვები, რომელთაც ფაკულტატიური ანაერობები ეწოდებათ, კარგად გრძნობენ თავს, როგორც უჟანგბადო, ასევე ჟანგბადიან გარემოში.

ობლიგატური ანაერობების მთავარი თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ მათი ენერგეტიკული ცელა მიმდინარეობს თავისუფალი ჟანგბადის გარეშე. ანაერობულ პირობებში გლუკოზის მოხმარებისას, ატფ-ის სინთეზი წარმოებს სუბსტრატული ფოსფორილირების ხარჯზე. გლუკოზის 1 მოლეკულისაგან ანაერობულ პირობებში წარმოიქმნება რძის მჟავას 2 მოლეკულა, ხოლო ენერგიის გამოსაჟალი 1 მოლეკულა გლუკოზაზე მხოლოდ 20 კკალორიას შეადგენს (სინთეზდება ატფ-ის 2 მოლეკულა), რაც გაცილებით ნაკლებია სრულ დაჟანგვასთან შედარებით. ამრიგად, ანაერობული ბაქტერიებისათვის ჟანგბადი არ წარმოადგენს ელექტრონების საბოლოო აქცეპტორს. უფრო მეტიც, მოლეკულური ჟანგბადი მათზე ტოქსიკურ ზემოქმედებას ახდენს.

ანაერობული ბაქტერიების სხვადასხვა სახეობებს ენერგიის წყაროდ შეუძლიათ გამოიყენონ თითქმის ნებისმიერი ორგანული შენაერთი: არა მარტო საკვები ნივთიერებები, არამედ ისეთი ნარჩენი პროდუქტიც კი, როგორიცაა შარდოვანა.

ნახშირწყლების ფერმენტულ, ანაერობულ დაშლას დუღილი ეწოდება, ხოლო ცილებისა და ამინომჟავების ფერმენტულ, ანაერობულ დაშლას – ლპობა. ის უსიამოვნო სუნი, რაც თან ახლავს საკვებისა და მცენარეული თუ ცხოველური ორგანიზმების გახრწნას, განპირობებულია აზოტის და გოგირდის შემცველი ნივთიერებების წარმოქმნით ლპობის პროცესში.

6.12. მიკროორგანიზმთა პიგმენტები და მანათობელი მიკროორგანიზმები

ზოგიერთი მიკროორგანიზმი ცხოველმყოფელობის პროცესში წარმოქმნის პიგმენტებს. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფერით, ქიმიური შედგენილობითა და ხსნადობით.

ცხიმში ხსნად, კაროტინოიდურ წითელ, ნარინჯისფერ ან ყვითელი ფერის პიგმენტებს წარმოქმნიან სარცინები, ტუბერკულოზის მიკობაქტერიები, აქტინომიცეტები. ეს პიგმენტები მათ იცავენ ულტრაიისფერი სხივებისაგან. შავ ან ყავისფერ პიგმენტს –მელანინს, რომელიც წყალსა და ძლიერ მჟავებში არ იხსნება ასინთეზებს ობლიგატური ანაერობი Bacteroides niger და სხვა. წითელი ფერის პიროლურ პიგმენტს მიეკუთვნება პროდიგიოზინი, რომელსაც Seratia წარმოქმნის. პიოციანინს წარმოქმნის ლურჯ-მწვანე ჩირქის ჩხირი – Pseudomonas fluorescens.

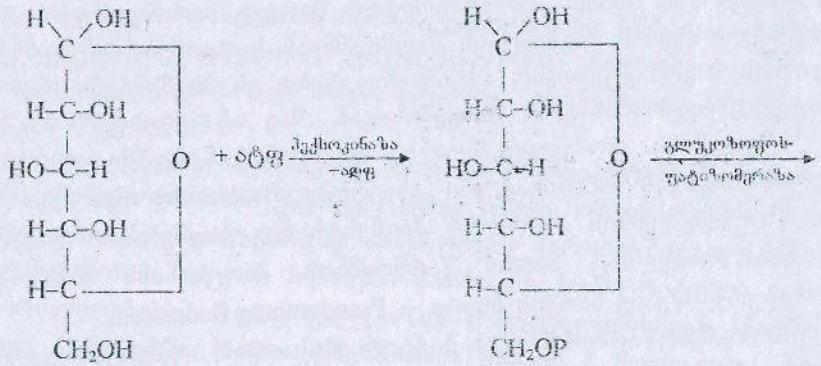
პიგმენტწარმომქმნელი ბაქტერიებისათვის პიგმენტის ფერი საიდენტიფიკაციო ტესტად ითვლება.

ზოგიერთი ბაქტერია, ვიბრიონები და სოკოები ფლობენ ნათების (ლუმინესცენციის) უნარს. ისინი იწვევენ თევზის ქერცლის, უმაღლესი სოკოების, ლპობადი ხეების, საკვები პროდუქტების ნათებას. უმეტესი მანათობელი ბაქტერიები ჰალოფილურ სახეობებს მიეკუთვნებიან. ისინი ბინადრობენ ზღვებში, ოკეანეებში, მტკნარ წყალსატევებში. ყველა მანათობელი ბაქტერია აერობია. ნათების მექანიზმი სუბსტრატის ბიოლოგიური დაჟანგვის პროცესში ენერგიის გამოთავისუფლებასთან არის დაკავშირებული. ბაქტერიებით გამოწვეული საკვები პროდუქტის ნათება მას არ აფუჭებს. პირიქით, ნათება მიუთითებს, რომ პროდუქტში ლპობა არ ხდება. ლპობის მიკროორგანიზმების განვითარებისას კი ნათება ქრება.

6.13. ენერგიის მიღება სუბსტრატული ფოსფორილირებით. დუღილი

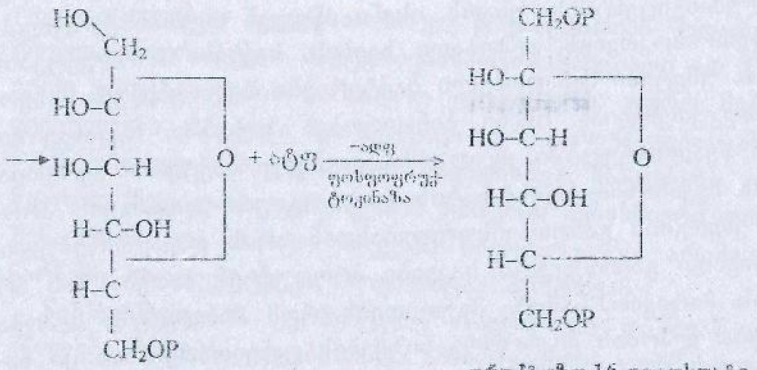
მიკროორგანიზმები ჰექსოზებს (გლუკოზებს) სამი გზით შლიან: გლიკოლიზური, პენტოზოფოსფატური და 2-კეტო-3-დეზოქსიგლუკონატური.

გლიკოლიზი (ემბდენ-მეიერგოფ-პარნასის გზა) მიკრობულ უჯრედში იწყება გლუკოზის ფოსფორილირებით ფერმენტი ჰექსოკინაზას მონაწილეობით, რის შედეგადაც წარმოიქმნება გლუკოზო-6 ფოსფატი + ადფ



გლუკოზა

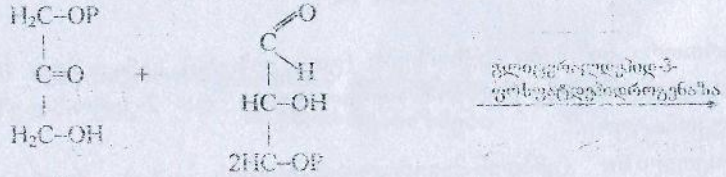
გლუკოზო-6-ფოსფატი



ფრუქტოზო-6-ფოსფატი

ფრუქტოზო-1,6-დიფოსფატი

ფრუქტოზო 1,6-დიფოსფატი ფერმენტი ალდოლაზას მოქმედებით იხლიჩება ორ მოლეკულა ტრიოზად.



დიოქსიაცეტონფოსფატი

3 ფოსფოგლიცერინის ალდეჰიდი

დიოქსიაცეტონფოსფატი იზომერიზაციის (ფერმენტი ტრიოზოფოსფატიზომერაზა) რეაქციის შედეგად განიცდის გარდაქმნას 3-ფოსფოგლიცერინის ალდეჰიდად. შემდეგ რეაქციებში უკვე ჩაერთვება ორი მოლეკულა 3-ფოსფოგლიცერინის ალდეჰიდი. ეს უკანასკნელი იჟანგება. ეს რეაქცია კატალიზდება გლიცერ-ალდეჰიდ-3-ფოსფატდეჰიდროგენაზით. აქ მიმდინარეობს რთული გარდაქმნები, რის შედეგადაც წარმოიქმნება 3-ფოსფოგლიცერინის მჟავა. ხდება ფოსფორილირება სუბსტრატულ დონეზე, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ატფ.

3-ფოსფოგლიცერინის მჟავა + ატფ

შემდეგ 3-ფოსფოგლიცერინის მჟავა ფოსფოგლიცერომუტაზით იზომერიზდება 2-ფოსფოგლიცერინის მჟავაში.

2 ფოსფოგლიცერინის მჟავა $\xrightarrow{\text{დეჰიდრატაცია}}$

$\xrightarrow{\text{დეჰიდრატაცია}}$ ფოსფოენოლპიროყურძნის მჟავა

ეს უკანასკნელი პირუვატკინაზას მოქმედებით გასცემს თავის ფოსფატურ ჯგუფს და ენერგიის მარაგი აკუმულირდება ატფ-ის წარმოქმნით. ესაა ატფ-ის მეორე მოლეკულა, რომელიც წარმოიქმნება გლუკოზის პიროყურძნის მჟავაში გარდაქმნისას. ენოლ-პიროყურძნის მჟავა შემდეგ თვითნებურად გარდაიქმნება უფრო მდგრად ფორმაში პიროყურძნის მჟავაში $CH_3 - CO - COOH$.

ამრიგად, დუღილის დროს გლუკოზიდან განთავისუფლებული H_2 გადაიტანება ნად.-ზე (ნიკოტინამიდადენინდინუკლეოტიდი) დუღილის მეორე სტადიაზე ნად. H_2 წყალბადს გადასცემს საბოლოო აქცეპტორს.

ამდენად, ნად წარმოადგენს H_2-ის გადამტანს. დუღილის პროცესში სულ წარმოიქმნება 4 მოლეკულა ატფ, 2 მოლეკულა ატფ ფოსფოგლიცერინის ალდეჰიდის დაჟანგვისას, ხოლო 2 მოლეკულა 2-ფოსფოგლიცერინის მჟავას დეჰიდრირებისას, მაგრამ მათგან 2 მოლეკულა ატფ კვლავ საჭიროა გლუკოზის ფრუქტოზო

1,6-დიფოსფატში გარდასაქმნელად, ხოლო ორი მოლეკულა ატფ გამოიყენება ბიოსინთეზის პროცესში.

პენტოზოფოსფატური ანუ ვარბურგ-დიკენს-ხორეკერის გზა

გლუკოზის გახლეჩვის პენტოზოფოსფატური გზა შეიძლება შემდეგი სახით წარმოვადგინოთ: საწყისი პროდუქტი გლუკოზო-6-ფოსფატი დეჰიდრირდება ფოსფოგლუკონოლაქტონის წარმოშობით, ჰიდროლიზდება 6-ფოსფოგლუკონოვის მჟავამდე. ეს უკანასკნელი შემდეგ იჟანგება დეკარბოქსილირების გზით რიბოზო-5-ფოსფატის ან ქსილულოზო-5-ფოსფატის წარმოშობით. შემდეგ გარდაიქმნება გლიცერინის ალდეჰიდში. ეს უკანასკნელი გლიკოლიზური გზით გარდაიქმნება პიროყურძნის მჟავაში და ჰექსოზომონოფოსფატი ხელახლა ჩაერთვება ციკლში. პენტოზოფოსფატურ გზას ის მნიშვნელობა აქვს, რომ ის უზრუნველყოფს უჯრედებს ბიოსინთეზისათვის საჭირო საწყისი ნივთიერებებით. წარმოშობილი პენტოზოფოსფატი – რიბოზა ნუკლეოტიდებისა და ნუკლეინის მჟავების წინამორბედს წარმოადგენს. გარდა ამისა, ეს გზა უჯრედებს ამარაგებს ნადფ. H_2-ით(ნიკოტინამიდადენინდინუკლეოტიდ ფოსფატი. H_2), რომელიც საჭიროა ბიოსინთეზის აღდგენითი რეაქციების განხორციელებისათვის. ყოველი მოლეკულა გლუკოზისაგან წარმოიქმნება 1 მოლეკულა ატფ. ეს გზა განიხილება როგორც ნახშირწყლების დაჟანგვის დამატებითი გზა.

ენტნერ-დუდოროვის ანუ 2 კეტო-3 დეზოქსიგლუკონატური გზა

ეს გზა შედარებით ნაკლებადაა გავრცელებული, ვიდრე – წინა ორი. ამ გზით ნახშირწყლების დაჟანგვა ხდება ზოგიერთ ფსევდომონადებსა და ძმარმჟავა ბაქტერიებში. გამოსავალ პროდუქტს წარმოადგენს გლუკოზო-6-ფოსფატი. ის დეჰიდრირდება 6-ფოსფოგლუკონოვის მჟავამდე. შემდეგ მისგან მოწყდება წყალი და წარმოიქმნება 2-კეტო-3-დეზოქსი-6-ფოსფოგლუკონოვის მჟავა. ეს უკანასკნელი კი იხლიჩება პირუვატად და 3-ფოსფოგლიცერინის ალდეჰიდად, რომელიც გლიკოლიზით კვლავ გარდაიქმნება პირუვატში. ერთი მოლეკულა გლუკოზის დაჟანგვისას წარმოიქმნება ერთი მოლეკულა ატფ, ნადფ H_2 და ნად. H_2. ეს გზა უზ-

რუნველყოფს მიკროორგანიზმებს გლუკონოვის მჟავათი.

დუღილის მეორე ფაზაც ანაერობულია.

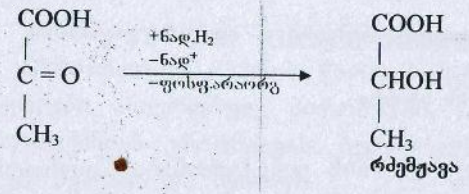
მიღებული საბოლოო პროდუქტების მიხედვით განასხვავებენ დუღილის რამდენიმე ტიპს: რძემჟავურს, სპირტულს, ჭიანჭველმჟავურს, პროპიონმჟავურსა და სხვა. თითოეული მათგანი შესაბამისი მიკროორგანიზმებით არის გამოწვეული.

რძემჟავა დუღილი – ბუნებაში ფართოდაა გავრცელებული. განასხვავებენ ჰომოფერმენტულ და ჰეტეროფერმენტულ რძემჟავა დუღილებს.

ჰომოფერმენტული რძემჟავა დუღილისას შაქრისგან მიიღება მხოლოდ რძემჟავა. ამ დუღილს იწვევს ჩხირის ფორმის ბაქტერიები Lactobacillus გვარიდან და სტრეპტოკოკები. ენერგიის წყაროდ იყენებენ გლუკოზას, აგრეთვე, ლაქტოზას, მალტოზას. ლაქტოზა და მალტოზა მოსამზადებელ ეტაპზე განიცდის გახლეჩვას.

ჰომოფერმენტული რძემჟავა დუღილი იმავე მიმართულებით მიდის, როგორც გლუკოზის გარდაქმნა პიროყურძნის მჟავას წარმოშობამდე.

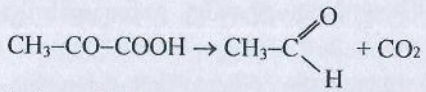
პიროყურძნის მჟავა კი საკმაოდ დაჟანგული ნაერთია და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც ელექტრონის აქცეპტორი. ნად. H_2-დან ორი ელექტრონი გადაიტანება პიროყურძნის მჟავაზე, რის შედეგადაც წარმოიქმნება რძის მჟავა:



ჰეტეროფერმენტული რძემჟავა დუღილის დროს, რძემჟავას გარდა, მიიღება სხვა პროდუქტები: სპირტი, ძმარმჟავა, CO_2. ჰეტეროფერმენტულ რძემჟავა დუღილს იწვევს ჩხირის ფორმის ბაქტერიები Betabacterium, Leuconostoc. ამ ჯგუფის ბაქტერიებს მიეკუთვნება ბუნებაში ფართოდ გავრცელებული ნაწლავის ბინადარი – Escherichia coli. ჰეტეროფერმენტული რძემჟავა დუღილის

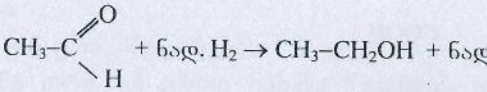
დროს გლუკოზის გარდაქმნა სხვაგვარად მიმდინარეობს, რასაც განსაზღვრავს ამ დუღილში მონაწილე ბაქტერიების ფერმენტული კომპლექსი. ჰექსოზა ფოსფორილირების შემდეგ იუანგება (იხლიჩება წყალბადი) და დეკარბოქსილირდება (იხლიჩება CO_2), გარდაიქმნება ჰექსოზოფოსფატად. ეს უკანასკნელი ფერმენტი ფოსფოკეტოლაზას მოქმედებით იხლიჩება ფოსფოგლიცერინის ალდეჰიდად, ისე როგორც ჰომოფერმენტული რძემჟავა დუღილის დროს – პიროყურძნის მჟავად, რომელიც შემდეგ აღდგება რძემჟავად. აცეტილფოსფატი დეფოსფორილდება და გარდაიქმნება ძმარმჟავად ან აღდგება ეთილის სპირტად.

სპირტული დუღილისას პიროყურძნის მჟავა ჟანგვითი დეკარბოქსილირებით წარმოშობს აცეტალდეჰიდს, რომელიც წარმოადგენს წყალბადის საბოლოო აქცეპტორს.



პიროყურძნის მჟავა **აცეტალდეჰიდი**

ეს რეაქცია შეუქცევადია. ფერმენტი პირუვატდეკარბოქსილაზა წარმოადგენს თიამინპიროფოსფატს – თიამინი (B_1)-სა და პიროფოსფატის ეთერს. აცეტალდეჰიდი შემდეგ აღდგება ეთანოლამდე ალკოჰოლდეჰიდროგენაზას მონაწილეობით:



ეთილის სპირტი

როგორც რძემჟავა დუღილის დროს ელექტრონების დონორს წარმოადგენს 3-ფოსფოგლიცერინისალდეჰიდი. სპირტულ დუღილს იწვევს პროკარიოტებიდან ობლიგატური და ფაკულტატური ანაერობული ბაქტერიები, ხოლო ეუკარიოტებიდან – საფუვრები. ანაერობულ პირობებში უმაღლეს მცენარეებშიც ასევე აღინიშნება ეთილის სპირტის დაგროვება.

პროპიონმჟავური დუღილი

პროპიონმჟავური დუღილი ხორციელდება Propionibacter-ის გვარის ბაქტერიებით. ისინი წარმოადგენენ გრამდადებით უძრავ ჩხირებს, არ წარმოქმნიან სპორებს. ისინი ანაერობებია, მაგრამ შეუძლიათ განვითარება ჟანგბადის არსებობის პირობებშიც. ენერგიის წყაროდ იყენებენ ნახშირწყლებს, ორგანულ მჟავებსა და სპირტებს.

შაქრისაგან პროპიონმჟავას წარმოქმნა გამოისახება განტოლებით:

$$3C_6H_{12}O_6 \rightarrow 4CH_3–CH_2–COOH + 2CH_3–COOH + 2CO_2 + 2H_2O$$

პროპიონმჟავური ბაქტერიებით შაქრის დაშლა საწყის ეტაპზე პირუვატის წარმოქმნამდე ემბდენ-მეიერგოფპარნასის სქემით მიმდინარეობს. შემდეგ პიროყურძნის მჟავა აღდგება რძემჟავად, რომლის აღდგენითაც მიიღება პროპიონმჟავა.

პირუვატის აღდგენა პროპიონმჟავამდე ხორციელდება მეთილმალონილ-K0A გზით. გარდაქმნაში გადაწყვეტ როლს ასრულებს ფერმენტი მეთილმალონილ – K0A – კარბოქსიტრანსფერაზა. ამ გზაში მონაწილეობს რამდენიმე ფერმენტი და კოფაქტორი (ბიოტინი, ვიტამინი B_{12}). პროპიონმჟავა დუღილის მწარმოებელი ბაქტერიები დიდი რაოდენობით აგროვებენ ვიტამინ B_{12}-ს და ამიტომ მათ სამრეწველო მასშტაბით ვიტამინის მისაღებად იყენებენ.

ერბომჟავური და აცეტონ-ბუტილური დუღილი

Clostridium-ის გვარის წარმომადგენლები, გრამდადებითი ბაქტერიები ანაერობულ პირობებში, ნახშირწყლების დადუღებით წარმოქმნიან ერბომჟავას, ბუტანოლს, აცეტონს და სხვა ორგანულ მჟავასა და სპირტს.

კლოსტრიდიების სხვადასხვა წარმომადგენლები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მეტაბოლიტების წარმოქმნის მიხედვით. Cl. butyricum C. pasteurianum, C. pectinovorum ძირითადად აგროვებენ ბუტირატს, აცეტატს და CO_2-ს. C. acetobutyricum-ის კულტურა კი აგროვებს ბუტირატს, აცეტატს და აცეტონს. პროცესები ძალიან რთულია და ჯამური რეაქციის გამოსახვას არ ექვემდებარება.

ერბომჟავური დუღილი ემბდენ-მეიერგოფ-პარნასის ანუ ფრუქტოზობიფოსფატური გზით მიმდინარეობს პიროყურძნის მჟავას წარმოქმნამდე. შემდეგ ყოველ ცალკეულ მეტაბოლიტს სინთეზის თავისი ინდივიდუალური გზა გააჩნია. პიროყურძნის მჟავას გარდაქმნიდან დაწყებული თითქმის ყველა შემთხვევაში მონაწილეობს აცეტილ-K_0A.

კლოსტრიდიები დუღილის პროცესში ნახშირბადის წყაროდ იყენებენ სხვადასხვა სახის სუბსტრატს. კარგ სუბსტრატად ითვლება მონოსაქარიდები (პენტოზები, ჰექსოზები), დისაქარიდები და წყალში ხსნადი ოლიგოსაქარიდები. კლოსტრიდიების უმრავლესობა აქტიურად შლის პოლისაქარიდებს (ცელულოზა, ჰემიცელულოზა, სახამებელი, პექტინი). ისინი ადუღებენ აგრეთვე შარდოვანას, ეთანოლს, გლიცერინს, ამინომჟავებს, პირიმიდინისა და პურინის ფუძეებს.

ე. ი. კლოსტრიდიები აქტიურად შლიან სუბსტრატების ფართო სპექტრს, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ისინი ხასიათდებიან მრავალი ფერმენტის სინთეზის უნარით, როგორიცაა ცელულაზები, ამილაზები, პროტეაზები, ნუკლეაზები და სხვა.

ჭიანჭველმჟავური დუღილი

ნაწლავების მიკროფლორის ზოგიერთ წარმომადგენელს შეუძლია აწარმოოს ჭიანჭველმჟავური ანუ შერეული დუღილი, რადგან, ჭიანჭველმჟავას გარდა, წარმოიქმნება სხვა ორგანული მჟავები და სპირტები. ამ ტიპის დუღილის გამომწვევი ბაქტერიები ძირითადად ნაწლავებში ბინადრობენ. ისინი გაერთიანებულია Enterobacteriaceae-ს ოჯახში. არიან გრამუარყოფითი, აქტიურად მოძრავი ფაკულტატური ანაერობები. ენტერობაქტერიებს შორის ყველაზე კარგად შესწავლილია შემდეგი სახეობები: Escherichia coli, Proteus vulgaris, Aerobacter aerogenes და Salmonella-ს წარმომადგენლები.

ორგანული ნივთიერებების არასრული აერობული დაჟანგვა

უმეტესი აერობული მიკროორგანიზმები ორგანულ ნივთიერებებს უანგავენ სუნთქვის პროცესში CO_2-მდე და H_2O-მდე. ამ დროს ხდება სრული დაჟანგვა, რომელიც განსხვავდება არასრული დაჟანგვისაგან, რომლის დროსაც ნაწილობრივ დაჟანგული ორგანული ნივთიერება წარმოიქმნება. არასრული დაჟანგვის საბოლოო პროდუქტს წარმოადგენს კეტომჟავები, ძმარმჟავა, გლუკონოვის, ფუმარის, ლიმონის, რძემჟავა და სხვა.

ბევრი ორგანული მჟავა და მათ რიცხვში ამინომჟავებიც, საწარმოო მასშტაბით მიიღება მიკროორგანიზმების მონაწილეობით, რისთვისაც ახორციელებენ არასრულ დაჟანგვას.

ანაერობული დაჟანგვა

ცნობილია, რომ სუნთქვისას უფრო მეტი რაოდენობით ენერგია თავისუფლდება, ვიდრე დუღილისას. ბიოქიმიური ევოლუციის პროცესში ამიტომ შენარჩუნებულია ნივთიერებათა ცვლის ისეთი ტიპი, როცა H_2 მოწყდება ორგანული სუბსტრატიდან და გადაიტანება შეკავშირებულ ჟანგბადზე. ამ შემთხვევაში ჟანგბადის მატარებლის როლს ასრულებს სულფატი და ნიტრატი. სულფატი აღდგება გოგირდწყალბადამდე, ხოლო ნიტრატი მოლეკულურ აზოტამდე და ამიაკამდე. ელექტრონების სულფატსა და ნიტრატზე გადატანისას ბაქტერიები ახორციელებენ სუბსტრატის საკმაოდ სრულ დაჟანგვას და ამ დროს მეტი ენერგია გამოიყოფა, ვიდრე – დუღილისას.

6.14. სუნთქვა

სუნთქვის პროცესში ელექტრონი გაიტანება სუბსტრატიდან მოლეკულურ ჟანგბადზე, რისთვისაც საჭიროა:

1. მექანიზმი, რომელიც სრულად მოწყვეტს წყალბადს (ელექტრონს) სუბსტრატიდან.

2. ისეთი სისტემის არსებობა, რომელიც სუბსტრატიდან მოწყვეტილ წყალბადს გადაიტანს მოლეკულურ ჟანგბადზე ყველაზე რაციონალური გზით.

3. მექანიზმის არსებობა, რომლის დახმარებითაც ელექტრონების გადატანის ენერგია გარდაიქმნება ქიმიურ ენერგიაში, რომელიც უკვე მისაწვდომია ყველა უჯრედისათვის.

ევოლუციის პროცესში ზემოთ ჩამოთვლილი სამივე საკითხი გადაწყდა შემდეგი სახით: 1. სუბსტრატიდან წყალბადის სრული მოწყვეტა მოხდა ტრიკარბონმჟავების ციკლის ფუნქციონირების

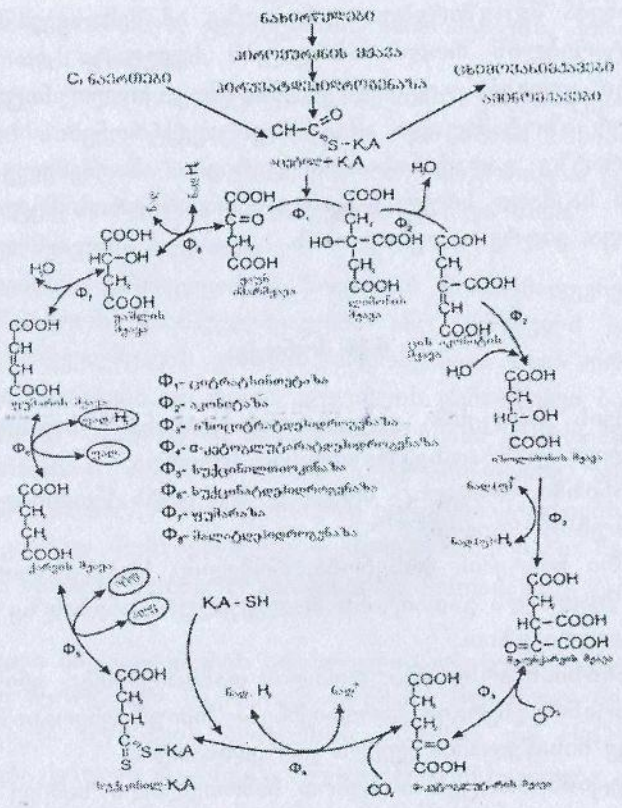
შედეგად ან უანგვითი პენტოფოსფატური ციკლით.

2. წყალბადის გადატანა მოლეკულურ ჟანგბადზე მოხდა „სუნთქვით ჯაჭვში“.

3. ელექტრონების გადატანის ენერგიის ქიმიური ენერგიაში გარდაქმნა განხორციელდა მექანიზმებით, რომლებითაც ელექტრონების გადატანა შეუღლებულია ფოსფორილირებასთან.

კრებსის ანუ ტრიკარბონმჟავების (ტკმ) კრებსის ციკლი

კრებსის ციკლში ხდება ორგანული ნაერთების სრული დაჟანგვა და წყალბადის მოწყვეტა, რის შედეგადაც ტრიკარბონმჟავების ციკლი უჯრედს ამარაგებს ბიოსინთეზური პროცესებისათვის საჭირო წინამორბედებით (სურ. 31).



სურ.31. ტრიკარბონმჟავების ანუ კრებსის ციკლი

ტკმ ციკლის საწყის სუბსტრატს წარმოადგენს აცეტილ-K_0A (ძმარმჟავას აქტივირებული მოლეკულა). იგი წარმოიქმნება პიროყურძნის მჟავადან ფერმენტი პირუვატდეჰიდროგენაზას მონაწილეობით.

საკუთრივ ტკმ ციკლი იწყება აცეტილ-K_0A კონდენსაციით მჟაუნძმარმჟავას მოლეკულასთან, რომელიც სინთეზდება ციტრატსინთეტაზით. რეაქციის პროდუქტს წარმოადგენს ლიმონმჟავა და თავისუფალი კოფერმენტი A. ლიმონმჟავა ფერმენტი აკონიტაზას მოქმედებით გარდაიქნება ცის-აკონიტ და იზოლიმონმჟავაში. იზოლიმონმჟავა კი გარდაიქმნება α-კეტოგლუტარის მჟავაში, რომელიც კატალიზდება ფერმენტი იზოციტრატდეჰიდროგენაზათი. რეაქციის პირველ ეტაპზე ადგილი აქვს იზოლიმონმჟავას დეჰიდრირებას, რის შედეგად წარმოიქმნება მჟაუნქარვის მჟავა და ნად. H_2. მეორე ეტაპზე მჟაუნქარვის მჟავა განიცდის დეკარბოქსილირებას. რეაქციის პროდუქტია α-კეტოგლუტარის მჟავა + CO_2.

α-კეტოგლუტარის მჟავა შემდეგ განიცდის უანგვით დეკარბოქსილირებას. ეს რეაქცია კატალიზდება α-კეტოგლუტარატდეჰიდროგენაზით. ამის შედეგად წარმოიქმნება სუქცინილ-K_0A. ის შეიცავს მაღალენერგეტიკულ თიოეთერულ კავშირს.

შემდეგი ფერმენტული ეტაპია – ქარვის მჟავას – სუქცინატის წარმოქმნა სუქცინილ-K_0A-დან. ის კატალიზდება სუქცინილთიოკინაზით. თიოეთერული კავშირის გაწყვეტისას ენერგია მარაგდება ატფ-ფოსფატურ კავშირში. ატფ კი შემდეგ ფოსფატურ ჯგუფს გადასცემს ადფ-ს და საბოლოოდ წარმოიქმნება ატფ. ტკმ ციკლის ამ ეტაპზე ადგილი აქვს სუბსტრატულ ფოსფორილებას. ქარვის მჟავა იუანგება ფუმარის მჟავაში ფერმენტი სუქცინატდეჰიდროგენაზას მონაწილეობით. შემდეგ ფუმარის მჟავა ფერმენტი ფუმარაზას მოქმედებით გარდაიქმნება ვაშლის მჟავაში, რომელიც განიცდის დეჰიდრირებას. შედეგად წარმოიქმნება მჟაუნქარვამჟავა.

რეაქცია კატალიზდება მალატდეჰიდროგენაზით. ამ რეაქციით მთავდება ტკმ-ის ციკლი.

გლუკოზიდან მიღებული ენერგიის მაქსიმალურ მობილიზაცი-

ას ადგილი აქვს მისი დაჟანგვისას ლიმონის მჟავას ციკლში (ე. წ. კრებსის ციკლი). გლუკოზის მოხმარების I ეტაპზე უჟანგბადო არეში (გლიკოლიზის დროს), მისი ერთი მოლეკულისაგან წარმოიქმნება პიროყურძნის მჟავას 2 მოლეკულა და სინთეზდება ატფ-ის მხოლოდ 2 მოლეკულა. ატფ-ის ყოველ მოლეკულას გააჩნია ენერგიით მდიდარი (10კკალ) ერთი პიროფოსფატური ბმა. გლუკოზის გახლეჩვისას რძის მჟავამდე ეს უკანასკნელი ჟანგბადიან არეში იჟანგება და გარდაიქმნება პიროყურძნის მჟავად, რომელიც შემდეგ სრულად იჟანგება კრებსის ციკლის საშუალებით ნახშირორჟანგამდე და წყლამდე.

ტკმ-ის ციკლისას 2-ჯერ ხდება დეკარბოქსილირება, 4-ჯერ – დეჰიდრირება და ერთხელ – ფოსფორილირება. ორჯერ დეკარბოქსილირების შედეგად ციკლიდან გამოდის ნახშირბადის 2 ატომი (2 CO_2) ისეთივე რაოდენობით, რამდენიც აცეტილის ჯგუფით შევიდა ციკლში. 4 დეჰიდრირების შედეგად წარმოიქმნება 3 ნად. H_2 და 1 მოლ ფად. H_2. ამრიგად, მთელი წყალბადი აღმოჩნდება განსაზღვრულ გადამტანებზე და შემდეგი ამოცანაა სხვა გადამტანებით მათი გადატანა მოლეკულურ უანგბადზე, რის შედეგადაც კრებსის ციკლში სინთეზდება 36 მოლეკულა ატფ-ი.

ამრიგად, ერთი მოლი გლუკოზის სრულ დაჟანგვას თან ახლავს 38 მოლეკულა ატფ-ის სინთეზი. ამ მოლეკულებს გააჩნიათ 380 კკალ-ის ენერგიის მარაგი ანუ გლუკოზის 1 მოლის მთელი მარაგის 55%.

6.15. ბაქტერიების ზრდა და გამრავლება, განვითარების ფაზები

უჯრედის ზრდის ქვეშ იგულისხმება ყველა უჯრედული კომპონენტისა და სტრუქტურის კოორდინირებული გამრავლება, რაც საბოლოო ჯამში იწვევს უჯრედის მასის ზრდასაც. ცნება „გამრავლება“ აღნიშნავს უჯრედის რაოდენობის ზრდას პოპულაციაში. პროკარიოტების უმრავლესობა მრავლდება განივი გაყოფით, ზოგიერთები – დაკვირტვით. სოკოები მრავლდებიან სპორების წარმოქმნით.

განასხვავებენ ინდივიდუალური უჯრედებისა და პოპულაციის ზრდას. ინდივიდუალური უჯრედის ზრდის ქვეშ იგულისხმება მისი ბიომასის გაზრდა, რასაც ადგილი აქვს უჯრედული მასალის სინთეზის შედეგად.

ჩხირების ზრდას ადგილი აქვს სიგრძეში, ხოლო სფერული ფორმის უჯრედები (კოკები) იზრდებიან ყველა მიმართულებით. ჩხირების ზრდას სიგრძეში ადგილი აქვს უჯრედის კედლის გაგრძელების გამო მისი სხვადასხვა სტრუქტურული სუბერთეულების ჩართვის ხარჯზე.

მიკრობული უჯრედის გამრავლებაში ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი პროცესები მიმდინარეობს ბირთვში (ნუკლეოიდში), სადაც დნმ-ის ორჯაჭვიან მოლეკულაში შენახულია მთელი გენეტიკური ინფორმაცია. დნმ-ის რეპლიკაცია მიმდინარეობს ნახევრად კონსერვატიული ხერხით, რითაც უზრუნველყოფილია გენეტიკური მასალის თანაბარი განაწილება შვილეულ უჯრედებში.

რეპლიკაცია იწყება დნმ-ის გარკვეულ წერტილში და მიმდინარეობს ორი დიამეტრალურად საწინააღმდეგო მიმართულებით. დნმ-ის შვილეული ჯაჭვის სინთეზი მიმდინარეობს საფეხურებრივად 1-2 ათასი ნუკლეოტიდის ტოლი მოკლე ფრაგმენტებით,რომლებიც ერთმანეთს უკავშირდებიან სპეციალური ფერმენტი – ლიგაზით.

ღნმ-ის რეპლიკაციის პარალელურად იწყება უჯრედშორისი (განივი) ტიხრის წარმოქმნა. საწყის სტადიაზე უჯრედის ორივე მხრიდან ხდება ციტოპლაზმური მემბრანის ორი შრის შეზრდა. შემდეგ მათ შორის სინთეზდება პეპტიდოგლიკანი. დნმ-ის რეპლიკაციის პერიოდში და ტიხრის წარმოქმნისას მიკრობული უჯრედი განუწყვეტლივ იზრდება. პეპტიდოგლიკანთან ერთად სინთეზდებიან ციტოპლაზმური მემბრანის, რობოსომებისა და ციტოპლაზმის შემადგენლობაში შემავალი ბიოპოლიმერები. ბოლო სტადიაზე შვილეული უჯრედები ერთმანეთს შორდებიან.

განასხვავებენ ბინალური გაყოფის ორ სახეს: იზომორფულსა და ჰეტერომორფულს. უფრო ხშირად უჯრედები იყოფა ორ თანაბარ ნაწილად და მას იზომორფულ დაყოფას უწოდებენ, მაგრამ გვხვდება არათანაბარი ანუ ჰეტერომორფული გაყოფა, რო-

ცა შვილეული უჯრედები სხვადასხვა ზომისაა. გაყოფის შემდეგ შოლტები რჩება დედა უჯრედზე, ხოლო შვილეულ უჯრედზე ისინი უფრო გვიან გამოიზრდება.

ბინალური გაყოფის ვარიანტია დაკვირტვა, რომელიც შეიძლება განვიხილოთ როგორც არათანაბარი ბინალური გაყოფა. თავდაპირველად დედა უჯრედზე წარმოიქმნება კვირტი, შემდეგ ხდება ნუკლეოიდის გაყოფა. ერთი ნუკლეოიდი გადაინაცვლებს კვირტში, რომელიც იზრდება და დედა უჯრედს გამოეყოფა. დაკვირტვა ბინალური გაყოფისაგან განსხვავდება შემდეგი ნიშნებით: 1. კვირტის უჯრედის კედელი თითქმის ხელახლა სინთეზდება. მაშინ, როცა ბინალური გაყოფისას დედა უჯრედის კედლის მნიშვნელოვანი ნაწილი ხვდება შვილეულ უჯრედში. 2. დაკვირტვისას პროკარიოტებს აქვთ ინდივიდუალობა და ბერდებიან, ხოლო ბინალური გაყოფისას დედა უჯრედი საფუძველს აძლევს ორ შვილეულ უჯრედს და თვითონ ქრება. დაკვირტვისას დედა უჯრედი აძლევს რა საწყისს შვილეულ უჯრედებს, მათ შორის შეიძლება ვნახოთ დიდი მორფოლოგიური სხვაობა, რაც საშუალებას იძლევა პროკარიოტებში შესწავლილ იქნეს ასაკობრივი ცვლილებები.

უჯრედშიგა ობლიგატური პარაზიტები – რიკეტსიები და ქლამიდები სხვადასხვაგვარად მრავლდებიან. რიკეტსიები, ბაქტერიების მსგავსად, მრავლდებიან ბინალური გაყოფით. ქლამიდიები გადიან განვითარების რთულ ციკლს. ხვდებიან რა სამიზნე უჯრედის ვაკუოლში, ქლამიდიების ელემენტარული სხეულაკები გარდაიქმნებიან ვეგეტატიურ ფორმებად (ინიციალურ ანუ რეტიკულურ სხეულაკებად), რომელთაც შეუძლიათ გაყოფა. რამდენიმე გაყოფის შემდეგ ისინი გარდაიქმნებიან შუალედურ ფორმებად, რომელთაგან წარმოიქმნება ელემენტარული სხეულაკების ახალი თაობა. ვაკუოლის კედლის და მასპინძლის უჯრედების დაშლისას, ელემენტარული სხეულაკები გამოთავისუფლდებიან და ქლამიდიების განვითარების მთელი ციკლი მეორდება სხვა უჯრედებში. ციკლის ხანგრძლივობა 40-48 საათს შეადგენს.

მიკოპლაზმებში ძირითადი მორფოლოგიური ერთეული მცირე ზომის (130-220 ნმ) სფერული ან ოვოიდური ფორმის ელემენტარული სხეულაკებია, რომლებიც მრავლდებიან ფრაგმენტაციის

ან დაკვირტვის გზით. მიკოპლაზმების უჯრედებს შეუძლიათ გამრავლდნენ აგრეთვე განივი გაყოფით, თუკი ეს პროცესები სინქრონულად მიმდინარეობს დნმ-ის რეპლიკაციასთან ერთად.

სხვა პროკარიოტებთან შედარებით ბაქტერიები ხასიათდებიან გამრავლების მაღალი სისწრაფით. ბაქტერიების გამრავლება განისაზღვრება გენერაციის დროით ანუ იმ პერიოდით, რომლის დროსაც ხორციელდება უჯრედის გაყოფა. გენერაციის ხანგრძლივობა სახეობრივი კუთვნილების გარდა, დამოკიდებულია ბაქტერიების ასაკზე, პოპულაციაზე, საკვები ნიადაგის შემადგენლობაზე, ტემპერატურასა და სხვა ფაქტორებზე.

ოპტიმალურ პირობებში სხვადასხვა ბაქტერიის გენერაციის დრო საკმაო საზღვრებში მერყეობს: 20 წუთი ნაწლავის ჩხირებისა და 14 საათი ტუბერკულოზის მიკობაქტერიისათვის, რის გამოც ამ ბაქტერიების კოლონიები წარმოიქმნებიან 18-20 საათის ან 3-6 კვირის შემდეგ.

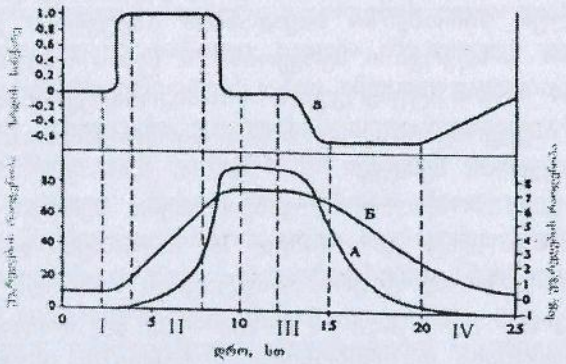
ბაქტერიული პოპულაციის განვითარება შემდეგი ფაზებისაგან შედგება: 1. -ლაგ- ფაზა (ინგლ. lag ჩამორჩენა, დაბრკოლება) შეესაბამება ფიზიოლოგიური ადაფტაციის პერიოდს (ბაქტერიების დათესვიდან გამრავლების დაწყებამდე) და მოიცავს ფერმენტების ინდუქციასა და რიბოსომების სინთეზს. ამ ფაზის ხანგრძლივობა განისაზღვრება კულტურის ასაკით. აგრეთვე, საკვები ნიადაგის რაოდენობითა და ხარისხით. ამ ფაზას შეიძლება ბაქტერიული პოპულაციის ადაფტაციის პერიოდი ეწოდოს.

II-ლოგ-ფაზა (ლოგარითმული ანუ ექსპონენციალური ფაზა) ხასიათდება ბაქტერიული უჯრედის გამრავლების მაქსიმალური სისწრაფით და ბაქტერიული პოპულაციის რაოდენობის ზრდით, რასაც გეომეტრიული პროგრესიის ხასიათი აქვს. ბაქტერიული უჯრედების რაოდენობის გაორმაგებას გენერაციის დრო ეწოდება. ეს დრო ოპტიმალურ საკვებ ნიადაგში სხვადასხვა ბაქტერიისათვის შეიძლება მნიშვნელოვნად ცვალებადობდეს.

III -სტაციონალური ფაზის დროს ბაქტერიული უჯრედების რაოდენობა აღარ იზრდება. ამ მოვლენას ადგილი აქვს საკვები ნიადაგის გამოფიტვის, მასში მეტაბოლიზმის პროდუქტების დაგროვებისა და ჟანგბადის დეფიციტის შედეგად. ამ ფაზის ხანგრძლივობა საშუალოდ რამდენიმე საათს შეადგენს და დამოკი-

დებულია ბაქტერიების სახეობასა და მათი კულტივირების თავისებურებებზე. გარკვეულ პერიოდში აღინიშნება დაღუპული, ახლად წარმოქმნილი და დასვენების მდგომარეობაში მყოფი ბაქტერიული უჯრედების თანაფარდობა. ასეთ მდგომარეობას მაქსიმალური სტაციონალური ფაზა ეწოდება.

IV – კვდომის (დაღუპვის, ლიზისის) ფაზა იწყება ცვლის მუავე პროდუქტების დაგროვების ან საკუთარი ფერმენტებით გამოწვეული ავტოლიზის გამო. ამ ფაზის ხანგრძლივობა საგრძნობლად ცვალებადობს. მაგალითად, ენტერობაქტერიები ნელა იღუპებიან, ბაცილები – კი სწრაფად) (სურ.32).



სურ.32. ბაქტერიების განვითარების ფაზები და ზრდის სიჩქარე

ბაქტერიების უმეტესობა მრავლდება უსქესო გზით – უჯრედის ჩვეულებრივი მარტივი გაყოფით ორად, რასაც ამიტოზი ანუ პირდაპირი დაყოფა ეწოდება. ზოგიერთი სახეობის ბაქტერიულ უჯრედს ოპტიმალურ პირობებში შეუძლია ყოველ 20-30 წუთში ერთხელ გამრავლდეს. გაანგარიშებით დადგენილია, რომ ოპტიმალურ პირობებში ყოველ 6 საათში 25000 უჯრედი შეიძლება წარმოიშვას. ეს გაანგარიშება საშუალებას იძლევა გავიაზროთ, თუ როგორ ხდება ადამიანის ორგანიზმში შედარებით მცირე რაოდენობით შეჭრილი ბაქტერიებისაგან სულ მოკლე ხანში დაავადების სიმპტომების გაჩენა. საბედნიეროდ, პათოგენურ ბაქტერიებს ყოველთვის არა აქვთ თავისი გამრავლებისა და განვითარებისათვის ოპტიმალური პირობები და ასეთი საოცარი ტემპით

გამრავლება ყოველთვის არ შეუძლიათ. ამას ხელს უშლის საკვების უკმარისობა, დაშლის პროდუქტების დაგროვება, განსაკუთრებით აბიოტური ფაქტორები (ტემპერატურა, ტენიანობა, სინათლე).

ზოგიერთი კლინიკური დაკვირვება და გენეტიკური კვლევის მონაცემები ადასტურებს იმ ფაქტს, რომ ზოგჯერ ბაქტერიებში შეიძლება მოხდეს მოვლენა, რომელიც ძალზე წააგავს სქესობრივ გამრავლებას და რომელიც მდგომარეობს ორი ბაქტერიული უჯრედის შერწყმასა და მათ შორის მემკვიდრული მასალის მიმოცვლაში (რეკომბინაცია). გენეტიკური რეკომბინაცია შესწავლილ იქნა ნაწლავის ჩხირში (Escherichia coli). ამ დროს მშობელი უჯრედები ერთმანეთს უერთდებიან საკონიუგაციო არხის საშუალებით, რომლითაც ხდება გენეტიკური მასალის გადაცემა. უჯრედის უნარი, გახდეს დონორი, განისაზღვრება სპეციალური სქესობრივი ფაქტორით F, რომელიც კონიუგაციისას ერთი ბაქტერიული უჯრედიდან გადაეცემა მეორეს. ეს უჯრედი იწოდება F^+ ფაქტორად, ხოლო ბაქტერია, რომელსაც F^+ ფაქტორი არა აქვს, წარმოადგენს გენეტიკური მასალის რეციპიენტს და აღინიშნება F^-. უჯრედებს შორის წარმოიშობა საკონიუგაციო არხი და მისი საშუალებით უჯრედი დონორიდან რეციპიენტის უჯრედში გადაეცემა გენეტიკური მასალა – დნმ-ის მხოლოდ ერთი ჯაჭვი, ხოლო მეორე ჯაჭვი (კომპლემენტარული) რეციპიენტის უჯრედში სინთეზდება. ამრიგად, კონიუგაციის შედეგად რეციპიენტის უჯრედი F^- გარდაიქმნება მეროზიგოტაში, რომელიც შეიცავს დონორის F^+ მხოლოდ ნაწილ ქრომოსომას და მას ემატება საკუთარი ქრომოსომები.

მიკროორგანიზმთა უჯრედების ზრდისა და გამრავლების შედეგად წარმოიშობა მიკრობთა თაობები – კოლონიები.

უნდა აღინიშნოს, რომ ეს კოლონიებიც არ რჩებიან იზოლირებულ წარმონაქმნებად, არამედ უჯრედგარეთა ნივთიერებების ხარჯზე ერთიანდებიან ე. წ. ბიოაპკებად.

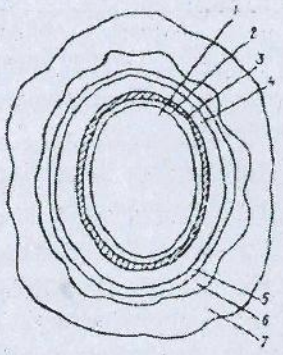
ადამიანის ორგანიზმში ბაქტერიები არსებობენ მიკრობული თანასაზოგადოებების (ასოციაციების) სახით. კოლონიზაციის პროცესში ისინი წარმოქმნიან თანასაზოგადოებებს, რომლებიც

თანდათან ერთიანდებიან ბიოაპკებად. ასეთ თანასაზოგადოებაში ბაქტერიის გადარჩენის ალბათობა მაღალია ანტიბაქტერიული პრეპარატების ზემოქმედების შემთხვევაშიც კი. სხვადასხვა ანტიბიოტიკებსა და ქიმიოთერაპიულ პრეპარატებს გააჩნიათ მიკრობული თანასაზოგადოების გარსებში შეღწევის უნარი, რასაც არსებითი მნიშვნელობა აქვს ინფექციური დაავადებების ქიმიოთერაპიაში.

6.16. ბაქტერიების ენდოსპორები

ბაქტერიები ცხოველმყოფელობის პროცესში წარმოქმნიან ენდოსპორებს. უჯრედში წარმოქმნილი ერთი სპორა ემსახურება არა ბაქტერიის გამრავლებას, არამედ – სახეობის შენარჩუნებას, რაშიც გამოიხატება სპორების საერთო ბიოლოგიური მნიშვნელობა.

ელექტრონული მიკროსკოპული გამოკვლევები გვიჩვენებს, რომ სპოროპლაზმა გარემოცულია ციტოპლაზმური მემბრანით, უჯრედის კედლით, კორტექსით, შიგა გარსით. ყველა ეს გარსი გლუვია. შემდეგ მოთავსებულია სპორის გარეთა გარსი, რომელსაც არათანაბარი ზედაპირი აქვს. ზოგიერთ სპორას აქვს ნაზი გარეთა გარსი, რომელსაც ეგზოსპორიუმი ეწოდება (სურ.33).



სურ.33. ბაქტერიების ენდოსპორების გარსის სქემა.
1-სპოროპლაზმა; 2-ციტოპლაზმური მემბრანა; 3-უჯრედის კედელი; 4-კორტექსი; 5-შიგნითა გარსი; 6-გარეთა გარსი; 7-ეგზოსანირიუმი.

ენდოსპორა თერმომედეგია, მაგალითად, თივის ჩხირის სპორა ადუღებას უძლებს 180 წუთის განმავლობაში, გამოშრობის მიმართ გამძლეა, წყალს მცირე რაოდენობით შეიცავს, დამახასიათებელია მასში დიპიკოლინის მჟავას მარილის არსებობა. ის არ გეხვდება ვეგეტატიურ უჯრედში. ენდოსპორები კარგად გარდატეხენ სინათლის სხივებს, ახასიათებთ საღებავის სუსტი შეღწევადობა.

ბაქტერიების სპორები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფორმის, ზომისა და უჯრედში განლაგების მიხედვით. ფორმის მიხედვით განარჩევენ მრგვალ (გაშეშების გამომწვევის), ოვალურ (თივის ჩხირის) და ელიფსურ სპორებს. ენდოსპორის ზედაპირი შეიძლება იყოს გლუვი, ტალღოვანი, შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა ფორმის გამონაზარდები. სპორის დიამეტრი თითქმის ვეგეტატიური უჯრედის დიამეტრის ტოლია (0.3-1.0 მკმ) ან რამდენიმეჯერ აღემატება მას. უჯრედში სპორას უჭირავს სხვადასხვაგვარი მდგომარეობა: 1. ბაცილარული, როცა სპორა ლოკალიზდება უჯრედის ცენტრში ექსცენტრულად ან ტერმინალურად და ამასთან უჯრედები არ იცვლის ფორმას. ასეთ უჯრედებს ბაცილები ეწოდებათ. მაგალითად, Bac. subtillis, Bac. thuringiensis (ლათ. Bacillum – ჩხირი).

2. კლოსტრიდიალური, როცა უჯრედში ფორმირებული სპორა ფორმას უცვლის მას და ემსგავსება თითისტარს. ასეთ უჯრედებს ეწოდებათ კლოსტრიდიალური. მაგალითად, Cl. pasteurianum, Cl. butyricum (ბერძნ. Closter – თითისტარი).

3. პლექტრიდიალური, როცა სპორა ლოკალიზდება ტერმინალურად. იმ ადგილას, სადაც სპორაა, უჯრედი ფართოვდება და იძენს დოლის ჯოხის ფორმას. მაგალითად, გაშეშების ჩხირები (სურ.34).

ენდოსპორა ესაა მოსვენებითი ფორმა. მისი საშუალებით ბაქტერიები უძლებენ გარემოს არახელსაყრელ პირობებს, როგორიცაა საკვები ნივთიერებების ნაკლებობა, მეტაბოლიზმის პროდუქტების დაგროვება, საკვები არის მჟავიანობის ცვლილება, ტემპერატურის მერყეობა და სხვა. ვეგეტატიურ უჯრედში წარმოქმნილი სპორა მომწიფების შემდეგ თავისუფლდება უჯრედიდან, ხოლო თვით უჯრედი ლიზისს განიცდის. მოსვენების

მდგომარეობაში სპორა სიცოცხლისუნარიანობას ინარჩუნებს რამდენიმე წელს. მოხვედება რა ხელსაყრელ პირობებში, ღვიძდება და წარმოქმნის ვეგეტატიურ უჯრედს. ენდოსპორებს წარმოქმნიან ჩხირისებრი ბაქტერიების გვარები Bacillus, Clostridium, Sporoiactobacillus, Desulfotomaculum, აგრეთვე, კოკების გვარი Sporosarcina და თერმოფილური აქტინომიცეტების გვარი Thermoactinomyces.

სურ.34. ბაქტერიების უჯრედში ენდოსპორის განლაგების სქემა
1-ბაცილარული (ცენტრალური ან ექსცენტრული); 2-ულოსტრიდიალური (ცენტრალური ან ექსცენტრული); 3-პრექტრიდიალური ანუ პოლარული

ენდოსპორები შეიძლება ნახონ ცოცხალ უჯრედში სინათლის მიკროსკოპით ან ფაზურ-კონტრასტული მიკროსკოპით. ელექტრონული მიკროსკოპით დათვალიერებისას კი გამოყენებულია შეღებვის რთული მეთოდები. მარტივი მეთოდებით სპორა ცუდად იღებება მათი გარსის ცუდი შეღწევადობის გამო. სპორების რთული მეთოდით შეღებვა ემყარება საღებავების კონცენტრული ხსნარებისა და ტემპერატურის კომბინირებულ მოქმედებას.

ბაქტერიებში სპორების წარმოქმნა ყველაზე კარგად შესწავლილია გვარებში Bacillus-ში, Clostridium-სა და Sporosarcina-ში.

სპორის წარმოქმნის პროცესი იწყება ბაქტერიის უჯრედის შიგნით სპოროგენული ზონის ფორმირებით. ის წარმოადგენს ციტოპლაზმის ერთ რომელიმე გამკვრივებულ უბანს მასში ლოკალიზებული ნუკლეოიდით. წარმოიქმნება პროსპორა. ციტოპლაზმური მემბრანის გარეთა და შიგნითა შრეებს შორის ადგილი აქვს სპორის გარსის ყველაზე სქელი შრის, ე. წ. კორტექსის წარმოქმნას, რომელიც შედგება ლიზოციმისადმი ძალზე მგრძნობიარე, განსაკუთრებული პეპტიდოგლიკანისაგან. კორტექსის ლიზოციმით დაშლა ასრულებს გამშვებ როლს სპორის

ზრდის (აღმოცენების) პროცესში. ამის შემდეგ მემბრანის გთა ზედაპირი იფარება მკვრივი გარსით, რომლის შემადგენლობაში შედის ვეგეტატიური უჯრედისათვის არადამახასიათებელი ცილები, ლიპიდები და სხვა. მათ მიეკუთვნება დიპიკოლინის მჟავა, რომელიც სპორებში წყლის დაბალ შემცველობასა და კალციუმის მაღალ კონცენტრაციასთან ერთად, განაპირობებს სპორის უაღრესად მაღალ სტაბილურობას. სპორების რეზისტენტობას ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორებისადმი დიდი ეპიდემიოლოგიური მნიშვნელობა გააჩნია, რადგანაც ხელს უწყობს ინფექციის წყაროს შენარჩუნებასა და გარემოს დაბინძურებას.

სპორის წარმოქმნის პროცესის დასრულებისას, უჯრედის ვეგეტატიური ნაწილი კვდება. სპორა გამოთავისუფლდება და ხანგრძლივი დროით (თვეებისა და წლების მანძილზე) ინარჩუნებს გარემოში სიცოცხლისუნარიანობას. ხელსაყრელი პირობების დადგომისას სპორა იჯირჯვება (რაც დაკავშირებულია მასში წყლის რაოდენობის გაზრდასა და ენერგეტიკულ და პლასტიკურ მეტაბოლიზმში მონაწილე ფერმენტების აქტივაციასთან), რის გამოც სპორის გარსი ირღვევა და მისგან გამოდის ე. წ. ზრდის მილი, რის შემდეგაც სრულდება უჯრედის კედლის სინთეზი და წარმოიქმნება ვეგეტატიური უჯრედი.

სპორის აღმოცენება ხდება 4-5 საათის განმავლობაში, ხოლო მისი ფორმირება გრძელდება 18-20 საათის მანძილზე.

სპორის წარმოქმნას აკონტროლებს 40-ზე მეტი ოპერონი, რომლებიც სპორისწარმომქმნელი ბაქტერიებისათვის წარმოადგენენ დამატებით გენომს. ამ გენომის შემადგენლობაში 60 გენზე მეტია.

სპორის აღმოცენება მოიცავს 3 სტადიას: აქტივაციას, საწყისსა და ზრდის სტადიებს. აქტივაცია სპორების აღმოცენებისათვის აუცილებელი პირობაა. იგი ხორციელდება სხვადასხვა ზემოქმედების საშუალებით (pH, ტემპერატურის მომატება, სპორების მექანიკური დაზიანება). საწყისი სტადია – გარეგანი ეფექტორების საშუალებით ხდება ავტოლიზინის აქტივაცია, უკანასკნელი შლის კორტექსის პეპტიდოგლიკანს. სპორაში შედის წყალი. სპორა თავისუფლდება კალციუმის დიპიკოლატისაგან, ხოლო ჰიდროლიზური ფერმენტების ზემოქმედებით იშლება მისი

სხვა კომპონენტებიც.

ზრდის სტადია. კორტექსისა და სპორის გარეგანი შრეების დაშლისას მისგან გამოიკვირტება ახალი, მზარდი ვეგეტატიური უჯრედი. იგი შედგება სპორის პროტოპლასტისა და მისი უჯრედის კედლისაგან. მასში აქტიურდება ბიოსინთეზური პროცესები, რის შედეგადაც ახალი ვეგეტატიური უჯრედი, საკვები ნივთიერების არსებობის შემთხვევაში, აორმაგებს თავის ბიომასას და იყოფა ორ შვილეულ უჯრედად, რომლებიც შემდგომში აქტიურად მრავლდებიან.

თავი VII
ბაქტერიების გენეტიკა

ნიშან-თვისებების გადაცემასა და მემკვიდრეობით კანონზომიერებებს შეისწავლის ბიოლოგიის დარგი – გენეტიკა. სელექცია კი ეს არის მეცნიერება მშობლიური ფორმებისაგან მკვეთრად განსხვავებული ფორმების გამოყვანის შესახებ. მიკროორგანიზმებში ასეთ ფორმებს სუპერშტამებს უწოდებენ. ასეთი კულტურის მიერ კი ხდება უპირატესად ერთი რომელიმე ნივთიერების სინთეზი.

მიკროორგანიზმთა სელექციაში გადამწყვეტი როლი ითამაშა გენეტიკის მიღწევებმა, როგორიცაა მუტაციის პროცესის აღმოჩენა მიკროორგანიზმებში, მუტაგენური ფაქტორების მოქმედების გამოვლენა, გენეტიკური მასალის გადაცემის პროცესები: ტრანსფორმაცია, ტრანსდუქცია, კონიუგაცია.

ცნობილია, რომ პროკარიოტებში გენეტიკური მასალა ნუკლეოიდშია ლოკალიზებული. ის წარმოადგენს დნმ-ის ერთ მოლეკულას, ძაფის ფორმისაა და ქმნის ჩაკეტილ რგოლს. ამ ძაფს ბაქტერიული ქრომოსომა ეწოდება. ქრომოსომას აქვს ცალკეული უბნები – გენები (დნმ-ის მოლეკულის ფრაგმენტები), რომლებიც ატარებენ გენეტიკურ ინფორმაციას. დნმ შედგება ორი პოლინუკლეოტიდური ჯაჭვისაგან, რომლებიც ქმნიან ორმაგ სპირალს წარმოსახვითი ღერძის გარშემო. თითოეული პოლინუკლეოტიდური ჯაჭვი შედგება მონომერების – ნუკლეოტიდებისაგან. ყოველი მონონუკლეოტიდი შეიცავს აზოტოვან ფუძეს: ალანინს, გუანინს, ციტოზინს, თიმინს. ამათგან – ერთ-ერთს, აგრეთვე, პენტოზას: დეზოქსირიბოზასა და ფოსფორმჟავას. ეს ორი პოლინუკლეოტიდური ჯაჭვი ერთმანეთის კომპლემენტარულია. ერთი ძაფის ადენინი დაკავშირებულია მეორე ძაფის თიმინთან, ხოლო გუანინი – ციტოზინთან.

ცილის მოლეკულაში ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობა ატარებს ინფორმაციას, რომელიც აუცილებელია ცილის სინთეზისათვის. გენი – ესაა მთავარი ფაქტორი, რომელიც განაპიროებს მიკროორგანიზმებში მემკვიდრეობით თვისებებს. ბაქტერიულ ქრომოსომაში ყველა გენი განლაგებულია ხაზოვანი თანმიმ-

დევრობით. ბაქტერიები, ჩვეულებრივ, ჰაპლოიდურები არიან. მათში არის გენების ერთი ნაკრები. გენების სრული ნაკრები, რომელიც აქვს მიკროორგანიზმებს, წარმოადგენს მოცემული მიკრობის გენოტიპს. ე. ი. გენოტიპი – ესაა უჯრედის გენეტიკურ სტრუქტურათა რთული სისტემა, რომელსაც აქვს ავტორეპროდუქციის უნარი და ახორციელებს მოცემული უჯრედის თვისებათა შემდეგ თაობებში გადაცემის ფუნქციას, ხოლო ორგანიზმის ნიშან-თვისებათა ერთობლიობას, რომელიც წარმოადგენს მოცემული გენოტიპის რეალიზაციის შედეგს გარემოს მოცემულ პირობებში, ეწოდება ფენოტიპი.

კულტივირების პირობების შეცვლასთან დაკავშირებით კულტურის ფენოტიპის ცვლილებას მოდიფიკაცია ეწოდება. მოდიფიკაციური ცვალებადობა არაა დაკავშირებული გენეტიკურ აპარატთან და ამის გამო მემკვიდრეობით არ გადაეცემა. მოდიფიკაცია არსებობს მანამ, სანამ არსებობს მისი გამომწვევი ფაქტორი.

7.1. ბაქტერიების გენეტიკის თავისებურებები

ბაქტერიების გენეტიკურ სისტემას აქვს ოთხი თავისებურება:

1. ბაქტერიების ქრომოსომები (შესაბამისად პლაზმიდები) თავისუფლადაა მოთავსებული ციტოპლაზმაში და მისგან არაა გამოყოფილი მემბრანით. ბაქტერიული ქრომოსომის სიგრძე (E. coli-ს 1 მმ-ის ტოლია) რამდენჯერმე აღემატება ბაქტერიული უჯრედის სიგრძეს (1.5-3 მკმ), დნმ სუპერსპირალიზებულ ფორმაშია.

2. ბაქტერიები ჰაპლოიდური ორგანიზმებია, აქვთ გენების მხოლოდ ერთი ნაკრები, რომელშიც დნმ-ის შემცველობა არაა მუდმივი. ხელსაყრელ პირობებში მან შეიძლება მიაღწიოს მნიშვნელობას, რომელიც ექვივალენტურია მასით 2, 4, 6 და 8 ქრომოსომისა. ყველა სხვა ცოცხალ არსებებში დნმ-ის შემცველობა მუდმივია და ორმაგდება გაყოფის წინ, გამონაკლისია ვირუსები და პლაზმიდები.

3. ბაქტერიებში ბუნებრივ პირობებში გენეტიკური ინფორმაციის გადაცემა ხდება არა მხოლოდ ვერტიკალურად მშობლებიდან

შვილებზე, არამედ – ჰორიზონტალურადაც სხვადასხვა მექანიზმებით: კონიუგაციით, ტრანსდუქციითა და ტრანსფორმაციით.

4. ბაქტერიებში, გარდა ქრომოსომული გენომისა, არის პლაზმიდური გენომიც, რომელსაც აქვს მთავარი ბიოლოგიური თვისება. მაგალითად, შეძენილი იმუნიტეტი სხვადასხვა ანტიბიოტიკებისა და ქიმიოთერაპიული პრეპარატების მიმართ.

7.2. ბაქტერიების ცვალებადობის მოლეკულური მექანიზმები

გენოტიპის ცვლილებას მუტაცია ეწოდება. მუტაციური ცვლილებები გადაეცემა მემკვიდრეობით და ნარჩუნდება მაშინაც კი, როდესაც მისი გამომწვევი ფაქტორი წყვეტს მოქმედებას. მუტაცია მაშინ ხდება, როცა დნმ ქიმიურად შეიცვლება; შეიძლება რომელიმე ნუკლეოტიდი ამოვარდეს ან ჩაემატოს ზედმეტი ნუკლეოტიდი, რის გამოც გენში ნუკლეოტიდების ნორმალური თანმიმდევრობა იცვლება. ეს კი განაპირობებს შეცვლილი ინფორმაციის წარმოქმნას. მაშასადამე, წარმოიქმნება შეცვლილი ცილა და შესაბამისად ორგანიზმის ნიშან-თვისებაც იცვლება.

განასხვავებენ გენურ და ქრომოსომურ მუტაციებს. გენური მუტაცია ეხება მხოლოდ ერთ გენს, ხოლო ქრომოსომული ვრცელდება რამდენიმე გენზე. გენური მუტაციისას ხდება მხოლოდ ერთი ნუკლეოტიდის ქიმიური ცვლილება და ეწოდება წერტილოვანი. ქრომოსომული მუტაციები კი დაკავშირებულია უფრო დიდ გარდაქმნებთან დნმ-ის ცალკეულ ფრაგმენტებში.

მუტაციებს ყოფენ სამ ჯგუფად:

1. გენომის სტრუქტურული ცვლილება – ქრომოსომთა მთელი კრებულის რიცხვის შემცირება ან გაზრდა (ჰაპლოიდია ან პოლიპლოიდია), ცალკეული ქრომოსომთა დაკარგვა ან დამატება (ჰეტეროპლოიდია).

2. ქრომოსომის სტრუქტურული ცვლილება: ქრომოსომების ერთი უბნის გადატანა მეორე ქრომოსომაზე (ქრომოსომათშორისი ტრანსლოკაცია), ქრომოსომის ერთი უბნის 180^0-ით შემობრუნება – ინვერსია, ქრომოსომის ერთი უბნის ამოვარდნა (დე-

ლეცია), ქრომოსომის ერთი უბნის გაორმაგება (დუბლიკაცია).

3. გენის შინაგანი ცვლილებებია გენური მუტაციები.

ფენოტიპური გამოვლინების მიხედვით განარჩევენ მორფოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ მუტაციებს.

მორფოლოგიურს მიეკუთვნება ისეთი მუტაციები, რომლებიც ცვლიან კოლონიის ზედაპირის ფერს ან ზედაპირის ხასიათს, მის ზომებსა და კონსისტენციას, მიცელიუმს, სპორებს, ნაყოფსხეულის აგებულებასა და შეფერვას, ზრდის სიჩქარეს, სპორების წარმოქმნის ინტენსიურობას. იმ მიკროორგანიზმებში, რომლებსაც აქვთ ფერადი კოლონიები, ადვილია პიგმენტაციის შეცვლით მუტაციების მიღება. მაგალითად, ყვითელი კოლონიების წარმომქმნელ მიკობაქტერიებში შეიძლება მივიღოთ თეთრი ან ნარინჯისფერი მუტანტები.

იმ მიკროორგანიზმებში, რომლებიც იკითარებენ გლუვზედაპირიან კოლონიებს, შეიძლება გამოვყოთ კოლონიები დანაოჭებული ზედაპირით. სოკოები და აქტინომიცეტები, რომლებიც საჰაერო მიცელიუმზე იკითარებენ სპორებს, ადვილად იძლევიან ასპოროგენულ, შიშველ მუტანტებს.

ფიზიოლოგიურ მუტაციებს აქვთ უნარი დაადაბლონ ან აამაღლონ სიცოცხლისუნარიანობა, აწარმოონ ამინომჟავების, ვიტამინების, ფერმენტების, აზოტოვანი ფუძეების სინთეზი, აგრეთვე, უჯრედთა ზრდის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე, ანუ მათი უნარი, აწარმოონ ზრდა დაბალ ან მაღალ ტემპერატურაზე, გამოამჟღავნონ მდგრადობა დასხივების, სხვადასხვა შხამების ან ანტიბიოტიკების მიმართ.

ბიოქიმიური მუტაციების დროს მჟღავნდება ნივთიერებათა ცვლის თავისებურებები – არსებობა ფერმენტებისა, რომლებიც აუცილებელნი არიან გარკვეული ნივთიერებების სინთეზისათვის. მაგალითად, ისეთ არეზე ზრდის უნარი, რომელიც არ შეიცავს ვიტამინებს, ამინომჟავებს ან ზრდის რომელიმე ფაქტორს, ე. ი. კულტურები საჭიროებენ ზრდის ფაქტორის დამატებას. ასეთ მიკროორგანიზმებს ეწოდებათ აუქსოტროფები.

მუტაციებს ასხვავებენ მიმართულების მიხედვით: პირდაპირი და უკუმუტაციები. პირდაპირი მუტაცია ეს ისეთი მუტაციაა, რომელიც ცვლის ველური ტიპისათვის დამახასიათებელ გენებს და

შესაბამისად ნიშან-თვისებებს.

უკუმუტაციები კი ისეთი მუტაციებია, რომლებიც პირდაპირი მუტაციით შეცვლილ ნიშანს აბრუნებენ ნორმის ფარგლებში. მაგალითად, მუტაციები აუქსოტროფულობისაკენ (პირდაპირი) და მუტაციები აუქსოტროფულობიდან პროტოტროფულობისაკენ (უკუმუტაცია). ამ უკანასკნელს ხშირად უწოდებენ რევერსიებს. უკუმუტაციების შედეგად ხდება ველური ტიპისათვის დამახასიათებელი ფენოტიპის აღდგენა.

წარმოშობის მიხედვით მუტაციები შეიძლება იყოს სპონტანური და ინდუცირებული. როცა მუტაციის გამომწვევი ფაქტორი უცნობია, მას ეწოდება სპონტანური მუტაცია, ხოლო მუტაციას, რომელიც გამოწვეულია ხელოვნურად, ქიმიური ან ფიზიკური აგენტების დახმარებით, ეწოდება ინდუცირებული მუტაცია.

მუტაცია, როგორც ავღნიშნეთ, ეს არის ცვლილების აღმოცენება გენეტიკურ აპარატში, ხოლო მუტანტი – მემკვიდრული თვალსაზრისით შეცვლილი უჯრედი, რომელიც ამჟღავნებს განსხვავებულ ფენოტიპს. სპონტანური მუტაციის გამომწვევი ფაქტორი შეიძლება იყოს ბუნებრივი რადიაცია, ტემპერატურის ცვლილება, საკვები არის რომელიმე კომპონენტი ან საკუთრივ უჯრედის მეტაბოლიტი. სპონტანური მუტაციის სიხშირე ჩვეულებრივ დაბალია.

ტერმინი მუტაცია **დე ფრიზის** მიერ იქნა შემოტანილი. ის სწავლობდა მცენარეებში ცვალებადობასა და მემკვიდრეობას. იგი მუტაციას განსაზღვრავდა ასე: „მემკვიდრეობითი ნიშნების ნახტომისებური ცვლილება“. ეს ცნება უფრო გვიან ბაქტერიებზე გაავრცელა მიკრობიოლოგმა **ბეიერინკიმ**.

ამჟამად დადგენილია, რომ მუტაციას იწვევს სხვადასხვა მუტაგენები: ქიმიური ნაერთები, როგორიცაა ალკილირებული ნაერთები, ეთილენიმინი, იპრიტის აზოტოვანი და გოგირდოვანი ანალოგები, დარიშხანის ნაერთები, სასქესო ჰორმონები, მცენარეული აუქსინები, რადიაცია, რენტგენის სხივები, ულტრაიისფერი სხივები, α-სხივები. მუტაგენების მოქმედების მექანიზმი განსხვავებულია.

პირველად 1925 წელს **ნადსონმა** და **ფილიპოვმა** აღმოაჩინეს რენტგენის სხივების მუტაგენური გავლენა საფუვრების უჯრე-

დებზე. შემდეგ დაიწყეს ქიმიური აგენტების ზემოქმედების შესწავლა. ნადსონის იმავე ლაბორატორიაში 1918-1932 წლებში **მეიესელმა** მიიღო საფუვრის მუტაცია ქიმიური ნივთიერებების – ქლოროფორმისა და ციანიდების სუსტი ხსნარების გავლენით. ამჟამად ცნობილია მუტაციის გამომწვევი სხვა ქიმიური ნივთიერებებიც, როგორიცაა კოლხიცინი, დარიშხანის ნაერთები და სხვა.

გენეტიკის განვითარების წარმატებებმა მიკრობიოლოგიურ მრეწველობაში მოგვცეს დიდი პრაქტიკული შედეგები. ასევე მნიშვნელოვანი წარმატებებია მიღწეული შეუცვლელი ამინომჟავების: ლიზინისა და გლუტამინის მჟავების წარმოებაში. მუტაციის გზით მიღებულ მიკროორგანიზმთა მაღალპროდუქტიულ ფორმებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვთ ვიტამინების, ჰორმონების, ფერმენტებისა და სხვა ნაერთების წარმოებაში. მუტაგენები გარდაქმნიან რა დნმ-ის მოლეკულის სტრუქტურას, ცვლიან ბაქტერიების, აქტინომიცეტების, სოკოების, საფუვრების უჯრედებში ბიოქიმიური პროცესების მიმდინარეობას და ისინი ადამიანისათვის აუცილებელი ნივთიერებების სინთეზს ახდენენ.

ამრიგად, მიკროორგანიზმთა გენეტიკის ამოცანაა ღრმად ჩასწვდეს მიკროორგანიზმებში მიმდინარე პროცესებს, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობაში, მედიცინასა და ტექნიკურ მიკრობიოლოგიაში.

7.3. ბაქტერიებში გენეტიკური მასალის მიმოცვლის ფორმები (რეკომბინაცია)

გენების გადაცემის ძირითადი მექანიზმის (ვერტიკალურის გარდა) ბაქტერიებს გააჩნიათ გენეტიკური მასალის ჰორიზონტალურად გადაცემის შემდეგი ფორმები: ტრანსფორმაცია, ტრანსფექცია, ტრანსდუქცია, კონიუგაცია და სექსდუქცია.

ტრანსფორმაცია – ეს არის გენეტიკური მასალის გადატანა, რაც მდგომარეობს იმაში, რომ ბაქტერია – რეციპიენტი გარემოდან მიიტაცებს უცხო დნმ-ის ფრაგმენტებს. მატრანსფორმირებელი აქტიურობა გააჩნია მხოლოდ დნმ-ის ორჯაჭვიან მაღალსპეციალიზებულ მოლეკულას. ტრანსფორმაცია შეიძლება იყოს სპონტანური და ინდუცირებული. ინდუცირებული ტრასფორმაციის დროს ბაქტერიის კულტურას ემატება გასუფთავებული დნმ, რომელიც მიღებულია იმ ბაქტერიების კულტურიდან, რომელთა გენეტიკური ნიშან-თვისებები სასურველია გადაეცეს გამოსაკვლევ კულტურას. სპონტანური ტრანსფორმაცია შეიძლება მიმდინარეობდეს ბუნებრივ პირობებში, როდესაც დაღუპული უჯრედებიდან გამოყოფილი დნმ-ის ფრაგმენტი მიიტაცება რეციპიენტი-უჯრედების მიერ.

სპონტანური ტრანსფორმაცია ვლინდება გენეტიკურად განსხვავებული უჯრედების შერევის შემთხვევაში, რასაც შედეგად მოჰყვება რეკომბინანტების წარმოქმნა. ამ პროცესს ადგილი აქვს იმ დნმ-ის ხარჯზე, რომელიც უჯრედებით გამოიყოფა გარემოში მათი ლიზისის ან სიცოცხლისუნარიანი უჯრედი-დონორების მიერ დნმ-ის აქტიური გამოყოფის შედეგად.

ბაქტერიებში ტრანსფორმაციის პროცესი შეიძლება დაიყოს რამდენიმე ფაზად:

1. დონორის დნმ-ის ადსორბცია უჯრედ-რეციპიენტზე, 2. დნმ-ის შეჭრა უჯრედ-რეციპიენტში და 3. დნმ-ის შეერთება რეციპიენტის ქრომოსომის ჰომოლოგიურ უბანთან, რასაც მოყვება რეკომბინაცია. დნმ-ის შეწყვილების ეფექტურობა დამოკიდებულია დონორისა და რეციპიენტის დნმ-ების ჰომოლოგიურობის ხასიათზე. რაც მაღალია ჰომოლოგიურობა, მით უფრო ეფექტურია შეწყვილება. ამიტომაა, რომ სახეობების შიდა ტრანსფორმაცია გაცილებით უფრო ხშირია სახეობათაშორის ტრანსფორმაციაზე.

ტრანსფექცია – ეს არის იმ ბაქტერიული უჯრედების ტრანსფორმაციის ვარიანტი, რომელთაც არა აქვთ უჯრედის კედელი. პროცესი ხორციელდება ვირუსული (ფაგური) ნუკლეინის მჟავათი. ტრანსფექციის მეშვეობით შესაძლებელია ბაქტერიებში გამოწვეულ იქნეს ვირუსული ინფექცია.

ტრანსდუქცია – გენეტიკური მასალის გადატანა დონორი უჯრედიდან უჯრედ-რეციპიენტში ბაქტერიოფაგების მეშვეობით. განასხვავებენ არასპეციფიკურ (ზოგად) და სპეციფიკურ ტრანსდუქციებს. არასპეციფიკური ტრანსდუქცია ესაა დნმ-ს ფრაგმენტის გადატანა ერთი ბაქტერიული უჯრედიდან მეორეში.

სპეციფიკური ტრანსდუქცია ხორციელდება მხოლოდ ზომიერი ფაგებით, რომელთაც უნარი აქვთ ჩაერთონ ბაქტერიული უჯრედის ქრომოსომის მკაცრად განსაზღვრულ უბნებში პროფაგის წარმოქმნით. სპეციფიკური ტრანსდუქცია მდგომარეობს მხოლოდ ზოგიერთი გენის გადატანაში ერთი ბაქტერიიდან მეორეში.

კონიუგაცია წარმოადგენს გენეტიკური მასალის მიმოცვლის პროცესს, რომელიც ხორციელდება დონორი და რეციპიენტი უჯრედების უშუალო კონტაქტის შემთხვევაში. გენეტიკური მასალის დონორებია F-პლაზმიდის (ფერტილური, სასქესო ფაქტორი) მატარებელი უჯრედები. ბაქტერიული უჯრედები, რომელთაც F-პლაზმიდები არ გააჩნიათ, არ შეიძლება იყვნენ გენეტიკური დონორები. ეს პროცესი კონტროლდება მხოლოდ კონიუგაციური პლაზმიდებით, რომელთაც გააჩნიათ გენების ერთობლიობა – ე. წ. tra-ოპერონი (ინგლ. transfer გადატანა). აღნიშნული ოპერონი აკონტროლებს გენეტიკური მასალის გადატანის აპარატის (სექს-პილის, კონიუგაციური ხიდაკის) სინთეზს, კონიუგაციურ რეპლიკაციას და ა. შ. ამრიგად, F-პლაზმიდს გააჩნია იმ ფერმენტებისა და ცილების მაკოდირებელი გენები, რომლებიც წარმოქმნიან კონიუგაციურ ხიდაკებს. ეს გრძელი ცილოვანი სტრუქტურა F(+) ბაქტერიიდან ჯერ მიუერთდება ბაქტერია-რეციპიენტის უჯრედს, შემდეგ კი შეიჭრება მასში. კონიუგაციური ხიდაკის (სექს-პილის) საშუალებით ბაქტერია-რეციპიენტში გადადის F ფაქტორი და სხვა პლაზმიდები, რომლებიც დონორის ციტოპლაზმაში იმყოფებიან ავტონომიურ მდგომარეობაში.

ბაქტერიული ქრომოსომის გადაცემისათვის აუცილებელია F-პლაზმიდის დნმ-ის ერთ-ერთი ჯაჭვის გახლეჩა ენდონუკლეაზების მონაწილეობით, რის შედეგადაც დნმ-ის ეს ერთი ჯაჭვი სექს-პილის მეშვეობით გადადის ბაქტერია-რეციპიენტის უჯრედში, სადაც მაშინვე აღიდგენს ორჯაჭვიან სტრუქტურას ახალი ნუკლეოტიდების ხარჯზე. დონორის უჯრედში დარჩენილი დნმ-ის ჯაჭვი წარმოადგენს მატრიცას მეორე ჯაჭვის სინთეზისათვის, ე. ი. მხოლოდ ერთი ჯაჭვი, ხოლო მეორე, კომპლემენტური ჯაჭვი, აღდგება რეციპიენტის უჯრედში.

ზოგიერთ შემთხვევაში ქრომოსომაში ინტეგრირებული F-პლაზმიდა შეიძლება მისგან ამოირიცხოს ზომიერი ფაგის მსგავსად. ასეთი პლაზმიდა, რომელიც შეიცავს თავის დნმ-ში უჯრედის ქრომოსომის გენების ნაწილს, ეწოდება F′-პლაზმიდა.

სექსდუქცია არის გენეტიკური მასალის გადაცემა ბაქტერიულ უჯრედებს შორის, რომელიც ხორციელდება F′-პლაზმიდის მექანიზმის დახმარებით, რაც ცხადია სპეციფიკური ტრანსდუქციის ანალოგიურია.

რეკომბინაციების მექანიზმის შესწავლა მოლეკულური გენეტიკის ერთ-ერთი ცენტრალური ამოცანაა. განსაკუთრებით საინტერესოა ჰომოლოგიური რეკომბინაციის მექანიზმის შესწავლა, რაც განისაზღვრება მოლეკულური მედიცინის განვითარების პერსპექტივებით. მთავარი ამოცანა მდგომარეობს „ადამიანის გენომის“ პირველად სტრუქტურაში ცვლილებების აღმოჩენაში, რაც იწვევს გენების ფუნქციის დარღვევას და, აქედან გამომდინარე, ადამიანის მემკვიდრული დაავადებების განვითარებას. მემკვიდრული დაავადებების მკურნალობის იდეალური მეთოდია გენოთერაპია, რაც ეყრდნობა დაზიანებული („დაავადებული“) გენის შეცვლას ჯანმრთელი გენით, რაც შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ ჰომოლოგიური რეკომბინაციის მეშვეობით.

თავი VIII
მიკროორგანიზმებზე გარემოს ფაქტორების მოქმედება

ცხოველებისა და მცენარეებისაგან განსხვავებით, მიკროორგანიზმები უკეთესად არიან ადაპტირებულნი გარემოს ექსტრემალური ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორების მიმართ. ზოგიერთი ბაქტერია თავის ცხოველმყოფელობას ინარჩუნებს +104°C ტემპერატურის, pH-ის 1-13 დიაპაზონის, 0-1000 ატმოსფერული წნევის პირობებში. ისინი ხანგრძლივად ცხოვრობენ ბიდისტილირებულ წყალსა და მარილით გაჯერებულ ხსნარში, არ იღუპებიან ინტენსიური დასხივებისას, მძიმე მეტალების, ანტისეპტიკების, ანტიბიოტიკების, დეზინფექტანტების ზემოქმედების პირობებში. ამავე დროს ყოველი სახეობისათვის არსებობს ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური ფაქტორებისადმი ტოლერანტობის მემკვიდრულად განპირობებული ოპტიმალური დონეები და კრიტიკული საზღვრები.

8.1. ფიზიკური ფაქტორების მოქმედება

ტემპერატურული ფაქტორი. ტემპერატურას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მიკრობულ უჯრედებში მეტაბოლიზმის რეაქციების ინტენსიურობის რეგულაციისათვის. ტემპერატურასთან დამოკიდებულების მიხედვით განასხვავებენ მიკროორგანიზმების სამ ძირითად ჯგუფს: თერმოფილებს, ფსიქროფილებსა და მეზოფილებს. თერმოფილებისათვის ზრდის ოპტიმალური ტემპერატურული ზონა 50-60°C-ია, ზრდის შეჩერების ზედა ზონა – +75°C-ია, ხოლო ქვედა ზონა – +45°C. თერმოფილები თბილსისხლიან ცხოველებში არ მრავლდებიან. ამდენად მათ სამედიცინო მნიშვნელობა არა აქვთ.

ფსიქროფილებს ზრდის ოპტიმალური ტემპერატურული ზონა 10-15°C-ის ფარგლებში აქვთ. ისინი ან თავისუფლადმცხოვრები ორგანიზმებია, ან თბილსისხლიანი ცხოველების პარაზიტებია. ზოგიერთი ფაკულტატური ფსიქროფილი, როგორიცაა იერსენიები, კლებსიელები, ფსევდომონადები დაავადებებს იწვევენ ადამიანშიც. პათოგენური ბაქტერიების უმეტესობა მეზოფილია. ისინი უმეტესად თბილსისხლიანი ცხოველების ორგანიზმში ბინადრობენ, მათი ზრდის ოპტიმალური ტემპერატურა 30-37^{0}C-ია, მაქსიმალური – 43-45^{0}C-ი, ხოლო მინიმალური – 15-20^{0}C-ი. დაბალი ტემპერატურისას ითრგუნება პილების, კაფსულების, ვირულენტობის ანტიგენებისა და სხვა სტრუქტურული ელემენტების წარმოქმნა.

მიკროორგანიზმების სიკვდილის ტემპერატურული ზონები ფართოდ ვარირებს. ვეგეტატიური ფორმები 60-80^{0}C ტემპერატურაზე 1 საათში იღუპება, 100^{0}C-ზე – მაშინვე. სპორები და ცისტები 100^{0}C ტემპერატურისადმი მდგრადები არიან, იღუპებიან 130 ^{0}C ტემპერატურაზე ხანგრძლივი ექსპოზიციისას (2 სთ-მდე). მაღალი ტემპერატურის დამაზიანებელი მოქმედება დაკავშირებულია მიკროორგანიზმების ფერმენტების შეუქცევად დენატურაციასთან, დაბალის – ყინულის კრისტალებით უჯრედული მემბრანის გახლეჩვასა და მეტაბოლიზმის პროცესების შეფერხებასთან.

გარემოს რეაქცია. ადამიანის სიმბიონტებისა და დაავადებების გამომწვევთა უმრავლესობა კარგად იზრდება სუსტი ტუტე, ნეიტრალური და სუსტი მჟავე რეაქციების პირობებში. ქოლერის გამომწვევისათვის pH-ის ოპტიმალური მნიშვნელობა 9-10-ია, ხოლო სოკოების უმრავლესობისათვის – 5-6. გამრავლების პროცესში, ჩვეულებრივ, აღგილი აქვს წყალბად-იონთა კონცენტრაციის გადახრას მჟავე არისაკენ. შემდეგში ზრდა ჩერდება, ხოლო pH-ის შემდგომი დაქვეითებისას მიკროორგანიზმები იღუპებიან.

ტენიანობა და სიმშრალე. მიკროორგანიზმების ზრდა და გამრავლება ხდება ტენიან გარემოში. წყალი აუცილებელი კომპონენტია ბაქტერიულ უჯრედში საკვები ნივთიერებების აქტიური და პასიური ტრანსპორტისათვის. გარემოს ტენიანობის შემცირება ჯერ უჯრედების მოსვენების მდგომარეობაში გადასვლას იწვევს, ხოლო შემდეგ – მათ სიკვდილს.

ბაქტერიების სპორები დიდი ხნის, ზოგჯერ მრავალი წლის მანძილზეც კი ინარჩუნებენ თავის ცხოველმყოფელობას. ტუბერკულოზის მიკობაქტერიები, ყვავილის ვირუსი, სალმონელები, აქ-

ტინომიცეტები, სოკოები მდგრადი არიან გარემოში სწრაფი გამოშრობის მიმართ. მათგან განსხვავებით, მენინგოკოკები, გონოკოკები, ტრეპონემები, ყივანახველის ბაქტერიები, ორთომიქსოვირუსები, პარამიქსოვირუსები, ჰერპესვირუსები მგრძნობიარენი არიან გარემოს ამ ფაქტორის ცვლილებებისადმი.

ამავე დროს ბაქტერიების, სოკოებისა და ვირუსების ხანგრძლივი შენახვისათვის იყენებენ ლიოფილური შრობის ტექნოლოგიას. მისი არსი მდგომარეობს სპეციალურ ნიადაგებში კულტურალური ბიომასის გაყინვაში. ამ პროცედურის დროს ტემპერატურა -50^{0}C-ს და ნაკლებს აღწევს, რასაც თან მოყვება დაკრისტალებული წყლის თანდათანობით მოცილება სპეციალური ვაკუუმის აპარატში. გამშრალი მიკრობები ინახება დაბალტემპერატურიან მაცივრებში ათწლეულების განმავლობაში. ლიოფილიზებული მიკრობების შემცველ მშრალ აპკზე სითხის დამატებისას ადგილი აქვს მათ რეჰიდრატაციას, რასაც თან ახლავს მათი ბიოლოგიური თვისებების აღდგენა.

მაიონიზებელი რადიაცია. რადიაციის დამაზიანებელი მოქმედება დამოკიდებულია, პირველ ყოვლისა, მის ბუნებასა და მიკროორგანიზმის სახეობაზე. მაიონიზებელი რადიაცია ბაქტერიის გენომში იწვევს სხვადასხვა დონის დაზიანებებს – სიცოცხლისათვის შეუთავსებელი დეფექტებიდან დაწყებული და წერტილოვანი მუტაციით დამთავრებული. მიკრობული უჯრედებისათვის დასხივების ლეტალური დოზები 100-ჯერ და 1000-ჯერ უფრო მაღალია, ვიდრე – ცხოველებისა და მცენარეებისათვის. ულტრაიისფერი სხივების დამაზიანებელი მოქმედება, პირიქით, უფრო მკვეთრადაა გამოხატული მიკროორგანიზმებში, ვიდრე – ცხოველებსა და მცენარეებში. აღნიშნული სხივების მცირე დოზები იწვევენ მიკრობული უჯრედების დნმ-ის დაზიანებას, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს მუტაციები ან მათი დაღუპვაც კი.

ულტრაბგერა. ულტრაბგერის გარკვეული სიხშირეები იწვევს მიკრობული უჯრედების ორგანელების დეპოლიმერიზაციას. აგრეთვე, მათ შემადგენლობაში შემავალი მოლეკულების დენატურაციას.

წნევა. ატმოსფერული წნევა ასეული ატმოსფეროს დონითაც კი ვერ ახდენს მნიშვნელოვან დამაზიანებელ გავლენას ბაქტერიებზე, მაგრამ ოსმოსური წნევისადმი ისინი მაღალმგრძნობიარენი არიან. ადგილი აქვს უჯრედული მემბრანის დაზიანებასა და მიკრობული უჯრედების სიკვდილს (ოსმოსური შოკი).

[illegible] ქიმიური ნივთიერებების მოქმედება

ქიმიური ნივთიერებების ერთ ნაწილს მიკროორგანიზმები იყენებენ როგორც ენერგიისა და პლასტიკური მასალის წყაროს. მეორე ნაწილი მიკრობოციდულ მოქმედებას აყენებს, ხოლო მესამენი არავითარ გავლენას არ ახდენენ მათ ცხოველმოქმედებაზე.

მიკრობსაწინააღმდეგო მოქმედებას ფლობენ შემდეგი ქიმიური ნივთიერებები:

1) ჰალოგენები და მათი ნაერთები (იოდი, იოდოფორმი, იოდინოლი, ქლორამინ-ბ, პანტოციდი).

2) დამჟანგველები (წყალბადის ზეჟანგი, კალიუმის პერმანგანატი, ჰიდროპირიტი).

3) მჟავები და მათი მარილები (ბენ-ბენზოეს, ოქსილინის, სალიცილის, ბორის).

4) ტუტეები (ამიაკი და მისი მარილები, ბურა).

5) სპირტები (70-80% ეთანოლი, 60-70% პროპანოლი).

6) ალდეჰიდები (ფორმალდეჰიდი, ფეროტროპინი, კალცექსი).

7) მძიმე მეტალების მარილები (ვერცხლისწყლის, ვერცხლის, სპილენძის, ტყვიის, თუთიის).

8) ფენოლი და მისი წარმოებულები (რეზორცინი, ქლოროფენი, თიმოლი, ბენზონაფტოლი).

9) 8-ოქსინოლის წარმოებულები (ქინოზოლი, ნიტროქსოლინი, ოქსოლინის მჟავა).

10) ნიტროფურანის წარმოებულები (ფურაცილინი, ფურაზოლიდონი).

11) ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები (ქლორჰექსიდინი, სულფანოლი, პოლიმიქსინი, გრამიციდინი).

12) ტრიკლოზანი.

13) გრძელჯაჭვიანი ცხიმოვანი მჟავები.

14) ფიტონციდები.

15) ანტიბიოკოკები.

16) საღებავები (მეთილენის ლურჯი, ბრილიანტის მწვანე, რეანოლი).

მოქმედების მექანიზმის მიხედვით მიკრობსაწინააღმდეგო ნივთიერებები დაყოფილია: ა) ბაქტერიის უჯრედის კედლის პეპტიდოგლიკანის მადეპოლიმერიზებელი.

ბ) უჯრედის მემბრანის განვლადობის მომმატებელი.

გ) ამა თუ იმ ბიოქიმიური რეაქციის მაბლოკირებელი.

დ) ფერმენტების მადენატურირებელი.

ე) ლიპოპროტეინული სტრუქტურის გამხსნელები.

ვ) გენეტიკური აპარატის დამაზიანებელი და სხვა.

8.3. ანტიმიკრობული ღონისძიებები(სტერილიზაცია, დეზინფექცია, ასეპტიკა, ანტისეპტიკა)

ანტიმიკრობული მეთოდები აღინიშნება ტერმინით „მიკრობული დეკონტამინაცია“, რაც ნიშნავს გარემოს ობიექტებიდან და ადამიანის ბიოტოპებიდან მიკროორგანიზმების სრულ ან ნაწილობრივ მოსპობას პირდაპირი დამაზიანებელი ფაქტორების მოქმედების შედეგად. ცნობილია დეკონტამინაციის ორი პრინციპულად განსხვავებული ტიპი: 1. არაცოცხალი ობიექტების მიკრობული დეკონტამინაცია (სტერილიზაცია, დეზინფექცია) და 2. ცოცხალი ორგანიზმების მიკრობული დეკონტამინაცია (ანტისეპტიკა, ასეპტიკა).

ყოველგვარი მასალის სრული განთავისუფლება ცოცხალი მიკროორგანიზმების ან მათი მსვენებარე ფორმებისაგან არის სტერილიზაცია (Sterilis-უნაყოფო). სტერილიზაციის საფუძველია მიკროორგანიზმებისა და მათი სპორების განადგურება სხვადასხვა ფაქტორებით. აგენტებს, რომლებიც იწვევენ მიკრობული უჯრედების სიკვდილს, ეწოდებათ ბაქტერიოციდული. ასეთი აგენტებია: მაღალი ტემპერატურა, სხივური ენერგია, ზოგიერთი ქიმიური ნაერთი. სითხეების განთავისუფლება მიკროორგანიზმებისაგან ხდება გაფილტვრით. განასხვავებენ სტერილიზაციის

შემდეგ მეთოდებს: სტერილიზაცია მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით, ხპირტქურის ალზე სტერილიზაცია, სტერილიზაცია ადუღებით, პასტერიზაცია, სტერილიზაცია მშრალი ჰაერით, სტერილიზაცია ტენიანი ჰაერით წნევის ქვეშ, სტერილიზაცია გაფილტვრით, სტერილიზაცია დასხივებით და ქიმიური სტერილიზაცია.

სტერილიზაცია მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით. სტერილიზაციისათვის უმეტესად იყენებენ მაღალ ტემპერატურას. ტემპერატურის ბაქტერიოციდული მოქმედების ეფექტურობა მიკროორგანიზმებზე დამოკიდებულია გაცხელების ხარისხზე, მოცემული ტემპერატურის მოქმედების ხანგრძლივობაზე, მიკრობის სახეობასა და საკვები არის შედგენილობაზე. მიკრობთა ვეგეტატიური ფორმების განადგურებისათვის საკმარისია ტემპერატურა 61.5°-დან 85°C-მდე, ექსპოზიციის ხანრძლივობა შესაბამისად – 30-დან 3 წუთამდე. ბაქტერიის სპორები იღუპება 100°C-ზე მეტი ტემპერატურისას. ტენიანობის შემცირებისას ბაქტერიებისა და მათი სპორების გამძლეობა მაღალი ტემპერატურის მიმართ იზრდება. მაგალითად, ტენიანი ჰაერის პირობებში სპორები იღუპება 110-120°C-ზე 20-30 წუთის განმავლობაში, ხოლო მშრალი ჰაერის შემთხვევაში – 180°C-ზე 45 წუთში.

მიკროორგანიზმები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ტემპერატურის მოქმედებისადმი მგრძნობელობით, რაც განპირობებულია მათი უჯრედების განსხვავებული ორგანიზაციით, კერძოდ, უჯრედის გარსის აგებულებით. მაგალითად, პნევმოკოკების უჯრედებში შეუქცევადი პროცესები იწყება 45-50°C-ზე, ხოლო სტაფილოკოკების უჯრედებში – 60-70°C-ზე. მიკროორგანიზმების სიკვდილი მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით იწყება უჯრედის ცილების დენატურაციის შედეგად.

მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით სტერილიზაცია შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა ხერხით: ცეცხლის ალზე გახურებით, ადუღებით, პასტერიზაციით, მშრალი ჰაერით, ტენიანი ჰაერით, ნაჯერი ორთქლით წნევის ქვეშ (ავტოკლავით).

სპირტქურის ალზე სტერილიზაცია. ცეცხლის ალზე ასტერილებენ ბაქტერიოლოგიურ მარყუჟს, ხემსებს, პინცეტის ბოლოს,

ხაბურდს და მეტალის სხვა საგნებს (სურ. 35).

სურ.35. ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი და ნემსები

მიკრობიოლოგიურ პრაქტიკაში უმეტესად იყენებენ ბაქტერიოლოგიურ მარყუჟს, რომელიც მზადდება პლატინის ან ნიქრომის მავთულისაგან 8-10 სმ სიგრძით. მავთულის ერთი ბოლო მოხრილია და ქმნის წრეს, ხოლო მეორე ბოლო მეტალის სახელურშია ჩამაგრებული.

სტერილიზაცია ადუღებით. ადუღებით გაუვნებლობა ხდება სტერილიზატორში (სურ. 36), რომელიც იწყება მასში წყლის გაცხელებით.

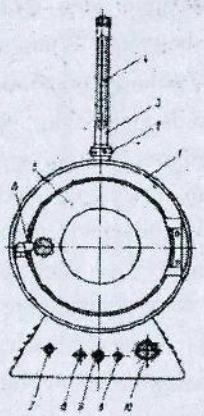
სურ.36. სტერილიზატორი
1-სახურავი; 2-კორპუსი; 3-დასატვირთი ბადე

სტერილიზაციის დამთავრების შემდეგ წყალს გაღალვრიან და ინსტრუმენტებს ამოიღებენ სტერილური პინცეტით. ადუღებით ასტერილებენ ნემსებს, მეტალის საგნებს (სკალპერი, პინცეტი, მაკრატელი და სხვა). მათი ვასტერილება ხდება 2%-იანი ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის ხსნარში დაჟანგვის თავიდან ასაცილებლად.

პასტერიზაცია (არასრული ანუ რბილი სტერილიზაცია). პასტერიზაცია ეწოდება მასალაში მხოლოდ მიკროორგანიზმთა ვეგეტატიური უჯრედების განადგურებას. პასტერიზაცია ხდება 70-80°C-ზე 5-10 წუთის განმავლობაში. უმეტესად ახდენენ საკვები პროდუქტების (რძე, წვენები, ხილი, ღვინო და სხვა) პასტერიზაციას, რომლებიც უფრო მაღალი ტემპერატურის მოქმედებისას კარგავენ კვებით და საგემოვნო თვისებებს. პასტერიზაციისას იღუპებიან სოკოების სპორები, ბაქტერიების ვეგეტატიური უჯრედები, მათ შორის – პათოგენურებიც, ხოლო ბაქტერიების ენდოსპორები ინარჩუნებენ სიცოცხლისუნარიანობას. მათი გაღვივება პროდუქტების შენახვისას არ ხდება pH-ის დაბალი მნიშვნელობისა და შაქრის მაღალი კონცენტრაციის გამო.

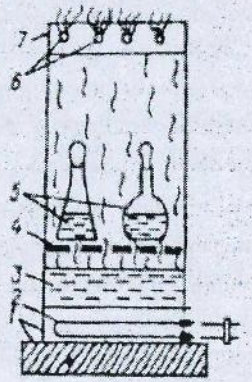
სტერილიზაცია მშრალი ჰაერით. სტერილიზაცია მშრალი ჰაერით წარმოებს საშრობ კარადაში (სურ. 37). საშრობი კარადა 2 B-151 შედგება კორპუსისაგან, რომელშიც მოთავსებულია ცილინდრული ფორმის სამუშაო კამერა. მასში თაროებია, რომლებზედაც თავსდება გასასტერილებელი ჭურჭელი. კარადა ცხელდება გამახურებლით, რომელიც რეგულირდება ავტომატურად თერმორეგულატორით. საშრობ კარადაში მაქსიმალური ტემპერატურა 200°C-ია. მასში ასტერილებენ მინის ჭურჭელს (სინჯარები, კოლბები, ძაბრები, ჭიქები). სტერილიზაციის წინ ჭურჭელს გულმოდგინედ რეცხავენ და აშრობენ მშრალი ჰაერით. სტერილიზაციისას ბაქტერიების სპორები იტანენ მაღალ ტემპერატურას ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. სტერილიზაციის ხანგრძლივობა 160°C-ზე 2 საათია, 165°C-ზე – 1 საათი, 180°C-ზე – 40 წუთი, ხოლო 200°C-ზე – 10-15 წუთი. სტერილიზაციის დამთავრების შემდეგ საშრობ კარადას რთავენ ელექტროქსელიდან, მაგრამ კარებს არ აღებენ სრულ გაცივებამდე, რადგანაც ცივმა ჰაერმა შეიძლება გამოიწვიოს ცხელ ჭურჭელზე ბზარების წარმოქმნა.

სტერილიზაცია ტენიანი ჰაერით. გამდინარე ორთქლით სტერილიზაცია ხდება კოხის აპარატში (სურ. 38) ან ავტოკლავში ღია ონკანით.



სურ.37. საშრობი კარადა 2B-151

1- კორპუსი; 2-ვენტილიატორის რგოლი; 3-თერმომეტრის ბუდე; 4- თერმომეტრი; 5-კარები; 6-რაზა; 7-ინდიკატორი; 8-მცველი; 9-ტუმბლერი; 10-სახელური.



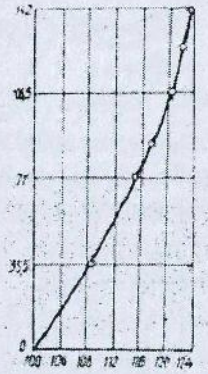
სურ.38. კოხის აპარატის სქემა

1-კორპუსი ქვესადგამით; 2-ელექტროგამახურებელი; 3-გამოხდილი წყალი; 4-ყარფატი გასასტერილებელი მასალის მოსათავსებლად; 5-კოლბა საკვები არით; 6-სავენტილიაციო ხვრელი ორთქლის გამოსაშვებად; 7-სახურავი.

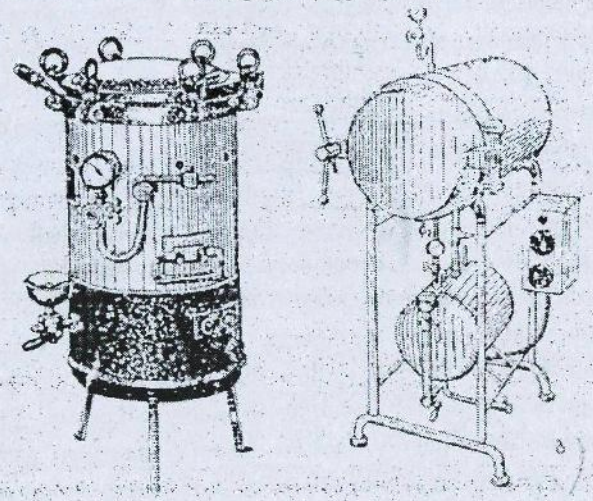
კოხის აპარატი წარმოადგენს ორმაგკედლიან ლითონის ცილინდრული ფორმის ქვაბს ელექტროგამახურებლით. აპარატის ზედა და ქვედა ფირფიტებს შორის 2/3-მდე ისხმება წყალი. აპარატის სახურავში ჩამონტაჟებულია თერმომეტრი და აქვს ხვრელი ორთქლის გამოსაშვებად. კოხის აპარატში უმეტესად სტერილდება საკვები არეები, რომელთა თვისებები იცვლება 100° C-ზე მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელებისას. მასალის დამუშავება გამდინარე ორთქლით გამოიყენება წილადი სტერილიზაციისაათვის. ამ დროს საკვებ არეებს ასტერილებენ 3-4-ჯერ ტენიანი ორთქლით ერთი საათის განმავლობაში 56-57°C-ზე 24 საათიანი ინტერვალით. გასტერილებულ საკვებ არეებს შემდეგ ათავსებენ ისეთ ტემპერატურაზე, რომელიც ხელსაყრელია მიკროორგანიზმთა სპორების გასაღვივებლად. სპორებიდან განვითარებული ვეგეტატიური უჯრედები მასალის შემდგომი გასტერილებისას სწრაფად იღუპება.

სტერილიზაცია ტენიანი ჰაერით წნევის ქვეშ (ავტოკლავირება). სტერილიზაცია ავტოკლავით ემყარება მასალის გახურებას ნაჯერი ორთქლით წნევის ქვეშ. ცნობილია, რომ ნაჯერი ორთქლის წნევა დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. წნევის მომატებისას იმატებს ტემპერატურაც. ეს კი საშუალებას იძლევა მოხდეს გასტერილება 100°C-ზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე (სურ.39). სტერილიზაციის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია გასასტერილებელი მასალის ქიმიურ ბუნებაზე, მიკრობთა სახეობასა და ჭურჭლის მოცულობაზე, რომელშიც ხდება სტერილიზაცია. სტერილიზაციისათვის მაღალი წნევა იქმნება სპეციალურ ჰერმეტულად დახშულ სქელკედლიან აპარატში – ავტოკლავში (სურ. 40, 41). ისინი სხვადასხვა კონსტრუქციისაა, მაგრამ ყველა ერთი და იმავე სქემითაა აგებული. ავტოკლავში ორი კამერაა – ერთი დიდი (სასტერილიზაციო) და მეორე – პატარა (წყლის ასადუღებლად). ისინი ერთმანეთს უკავშირდება. პატარა კამერა გარეთ დაკავშირებულია წყლის დონის საზომ მილთან, ონკანსა და ძაბრთან, საიდანაც კამერა ივსება გამოხდილი წყლით. სასტერილიზაციო კამერაში თავსდება გასასტერილებელი მასალა. ავტოკლავს, აგრეთვე, აქვს ორთქლის გამოსაშვები ონკანი, მანომეტრი წნევის გასაზომად, მცველი კლაპანი წნევის მეტისმეტად მომატებისას ორთქლის გამოსაშვებად. წყლის გაცხელება ხდება ორთქლის ქვაბში ჩამონტაჟებული ელექტროდებით ავტომატურად. სტერილიზაციის საწყისად ითვლება ის მომენტი, როცა მანომეტრის ისარი გვიჩვენებს წნევას, რომელ-

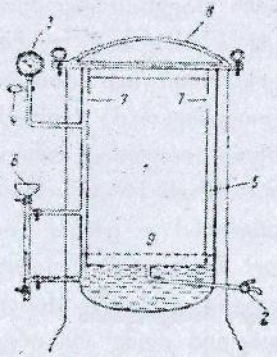
ზედაც მასალის გასტერილება უნდა მოხდეს. სტერილიზაციის დამთავრებისას გახურება წყდება. აუცილებელია დალოდება, სანამ წნევა ავტოკლავში ატმოსფერულ წნევას არ გაუტოლდება. მხოლოდ ამის შემდეგ იხსნება ორთქლის გამოსაშვები ონკანი. მას შემდეგ, რაც წნევა გაუტოლდება ნულს და ორთქლის გამოსვლა ონკანიდან შეწყდება, ფრთხილად ხსნიან ავტოკლავის ხუფს. ავტოკლავთან სამუშაოდ შეიძლება დაიშვას მხოლოდ ის პირი, რომელსაც აქვს სპეციალური განათლება.



სურ. 39. ავტოკლავში ტემპერატურის დამოკიდებულება ორთქლის წნევაზე

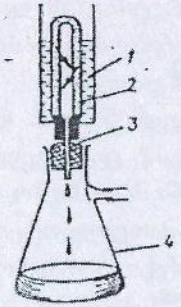


სურ.40. ავტოკლავები
ა) ვერტიკალური; ბ) ჰორიზონტალური



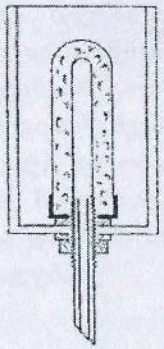
სურ.41. ავტოკლავის სქემა
„-სასტერილიზაციო კამერა; 2-ორთქლის გამოსაშვები ონკანი; 3-მანომეტრი; 4-მცველი სარქველი; 5-ორვქლის კამერა; 6-ძაბრი; 7-სასტერილიზაციო კამერაში ორთქლის შესასველელი ხვრელი; 8-ავტოკლავის სახურავი; 9-ქვესადგამი გასასტერილებელი მასალის მოსათავსელად.

სტერილიზაცია გაფილტვრით. თხევადი საკვები არის მრავალი კომპონენტი თერმოლაბილურია და მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით მალე იშლება. ამიტომ ასეთი საკვები არეები უმჯობესია გასტერილდეს გაფილტვრით. ეს უკანასკნელი უფრო სწრაფი და მოხერხებულია წილად სტერილიზაციასთან შედარებით. პირველად სითხის გასტერილება გაფილტვრით მოახდინა ლ. პასტერის მოსწავლე **შამბერლანმა**. მან დაამზადა ცილინდრის ფორმის ფაიფურის ფილტრი, რომელსაც ერთი ბოლო დახურილი აქვს. იგი სანთელს წააგავს და ამის გამო მას შამბერლანის სანთელი უწოდეს (სურ. 42). ფილტრი აკავებს მცირე ზომის ბაქტერიებს. წყლის გასაფილტრავად კი გამოყენებულია ბერკეფელდის ფილტრი (სურ. 43). შამბერლანისა და ბერკეფელდის ფილტრების კედლები შედგება თიხის ან ფაიფურისაგან. ამ მასალებს აქვთ დადებითი მუხტი. ბაქტერიები კი დამუხტულია უარყოფითად. გაფილტვრის მექანიზმი მდგომარეობს იმაში, რომ ფილტრის კედლები ახდენენ ბაქტერიების ადსორბირებას. ასეთივე მაადსორბირებელი თვისებები გააჩნია ფილტრებს, რომლებიც დამზადებულია აზბესტის, თიხამიწის ან სხვა მასალისაგან. ამ ფილტრების ფორები უფრო დიდია, ვიდრე – თვით ბაქტერიები.



სურ.42. გასაფილტრი ხელსაწყო შამბერლანის სანთლით

1-ჭურჭელი გასაფილტრი სითხით; 2-შამბერლანის სანთელი; 3-რეზისნის საცობი; 4-ბუნზენის კოლბა



სურ.43. ბერკეფეიდის ფილტრი

გამოყენებულია, აგრეთვე, მემბრანული ფილტრები, რომლებიც მზადდება ცელულოზის, აცეტატის ან ნიტროცელულოზისაგან. ამ უკანასკნელისაგან დამზადებული ფილტრი წარმოადგენს ერთმანეთში მჭიდროდ ჩაწნულ ცელულოზის ბოჭკოებს. ფილტრის ფორებს აქვთ არასწორი ფორმა და მთელი ფართობის 80%-ს შეადგენენ. ფილტრის მიერ შეკავებული ნაწილაკის ზომა დამოკიდებულია ფილტრის ნომერზე და იცვლება 0.01-დან 8-მკმ-მდე. გამოყენების წინ მემბრანულ ფილტრებს უკეთებენ სტერილიზაციას. მათ ათავსებენ გამოხდილ წყალში, რომელიც 50-60^0 C-მდეა გაცხელებული, აცხელებენ სუსტ ცეცხლზე 30 წუთით და 2-3-ჯერ ცვლიან წყალს.

ამჟამად სტერილიზაციისათვის იყენებენ ასევე მოლეკულურ ფილტრებს, რომლებიც მცირე მაკრომოლეკულებს ყოფენ დიდისაგან და ეფექტურად აკავებენ ვირუსულ ნაწილაკებს. მოლეკულურ ფილტრებად იყენებენ მემბრანებს „დიავლო“ ან „პეპლონ“, რომელთაც ამერიკული ფირმები ამზადებენ. ფილტრში გამავალი მოლეკულის მასა იცვლება 500-დან 100000-მდე დალტონის საზღვრებში.

სტერილიზაცია დასხივებით. ბაქტერიულ უჯრედზე ლეტალურად მოქმედებს ულტრაიისფერი, რენტგენის, ალფა, ბეტა, გამა სხივები და ნეიტრონები. ლაბორატორიულ პირობებში ჩვეულებრივ იყენებენ ულტრაიისფერ სხივებს, რომელთა წყაროს წარმოადგენს ბაქტერიოციდული ნათურა. ბაქტერიოციდულ ნათურას იყენებენ ღია ზედაპირებისა და სათავსოების ჰაერის ნაწილობრივი სტერილიზაციისათვის (საოპერაციოები, ქირურგიული განყოფილებები, სამშობიარო სახლები, ბოქსი და სხვა). ულტრაიისფერი სხივების მიმართ უფრო მგრძნობიარეა ბაქტერიების ვეგეტატიური უჯრედები, ვიდრე – სპორები, რომლებიც 3-10-ჯერ უფრო გამძლეა. საყურადღებოა, რომ ულტრაიისფერი სხივები იწვევს თვალის რქოვანას ანთებას. ამიტომ არც პირდაპირი და არც არეკლილი სხივები არ უნდა ხვდებოდეს თვალს. ბაქტერიოციდულ ნათურასთან მუშაობისას საჭიროა გამოიყენონ დამცავი სათვალეები.

ქიმიური სტერილიზაცია (დეზინფექცია). გარემოს ობიექტებზე პათოგენური მიკრობების მოსპობას ქიმიური აგენტების საშუალებით დეზინფექცია ეწოდება. დეზინფექციას იყენებენ იმ შემთხვევაში, როცა შეუძლებელია სტერილიზაცია ორთქლით ან სხვა ფიზიკური მეთოდებით. მაგალითად, როცა საქმე აქვთ დიდ სათავსოსთან, დიდ ზედაპირთან ან სტაციონალურ მოწყობილობასთან.

ქიმიური აგენტების ბაქტერიოციდული მოქმედება განპირობებულია ფუნქციონალური ჯგუფების აქტივობით, მოცემული ნივთიერების აქტიური კომპონენტის კონცენტრაციით, pH-ით, ტემპერატურით, ტენიანობით და ორგანული ნივთიერებების არსებობით. სადეზინფექციო აგენტებად იყენებენ ჰალოგენებს, ფენოლს ან მათ წარმოებულებს, მძიმე მეტალთა ნაერთებსა და სხვა.

ჰალოგენები და მათი ნაერთები. ქიმიური სტერილიზაციისას ხშირად გამოიყენება ქლორი, იოდი და მათი ნაწარმები. ფართოდ იყენებენ ქლორამინს, ნატრიუმის ჰიპოქლორიტს. ლაბორატორიულ პირობებში გამოიყენება იოდის ან მისი ნაწარმების სპირტული ხსნარები. ქლორი და იოდი აქტიურია ყველა ბაქტერიისა და მათი მოსვენებითი ფორმების – სპორების მიმართ, რამდენადაც ისინი აქტიურად უერთდებიან ცილებს.

დეზინფექციისათვის გამოყენებულია მძიმე მეტალები: ვერცხლისწყლის, ვერცხლის, სპილენძის ნაერთები. ვერცხლისწყლის პრეპარატები (ვერცხლისწყლის ორვალენტიანი ქლორი-

დი, ვერცხლისწყლის ოქსიციანიდი) ტოქსიკურია, ხოლო ვერცხლის შემცველი ნაერთები ძვირად ღირებულია და ავლენენ ბაქტერიოსტატიკურ და არა ბაქტერიოციდულ მოქმედებას. ამის გამო ისინი არაა რეკომენდირებული დეზინფექციისათვის.

ფენოლის ნაერთები. 0-ფენილ-ფენოლი ეფექტურია ბაქტერიების ვეგეტატიური უჯრედების მიმართ განზავებული სახით. მას პრაქტიკულად სუნი აღარ აქვს. ფენოლის ნაერთები ბაქტერიების სპორების მიმართ არაა ეფექტური.

სპირტები. სპირტები, ისე როგორც ფენოლები, მოლეკულაში შეიცავენ ჰიდროქსილის ჯგუფებს, რომლებიც მათ ანიჭებენ ბაქტერიოციდულ თვისებას. დეზინფექციისათვის გამოიყენება მხოლოდ ეთილისა და იზოპროპილის სპირტები. მათი სადეზინფექციო თვისებები დაახლობით ერთნაირია და 50^0 C-დან 70^0 C-მდე კონცენტრაციის ზრდის პროპორციულად იზრდება. უფრო მაღალი კონცენტრაციის სპირტების ბაქტერიოციდული თვისება მკვეთრად ეცემა. აბსოლუტურ სპირტს პრაქტიულად ლეტალური მოქმედება ბაქტერიულ უჯრედებზე არა აქვს. სპირტები არ მოქმედებენ სპორებზე და აქვთ ნელი გამაუვნებელი მოქმედება.

მიკრობოციდული აირები. უკანასკნელ ხანს დადგენილია, რომ ზოგიერთი აირი ანადგურებს ბაქტერიების ვეგეტატიურ უჯრედებსა და სპორებს. მაგალითად, ფორმალდეჰიდი, ეთილენის ჟანგი, პროპიოლაქტონი და სხვა. ფორმალდეჰიდს აქვს სპოროციდული აქტივობა. მისი მოქმედება ეფექტურია 70% ტენიანობისა და 22^0 ტემპერატურისას. დაბალ ტემპერატურაზე ფორმალდეჰიდი კარგავს სადეზინფექციო მოქმედებას.

ეთილენის ჟანგი ეფექტურია ბაქტერიების ვეგეტატიური უჯრედებისა და სპორების მიმართ. მას იყენებენ სხვადასხვა საკვები არეებისა და პლასტმასის პეტრის ფინჯნების გასასტერილებლად. ზოგიერთი საკვები არე შეიცავს თერმოლაბილურ კომპონენტებს, ხოლო პლასტმასის ფინჯნები 100^0 C-ზე ლღვება. მაგრამ აუცილებელია გაითვალისწინონ, რომ ეთილენის ჟანგი არამდგრადია და ადვილად იშლება, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ეთილენგლიკოლი, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს არასასურველი ეფექტი. გარდა ამისა, ეთილენის ჟანგი ფეთქებადია

და ადამიანისათვის ტოქსიკური.

β-პროპიოლაქტონი იწვევს უმეტესი მიკროორგანიზმისა და მათი სპორების განადგურებას. ის მოქმედებს უჯრედის ცილებთან, ცხიმოვან მჟავებთან, ნახშირწყლებთან და ბიოქიმიურად უკავშირდება მათ. β-პროპიოლაქტონი გამოიყენება თერმოლაბილური საკვები არეების, ვაქცინების, შრატებისა და სხვა არამდგრადი მასალების გასასტერილებლად. β-პროპიოლაქტონს აქვს კანცეროგენული თვისება. მასთან მუშაობისას დიდი სიფრთხილეა საჭირო, რომ თავიდან იქნეს აცილებული მისი ორგანიზმში მოხვედრა.

სამედიცინო პრაქტიკაში სტერილიზაციას ექვემდებარება ინსტრუმენტები, შესახვევი მასალა, საოპერაციო თეთრეული, სამკურნალო პრეპარატები, საკვები ნიადაგები, ლაბორატორიული ჭურჭელი და ა. შ.

დეზინფექცია წარმოადგენს ღონისძიებების კომპლექსს, რომელიც მიმართულია პათოგენური და პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმების გასანადგურებლად და მათი რაოდენობის მკვეთრად შესამცირებლად გარემოში. დეზინფექცია ხოცავს ბევრ, მაგრამ არა ყველა მიკროორგანიზმს. ამ დროს პათოგენები შეიძლება დაიხოცონ, მაგრამ ზოგიერთი მიკროორგანიზმი და სპორა შეიძლება გადარჩეს. დეზინფექტანტები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ქსოვილების დამაზიანებელი უნარით, დაწყებული მწვავე (კოროზიული) ფენოლ-შემცველი კომპონენტებით, რომელთაც იყენებენ მხოლოდ არაცოცხალ ობიექტებზე ნაკლებტოქსიკურ ნივთიერებებამდე, როგორიცაა, ეთილის სპირტი, იოდი, რომლებიც გამოიყენებიან კანის ზედაპირზე. კანის ზედაპირსა და ლორწოვან გარსზე ბინადარი მიკროორგანიზმების გასანადგურებლად გამოყენებულ ქიმიკალიებს ანტისეპტიკები ეწოდებათ.

ამჟამად იყენებენ დეზინფექციის შემდეგ მეთოდებს: ფიზიკურს (ადუღება, მოწვა, ულტრაიისფერი სხივები), ქიმიურს, მექანიკურს (შენჯღრევა, მტვერსასრუტით დამუშავება, ე. წ. „სველი“ დალაგება, რეცხვა და ა. შ.).

საავადმყოფოს შიდა და განსაკუთრებით ქირურგიული ინფექციების პროფილაქტიკისათვის იყენებენ ასეპტიკას ან ანტისეპ-

ტიკას.

ასეპტიკის ფუძემდებელია **ჯ. ლისტერი** (1867). იგი მოიცავს მიკროორგანიზმზე ზემოქმედების პირდაპირი (სტერილიზაცია, დეზინფექცია, ანტისეპტიკა) და არაპირდაპირი მეთოდების ერთობლიობას, მიმართულს ინფექციის გამომწვევის მოხვედრის წინააღდეგ ჭრილობასა და ავადმყოფის ორგანოებში ოპერაციების, სამკურნალო და სადიაგნოზო პროცედურების ჩატარებისას და ა. შ. ასეპტიკური პრაქტიკა გამოიყენება საოპერაციოებში, სამშობიაროებში, ლაბორატორიულ და ინფექციურ ბოქსებში, სტერილურ პალატებსა და ა. შ. ასეპტიკას ექვემდებარება გადასახვევი მასალა, საოპერაციო თეთრეული, ხელთათმნები და საერთოდ ყველაფერი, რასაც კი შეხება აქვს ჭრილობასთან.

ანტისეპტიკა – ქირურგების, ოპერირებულების, დაჭრილების და ა. შ. კანსა და ლორწოვან გარსებზე პათოგენური და პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმების სწრაფი დათრგუნვის ღონისძიებების სისტემაა. პრინციპში, ანტისეპტიკა იგივე დეზინფექციაა ადამიანთან მიმართებაში.

ანტისეპტიკის მთავარი მეთოდია ჭრილობის, პათოლოგიური კერის ან მთლიანი ორგანიზმის ქიმიური ნივთიერებებით დამუშავება, დეკონტამინაცია. ის ანტისეპტიკების მეშვეობით, პათოგენური და პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმების დათრგუნვასთან ერთად ითვალისწინებს არაპათოგენური სახეობების შენარჩუნებას.

ჭურჭელს ასტერილებენ მშრალი ჰაერით თერმოსტატში 160^0 C ტემპერატურაზე 1 საათით, ხოლო ნაჯერი ორთქლით წნევის ქვეშ ავტოკლავში – 2 ატმ. წნევაზე 20-30 წუთით.

ბაქტერიოლოგიური მარყუჟის გასტერილება სპირტქურის ალზე ხდება შემდეგნაირად: მარყუჟს იჭერენ მარჯვენა ხელში ვერტიკალურ მდგომარეობაში და შეაქვთ სპირტქურის ალში, აჩერებენ გავარვარებამდე, შემდეგ ჰორიზონტალურად ატარებენ ორსამჯერ. გასტერილება ხდება 5-7 წამის განმავლობაში.

თავი IX
მიკროორგანიზმთა მონაწილეობა ძირითადი ბიოგენური ელემენტების ტრანსფორმაციაში

9.1. ნახშირბადის ტრანსფორმაცია

მწვანე მცენარეებში მზის სხივური ენერგიის მონაწილეობით ხდება სხვადასხვა ორგანული ნივთიერებების აკუმულირება. მცენარეების კვდომის შემდეგ ეს ორგანული ნივთიერებები გარდაიქმნებიან მიკროორგანიზმების მონაწილეობით. მცენარეული ნარჩენების: ცილების, ამინომჟავების, ცხიმის, ცვილის ქიმიური შედგენილობა რთულია.

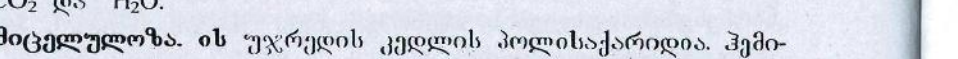
მცენარეული ნარჩენების გარდაქმნის ორი გზაა ცნობილი: ფიტოგენური და ზოოგენური. ფიტოგენური ხორციელდება სოკოების, ბაქტერიების, აქტინომიცეტებისა და სხვა მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობის შედეგად.

ზოოგენური გზა ხორციელდება უხერხემლო ცხოველების: ჭიაყელების, მოლუსკების, მწერების მონაწილეობით. ორგანული ნივთიერებების გარდაქმნა ძირითადად ხდება ფიტოგენური გზით. ყველაზე სწრაფად იშლება მარტივი და მცირედ პოლიმერიზებული შაქრები, მონო- და დისაქარიდები. პოლისაქარიდებიდან: სახამებელი, ცელულოზა, ჰემიცელულოზა, პექტინი. აერობული მიკროორგანიზმებით ორგანული ნივთიერებების გარდაქმნის შედეგად წარმოიშობა CO_2 და H_2O, ხოლო ანაერობულისას – მჟავები, სპირტები და სხვა.

ცელულოზა ყველაზე გავრცელებული პოლისაქარიდია მცენარეულ სამყაროში. მას შლიან როგორც აერობული, ისე ანაერობული მიკროორგანიზმები. მეცნიერმა **გუტჩინსონმა** ნიადაგიდან გამოყო ცელულოზის დამშლელი ბაქტერიები, რომლებიც წარმოადგენენ თითისტარისებურ ჩხირებს მახვილი ბოლოებით. მას უწოდეს Spirochaetae cytophaga. ცელულოზის დაშლაში, აგრეთვე, მონაწილეობენ მიქსობაქტერიები Sorangium, Archangium, Poliangium. აერობულ პირობებში ცელულოზის დაშლას ახდენენ ბაქტერია – Cellvibrio, აქტინომიცეტები – Streptomyces, Streptosporangium, Micromonospora, სოკოებიდან – Fusarium, Trichoderma, Aspergillus,

botritis.

ცელულოზა პირველ ეტაპზე ფერმენტ-ცელულაზას მონაწილეობით გარდაიქმნება დისაქარიდ ცელობიოზაში. ეს უკანასკნელი კი ფერმენტ-ცელობიაზას მონაწილეობით გარდაიქმნება გლუკოზაში, რომელიც გამოისახება შემდეგი განტოლებით:



$$C_6H_{10}O_{5n} + nH_2O \rightarrow nC_{12}H_{22}O_{11} + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$$

ცელულოზის აერობული გარდაქმნის საბოლოო პროდუქტებია CO_2 და H_2O.

ჰემიცელულოზა. ის უჯრედის კედლის პოლისაქარიდია. ჰემიცელულოზის შემადგენლობაში შედის პენტოზები (ქსილოზა, არაბინოზა), ჰექსოზები (გლუკოზა, მანოზა, გალაქტოზა). ჰემიცელულოზას შლიან სოკოები, აერობული და ანაერობული ბაქტერიები.

მერქნიანი მცენარეები დიდი რაოდენობით შეიცავენ **ლიგნინს**. ის პოლიმერია, შეიცავს ერთ ან რამდენიმე არომატულ ჯგუფს. მიკროორგანიზმების მიმართ ძლიერ გამძლეა და მისი დაშლაც ნელა მიმდინარეობს. ლიგნინის აერობულ დაშლაში მონაწილეობენ კლასი Basidiomycetes წარმომადგენლები. აერობული ბაქტერიებიდან Achromobacter და Pseudomonas.

პექტინი ასევე რთული პოლისაქარიდია. შედგება 1-D-გალაქტურონოვის მჟავებისაგან, რომლებიც ერთმანეთს 1, 4 ბმებით უკავშირდებიან. პექტინის დაშლა იწყება მისი ჰიდროლიზით ფერმენტ პექტინაზას მონაწილეობით, რის შედეგადაც წარმოიქმნება გალაქტურონოვის და ძმარმჟავა, მეთილის სპირტი, რომლებიც შემდეგ იჟანგებიან CO_2 და H_2O-მდე. პექტინის დაშლაში აქტიურ მონაწილეობას ღებულობენ სოკოები: Aspergillus niger, Penicillum glaucum, Mucor.

9.2. აზოტშემცველი ნივთიერებების ტრანსფორმაცია

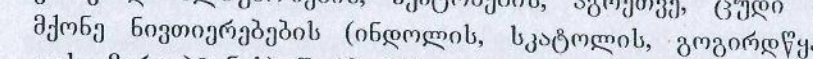
ბუნებაში აზოტშემცველი ნივთიერებების გარდაქმნის ოთხი ეტაპია ცნობილი: ამონიფიკაცია, ნიტრიფიკაცია, დენიტრიფიკაცია, აზოტფიქსაცია.

ამონიფიკაცია

ორგანული აზოტის მინერალურ აზოტად გარდაქმნას ამონიფიკაცია ეწოდება.

ცილების ჰიდროლიზური დაშლა მიმდინარეობს შუალედ ნაერთებად: ალბუმოზების, პეპტონების, აგრეთვე, ცუდი სუნის მქონე ნივთიერებების (ინდოლის, სკატოლის, გოგირდწყალბადის, მერკაპტანის) წარმოქმნით. ჰიდროლიზისა და ამინომჟავების დეზამინირების საბოლოო პროდუქტია – ამიაკი. ე. ი. ბუნებაში ხორციელდება ორგანული აზოტის გარდაქმნა ამიაკურ აზოტად. ცილოვანი ნივთიერებების დაშლის სიღრმე და ლპობის პროცესების მიმდინარეობა დამოკიდებულია მასში მონაწილე მიკროორგანიზმებზე, გადამწყვეტი მნიშვნელობა კი აქვს ჟანგბადის მიწოდების ხარისხს. თავისუფალი ჟანგბადის დიდი რაოდენობით მიწოდებისას წარმოებს ღრმა დაშლა. ჰიდროლიზის პროდუქტები განიცდიან სრულ დაჟანგვას. ამ დროს ცუდი სუნის მქონე ნივთიერებები წარმოიქმნება შედარებით ნაკლებად, ვიდრე – ანაერობულ პირობებში. ასეთ პროცესს ხრწნას უწოდებენ. ლპობა კი უმთავრესად ანაერობული პროცესია, რის შემდეგაც ზოგიერთი პროდუქტის (ცხიმოვანი მჟავები) სრული დაჟანგვა არ ხდება.

ცილოვანი მოლეკულის დაშლა იწყება მისი ჰიდროლიზით პროტეოლიზური ფერმენტების მონაწილეობით. ცილის ჰიდროლიზი შემდეგი სქემით ხორციელდება:



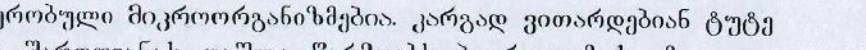
$$\text{ცილა} + nH_2O \rightarrow \text{პეპტონები} + nH_2O \rightarrow \text{პოლიპეპტიდები} + nH_2O \rightarrow \text{ამინომჟავები.}$$

ამინომჟავები დიფუნდირებენ ბაქტერიების უჯრედის შიგნით და განიცდიან მასში დეზამინირებას, რომლის დროსაც წარმოიქმნება ამიაკი და შესაბამისი ნახშირბადოვანი რადიკალი.

ნუკლეინის მჟავების დაშლისას მიიღება კიდევ უფრო მრავალფეროვანი ნაერთები. ჰიდროლიზის საბოლოო პროდუქტებია: ფოსფორმჟავა, რიბოზა და აზოტოვანი ფუძეები.

მრავალი ბაქტერია აზოტის წყაროდ იყენებს შარდოვანას, რომელიც ცხოველთა ორგანიზმში ცილების დაშლის შედეგად წარმოიქმნება და შარდთან ერთად გამოიყოფა გარემოში. შარდოვანაში შემავალი აზოტი მცენარეთა კვებისათვის გარდაქმნის გარეშე გამოუსადეგარია.

1862 წელს **პასტერმა** აღმოაჩინა ურობაქტერიები, რომელთა მოქმედებით შარდოვანა განიცდის ამონიფიკაციას. ურობაქტერიები აერობული მიკროორგანიზმებია. კარგად ვითარდებიან ტუტე არეში. შარდოვანას დაშლა წარმოებს ჰიდროლიზის გზით ეგზოფერმენტ ურეაზას მოქმედებით, რომელსაც ურობაქტერიები გამოყოფენ. იგი წარმოადგენს დეზამინირების პროცესს.



$$CO(NH_2)_2 + 2H_2O \rightarrow (NH_4)_2CO_3 \rightarrow 2NH_3 + CO_2 + H_2O$$

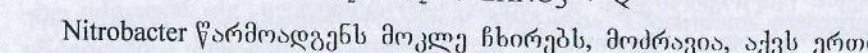
ამონიფიკაციაში მონაწილეობენ აერობული, ფაკულტატური ანაერობული და ანაერობული ბაქტერიები.

აერობებიდან – Bac. mesentericus – კარტოფილის ჩხირი, Bac, subtilis-თივის ჩხირი, Pseudomonas fluorescens – არასპოროვანი, Chromatium prodigiosum – სისხლის წვეთების მსგავს კოლონიებს იძლევა; ფაკულტატიური ანაერობებიდან – Proteus vulgaris, E. coli, ანაერობებიდან – Clostridium putrificum წარმოქმნის სპორას, Clostridium – მოძრავი, სპოროვანი ჩხირი. ამონიფიკაციას, აგრეთვე, იწვევენ აქტინომიცეტები და ობის სოკოები.

ნიტრიფიკაცია

აზოტოვან ნივთიერებათა გარდაქმნის მეორე ეტაპია ნიტრიფიკაცია. ამ დროს ამიაკი ჯერ იჟანგება აზოტოვანმჟავამდე, ხოლო შემდეგ – აზოტმჟავამდე.

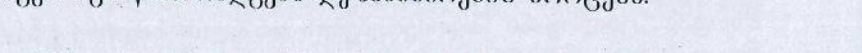
1890 წელს ვინოგრადსკიმ შეისწავლა ნიტრიფიკაციის ბუნება და გამოყო ნიტრიფიკაციის გამომწვევის სუფთა კულტურა. მან დაადგინა, რომ ნიტრიფიკაციაში მონაწილეობს მიკროორგანიზმთა ორი ჯგუფი. პირველს ეკუთვნის Nitrosomonas, ხოლო მეორეს – Nitrobacter. ნიტრიფიკაციის I ფაზა მიმდინარეობს შემდეგი განტოლების მიხედვით:



$$2NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2HNO_2 + 2H_2O + Q$$

Nitrosomonas – ნიტრიფიკაციის პროცესში ყველაზე მნიშვნელოვანია. აქვს ოვალური ფორმა, მოძრავია, მონოტრიქი, სპორებს არ წარმოქმნის, გრამუარყოფითია. მისი მიღება ადვილია დამაგროვებელ კულტურაში მარტივ საკვებ არეზე. ამ დროს ამიაკი ქრება და წარმოიქმნება ნიტრიტი.

ნიტრიფიკაციის II ფაზა გამოისახება შემდეგი განტოლებით:



$$2HNO_2 + O_2 \rightarrow 2HNO_3 + Q$$

Nitrobacter წარმოადგენს მოკლე ჩხირებს, მოძრავია, აქვს ერთი შოლტი, გრამუარყოფითია, სპორებს არ წარმოქმნის.

ნიტრიფიკაციის პროცესი მჭიდროდაა დაკავშირებული ამონიფიკაციის პროცესთან. ამიტომაა, რომ, რაც უფრო ენერგიულად მიმდინარეობს ამონიფიკაცია, მით უფრო ინტენსიურად წარიმართება ნიტრიფიკაციის პროცესი.

ნიტრიფიკატორები, ჭაობიანი ნიადაგების გარდა, ყველა ტიპის ნიადაგში გვხვდება. ეწერ ნიადაგებში ნიტრიფიკაციის პროცესი ძირითადად სახნავ ფენაში მიმდინარეობს.

შავმიწა ნიადაგებში ნიტრიფიკაცია უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს. დამლაშებულ, ბიცობ ნიადაგებში ნიტრიფიკაციის პროცესი ასევე სუსტადაა გამოხატული.

ნიტრიფიკატორები მგრძნობიარე არიან ნიადაგის ტენიანობის მიმართ და ტენიანობის ყოველგვარი შემცირება იწვევს მათ დაღუპვას.

ნიადაგში ნიტრატების წარმოქმნის ინტენსივობა დამოკიდებულია აერაციაზედაც. რაც უფრო კარგია ნიადაგში აერაცია, მით უფრო მეტ ნიტრატები წარმოიქმნება.

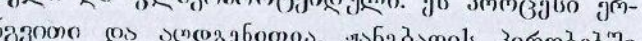
დენიტრიფიკაცია

ნიადაგში აზოტოვან ნივთიერებათა გარდაქმნის მესამე ეტაპია დენიტრიფიკაცია. ამ დროს ხდება ნიტრატების აღდგენა მოლეკულურ აზოტამდე.

დენიტრიფიკაცია ორი სახისაა: პირდაპირი ანუ ბიოლოგიური (ხორციელდება ბაქტერიების მოქმედებით) და არაპირდაპირი

ანუ ქიმიური დენიტრიფიკაცია (ქიმიური პროცესების შედეგად წარიმართება).

პირდაპირ დენიტრიფიკაციას იწვევენ დენიტრიფიკატორები, როგორიცაა Pseudomonas aeruginosa, Bacterium denitrificans, Micrococcus denitrificans და სხვა. მიკროორგანიზმებით გამოწვეული დენიტრიფიკაციის პროცესი გამოისახება შემდეგი განტოლებით:



$$4HNO_3 \rightarrow 2H_2O + 2N_2 + 5O_2$$

ბიოლოგიური დენიტრიფიკაციის ორ ტიპს განასხვავებენ: ასიმილაციური და დისიმილაციური, რაც განპირობებულია იმით, რომ მიკრობ-დენიტრიფიკატორებს ორი ფერმენტული სისტემა აქვთ: ციტოქრომული და ფლავოპროტეიდული. ეს პროცესი ერთდროულად ჟანგვითი და აღდგენითია. ჟანგბადის პირობებში ისინი დენიტრიფიკაციას არ ახდენენ. საკმარისია მოხვდნენ ანაერობულ პირობებში, რომ ნიტრატებისა და მათთვის მისაწვდომი ორგანული ნივთიერებების არსებობისას დაიწყოს დენიტრიფიკაციის პროცესი. ჟანგბადის უკმარისობის დროს ისინი იწყებენ ნიტრატებიდან ჟანგბადის წართმევას და აღადგენენ აზოტს. დენიტრიფიკაციის მიმდინარეობისას საუკეთესოა ანაერობული პირობები, ნიტრატებისა და ორგანული ნივთიერებების არსებობა.

ასიმილაციური დენიტრიფიკაცია იწვევს ამონიაკის წარმოქმნას. ამონიაკი ასიმილირდება ორგანიზმის მიერ და ერთვება მეტაბოლიზმში. ნიტრატები აქ გამოიყენება როგორც – აზოტის წყარო.

დისიმილაციურ დენიტრიფიკაციას ანუ ნიტრატულ სუნთქვას მიკროორგანიზმები ახორციელებენ ენერგიის მისაღებად. დისიმილაციური დენიტრიფიკაციის საბოლოო პროდუქტია მოლეკულური აზოტი. დისიმილაციურ დენიტრიფიკაციას თან სდევს ნიადაგისა და წყალსაცავების აზოტით გაღარიბება, რადგანაც წარმოქმნილი N_2 აქროლდება.

დენიტრიფიკაცია პრაქტიკული თვალსაზრისით უარყოფითი პროცესია, რადგანაც ის აღარიბებს ნიადაგს მცენარის საკვებად საჭირო აზოტით-ნიტრატებით. მიუხედავად ამისა, ეს პროცესი აუცილებელია, რათა ბუნებაში გაწონასწორდეს აზოტის ბრუნვა.

აზოტფიქსაცია

ბუნებაში აზოტის გარდაქმნის მეოთხე ეტაპს წარმოადგენს

ატმოსფერული აზოტის ფიქსაცია.

აზოტის მარაგი ბუნებაში ამოუწურავია (78%), თუმცა მისი უშუალოდ შეთვისება არ შეუძლია არც ერთ მცენარესა და ცხოველს, მაგრამ არსებობენ მიკროორგანიზმები, რომელთაც უნარი აქვთ, გამოიყენონ მოლეკულური აზოტი და მისგან ასინთეზონ სხვადასხვა აზოტშემცველი ორგანული ნივთიერებები. ეს მიკროორგანიზმები ან ნიადაგში ცხოვრობენ თავისუფლად, ან უმაღლეს მცენარეებთან – სიმბიოზში. ამდენად, აზოტმაფიქსირებელი მიკროორგანიზმები ზრდიან ნიადაგის ნაყოფიერებას.

1894 წელს **ვინოგრადსკიმ** გამოყო ნიადაგში თავისუფლადმცხოვრები აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერია Clostridium pasteurianum. იგი ანაერობული სპორის წარმომქმნელი ჩხირია.

1901 წელს **ბეიერინკიმ** ნიადაგიდან გამოყო თავისუფლადმცხოვრები აერობული აზოტფიქსატორი – Azotobacter chroococcum. იგი მსხვილი ფორმის ჩხირია, არ წარმოქმნის სპორებს. ახასიათებს მაკროკაფსულა. ახალგაზრდა უჯრედები მოძრავია, შოლტები პერიტრიქალურადაა განლაგებული. წარმოქმნიან ცისტებს. ისინი სქელგარსიანი არიან.

1888 წელს ბეიერინკიმ შეისწავლა სიმბიოზური აზოტფიქსატორები, გვარი Rhizobium-ის წარმომადგენლები, რომლებიც სახლდებიან პარკოსანი მცენარეების ფესვთა სისტემაზე და წარმოქმნიან კოჟრებს.

აზოტფიქსაციას იწვევენ, აგრეთვე, სხვადასხვა სისტემატიკური ჯგუფის ორგანიზმები: სოკოები, აქტინომიცეტები, ციანობაქტერიები. ზოგიერთი აქტინომიცეტი სახლდება არაპარკოსანი მცენარეების (ქაცვი, ფშატი, მურყანი) ფესვთა სისტემაზე და მათთან სიმბიოზურ ურთიერთობაში ახდენენ მოლეკულური აზოტის ფიქსაციას.

მოლეკულური აზოტის ფიქსაციის ქიმიზმი

აზოტის მოლეკულაში – N_2-ის ატომებს შორის არის სამმაგი ბმა (N≡N). ეს ბმები ძნელად წყდება. საწარმოო მიზნით N_2-დან NH_3-ის მისაღებად საჭიროა მაღალი ტემპერატურა და წნევა. აგრეთვე კატალიზატორი. ნიადაგში მცხოვრებ აზოტმაფიქსირებელ

ბაქტერიებში ფერმენტების – (ნიტროგენაზის) მონაწილეობით ეს პროცესი ხდება ჩვეულებრივ პირობებში.

N_2-ის გარდაქმნა NH_3-ში ხდება საფეხურებად. თავდაპირველად N_2 გარდაიქმნება დიიმიდში (HN=NH), შემდეგ ჰიდრაზინში ($H_2N–NH_2$) და ბოლოს NH_3-ში. ამიაკი შემდეგ რეაგირებს უჯრედის კეტომჟავებთან და წარმოიქმნება ამინომჟავები. 1 მოლეკულა აზოტის აღდგენისათვის იხარჯება 15 მოლეკულა ატფ. ამიტომ უჯრედში ატფ-ის ნაკლებობისას აზოტფიქსაცია არ ხდება.

9.3. ფოსფორის ნაერთების ტრანსფორმაცია

ფოსფორი ნიადაგში, მცენარეებსა და მიკროორგანიზმებში არის ორგანული და არაორგანული შენაერთების სახით.

ნიადაგში ფოსფორი გვხვდება მცენარეული და ცხოველური ნარჩენების სახით. მიუხედავად ამისა, მცენარეები ხშირ შემთხვევაში მის ნაკლებობას განიცდიან, რადგანაც ნიადაგში არსებული ფოსფორი მოიპოვება შეუთვისებელ და ძნელად ხსნად ფორმებში. მათი ბრუნვა ბუნებაში გამოიხატება ფოსფორის ორგანული შენაერთებიდან მინერალურ ფორმაში გადასვლით და ნაკლებ ხსნადი ფოსფორმჟავა მარილების გადაყვანით უფრო ხსნად ფორმებში.

ორგანული ფოსფორის მინერალიზაცია ლპობის მიკროორგანიზმების ზემოქმედებით წარმოებს. ორგანული ფოსფორის აქტიური გამოყენების უნარი შესწევთ B. megatherium-ს, B.subtilis-ს, სოკოებს Aspergillus-ისა და Penicilium-ის წარმომადგენლებს. მათ შეუძლიათ ორგანული ნაერთების დაშლა ფოსფორის განთავისუფლებით. ორგანული ფოსფორის გახლეჩვის შედეგად წარმოიქმნება ფოსფორმჟავა, რომელიც სწრაფად იბოჭება ნიადაგის ფუძეებით და გადადის ძნელად ხსნად და მცენარის გამოსაკვებად ნაკლებ გამოსადეგ Ca-ის, Mg-ისა და - Fe-ის მარილებში. ამიტომ ასეთი მარილების გადაყვანას ადვილად ხსნად მდგომარეობაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ნაყოფიერების გასადიდებლად. ფოსფატების გახსნა სხვადასხვა ბიოქიმიური პროცესების შედეგად ხდება. ამ პროცესებში მონაწილეობენ

ნიტრიფიკაციისა და გოგირდის ბაქტერიები. მაგალითად, B. mycoides, რომელიც იწვევს ცილების ენერგიულ ამონიფიკაციას და ამასთან, გამოყოფს CO_2-ის დიდ რაოდენობას, რაც ფოსფატების გახსნას ახდენს.

9.4. რკინისა და გოგირდის ნაერთების ტრანსფორმაცია

გოგირდი ბუნებაში გვხვდება სულფატების $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, Na_2SO_4, K_2SO_4, $(NH_4)_2SO_4$, სულფიდების (FeS, ZnS, Na_2S) და ორგანული ნაერთების სახით. გოგირდის ორგანული და არაორგანული ნაერთები ნიადაგში გარდაიქმნება მიკროორგანიზმების მიერ.

გოგირდის ნაერთების აქტიური დამუანგველებია შემდეგი მიკროორგანიზმები: Beggiatoa, Thiothrix, მაფოტოსინთეზირებელი მეწამული და მწვანე გოგირდოვანი ბაქტერიები. ცუდი აერაციის ნიადაგებში, აგრეთვე, წყლებში ხდება სულფატების მიკრობული აღდგენა. ამ პროცესს ზოგჯერ დესულფოფიკაციას უწოდებენ. სულფატების აღდგენას ახდენენ Dezulfovibrio, Desulfotomacullum. სულფატების აღმდგენელი ბაქტერიები დიდ როლს ასრულებენ გეოლოგიურ პროცესებში. ისინი წარმოშობენ H_2S, ხოლო გოგირდბაქტერიების მიერ H_2S-ის დაჟანგვით წარმოიქმნება გოგირდი, რომელიც საწარმოო მიზნით გამოიყენება.

რკინის ნაერთების ტრანსფორმაცია

ნიადაგში რკინა გვხვდება როგორც ორგანული, ისე არაორგანული შენაერთების სახით. მცირედ ხსნადი ნაერთების გადაყვანა ხსნადში და პირიქით, ხდება მიკროორგანიზმების მონაწილეობით. რკინის შემცველი, ორგანული ნაერთების მინერალიზაციას ახდენენ ბაქტერიები, სოკოები, აქტინომიცეტები. მოლეკულის ორგანულ ნაწილს მიკროორგანიზმები იყენებენ, ხოლო რკინა თავისუფლდება.

თავი X
მიკროორგანიზმთა ეკოლოგია

10.1. მიკრობები და დედამიწის ბიოსფერო

რუსმა მიკრობიოლოგმა **ვ. ომელიანსკიმ** ასე დაახასიათა ჩვენი გარემომცველი მიკროფლორა: „მირიადები მიკრობებისა ავსებს სტიქიებს და ყველგან გარს გვერტყმიან. ისინი უჩინრად თან ახლავან ადამიანს მისი მთელი სიცოცხლის მანძილზე. მოურიდებლად იჭრებიან მის ცხოვრებაში ხან მტრის, ხან კიდევ მეგობრის სახით. ისინი უდიდესი რაოდენობით გვხვდება საკვებში, წყალში, რომელსაც ჩვენ ვსვამთ და ჰაერში, რომლითაც ჩვენ ვსუნთქავთ. ჩვენი გარემომცველი საგნები, ჩვენი ტანსაცმელი, ჩვენი სხეულის ზედაპირი, ყველაფერი ეს პირდაპირ დატენილია მიკრობებით, რომელთა შორის გვხვდება პათოგენურებიც“. ე. ი. ბიოსფეროში არც არის ისეთი გარემო, ადგილი, სადაც მიკროორგანიზმები არ იქნებიან წარმოდგენილნი. იქ, სადაც გვხვდება ენერგიის, ნახშირბადის ან აზოტის თუნდაც უმცირესი წყაროები, აუცილებლად არსებობენ მიკროორგანიზმებიც, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავედებიან თავისი ფიზიოლოგიური მოთხოვნილებითა და თვისებებით. სწორედ ეს განაპირობებს ისტორიულად, ერთის მხრივ, მიკროორგანიზმების უბიკვიტარობას, ხოლო, მეორეს მხრივ, მიკროორგანიზმების მირიადების აქტიურ ცხოველმოქმედებას ბუნებაში ნივთიერებების წრებრუნვისას. მიკროორგანიზმებს უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება მთელი ბიოსფეროს დინამიური წონასწორობის შენარჩუნებაში, რადგანაც წონასწორობის დარღვევამ შეიძლება კატასტროფული შედეგები მოიტანოს.

ბაქტერიები თითქმის ყველაგანაა გავრცელებული. ისინი აღმოჩნდნენ 5 კმ სიღრმეზე დედამიწაში, განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით კი – ნიადაგის ზედა 15 სმ-იან ფენაში, სადაც მათი რაოდენობა 1 სმ^3-ში 100000-ს აღწევს. ბაქტერიები გავრცელებულია მტკნარ და მლაშე წყლებში და მყინვარებშიაც კი. ძალზე ბევრი გვხვდება ჰაერში და ისეთ სითხეებში, როგორიცაა რძე, აგრეთვე მცენარეებისა და ცხოველების ზედაპირსა და სიღრუეში.

მიკრობების სახეობრივი შემადგენლობა ძალზე მრავალგვარია. მაგალითად, ბაქტერიები მოიცავს 100000 სახეობაზე მეტს, სოკოები – 250000 სახეობამდე. ზოგიერთი გაანგარიშებით, მიკრობების საერთო ბიომასა მცენარეებისა და ცხოველების ბიომასასაც კი აღემატება.

10.2. მიკროორგანიზმთა ეკოლოგიის საფუძვლები

მიკროორგანიზმთა ურთიერთობას ერთმანეთსა და გარემომცველ გარემოსთან შეისწავლის ეკოლოგია. ამდენად, მიკროორგანიზმთა ეკოლოგია იკვლევს ეკოლოგიური სისტემების ცალკეულ ნაწილებს. შეისწავლის ურთიერთობას მიკრო- და მაკროორგანიზმებს შორის, რომლებიც გარკვეულ ბიოტოპებში ერთდროულად ბინადრობენ. ეს ბიოტოპებია ნიადაგი, წყალი, ჰაერი, ცოცხალი ორგანიზმები და სხვა. ბიოტოპის ცნება პირველად შემოიტანა **ს. ვინოგრადსკიმ** (1945).

ს. ვინოგრადსკი მიკრობიოლოგიაში ეკოლოგიური მიმართულების ფუძემდებელია. მან დიდი წვლილი შეიტანა ნიადაგის მიკრობიოლოგიის შესახებ მეცნიერების განვითარებაში და შექმნა ახალი ეპოქა ნიადაგის მიკრობიოლოგიაში. მისი გამოკვლევები გოგირდის, რკინისა და ნიტრიფიკაციის ბაქტერიებზე დიდი მეცნიერული მნიშვნელობის აღმოჩენებს მიეკუთვნება. მან შეძლო ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების სუფთა კულტურის მიღება და დაამტკიცა, რომ მათ უნარი აქვთ განვითარდნენ ისეთ საკვებ ნიადაგზე, რომლებიც არ შეიცავს ორგანულ ნივთიერებასა და ნახშირორჟანგს. ისინი ორგანული ნივთიერებების სინთეზს ახდენენ არა მზის ენერგიის ხარჯზე, არამედ -- უანგვითი პროცესების შედეგად გამოყოფილი ენერგიის ხარჯზე. ორგანული ნივთიერებების სინთეზის ამ თავისებურმა პროცესმა ქემოსინთეზის სახელწოდება მიიღო. ქემოსინთეზი მე-19 საუკუნის უდიდეს აღმოჩენად ითვლება.

ს. ვინოგრადსკიმ კლასიკური გამოკვლევები ჩაატარა მიკრობთა ეკოლოგიაში. მათ შორის მნიშვნელოვანია 1894 წელს აღმო-

ჩენილი ნიადაგში თავისუფლადმცხოვრები აზოტის ანაერობული ფიქსატორი – Clostridium pasteurianum. მან დაამუშავა უბრალო და ორიგინალური მეთოდები ნიადაგის მიკროორგანიზმთა კვლევის საქმეში. მათ შორის ელექტიურმა (ამორჩევითმა) არემ საყოველთაო აღიარება ჰპოვა. აღნიშნულმა მეთოდმა მკვლევრებს საშუალება მისცა ბუნებრივი ნიადაგიდან გამოეყოთ ახალი მიკროორგანიზმები და განესაზღვრათ მათი როლი ნივთიერებათა წრებრუნვაში.

ს. ვინოგრადსკიმ გამოაქვეყნა სამასზე მეტი შრომა, რომლებიც ნიადაგის მიკროორგანიზმთა ეკოლოგიასა და ფიზიოლოგიას ეძღვნება. მის წიგნს „ნიადაგის მიკრობიოლოგია" დღესაც არ დაუკარგავს მნიშვნელობა.

ორგანულ ნივთიერებათა გახრწნის პროცესის შესწავლისას **ომელიანსკიმ** პირველად გამოყო ისეთი ბაქტერიები, რომლებსაც ანაერობულ პირობებში შეუძლიათ ცელულოზის დაშლა. შეისწავლა მათი ეკოლოგია, ფიზიოლოგია, გავრცელება და სხვა.

ს. კოსტიჩევი თავის გამოკვლევებში არ დაკმაყოფილდა აზოტობაქტერიისა და ნიადაგის სხვა ბაქტერიების მიერ ატმოსფერული აზოტის ფიქსაციის ქიმიზმის შესწავლით. 1882-1885 წლებში პირველმა განსაზღვრა ობის სოკოების როლი ნიადაგში ჰუმუსოვანი ნაერთების წარმოსაქმნელად და დაადგინა მათი მონაწილეობა ამ პროცესში. ს. კოსტიჩევმა დაამუშავა მოლეკულური აზოტის ფიქსაცია, რძემჟავა დუღილები, ლიმონმჟავას მიღება ობის სოკოების გამოყენებით.

ს. კოსტიჩევმა გამოთქვა მოსაზრება, რომ მიკროორგანიზმები გამოიყენება ბაქტერიული სასუქების დასამზადებლად, მარცვლოვან და ბოსტნეულ მცენარეთა მოსავლიანობის გასადიდებლად. ასეთმა სასუქებმა შემდეგში აზოტობაქტერინის, ნიტრობაქტერინის, ფოსფობაქტერინის სახელწოდება მიიღეს.

მიკროორგანიზმთა ეკოლოგიაში გამოკვლევები აქვს ჩატარებული **ბ. ისაჩენკოს**. იგი მუშაობდა მიკრობიოლოგიის სხვადასხვა სფეროში, მაგრამ განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მისი ღვაწლი წყლის მიკრობიოლოგიაში. მან პირველმა შეისწავლა მიკრობთა გავრცელება ჩრდილო ყინულოვან ოკეანეში და მიუთითა მიკროორგანიზმების როლზე წყალსაცავებში მიმდინარე

გეოლოგიურ პროცესებსა და ნივთიერებათა ბრუნვაში.

ეკოლოგიურ მიმართულებას საფუძველი ჩაუყარეს რუსმა მიკრობიოლოგებმა **ა. იმშენეცკიმ, ნ. კრასილნიკოვმა, ა. მიშუსტინმა, ნ. ლაზარევმა** და სხვებმა.

ნიადაგსა და რიზოსფეროში სხვადასხვა ბაქტერიის აღმოსაჩენად ფუნდამენტური კვლევითი მუშაობა აქვს ჩატარებული მრავალ მკვლევარს. მათ შორის აღსანიშნავია **ნ. ხუდიაკოვი, ნ. ხოლოდნი** და სხვა.

სულ უფრო და უფრო დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა მოიპოვა ნიადაგის მიკროორგანიზმების ეკოლოგიის საკითხების შესწავლამ. მათთან მჭიდროდაა დაკავშირებული გარემომცველი არის ქიმიური და ბიოლოგიური დაბინძურების პრობლემები. ნიადაგისა და წყალსატევების მიკროფლორა გადამწყვეტ როლს ასრულებს მრავალრიცხოვანი დამაბინძურებლების: პესტიციდების, სამრეწველო ნანადენების, მსხვილი მეცხოველეობის ფერმების ნარჩენების დაშლაში. ნიადაგის ბიოლოგიური დაბინძურება კი მათში ფიტოპათოგენური მიკროორგანიზმების დაგროვებასთანაა დაკავშირებული. ამიტომ აუცილებელია როგორც ნიადაგის ფიტოპათოგენური მიკრობების ეკოლოგიის, ასევე ანტაგონისტური მიკროფლორისა და მათი ცხოველმყოფელობის შესწავლა.

მიკროორგანიზმთა ეკოლოგია იყენებს ზოგადი ეკოლოგიის ცნებებს. მათ შორის მთავარი არის:

პოპულაცია – ერთი სახეობის ინდივიდების ერთობლიობა, რომლებიც ერთი ბიოტოპის ფარგლებში ცხოვრობენ.

ბიოტოპი – ბიოსფეროს ტერიტორიულად შემოსაზღვრული მონაკვეთი შედარებით ერთგვაროვანი ცხოვრების პირობებით.

მიკრობიოცენოზი – მიკროორგანიზმთა პოპულაციის ერთობლიობა, რომელიც ბინადრობს განსაზღვრულ ბიოტოპში.

ეკოსისტემა – სისტემა შედგენილი ბიოტოპისა და ბიოცენოზისაგან.

გეოსფერო, ჰიდროსფერო, ატმოსფერო – შესაბამისად, ნიადაგის, წყლის, ჰაერის ეკოსისტემების ერთობლიობაა. ბიოსფერო პლანეტის ცოცხალი გარსია. იგი ეკოსისტემების საერთო ჯამია. ეკოლოგიაში ძირითად ერთეულს წარმოადგენს ეკოსისტემა. მას-

ში შედის, როგორც ბიოტური, ასევე აბიოტური კომპონენტები. ბიოტურ კომპონენტებს შეადგენს ორგანიზმთა ერთობლიობა ანუ ბიოცენოზი. ე. ი. ესაა პოპულაცია, რომელიც შედგება ერთი ან რამდენიმე სხვადასხვა სახეობისაგან. აბიოტურ კომპონენტებს მიეკუთვნება ეკოსისტემის ფიზიკური და ქიმიური პირობები, რომლებშიც არსებობს ორგანიზმთა მიკრობიოცენოზი. ... ზომები ძალიან სხვადასხვა. ... ბუნება ან ხის ფესვი ... ეკოსისტემას წარმოადგენება ადამიანის ... ცხოველების კუჭი ან ნაწლავის ნაწილი და სხვა. ჩვენი პლანეტის მთელი სასიცოცხლო სივრცე ერთობლიობაში, ე. ი. ბიოსფერო, განიხილება, როგორც გიგანტური ეკოსისტემა.

1925 წელს, **ვინოგრადსკის** მიერ გამოთქმული კონცეფციის თანახმად, მიკროორგანიზმები, რომლებიც გვხვდებიან ეკოსისტემაში, შეიძლება დაიყოს ორ კატეგორიად: ავტოქტონური და ალოქტონური. ავტოქტონური მიკროორგანიზმები მოცემული ეკოსისტემის (ნიადაგი, ნაწლავი) ტიპური მცხოვრებლებია და იქ არსებობენ ყოველთვის. ალოქტონური ისეთი მიკროორგანიზმებია, რომელთა არსებობა დამოკიდებულია შემთხვევით საკვები ნივთიერებების კონცენტრაციის გაზრდასა ან განსაზღვრული საკვები ნივთიერებების დამატებაზე მოცემული ეკოსისტემისათვის ისინი არიან დროებითნი ან არიან მოსვენებულ მდგომარეობაში.

ავტოქტონურ მიკროორგანიზმებს მიეკუთვნება ჩვეულებრივ მაღალორგანიზებული და მაღალსპეციალიზებული ორგანიზმები, როგორიცაა მანიტრიფიცირებელი ბაქტერიები. ალოქტონურ წარმომადგენლებს მიეკუთვნება ნიადაგისა და წყლის ბაქტერიები, რომლებიც ყველაგან არიან გავრცელებული.

ნორმალურ პირობებში ნიადაგსა და წყალში მიკროორგანიზმთა მრავალი სახეობა ვითარდება. ნორმალურ პირობებად ითვლება pH-ის ნეიტრალური მნიშვნელობა, უხვად საკვები ნივთიერებები და დიდი რაოდენობით წყალი. რაც უფრო გადახრილია ნორმალურიდან ეკოსისტემაში არსებობის პირობები, რაც უფრო ექსტრემალურია ფიზიკური და ქიმიური მახასიათებლები, მით ნაკლებია სახეობების რაოდენობა. ექსტრემალურ ეკოსისტემაში

ჭარბობს ისეთი ორგანიზმები, რომლებიც სრულად არიან შეგუებული თავიანთ საცხოვრებელ გარემოს. ზრდას კი წყვეტენ იმ შემთხვევაში, თუ შესაბამისი ექსტრემალური ფაქტორი მინიმუმში აღმოჩნდება.

10.3. ეკოლოგიური კავშირები მიკრობიოცენოზში

მიკროორგანიზმთა ეკოლოგიის შესწავლის მნიშვნელოვანი ობიექტია ბიოცენოზი. ბუნებრივ პირობებში (ნიადაგი, წყალი, ჰაერი, ცოცხალი ორგანიზმები) მიკროორგანიზმები ერთად ცხოვრობენ, წარმოქმნიან ეკოლოგიურ კავშირებს, როგორც ერთმანეთთან, ისე მცენარეებთან, ცხოველებსა და ადამიანებთან, აგრეთვე, გარემოს აბიოტურ ფაქტორებთან.

მიკროორგანიზმთა პოპულაციები ერთი სახეობის ინდივიდებისაგან შედგება, ჰეტეროგენულობით ხასიათდება და სხვადასხვა ვარიანტებს შეიცავს. მათ შორის ურთიერთობა, უპირატესად, სიმბიოზურ ხასიათს ატარებს, თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში, მაგალითად, ლიმიტირებული კვების წყაროს პირობებში, სხვადასხვა ტემპით გამრავლებისას, ადგილი აქვს კონკურენციას.

სახეობათაშორისი ურთიერთობები რთული, მრავალფეროვანი და დინამიურია. ის შეიძლება დაიყოს რამდენიმე სახეობად.

ნეიტრალიზმი – სახეობათაშორისი ურთიერთობების ფორმა, რომლის დროსაც ერთ ბიოტოპში მცხოვრები პოპულაციები ერთმანეთზე არც მასტიმულირებელ და არც დამთრგუნველ მოქმედებას ავლენენ.

სიმბიოზის დროს ორივე პოპულაციას ერთმანეთისათვის სარგებლობა მოაქვს. სიმბიონტების ურთიერთდამოკიდებულების ხარისხი მერყეობს სუსტიდან (თანამშრომლობა) სრულამდე (მუტუალიზმამდე). მუტუალიზმი იმ შემთხვევაში აღინიშნება, როცა სიმბიონტები ერთმანეთისათვის სასიცოცხლოდ აუცილებელ სხვადასხვა დამატებით ფუნქციებს ასრულებენ. მაგალითად, ერთმა პოპულაციამ შეიძლება ასინთეზოს პროდუქტი, რომელიც მეორე პოპულაციისათვის ძირითად საკვებს წარმოადგენს. სიმ-

ბიოზი აღინიშნება აერობებსა და ანაერობებს შორის, ორგანიზმსა და მის საკუთარ (ავტოქტონურ) მიკროფლორას შორის.

მეტაბიოზი სიმბიოზის ერთ-ერთი ფორმაა. ის მდგომარეობს მიკროორგანიზმებს შორის ურთერთქმედებაში: ერთ-ერთი მიკროორგანიზმი თავისი არსებობისათვის იყენებს მეორის ცხოველმოქმედების პროდუქტებს. მეტაბიოზი დამახასიათებელია ნიადაგის მანიტრიფიცირებელი ბაქტერიებისათვის, რომლებიც მეტაბოლიზმისათვის იყენებენ ამონიაკს – ნიადაგის ამონიფიკატორი ბაქტერიების ცხოველმოქმედების პროდუქტს. მეტაბიოზის ჯაჭვები ძალზე მნიშვნელოვანია რედუცენტების მუშაობისათვის, აგრეთვე, – გარემოს გასასუფთავებლად.

სატელიზმი – ეს არის მიკროორგანიზმების ერთ-ერთი სახეობის ზრდის გაძლიერება მეორე სახეობის გავლენით. მაგალითად, სუფუერების ან სარცინების (საპროფიტული ბაქტერიების) კოლონიები საკვებ ნიადაგში გამოყოფილი მეტაბოლიტების მეშვეობით ასტიმულირებენ სხვა მიკროორგანიზმების კოლონიების ზრდას.

კომენსალიზმის მოვლენას კარგად ასახავს მისი რუსული სინონიმი нахлебничество (ქართულად, ნასუფრალით არსებობა). კომენსალები იკვებებიან მასპინძლის საკვების იმ ნარჩენებით, რომლებსაც მათ რაციონში მნიშვნელობა არა აქვთ. მაგალითად, ადამიანის კომენსალები – ავტოქტონური ბაქტერიები და სოკოები, რომლებიც იკვებებიან აფცქვნილი ეპითელიუმით ან ორგანული ნივთიერებების ნარჩენებით.

კონკურენციის დროს ერთი პოპულაციის ინდივიდები მოიპოვებენ უპირატესობას მეორე პოპულაციის ინდივიდებზე. ასეთებია საკვები, სასიცოცხლო სივრცე და სხვა.

ანტაგონისტები კი საცხოვრებელ გარემოში გამოყოფენ ნივთიერებებს, რომლებიც სხვა მიკრობების ზრდის დროებით და მუდმივ შეფერხებას იწვევენ. ასეთ ნივთიერებებს ანტიბიოტიკები, ბაქტერიოცინები, ორგანული და ცხიმოვანი მჟავები მიეკუთვნებიან.

ე. ი. ანტაგონიზმი წარმოადგენს ერთი სახეობის მიკროორგანიზმის უარყოფით გავლენას მეორეზე, რაც ამ უკანასკნელის დაზიანებასა და სიკვდილსაც კი იწვევს. ანტაგონისტი მიკრობები გავრცელებულია ნიადაგში, წყალში, ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმში. კარგადაა ცნობილი ადამიანის მსხვილი ნაწლავის მიკროფლორის – ბიფიდუმბაქტერიების, ლაქტობაქტერიების, ნაწლავის ჩხირისა და სხვ. ანტაგონისტური აქტიურობა ეგზოგენური და ლპობის მიკროფლორის წარმომადგენლების მიმართ. ანტაგონისტური ურთიერთდამოკიდებულების მექანიზმი მრავალგვარია. ანტაგონიზმის ყველაზე გავცელებული ფორმაა სხვა სახეობის მიკრობების განვითარების დამთრგუნველი, ცვლის სპეციფიკური პროდუქტების – ანტიბიოტიკების წარმოქმნა. არსებობს, აგრეთვე, ანტაგონიზმის სხვა მექანიზმებიც, კერძოდ, კოლიცინების პროდუცირება, გარემოს pH-ის შემცველელი ორგანული მჟავებისა და სხვა პროდუქტების წარმოქმნა.

და ბოლოს, ანტაგონიზმის ისეთ ფორმას, როდესაც რომელიმე კონკრეტული მიკროორგანიზმი მეორე მიკროორგანიზმს იყენებს საკვებად, პარაზიტიზმი ეწოდება. პარაზიტიზმის მაგალითია ბაქტერიოფაგისა და ბაქტერიის, აგრეთვე, ბდელოვიბრიოების დამოკიდებულება ბაქტერიების მიმართ.

ამ დროს ერთად ცხოვრება სასარგებლოა მხოლოდ პარაზიტისათვის მაშინ, როდესაც შეიძლება მასპინძლისათვის ამას ზიანი და ხშირ შემთხვევაში დაღუპვაც კი მოჰყვეს.

პარაზიტიზმი – სახეობათშორისი კავშირების ისეთი სახეა, რომლის დროსაც ერთი პოპულაცია (პარაზიტი), მეორე პოპულაციისათვის (მასპინძელი) ზიანის მიყენებით იღებს სარგებლობას. ადამიანისათვის მიკრობ-პარაზიტებს მიეკუთვნებიან: ბაქტერიები, ვირუსები, სოკოები, უმარტივესები.

10.4. ნიადაგის მიკროფლორა

დედამიწის ბიოსფეროს მრავალ ეკოსისტემაში მიკროორგანიზმები გადამწყვეტ როლს ასრულებენ და წარმოადგენენ სიცოცხლის ერთადერთ ფორმას. მთავარი ეკოსისტემაა ნიადაგი. იგი წარმოადგენს რთულ ეკოსისტემას მასში დიდი რაოდენობით სხვადასხვაგვარი ორგანიზმების არსებობის გამო.

ნიადაგის მიკროფლორის შემადგენლობა მოიცავს ბაქტერიე-

ბის ასეულობითა და ათასეულობით სახეობებს. აგრეთვე, სოკოების, უმარტივესებისა და ვირუსების სხვადასხვა კომბინაციებს. ნიადაგის ზედაპირული ფენა საკმაოდ ღარიბია მიკრობებით, რადგანაც მასზე მოქმედებს მზის პირდაპირი სხივები და გამოშრობა. მიკრობების მთავარი მასა ბინადრობს 10-15 სმ-ის სიღრმეზე. უფრო ქვევით მათი რაოდენობა მცირდება, ხოლო 5-6 მეტრის სიღრმეზე ნიადაგი შეიძლება სტერილურიც კი იყოს.

ნიადაგი მუდმივად ბინძურდება სხვადასხვა წარმოშობის ნაგვით, ადამიანისა და ცხოველების გამონაყოფებით, მკვდარი ცხოველებითა და მცენარეებით. ნიადაგის თვითგაწმენდის საქმეში და ნივთიერებების წრებრუნვის შენარჩუნებაში მიკროორგანიზმებს უდიდესი როლი მიუძღვით.

პათოგენური მიკროორგანიზმები ნიადაგში ხვდებიან განავლით, შარდით, ჩირქით, ნახველით, ნერწყვით და სხვა გამონაყოფებით, ინფექციური დაავადებებისაგან დაღუპული ადამიანებისა და ცხოველების გვამებით. მოხვდებიან რა ნიადაგში, ის მიკროორგანიზმები, რომლებიც სპორებს არ წარმოქმნიან, ადრე თუ გვიან აუცილებლად დაიღუპებიან. სხვადასხვა ნაწლავური ინფექციების: დიზენტერიის, მუცლის ტიფის, ქოლერის, შავი ჭირის, ბრუცელოზის, ტულარემიის, ტუბერკულოზის გამომწვევების გადარჩენის ვადები ნიადაგში ფართოდ ვარირებს და შეადგენს რამდენიმე საათიდან რამდენიმე თვემდე. დიდი ხანგრძლივობით გამოირჩევიან სპორის წარმომქმნელი პათოგენური ბაქტერიები-აერობულები (B. anthracis-ის სპორები ნიადაგში ინახება 15 წელიწადზე უფრო მეტხანს) და ანაერობულები: ტეტანუსის, აიროვანი განგრენის, ბოტულიზმის გამომწვევები (მათი სპორები ნიადაგში, აგრეთვე, მრავალი წლის მანძილზე ინახება). ამდენად, ნიადაგი ძირითად როლს თამაშობს ამ დაავადებების ეპიდემიოლოგიაში.

10.5. მიკროორგანიზმების როლი ნიადაგის ჩამოყალიბებასა და ნაყოფიერების შექმნაში

სხვა ბუნებრივ არეებთან (წყალი, ჰაერი) შედარებით, ნიადაგი ჭარბადაა დასახლებული მიკროორგანიზმებით. ნიადაგში ბინადრობენ: ბაქტერიები, აქტინომიცეტები, საფუვრები, სოკოები, წყალმცენარეები, უმარტივესები, აგრეთვე, ულტრამიკროსკოპული არსებანი – ფაგები.

ნიადაგში არის ლპობის, ერბომჟავა დუღილისა და ნიტრიფიკაციის ბაქტერიები. აქ ყველა ხელსაყრელი პირობაა შექმნილი მიკროორგანიზმების განვითარებისა და მათი სასიცოცხლო ფუნქციების შესრულებისათვის (საკვები ნივთიერებების არსებობა, სინოტივე, აერაცია, ტემპერატურა, არის რეაქცია და სხვა).

ნიადაგში მიკროორგანიზმები მილიარდობითაა. მათი საერთო რაოდენობა დამოკიდებულია ნიადაგის ნაყოფიერებაზე.

მიკროორგანიზმები ნაკლები რაოდენობით გვხვდებიან ნიადაგის ზედა 0.5 სმ ფენაში. ისინი განიცდიან უშუალოდ მავნე ფაქტორების ზემოქმედებას. ასეთებია: გამოშრობა, მზის სინათლე, ულტრაიისფერი სხივები, მაღალი ტემპერატურა და სხვა. ეს ყველაფერი ჭარბადაა ზედა ჰორიზონტში 2.5სმ, ცოტა უფრო ნაკლები – 30-40 სმ ფენაში, უფრო ღრმა ჰორიზონტებში არსებობენ ანაერობული მიკროორგანიზმები. სიღრმის მატებასთან ერთად მათი რაოდენობა თანდათან მცირდება.

ნიადაგში დასახლებული მიკროორგანიზმებიდან ყველაზე მეტი როდენობითაა ბაქტერიები და ბაცილები. ისინი შეადგენენ დაახლოებით 70-90%. აქედან ჭარბი რაოდენობა მოდის არასპოროვან ბაქტერიებზე. სპოროვანები დაახლობით 10-20%-ია.

ბაქტერიებისა და ბაცილების გარდა, ნიადაგში ფართოდაა გავრცელებული აქტინომიცეტები. ისინი ნიადაგში მყოფი მიკროორგანიზმების საერთო რაოდენობის 10-30%-ს შეადგენენ.

სოკოები ნიადაგში 1-დან 3%-მდეა. წყალმცენარეები ნიადაგში კი დიდი რაოდენობით გვხვდება. რაც შეეხება უმარტივესებსა და მწერებს, 1 ჰა სახნავ ფენაში მათი რაოდენობა 2-დან 3 ტონამდეა.

მიკროორგანიზმების ყველაზე დიდი რაოდენობა მოდის სამ-

ხრეთის რუხ ნიადაგებზე, ნაკლები კი – ჩრდილოეთის ტორფიან და ეწერ ნიადაგებზე.

მიკრობთა რაოდენობა ასევე დამოკიდებულია ორგანულ ნივთიერებათა, როგორც ხარისხობრივ, ისე რაოდენობრივ შემადგენლობაზე. მცენარეული და ცხოველური ნარჩენების მინერალიზაციის დროს მიკროორგანიზმთა რაოდენობა უფრო მეტია, ვიდრე – მინერალიზაციის შემდეგ.

მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარებისა და ცხოველმოქმედებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვთ ვიტამინებს, აუქსინებს. მათი მცირე დოზები აჩქარებენ მიკრობთა გამრავლება – განვითარებას და ზრდიან მათ ცხოველმოქმედებას.

ასევე ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობა გავლენას ახდენს მიკრობების გავრცელებასა და მათ ფიზიოლოგიურ აქტიურობაზე. **ხუდიაკოვმა** დაადგინა, რომ ნიადაგში ბაქტერიების ნაწილი ადსორბირებულ მდგომარეობაშია და მათი ადსორბციის ხარისხი დამოკიდებულია ნიადაგის მექანიკურ შემადგენლობაზე. დადგენილია, აგრეთვე, რომ ნიადაგის ნაწილაკების სიდიდეც დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგში მიკრობთა განაწილებაზე. გამოშრობის შედეგად ნიადაგი ღარიბდება მიკროორგანიზმებით. მათი რაოდენობა ზოგჯერ 2-3-ჯერ კლებულობს, იშვითად კი – 5-ჯერაც. გამოშრობისადმი მიკროორგანიზმები სხვადასხვაგვარ დამოკიდებულებას იჩენენ. გამოშრობისადმი ყველაზე გამძლეა აქტინომიცეტები, შემდეგ – მიკობაქტერიები, ხოლო ყველაზე ნაკლებ გამძლეობას იჩენენ ბაქტერიები, მაგრამ გამოშრობის შემდეგაც დიდი ხნის განმავლობაში ისინი მთლიანად არ იხოცებიან. გადარჩენილი უჯრედი გამომშრალ მდგომარეობაში დიდხანს ინახება და ხელსაყრელ პირობებში მოხვედრისას იწყებს ზრდა-განვითარებასა და გამრავლებას.

მიკროორგანიზმების განვითარებაზე დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის გაკულტურება. ასეთებია: ნიადაგის დამუშავება, სასუქების შეტანა, მოკირიანება, მელიორაცია. ამიტომ გაკულტურებულ ნიადაგებში მიკრობთა რაოდენობა გაცილებით მეტია, ვიდრე – ყამირში. მაგალითად, სუსტად გაკულტურებული ტყის მდელოს კორდიან-ეწერიანი ნიადაგის 1გრ შეიცავს 0,5-დან 1,5 მილიონამდე ბაქტერიას, ხოლო კარგად გაკულტურებულ იმავე

ნიადაგში მათი რაოდენობა 3-დან 25-მილიონამდე აღწევს.

მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ტემპერატურა. ძირითადად – გეოგრაფიული ფაქტორები. ნიადაგის ტემპერატურის რეჟიმზე მოქმედებს სინათლის სხივების შთანთქმა, სითბოს გაცემა, ექსპოზიცია, მცენარეთა საფარი და სხვა. ამიტომ ერთი და იმავე კლიმატურ პირობებში ნიადაგები ერთმანეთისაგან თავიანთი სითბური თვისებებით განსხვავდებიან. ეს გავლენას ახდენს ნიადაგის მიკროორგანიზმებზე. ცნობილია, რომ ძირითად როლს ნიადაგში მიმდინარე პროცესებში ასრულებენ მეზოფილები, ხოლო ფსიქროფილები ნაკლებად აქტიურნი არიან. ამასთან, ნელა მრავლდებიან. დამტკიცებულია, რომ 50t-ზე ნიადაგში წყდება CO_2-ის დაგროვება და ორგანული შენაერთების გახრწნა. სამხრეთის ნიადაგის ბაქტერიები კი ვითარდებიან უფრო მაღალი ტემპერატურის პირობებში. თერმოფილური ბაქტერიები სამხრეთ ნიადაგებშიც კი უმნიშვნელო როლს ასრულებენ მიმდინარე პროცესებში. ამიტომ მიკრობთა დასახლებით განსხვავდებიან სამხრეთისა და ჩრდილოეთის ნიადაგები. მაგალითად: სამხრეთის ნიადაგებში დიდი რაოდენობითაა Aspergillus-ის სახეობის სოკოები. ჩრდილოეთის ნიადაგებში ვხვდებით Penicilium-ის სახეობებს. სითბოს ნაკლებობა მკაცრად ეტყობა ჩრდილოეთის ნიადაგებს, რაც გავლენას ახდენს ნიადაგის წარმოქმნის ხასიათსა და მიკრობთა ცენოზის ფორმირებაზე.

მიკრობთა ცხოველმოქმედებაზე ძლიერ მოქმედებს ნიადაგის ტენი. წყალი ნიადაგის შემადგენელი ნაწილია და მიკროორგანიზმი მხოლოდ წყალში გახსნილ საკვებ ნივთიერებებს ითვისებს. ნიადაგის ხსნარი შეიცავს მრავალ ორგანულ და მინერალურ ნივთიერებას: ამონიუმს, ორგანულ მჟავებს, სხვადასხვა მარილებს. ნიადაგის ხსნარის შემადგენლობა სხვადასხვა ნიადაგში ძლიერ ცვალებადია.

მიკროფლორაზე გავლენას ახდენს ნიადაგის ხსნარის მჟავიანობა, რაც მოქმედებს მიკრობთა განაწილებაზე. pH-ის მიხედვით, ნიადაგი იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: ძლიერ მჟავე – 3-იდან 4-მდე. მჟავე – 4-იდან 5-მდე, სუსტად მჟავე – 5-იდან 6-მდე, ნეიტ-

რალური 6-იდან 7-მდე, ტუტე 7-იდან 8-მდე, ძლიერ ტუტე – 8-იდან 9-მდე. სხვადასხვა ტიპის ნიადაგში და იმავე ტიპის ნიადაგის სხვადასხვა ადგილას სავეგეტაციო პერიოდშიც იცვლება ნიადაგის pH-ი, რაც დამოკიდებულია მიკრობთა ცხოველმოქმედებაზე, CO_2-ის წარმოშობასა და სხვა.

ნიადაგის pH-ი დიდ გავლენას ახდენს მიკრობთა ცალკეული ჯგუფების განაწილებაზე. ბაქტერიები და აქტინომიცეტები დიდი რაოდენობითაა ნეიტრალურ და სუსტი ტუტე რეაქციის ნიადაგებში, ვიდრე – მჟავე დაჭაობებულ და ტორფიან ნიადაგებში. ობის სოკოები კი უფრო იტანენ მჟავე ნიადაგებს. ამიტომ ისინი დომინირებენ ასეთ ნიადაგებში.

ნიადაგი ქიმიური შემადგენლობით ჰეტეროგენული არეა. მასში შედის სხვადასხვა ქიმიური ბუნებისა და აღნაგობის მინერალები, რომლებიც შეადგენენ მის მყარ ფაზას და წარმოქმნიან ნიადაგის მექანიკურ ჩონჩხს, რომელიც წყლით სავსე კაპილარებითაა დაქსაქსული. ნიადაგის მესამე ფაზა შეიცავს ჰაერს. ეს ფაზები მუდმივი არაა და განიცდის ცვალებადობას: თითოეულ მათგანს დიდი მნიშვნელობა აქვს მიკრობთა განვითარებისათვის.

ნიადაგის ტიპის ჩამოყალიბება დამოკიდებულია ქანებზე, კლიმატზე, მცენარეულობასა და სხვა. დოკუჩაევი ნიადაგის ნაყოფიერების შექმნასა და ჩამოყალიბებაში დიდ როლს აკუთვნებდა ცოცხალ ორგანიზმებს, კერძოდ, კი – მიკროორგანიზმებს.

ნიადაგწარმოქმნის პროცესში ხდება დედაქანის მინერალური ნაწილის არა მარტო ტრანსფორმაცია, არამედ აზოტითა და ორგანული ნივთიერებებით მისი გამდიდრება. ნიადაგის წარმოქმნა განპირობებულია ბიოქიმიური პროცესებით, რომელშიც მონაწილეობენ ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური ფაქტორები. ამ უკანასკნელში შედიან უმაღლესი მცენარეები და მიკროორგანიზმები.

ყოველწლიურად ნიადაგში მნიშვნელოვანი რაოდენობის მცენარეული ნაშთი იყრის თავს. მათი მშრალი წონა ჰექტარზე 10 ტონას აღწევს. მცირე რაოდენობის ორგანულ მასას იძლევიან ცხოველები. ნიადაგში მოხვედრილი მცენარეული და ცხოველური ნაშთები ქიმიური შემადგენლობით მრავალგვარია. ისინი შეიცავენ ნახშირწყლებს, ცხიმებს, ორგანულ მჟავებს, ცილებს, ცვილსა და სხვა ნივთიერებებს.

ნიადაგში მოხვედრილი ორგანული ნივთიერებებიდან ყველა არ განიცდის მთლიან მინერალიზაციას. მცენარეული ქსოვილის ძნელად დასაშლელი კომპონენტებია: ქერქი, მერქანი, ღერო, ფოთოლი, ფესვი, ხოლო ცხოველური ნარჩენებიდან – ბალანი, ძვალი და სხვა, რომლებიც ნაწილობრივ განიცდიან ჰიდროლიზს და გროვდებიან ნიადაგში ღრუბლისებრ ყვითელი ფერის ნივთიერებად, ე. წ. ჰუმუსად (ნეშომპალა). ჰუმუსი ერთმანეთთან აერთიანებს მაღალმოლეკულურ ნივთიერებებს, რომლებიც მდგრადია მიკრობების მოქმედებისადმი. ისინი რამდენიმე ხნით რთული ნაერთების სახით რჩებიან. ჰუმუსი ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების მთელი მასის 85-90%-ს შეადგენს. იგი შეიცავს 3-5% N, 0.27-1.54% P-ს. ჰუმუსის წარმოქმნა და დაგროვება უზრუნველყოფს უმეტესი საკვები ელემენტების (N, P, K, მიკროელემენტები) მარაგს. ხელსაყრელი პირობების დროს ჰუმუსის ნაერთები ნელა განიცდიან მინერალიზაციას. ამიტომ ის წარმოადგენს იმ ელემენტების წყაროს, რომლებიც აუცილებელია ორგანული ნივთიერებების სინთეზისათვის.

ნეშომპალა აუმჯობესებს ნიადაგის თვისებებს და პირველ რიგში შავ ფერს აძლევს მას. ეს ხელს უწყობს მზის სხივების შთანთქმას. ამის შედეგად კი მაღლდება ნიადაგის ტემპერატურა. ჰუმუსი ნიადაგში ადიდებს წყლის გამძლე აგრეგატების რაოდენობას, რაც აუმჯობესებს წყლის კარგ გამტარიანობას, აერაციას, ჰარმონიულად ათავსებს ერთმანეთთან აერობულ და ანაერობულ პროცესებს.

ნეშომპალა წარმოადგენს ენერგიის წყაროს მიკროორგანიზმების განვითარებისათვის. მიკრობები კი ნიადაგს ანოყიერებენ და ხელს უწყობენ მცენარეთა განვითარებას: მიკროორგანიზმები დიდ როლს ასრულებენ მინერალიზაციისა და ორგანული ნივთიერებების შექმნაში, ახორციელებენ ბიოგენური ელემენტების უწყვეტ ბრუნვას, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით ნიადაგის გამდიდრებას.

ნიადაგი შეიცავს იმ მიკროორგანიზმებს, რომლებიც მასში

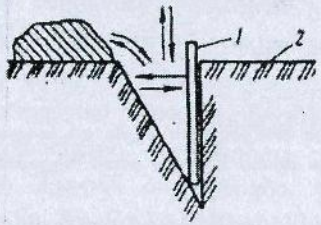
წყლიდან, ჰაერიდან, ცხოველებიდან, მცენარეებიდან ხვდებიან. ფეკალურ-საყოფაცხოვრებო ნარჩენებიდან, საყოფაცხოვრებო წყლებიდან ნიადაგში ადამიანისათვის პათოგენური და პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმები ხვდებიან. თუ ნორმალურად მიმდინარეობს თვითგაწმენდის პროცესი, რის გამოც ორგანული ნივთიერება ჰუმუსად გარდაიქმნება, მაშინ ნიადაგი მისთვის არადამახასიათებელი მიკროსკოპული სოკოებისა და ბაქტერიებისაგან სწრაფად თავისუფლდება.

ნიადაგში მიკროორგანიზმთა რაოდენობრივი შედგენილობა დამოკიდებულია მრავალ პარამეტრზე. ასეთებია: ნიადაგში ორგანული და მინერალური ნაერთების რაოდენობა, ფიზიკურ-ქიმიური სტრუქტურა, ტენიანობა, მჟავიანობა, აერაცია, წლის დრო და სხვა. განსაკუთრებით მრავალრიცხოვანია მიკროორგანიზმები მცენარის ფესვთა სისტემასა და მის ირგვლივ. მათი ცხოველმყოფელობის შედეგად განუწყვეტლივ იშლება მცენარეული და ცხოველური ნაშთები, ხდება მათი მინერალიზაცია და წარმოიქმნება ჰუმუსი.

ნიადაგის მიკროორგანიზმების სახეობრივი შედგენილობის შესწავლა გვიჩვენებს, რომ მასში ძირითადად არის სოკოებისა და ბაქტერიების შემდეგი გვარები: Bacillus, Pseudomonas, Cellvibrio, Myxococcus, Clostridium, Azotobacter, Rhizobium, Trichoderma, Aspergillus, Streptomyces. ნიადაგი, აგრეთვე, წარმოადგენს ადამიანისა და ცხოველებისათვის პათოგენური მიკროორგანიზმების რეზერვუარს.

ნიადაგში მიკროორგანიზმთა საერთო რაოდენობის განსაზღვრისა და ცალკეული ფიზიოლოგიური ჯგუფებისა და სახეობების აღრიცხვისათვის არსებობს სხვადასხვა მეთოდი, როგორიცაა: მიკროსკოპში სათვლელი კამერით პირდაპირი აღრიცხვა, ნიადაგის გოროხების თესვა თხევად და მყარ საკვებ არეებზე, ფირფიტაზე შეზრდის, გაზავების მეთოდები და სხვა.

1924 წელს **ს. ვინოგრადსკიმ** პრაქტიკაში დანერგა მიკროსკოპით ფიქსირებულ შეღებილ ნაცხში უჯრედების პირდაპირი აღრიცხვის მეთოდი. მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ნიადაგის ნიმუშს ხსნიან სტერილურ წყალში, მიღებულ სუსპენზიას ათავსებენ სასაგნე მინაზე და ამზადებენ ფიქსირებულ შეღებილ პრეპარატს, რომელსაც იკვლევენ მიკროსკოპით, ითვლიან მიკროორგანიზმთა რაოდენობას და ანგარიშობენ 1 გრამ ნიადაგში მიკრობებს. ზოგიერთი მიკროორგანიზმის უჯრედი მჭიდროდაა დაკავშირებული ნიადაგის ნაწილაკებთან, როგორიცაა Bacillus mycodes, Serratia marcescens, Pseudomonas fluorescens. ისინი სტერილური ონკანის წყლით არ გამოიყოფიან ნიადაგიდან, რაც მეთოდის სიზუსტეს ამცირებს. იმისათვის, რომ ნიადაგის ნაწილაკების მიერ ადსორბირებული ბაქტერიები აღირიცხოს, ნიადაგს წინასწარ ამუშავებენ 0.5%-იანი სუფრის მარილის ხსნარით. ეს მარილი გამოაძევებს კალიუმს ნიადაგის გოროხებისაგან. გოროხები იშლება, რის გამოც ბაქტერიები თავისუფლდება. მაგრამ ს. ვინოგრადსკის მეთოდი გამოუსადეგარია ნიადაგის მიკროორგანიზმების ბუნებრივი განლაგების შესასწავლად, რადგანაც ნიადაგის გოროხების სტრუქტურასთან ერთად იცვლება მიკრობთა თანასაზოგადოება. ეს ნაკლი შეიძლება თავიდან იქნეს აცილებული, თუ ნიადაგის მიკროფლორას შეისწავლიან ფირფიტაზე შეზრდის მეთოდით, რომელიც **მ. ხოლოდნის** მიერაა მოწოდებული. აღნიშნული მეთოდი მარტივია და მდგომარეობს შემდეგში: ნიადაგის სწორ ზედაპირზე აკეთებენ პერპენდიკულარულ ჭრილს, რომლის პარალელურად ათავსებენ სუფთა სასაგნე მინას. ჭრილს ზევიდანაც აყრიან მიწას. 10-15 დღის შემდეგ მინას ათავისუფლებენ მიწისაგან და ფრთხილად იღებენ. ახდენენ პრეპარატის ფიქსაციას, ღებავენ 1%-იანი ერითროზინით 5%-იან ფენოლში, ავლებენ გამოხდილ წყალს და აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე. მიკროსკოპში პრეპარატის დათვალიერებისას გამოჩნდება ნიადაგის მიკრობული პეიზაჟი (სურ. 44, 45).

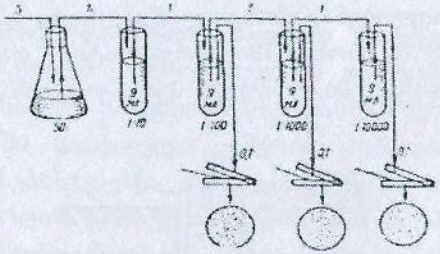


სურ.44. ფირფიტაზე შეზრდის მეთოდი
1-სასაგნე მინა; 2-ნიადაგი.

სურ.45. ნიადაგის მიკროპეიზაჟი

1-ჩხირისებრი ბაქტერიების ცალკეული უჯრედები; 2-სოკოების ჰიფები; 3-აქტინომიცეტების მიცელიუმი; 4-სპორის წარმომქმნელი ბაქტერიების მიკროკოლონიები

ნიადაგის მიკროორგანიზმების პირდაპირი აღრიცხვისათვის იყენებენ ელექტრონულ მიკროსკოპს. ნიადაგის რაოდენობრივი და სახეობრივი შედგენილობის შესწავლას ახდენენ ნიადაგის გოროხების თესვით მყარ საკვებ არეზე, რომელზედაც ითვლიან გაზრდილი კოლონიების რაოდენობას, გამოყოფენ სუფთა კულტურის სახით და შემდეგ საზღვრავენ მის სახეობას. მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ნიადაგის განსაზღვრულ რაოდენობას ხსნიან სტერილურ წყალში ან 0.5%-იან ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარში, ახდენენ გაზავებას და სუსპენზიას თესავენ პეტრის ფინჯანში მყარი საკვები არის ზედაპირზე. განსაზღვრული დროის შემდეგ ითვლიან აგარ-აგარის ზედაპირზე განვითარებულ კოლონიებს, საზღვრავენ, თუ რომელ ფიზიოლოგიურ ჯგუფს მიეკუთვნებიან ისინი, ახდენენ გადაანგარიშებას სუსპენზიის საწყისი მოცულობის მიხედვით და საბოლოოდ ანგარიშობენ 1 გრამ ნიადაგში მიკრობთა რაოდენობას (სურ. 46).



სურ.46. განზავების მომზადების სქემა და ნიადაგის სუსპენზიის თესვა მყარი საკვები არის ზედაპირზე

ხორცპეპტონიან აგარ-აგარზე ნიადაგის სუსპენზიის თესვისას, ჩვეულებრივ, იზრდება სხვადასხვა ფიზიოლოგიური ჯგუ-

ფის მიკროორგანიზმები. ცალკეული სახეობის კულტურალური და მორფოლოგიური დახასიათება შემდეგია:

ხორცპეპტონიან აგარ-აგარზე ბაქტერიების გვარი Pseudomonas წარმოქმნის მრგვალ, არასწორი ფორმის, ამოზნექილ და სწორ-ზედაპირიან უფერულ, მაგრამ უფრო ხშირად პიგმენტირებულ კოლონიებს. მაგალითად, Pseudomonas fluorescens წარმოქმნის დამახასიათებელ მოლურჯო-მომწვანო ან მოყვითალო-მომწვანო პიგმენტებს. უჯრედები სწორია, ხშირად მახვილი ბოლოებით, მოძრავები, მათი ზომა 0.3-1.5 მკმ-ის საზღვრებში მერყეობს.

გვარი Sarcina-ის წარმომადგენლები წარმოქმნის საშუალო ზომის, კომპაქტურ, მრგვალი ზედაპირის კოლონიებს, რომლებიც ყვითელი ან ნარინჯისფერ-წითელი ფერისაა. უჯრედების დიამეტრი 0.5-1.5 მკმ-ია, არ წარმოქმნის ენდოსპორებს, იყოფიან სამ ურთიერთპერპენდიკულარულ სიბრტყეში და მიიღება პაკეტისებრი ფორმები – სარცინები.

გვარ Mycobacterium-ს ახასიათებს ხორცპეპტონიან აგარ-აგარზე ნელი ზრდა. დასაწყისში ისინი წვრილია, მრგვალი, კომპაქტური. კოლონიები თეთრია, ზოგჯერ წითელი, ყვითელი, ნარინჯისფერი და სხვა. პიგმენტი სუბსტრატში არ დიფუნდირებს. მიკობაქტერიების უჯრედები ჩხირისებრია, სხვადასხვა სიდიდის. ახალგაზრდა კულტურისათვის დამახასიათებელია დატოტვილი უჯრედი.

10.6. წყლის მიკროფლორა

მნიშვნელოვანია წყლის ეკოსისტემები, რადგანაც მათში მიმდინარეობს ძირითადი მიკრობიოლოგიური გარდაქმნები. ტიპურ წყლოვან ეკოსისტემებს მიეკუთვნება: ოკეანე, ზღვა, ტბა, წყალსაცავი და გამდინარე წყალი.

ოკეანე. ოკეანის პირველად პროდუცენტებს წარმოადგენენ ერთუჯრედიანი წყალმცენარეები, რომლებიც ქმნიან ფიტოპლანქტონს. კვებით ჯაჭვში შედიან ბაქტერიები, უმარტივესები, თევზები. მართალია, ოკეანე შთანთქავს მზის სხივური ენერგიის ძალიან დიდ რაოდენობას, მაგრამ იგი სრულად არ გამოიყენება.

დედამიწაზე წარმოებული ცილის 5-10% წარმოიქმნება ოკეანეში. აქ პროდუქტიულობა არათანაბრადაა განაწილებული, რაც შეიძლება ნაჩვენები იქნეს თევზის დაჭერის მონაცემების მიხედვით. ღია ოკეანე, რომელსაც ჩვენი პლანეტის წყლის ზედაპირის 90% უჭირავს, იძლევა დაჭერილი თევზის მხოლოდ 0.7%-ს. სანაპირო ზოლზე, რომელსაც 10% უკავია, მოდის დაჭერილი თევზის 54%, ხოლო ღრმა წყლები (ზედაპირით 0.1%) იძლევა საერთოდ დაჭერილი თევზის 44%-ს. თევზის ჭერა დაკავშირებულია ბიომასის საერთო პროდუქტიულობასთან. მისი განაწილება საშუალებას გვაძლევს ნათლად დავინახოთ კავშირი პირველადი წარმოშობის ბიომასისა საკვები ნივთიერებების რაოდენობასთან უმთავრესად ნიტრატებსა და ფოსფატებთან. ამიტომ საკვები ნივთიერებებით მდიდარი ჩამდინარე წყლის მსოფლიო ოკეანეში მოხვედრა მის დანაგვიანებას კი არ იწვევს, არამედ იძლევა ბიომასის წარმოებისათვის საფუძველს. თუ ასეთი ნივთიერებების მუდმივი დინება არ ხდება მსოფლიო ოკეანეში, მაშინ, ცხადია, დიდი რაოდენობით თევზის ჭერაც არ განხორციელდება. ზღვისა და ოკეანის წყლებში მიმდინარეობს საინტერესო ბაქტერიოლოგიური გარდაქმნები. მაგალითად, სულფატები სულფატისაღმდგენი ბაქტერიების მოქმედებით გარდაიქმნება გოგირდწყალბადში, რომელიც ზემოქმედებს მთელ ბაქტერიულ თანასაზოგადოებაზე.

ტბები და მცირე მტკნარწყლიანი წყალსატევები წარმოადგენენ წყლის ეკოსისტემას. მასში არის როგორც აერობული, ისე ანაერობული მიკროორგანიზმები. ტბებსა და წყალსატევებში ბიოლოგიურ პროცესებზე დიდ გავლენას ახდენს წყლის ფიზიკური თვისებები. წყალს ყველაზე დიდი სიმკვრივე აქვს 4^0C-ზე. სიღრმისაკენ კი წყლის ტემპერატურა იცვლება. წლის დროების მიხედვით შეიძლება დავაკვირდეთ წყლის ფენიანობას (შრიანობას), რასაც სტრატიფიკაციას უწოდებენ. ტბებისათვის დამახასიათებელია ორი სახის სტრატიფიკაცია: ეპილიმნიონური და ჰიპოლიმნიონური.

ეპილიმნიონური ახასიათებს ზომიერი ზონის მტკნარ ტბას. გაზაფხულზე ტბის ცივი წყალი თბება მზით. წყლის ზედა ფენა თბება და მისი სიმკვრივე მცირდება. ამ ფენას ეწოდება ეპილიმნიონური. ის ძევს წყლის უფრო ცივი შრის ზევით. ქვედა ცივ

ფენას კი ეწოდება – ჰიპოლიმნიონური. ეს ორი შრე ერთმანეთისაგან გამოყოფილია გარდამავალი ფენით, რომელსაც ეწოდება მეტალიმნიონური. ზოგჯერ ფენებს შორის არსებული ეს საზღვარი მკვეთრად არის გამოსახული. ღრმა ტბებში ასეთი გაყოფა შენარჩუნებულია მთელი ზაფხულის განმავლობაში. წყალში გახსნილი ჟანგბადის ხარჯზე ხდება დაშლის აერობული პროცესები, ზედა ფენაში – ეპილიმნიონური. ჰიპოლიმნიონურ ფენაში კი იქმნება ანაერობული პირობები. ეპილიმნიონური ფენა ამავე დროს ეხება ჰაერის ჟანგბადს და ამიტომ ამ ფენაში ყოველთვის აერობული პირობებია. ამის გამო წარმოიქმნება ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალის გრადიენტი. შემოდგომაზე ეპილიმნიონი ცივდება. თუ ეპილიმნიონის ტემპერატურა ეცემა ჰიპოლიმნიონის ტემპერატურის ქვევით, მაშინ ხდება ორივე ფენის შერევა. სრული შერევის შემთხვევაში წყლის ღრმა ფენები გადაიადგილებს ზევით და ხელახლა გამდიდრდება ჟანგბადით. ამის გამო ყოველწლიურად საკვები ნივთიერებების თანაბარზომიერი განაწილება აღდგება. ამით კი მდიდარია ჩვეულებრივ ღრმა წყლები. თუ ღრმა წყლები, რომლებიც მდიდარია საკვები ნივთიერებებით, მოხვდება ზედაპირზე, მაშინ იწყება ციანობაქტერიებისა და მწვანე წყალმცენარეების (წყლის ყვავილობა) მასიური გამრავლება. ნივთიერებების გარდაქმნის მასშტაბები და ბიომასის პროდუქტიულობა დამოკიდებულია წყალსატევში საკვები ნივთიერებების რაოდენობაზე. საკვები ნივთიერებებით მდიდარ ტბებში (**ევტროფული**) ეს გარდაქმნები ინტენსიურია, ხოლო საკვები ნივთიერებებით ღარიბ წყლებში (**ოლიგოტროფული**) – ძლივს შესამჩნევი.

ე. ი. სტრატიფიცირებულ ტბაში არის წყლის ორი ტიპი, რომლებშიც მიმდინარეობს პირველადი ბიომასის წარმოშობა ფოტოსინთეზის ხარჯზე. ფენაში, რომელიც ახლოა ეპილიმნიონის ზედაპირთან, ხდება ოქსიგენური ფოტოსინთეზი, ხოლო ჰიპოლიმნიონის ზედა ფენაში – ანოქსიგენური ფოტოსინთეზი.

გამდინარე წყლები

დაუნაგვიანებელ გამდინარე წყალსატევში ხშირად ისე მცირეა ერთუჯრედიანი ორგანიზმები, რომ წყალი კრისტალურად გამჭვირვალეა. 1 მლ წყალში 10^6 ბაქტერიის შემცველობისას

სუსპენზია არაა ამღვრეული. მიკროფლორისა და მიკროფაუნის შედგენილობა გამდინარე წყალში წარმოადგენს მისი დანაგვიანების ხარისხის გასარკვევად კარგ ინდიკატორს. თუ წყალში გვხვდება დაფნიები, ეს ნიშნავს, რომ წყალი სუფთაა, ხოლო წყალში Sphaerotilus natans-ის არსებობა მიუთითებს წყლის ძლიერ დანაგვიანებას ორგანული ნივთიერებებით. გოგირდწყალბადის სუნი კი მოწმობს ანაერობულ სულფატრედუქციას, რაც განგაშის მანიშნებელია.

წყალი მრავალი სახეობის მიკრობისათვის წარმოადგენს ეკოლოგიურ ნიშას და ამავე დროს ემსახურება ბიოსფეროში მათ გავრცელებას. მიკროორგანიზმების რაოდენობრივი და თვისებითი შედგენილობა წყალში დამოკიდებულია მის მრავალ ფიზიკურ-ქიმიურ მახასიათებელზე, პირველ რიგში, ორგანული ნივთიერებების არსებობაზე, რომელთა შემცველობა მჭიდროდაა დაკავშირებული ადამიანის მოქმედებასა და წყალსატევის გარემომცველი არის ნიადაგის შედგენილობაზე.

მტკნარ წყალში გვხვდება ფიზიოლოგიური ჯგუფის მიკროორგანიზმები, მათ შორის ჭარბობს საპროფიტები: Pseudomonas fluorescens, Micrococcus candidus, Bacterium violaceum, Micrococcus agilis, Bac. subtilis, Proteus vulgaris, ციანობაქტერიები და სხვა.

განსაკუთრებით საინტერესოა წყალში იმ მიკროორგანიზმების შესწავლა, რომლებიც პათოგენურია ადამიანის, ცხოველებისა და მცენარეებისათვის. ზოგიერთი მათგანი ცხოველმყოფელობასა და პათოგენობას ინარჩუნებს რამდენიმე თვეს და წყლის დინებით დიდ მანძილზე ვრცელდება. წყალში პათოგენური მიკროორგანიზმების მოხვედრის ძირითადი წყაროა ცხოველებისა და ადამიანის ფეკალური მასა, საიდანაც წყალსატევი ხდება დიზენტერიის, ქოლერის, მუცლის ტიფის, ციმბირის წყლულის, ლეპტოსპიროზისა და სხვა ინფექციურ დაავადებათა გამომწვევების რეზერვუარი. თითოეული მათგანის წყალში გამოვლენა ძნელია, ამიტომ წყლის ფეკალური მასით დანაგვიანების ძირითადი მაჩვენებლები არიან ნაწლავის ჩხირი Escherichia coli – და ნაწლავის ჯგუფის ბაქტერიები, რომლებიც მუდმივად არიან ადამიანისა და ცხოველების ნაწლავებში. მათ მიეკუთვნება გრამუარყოფითი არასპოროვანი ჩხირები. წყლის დაბინძურების ხარისხი ნაწლავის ჯგუფის ბაქტერიებით გამოიხატება კოლი-ინდექსით და კოლი-ტიტრით. კოლი-ინდექსი ესაა ნაწლავის ჯგუფის ბაქტერიების რაოდენობა 1 ლიტრ წყალში, ხოლო წყლის უმცირეს რაოდენობას, რომელშიც აღმოჩნდება ნაწლავის ჯგუფის ერთი ბაქტერიაც კი, კოლი-ტიტრი ეწოდება.

კოლი-ინდექსი პრაქტიკაში განისაზღვრება სხვადასხვა მეთოდით, რომელთა შორის ყველზე მეტად გამოიყენება ფილტრაციული. ამ მეთოდით საზღვრავენ დამაგროვებელ არეში საკვლევი სითხის სხვადასხვა მოცულობის თესვისას ნაწლავის ჯგუფის ბაქტერიების გამრავლებას. დამაგროვებელ არედ გამოიყენება ლაქტოზ-პეპტონიანი არე ინდიკატორით. საკვლევი სითხის საწყისი გაზავება დამოკიდებულია წყლის დანაგვიანების ხარისხზე. აკეთებენ გაზავების თანმიმდევრულ რიგს და შეაქვთ ის საკვებარიან სინჯარებში. კულტივირება ხდება თერმოსტატში 37^{0}C-ზე დღე-ღამის განმავლობაში. თუ ნათესებში არ წარმოიქმნა შემღვრევა, მაშინ ამ ეტაპზე მთავრდება გამოკვლევა და პასუხიც უარყოფითია. შემღვრევისას ატარებენ გამოკვლევის მეორე ეტაპს. ამ შემთხვევაში იზოლირებული კოლონიების მისაღებად სადიფერენციაციო – სადიაგნოსტიკო ენდოს საკვებარიან პეტრის ფინჯნებზე სექტორებად ამოთესავენ მასალას. ენდოს საკვები არე 100 მლ. ჩვეულებრივ აგარ-აგარში შეიცავს 1 გრამ ქიმიურად სუფთა ლაქტოზას. არეს უმატებენ ფუქსინის ნაჯერ ხსნარს, რომელიც წინასწარ გაუფერულებულია 10%-იანი ნატრიუმის სულფიტის Na_2SO_3-ის ხსნარით. ცხელი აგარ-აგარი ღია ვარდისფერია, ხოლო გაცივებისას ის უფერულდება. თუ 16-18 საათით 37°C-ზე ინკუბაციის შემდეგ ენდოს საკვებ არეზე წარმოიქმნება მუქი წითელი მეტალური ბზინვარების კოლონიები, მაშინ მათგან ამზადებენ ნაცხს და დგამენ ტესტს ოქსიდაზაზე. საკვებ არეზე გაზრდილი სხვა კოლონიები მხედველობაში არ მიიღება. ნაცხში გრამუარყოფითი ჩხირების აღმოჩენა და უარყოფითი რეაქცია ოქსიდაზაზე მოწმობს საკვლევ წყალში ნაწლავის ჯგუფის ბაქტერიების არსებობას. სასმელად ვარგისია წყალი, თუ მისი კოლი-ინდექსი 2-3 არის. ასეთი წყლის კოლი-ტიტრი 330 მლ-ს უდრის.

მიკრობთა საერთო რაოდენობის განსაზღვრას ახდენენ მათი უჯრედების პირდაპირი დათვლით მიკროსკოპში ან მიკრობთა ამოთესვით მყარ საკვებ არეზე.

სასმელი წყალი ითვლება მაღალხარისხოვნად, თუკი ბაქტერიების საერთო რაოდენობა 1 მლ.-ში არ აღემატება 100-ს, ხოლო წყალი ჭუჭყიანია და სასმელად უვარგისი, თუკი ბაქტერიების რაოდენობა 200-ზე მეტია.

წყალს უაღრესად მნიშვნელოვანი როლი აკისრია მრავალი ინფექციური დაავადების, განსაკუთრებით, ნაწლავური დაავადებების (მუცლის ტიფი, დიზენტერია, სალმონელოზი, ქოლერა და ა. შ.) ეპიდემიოლოგიაში. ამ დაავადებების გამომწვევები გამოიყოფიან ავადმყოფებისა და მტარებლების განავალთან ერთად და ჩამდინარე წყლებთან ერთად ხვდებიან ღია წყალსატევებში, საიდანაც არც თუ იშვიათად, ჩნდებიან სასმელ წყალშიც, თუმცა პათოგენური ბაქტერიები ცუდად არიან შეგუებულნი წყალში არსებობასთან, სადაც მათზე უარყოფით გავლენას ახდენს მზის სინათლე და სხვადასხვა ფაქტორები, მათ შორის წყლის კონკრეტული მიკროფლორა. მრავალ მათგანს შეუძლია საკმაოდ დიდხანს არსებობდეს ამ გარემოში. უფრო მეტიც, ზაფხულში, წყალში ორგანული ნივთიერებების, pH-ის ტუტე რეაქციისა და ხელშემწყობი ტემპერატურის არსებობისას, ზოგიერთი ბაქტერია, მათ შორის ქოლერის ვიბრიონი, შეიძლება გამრავლდეს კიდეც. დაინფიცირება შეიძლება მოხდეს ყინულიდანაც კი, რომელშიც პათოგენური ბაქტერიები ინარჩუნებენ თავის ცხოველმოქმედებას რამდენიმე კვირისა და თვის განმავლობაშიც კი.

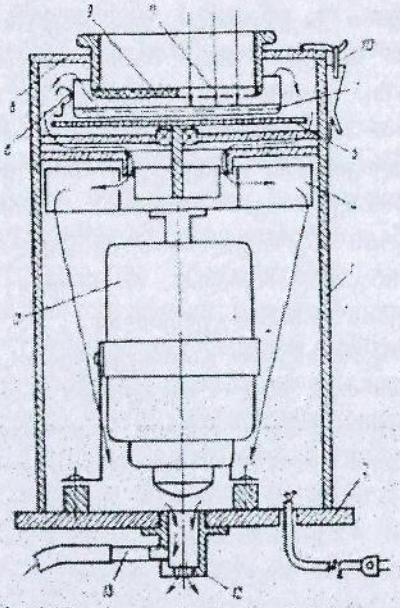
10.7. ჰაერის მიკროფლორა

ჰაერი არ წარმოადგენს არეს მიკროორგანიზმთა განვითარებისათვის. ის მთავარ როლს ასრულებს მიკრობთა გავრცელებაში. ატმოსფეროში მიკროორგანიზმები ხვდება ნიადაგის, მცენარეების, ადამიანისა და ცხოველების სხეულის ზედაპირებიდან. ჰაერის ნაკადით ისინი ვრცელდებიან ათასობით კილომეტრზე. ჰაერში მიკროორგანიზმთა რაოდენობა უშუალო კავშირშია დაბინძურების ხარისხთან. მტვრის ყოველი ნაწილაკის მიერ ადსორბირებულია მრავალრიცხოვანი მიკრობული უჯრედი. ჰაერში უმეტესად გვხვდება საფუვრის სპორები, კონიდიები, სოკოს მიცელიუმის ნაწყვეტები, ბაქტერიებისა და აქტინომიცეტების სპორები, არასპოროვანი ბაქტერიები. ღია ჰაერში დაავადების გამომწვევი მიკრობი თითქმის არაა მაშინ, როცა ადამიანთა თავშეყრის ადგილებში, ავადმყოფთა პალატებში მრავალი პათოგენური და პირობით–პათოგენური მიკრობია. მათ შორის ხშირად გვხვდება სტაფილოკოკები, ტუბერკულოზის გამომწვევები, პნევმოკოკები, ენტერობაქტერიების ოჯახის წარმომადგენლები და სხვა. ამიტომ ჰაერის მიკროფლორის შესწავლა მნიშვნელოვანია იმ ღონისძიებების გასატარებლად, რომლებიც მიმართულია პათოგენური ფორმების გასანადგურებლად.

ჰაერი მიკროორგანიზმებით განსაკუთრებით დაბინძურებულია დედამიწის ზედაპირთან, ხოლო მაღლა და მაღლა იგი სულ უფრო და უფრო სუფთა ხდება. ჰაერის მიკრობებით დაბინძურებაზე გავლენას ახდენს კლიმატურ-გეოგრაფიული პირობებიც. ატმოსფეროში ყველაზე მეტი მიკრობი შეინიშნება ზაფხულობით, ყველაზე ნაკლები – ზამთრობით. დაცემინების, ხველებისა და საუბრის დროს ჰაერში ხვდება მიკროორგანიზმების შემცველი სითხის უამრავი წვეთი. განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს ის ფაქტი, რომ ეს უწვრილესი წვეთები შესაძლებელია საათობით იყოს შეწონილი ჰაერში, ანუ ისინი ქმნიან აეროზოლებს. ასეთ წვეთებში მიკროორგანიზმები უფრო დიდხანს ცოცხლობენ სინოტივის გამო. სწორედ ასეთი ჰაერწვეთოვანი გზით ხდება დასენიანება მწვავე რესპირატორული მრავალი დაავადებით, მათ რიცხვში გრიპით და წითელათი, აგრეთვე, ყივანახველით, დიფთერიით, შავი ჭირის ფილტვის ფორმითა და ა. შ.

ჰაერის მიკროფლორის შესწავლის ყველაზე მარტივი მეთოდია დალექვის მეთოდი, რომელიც გერმანელი მიკრობიოლოგის **რობერტ კოხის** მიერაა მოწოდებული. ატმოსფეროში მიკროორგანიზმთა უფრო ზუსტად განსაზღვრისათვის კონსტრუირებულია ზოგი აპარატი, რომლებშიც ჰაერი იტუმბება და იფილტრება სტერილურ გამლღვალ ჟელატინში ან სხვა საკვებ არეში. შემდეგში ამ მასალიდან გამხსნელით ახდენენ ადსორბირებული

ბაქტერიების ექსტრაგირებას და თესავენ მყარ საკვებ არეზე. ჰაერის ცნობილ მოცულობაში გაზრდილი კოლონიების რიცხვის მიხედვით მსჯელობენ მიკრობთა საერთო რაოდენობის შესახებ. უფრო ზუსტ შედეგს იძლევა კროტოვის აპარატი (სურ. 47).



სურ.47. კროტოვის აპარატის სქემა

1-ცილინდრი; 2-ხელსაწყოს ფუძე; 3-მოტორი; 4-ვენტილიატორი; 5-დისკო; 6-ზამბარა; 7-პეტრის ფინჯანი მყარი საკვები არით; 8-სახურავი; 9-ორგანული მინის დისკო; 10-საკეტი; 11-სოლისებრი ხვრელი; 12-გადასავალი დიაფრაგმებით; 13-გამოსასვლელი ხვრელი.

კროტოვის აპარატის მუშაობის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ აპარატში არსებული ვენტილიატორით ჰაერის ინტენსიური ნაკადი ეცემა მბრუნავი პეტრის ფინჯნის მყარი საკვები არის ზედაპირზე. ჰაერის ნაკადის სიჩქარეა 20-60 ლ წუთში. კროტოვის აპარატიდან პეტრის ფინჯნები გადააქვთ თერმოსტატში და გაზრდილი კოლონიების რიცხვით ადგენენ ჰაერის მოცულობის ერთეულში მიკრობთა ცხოველუნარიანი უჯრედების რაოდენობას.

10.8. ადამიანის ორგანიზმის ძირითადი ბიოცენოზების დახასიათება

ადამიანი იმ დედამიწის ბიოსფეროს ბინადარია, რომელიც დიდი რაოდენობით მრავალფეროვანი მიკროორგანიზმებით არის დასახლებული. ამასთან ის თვითონაც არის გარემოში ბევრი მიკროორგანიზმის მოხვედრის წყარო. ადამიანი ამქვეყნად იმ მიკროფლორით არ იბადება, რომელიც მის ორგანიზმში მისი ცხოველმოქმედების პროცესში ფორმირდება. ბავშვი დედის ორგანიზმში სტერილურია. დაბადებისას და შემდეგ, დაბადებიდან რამდენიმე წლის მანძილზე ფორმირდება განსაზღვრული ბიოტოპისათვის დამახასიათებელი მისი ორგანიზმის მიკრობული „პეიზაჟი". მოზრდილი ადამიანის ავტომიკროფლორა მუდმივი რჩება.

ერთნაირი ბიოტოპის ყველა ადამიანის სხეულის მიკროფლორის მნიშვნელოვანი ნაწილი ერთნაირია, მაგრამ მიკრობიოცენოზის შემადგენლობაში ინდივიდუალური განსხვავებები აღინიშნება. ისინი უფრო ხშირად თვისობრივ ხასიათსაც ატარებენ. მიკროფლორის ცვლა მიმდინარეობს დახურულ კოლექტივებში. მაგალითად: საბავშვო ბაღებში, ბაგებში, სკოლებში, ყაზარმებში, საავადმყოფოებსა და სხვ. ასეთი ცვლა შეიძლება სახიფათო გახდეს, რადგან ბევრი მიკროორგანიზმი, რომელიც ადამიანის მიკროფლორის შემადგენლობაში შედის, პირობით-პათოგენურია.

ზრდასრულ ადამიანში აღმოჩენილი მიკროორგანიზმების საერთო რაოდენობა აღწევს 10^{14}-ს, რაც მნიშვნელოვნად აღემატება ადამიანში არსებული ყველა უჯრედის რაოდენობას. ადამიანის სხეულის სხვადასხვა ნაწილში პირობებიდან გამომდინარე წარმოიქმნება მიკროორგანიზმების ასოციაციები (ბიოტოპები). განასხვავებენ სხვადასხვა ბიოტოპების: კანის, პირის ღრუს, ლორწოვანი გარსების, ზედა სასუნთქი გზების, საჭმლის მომნელებელი ტრაქტისა და შარდ-სასქესო სისტემის ნორმალურ მიკროფლორას.

ადამიანის ორგანიზმში გამოყოფენ მუდმივ და ტრანზიტორულ მიკროფლორას. მუდმივი (რეზიდენტური, ავტოქტონური, ინდიგენური) მიკროფლორა წარმოდგენილია მუდმივად მყოფი

მიკროორგანიზმებით. ტრანზიტორულ (ალოქთონური) მიკროფლორას არ ძალუძს ხანგრძლივი არსებობა ორგანიზმში. მუდმივი მიკროფლორა შეიძლება დაიყოს ობლიგატურად და ფაკულტატურად. ობლიგატური მიკროფლორა (ბიფიდუმბაქტერიები, ლაქტობაქტერიები, ნაწლავის ჩხირი და სხვა) მიკრობიოცენოზის საფუძველს წარმოადგენს, ხოლო ფაკულტატური მიკროფლორა (სტაფილოკოკები, სტრეპტოკოკები, კლებსიელები, კლოსტრიდიები, ზოგიერთი სოკო და სხვა) მიკრობიოცენოზის გაცილებით ნაკლებ ნაწილს შეადგენს.

კანის მიკროფლორა. განასხვავებენ კანის საკუთარ და ტრანზიტორულ, შეტანილ მიკროფლორას. კანის ბაქტერიოციდული თვისებების გამო, აუტოქტონური სახეობები ანტაგონიზმის ზემოქმედებით ადვილად იღუპება. მუდმივი მიკროფლორა ძირითადად წარმოდგენილია სტაფილოკოკებით (პირველ რიგში, ეპიდერმულითა და საპროფიტულით, მაგრამ შეიძლება ოქროსფერითაც) და კორინებაქტერიებით. მუდმივი ბინადრობის ადგილია კანის რქოვანი შრე, ცხიმის ჯირკვლების სადინარები, თმის ბუდეები. ზოგიერთ ადამიანს აღენიშნება სტრეპტოკოკები, საფუვრის მაგვარი Candida-ს გვარის სოკოები, სპორის წარმომქმნელი აერობული ბაქტერიები. მიკროორგანიზმების რაოდენობა კანის სხვადასხვა უბანში ასი მილიონიდან ერთ მილიარდამდე მერყეობს 1 სმ^2-ზე და დამოკიდებულია სქესზე, ასაკზე. მოზრდილ ადამიანებში ყველაზე უფრო მეტი რაოდენობით მიკრობები კანის ნაოჭებში ბინადრობენ. მათი სახეობრივი შემადგენლობა ღრუებში მნიშვნელოვნად იცვლება. განსაკუთრებით მდიდარია კანის ის ადგილები, რომლებიც დაცულნი არიან სინათლის სხივებისა და გამოშრობისაგან (იღლიები, საზარდული და სხვა).

კანი წარმოადგენს გარესაფარველს, რომლის მდგომარეობა დამოკიდებულია ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე. ხშირად კანი პირველი ეხმიანება ორგანიზმში პათოლოგიის აღმოცენებას, რაც გამოიხატება მისი მასტერილიზებელი აქტიურობის დაქვეითებაში. კანის საფარველის ნორმალური მდგომარეობისას, ადამიანი არც კი გრძნობს მიკროორგანიზმების არსებობას, მაგრამ ტრამვების, ოფლიანობის, ეგზომატოზური დაზიანებებისას მიკროოგანიზმები აქტიურდებიან, იწვევენ რა სხვადასხვა პათოლოგიებს. კანის მიკროფლორის გადახრა გრამუარყოფითი ბაქტერიების მატებისაკენ, მიუთითებს მისი ნორმალური შემადგენლობის დარღვევას.

კანის მიკროფლორის განსაზღვრას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. გარდა ზოგადი რეზისტენტობის დონის გამოვლენისა (ბაქტერიოციდული ინდექსი), ავადმყოფების კანის მიკროფლორის თვისობრივ შემადგენლობას ოპერაციის წინ სწავლობენ ანტიბიოტიკებით, ჰორმონებით, სხივური ენერგიით მკურნალობის დინამიკაში. საზღვრავენ როგორც ზედაპირულ, ისე – ღრმა მიკროფლორას. გამოკვლევას ექვემდებარება, აგრეთვე, კლინიკის, საბავშვო დაწესებულებების პერსონალი, კვების წარმოების მოსამსახურეები და სხვა. პირის ღრუს, ცხვირ-ხახის მიკროფლორა წარმოდგენილია მრავალფეროვანი ბაქტერიებით სტრეპტოკოკებით, (დიფთეროიდებით, მორაქსელებით, ფსევდომონადებით). პირის ღრუსა და ცხვირ-ხახის მიკროფლორის ძირითადი მასა მოდის მამწვანებელ სტრეპტოკოკზე (მთელი მიკროორგანიზმების 99%-მდე). ნაკლებადაა წარმოდგენილი ნეისერიები, კორინებაქტერიები (დიფთეროიდები) და სტაფილოკოკები. მიკროფლორის შემადგენლობაზე გავლენას ახდენს ნერწყვის ბაქტერიოციდული ნივთიერებები (ლიზოციმი, ინჰიბინი), ლეიკოციტების ფაგოციტური აქტივობა, ეპითელური უჯრედების წამწამებისა და ლორწოს ადსორბციული თვისებები. მშვიდი სუნთქვის შემთხვევაში ადამიანი ყოველი შესუნთქვისას შთანთქავს 1500-დან 14000-მდე მიკრობულ უჯრედს, მაგრამ მათი უმეტესობა კავდება სასუნთქი გზების ზედა განყოფილებაში, სადაც რამდენიმე ხნის შემდეგ იღუპებიან.

ტრაქეისა და ბრონქების ლორწოვანი გარსი სტერილურია ჩასუნთქული ჰაერის ზემო სასუნთქი გზების გავლის დროს გაწმენდის ხარჯზე. მხოლოდ ბრონქების ეპითელიუმის აქტიურობის დარღვევისას (მაგალითად: ინჰალაციური ნარკოზის, სასუნთქი სისტემის დაავადებებისას, იმუნოდეფიციტის დროს) შეუძლიათ მიკროორგანიზმებს ბრონქული ღეროს სიღრმეში შეაღწიონ.

ადამიანის წვრილი ბრონქები, ალვეოლები, ფილტვის პარენქიმა მიკროორგანიზმებისაგან თავისუფალია.

ბავშვის ორგანიზმის მოუმწიფებლობა, განსაკუთრებით, ბავ-

შეის დღენაკლულობა გავლენას ახდენს ფილტვის ფუნქციურ აქტიურობაზე. სურფაქტანტის სინთეზის შემცირება, იმუნოგლობულინი A-ს არასაკმარისი პროდუქცია ადრეული ასაკის ბავშვებში მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს. ის სასუნთქი ორგანოების დამცველი მექანიზმების არასრულფასოვნებას განსაზღვრავს და შეიძლება რესპირატორული დაავადებებისა და ამ ასაკში მათი მძიმე მიმდინარეობის ერთადერთი მიზეზიც გახდეს.

კუჭის მიკროფლორა. კუჭის მჟავე რეაქციასთან დაკავშირებით, რაც არახელსაყრელია მიკროორგანიზმების გამრავლებისათვის, ამ ორგანოში ადაპტირებულია სპეციფიკური მიკროფლორა: საფუვრები, სარცინები, სოკოები, ლაქტობაქტერიები, სტაფილოკოკები, სტრეპტოკოკები, კამპილობაქტერიები, Helicobacter pilori და სხვა, მაგრამ არა ლპობის ბაქტერიები. ამ უკანასკნელთა გამოჩენა კუჭის სეკრეციის ნორმალური ფუნქციის დარღვევის ნიშანია.

წვრილი ნაწლავების მიკროფლორა მთელ სიგრძეზე სხვადასხვანაირია. ზემო ნაწილში, თორმეტგოჯა ნაწლავში აღმოჩნდებიან ლაქტობაქტერიები, რომლებიც ადგეზიის უნარით განსხვავდებიან იმათგან, რომლებიც იმყოფებიან პირსა და კუჭში. ბიფიდუმბაქტერიები, ფეკალური სტრეპტოკოკი, მათი რაოდენობა შიგთავსის 1 მლ-ში 10.4-იდან 10.5-მდეა. ნაწლავის გაყოლებით მიკროფლორა რამდენადმე იცვლება, ჩამოთვლილი სახეობების რაოდენობა მატულობს და ჩნდებიან ის წარმომადგენლები, რომლებიც მსხვილი ნაწლავებისთვისაა დამახასიათებელი.

მსხვილი ნაწლავის მიკროფლორა. ეს ყველაზე უფრო მდიდარი და მრავალფეროვანია. მსხვილ ნაწლავში მიკროორგანიზმების ბინადრობის პირობების თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ ეს ორგანო არ არის სეკრეტორული, არამედ იგი ექსკრეტორულია. მასში არ არის ლიზოციმი, ლიმფოიდური ქსოვილი უფრო სუსტადაა გამოხატული. მსხვილ ნაწლავში მრავლადაა ლპობის ბაქტერიები. როგორც კი ბავშვი იწყებს დედის რძით კვებას, ლპობის ბაქტერიები ქრება და ფორმირდება მუდმივი მიკროფლორა, რომელშიც დიდი ნაწილი უჭირავს ბაქტერიებს, რომლებიც გლუკოზის ფერმენტაციით წარმოქმნიან რძის მჟავას. მსხვილ ნაწლავებში აღმოჩენილია ბაქტერიების 260 სახეობაზე

მეტი, რომელთა საერთო ბიომასა შეადგენს დაახლოებით 1.5 კილოგრამს.

კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მიკროფლორაში განასხვავებენ მუკობურ ფლორას, რომელიც მჭიდროდ არის ასოცირებული ლორწოვან გარსთან მკვეთრი ადგეზიის გამო, და სანათურის ფლორას. მუკობური და სანათური ფლორის შემადგენლობა სხვადასხვაგვარია. მუკობური ფლორა უფრო სტაბილურია და ძირითადად წარმოდგენილია ბიფიდუმბაქტერიებითა და ლაქტობაქტერიებით, რომლებიც ე. წ. „ბაქტერიალური კორდის“ ფენის წარმოქმნით მსხვილი ნაწლავის კოლონიზაციურ რეზისტენტობას განაპირობებენ. აღნიშნული ფენა პათოგენური და პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმების ლორწოვან გარსში პენეტრაციას ხელს უშლის, კონკურსს უწევს რა მათ ეპითელურ უჯრედებს რეცეპტორებთან ურთიერთობაში. სანათურის ფლორაში ბიფიდუმ და ლაქტობაქტერიებთან ერთად ნაწლავის სხვა მუდმივი ბინადრებიც გვხვდებიან.

ნაწლავის მიკროფლორის შემადგენლობა ადამიანის სიცოცხლის მანძილზე იცვლება. ასე, მაგალითად, დაბადებისთანავე ძუძუმწოვარი ბავშვის ნაწლავებში, თუ ის დედის რძით იკვებება, ვითარდება ბიფიდუმფლორა, რომელიც ფორმირდება მე-5, მე-6 დღეზე და ხდება ჯანმრთელი ბავშვის ძირითადი მიკრობიოცენოზი. ამ მიკროორგანიზმების რაოდენობა 1 გრ ფეკალურ მასაში შეადგენს 10^9-10^{10} ინდივიდებს. მათ განვითარებას ასტიმულირებს ნივთიერებები, რომლებიც იმყოფება დედის რძეში. ბავშვებს, რომლებიც იმყოფებიან ხელოვნურ კვებაზე, აგრეთვე, დღენაკლულებს, სუსტ ბავშვებს ბიფიდუმფლორა ცოტა მოგვიანებით უყალიბდებათ. მათი ნაწლავის ბიოცენოზში თითქმის ერთნაირი რაოდენობითაა ნაწლავის ჩხირი, ენტეროკოკი, სტაფილოკოკი და ლაქტობაქტერიები. ასეთი ბავშვები დედის რძით მკვებავ ბავშვებთან შედარებით ნაწლავური ინფექციებით უფრო ხშირად ავადდებიან.

როდესაც ბავშვები გადადიან ძროხის რძით კვებაზე, ჩნდებიან გრამუარყოფითი ანაერობები, იზრდება ენტერობაქტერიების, კოკების რიცხვი. თუ ნაწლავების მიკრობიოცენოზის ფორმირება სწორად მოხდა, მაშინ სჭარბობენ ბიფიდუმბაქტერიები, ლაქტო-

ბაქტერიები, რომლებიც ადამიანის ჯანმრთელობის შენარჩუნებას უზრუნველყოფენ.

თვალის კონიუნქტივის მიკროფლორა ღარიბია. ცრემლის ბაქტერიოციდული თვისება თვალის ლორწოვან გარსზე მოხვედრილ უმეტესი მიკროორგანიზმის მოსპობას უზრუნველყოფს. ამ ბიოტოპის ბინადარნი არიან. კორინებაქტერიები. ხშირად გამოვლინდება სტაფილოკოკი, პნევმონიის სტრეპტოკოკი. მათი რაოდენობა არ არის დიდი, მაგრამ ბუნებრივი დაცვის დაქვეითების დროს შეიძლება, აღმოცენდეს ანთებითი პროცესები, ენდოგენური ინფექციები.

შარდსასქესო სისტემის მიკროფლორა. მიკროორგანიზმების საერთო რაოდენობა ამ ტრაქტში ნაკლებია, სამაგიეროდ, თავისი სახეობრივი შემადგენლობით ნაირგვაროვანია და წარმოდგენილია სტაფილოკოკებით, დიფთეროიდებით, სტრეპტოკოკებით, მიკობაქტერიებით, ბაქტერიოიდებით, ფუზობაქტერიებით.

თირკმელები, შარდსაწვეთი და შარდის ბუშტი სტერილურია. ურეთრის ქვედა ნაწილში გვხვდება არასპორისწარმომქმნელი ანაერობები: პეპტოკოკები, პეპტოსტრეპტოკოკები, ბაქტერიოიდები, აგრეთვე, კორინებაქტერიები, მიკობაქტერიები და ნაწლავური წარმოშობის გრამუარყოფითი ბაქტერიები. გარეთა სასქესო ორგანოებზე ბინადრობენ სმეგმის მიკობაქტერიები, რომლებიც მორფოლოგიურად ტუბერკულოზის მიკობაქტერიებს წააგავენ და საპროფიტული ტრეპონემა, რომელიც მორფოლოგიურად ათაშანგის გამომწვევს ჰგავს. გარდა ამისა, აქ გვხვდება სტაფილოკოკები და მიკოპლაზმები.

გოგონების საშოს მიკროფლორა ფორმირდება დაბადებიდან დაახლოებით 12-24 საათში და დასაწყისში შედგება რძემჟავა ბაქტერიებისაგან, რომლებიც მშობიარობის დროს მიიღო დედისაგან. შემდეგ საშოს მიკრობიოცენოზს ემატება ენტეროკოკები, სტრეპტოკოკები, სტაფილოკოკები, კორინებაქტერიები, სქესობრივად მომწიფებისას (ორგანიზმის საკუთარი ჰორმონებით ესტეროგენიზაცია, საშოს სეკრეტის pH-ის დაქვეითდება 4.0-იდან 4.2-მდე) ვითარდება დოდერლაიენის ჩხირები, საშვილოსნოს ღრუ სტერილურია.

ჯანმრთელი ქალის საშოს სისუფთავის ოთხ კატეგორიას განარჩევენ: 1. კატეგორია, შიგთავსის რეაქცია მჟავეა, დიდი რაოდენობითაა დოდერლაიენის ჩხირები. სხვა სახეობის მიკროორგანიზმები თითქმის არ გვხვდება. მე-2, მე-3 კატეგორიებისას რეაქცია სუსტი მჟავე ან სუსტი ტუტეა. გარდა დოდერლაიენის ჩხირებისა, რომელთა რაოდენობა მცირეა, მიკრობიოცენოზში შედიან სტრეპტოკოკები, სტაფილოკოკები და გამოვლინდება ლეიკოციტები. მე-4 კატეგორიისას შიგთავსის რეაქცია ტუტეა, დიდი რაოდენობითაა ლეიკოციტები, დოდერლაიენის ჩხირები ერთეულობითაა და ბევრია სხვა მიკროორგანიზმები (სტაფილოკოკები, სტრეპტოკოკები, შეიძლება იყოს ენტერობაქტერიები, ბაქტეროიდები და სხვა).

საშოს მიკროფლორის მდგომარეობაზე ორსულობა ხელსაყრელ გავლენას ახდენს. მანამდე მესამე ხარისხის სისუფთავე ხშირად II და I ხარისხის სისუფთავეშიც კი გადადის. ჰორმონალური გარდაქმნა ხელს უწყობს რძემჟავა ფლორის განვითარებას, რომელიც აღინიშნება ახალშობილში, თუ ის საშვილოსნოს შიგნით სტერილურად იმყოფებოდა. ორსულობის შეწყვეტა იწვევს მიკროფლორის შეცვლას არახელსაყრელი მიმართულებით. აბორტის შემდგომ აღმოცენებული სასქესო სფეროს ანთებითი პროცესები ხშირად განპირობებულია ენდოგენური ინფექციებით, რომლებიც გამოწვეულია საშოში მობინადრე პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმებით.

10.9. ადამიანის ნორმალური მიკროფლორის მნიშვნელობა და დისბაქტერიოზი

ორგანიზმის ნორმალური მიკროფლორა თავისებური „ექსტრაკორპორული ორგანოა“. ის მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ადამიანის ცხოველმოქმედებაში.

მიკროფლორის შემადგენლობა და მდგომარეობა დამოკიდებულია მაკროორგანიზმზე, თუმცა მიკროფლორაც, თავის მხრივ, მაკროორგანიზმზე ახდენს მნიშვნელოვან და მრავალმხრივ გავლენას: 1. მიკროორგანიზმები წარმოადგენენ ორგანიზმის ბუნებრივი რეზისტენტობის მნიშვნელოვან ფაქტორს, რადგანაც ამ-

ულაენებენ ანტაგონისტურ მოქმედებას სხვა მიკროორგანიზმებისადმი, მათ შორის, პათოგენური მიკრობებისადმიც.

2. მიკროფლორა თავისი ანტიგენური ფაქტორებით ასტიმულირებს ორგანიზმის ლიმფოიდური ქსოვილის წარმოშობას, რითაც ხელს უწყობს არასპეციფიკური და სპეციფიკური რეზისტენტობის განვითარებას.

3. მიკროფლორა, განსაკუთრებით კი მსხვილი ნაწლავისა, მონაწილეობს საჭმლის მონელების პროცესებში, მათ რიცხვში – ქოლესტერინისა და ნაღველის მჟავების ცვლაში.

4. მიკროფლორის მნიშვნელოვანი როლი მდგომარეობს იმაში, რომ იგი უზრუნველყოფს ადამიანის ორგანიზმს სხვადასხვა ვიტამინებით (B_1, B_2, B_6, B_{12}, K, ნიკოტინის, პანტოტენის, ფოლის მჟავებითა და სხვა).

სხვა ფუნქციებთან ერთად, ნორმალური მიკროფლორის უმნიშვნელოვანესი ფუნქცია მდგომარეობს ე. წ. კოლონიზაციური რეზისტენტობის შემუშავებაში. კოლონიზაციური რეზისტენტობა – ორგანიზმის დამცველი ფაქტორებისა და ნაწლავების ნორმალური მიკროფლორის (ძირითადად ანაერობების) კონკურენტული, ანტაგონისტური და სხვა თვისებების ერთობლიობაა, რაც მიკროფლორას სტაბილურობას ანიჭებს და აბრკოლებს ლორწოვანი გარსების პათოგენური მიკროორგანიზმებით კოლონიზაციას. კოლონიზაციური რეზისტენტობის დაქვეითებისას იზრდება აერობული პირობით-პათოგენური მიკრობების რაოდენობა და სპექტრი.

ნორმალური მიკროფლორის წარმომადგენლებს ყოველთვის არ მოაქვთ სარგებლობა მაკროორგანიზმისათვის. განსაზღვრულ პირობებში, კერძოდ, ბუნებრივი რეზისტენტობის შემამცირებელი ფაქტორების, განსაკუთრებით კი მაიონიზებელი რადიაციის ზემოქმედების შედეგად, პრაქტიკულად ნორმალური მიკროფლორის ყველა წარმომადგენელი, ბიფიდუმბაქტერიების გარდა, შესაძლებელია გახდნენ სხვადასხვა ენდოგენური ინფექციების პროდუცენტები. ისინი იწვევენ ჩირქოვან-ანთებით პროცესებს ანუ სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ნორმალური მიკროფლორა შეიძლება გახდეს აუტოინფექციის ანუ ენდოგენური ინფექციის წყარო. კომენსალი მიკრობების ტრანსპორტირებისას მათთვის

უჩვეულო ადგილას შეიძლება გამოიწვიონ სხვადასხვა დაზიანებები. მაგალითად: ნაწლავში ბინადარ ბაქტერიოიდებს, მას შემდეგ, რაც შეიჭრებიან სხვადასხვა ქსოვილებში ტრავმის ან ქირურგიული ოპერაციის შედეგად, ძალუძთ გამოიწვიონ აბსცესები; ნაწლავის ჩხირი, რომელიც ნაწლავის კომენსალია, აზიანებს საშარდე სისტემას (ცისტიტი) და ა. შ.

ეუბიოზის მდგომარეობა ანუ ნორმალური მიკროფლორისა და მაკროორგანიზმის დინამიური წონასწორობა შეიძლება დაირღვეს გარემოს ფაქტორების, სტრესული ზემოქმედების, ანტიმიკრობული პრეპარატების, სხივური თერაპიისა და ქიმიოთერაპიის უკონტროლო გამოყენებით, არარაციონალური კვებით, ქირურგიული ჩარევითა და ა. შ. ამის შედეგად ირღვევა კოლონიზაციური რეზისტენტობა და ანომალურად გამრავლებული ტრანზიტორული მიკროორგანიზმები აწარმოებენ მეტაბოლიზმის ტოქსიკურ პროდუქტებს – ინდოლს, სკატოლს, ამონიაკს, გოგირდწყალბადს. ამრიგად, დისბაქტერიოზი მდგომარეობს ორგანიზმის, უმთავრესად, მისი კუჭ-ნაწლავის ნორმალური მიკროფლორის შემადგენლობისა და რაოდენობრივი შეფარდების ცვლილებაში, როდესაც ადგილი აქვს იქ ბინადარი მიკროორგანიზმების რაოდენობის შემცირებას და ამასთან ერთად, მისთვის უჩვეულო ფორმების დიდი რაოდენობით გაჩენას. ჩვეულებრივ,ეს შეფარდება ირღვევა ფაკულტატურ-ანაერობული მიკროფლორის, უმთავრესად გრამ-უარყოფითი ბაქტერიების, სტაფილოკოკების, საფუვრისმაგვარი სოკოების რაოდენობის გაზრდის მიმართულებით.

დისბაქტერიოზის განვითარება დაკავშირებულია იმ გარემოებასთან, რომ ანტიბიოტიკები მოქმედებენ არა მარტო ამა თუ იმ დაავადების უშუალო აღმძვრელებზე, არამედ – მათდამი მგრძნობიარე ნორმალური მიკროფლორის წარმომადგენლებზედაც, იწვევენ რა მათი გამრავლების დათრგუნვას.

ასეთ პირობებში ის მიკროორგანიზმები, რომლებზედაც ანტიბიოტიკები არ მოქმედებენ, იწყებენ შეუფერხებელ გამრავლებას, მით უმეტეს, თუ ორგანიზმის ბუნებრივი რეზისტენტობაც დაქვეითებულია. უფრო ხშირად ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტულებია სტაფილოკოკები, სოკოები და სხვადასხვა გრამ-უარყოფითი ჩხირები (ნაწლავის ჩხირი, პროტეუსი, ფსევდომონადები).

მიკროფლორის ნორმალური ფუნქციის დაქვეითების შედეგად განვითარებულ მდგომარეობებს დისბაქტერიოზი და დისბიოზი ეწოდებათ. დისბაქტერიოზისას ადგილი აქვს ნორმალური მიკროფლორის შემადგენლობაში შემავალი ბაქტერიების რაოდენობრივ და თვისობრივ ცვლილებებს. დისბიოზის შემთხვევაში ცვლილებებს ადგილი აქვს მიკროორგანიზმების სხვა ჯგუფებშიც (ვირუსები, სოკოები და სხვა). განასხვავებენ ეთიოლოგიურ (სოკოვან, სტაფილოკოკურ და სხვა) და ლოკალიზაციურ (პირის ღრუს, ნაწლავის, საშოს და სხვ.) დისბიოზებს.

დისბაქტერიოზების ყველაზე უფრო მძიმე ფორმებია: სტაფილოკოკური პნევმონიები, სტაფილოკოკური სეფსისები, კანდიდამიკოზები (განსაკუთრებით გენერალიზებული) და ანტიბიოტიკებთან ასოცირებული კოლიტები.

დისბიოზების სამკურნალოდ რეკომენდებულია სპეციალური ბაქტერიული პრეპარატების გამოყენება, რომლებიც ხელს უწყობენ ნორმალური მიკროფლორის აღდგენას. ეს პრეპარატებია: კოლიბაქტერინი, ბიფიდუმბაქტერინი, ლაქტობაქტერინი, ბიფიკოლი, ბაქტისუბტილი და სხვა.

მაკროორგანიზმის მიკროფლორის შედგენილობა დამოკიდებულია მის ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე, ჰიგიენაზე, კვების თავისებურებასა და გარემომცველ არეში მიკროორგანიზმების არსებობაზე. ორგანიზმის მიკროფლორის შესწავლის რაოდენობითი და თვისებითი მეთოდები პრაქტიკულად იგივეა, რაც გამოყენებულია ნიადაგის, წყლისა და ჰაერის მიკროფლორის შესწავლისას. ბაქტერიოლოგიური კვლევის წარმატებებს განსაზღვრავს ორგანიზმის სხვადასხვა უბნიდან მასალის სწორად აღება. მასალის აღების ტექნიკა ყოველი ცალკეული შემთხვევისათვის სპეციფიკურია. ავადმყოფის მიკროფლორის შესწავლისას დაავადების ეთიოლოგიური აგენტის ინდენტიფიკაციისათვის, გარდა მიკრობიოლოგიური მეთოდებისა, გამოიყენება იმუნობიოლოგიური მეთოდებიც.

თავი XI
საკვები პროდუქტების მიკროორგანიზმები

კვების პროდუქტები შეიცავს დიდი რაოდენობით წყალს, საკვებ ნივთიერებებს. ამიტომ წარმოადგენენ კარგ არეს მრავალი მიკროორგანიზმის განვითარებისათვის. ისინი იწვევენ რა საკვები და სამრეწველო ნედლეულის გაფუჭებას, დიდ ზიანს აყენებენ სახალხო მეურნეობას. ამიტომ არის აუცილებელი საკვები პროდუქტების მიკროფლორის ცოდნა, რომ დავიცვათ პროდუქტები გაფუჭებისაგან შენახვის, ტრანსპორტირებისა და რეალიზაციის დროს.

ზოგიერთი კვების პროდუქტის მიკროფლორაში გამოყოფენ სპეციფიკურ სახეობებს, რომლებიც შეაქვთ რძემჟავა პროდუქტის, პურის ნაწარმის, სასმელების ტექნოლოგიურ წარმოებაში. ისინი ადამიანისათვის სახიფათოს არ წარმოადგენენ. მიკროორგანიზმების არასპეციფიკური სახეობები პროდუქტებში შეიძლება მათი დამზადების, მიწოდების, გადამუშავებისა და შენახვის დროს მოხვდეს. ამ მიკრობების წყარო არის ნედლეული, ჰაერი, წყალი, ნიადაგი, დამზადების, მიწოდების, შენახვის და განსაკუთრებით გადამუშავების პროცესში მონაწილე ადამიანები, აგრეთვე, ცხოველები (ჩვეულებრივ მღრღნელები), რომელთაც პროდუქტებთან აქვთ კონტაქტი. საკვები პროდუქტებით (ალიმენტური გზით) გადაეცემა ნაწლავური ინფექციების, კვებითი ინტოქსიკაციებისა და ტოქსიკოინფექციების, ზოონოზებისა და მიკოზების გამომწვევები.

საკვები პროდუქტების სანიტარულ-მიკრობიოლოგიური შეფასება მოიცავს მიკრობული რიცხვისა და სანიტარულ-მიკრობიოლოგიური მიკროორგანიზმების (ნჩჯბ – ნაწლავის ჩხირის ჯგუფის ბაქტერიები), აგრეთვე, დაავადების გამომწვევების განსაზღვრას. ზოგიერთი პროდუქტის სანიტარული მაჩვენებლები სახელმწიფო სტანდარტით არის ნორმირებული.

11.1. რძის მიკროფლორა

რძე წარმოადგენს კარგ საკვებ არეს მრავალი სახის მიკროორგანიზმის განვითარებისათვის. ამიტომ რძეში მიკროორგანიზმები დიდი რაოდენობით გვხვდებიან. ასეპტიკის სრული დაცვით ჩამოწველილ რძეშიც კი გვხვდებიან მიკრობები საკმაოდ დიდი რაოდენობით. ეს გამოწვეულია იმით, რომ მიკრობები აღწევენ რძის საკალ არხებში, ხოლო ჩამოწველის დროს რძეში მიკრობები გადადიან მწველავთა ხელებიდან, ჭურჭლიდან და საწველი აპარატიდან, ამიტომ 1 მლ ახლადჩამოწველილ რძეში რამდენიმე ასეული ათასი და მილიონობით ბაქტერიაა, მასში ხვდებიან რძემჟავა, ერბომჟავა ბაქტერიები, ნაწლავის ჩხირები, ლპობის ბაქტერიები, საფუვრები, სოკოების სპორები. მათ შორის გვხვდებიან მიკრობები, რომლებიც იწვევენ რძის გაფუჭებას, ადამიანთა ინფექციურ დაავადებებს, კვებით მოწამვლას.

რძის შენახვის პროცესში მიმდინარეობს ბუნებრივი მიკროფლორის სახეობრივი და რაოდენობრივი ცვლა, რაც დამოკიდებულია შენახვის პირობებზე, ტემპერატურასა და სხვა.

ახალადჩამოწველილი რძე შეიცავს ბაქტერიოციდულ ნივთიერებებს – ლაქტანინებს, რომლებიც პირველ საათებში აფერხებენ მიკრობების განვითარებას, ხოლო ნაწილი კიდევაც იღუპება. ამიტომ ამ პერიოდს უწოდებენ **ბაქტერიოციდულ ფაზას**, რომლის დროსაც რძეში მიკრობთა რაოდენობა კლებულობს. ამ ფაზის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია შენახვის ტემპერატურასა და რძის თავდაპირველ დაინფიცირებაზე. მისი გახანგრძლივება შეიძლება რძის დაბალ 10^0C-ზე შენახვით.

ბაქტერიოციდული ფაზის დამთავრების შემდეგ რძეში განვითარებას იწყებენ სხვადასხვა სახის მიკროორგანიზმები. ამიტომ ამ ფაზას ეწოდება შერეული **მიკროფლორის განვითარების ფაზა.**

შემდეგი ფაზა არის **რძემჟავა დუღილის ბაქტერიების ფაზა** . ისინი აფერხებენ სხვა მიკროორგანიზმების განვითარებას და წარმოქმნიან რძის მჟავას. რძის მჟავას დაგროვებასთან ერთად იწყებენ დაღუპვას თვით რძემჟავა დუღილის ბაქტერიები. ჯერ იღუპებიან სტრეპტოკოკები, ხოლო შემდეგ – ჩხირები. ამის შემ-

დეგ განვითარებას იწყებენ საფუვრები და ობის სოკოები, რომლებიც ითვისებენ რძის მჟავას და წარმოქმნიან ტუტე რეაქციის პროდუქტებს. ამის გამო რძის მჟავიანობა იკლებს, ეს კი ხელს უწყობს ლპობის ბაქტერიების განვითარებას.

რძის ხანგრძლივად შენახვისათვის იყენებენ როგორც მაღალ, ისე დაბალ ტემპერატურას. 10^0C-ზე დაბალ ტემპერატურაზე შენახვის პირობებში რძეში თითქმის არ ვითარდებიან **რძემჟავა დუღილის ბაქტერიები**, მაგრამ შეიძლება განვითარდნენ სიცივის ამტანი ბაქტერიები Pseudomonas, Achromobacter, რომლებიც იწვევენ ცილების დაშლას.

უფრო საიმედოა მაღალი ტემპერატურის გამოყენება. გასუფთავებულ რძეს უკეთებენ პასტერიზაციას, აცივებენ, ჩამოასხამენ ბოთლებში ან პაკეტებში.

თუ პასტერიზებულ რძეს დავტოვებთ მიკრობების გამრავლებისათვის ხელსაყრელ ტემპერატურაზე, მასში ბაქტერიები სწრაფად განვითარდებიან და გამოიწვევენ მის გაფუჭებას. რძის შენახვა შეიძლება 10^0C-ზე 36-47 საათის განმავლობაში.

11.2. რძის პროდუქტების მიკროფლორა

რძის პროდუქტებს მიეკუთვნება შემჟავებული რძის პროდუქტები: კარაქი და ყველი.

შემჟავებული რძის პროდუქტები დიდ როლს თამაშობენ ადამიანის კვებაში, რადგან მათ, კვებითი ღირებულების გარდა, გააჩნიათ დიეტური და ზოგჯერ სამკურნალო მნიშვნელობაც კი. ისინი უკეთ შეითვისებიან ორგანიზმის მიერ, ვიდრე – რძე.

შემჟავებული რძის პროდუქტები რძესთან შედარებით უფრო კარგად ინახებიან, წარმოადგენენ არახელსაყრელ არეს პათოგენური მიკროორგანიზმების გამრავლებისათვის. ეს გამოწვეულია მათი მაღალი მჟავიანობითა და ანტიბიოტიკური ნივთიერებებით, რომლებსაც გამოიმუშავებს ზოგიერთი რძემჟავა დუღილის ბაქტერია.

სამრეწველო პირობებში სხვადასხვა რძემჟავა პროდუქტების დამზადებისას რძეს უკეთებენ პასტერიზაციას და შემდეგ მას

უმატებენ ბაქტერიების წმინდა ან შერეულ კულტურებს იმისდა მიხედვით, თუ რომელ პროდუქტს ამზადებენ.

მაწვნისა და ხაჭოს დამზადებისას რძეს უმატებენ მეზოფილურ რძემჟავა სტრეპტოკოკებს – Streptococcus lactis და არომატის წარმომქმნელ სტრეპტოკოკებს S. diaceticus.

ხშირად, შედედების პროცესის დაჩქარებისათვის და მაწვნის კონსისტენციის გასაუმჯობესებლად იყენებენ, აგრეთვე, მცირე რაოდენობით ბულგარულ ჩხირებს – Lactobacillus bulgaricus – ხოლო ხაჭოს დამზადების დროს ასევე იყენებენ კვეთის ფერმენტებს, რომელიც აჩქარებს პროცესს.

არაუნის დამზადებისას, ზემოთ დასახელებული ბაქტერიების გარდა, ასევე იყენებენ – S. cremoris – რომელიც პროდუქტს აძლევს წებოსმაგვარ კონსისტენციას. კეფირის დამზადებისას იყენებენ არა წმინდა კულტურებს, არამედ – კეფირის სოკოებს. კეფირის სოკო წარმოადგენს მიკროორგანიზმების ბუნებრივ სიმბიოზს. მისი მიკროფლორა მრავალფეროვანია და ბოლომდე არაა შესწავლილი. კეფირის სოკო შეიცავს, როგორც რძემჟავა დუღილის ბაქტერიებს, ისე – საფუვრებს. ამიტომ კეფირი წარმოადგენს კომბინირებული დუღილის პროდუქტს და შეიცავს, როგორც რძის მჟავას, ისე – სპირტს.

კუმისი მზადდება ცხენის რძისაგან. ცხენის რძე იმით განსხვავდება ძროხის რძისაგან, რომ იგი შეიცავს მეტ შაქარს, ლაქტოზასა და ნაკლებ ცხიმს. კუმისის დამზადებაც დამყარებულია რძემჟავურ და სპირტულ დუღილზე. ამიტომ რძის მჟავასთან ერთად წარმოიქმნება 2-4.5 % სპირტი, დუღილს აწარმოებენ როგორც რძემჟავა ბაქტერიები, ისე – საფუვრები.

კარაქი წარმოადგენს რძის გადამუშავების დროს ერთ-ერთ უმთავრეს პროდუქტს. იგი მზადდება პასტერიზებული ნაღებისაგან. მასში ბაქტერიების რაოდენობა მცირეა. კერძოდ, 1 სმ^3 რამდენიმე ასეულიდან რამდენიმე ათასამდე. ეს ძირითადად სპოროვანი ჩხირებია. კარაქის დამზადების დროს მასში ხვდებიან მიკროორგანიზმები აპარატურიდან, მოწყობილობიდან, ჰაერიდან, წყლიდან და სხვა. ამიტომ კარაქის მიკროფლორა უფრო მდიდარია, ვიდრე – ნაღებისა.

კარაქი ორი სახის მზადდება: უმარილო და მარილიანი. უმარილო კარაქი შეიცავს ნაღების ნარჩენ მიკროფლორას და იმ მიკროორგანიზმებს, რომლებიც მასში მოხვდნენ მისი დამზადების დროს. მათ შორის გვხვდებიან ბაქტერიები, რომლებსაც უნარი შესწევთ დაშალონ ცხიმი და ცილა. უმარილო კარაქის ერთ გრამში გვხვდება რამდენიმე ასეულ ათასობით ბაქტერია, თუ იგი დამზადებულია ხის კარაქსადღვებში, ხოლო – რამდენიმე ასეული, თუ იგი დამზადებულია ლითონის კარაქსადღვებში.

მარილიანი კარაქის დამზადებისას პასტერიზებულ ნაღებს ემატება რძემჟავა დუღილის სტრეპტოკოკების სუფთა კულტურები S. lactis და S. cremoris. ასევე – არომატის წარმომქმნელი S. diacetilactis.

დადებით t-ზე შენახვისას კარაქში მიკროორგანიზმები სწრაფად მრავლდებიან. ისინი ძირითადად კარაქის პლაზმაში მრავლდებიან. პლაზმა წარმოადგენს ცილოვანი ნივთიერებების: რძის, შაქრისა და მარილების წყალხსნარს.

კარაქის გავრცელებული ზადებია – დაობება, რომელსაც იწვევს სოკოები – Oidium lactis, Penicillum, Aspergillus, Clostridium და სხვა.

ობის სოკოების ფერმენტები იწვევენ კარაქში ღრმა გარდაქმნებს, რაც გამოიხატება. მის დაქონებასა და დამწარებაში, რასაც თან სდევს არასასიამოვნო სუნი და გემო. ლიპაზა ცხიმს შლის გლიცერინისა და ცხიმოვანი მჟავების წარმოქმნით. მათ შორის ზოგიერთი დაბალმოლეკულურია და აქვს მწარე გემო. მწარე გემოს ასევე აძლევენ ცხიმს უფრო ღრმა დაშლის პროდუქტებიც: ალდეჰიდები, კეტონები და სხვა.

დაობებისაგან კარაქის დასაცავად აუცილებელია იგი შეიფუთოს პერგამენტის ქაღალდში, რომელიც დამუშავებულია სორბისის მჟავას მარილებით. კარაქი უნდა ინახებოდეს დაბალ ტემპერატურაზე, ხოლო ხანგრძლივად შესანახავად აუცილებელია – 20-30^{0}C ტემპერატურა, რომელზედაც წყდება არა მარტო მიკროორგანიზმების განვითარება, არამედ – ფიზიკურ-ქიმიური პროცესებიც.

ყველი განსაკუთრებით ძვირფასი პროდუქტია თავისი გემოვ-

ნური თვისებებით, მიიღება რძის გადამუშავების შედეგად. ყველის თვისებები: გემო, არომატი, კონსისტენცია ფორმირდება რთული ბიოქიმიური პროცესების შედეგად, რაშიც ძირითადი როლი მიკროორგანიზმებს ეკუთვნის.

ყველის ხარისხზე ასევე დიდ გავლენას ახდენს ნედლეულის – რძის ხარისხი და პირველ რიგში მისი სისუფთავე (მიკროორგანიზმებით დაბინძურების ხარისხი).

რძის შედედებას (კაზეინის კოაგულაციას) აწარმოებენ რძემჟავა დუღილის ბაქტერიებით, კვეთის ფერმენტების დამატებით. სხვადასხვა სახის ნიუთიერებების მისაღებად გამოიყენება რძემჟავა დუღილის ბაქტერიები, მაგრამ ძირითადად იყენებენ – S. lactis, S. diacetilactis და S. cremoris.

ყველის მომწიფების დასაწყისში შეიძლება მასში განვითარდეს ნაწლავის ჯგუფის ბაქტერიები, ხოლო დამთავრების დროს კი ერბომჟავა ბაქტერიები, რომლებიც წარმოქმნიან დიდი რაოდენობით CO_2 და H_2, რაც ითვლება ყველის ზადად.

შეიძლება წარმოიქმნას ისეთი ზადი, როგორიცაა ყველის სიმწარე, რომელსაც იწვევენ ცილის აქტიურად დამშლელი მიკროორგანიზმები. ამ დროს წარმოქმნილ ზოგიერთ პეპტიდს აქვს მწარე გემო.

განსაკუთრებით საშიშია ანაერობული სპოროვანი ბაქტერია Clostridium, რომელიც გამოირჩევა მკვეთრი პროტეოლიზური აქტივობით და იწვევს ყველის დარბილებას, წარმოიქმნება ლპობის სუნი და არასასიამოვნო გემო. ასევე ობის სოკოებიდან Penicillum-ი იწვევს ყველის დაობებას.

11.3. კვერცხისა და კვერცხის პროდუქტების მიკროფლორა

კვერცხი წარმოადგენს კარგ საკვებ არეს მრავალი სახის მიკროორგანიზმის განვითარებისათვის, მაგრამ კვერცხის შიგთავსი (ცილა, ყვითრი) კარგადაა დაფარული ნაჭუჭითა და გარსით.

ჯანსაღი ფრინველის მიერ ახლადდადებული კვერცხი, როგორც წესი, არ შეიცავს მიკროორგანიზმებს. კვერცხის სტერილობა შეიძლება რამდენიმე ხანს გაგრძელდეს, რადგან მას გააჩნია ბუნებრივი იმუნიტეტი.

შენახვის დროს კვერცხი ძველდება და მისი იმუნიტეტი ქვეითდება, ამიტომ წარმოიქმნება პირობები მასში მიკროორგანიზმების შეღწევისათვის. ნაწილი მიკრობებისა მექანიკურად ხვდება მასში, რადგან აღწევს ნაჭუჭის ფორებში, ხოლო მიკრობთა მეორე ნაწილი, კერძოდ, ობის სოკოები ჩაიზრდება კვერცხში. სოკოს ჰიფების ჩაზრდას ხელს უწყობს ნაჭუჭის დატენიანება და ასევე ბაქტერიების შეღწევა.

კვერცხის მიკროფლორა შეიძლება იყოს: 1. ენდოგენური წარმოშობის ანუ დაავადებული ქათმიდან საკვერცხეში ფორმირების დროს მასში გადადიან მიკროორგანიზმები და 2. ეგზოგენური, როდესაც მიკროორგანიზმები მასში კვერცხის დადების შემდეგ წარმოიქმნებიან.

ახალი სუფთა კვერცხის ზედაპირის 1 სმ^2-ზე შეიძლება იყოს რამდენიმე ასეული ბაქტერია, ხოლო დაბინძურებულზე კი – ასეულ ათასობითა და მილიონობითაც კი.

კვერცხის ზედაპირის მიკროფლორა მრავალფეროვანია. მასში შეიძლება იყოს ქათმის ნაწლავების ბაქტერიები, რომლებიც მოხვედრილი არიან ჰაერიდან, ნიადაგიდან და სხვა.

კვერცხში შეღწეული ბაქტერიები ვითარდებიან შეღწევის ადგილას და წარმოქმნიან კოლონიებს, რომლებიც ადვილად ჩანან მათი სინათლეზე დათვალიერების დროს. ბაქტერიების შემდგომი გამრავლება კი იწვევს კვერცხის ცილებისა და ლიპიდების სხვადასხვა გარდაქმნებს და მის გაფუჭებას.

ცილაში ბაქტერიები უფრო ნელა ვითარდებიან, ვიდრე – ყვითრში. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ცილა შეიცავს ანტიმიკრობულ ნივთიერებებს: ლიზოციმსა და ოვილინს. ასევე მაღალია მისი pH.

კვერცხის გაფუჭების სიჩქარე დამოკიდებულია შენახვის t-ზე, ჰაერის სინესტეზე, ნაჭუჭის მდგომარეობასა და მიკროფლორის შედგენილობაზე.

უფრო ხშირად კვერცხის გაფუჭებას იწვევენ ბაქტერიები – Pseudomonas fluorescens, Proteus vulgaris, Bac. subtilis, სოკოები – Penicillium და Aspergillus.

კვერცხის გაფუჭების დროს ცილა თხევადდება და იღებს მომწვანო-მოწითალო შეფერილობას ან შავდება, წარმოიქმნება ლპობის, გოგირდწყალბადის ცუდი სუნი. ამ დროს წარმოიქმნებიან აირები – NH_3, H_2S, რომლებიც იწვევენ ნაჭუჭის გახეთქვას.

ყვითრის გაფუჭების დროს მიმდინარეობს ლიპიდების ჰიდროლიზური და ჟანგვითი გარდაქმნები, რის შედეგადაც წარმოიქმნებიან ცხიმოვანი მჟავები, ალდეჰიდები, კეტონები. ხშირად გაფუჭებისას ცილა და ყვითრი აირევა ერთმანეთში და წარმოიქმნება მღვრიე დაბურული თხევადი მასა არასასიამოვნო სუნით.

წყალზე მცურავი ფრინველის კვერცხებში ხშირად ეხვდებით სალმონელებს, რომლებიც იწვევენ კვებით მოწამვლას. ამიტომ ბატის და იხვის კვერცხების გაყიდვა საკაჭრო ქსელში აკრძალულია.

შესანახად ჩააწყობენ სუფთა გაურეცხავ კვერცხებს და ინახავენ – 2°C-ზე 85-88% ჰაერის ტენიანობის პირობებში.

11.4. თევზის მიკროფლორა

თევზის ხორცი ქიმიური შედგენილობით ახლოს დგას თბილსისხლიანი ცხოველების ხორცთან. ის დიდი რაოდენობით შეიცავს ცილოვან ნივთიერებებს, ცხიმს, წყალს, მაგრამ თევზის ხორცი საქონლის ხორცისგან განსხვავებით გამოირჩევა შენახვის დროს ნაკლები მდგრადობით, რაც სხვადასხვა მიზეზითაა გამოწვეული. თევზის ნაწლავები, ლაყუჩები და ლორწოვანი გარსი ძეიცავს დიდი რაოდენობით მიკრობებს, დაჭერის შემდეგ იგი იღუპება დახრჩობისაგან. ამ დროს ლაყუჩებს მიაწვება სისხლი, რომელშიც ბევრია საკვები ნივთიერებანი მიკროორგანიზმებისათვის. ლორწოვანი გარსი, რომლითაც დაფარულია თევზის სხეული, წარმოადგენს კარგ საკვებ არეს მიკრობებისათვის, რადგანაც შეიცავს ცილას, ამინომჟავებს. თევზის ცხიმი უფრო ადვილად იჟანგება. იგი შეიცავს დიდი რაოდენობით უჯერ ცხიმოვან მჟავებს.

თევზის ხორცს აქვს ფხვიერი კონსისტენცია, რადგანაც ნაკლებად შეიცავს შემაერთებელ ქსოვილს. ეს კი ხელს უწყობს

მიკრობების უფრო სწრაფად გავრცელებას თევზის სხეულში.

თევზის ზედაპირის მიკროფლორის რაოდენობრივი და თვისობრივი შედგენილობა დამოკიდებულია თევზის სახეობაზე, წყალსაცავის მდგომარეობაზე, დაჭერის ტექნიკაზე, სეზონზე, რაიონზე. ახლადდაჭერილი თევზის 1 სმ^2-ზე იმყოფება 10^4 – ბაქტერია. სჭარბობს აერობული, უსპორო, გრამუარყოფითი ჩხირისმაგვარი ბაქტერიები. თევზის ზედაპირზე, აგრეთვე, გვხვდებიან მიკროკოკები, სპოროვანი ბაქტერიები, საფუვრები, აქტინომიცეტები. მათ შორის ბევრია ლპობითი, სიმჟავის წარმომქმნელი და ცხიმის დამშლელი ფორმები. ისინი სიცივეს იტანენ.

თევზზე, რომელიც დაჭერილია დაბინძურებულ წყალსაცავში, შეიძლება იყოს ნაწლავის ჩხირები, პროტეუსი, ცალკეულ შემთხვევებში – სალმონელები და ენტეროკოკები.

თევზის ლაყუჩები და ნაწლავები განსაკუთრებით მდიდარია მიკროორგანიზმებით. ნაწლავების შიგთავსის 1 გრ-ი შეიცავს 10^6-10^8 ბაქტერიას. ესენია ლპობის გამომწვევი ბაქტერიები – Clostridium sporogenes, Cl. putrificum. ასევე შეიმჩნევა კვებითი მოწამვლის გამომწვევი ბაქტერიები Staphylococcus aureus და სხვა.

ახლადდაჭერილი თევზის კუნთები სტერილურია. სიკვდილის შემდეგ მიკროორგანიზმები გადადიან კუნთებში ნაწლავებიდან და ლაყუჩებიდან. დაჭერის დროს მექანიკური დაზიანებისას კი – ასევე ლორწოვანი გარსიდან. ამიტომ თევზის გაფუჭება რომ არ მოხდეს, ის სწრაფად უნდა გავაცივოთ.

გაცივებული თევზი მალფუჭებადი პროდუქტია. 0°C-ზე კი იგი რამდენიმე დღეში ფუჭდება, რასაც იწვევს მიკროორგანიზმების ლაყუჩებიდან და ლორწოვანი გარსიდან გავრცელება ხორცის სიღრმეში და მათი გამრავლება. მიკროორგანიზმების გავრცელება იწვევს ხორცის ქიმიური შედგენილობის შეცვლას. ვითარდება ლპობითი პროცესები, რომლებიც განსხვავდებიან საქონლის ხორცში მიმდინარე ლპობითი პროცესებისაგან.

თევზის გაფუჭებას ძირითადად იწვევენ Pseudomonas გვარის ბაქტერიები, Micrococcus.

უფრო ხანგრძლივი შენახვისათვის აწარმოებენ თევზის გაყინვას, დამარილებას, შებოლვას, შრობასა და სხვა.

თავი XII
მიკროორგანიზმთა დამოკიდებულება უმაღლეს მცენარეებთან

მიკროორგანიზმები არა მარტო ადამიანისა და ცხოველის, არამედ მცენარეების თანამგზაურებიც არიან. ისინი სახლდებიან როგორც მცენარეთა ორგანოების ზედაპირზე, ასევე იჭრებიან ფესვების, თესლისა და ნაყოფის შიგნით და აქტიურ ცხოვრებას ეწევიან. მიკროორგანიზმები მოქმედებენ მცენარის სასარგებლოდ, უზრუნველყოფენ მათ კვებისათვის საჭირო მინერალური ნივთიერებებით, მაგრამ ამასთან ერთად შეუძლიათ დააავადონ მცენარეები.

იმ მიკროორგანიზმებს, რომლებიც ვითარდებიან მცენარის ზედაპირზე, უწოდებენ ეპიფიტურ მიკრობებს. ისინი ვითარდებიან მცენარის ფესვთა სისტემის ზონაში. მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში მიწის ზედა ნაწილებზე გადადიან და განაგრძობენ გამრავლებას.

ეპიფიტური მიკროფლორის ტიპური წარმომადგენელია Xanthomonas herbicola – გრამუარყოფითი მოძრავი მოკლე ჩხირები, Pseudomonas fluorescens – გრამუარყოფითი ჩხირები. ეს ორი სახეობა მცენარეს თან ახლავს მთელი სიცოცხლის მანძილზე. ჯანსაღ მცენარეებზე აგრეთვე გვხვდება Penicillum, Fusarium, Mucor. ეპიფიტურ მიკროორგანიზმებს შორის მცირე რაოდენობით გვხვდება ბაცილები და აქტინომიცეტები. ზოგჯერ კი – დაავადების გამომწვევი ბაქტერიებიც. ისინი არღვევენ მცენარის ქსოვილების მთლიანობას და იჭრებიან ქსოვილებში. გამოთქვამენ ვარაუდს, რომ ეპიფიტური მიკროორგანიზმებიდანაა წარმოქმნილი ფიტოპათოგენური ბაქტერიები.

ეპიფიტურ ბაქტერიებს შორის არიან ისეთები, რომლებიც წარმოქმნიან ანტიბიოტიკებს, რომლებიც ამავდროულად მოქმედებენ ფიტოპათოგენურ ბაქტერიებზე და იცავენ მცენარეს დაავადებებისაგან. მაგალითად, X. herbicola ახშობს ლობიოს ბაქტერიოზის გამომწვევს X. phaseoli-ის ზრდა-განვითარებას.

12.1. რიზოსფეროს მიკროფლორა

მცენარის მიწისზედა ორგანოების ზედაპირსა და ფესვებზე გამოიყოფა მცენარის მიერ სინთეზირებული ორგანული ნაერთები. ფესვის გამონაყოფებში შედის ორგანული მჟავები: ვაშლის, ქარვის, ღვინის, ლიმონის, მუაუნმჟავა და სხვა. ზოგიერთი ამინომჟავა: ალანინი, ლიზინი. ფესვის გამონაყოფებში გვხვდება ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები: ვიტამინები, ზრდის ნივთიერებები. ზემოთჩამოთვლილი ნივთიერებებიდან ზოგიერთს მიწისზედა ორგანოებიც გამოყოფს, რის გამოც მცენარის ფესვებსა და მიწისზედა ორგანოებზე მიკროორგანიზმები მრავლდებიან. მცენარისა და მიკროორგანიზმის ურთიერთდამოკიდებულებას დიდი მნიშვნელობა აქვს. ამ ზონამ რიზოსფეროს სახელწოდება მიიღო. მას ორად ყოფენ:

1. ცალკე რიზოსფეროდ, რომელიც იწყება პატარა ფესვებიდან რამდენიმე მილიმეტრის დაცილებით და ვრცელდება 50 სმ რადიუსით.

2. უახლოესი რიზოსფერო, რომელიც უშუალოდ კონტაქტშია წვრილ ფესვებთან, მაგალითად, 15 სმ-ის დაშორებით, მცენარის ფესვებსა და რიზოსფეროში მიკროორგანიზმთა რაოდენობა მეტია, ვიდრე – ნიადაგში. ე. ი. რიზოსფერო ხელსაყრელად მოქმედებს მიკროორგანიზმთა საერთო რაოდენობაზე ამ ზონაში.

ახალგაზრდა მცენარის ფესვებზე ვითარდება მიკროსკოპული სოკოები და ბაქტერიები. მათგან ძირითადად გვხვდება არასპოროვანი ფორმები. რიზოსფეროში მოიპოვება ნიტრიფიკატორები, საფუვრები, წყალმცენარეები და სხვა. რიზოსფეროს მიკროორგანიზმების შედგენილობაზე მოქმედებს ნიადაგის ტიპი, ტენი და ცვალებადობას განიცდის მცენარის ხნოვანებასთან დაკავშირებით. მაგალითად: ბაქტერიები, აქტინომიცეტები, უჯრედისის დამშლელი მიკროორგანიზმები ახალგაზრდა მცენარის ფესვებზე თითქმის არ გვხვდება, მაგრამ ისინი ჩნდებიან მცენარის განვითარების შემდგომ პერიოდში. ყვავილობისას ან მის წინა პერიოდში მიკროორგანიზმები დიდი რაოდენობითაა, შემდგომში კი კლებულობს.

დადგენილია, რომ რიზოსფეროში ჭარბობს არასპოროვანი

ბაქტერიები, რომელთა შედგენილობაში შედის: აზოტობაქტერიები, კოერის ბაქტერიები, ამონიფიკატორები.

12.2. ფიტოპათოგენური მიკროორგანიზმები

ბაქტერიული დაავადებები დიდ ეკონომიკურ ზარალს აყენებენ სახალხო მეურნეობას. დაავადება, რომელიც გამოწვეულია ბაქტერიებით, იწოდება ბაქტერიოზად, ხოლო მისი გამომწვევი – ფიტოპათოგენურ ბაქტერიად. კულტურულ მცენარეებზე რეგისტრირებულია 80-ზე მეტი ბაქტერიოზი. მათი უარყოფითი მოქმედება გამოიხატება მოსავლის შემცირებასა და ხარისხის გაუარესებაში. დიდ ეკონომიკურ ზარალს იწვევს შაქრის ჭარხლის, პარკოსანი მცენარეების ბაქტერიული დაავადებები. ზოგ შემთხვევაში ბაქტერიული დაავადებებისას პროდუქტი ღებულობს მომწამლავ თვისებებს, მაგალითად, სიმინდის მარცვალი ხდება ტოქსიკური. ასევე ცნობილია საზამთროს ბაქტერიული დაავადება, რომელიც წამლავს ადამიანებს.

განასხვავებენ ორი სახის ბაქტერიულ დაავადებას: 1. საერთოს (დიფუზურს) და 2. ადგილობრივს (ლოკალურს).

საერთო დაავადებისას ავადდება მთელი მცენარე და ასეთი სახის დაავადება დიდ ზიანს აყენებს, ზოგჯერ ღუპავს მცენარეს.

ადგილობრივი დაავადება შემოიფარგლება მცენარის ცალკეული ნაწილის: ფოთლის, ღეროს, ნაყოფის დაავადებით.

მცენარის დაავადების 4 ტიპია ცნობილი:

1. **პარენქიმის დაავადება.** ამ დროს ავადდება ცალკეული ორგანოს ან ქსოვილის პარენქიმა. მაგალითად: სიდამპლე, ნეკროზი. ნეკროზი ვლინდება ლაქის სახით და იწვევს ქსოვილების სიკვდილს. მაგალითად, კიტრის ფოთლების ლაქიანობა.

2. **ჭურჭელბოჭკოვანი დაავადება.** ამ დროს ხდება ჭურჭლის მექანიკური დაცობა, რის გამოც წყლის ნაკადის მიწოდება წყდება. ეს კი იწვევს ჭურჭელში გამონაზარდების, წებოს წარმოქმნას.

3. **შერეულია დაავადება**, როცა ბაქტერია შეაღწევს პარენქიმულ და ჭურჭლოვან ქსოვილში. ამ დროს ბაქტერია იჭრება ჭურჭელში, მაგრამ მათ არ აზიანებს, გადაინაცვლებს ფოთლებში, ღეროში, ზოგჯერ ნაყოფშიც, სადაც იწვევს ამა თუ იმ დაავადებას. ასეთი ტიპის დაავადებაა ლობიოს ბაქტერიოზი.

4. **ჰიპერპლაზიური დაავადებისას** აღინიშნება მერისტემული ქსოვილის არანორმალური ზრდა, რის შედეგადაც წარმოიქმნება სიმსივნე. ასეთ დაავადებას მიეკუთვნება ფესვის ყელის კიბო, რომელსაც იწვევს Agrobacterium tumefaciens.

ბაქტერიოზით დაავადებულ მცენარეებში ირღვევა ფიზიოლოგიური პროცესების ნორმალური მსვლელობა, პირველ რიგში, ფოტოსინთეზი და სუნთქვა. ლაქიანობა იწვევს ქლოროფილის შემცირებას, რის გამოც ფოტოსინთეზის ინტენსივობა მცირდება. უმეტესი ბაქტერიული დაავადებისათვის დამახასიათებელია დაავადებულ ქსოვილში ინტენსიური სუნთქვა და ჟანგვა-აღდგენითი ფერმენტების გააქტიურება, რაც მცენარის თავისებურ თავდაცვით რეაქციას წარმოადგენს. დაავადებულ ქსოვილში მეტია ტემპერატურა, ვიდრე – საღში. ირღვევა ნახშირწყლებისა და ცილების ცვლა, ასევე ფერმენტების მოქმედების კოორდინაცია. ფიზიოლოგიური პროცესების დარღვევა საბოლოო ჯამში იწვევს მცენარის პროდუქტიულობის დაქვეითებას.

ფიტოპათოგენური ბაქტერიები, რომლებიც იწვევენ მცენარის დაავადებას, ჩხირისებრი ფორმისაა და აქვთ მცირე ზომა სხვა ბაქტერიებთან შედარებით. უმეტესობა მოძრავია, აქვთ პოლარულად განლაგებული შოლტები. ზოგიერთს აქვს ლორწოვანი ჯაფსულები. ასეთები გამძლენი არიან სინათლის სხივების მოქმედების მიმართ. ფიტოპათოგენური ბაქტერიების უმრავლესობა სპორებს არ წარმოქმნის. ნაწილი აერობია. კარგად ვითარდებიან ხელოვნურ საკვებ ნიადაგზე, უმეტესობა გრამუარყოფითია. გვხვდებიან გრამდადებითებიც. არიან ჰეტეროტროფებიც და ავტოტროფებიც. მათ პათოგენობას განაპირობებს ფერმენტები და ტოქსინები. მაგალითად, ფერმენტი პექტინაზა, რომელიც შლის და ხლეჩს მცენარეულ ქსოვილს და იწვევს მცენარეული ქსოვილების გაშავებას.

მცენარეებსაც აქვთ ფიტოპათოგენური ბაქტერიებით დაზიანებისაგან თავდაცვის საშუალებები: ბიოლოგიურად აქტიური

ნივთიერებები – ფიტონციდები, ტოქსინების დეტოქსიკაციის უნარი, წვენის მჟავიანობა. ყველაფერი ეს იწვევს ბაქტერიების დათრგუნვას.

ფიტოპათოგენური ბაქტერიები პოლიფილეტური წარმოშობისაა. ე. ი. არა ჰყავთ საერთო წინაპარი. ისინი წარმოშობილი არიან: 1. ნიადაგის სხვადასხვა ჯგუფის საპროფიტული ბაქტერიებისაგან. 2. ეპიფიტური მიკროფლორის წარმომადგენლებისაგან, რომლებიც ყოველთვის არიან მცენარეზე. 3. რიზოსფეროში მცხოვრები ბაქტერიებისაგან.

12.3. სხვა გარემოს მიკროფლორა

მიწის, ჰაერისა და საკვები პროდუქტების გარდა, მიკროორგანიზმები ადამიანის გარემომცველ სხვადასხვა საგნებზეც გამოვლინდებიან. ეს ობიექტები შეიძლება დაიყოს სამ ჯგუფად: ყოფაცხოვრებითი, საწარმოო და სამედიცინო. ყოფაცხოვრების ობიექტებს მიეკუთვნება: ნაგებობების შიგნითა ზედაპირი, ავეჯი, ჭურჭელი, თეთრეული, ტანსაცმელი, ფეხსაცმელი, დასუფთავების საშუალებები, წიგნები, სათამაშოები, სურათები, სამზარეულოს ნივთები და სხვა. საწარმოოს ობიექტებია: ნედლეული, აღჭურვილობა, პროდუქცია, ინსტრუმენტები და ა. შ. სამედიცინო დაწესებულებაში ყოფაცხოვრებითი საგნების გარდა არის, აგრეთვე, სპეციფიკური სამედიცინო ობიექტები და აღჭურვილობა, გადასახვევი და შესაფუთი მასალა, წამლეული პრეპარატები, დეზინფექტანტების, ანტისეპტიკების ხსნარები, სპეცტანსაცმელი, ავადმყოფის პირადი ნივთები. ჩამოთვლილ ობიექტებში აღმოჩნდებიან, როგორც თავისუფლადმცხოვრები, ისე – პარაზიტი მიკროორგანიზმები. პირობით-პათოგენური და პათოგენური სახეობების მიკროორგანიზმებით კონტამინაციის (დაბინძურების) ძირითად წყაროს ადამიანისა და იშვიათად, ცხოველების გამონაყოფები წარმოადგენს. ინფექციური დაავადებების ზოგ გამომწვევს (ლეგიონელები, ფსევდომონადები, პროტეუსი, პნევმონიის კლებსიელა, იერსენიები) შეუძლიათ გარემოს ზოგიერთ ობიექტზე (აბაზანის შხაპი და სხვა) გამრავლება. ნაწლავური და წვეთოვანი ინფექციების გამომწვევი მიკროორგანიზმები გარემოში შემოინახებიან განსაზღვრული დროის მანძილზე, რაც საკმარისია ახალ მასპინძელზე გადასაცემად. ეს ვადები რამდენიმე წუთიდან (წითელას, ყივანახველას, ათაშანგის გამომწვევები), რამდენიმე თვემდე (ტუბერკულოზის გამომწვევი) და წლამდე (ჯილეხის გამომწვევის სპორები) მერყეობს.

მიკრობულ კონტამინაციაზე სანიტარული კონტროლი ტარდება სამედიცინო და საბავშვო დაწესებულებებში, საზოგადოებრივი კვების საწარმოებსა და კვების პროდუქტების დაწესებულებებში, ინფექციური დააავადებების ეპიდემიურ კერებში. ზოგადი მიკრობული რიცხვი, აგრეთვე, პროტეუსის, ენტეროკოკის, ლურჯ-მწვანე ჩირქის ჩხირის, სტრეპტოკოკის, ნაწლავის ჩხირის ჯგუფის ბაქტერიებისა და სხვა სახის პათოგენური ბაქტერიების, ძირითადად, ნაწლავური და წვეთოვანი ინფექციების გამომწვევების არსებობა მიკრობული კონტამინაციის მაჩვენებელს წარმოადგენს.

12.4. გარემოს დაცვის მიკრობიოლოგიური ასპექტები

გარემოს დაცვა ითვალისწინებს ბიოსფეროში ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნებას. ეს პრობლემა უკავშირდება მიკროორგანიზმების როლს ბიოსფეროში, რომელსაც გააჩნია რამდენიმე ასპექტი:

1. უნდა მოხდეს დაცვა იმ ჯგუფების მიკროორგანიზმებისაგან, რომლებიც ნივთიერებათა წრებრუნვაში მონაწილეობენ.

ანთროპოგენური ფაქტორები (სამრეწველო და ავტომობილების გამონაბოლქვი აირები) უარყოფითად მოქმედებენ ბიომასის სინთეზზე და ნივთიერებების ტრანსფორმაციას ამცირებენ ან წყვეტენ.

ითრგუნება ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების მოქმედება და მაღლდება დენიტრიფიკაციის ბაქტერიების აქტივობა. ეს კი ამცირებს ნიტრატების რაოდენობას, რომელიც ბუნებრივ ეკოსისტემაში მცენარეებისათვის აზოტის მთავარ წყაროს წარმოადგენს. აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერიების დათრგუნვა კი ამცირებს

აზოტის კონცენტრაციას, რაც იწვევს მასა და ატმოსფერულ აზოტს შორის ეკოლოგიური ბალანსის დარღვევას, აღარიბებს ნიადაგს ჰუმუსით და აქვეითებს მის ნაყოფიერებას. ანთროპოგენური ფაქტორები ასევე უარყოფით მოქმედებას ახდენენ წყალბადის, გოგირდის, ფოსფორისა და სხვა ელემენტების წრებრუნვაზე. ჩამოთვლილი პროცესების შედეგად ეკოსისტემაში მიკროორგანიზმების სიცოცხლის შესაძლებლობა მცირდება, რაც იწვევს მათ დაღუპვას.

2. ეს ასპექტი მდგომარეობს იმაში, რომ დაიცვან გარემო იმ მიკროორგანიზმებისაგან, რომლებიც წყალსა და ნიადაგში მოხვედრილ შენაერთებს შლიან. ეს შენაერთები ბუნებაში ჩვეულებრივ არ გვხვდებიან, მხოლოდ ადამიანთა საქმიანობის შედეგად ჩნდებიან. მრავალი ასეთი ნივთიერება ადამიანზე ახდენს ტოქსიკურ, ალერგიულ, ტერატოგენულ, კანცეროგენულ და სხვა მოქმედებას. ასევე აუცილებელია იმ მიკროორგანიზმების მოქმედების დაქვეითება და მოსპობაც კი, რომლებსაც ზიანი მოაქვთ სახალხო მეურნეობისათვის, აზიანებენ მარცვალს, ბოსტნეულს, ხილს, კენკრას, ხორცს, თევზს, რძის პროდუქტებს. ზოგიერთი იწვევს წყალსადენისა და საკანალიზაციო ქსელის მასალის დაშლას.

3. მე-3 ასპექტია პათოგენური და პირობით-პათოგენური მიკროორგანიზმებით კონტამინაციისაგან ბიოსფეროს დაცვა.

ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ ბუნება დავიცვათ ხელოვნური მუტანტებისაგან, რომლებიც მოლეკულური გენეტიკის განვითარების შედეგად წარმოიშვა. ადამიანის კოსმოსში გასვლამ გამოიწვია ჩვენს პლანეტაზე არამიწიერი მიკროორგანიზმების შემოღწევა, ხოლო კოსმოსში კი მიწიერი მიკრობების გაღწევა. ეს პრობლემები დაძლეულ უნდა იქნეს.

თავი XIII
ინფექცია და იმუნიტეტი

სწავლებამ ინფექციის შესახებ განვითარება ჰპოვა მიკრობიოლოგიის „ოქროს საუკუნეში“, როცა მიკროორგანიზმების როლი, როგორც ინფექციის გამომწვევებისა, ეჭვს აღარ იწვევდა. უკვე მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში დაისვა კითხვა ინფექციური აგენტების: ბაქტერიების, სოკოების, უმარტივესებისა და მოგვიანებით, ვირუსების ბუნებისა და პათოგენური მოქმედების მექანიზმების შესახებ. იმ დაავადებას, რომელიც განპირობებულია რომელიმე პარაზიტული ორგანიზმის არსებობით და რომელიც გადაეცემა დაავადებული ორგანიზმიდან ჯანმრთელს, ინფექციური დაავადება ეწოდება.

პათოგენური აგენტებისაგან ადამიანის დაცვა ხორციელდება სხვადასხვა ფაქტორებითა და მექანიზმებით. ისინი შეიძლება ორ ჯგუფად დაიყოს:

1. არასპეციფიკური დაცვის ფაქტორები და მექანიზმები, რომლებიც ფილოგენეტიკურად უძველესნი არიან. მათ მიეკუთვნება კანისა და ლორწოვანის ბარიერები, სეკრეტებისა და სისხლის შრატის მიკრობოციდული ნივთიერებები, მაფაგოციტირებელი უჯრედები, კომპლემენტის სისტემა, ნორმალური მიკროფლორა, ლიზოციმი, ბუნებრივი კილერი უჯრედები, ინტერფერონი.
2. იმუნური დაცვის სპეციფიკური ფაქტორები, რომელთა წარმოქმნა ინდუცირდება პათოგენური მიკროორგანიზმებით, მათი მასპინძლის ორგანიზმში შეღწევისა და გავრცელების შემდეგ.სპეციფიკური დაცვის ფაქტორები და მექანიზმები დაკავშირებულია მასპინძლის ორგანიზმის იმუნურ სისტემასთან. იმუნიტეტის ძირითადი ფუნქცია მდგომარეობს უცხო ანტიგენის შეცნობაში ანუ საკუთარი ანტიგენებისაგან ამ ანტიგენის გენეტიკური სხვაობის დადგენაში. იმუნიტეტის მიზანია ჰომეოსტაზის, ორგანიზმის სტრუქტურული და ფუნქციური მთლიანობის შენარჩუნება, აგრეთვე, ამ ანტიგენებზე სპეციფიკური მეხსიერების შენახვა ზოგჯერ მთელი სიცოცხლის მანძილზედაც კი.

13.1.ინფექციის ფორმები

ინფექციის ფორმები მეტისმეტად მრავალფეროვანია და დამოკიდებულია გამომწვევის ბუნებაზე, მაკროორგანიზმში მისი ლოკალიზაციისა და გავრცელების გზებზე.

გამომწვევი აგენტის გავრცელების გზებიდან გამომდინარე განასხვავებენ ეგზოგენურ-, ენდოგენურ- და აუტოინფექციას. ეგზოგენური ინფექციები აღმოცენდება გარემოდან ადამიანში პათოგენური მიკროორგანიზმების მოხვედრით. ენდოგენური ინფექცია წარმოიქმნება ნორმალური მიკროფლორის წარმომადგენლებით - თვით ინდივიდის პირობით - პათოგენური მიკროორგანიზმებით. ასეთი ტიპის ინფექციას ხშირად აქვს ადგილი ორგანიზმის იმუნოდეფიციტური მდგომარეობის შემთხვევაში. აუტოინფექცია ენდოგენური ინფექციის სახესხვაობაა, რომელიც წარმოიქმნება თვითდასენიანების შედეგად გამომწვევი აგენტის გადატანის გზით ადამიანის ორგანიზმის ერთი ბიოტოპიდან მეორეში.

გამომწვევი აგენტის ლოკალიზაციიდან გამომდინარე განასხვავებენ კეროვან ინფექციას, როდესაც მიკროორგანიზმები ლოკალიზდებიან ადგილობრივ კერაში და არ ვრცელდებიან ორგანიზმში. მაგალითად, ფურუნკულოზის დროს სტაფილოკოკები იმყოფებიან თმის ფოლიკულებში. მაკრო - და მიკროორგანიზმებს შორის წონასწორობის უმცირეს დარღვევის შემთხვევაშიც კი კეროვანი ინფექცია შეიძლება გადავიდეს გენერალიზებულ ფორმაში. ამ დროს გამომწვევი აგენტი ორგანიზმში ვრცელდება ლიმფოგენური და ჰემატოგენური გზით. ინფექციის გენერალიზებული ფორმის სახეებია: ბაქტერიემია, ვირუსემია,სეფსისი ანუ სეპტიცემია, სეპტიკოპიემია, ტოქსიკურ - სეპტიკური შოკი. ბაქტერიემიისა და ვირუსემიის დროს სისხლი მექანიკური გადამტანია, რადგანაც მასში მიკრობები არ მრავლდებიან. სეფსისის დროს გამომწვევი აგენტი მრავლდება სისხლში, ხოლო ჩირქოვანი კერების წარმოქმნისას იწყება სეპტიკოპიემია. სისხლში ბაქტერიებისა და მათი ტოქსინების მასიური შეჭრისას ვითარდება ბაქტერიული ანუ ტოქსიკურ- სეპტიკური შოკი.

მონოინფექციის გამომწვევია ამა თუ იმ მიკროორგანიზმის ერთი სახეობა მაშინ, როდესაც შერეული (მიქსტ) ინფექციისა ორი ან

ანტისხეულებს, მას გააჩნდეს მზა ანტისხეულები ინფექციასთან საბრძოლველად. მზა ანტისხეულების ინექცია ერთადერთი მეთოდია პასიური იმუნიტეტის მისაღებად. მაგრამ ასეთი სახის იმუნიტეტი მეხსიერი მოქმედების არის. და ქრება რამდენიმე კვირის შემდეგ, უცხო ცილების (ნ.ა.ხ.ვ.ე.ულ.ებ.ის) ინეიცირ ... ველიმინირების გამო. როგორც აქტიური, ასევე პასიური იმუნიტეტი მიეკუთვნება ე.წ. ხელოვნურ იმუნიტეტს.

შეძენილი იმუნიტეტი ყალიბდება ონთოგენეზის პროცესში და მემკვიდრეობით არ გადაეცემა. თუ ადამიანი დაავადდა ნატურალური ყვავილით, ამ დაავადების საწინააღმდეგო იმუნიტეტი განუვითარდება მხოლოდ მას და არა მის შთამომავლობას.

ბუნებრივი იმუნიტეტი ფილოგენეზის პროცესში გამომუშავებული გენეტიკურად დამკვიდრებული, ამა თუ იმ კონკრეტული სახეობის მემკვიდრეობით გადაცემული მდგრადობაა რომელიმე ანტიგენის ან მიკროორგანიზმისადმი. მემკვიდრეულ რეზისტენტობას დაავადებისადმი ბუნებრივი იმუნიტეტი ეწოდება.

თავი XIV
ანტიბიოტიკები

ინფექციური დაავადებების ქიმიოთერაპია გულისხმობს ბაქტერიული, ვირუსული, სოკოვანი და პროტოზოული დაავადებების მკურნალობას ქიმიოთერაპიული საშუალებებით. ისინი შერჩევითად ორგანავენ შესაბამისი ინფექციური აგენტების განვითარებასა და გამრავლებას.

ბაქტერიულ უჯრედში არსებობს 4 მთავარი უბანი, რომლებიც განსხვავდებიან ადამიანის უჯრედებისაგან და, ამდენად, წარმოადგენენ სამიზნეს ქიმიური პრეპარატებისათვის, როგორიცაა: უჯრედის კედელი, რიბოსომები, ნუკლეინის მჟავები და ციტოპლაზმური მემბრანა.

ამჟამად მიღებულია სხვადასხვა ანტიმიკრობული და ანტიპარაზიტული ქიმიოთერაპიული საშუალებების დიდი რაოდენობა, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ქიმიური შემადგენლობით, მოქმედების მექანიზმითა და სხვა თვისებებით, მაგრამ მათ ავრთიანებთ შემდეგი საერთო ნიშან-თვისებები:

1. ადამიანის ორგანიზმზე შესამჩნევი ტოქსიკური მოქმედების არარსებობა;

2. ამა თუ იმ ქიმიოპრეპარატის ანტიმიკრობული სპექტრით განპირობებული შერჩევითი მოქმედება მიკროორგანიზმებზე;

3. ბაქტერიოსტატიკური და ბაქტერიოციდული მოქმედება. პირველ შემთხვევაში ადგილი აქვს ბაქტერიების ზრდისა და გამრავლების სრულ ან ნაწილობრივ დათრგუნვას, მეორეში კი – მათ დაღუპვას;

4. სამკურნალო წამლებისადმი მიკროორგანიზმების რეზისტენტული ფორმების მუდმივი ფორმირება.

14.1. ქიმიური პრეპარატების უმნიშვნელოვანესი ჯგუფები

ქიმიოთერაპიის ფუძემდებელია გერმანელი მეცნიერი პარაცელსი, რომელიც ადამიანებისა და ცხოველების ინფექციური დაავადებების სამკურნალოდ იყენებდა სხვადასხვა ნივთიერებებს: ვერცხლისწყლის, სპილენძის, ბისმუტის, ანტიმონის, ოქროს, ფოსფორის, ზოგიერთ ორგანულ ნაერთებს, ალკოლოიდებს, ეთერზეთებს, ბალზამებს, ტანინებს, ალაბასტრებს, ბალახებს, ფესვებს, ფოთლებს, ყვავილებს, ფოთოლცვენილ ხეებს, ფუტკრის ნაწარმს, ცხოველურ ორგანოებს, ექსკრეტებს, ფეკალიებს, ფერფლებს, ალკოჰოლებს, ეთერებს, ალდეჰიდებს, ტალღებს, ელექტრონებს, ელექტრულ ველებს, ელექტროენერგიას, ფოტონებს, ულტრაბგერებს, ულტრამაღალსიხშირეებს, ბეტა-, გამა-, ალფა-, ნეიტრონულ, ბეტონულ, ალფონულ, ალფა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ნეიტრონულ, ალფა-ბეტონულ, ალფა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტა-ბეტ

13.2. იმუნიტეტის სახეები

იმუნიტეტის ძირითადი ფუნქცია მდგომარეობს უცხო ანტიგენის შეცნობაში. იმუნიტეტმა უნდა შეძლოს მიზნის დამახასიათებელი რეაქციებით და მექანიზმებით აღმოფხვრას ანტიგენის გავლენა ორგანიზმში მიმდინარე ბიოლოგიურ პროცესებზე. იმუნიტეტის მიზანია ჰომეოსტაზის, ორგანიზმის სტრუქტურული და ფუნქციური მთლიანობის შეხარჩუნება, აგრეთვე, ამ ანტიგენებზე სპეციფიკური მესსიერების შენახვა ზოგჯერ მთელი სიცოცხლის მანძილზედაც კი. არსებობს უჯრედული და ჰუმორული იმუნიტეტი. უჯრედული იმუნიტეტის აღმომჩენია რუსი მეცნიერი **ილია მეჩნიკოვი**, ხოლო ჰუმორული იმუნიტეტის - გერმანელი **პაულ ერლიხი**. უჯრედული და ჰუმორული იმუნიტეტის გარდა არსებობს იმუნიტეტის შემდეგი სახეები: აქტიური, პასიური, შეძენილი , ბუნებრივი და სხვა.

აქტიური იმუნიტეტი განპირობებულია ორგანიზმში სპეციფიკური ცილების, ე.წ. ანტისხეულების წარმოქმნით, რომლებიც სისხლსა და ქსოვილოვან სითხეებში გამოიყოფიან რომელიმე უცხო ანტიგენის ორგანიზმში შეჭრის ან(შეყვანის) საპასუხოდ. ორგანიზმი თვით ანუ აქტიურად გამოიმუშავებს ანტისხეულებს უცხო ანტიგენის წინააღმდეგ. ამ შემთხვევაში ანტისხეული და ანტიგენი ერთმანეთთან რეაგირებენ, რაც ორგანიზმს თავიდან აცილებს შესაბამის დაავადებას.

აქტიური იმუნიტეტის ხელოვნურად გამომუშავების მეოთხე მდგომარეობს ორგანიზმის აცრაში ვაქცინის საშუალებით. ვაქცინა ეს არის ამა თუ იმ დაავადების გამომწვევი აგენტი, რომელიც საკმარისად მძლავრია, რომ გაუწიოს სტიმულირება ორგანიზმში ანტისხეულების წარმოქმნას, მაგრამ - არა იმდენად მძლავრი, რომ თვით დაავადება გამოიწვიოს.

პასიური იმუნიტეტი - ზოგჯერ ორგანიზმს არ შეუძლია სწრაფად გამოიმუშაოს ანტისხეულები ამა თუ იმ მიკრობის ანტიგენებთან საბრძოლველად. ამ შემთხვევაში ახდენენ რომელიმე იმუნიზირებული ცხოველის (ცხენის ან ბოცვერის) ანტისხეულების ინექციას ადამიანში, რათა იმ დრომდე, ვიდრე ადამიანის ორგანიზმი თვით არ გამოიმუშავებს საკუთარ

ბებს (მაგალითად, ვერცხლისწყლისა და დარიშხანის მარილებს).

ქიმიოთერაპიის მეცნიერული ასპექტის შემუშავებაში უდიდესი როლი მიუძღვის გერმანელ მეცნიერებს **პ. ერლიხს** ა და **გ. დომაგკის**. 1932 წელს აღმოჩენილ იქნა სულფანილამიდური პრეპარატები (სტრეპტოციდი, ნორსულფაზოლი, ფტალაზოლი, სულგინი და სხვა). სულფანილამიდური პრეპარატები ძალზე ეფექტური აღმოჩნდა ჩირქოვან-ანთებითი დაავადებების, პნევმონიების, დიზენტერიისა და სხვა დაავადებათა სამკურნალოდ.

მედიცინისათვის ჭეშმარიტად რევოლუციური მნიშვნელობა ჰქონდა ანტიბიოტიკების აღმოჩენას. ანტიბიოტიკებმა თავისი ეფექტურობით გადააჭარბა ადრე გამოყენებულ ქიმიოპრეპარატებს.

ტერმინი „ანტიბიოტიკი", რაც სიცოცხლის საწინააღმდეგოს ნიშნავს, შემოიღო **ზ. ვაქსმანმა**. იგი ანტიბიოტიკებს ასე განმარტავდა: „მიკროორგანიზმების მიერ წარმოქმნილი ისეთი ქიმიური ნივთიერებები, რომელთაც გააჩნიათ უნარი არა მარტო დათრგუნონ, არამედ გაანადგურონ კიდევაც ბაქტერიები და სხვა მიკროორგანიზმები". ზ. ერმოლოვამ კიდევ უფრო გააფართოვა ამ ტერმინის მნიშვნელობა. „ანტიბიოტიკები ბუნებრივი წარმოშობის ნივთიერებებია, რომელთაც გააჩნიათ მკვეთრად გამოხატული ბიოლოგიური აქტიურობა. მათი მიღება შესაძლებელია მიკრობებისაგან, მცენარეებისა და ცხოველური ორგანიზმებისაგან, აგრეთვე, – სინთეზური გზით".

ანტიბიოტიკების აღმოჩენის ისტორია დაკავშირებულია შოტლანდიელი **ა. ფლემინგისა** და ამერიკელი სწავლულების **დ. დიუბოსა** და **ზ. ვაქსმანის** სახელებთან. 1925 წელს ა. ფლემინგმა დაადგინა, რომ ობის სოკოს Penicillum notatum-ის ფილტრატი შეიცავს სტაფილოკოკის დამთრგუნველ რაღაც ნივთიერებას. ამ ნივთიერებამ პენიცილინის სახელწოდება მიიღო. ეს პრეპარატი სუფთა სახით მიღებულ იქნა მხოლოდ 1940 წელს. გ. დიუბომ Bacillus brevis-ის კულტურიდან გამოყო 2 ანტიბიოტიკი – თიროციდინი და გრამიციდინი, თუმცა მათ ისეთი ფართო გამოყენება ვერ ჰპოვეს, როგორც – პენიცილინმა.

ზ. ვაქსმანმა აღმოაჩინა ზოგიერთი ანტიბიოტიკი, რომელთა

პროდუცენტები იყვნენ აქტინომიცეტების სხვადასხვა სახეობები. ყველაზე დიდი აღმოჩენა იყო 1943 წელს სტრეპტომიცინი, რომლის პროდუცენტია Steeptomyces griseus. სტრეპტომიცინი ეფექტური აღმოჩნდა ტუბერკულოზისა და შავი ჭირის სამკურნალოდ.

ანტიბიოტიკების ძირითადი პროდუცენტებია ნიადაგსა და წყალში ბინადარი მიკროორგანიზმები, რომლებიც იმყოფებიან სხვადასხვა ურთიერთობებში. კერძოდ, ნეიტრალურ, ურთიერთსასარგებლო, მაგრამ უფრო ხშირად – ანტაგონისტურში. ანტაგონიზმს აკვირდებოდა **ლ. პასტერი. ი. მეჩნიკოვმა** შესაძლებლად ჩათვალა ბაქტერიების ერთმანეთისადმი ანტაგონიზმი გამოეყენებინა ადამიანის ინტერესებში, კერძოდ, მისი რეკომენდაციით, ლპობის ბაქტერიების აქტიურობა კუჭ-ნაწლავში ამცირებს ადამიანის სიცოცხლის საშუალო ხანგრძლივობას, რაც შესაძლებელია დაითრგუნოს რძემჟავა ბაქტერიების საშუალებით. რძემჟავა ბაქტერიები ლპობის გამომწვევი მიკრობების ანტაგონისტებია.

ანტიბიოტიკს მედიცინაში გამოყენებისათვის უნდა გააჩნდეს ზოგიერთი აუცილებელი თვისება:

1. დაბალი კონცენტრაციის (10-30 მკმ/მლ) შემთხვევაში ანტიბიოტიკმა უნდა მოკლას დაავადების გამომწვევი ან დათრგუნოს მათი ზრდა და გავრცელება.

2. ანტიბიოტიკის აქტიურობა არ უნდა მცირდებოდეს ორგანიზმის სითხეების გავლენით.

3. ანტიბიოტიკმა სწრაფად უნდა მოახდინოს მიკროორგანიზმზე ზემოქმედება, რათა მოკლე დროში შეწყვიტოს მათი სასიცოცხლო ციკლი.

4. ანტიბიოტიკი არ უნდა იყოს მავნე მაკროორგანიზმისათვის, როგორც ერთჯერადი, ასევე მრავალჯერადი შეყვანისას, არ უნდა ვლინდებოდეს მისი არც ალერგიული და არც ტოქსიკური თვისებები.

5. ანტიბიოტიკი არ უნდა უშლიდეს ხელს გამოჯანმრთელების პროცესს.

6. ანტიბიოტიკმა არ უნდა დათრგუნოს იმუნოლოგიური რეაქციები.

არსებობს ანტიბიოტიკების მიღების 3 ძირითადი ხერხი:

1. ბიოლოგიური სინთეზი (ამ გზით იღებენ ბუნებრივ ანტიბიოტიკებს).

2. ბიოსინთეზი, რაც ითვალისწინებს შემდგომ ქიმიურ მოდიფიკაციებს (ნახევრადსინთეზური ანტიბიოტიკები).

3. ქიმიური სინთეზი. ასე ღებულობენ ბუნებრივი ანტიბიოტიკების სინთეზურ ანალოგებს (მაგალითად, ლევომიცეტინი, იგივე ქლორამფენიკოლი). ამ ნივთიერებებს ბუნებრივი ანტიბიოტიკების სტრუქტურა აქვთ, თუმცა მათი მოლეკულები ქიმიურად არიან სინთეზირებულნი.

მედიცინაში ანტიბიოტიკების გამოყენების შედეგად შემცირდა ინფექციური დაავადებებით გამოწვეული სიკვდილიანობა. შემცირდა პოსტინფექციური გართულებების რიცხვი.

14.2. ანტიბიოტიკების კლასიფიკაცია

ანტიბიოტიკების კლასიფიკაცია ხდება მიღების წყაროს, ქიმიური შედგენილობის, მოქმედების მექანიზმისა და მოქმედების სპექტრის მიხედვით.

მიღების წყაროს მიხედვით ანტიბიოტიკები შეიძლება დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

1. **სოკოებიდან მიღებული ანტიბიოტიკები.** სოკოები ანტიბიოტიკების აქტიური პროდუცენტებია. მაგალითად: Penicillum notatum და P. chrysogenum.

2. **აქტინომიცეტებიდან მიღებული ანტიბიოტიკები.** ნიადაგში მობინადრე აქტინომიცეტების დაახლოებით 50%-ს აქვს ანტიბიოტიკური აქტივობა. 1943 წელს ამერიკელმა მეცნიერმა ვაქსმანმა მიიღო სტრეპტომიცინი. Actinomyces venezuella-დან მიიღეს ქლორომიცეტინი. Actinomyces aureafaciens-იდან – აურეომიცინი (ბიომიცინი), Actinomyces canamyceticus-იდან – კანამიცინი და სხვა. სულ აქტინომიცეტებიდან მიღებულია 500-მდე ანტიბიოტიკი, მაგრამ პრაქტიკაში გამოიყენება რამდენიმე ათეული.

3. **ბაქტერიებიდან მიღებული ანტიბიოტიკები.** გრამიციდინი და გრამიციდინი C მიიღეს Bacillus brevis-დან, Sarratia marcescens-დან

– პროდიგიოზინი, Bacillus subtilis-იდან – სუბტილინი, Bacillus polymixa-იდან – პოლიმიქსინი.

4. **ცხოველთა ქსოვილებიდან მიღებული ანტიბიოტიკები**. თევზის ქსოვილიდან მიიღეს ანტიბიოტიკი ეკმოლინი, რომელიც სხვა ანტიბიოტიკებთან ერთად იხმარება პრაქტიკაში.

5. **მცენარეებიდან მიღებული ანტიბიოტიკები – ფიტონციდები**. ისინი პირველად 1928 წელს აღმოაჩინა **ბ. ტოკინმა**. ეს ნივთიერებები ქიმიური შედგენილობის თავისებურებათა გამო ძალიან არამდგრადები არიან, რაც აძნელებს მათგან სტანდარტული პრეპარატების დამზადებას. მიუხედავად ამისა, ფიტონციდების, როგორც სამკურნალო საშუალებების, პერსპექტიულობა ეჭვს არ იწვევს.

ანტიმიკრობული მოქმედების სპექტრის მიხედვით ანტიბიოტიკები იყოფა ორ ჯგუფად: მოქმედების ვიწრო და ფართო სპექტრის ნივთიერებებად. ვიწრო სპექტრის ანტიბიოტიკებს მიეკუთვნება ბენზილპენიცილინი, რომელიც ეფექტურია მხოლოდ ჩირქმბადი კოკებისა და ზოგიერთი გრამდადებითი ბაქტერიის წინააღმდეგ. ამ ჯგუფში შედის პოლიენური ანტიბიოტიკები: ნისტატინი, ლევორინი, ამფოტერიცინი B, რომელთაც გააჩნიათ ანტიმიკრობული მოქმედება მხოლოდ ზოგიერთი სოკოსა და უმარტივესების მიმართ. მოქმედების ფართო სპექტრის ანტიბიოტიკებს გააჩნიათ ანტიბაქტერიული აქტიურობა მრავალი გრამდადებითი და გრამუარყოფითი ბაქტერიების მიმართ. ზოგიერთი ეფექტურია რიკეტსიების, ქლამიდიების, მიკოპლაზმებისა და ა. შ. მიმართ. ფართო სპექტრის ანტიბიოტიკებს მიეკუთვნება მესამე თაობის ცეფალოსპორინები, ტეტრაციკლინები, ლევომიცეტინი, ამინოგლიკოზიდები, მაკროლიდები, რიფამიცინი და სხვა.

ანტიბაქტერიული მოქმედების მექანიზმის მიხედვით ანტიბიოტიკების ოთხი ჯგუფი არსებობს:

1. უჯრედის კედლის სინთეზის სპეციფიკური ინჰიბიტორები: პენიცილინები, ცეფალოსპორინები, რისტომიცინი, გრამიციდინი.

2. უჯრედული მემბრანის მოლეკულური ორგანიზაციისა და ფუნქციის დამრღვევები: პოლიმიქსინები, სოკოების საწინააღმდეგო ანტიბიოტიკები (ნისტატინი, ლევორინი, ამფოტერიცინი B).

3. ცილის სინთეზის ინჰიბიტორები: ლევომიცეტინი, ტეტრა-

ციკლინები, ლინკომიცინი, მაკროლიდები (ერითრომიცინი, ოლეანდომიცინი), ამინოგლიკოზიდები (სტრეპტომიცინი, კანამიცინი, გენტამიცინი და სხვა).

4. დნმ-ისა და რნმ-ის სინთეზის ინჰიბიტორები: რიფამიფიცინი, ნოვობიოცინი.

14.3. ანტიბიოტიკების მოქმედების მექანიზმი

ყველა ანტიბიოტიკს გააჩნია შერჩევითი მოქმედება. მათი შედარებითი უვნებლობა ადამიანისათვის განპირობებულია იმით, რომ ისინი მიკრობულ უჯრედში ან ვირუსში სპეციფიკურად თრგუნავენ ისეთ მეტაბოლურ პროცესებს, რომლებიც არ გააჩნიათ ეუკარიოტულ უჯრედებს ან მათთვის მიუწვდომელნი არიან. ამ მხრივ უნიკალურია ბეტა-ლაქტამური ანტიბიოტიკების მოქმედების მექანიზმი. მათი სამიზნე ტრასპეპტიდაზებია, რომლებიც ამთავრებენ უჯრედის კედლის პეპტიდოგლიკანის სინთეზს, რადგანაც უჯრედის კედელი გააჩნია მხოლოდ პროკარიოტებს. ამდენად, ბეტა-ლაქტამურ ანტიბიოტიკებს ეუკარიოტულ უჯრედში არ გააჩნია სამიზნე. ბაქტერიის უჯრედის კედლის სინთეზის პროცესს აბრკოლებენ, აგრეთვე, ისეთი ანტიბიოტიკები, როგორებიცაა ფოსფომიცინი, ციკლოსერინი, რისტომიცინი.

ისეთი ანტიბიოტიკების მოქმედების მექანიზმი, როგორებიცაა: ქლორამფენიკოლი, ტეტრაციკლინები, სტრეპტომიცინი, ერითრომიცინი და სხვა მაკროლიდები, დაკავშირებულია ცილის სინთეზის დათრგუნვასთან 70 S-იანი რიბოსომის დონეზე.

რიფამიცინები თრგუნავენ დნმ-ზე დამოკიდებულ რნმ-პოლიმერაზას აქტიურობას, რის გამოც ბაქტერიებში წყდება ტრანსკრიპციის პროცესები.

14.4. ანტიბიოტიკორეზისტენტობა

სულფანილამიდური პრეპარატებისა და განსაკუთრებით ანტიბიოტიკების გამოყენებამ წარმოშვა ახალი რთული პრობლემა –

სამკურნალო პრეპარატებისადმი მიკროორგანიზმების მდგრადობის პრობლემა.

მიკროორგანიზმების რეზისტენტობა ქიმიური პრეპარატებისადმი შეიძლება იყოს ბუნებრივი და შეძენილი.

ბუნებრივი რეზისტენტობა. ბაქტერიების ზოგიერთი სახეობა ბუნებრივად არის მდგრადი ანტიბიოტიკების გარკვეული ოჯახებისადმი ან შესაბამისი სამიზნის არარსებობის (მაგალითად, მიკოპლაზმებს არა აქვთ უჯრედის კედელი. ამიტომ ისინი არ ამჟღავნებენ მგრძნობელობას ამ ორგანოიდზე მოქმედი პრეპარატების მიმართ), ან ამა თუ იმ პრეპარატის ბაქტერიაში შეუღწევადობის გამო.

შეძენილი რეზისტენტობა ბიოლოგიური კანონზომიერებაა, რაც დაკავშირებულია მიკროორგანიზმების ადაპტაციასთან გარემო პირობების ცვლილებებისადმი.

მეცნიერებმა დაიწყეს პენიცილინისადმი რეზისტენტულობის გადალახვის გზების ძიება. ამ პრობლემის გადაწყვეტაში დიდი როლი შეასრულა პენიცილინის ბიოსინთეზის გზების შესწავლამ. პენიცილინის მოლეკულის საფუძველს შეადგენს ბეტალაქტამური რგოლი. 1959 წელს გამოყოფილ იქნა 6-ამინოპენიცილინის მჟავა, რის საფუძველზედაც შეიქმნა პენიცილინის ახალი თაობა – ნახევრადსინთეზური პენიცილინები (ამპიცილინი, ოქსაცილინი და სხვა), რომლებიც აქტიურები აღმოჩნდენ პენიცილინისადმი მდგრადი შტამების მიმართ. მაგრამ ახალი თაობის პენიცილინებისადმიც გამოჩნდა სტაფილოკოკების რეზისტენტული შტამები. მათი რეზისტენტობა დაკავშირებული აღმოჩნდა პენიცილინის ბეტალაქტამური რგოლის დამშლელი ფერმენტის – ბეტა-ლაქტამაზების წარმოქმნასთან.

პენიცილის ჯგუფის ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტობის დაძლევის გზაზე შემდეგი ნაბიჯი იყო ანტიბიოტიკ ცეფალოსპორინის მიღება, რომლის პროდუცენტია Cephalosporium-ის გვარის სოკო. ცეფალოსპორინებს პენიცილინებთან შედარებით უფრო ნაკლები ალერგიული აქტიურობა და მოქმედების უფრო ფართო სპექტრი აქვთ. ბოლო ხანებში ცეფალოსპორინების მიმართაც გაჩნდნენ ბაქტერიების რეზისტენტული შტამები, რომელთაც გაჩნიათ ცეფალოსპორინის მოლეკულის დამშლელი ბეტა-ლაქტამაზები, რომლებიც ახდენენ ანტიბიოტიკების ჰიდროლიზს, რის შედეგადაც ისინი ვეღარ ავლენენ თავის ანტიმიკრობულ პოტენციალს.

ბეტა-ლაქტამური ანტიბიოტიკებისადმი მდგრადობის გადასალახავად გამოყენებულ იქნა პრინციპულად ახალი მიდგომა, რაც ითვალისწინებს ისეთი ანტიბიოტიკების ძიებას, რომლებიც დამშლელად იმოქმედებდნენ ბეტა-ლაქტამაზებზე. ამ ფერმენტების ინჰიბიტორი გამოდგა კლავულანის მჟავა. ეს მჟავა შეიცავს ბეტა-ლაქტამურ რგოლს, მაგრამ თვითონ სუსტი ანტიბიოტიკია. სამაგიეროდ, მის მოლეკულას ძალუძს შეიჭრას ბეტა-ლაქტამაზას აქტიურ ცენტრში და გამოიწვიოს რეაქციები, რის შედეგადაც ბეტა-ლაქტამაზას მოლეკულა კარგავს აქტიურობას.

ამოქსიცილინის (ფართო მოქმედების სპექტრის პენიცილინის) და კლავულანის მჟავას (ბეტა-ლაქტამაზების ინჰიბიტორის) საფუძველზე მიიღეს კომბინირებული ანტიბიოტიკი – აუგმენტინი. იგი ანტიბაქტერიული აქტივობით აღემატება ფართო სპექტრის ანტიბიოტიკების უმრავლესობას. აქტიურია როგორც გრამდადებითი, ასევე გრამუარყოფითი, აერობული და ანაერობული ბაქტერიების მიმართ, რომელთა რიცხვში შედის ბეტა-ლაქტამაზების გამომმუშავებელი ბაქტერიებიც.

14.5. ანტიბიოტიკოთერაპიის თანმხლები რეაქციები

ანტიბიოტიკების მრავალჯერადი და ხანგრძლივი გამოყენებისას ვითარდება არასასურველი რეაქციები, რომლებიც იყოფა 4 ჯგუფად. ესენია: ალერგიული, ტოქსიკური, ენდოტოქსიკური და დისბაქტერიოზული.

ალერგიულ რეაქციებს ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც ანტიბიოტიკი გამოდის ალერგენის როლში. ალერგიას შეიძლება ჰქონდეს ჭინჭრის ციების, დერმატიტის, რინიტის და ა. შ. ხასიათი. ძალზე სახიფათოა პენიცილინის შოკი – დაუყოვნებელი ტიპის ჰიპერმგრძნობელობის რეაქცია.

ტოქსიკური რეაქციები უფრო ხშირად ვითარდება ანტიბიოტიკის ორგანოტროპულ ფარმაკოდინამიურ მოქმედებასთან კავშირ-

ში და ხანგრძლივი მკურნალობისას ვლინდება ვესტიბულარული აპარატის (ნეომიცინი, კანამიცინი, სტრეპტომიცინი და სხვა), თირკმლების (პოლიმიქსინი, ნეომიცინი, კანამიცინი, სტრეპტომიცინი), პერიფერიული ნერვების, ცენტრალური ნერვული სისტემისა (ციკლოსერინი, პოლიმიქსინი, ნეომიცინი, პენიცილინი, სტრეპტომიცინი და ა. შ.) და სხვა დაზიანებები.

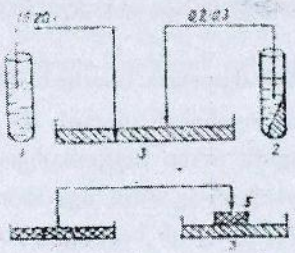
ენდოტოქსიკური რეაქციები ვლინდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ანტიბიოტიკის გავლენით ხდება გრამუარყოფითი ბაქტერიების მასიური ლიზისი, რასაც თან ახლავს მათი ენდოტოქსინის (ლიპოპოლისაქარიდის) გამოყოფა და სისხლში გადასვლა.

ხშირი გართულებაა დისბაქტერიოზი. ეს მდგომარეობა ვითარდება იმის გამო, რომ გამოყენებული ანტიბიოტიკი მოქმედებს არა მარტო გამომწვევი აგენტის საწინააღმდეგოდ, არამედ თრგუნავს ნორმალურ მიკროფლორასაც. ამის შემდეგ შუფერხებლად მრავლდებიან ანტიბიოტიკისადმი რეზისტენტული მიკროორგანიზმები. ესენია: სტაფილოკოკები, საფუვრის მაგვარი სოკოები, ფსევდომონადები, პროტეუსი და სხვა. მძიმე კლინიკური მიმდინარეობა აქვს გენერალიზებულ კანდიდოზს (კანდიდოსეფსისი), სტაფილოკოკურ ენტეროკოლიტს, სტაფილოკოკებითა და გრამუარყოფითი ჩხირებით გამოწვეულ მეორეულ პნევმონიას.

14.6. ანტიბიოტიკური აქტივობის განსაზღვრის მეთოდები

მიკრობი ანტაგონისტის გამოვლენასა და ანტიბიოტიკური თვისებების შესწავლაში განსაზღვრულ როლს ასრულებს სწორად შერჩეული ტესტი. ტესტად გამოიყენება სხვადასხვა ტაქსონომიური ჯგუფის მიკროორგანიზმები, ესენია:Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Bacillus subtilis, Streptomyces griseus, Aspergillus niger და სხვა. მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში: მიკროორგანიზმის მიერ სინთეზირებული ანტიბიოტიკი დიფუნდირებს საკვებ არეში და მას აღმოაჩნდება ბაქტერიოციდული ან ბაქტერიოსტატიკური მოქმედება ტესტ-ორგანიზმის მიმართ.

აგარ-აგარიანი ბლოკის მეთოდი. ანტაგონისტურ აქტივობაზე გამოცდილ სუფთა კულტურას თესავენ აგარ-აგარიან პეტრის ფინჯანზე. თერმოსტატში კულტივირებას ახდენენ მანამ, სანამ ბიომასა არ დაფარავს საკვები არის ზედაპირს მთლიან გაზონად. შემდეგ საცობის საბურღით (6-8მმ) ამოღრიან აგარ-აგარიან ბლოკებს, გადაიტანენ მეორე ფინჯანზე და ათავსებენ ცარიელი ფინჯნის ცენტრში. ამის შემდეგ მასზე ასხამენ გამღვალ აგარ-აგარიან საკვებ არეს, რომელიც ტესტ-მიკროორგანიზმისათვის არის ხელსაყრელი. საკვებ არეს ასხამენ იმ რაოდენობით, რომ ბლოკი მაღალი იყოს საკვები არის ზედაპირზე 1-2მმ-ით. ფინჯნის რადიუსის მიმართულებით სტერილური ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით თესავენ შტრიხებად ტესტ- ორგანიზმს. ბლოკის მგრძნობელობას აფასებენ მანძილის გაზომვით ბლოკიდან გაზრდილი ტესტ-კულტურის შტრიხამდე. რაც უფრო დიდია მანძილი, მით მეტია საცდელი კულტურის მიერ გამომუშავებული ანტიბიოტიკის მგრძნობელობა ტესტ- ორგანიზმის მიმართ (სურ.48).

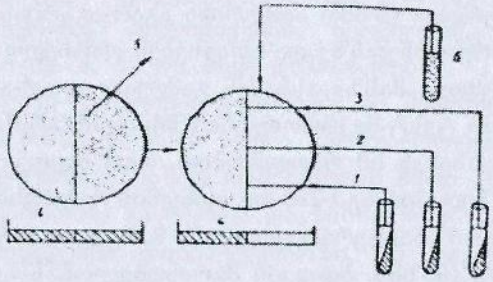


სურ.48. მიკპობი-ანტაგონისტისანტიბიოლოგიური აქტივობის შესწავლა აგარ-აგარიანი ბლოკის მეთოდით

1-გამლღვალი ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარი; 2-სინჯარაში ირიბი აგარის ზედაპირზე გაზრდილი ტესტ-კულტურის სუსპენზია; 3-პეტრის ფინჯანი ხორცპეპტონიანი აგარით და ტესტ-კულტურით, რომელიც დათესილია მთლიან გაზონად; 4-პეტრის ფინჯნები მიკრობებით, რომელთა ანტიბიოტიკურ აქტივობას იკვლევენ; 5- აგარ-აგარიანი ბლოკი მიკრობი-ანტაგონისტით.

პერპენდიკულარული შტრიხების მეთოდი.მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ პეტრის ფინჯნის რადიუსის მიმართულებით 1-1,5 სმ-ის ზოლებად სტერილური ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით სქლად თესავენ ანტაგონიზმზე გამოკვლეულ მიკროორგანიზმს. ფინჯნებს ათავსებენ თერმოსტატში. გაზრდილი მიკროორგანიზმე-

ბის პერპენდიკულარულად შტრიხებად თესავენ ტესტ-კულტურის სტანდარტულ სუსპენზიას. ფინჯნებს კვლავ ათავსებენ თერმოსტატში ტესტ-მიკროორგანიზმისათვის ხელსაყრელ ტემპერატურაზე (სურ.49).



სურ.49. მიკროორგანიზმთა ანტაგონისტური თვისებების შესწავლა ტესტ-მკირობის შტრიხებად თესვის მეთოდით მიკრობ-ანტაგონისტის მიმართ, რომელიც პეტრის ფინჯნის ნახევარზეა გაზრდილი

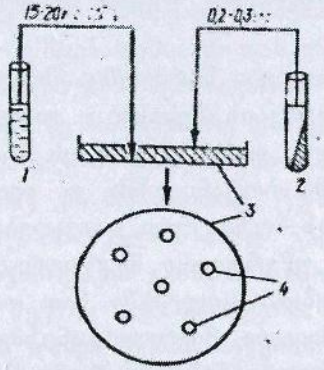
1-3-ტესტ-კულტურის სუსპენზია; 4-პეტრის ფინჯანი ტესტ-კულტურით; 5-პეტრის ფინჯნის ნახევარი, რომელზედაც მთლიან გაზონად მიკრობი-ანტაგონისტია გაზრდილი; 6-სინჯარა გამლღვალი ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარით

ქაღალდის დისკოების მეთოდი. სითხის ანტიბიოტიკური აქტივობის განსაზღვრისათვის იყენებენ ღარის ან ქაღალდის დისკოების მეთოდს. ღარის მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში: პეტრის ფინჯანში გაციეებული აგარ-აგარის ზედაპირზე სკალპერით ჭრიან 1-2 სმ ღარს, რომელსაც ავსებენ საცდელი თხევადი მასალით. ღარის პერპენდიკულარულად კი შტრიხებად თესავენ ტესტ-მიკროორგანიზმს.

ქაღალდის დისკოების მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს,რომ ფილტრის ქაღალდის დისკოებს ავლებენ საცდელ ხსნარში და ათავსებენ აგარ-აგარის ზედაპირზე, რომელზედაც დათესილია ტესტ-კულტურა (სურ.50).

სამედიცინო პრაქტიკაში გამოიყენება მეთოდები, რომლებიც ემყარება აგარ-აგარში ანტიბიოტიკების დიფუზიას. ამისათვის იყენებენ სტანდარტულ დისკოებს, რომლებიც წარმოადგენენ 5 მმ-ი დიამეტრის მრგვალ ფირფირტებს. ფირფიტები დამზადებულია უმაღლესი ხარისხის ფილტრის ქარალდისაგან და გავლებულია ისეთი კონცენტრაციის ანტიბიოტიკებში, რომლებიც უზრუნველყოფს

მგრძნობიარე ტესტ-მიკრობის ზრდის შეჩერებას. სხვადასხვა ანტიბიოტიკით გაჟღენთილი დისკოები კონტრასტულ ფერებადაა შეღებილი.



სურ.50. მიკროორგანიზმთა მგრძნობელობის განსაზღვრა ცნობილი ანტიბიოტიკის მიმართ ქაღალდის დისკოების მეთოდით

1-სინჯარა გამღვალი ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარით; 2-ტესტ-მიკრობის სუსპენზია; 3-პეტრის ფინჯნები აგარ-აგარიანი ფირფიტით, რომელზედაც მთლიან გაზონად დათესილია ტესტ-მიკრობი; 4-ანტიბიოტიკით გაჟღენთილი ქაღალდის დისკოები

თავი XV
ვირუსები

15.1. ვირუსების ზოგადი დახასიათება

ვირუსული დაავადებები წარმოიშვა შორეულ წარსულში, ხოლო მეცნიერება ვირუსების შესახებ – ვირუსოლოგია მე-19 საუკუნის ბოლოს. სიტყვა „ვირუსი“ ნიშნავს შხამს.

1892 წელს რუსმა ბოტანიკოსმა **დ. ივანოვსკიმ** შეისწავლა თამბაქოს ფოთლების მოზაიკური დაავადება და დაადგინა, რომ დაავადებას იწვევს უწვრილესი მიკროორგანიზმები, რომლებიც გადიან წვრილფორებიან ფილტრში. მათ თავდაპირველად უწოდეს ფილტრში გამავალი მიკროორგანიზმები. შემდეგ აღმოჩენილ იქნა სხვა მიკროორგანიზმები, რომლებიც ასევე გადიოდნენ ბაქტერიულ ფილტრში, ამიტომ ფილტრში გამავალ მიკრობებს უბრალოდ ვირუსები უწოდეს.

დ. ივანოვსკიმ ჩაატარა ცდები დასენიანებაზე. მან თამბაქოს დაავადებული ფოთლები დანაყა წყალთან ერთად და ინექცია გაუკეთა საღ ფოთლებს. მეცნიერმა გააკეთა დასკვნა, რომ მოზაიკური მცენარის ყველა ნაწილის წვენი დამასენიანებელია და საღი ეგზემპლარის აცრა იწვევს მათში დაავადების განვითარებას. მანვე დაადგინა, რომ დაავადების აგენტი გადის ფილტრში. ივანოვსკიმ შეიმუშავა თამბაქოს მოზაიკური დაავადების საწინააღმდეგოდ ბრძოლის ღონისძიებები. იგი საჭიროდ მიიჩნევდა, რომ დაავადებული მცენარეები მოეშორებინათ და დაეწვათ დაავადების საწყისის მოსაცილებლად. ასევე საჭიროა მიწის ხშირი ცვლა სანერგეში. ივანოვსკიმ ნამდვილად აღმოაჩინა თამბაქოს მოზაიკის ვირუსი, აღწერა თვით მოვლენა, მაგრამ არ მოუცია მისი შესაბამისი სახელწოდება. 1903 წელს გამოქვეყნდა მისი სადოქტორო დისერტაცია „თამბაქოს მოზაიკური დაავადება“. ამ ნაშრომში მოცემული იყო იმ შეხედულებათა შემდგომი განვითარება, რომელიც აღნიშნული იყო მის მიერ 1892 წლის გამოკვლევებში.

ჯერ კიდევ 1898 წელს გამოვიდა ჰოლანდიელი მეცნიერის **ბეიერინკისა** და გერმანელი მეცნიერების **ლეფლერისა** და **ფროშის**

ნაშრომები ფილტრში გამავალი თურქულის გამომწვევის შესახებ, რომელსაც უწოდეს ფილტრში გამავალი ვირუსი. ბეიერინკი თავის გამოკვლევებში მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მოზაიკით დაავადება გამოწვეულია თხევადი ნივთიერებით, რომელიც მრავლდება თამბაქოს მცენარეში. ეს დასკვნა გააკეთა ცდის საფუძველზე: გასტერილებული აგარ-აგარის ნაჭრით, რომელშიც დიფუნდირებული იყო წვენი, მცენარე დაასენიანა. ივანოვსკი დაეჭვდა ბეიერინკის ვარაუდის სისწორეში და დაადგინა, რომ შეწონილი ნაწილაკებიც კი, მაგალითად, ტუში შეიძლება დიფუნდირდეს აგარში, თუ ის ძველია. ახალ გაცივებულ აგარში კი ტუში ვერ გადის. ივანოვსკიმ გაიმეორა ბეიერინკის ცდა დაავადებული მცენარის წვენზე და დაადგინა, რომ მხოლოდ „ძველი“ აგარი შეიცავს დასენიანების საწყისს და შეუძლია მცენარის დასნებოვნება. ახალ დამზადებულ აგარში დაავადებული მცენარის წვენი არ დიფუნდირდება და არ იწვევდა დასენიანებას. ამ მახვილგონიერული ცდით ივანოვსკიმ უკუაგდო ბეიერინკის შეხედულება დასენიანების საწყისის თხევადი ბუნების შესახებ. შემდეგში, მართლაც, ელექტრონული მიკროსკოპის შექმნის შემდეგ, დამტკიცდა თამბაქოს მოზაიკის ვირუსის კორპუსკულური ბუნება.

ვირუსების აღმოჩენისა და შესწავლის საქმეში დ. ივანოვსკიზე არანაკლები წვლილი მიუძღვის გერმანელ **ა. მაიერს**, რომელიც რუს მეცნიერზე უფრო ადრე მუშაობდა ამავე პრობლემის ირგვლივ, ჰოლანდიელ მეცნიერს მ. ბეიერინკს, რომელმაც პირველმა უწოდა ამ ახალ მიკროორგანიზმს „ვირუსი“, ანდა გერმანელ ფ. ლეფლერს, რომელმაც თავის თანამშრომელ ფროშთან ერთად 1898 წელს დაადგინა დაავადება თურქულის გამომწვევი აგენტი. რ[illegible]გორც ივანოვსკი, ასევე მაიერი და ბეიერინკიც მუშაობდნენ თამბაქოს მოზაიკური დაავადების მოდელზე.

რუას (1911), **გუდპასჩერის**, **ვუდრაფის** (1931), **ბერნეტისა** (1933) და სხვათა შრომებმა საფუძველი ჩაუყარეს ვირუსების კულტივირებას ქათმის ემბრიონში.

ვირუსები ბაქტერიებისაგან განსხვავდებიან შემდეგი თავისებურებებით;

– ვირუსები შეიცავენ მხოლოდ ერთი ტიპის ნუკლეინის მჟა-

ვას, დნმ-ს ან რნმ-ს;

– დნმ ვირუსებში არის როგორც ერთძაფიანი, ასევე – ორძაფიანი, ასევე რნმ-ი არის არა მხოლოდ ერთძაფიანი, არამედ – ორძაფიანიც;

– ვირუსები იზომება ნანომეტრებით (20-400 ნმ), ხოლო ბაქტერიები – მიკრონებით. ვირუსების დანახვა მხოლოდ ელექტრონული მიკროსკოპით შეიძლება;

– ვირუსები ვერ მრავლდებიან ცოცხალი უჯრედის გარეთ. ამრიგად, ვირუსები არ წარმოადგენენ დამოუკიდებელ ორგანიზმებს. მათი რეპროდუქცია ხდება მასპინძლის უჯრედში;

– ისე როგორც ბაქტერიებს, ვირუსებს, ბინალური გაყოფა არ ახასიათებთ, ვირუსებს ახასიათებთ რეპროდუქცია ანუ კვლავწარმოება;

– ვირუსებს არ აქვთ ცილის მასინთეზებელი საკუთარი სისტემა;

– ვირუსები არ კულტივირდებიან ხელოვნურ საკვებ ნიადაგებზე. მათი კულტივირება ხდება ქათმის ემბრიონში ან მაიმუნის თირკმლის უჯრედებზე.

15.2. ვირუსების კლასიფიკაცია

ვირუსები შეადგენენ სამეფო Vira-ს, რომელიც იყოფა ორ ქვესამეფოდ: რიბოვირუსები და დეზოქსირიბოვირუსები. ქვესამეფოები იყოფა ოჯახებად, ოჯახები კი – გვარებად.

ვირუსების სახეობის შესახებ ცნება ჯერჯერობით არაა ფორმულირებული.

ვირუსის ტაქსონომიურ დახასიათებას ახდენენ შემდეგი ნიშან-თვისებების მიხედვით:

არკვევენ ვირუსში ნუკლეინის მჟავას ტიპს. ეს მჟავა ერთ – თუ ორძაფიანია, სეგმენტირებულია თუ არასეგმენტირებული. როგორია ვირუსის მორფოლოგია, ასევე, ვირიონის სტრუქტურა და ზომა, არსებობს თუ არა მასში სუპერკაფსიდი, ბირთვშია თუ ციტოპლაზმაში ლოკალიზებული, როგორია მისი რეზისტენტობა ტემპერატურის, pH-ის, დეტერგენტებისა და სხვათა მიმართ.

აღნიშნული კლასიფიკაციის დროს ცალკე გამოიყოფა ხერხემლიანებისა და უხერხემლოების ვირუსების ოჯახები, მცენარეების ვირუსების ოჯახები, ბაქტერიები, ე. ი. ბაქტერიების ვირუსების ოჯახები და ბოლოს კი უმარტივესების (პროტოზოების), წყალმცენარეებისა და სოკოების ვირუსების ოჯახები.

15.3.ვირუსების წარმოშობა

ვირუსების წარმოშობის შესახებ არსებობს რამდენიმე ჰიპოთეზა.

ერთ-ერთი ჰიპოთეზის მიხედვით, ვირუსები ბაქტერიების ან სხვა ერთუჯრედიანი ორგანიზმების რეგრესული ევოლუციის უკიდურესი გამოვლენაა.

მეორე ჰიპოთეზის მიხედვით ვირუსები ძველი, უჯრედამდელი სიცოცხლის ფორმები – პროტობიონტებია.

მესამე ჰიპოთეზა ვარაუდობს, რომ ვირუსები წარმოიქმნენ უჯრედის გენეტიკური ელემენტებისაგან.

19.4. ვირუსების მორფოლოგია, სტრუქტურა და შედგენილობა

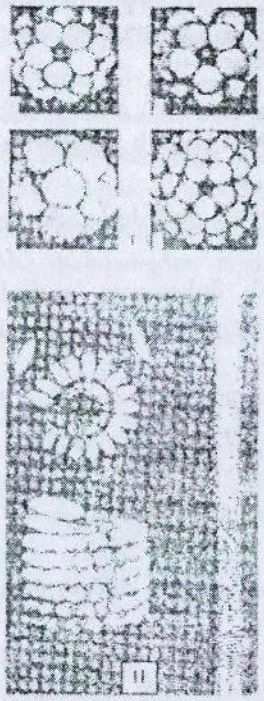
ვირიონების ზომა მერყეობს 15-18 ნმ-დან 300-400 ნმ-მდე. მათი ფორმა მრავალფეროვანია: ჩხირისებრი, ძაფისებრი, სფეროსებრი, სპერმატოზოიდური და სხვა.

მარტივი ვირიონი შედგება ნუკლეინის მჟავასაგან (დნმ ან რნმ) და ცილოვანი გარსის – კაფსიდისაგან. ვირიონი მთლიანად წარმოადგენს ნუკლეოკაფსიდას. კაფსიდა კაფსომერებისაგან შედგება და აქვს მოწესრიგებული სტრუქტურა. სიმეტრიის მიხედვით ვირუსები შეიძლება იყონ სპირალური და კუბური სიმეტრიისა.

ჩხირისებრი და ძაფისებრი ვირიონების კაფსიდა სპირალური სიმეტრიისაა. ამ დროს ღერძის გარშემო სპირალურადაა დახვე-

ული სუბერთეულები.

სფერული სტრუქტურის ვირიონს აქვს კუბური სიმეტრიის კაფსიდა, რასაც საფუძვლად უდევს იკოსაედრის- ოცწახნაგა ფიგურა (სურ.51).



სურ.51. მორფოლოგიური (ა, ბ, გ) და სტრუქტურული სუბერთეულების ჩალაგება კუბური სიმეტრიის ტიპით იკოსაედრისების ვირიონში (I) და სპირალური სიმეტრიის ტიპით ჩხირისებრ ვირიონში (II)

მარტივი ვირუსების შედგენილობაში შედის ერთი ტიპის ნუკლეინის მჟავა (დნმ ან რნმ) და ცილები. რთული ვირუსების გარეთა გარსი შედგება ლიპიდებისა და პოლისაქარიდებისაგან, რომელთაც მასპინძლის უჯრედიდან ღებულობენ.

ვირუსული დნმ მასით ბაქტერიის დნმ-ზე მცირეა. თავისი სტრუქტურით ვირუსული დნმ ხასიათდება ზოგიერთი თავისებურებით. იგი რამდენიმე ტიპად იყოფა. დნმ შეიძლება იყოს ორძაფიანი ან ერთძაფიანი და შეიძლება ჰქონდეს ხაზობრივი ან

რგოლისებრი ფორმა. დნმ-ის თითოეულ ძაფში ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობები ერთჯერადად გვხვდება, ხოლო ბოლოებზე სწორი ან ინტეგრირებული – 180^0-ით მობრუნებული განმეორებებია. ნუკლეოტიდური განმეორებები დამახასიათებელია როგორც ერთძაფიანი, ისე ორძაფიანი ვირუსული დნმ-ისათვის. 180^0-ით მობრუნებული განმეორებები წარმოადგენენ თავისებურ მარკერებს, რომლითაც ვირუსული დნმ შეიძლება განვასხვაოთ უჯრედულისაგან.

ვირუსული რნმ თავისი ქიმიური შედგენილობით უჯრედული წარმოშობის რნმ-ისაგან არ განსხვავდება, მაგრამ განსხვავებული სტრუქტურა ახასიათებს. ტიპურ ერთძაფიან რნმ-თან ერთად ვირუსებში შეიძლება იყოს ორძაფიანი რნმ-იც. ის შეიძლება იყოს ხაზობრივი ან რგოლისებრი. ერთძაფიანი რნმ შესასრულებელი ფუნქციის მიხედვით ორ ჯგუფად იყოფა: პირველს ეწოდება პლუსძაფიანი ანუ პოზიტიური რნმ, რომელსაც უნარი აქვს მასში კოდირებული ინფორმაციის მასპინძლის უჯრედის რიბოსომებზე ტრანსლირება აწარმოოს. ე. ი. შეასრულოს ი-რნმ-ის ფუნქცია. მეორე ჯგუფს მიეკუთვნება მინუს-ძაფიანი ანუ ნეგატიური რნმ, რომელსაც ისე ფუნქციონირება არ შეუძლია, როგორც ი-რნმ-ს. ამ შემთხვევაში მატრიცად დნმ გამოიყენება.

ორძაფიან (როგორც დნმ, ისე რნმ შემცველ) ვირუსებში ინფორმაცია, ჩვეულებრივ, ერთ ჯაჭვშია ჩაწერილი, თუმცა არიან ვირუსები, რომელთაც ინფორმაცია ნაწილობრივ მეორე ჯაჭვშიც აქვთ ჩაწერილი.

ვირუსული ცილები იყოფა სტრუქტურულად და ფუნქციონალურად. სტრუქტურული ცილები ვირუსული კაფსიდის შემადგენლობაში შედიან, ხოლო ფუნქციონალური – წარმოადგენენ ფერმენტებს, რომლებიც ვირუსის რეპროდუქციაში მონაწილეობენ.

მარტივ ვირუსებში სტრუქტურული ცილები წარმოდგენილია კაფსიდების სახით. ისინი წარმოადგენენ ნუკლეინის მჟავას დამცველ ბუდეს. აგრეთვე, მონაწილეობენ უჯრედებზე ადსორბციასა და უჯრედებში შეღწევაში.

რთული ვირუსების გარეთა გარსი შედგება ცილებისაგან, რომლებიც შედიან გლიკოპროტეიდებისა და გლიკოლიპიდების

შემადგენლობაში. გლიკოლიპიდები და გლიკოპროტეიდები სუპერკაფსიდის ზედაპირზე ქმნიან ეკლისებურ წანაზარდებს, რომელთაც აქვთ ანტიგენური თვისებები. ზოგიერთი კი უჯრედის სპეციფიკურ რეცეპტორებზე ახდენს ადსორბციას და უჯრედულ მემბრანებთან შეერთებაში მონაწილეობს, რითაც ვირიონის მასპინძლის უჯრედში შეღწევას უზრუნველყოფს.

15.5.ვირუსისა და უჯრედის ურთიერთქმედება

ვირუსის მასპინძელ უჯრედთან ურთიერთქმედება რთული და მრავალსაფეხურიანი პროცესია. განარჩევენ ურთიერთობის სამ ფორმას: პროდუქტიულს, ინტეგრაციულსა და აბორტულს. პროდუქტიული ფორმის დროს ადგილი აქვს ვირუსის რეპროდუქციას, ხოლო ინტეგრაციული ფორმისას ხდება ვირუსის ნუკლეინის მჟავას ინტეგრაცია უჯრედის გენომში. აბორტული ფორმისას ადგილი აქვს ვირუსის რეპროდუქციის დარღვევას.

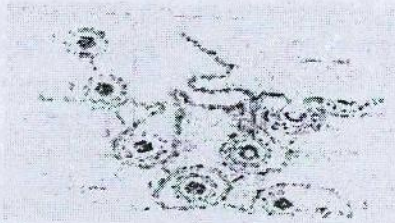
პროდუქტიული ინფექცია რამდენიმე სტადიისაგან შედგება:

I სტადია – ადსორბცია, რომელიც ხასიათდება ვირიონის მიმაგრებით უჯრედულ რეცეპტორებზე, რომლებიც წარმოადგენენ უჯრედული მემბრანის გლიკოპროტეიდებს. ასეთი რეცეპტორები აქვთ ერითროციტებს, რომლებზედაც მრავალი ვირუსი ადსორბირდება. თვით ვირუსებსაც გააჩნიათ სპეციფიკური რეცეპტორები, ე. წ. ცილები, რომლებიც ლოკალიზებულია კაფსიდებსა და სუპერკაფსიდებზე.

II სტადია – ვირუსის შეჭრა მასპინძლის უჯრედში შესაძლებელია მოხდეს მთლიანი ვირიონის (ენდოციტოზი: ვიროპექსისი, პინოციტოზი) ან მხოლოდ ნუკლეინის მჟავას (ბაქტერიოფაგებში) სახით.

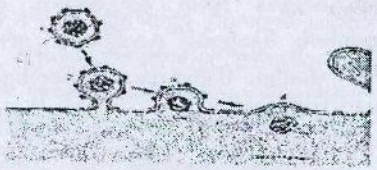
III სტადია – ვირუსის ტრანსპორტი უჯრედში.

IV სტადია – ვირიონის „გაშიშვლება“ ანუ დეპროტეინიზაცია. ამ დროს ხდება ნუკლეინის მჟავას განთავისუფლება კაფსიდისა და სუპერკაფსიდისაგან, რომლებიც აბრკოლებენ რეპლიკაციას (სურ.52,53).



სურ.52. ვირუსის შეღწევა მასპინძლის უჯრედში რეცეპტორული ენდოციტოზის გზით (სქემა)

1-უჯრედგარე ვირიონი; 2-ადსორბცია; 3-უჯრედის გარსის ჩაზნექა; 4-ვირუსის ლოკალიზაცია ფიტოსომაში; 5-ვირიონის გულის შეღწევა ციტოპლაზმაში



სურ.53. C-სუპერკაფსიდი

1-უჯრედგარე ონკოვირუსი; 2-3-4-ვირუსის სუპერკაფსიდის და უჯრედის შერწყმის თანმიმდევრული სტადიები

V სტადია – ეკლიპს-ფაზა. ის ხასიათდება ვირიონის გაქრობით. მისი აღმოჩენა ვერ ხერხდება ვერც ელექტრონულ-მიკროსკოპული და ვერც იმუნოლოგიური მეთოდებით. ამ სტადიაზე ადგილი აქვს ვირიონის კომპონენტების სინთეზს ანუ რეპროდუქციას. ეკლიფს-ფაზა ატარებს ე. წ. დიზიუნქტიურ ხასიათს, რადგანაც ვირიონის კომპონენტების სინთეზი მიმდინარეობს უჯრედის სხვადასხვა ადგილას: ცილების – რიბოსომებზე, ნუკლეინის მჟავების ბირთვში ან ციტოპლაზმაში. ვირუსი ეკლიფს-ფაზისათვის იყენებს უჯრედის გენეტიკურ აპარატს, თრგუნავს რა ამ უკანასკნელისათვის აუცილებელ სინთეზურ რეაქციებს. ეკლიფს სტადია იწყება ვირუსული გენომის ტრანსკრიპციითა და რეპლიკაციით. ორჯაჭვიანი დნმ-ის შემცველი ვირუსების ტრანსკრიპცია მიმდინარეობს კლასიკური ტრიადის (დნმ-საინფორმაციო რნმ-ცილა) მიხედვით. განსხვავება მდგომარეობს ამ პროცესისათვის აუცილებელი ფერმენტების დნმ-ზე დამოკიდებული

რნმ-პოლიმერაზას წარმოშობაში. იმ ვირუსებს (მაგალითად, ნატურალური ყვავილის ვირუსს), რომელთა გენომის ტრანსკრიპცია მიმდინარეობს მასპინძელი უჯრედის ციტოპლაზმაში, გააჩნია თავისი საკუთარი ვირუს-სპეციფიკური რნმ-პოლიმერაზა. სხვა ვირუსები კი (მაგალითად: ადენოვირუსები, ჰერპესის ჯგუფის ვირუსები) იყენებენ იქ არსებულ უჯრედული წარმოშობის რნმ-პოლიმერაზას.

VI სტადია – ვირიონის აწყობა მდგომარეობს ნუკლეოკაფსიდის წარმოქმნაში. რადგანაც ვირუსის ნუკლეინის მჟავასა და ცილების სინთეზი მიმდინარეობს უჯრედის სხვადასხვა სტრუქტურებში, აუცილებელი ხდება ვირიონის შემადგენელი კომპონენტების ტრანსპორტირება ერთ ადგილას. ამასთან, ვირუსის ცილებსა და ნუკლეინის მჟავებს გააჩნიათ ერთმანეთის შეცნობისა და შეერთების უნარი. მარტივი ვირიონების თვითაწყობის საფუძველია ვირუსული პოლიპეპტიდების კაფსომერად გაერთიანების უნარი. ზოგ შემთხვევაში კაფსიდები იღებენ მრავალკუთხედის ფორმას, ზოგჯერ კი – სპირალურ სიმეტრიას.

VII სტადია – ვირუსის ნაწილაკების გამოსვლა უჯრედიდან ხდება ორგვარად:

1. მარტივი ვირუსები, მაგალითად: პიკორნავირუსები, ადენოვირუსები და სხვა იწვევენ უჯრედების დესტრუქციას და ასე ხვდებიან უჯრედშორის სივრცეებში.

2. ლიპოპროტეიდული გარეთა გარსის მქონე ვირუსები უჯრედიდან გარეთ გამოდიან ე. წ. დაკვირტვის გზით (გრიპის ვირუსი). გამონაკლისს წარმოადგენს ჰერპესვირუსების ოჯახის წარმომადგენლები, რომლებიც გამოიკვირტებიან ბირთვის მემბრანიდან.

ინტეგრაციული ინფექცია. ვირუსისა და უჯრედის ასეთი ურთიერთქმედების გზა დნმ-ისა და რნმ-ის შემცველი ვირუსებისათვის სრულიად განსხვავებულია. პირველ შემთხვევაში ადგილი აქვს რგოლისმაგვარი ვირუსული დნმ-ის ინტეგრაციას უჯრედულ გენომში. უჯრედულ გენომში ინტეგრირებულ ვირუსს პროვირუსს უწოდებენ. დნმ-ის შემცველი ვირუსების გენომის ინკორპორირების (შემოერთება) მექანიზმი უჯრედის გენომში არავითარ ეჭვს არ იწვევს, მაგრამ სულ სხვა სიტუაციაა რნმ-ის

შემცველი ვირუსების შემთხვევაში. დნმ და რნმ მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან როგორც ქიმიური შემადგენლობით, ასევე მორფოლოგიური ნიშან-თვისებებითაც.

1970 წელს **ბალტიმორმა**, **ტემინმა** და **მიზუტანიმ** დაადგინეს, რომ ამ ტიპის ვირუსებს გააჩნიათ განსაკუთრებული ფერმენტი, რნმ-ზე დამოკიდებული დნმ-პოლიმერაზა (რევერტაზა, შებრუნებითი ტრანსკრიპტაზა). ეს ფერმენტი საშუალებას აძლევს ამ ტიპის ვირუსებს თავისი რნმ გამოიყენონ მატრიცად და მასზე შექმნან დნმ-ის მოლეკულა, რომელიც ინკორპორირდება უჯრედის გენომში. ვირუსის ნუკლეინის მჟავას ინკორპორაციის პროცესს უჯრედის ქრომოსომასთან, ვიროგენია ეწოდება.

აღმოჩნდა, რომ თანამედროვე ბიოლოგიის კანონები არ შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც დოგმა. ცვლილება განიცადა თვით **კრიკისა** და **უოტსონის** მოლეკულური ბიოლოგიის „ცენტრალურმა დოგმამაც“ კი, რომელიც გამოიხატება ფორმულით დნმ – რნმ – ცილა. ეს, პირველ ყოვლისა, ხაზს უსვამდა იმ ფაქტორს, რომ ყველა გენი შედის დნმ-ის მოლეკულაში; გარდა ამისა, ტრანსკრიპცია ანუ გენეტიკური ინფორმაციის გადაწერა შესაძლებელია მხოლოდ დნმ-ის მოლეკულიდან რნმ-ის მოლეკულაზე, რომლის მატრიცაზედაც წარმოიქმნება ცილა და მესამე – გენეტიკური ინფორმაციის უკან გადატანა ცილებიდან რნმ-ზე და შემდეგ დნმ-ზე, შეუძლებელია.

ამჟამად დადგენილია, რომ გენეტიკური ინფორმაციის ნაკადი შეიძლება მიდიოდეს არა მარტო ერთი მიმართულებით (დნმ-დან რნმ-საკენ), არამედ – პირიქითაც. ადგილი აქვს არა მარტო პირდაპირ, არამედ შებრუნებულ ტრანსკრიპციასაც. ამ აღმოჩენის შემდეგ ფორმულამ განიცადა მცირეოდენი, მაგრამ მეტად მნიშვნელოვანი კორექცია და ამჟამად იგი გამოიყურება ასეთი სახით: დნმ <–> რნმ –> ცილა. ეს ნიშნავს იმას, რომ ფორმულის მარცხენა ნაწილში ადგილი აქვს შებრუნებულ კავშირს.

უჯრედებზე ვირუსის ზემოქმედების 4 განსხვავებული ეფექტი არსებობს:

1. **უჯრედების დესტრუქცია (სიკვდილი)**. უჯრედების სიკვდილი ვირუსის ზემოქმედების შედეგად შესაძლებელია დამოკიდებული იყოს მაკრომოლეკულური სინთეზის დარღვევაზე. ამ შემ-

თხვევაში პირველი ნაბიჯი უნდა იყოს სამიზნე-უჯრედის ცილების სინთეზის ინჰიბიცია, ხოლო დნმ-ისა და რნმ-ის სინთეზის დათრგუნვა მეორეული უნდა იყოს. მნიშვნელოვანია იმ ფაქტის აღნიშვნაც, რომ ადგილი აქვს არა ვირუსული ცილების, არამედ უჯრედული ცილების ინჰიბიციას.

2. **უჯრედების შერწყმა მრავალბირთვიანი სტრუქტურებისა და ორბირთვიანი უჯრედების წარმოქმნით.** ვირუსით დაინფიცირებული უჯრედების შერწყმით წარმოიქმნება ორბირთვიანი და მრავალბირთვიანი გიგანტური უჯრედები, რაც დამახასიათებელია სხვადასხვა ვირუსებით (ჰერპესვირუსები, პარამიქსოვირუსები) დაინფიცირებული პირებისათვის. შერწყმას ადგილი აქვს პლაზმური მემბრანის ცვლილებების შედეგად, რაც შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ვირუსული ცილების ჩანაცვლებით უჯრედულ მემბრანაში. მაგალითად, ჰერპესვირუსის კანის ინფექციების კლინიკური დიაგნოზი დგინდება კანის ანაფხეკში მრავალბირთვიანი გიგანტური უჯრედების აღმოჩენით.

3. სიმსივნური ტრანსფორმაცია. ზოგიერთი ვირუსული ინფექცია იწვევს სიმსივნურ ტრანსფორმაციას (განსაკუთრებით ორბირთვიანი უჯრედების – დიკარიონების წარმოქმნის შემთხვევაში), რაც ხასიათდება შეუჩერებელი, არაკონტროლირებადი ზრდით და დამახასიათებელი მორფოლოგიური ცვლილებებით.

4. აშკარა მორფოლოგიური და ფუნქციური ცვლილებების არარსებობა. ზოგჯერ ვირუსით გამოწვეული ინფექცია მიმდინარეობს რაიმე მორფოლოგიური და ფუნქციონალური ცვლილებების გარეშე, ასეთ შემთხვევაში, მიუხედავად ვირუსების რეპლიკაციისა, დაინფიცირებული უჯრედები ინარჩუნებენ სიცოცხლისუნარიანობას და მრავლდებიან კიდეც.

15.6. ბაქტერიების ვირუსები (ბაქტერიოფაგები ანუ ფაგები)

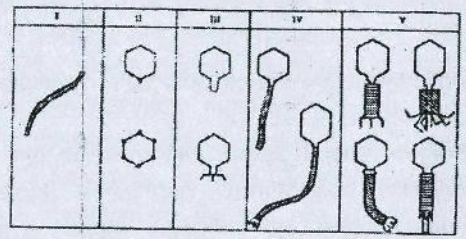
1898 წელს პირველად ბაქტერიოფაგიის მოვლენა შენიშნა **გამალეომ**. ბაქტერიოფაგია ესაა ცოცხალი ბაქტერიული უჯრედების ლიზისი ბაქტერიოფაგებით. 1915 წელს ბაქტერიოფაგიის ფენომენი შენიშნა ბაქტერიოლოგმა **ტუორტმა**. მან ყურადღება მიაქცია შემდეგ მოვლენას: საკვებ არეში სტაფილოკოკების ხანგრძლივი ზრდისას ხდებოდა მათი გახსნა – ლიზისი. ტერმინი ბაქტერიოფაგი 1917 წელს შემოიღო კანადელმა მიკრობიოლოგმა **დ' ერელმა**. შემდეგში აღმოჩნდა, რომ არსებობს არა მხოლოდ ბაქტერიების ვირუსები, არამედ – სხვა მიკროორგანიზმების ვირუსებიც, როგორიცაა სოკოების-მიკოფაგები, აქტინომიცეტების-აქტინოფაგები და ა. შ.

ფაგები მიკრობული უჯრედებისაგან განსხვავდებიან ქიმიური სტრუქტურით, ნუკლეინის მჟავას ტიპით, მორფოლოგიითა და მიკრობულ უჯრედთან ურთიერთქმედებით.

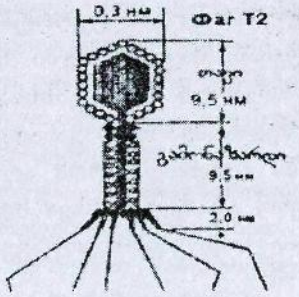
ყველაზე კარგადაა შესწავლილი ნაწლავის ჩხირის – Escherichia coli-ის ფაგი, რომელსაც კოლი-ფაგს უწოდებენ. ფორმით იგი სპერმატოზოიდს მოგვაგონებს. შედგება თავის, საყელოს, კუდის გამონაზარდებისა და ბაზალური სხეულისაგან, რომლებზედაც განვითარებულია ეკლები (მოკლე) და კუდის ძაფები. ფაგის თავი მოგვაგონებს ექვსკუთხედს, დიამეტრით 60-90 ნმ. თავის შიგნით ნუკლეინის მჟავაა მოთავსებული. ის ცილოვანი გარსითაა გარემოცული. კუდის გამონაზარდი შედგება ცილინდრული ღეროსაგან, რომელიც დაფარულია შალითით. კუდის გამონაზარდის სიგრძე 250 ნმ, განი – 20-25 ნმ-ია.

ბაზალურ ფირფიტას აქვს ექვსკუთხედის ფორმა, ექვსი ეკალი და ექვსი კუდის ძაფი (ფიბრილა). კუდის გამონაზარდით ფაგი ემაგრება ბაქტერიულ უჯრედს.

არსებობს სხვაგვარი აგებულების ფაგები, რომელთაც აქვთ გრძელი ან მოკლე გამონაზარდები, ან საერთოდ – გამონაზარდების გარეშე (სურ. 54, 55).



სურ.54. ბაქტერიოფაგების მორფოლოგიური ტიპები



სურ.55 T_2 ფაგი

ფაგი შედგება ორი ძირითადი ქიმიური კომპონენტისაგან – ცილა – 60% და ნუკლეინის მჟავა – 40%. ბუნებაში უმეტესი ფაგები შეიცავენ დნმ-ს, ზოგიერთს კი აქვს რნმ. ფაგები ხასიათდებიან მკაცრი სპეციფიკურობით და მხოლოდ განსაზღვრული სახეობის ან ტიპის ბაქტერიის დაზიანებას ახდენენ.

განასხვავებენ მონოვალენტურ და პოლივალენტურ ფაგებს. მონოვალენტური ფაგები მხოლოდ ერთი განსაზღვრული სახეობის ბაქტერიის ლიზისს ახდენენ, პოლივალენტური კი – მონათესავე სახეობის ბაქტერიების ლიზისს. ფაგის სპეციფიკურობა ფართოდ გამოიყენება ინფექციური დაავადებების დიაგნოსტიკაში მიკროორგანიზმთა იდენტიფიკაციისათვის.

ფაგები უფრო ვამძლეები არიან გარემო ფაქტორებისადმი, ვიდრე – ბაქტერიები. ისინი უძლებენ გახურებას 75^{0}C-მდე, მზის პირდაპირი სხივებს 2-3 დღის განმავლობაში, უძლებენ გაყინვას -185^{0}C-მდე. ფაგები დიდ მგრძნობელობას ავლენენ მჟავებისა და სადეზინფექციო საშუალებების მიმართ. ფაგი მრავლდება მხოლოდ ცოცხალ მიკრობულ უჯრედში, რის გამოც ბაქტერია იღუპება.

ფაგის ურთიერთქმედება ბაქტერიულ უჯრედთან შედგება შემდეგი სტადიებისაგან:

ფაგის ადსორბცია. ფაგის სასიცოცხლო ციკლი იწყება მიმაგრებით (ადსორბციით) ბაქტერიის უჯრედის კედლის სპეციფიკურ რეცეპტორთან. ფაგის ადსორბცია ხდება კუდით, რომლის

გამონაზარდები მოკლდება.

ფაგის შესვლა ბაქტერიულ უჯრედში. ამ დროს ხდება კუდის შალითის დამოკლება და ღერძი შედის ბაქტერიის უჯრედის გარსში. ამ პროცესში მონაწილეობს ფერმენტი – ლიზოციმი, რომელიც კუდის გამონაზარდის ბოლოზეა. ღერძის უჯრედის ციტოპლაზმაში შედწევის შემდეგ უკვე იხსნება გზა, რომ ნუკლეინის მჟავა ფაგის თავიდან მიკრობულ უჯრედში გადავიდეს. თავის გარსი და გამონაზარდები რჩება უჯრედის გარეთ.

ნუკლეინის მჟავას უჯრედის ციტოპლაზმაში შედწევის შემდეგ დგება **ეკლიპს ფაზა.** ამ პერიოდში ფაგის ნაწილაკების აღმოჩენა არ ხერხდება. ბაქტერიული დნმ იშლება, რის შედეგადაც წყდება ბაქტერიული ცილების სინთეზი.

ფაგის რეპროდუქცია იწყება ფერმენტების სინთეზით, რომლებიც აუცილებელია ფაგის ნუკლეინის მჟავას წარმოსაქმნელად. ფაგის ნუკლეინის მჟავები უჯრედში უკვე წარმოიქმნება უჯრედის ფაგით დასნებოვნებიდან 5 წუთის შემდეგ. ცოტა ხანში ამას თან მოჰყვება ფაგის სტრუქტურული ცილებისა და სხვა კომპონენტების სინთეზი.

ფაგის ფორმირება. ფაგის მორფოგენეზში პირველი ნაწილაკი არის ბაზალური ფირფიტა, რომელიც კი შეიძლება აღმოვაჩინოთ უჯრედში. შემდეგ წარმოიქმნება ღერძი და შალითა. ბაზალურ ფირფიტაზე დასაწყისში მონტირდება ღერძი, ხოლო შემდეგ ემაგრება შალითა. სრულად ფორმირებული კუდის გამონაზარდი უერთდება თავს და მხოლოდ ამის შემდეგ ემაგრება კუდის ძაფები ბაზალურ ფირფიტას.

ფაგის გამრავლების ფაზა მთავრდება 30-40 წუთში ფაგის ნუკლეინის მჟავას უჯრედის ციტოპლაზმაში შეღწევის შემდეგ. მიკრობული უჯრედი ლიზირდება და გარემომცველ არეში ფაგის 200 ახალი ნაწილაკი თავისუფლდება. ამრიგად, ფაგების ურთიერთმოქმედება ბაქტერიულ უჯრედთან ხასიათდება იმავე სტადიებით, რაც განხილული იყო ვირუსების შემთხვევაში, თუმცა ამ პროცესს ფაგების შემთხვევაში თან ახლავს ზოგიერთი თავისებურება. მაგალითად, ფაგის შეჭრას ბაქტერიულ უჯრედში ადგილი აქვს ნუკლეინის მჟავას ინექციის მეშვეობით კუდის არხიდან. ვირუსებისაგან განსხვავებით, ფაგის თავისა და კუდის

კაფსიდური ცილები უჯრედის გარეთ რჩება, მომწიფებული ფაგების გამოსელა ბაქტერიული უჯრედიდან ხდება ე. წ. „აფეთქების“ გზით, რის გამოც დასენიანებული ბაქტერიები ლიზირდებიან. ბაქტერიის უჯრედის დაშლაში მონაწილეობს სხვადასხვა ფაქტორები: ფაგის ლიზოციმი, გაზრდილი უჯრედშიდა წნევა. მთელი პროცესი – ადსორბციიდან ახლადსინთეზირებული ფაგების წარმოქმნამდე იკავებს დაახლობით 40 წუთს.

ფაგები შეიძლება იყოს ვირულენტური და ზომიერი. ვირულენტური ფაგები აღწევენ მიკრობულ უჯრედში, მრავლდებიან მასში და იწვევენ მის ლიზისს. ზომიერი ფაგები კი თავისებურ სიმბიოზურ ურთიერთობაში იმყოფებიან მიკრობულ უჯრედთან. ისინი აღწევენ რა მიკრობულ უჯრედში, თავის გენომს ჩართავენ ბაქტერიის – პროფაგის ქრომოსომაში და რეპლიცირდებიან მასთან ერთად. ბაქტერიებს, რომლებიც შეიცავენ ზომიერ ფაგებს, უწოდებენ ლიზოგენურს. ბაქტერიული უჯრედის სიმბიოზი ფაგთან იწოდება ლიზოგენიის ფენომენად.

ლიზოგენია ფართოდაა გავრცელებული ბაქტერიებში და იგი ითვლება მიკროორგანიზმის ნორმალურ მდგომარეობად. ფაგი პროფაგის მდგომარეობაში ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შეიძლება იმყოფებოდეს ბაქტერიაში. მას უნარი აქვს გარდაიქმნას სრულფასოვან ფაგში. ევოლუციურ ასპექტში ლიზოგენია განიხილება, როგორც სასარგებლო მოვლენა ბაქტერიული უჯრედისა და ფაგისათვის.

ფაგის არსებობის გამო ბაქტერიული უჯრედის თვისება იცვლება. ამ ფენომენს ლიზოგენური კონვერსია ანუ ფაგური კონვერსია ეწოდება, ეს მოვლენა პირველად 1951 წელს აღწერა **ფრიმენმა**, როცა იგი აკვირდებოდა დიფთერიის კორინებაქტერიების ტოქსიკურობას. მან გვიჩვენა, რომ დიფთერიის ბაქტერიის მიერ ეგზოტოქსინის პროდუცირება დაკავშირებულია უჯრედში პროფაგის აუცილებლად არსებობასთან. ამჟამად დადგენილია, რომ მრავალი მიკროორგანიზმის მიერ ეგზოტოქსინის გამოყოფა დეტერმინირებულია ფაგით.

ფაგები ბუნებაში ფართოდაა გავრცელებული და ისინი გვხვდებიან ყველაგან, სადაც კი არიან ბაქტერიები. ისინი აღმოჩენილია ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმებში, ღია წყალსატევებში, ნიადაგსა და ბაქტერიებში.

ფაგის გამოსაყოფად საკვლევ მასალას ატარებენ ბაქტერიულ ფილტრში. მიღებულ ფილტრატს ათავსებენ მყარ, საკვებ არეზე, რომელიც შესაბამისი მიკრობითაა დათესილი და სადაც გამრავლების უნარი აქვს ფაგს. ფაგის გამრავლების ადგილზე წარმოიქმნება სტერილური ლაქები, რაც მიუთითებს ფაგის არსებობას.

ფაგის პრეპარატები გამოიყენება ინფექციური დაავადებების მკურნალობასა და პროფილაქტიკაში, აგრეთვე, დიაგნოსტიკაში. ფაგის მოქმედება ემყარება მათ მკაცრ სპეციფიკურობას. ფაგის პრეპარატის მიღებისათვის იყენებენ ფაგის სამრეწველო შტამებს და მიკროორგანიზმის შესაბამის ტიპურ კულტურას. ბაქტერიულ კულტურას, რომელიც თხევად საკვებ არეშია განვითარებული და იმყოფება განვითარების ლოგარითმულ ფაზაში, ასნებოვნებენ ფაგით. ფაგის მიერ ლიზირებულს შემდეგ დღეს ატარებენ ბაქტერიულ ფილტრში. ფილტრატს, რომელიც შეიცავს ფაგებს კონსერვანტის სახით, უმატებენ ხინოზოლის ხსნარს. ფაგის მზა პრეპარატი წარმოადგენს ყვითელი ფერის გამჭვირვალე ხსნარს. ხანგრძლივი შენახვისათვის ზოგიერთ ფაგს უშვებენ მზა სახით ტაბლეტებში.

ნაწლავური ინფექციების მკურნალობისა და პროფილაქტიკისათვის ფაგებს ღებულობენ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის ხსნართან ერთად, რადგანაც კუჭის წვენის მჟავე რეაქცია ფაგებს შლის. ფაგი ორგანიზმში ინახება 5-7 დღეს, ამიტომ რეკომენდირებულია განმეორებითი მიიღება.

მკურნალობისა და პროფილაქტიკისათვის იყენებენ მუცლის ტიფის, სალმონელოზის, დიზენტერიის ფაგებს, კოლი-ფაგს, სტაფილოკოკურ და სტრეპტოკოკურ ფაგებს. ამჟამად ფაგებს იყენებენ მკურნალობისა და პროფილაქტიკისათვის ანტიბიოტიკებთან ერთად. ასეთი სახით ფაგების გამოყენება უფრო ეფექტური აღმოჩნდა ანტიბიოტიკების მიმართ გამძლე ბაქტერიების გასანადგურებლად. ბაქტერიოფაგები ფართოდ გამოიყენება დიაგნოსტიკაში ბაქტერიების იდენტიფიკაციისათვის. ამჟამად დამუშავებულია Salmonella-ს, Vibrio-სა და სტაფილოკოკების ფაგოდიაგნოსტიკა.

ნაწილი მეორე
ლაბორატორიული მეცადინეობები

თავი 1
მიკრობიოლოგიის ლაბორატორია და მისი მოწყობილობა

1.1. ლაბორატორიის ორგანიზაცია და მიკრობიოლოგის სამუშაო ადგილი

თანამედროვე მიკრობიოლოგიის ლაბორატორია უნდა აკმაყოფილებდეს ყველა იმ მოთხოვნას, რაც საჭიროა მიკროორგანიზმების კულტივირების, სუფთა კულტურების მიღების, მათი მორფოლოგიურ-კულტურალური, ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური და მოლეკულურ-გენეტიკური თვისებების შესწავლისათვის.

მიკრობიოლოგიური კვლევისათვის ლაბორატორიას უნდა ჰქონდეს ოთახები და დამხმარე სათავსოები. სამუშაო ოთახები უნდა იყოს ნათელი. ოთახის კედლები იატაკიდან 170-სმ-ზე უნდა დაფარონ ზეთის საღებავებით ან კაფელის ფილებით, ხოლო იატაკი და მაგიდის ზედაპირი – ლინოლიუმით, რაც ლაბორატორიაში დეზინფექციის ჩატარების საშუალებას იძლევა. აპარატურის, ჭურჭლის, საღებავებისა და რეაქტივების შესანახად ლაბორატორიაში იდგმება კარადები და თაროები. ლაბორატორიის ოთახები კარგად უნდა ნიავდებოდეს. სასურველია, ლაბორატორიას ჰქონდეს კვლევითი მუშაობის, სტუდენტთა პრაქტიკული მეცადინეობის, თერმოსტატების, სასწორების, მიკროსკოპების, ცენტრიფუგებისა და ბიოქიმიური კვლევისათვის სამუშაო ოთახები. აგრეთვე, მიკროორგანიზმთა დასათესად – ბოქსი.

დამხმარე სათავსოებს მიეკუთვნება: საავტოკლავო ანუ სასტერილიზაციო, სამრეცხაო, ვივარიუმი. საავტოკლავოში ახდენენ საკვები არეებისა და ჭურჭლის გასტერილებას, დამუშავებული მასალის გაუვნებლობას, სამრეცხაოში – ჭურჭლის რეცხვას, საკვები არეების მოხარშვას. ვივარიუმი გამოიყენება საცდელი ცხოველებისათვის.

დიდი მნიშვნელობა აქვს მიკრობიოლოგის სამუშაო ადგილის სწორ ორგანიზაციას. ლაბორატორიული მაგიდა კარგად უნდა

იყოს განათებული მზის სინათლით ან ხელოვნური განათებით. სამუშაო ადგილი უხრუნველყოფილი უნდა იყოს საჭირო მასალებითა და მოწყობილობებით, რაშიც იგულისხმება სპირტქურა ან გაზის სანთურა, შტატივი სინჯარებით, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, მინის შპადელი, გრადუირებული ან პასტერის პიპეტი, ლანცეტი, მაკრატელი, ქილა ბამბით, ფილტრის ქაღალდი, პრეპარატების შესაღებად საღებავები და რეაქტივები, სასაგნე და საფარი მინები, მიკროსკოპი იმერსიული ობიექტივით, იმერსიული ზეთი, ქილა სადეზინფექციო ხსნარით, მინაზე საწერი ფანქარი და სხვა.

1.2. მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიაში მუშაობის წესები

1. ლაბორატორიაში აკრძალულია ზედა ტანსაცმლით შესვლა, მაგიდაზე ჩანთისა და სხვა პირადი ნივთების დადება.
2. მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიაში თანამშრომელი დაიშვება მხოლოდ ხალათით, რაც დაიცავს მას მიკროორგანიზმებით დაბინძურებისაგან და აგრეთვე, თავიდან ააცილებს მიკროორგანიზმების გავრცელებას ლაბორატორიის გარეთ.
3. ყოველ სტუდენტს უნდა ჰქონდეს თავისი სამუშაო ადგილი და მიკროსკოპი. მეცადინეობისას სამუშაო ადგილი უნდა იყოს სრულ წესრიგში.
4. ყოველ სინჯარასა და ფინჯანს აუცილებლად უკეთდება წარწერა, რომელზედაც აღნიშნული იქნება მიკროორგანიზმის სახეობა, თესვის თარიღი, სტუდენტის გვარი.
5. მუშაობის პროცესში ბაქტერიოლოგიური მარყუჟისა და ნემსების გაუვნებლობა ხდება სპირტქურის ალზე. გამოყენებული სასაგნე და საფარი მინები, შპადელები, პიპეტები თავსდება სადეზინფექციო ხსნარიან ქილაში. დასახელებული საგნების მაგიდაზე მოთავსება კატეგორიულად აკრძალულია.
6. ლაბორატორიაში აკრძალულია საკვების მიღება, ზედმეტი სიარული, მკვეთრი მოძრაობა, საუბარი (განსაკუთრებით მიკროორგანიზმთა თესვისას).
7. მეცადინეობის დამთავრების შემდეგ ხდება სამუშაო ადგი-

ლის დეზინფექცია. გამოყენებული მასალები და სხვა საგნები ჩაბარდება ლაბორანტს. ცდის ჩამტარებლებმა ხელები უნდა დაიბანონ საპნით.

8. გამოკვლევის შედეგები აუცილებლად ფორმდება ოქმში, რომელშიც ჩაიწერება სამუშაოს თემა, მიზანი და შესრულებული სამუშაოს მოკლე მსვლელობა. მიკროორგანიზმთა პრეპარატების მიკროსკოპული გამოკვლევისას შედეგები შეიტანება რვეულში ჩანახატების სახით. კვლევის შედეგების მიხედვით კეთდება საერთო დასკვნა.

1.3. მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიაში ხანძრის მიზეზები და მისი ჩაქრობის წესები

მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიაში განსაკუთრებით ხშირია ხანძრის წარმოშობის შესაძლებლობა, რადგანაც მუდმივად გამოიყენება გაზის სანთურა ან სპირტქურა, ელექტროგამახურებელი ხელსაწყოები, ფიქსატორები, გამხსნელები: სპირტი, ფენოლი, აცეტონი და სხვა. ხანძრის მიზეზი შეიძლება იყოს ელექტროხელსაწყოების გაუმართავი მუშაობა ან ქაღალდში გახვეული ჭურჭლის საშრობ კარადაში მშრალი ჰაერით სტერილიზაცია.

ხანძრის წარმოშობის შემთხვევაში მისი ჩაქრობა დამოკიდებულია ხანძრის მიზეზსა და ობიექტის ხასიათზე. კერძოდ:

– ხის საგნებზე ცეცხლი უნდა ჩააქრონ წყლით, ქვიშით ან ცეცხლმაქრით.

– წყალში უხსნადი ორგანული ნივთიერებები (მაგალითად, ბენზინი) არ შეიძლება ჩააქრონ წყლით, რადგანაც ამ დროს ხანძარი კიდევ უფრო ძლიერდება. ამ შემთხვევაში იყენებენ ქვიშას ან ხანძარს სწრაფად ხურავენ აზბესტით.

– წყალში ხსნადი ორგანული ნივთიერებები (სპირტი, აცეტონი) შეიძლება ჩააქრონ წყლით.

ხანძრის ჩაქრობისათვის, აგრეთვე, გამოიყენება ოთხქლორიანი ნახშირბადი, რადგანაც იგი ცეცხლთან შეხებისას წარმოქმნის მძიმე ორთქლს. ორთქლი გამოდევნის ჟანგბადს, რის გამოც ხანძარი ქრება.

ხანძრის საწინააღმდეგო ეფექტური საშუალებაა ცეცხლმაქრი, რომელსაც იყენებენ ინსტრუქციის მიხედვით. ინსტრუქციას უნდა იცნობდეს ლაბორატორიის ყველა თანამშრომელი.

1.4. სხვადასხვა სახის დაზიანებისას სასწრაფო სამედიცინო დახმარება

მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიაში შეიძლება ადგილი ექნეს შემდეგ შემთხვევებს: ხელის გაჭრა, ცხელი საგნებით დამწვრობა, მჟავებითა და ტუტეებით დამწვრობა და სხვა.

მინით ხელის გაჭრისას, პირველ რიგში, ჭრილობიდან უნდა ამოიღონ მინის ნაჭრები, შემდეგ ჭრილობა მოიწმინდონ იოდით და შეიხვიონ მარლით. პირველი და მეორე ხარისხის თერმული დამწვრობისას, აუცილებელია დამწვარი ადგილის მოთავსება ცივი წყლის ნაკადში, ხოლო შემდეგ უნდა დაამუშაონ სასმელი სოდით ან მისი 2%-იანი ხსნარით, შეიძლება – კალიუმის პერმანგანატის 5%-იანი ხსნარითაც.

მჟავებითა და ტუტეებით დამწვრობისას დაზიანებული უბანი საჭიროა სწრაფად ჩამორეცხონ დიდი რაოდენობის წყლით. ტუტით დამწვრობის შემთხვევაში დაზიანებულ უბანზე აფარებენ სუსტ ძმარმჟავაში, ხოლო მჟავათი დამწვრობისას – 2%-იან სოდის ხსნარში დასველებულ საფენს. გაზით მოწამვლისას დაშავებული აუცილებელია გაიყვანონ სუფთა ჰაერზე და სასწრაფოდ გამოიძახონ ექიმი ან მოწამლული მიიყვანონ მედპუნქტში.

1.5. მიკროორგანიზმებთან მუშაობის საერთო წესები

მიკრობიოლოგს უმეტეს შემთხვევაში საქმე აქვს მიკროორგანიზმთა სუფთა კულტურებთან, რომლებიც წარმოადგენენ ერთი უჯრედის შთამომავლობას. მხედველობაშია მისაღები ის გარემოება, რომ ჰაერში და სხვადასხვა საგნების ზედაპირზე (მაგიდა, ტანსაცმელი, ხელები, თმა) დიდი რაოდენობით მოიპოვება

მიკროორგანიზმები, ამიტომ საჭიროა შესასწავლი კულტურის სისუფთავის შენარჩუნება. ამ მიზნით, საკვები არეები, ჭურჭელი, ხელსაწყოები უნდა გასტერილდეს, ლაბორატორია და სამუშაო ადგილი უნდა იყოს სუფთა და უნდა ხდებოდეს მათი პერიოდული დამუშავება მიკროორგანიზმების გასანადგურებლად.

1.6. მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიის სამუშაოდ მომზადება

მიკრობიოლოგიის ლაბორატორია მუდამ სუფთა უნდა იყოს. ამ მიზნით, ლაბორატორიაში რეგულარულად უნდა ჩატარდეს ჰიგიენური სამუშაოები. ლაბორატორიის სრული სტერილიზაცია ძნელია და ყოველთვის არცაა საჭირო. არსებობს დეზინფექციის სხვადასხვა ხერხები და საშუალებები. სიტყვა „დეზინფექცია" ნიშნავს გაუვნებლობას – ინფექციური დაავადებების გამომწვევების განადგურებას გარემომცველი არის სხვადასხვა ობიექტებზე. დეზინფექციისას ნადგურდება არა მხოლოდ პათოგენური, არამედ – საპროფიტული ფორმებიც.

ლაბორატორიის ჰაერის დეზინფექცია უბრალოდ ხდება განიავებით. სარკმლის 30-60 წუთით გაღება მიკროორგანიზმების რაოდენობას მკვეთრად ამცირებს, განსაკუთრებით, თუ სათავსოსა და გარემოს ჰაერის ტემპერატურათა სხვაობა დიდია. ყველაზე ეფექტურია ჰაერის დეზინფექცია ულტრაიისფერი სხივებით. სპექტრის ულტრაიისფერი არე წარმოადგენს გრძელტალღიან გამოსხივებას 4000-დან 136 A°-მდე. ამ სხივებს აქვთ ძლიერი ანტიმიკრობული თვისება და კლავენ არა მხოლოდ მიკროორგანიზმთა ვეგეტატიურ უჯრედებს, არამედ – სპორებსაც.

ულტრაიისფერი სხივების მოქმედება უნდა იყოს უშუალო და ხანგრძლივი, რაც განპირობებულია იმით, რომ მათ აქვთ სუსტი შეღწევის უნარი. ისინი ვერ აღწევენ ჩვეულებრივ მინაში, ადვილად შთაინთქმებიან მტვრის ნაწილაკებით. ამიტომ ჰაერის სტერილიზაცია მოითხოვს ხანგრძლივ 30 წუთიდან რამდენიმე საათამდე. დროის რაოდენობა დამოკიდებულია ჰაერის დაბინძურების ხარისხზე.

ულტრაიისფერი სხივების წყაროდ იყენებენ ბაქტერიოციდულ

ნათურას. სხივები იწვევს თვალების ძლიერ დაზიანებას. ამიტომ მკაცრად უნდა იქნეს დაცული ბაქტერიოციდულ ნათურასთან მუშაობის წესები. არც პირდაპირი და არც არეკლილი ულტრაიისფერი სხივები არ შეიძლება მოხვდეს თვალზე. ბაქტერიოციდული ნათურის განუწყვეტელი მუშაობისას გამოსხივების ინტენსივობა მცირდება, რასაც ითვალისწინებენ მისი გამოყენებისას.

მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიის იატაკი, კედლები და ავეჯი უნდა დამუშავდეს მტვერსასრუტით და გაიწმინდოს სხვადასხვა სადეზინფექციო ნივთიერებით. დადგენილია, რომ მტვერსასრუტით დამუშავებისას საგნებიდან მტვერთან ერთად სცილდება მიკროფლორის მნიშვნელოვანი ნაწილი. საგნის ზედაპირის ოთხჯერადი დასუფთავებისას მიკროფლორის დაახლობით 47% სცილდება, თორმეტჯერადისას – 95%. სადეზინფექციო ხსნარებად იყენებენ ნატრიუმის ბიკარბონატის (სასმელი სოდა) 3%-იან ხსნარს, ფენოლის (კარბოლის მჟავა) 3-5% ხსნარს, ქლორამინის – 0.5-3%-იან ხსნარს და სხვა.

სამუშაო მაგიდა მუშაობის დაწყების წინ და დამთავრების შემდეგ უნდა გაიწმინდოს სადეზინფექციო ხსნარებით, როგორიცაა ქლორამინი, იზოპროპანოლი ან 70%-იანი ეთილის სპირტი. სპირტი ეფექტურია მიკროორგანიზმთა ვეგეტატიური უჯრედების გასანადგურებლად. აგრეთვე, მას იყენებენ ხელების დეზინფექციისათვისაც.

ზოგიერთი სამუშაო, როგორიცაა სუფთა კულტურების გადათესვა, მიკროორგანიზმთა რაოდენობრივი აღრიცხვა სხვადასხვა სუბსტრატზე და სხვა, უმჯობესია, მოხდეს სპეციალურ სათავსოში – ბოქსში. ბოქსი წარმოადგენს იზოლირებულ ოთახს, რომელშიც იდგმება მაგიდა, სკამი, გაზის სანთურა და ბაქტერიოციდული ნათურა. ბოქსის მოწყობილობები, მისი კედლები, იატაკი, ჭერი, პერიოდულად უნდა გაიწმინდოს სადეზინფექციო ხსნარებით. მუშაობის დაწყებისას, 40-60 წთ-ის განმავლობაში, ბოქსს ასხივებენ ულტრაიისფერი სხივებით.

თავი II
მიკროორგანიზმთა მოკლე დახასიათება

მიკროორგანიზმები ჩვენი პლანეტის არა მხოლოდ უმცირესი, არამედ უძველესი ცოცხალი არსებებიცაა. ისინი წარმოიშვნენ დაახლოებით 3.6 მილიარდი წლის წინათ. ადამიანი ყოველთვის იმყოფებოდა მიკრობთა გარემოცვაში და იყენებდა მათი ცხოველმოქმედების პროდუქტებს.

მიკროორგანიზმთა სამყარო მრავალფეროვანია და მათი გაერთიანება ერთ სისტემატიკურ ჯგუფში შეუძლებელია. მიკრობიოლოგიის ძირითადი ობიექტია ბაქტერიები, მაგრამ, გარდა ამისა, მიკრობიოლოგები სწავლობენ უმდაბლესი მცენარეებისა და უმარტივესი ცხოველების ზოგიერთ წარმომადგენელსაც.

შეიძლება გამოვყოთ საერთო ნიშნები, რაც მიკრობიოლოგიის ყველა ობიექტისათვის არის დამახასიათებელი. ესენია:

1. მიკროორგანიზმთა მცირე ზომა. გამადიდებელი ხელსაწყოების გარეშე მათი დანახვა შეუძლებელია.
2. უმეტესი მიკროორგანიზმები ერთუჯრედიანები არიან. გვხვდება მრავალუჯრედიანი მიკროორგანიზმებიც, მაგრამ დიფერენციაცია ორგანოებად და ქსოვილებად არ ახასიათებთ.
3. მიკროორგანიზმები კულტივირდებიან და შეისწავლებიან საერთო მეთოდებით.

მიკროორგანიზმების კლასიფიკაციის დღეს არსებული სისტემებიდან, შეიძლება ითქვას, არც ერთი არ არის სრულყოფილი. მრავალი მიკროორგანიზმის არასაკმაოდ შესწავლის გამო თანამედროვე კლასიფიკაცია ვერ ასახავს მათ ფილოგენეტიკურ ნათესაობას. ამიტომ სახელმძღვანელოში მოცემული ყველაზე მთავარი და საინტერესო ჯგუფის მიკროორგანიზმის სახელწოდება და მდგომარეობა განისაზღვრება ამერიკელი ბაქტერიოლოგ **ბერჯის** (Bergey's Manual of determinative Bacteriology, მე-8 გამოცემა, 1989) სარკვევის მიხედვით.

ყველა ცოცხალი არსება ბირთვის აგებულების მიხედვით იყოფა პროკარიოტებად და ეუკარიოტებად. პროკარიოტების ბირთვის ნივთიერება და სხვა უჯრედული სტრუქტურები, რომელებიც გარკვეულ ფუნქციებს ასრულებენ, არ არის გამოყოფილი ციტოპლაზმისაგან სპეციალური მემბრანით. ბირთვის ნივთიერებას, რომელიც დიფუზურადაა ციტოპლაზმაში, ნუკლეოიდი ეწოდება. იგი ერთი მოლეკულა დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავათი არის წარმოდგენილი და მას „ბაქტერიული ქრომოსომა" ეწოდება.

მიკრობიოლოგიის კვლევის ობიექტები არიან უმთავრესად პროკარიოტები: ბაქტერიები, აქტინომიცეტები ანუ სხვისებრი სოკოები, სპიროქეტები, რიკეტსიები, მიკოპლაზმები, მიქსობაქტერიები და ციანობაქტერიები ანუ ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები. ეუკარიოტულ ორგანიზმებს მიეკუთვნება ყველა მცენარე და ცხოველი. მათგან მიკრობიოლოგია შეისწავლის საფუვრებს, ობის სოკოებსა და ზოგიერთ უმარტივესს.

2.1. ცოცხალი მასალა

მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიაში პრაქტიკული მეცადინეობის მიზანმიმართული ჩატარებისათვის საჭიროა მიკროორგანიზმთა სუფთა კულტურის მცირე კოლექცია.

სასურველია კოლექცია შედგებოდეს შემდეგი სახეობებისაგან:

კოკები – Micrococcus albus, M. agile, M. aurantiacus,
დიპლოკოკები – Azotobacter chroococcum,
სარცინები – Sarcina ureae, S. Flava, S. lutea,
ბაქტერიები – Proteus vulgaris, Escherichia coli, Pseudomonas stuttzeri,
ბაცილები – Bacillus megaterium, Bas. mesentericus, Clostridium pasteurianum, Bas. mycodes, Bas, subtilis,
სპირილები – Rhodospirillum rubrum და სხვ.,
საფუვრები – Saccharomyces cerevisiae, S ellipsoides,
საფუვრისმაგვარი სოკოები – Candida albicans,
აქტინომიცეტები – Streptomyces griseus და სხვა.

2.2. მიკროორგანიზმთა კოლექციის შენახვა

მიკრობთა კოლექციის შენახვის ყველაზე მარტივი და ადვილად მისაწვდომი მეთოდებია: მიკროორგანიზმთა კულტურის პერიოდული გადათესვა ახალ საკვებ არეზე და მიკროორგანიზმთა კულტურის შენახვა მინერალურ ზეთში.

პერიოდულად გადათესვის მეთოდი ითვალისწინებს მიკროორგანიზმთა გაზრდას ოპტიმალურ არეზე და გარკვეულ პირობებში შენახვას ახალ საკვებ არეზე მომდევნო გადათესვამდე. ამ დროს ხდება მიკრობთა აქტიური ცხოველმყოფელობის მდგომარეობაში შენარჩუნება და კონტროლი კულტურის სისუფთავეზე. მაგრამ პერიოდულად გადათესვა ზრდის დაინფიცირების საშიშროებას, ხოლო ახალ საკვებ არეზე დაგვიანებით გადათესვა იწვევს კულტურის გამოშრობას და მეტაბოლიზმის მავნე პროდუქტებით მოწამვლას. გარდა ამისა, ეს მეთოდი შრომატევადია, მოითხოვს დიდ დროს და დიდი რაოდენობით ჭურჭელსა და საკვებ არეებს.

მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიაში ფართოდ გამოიყენება კულტურის შენახვა მინერალურ ზეთში. მეთოდის არსი შემდეგში მდგომარეობს: მიკროორგანიზმებს ზრდიან მათთვის ოპტიმალურ საკვებ არეზე, ჩვეულებრივ ირიბ აგარ-აგარზე, ბაქტერიებსა და საფუვრებს – 5-7 დღე-ღამე, აქტინომიცეტებს – 10-14 დღე-ღამე, სანამ კოლონიები არ მიაღწევს საკმაო ზომას. მიკროორგანიზმებს ფარავენ მინერალური ზეთით, უმეტესად – პარაფინის ან ვაზელინის ზეთით, რომელთა სიმკვრივე 0.8-დან 0.9-მდეა. ზეთს წინასწარ ასტერილებენ ავტოკლავში 1 ატმ-ზე 45 წუთით ან თერმოსტატში 150-170 ^{o}C-ზე 1,5 საათით. გასტერილების შემდეგ ზეთი მღვრიე ხდება; მას დასაწდობად აჩერებენ ოთახის ტემპერატურაზე 1-2 დღე-ღამის განმავლობაში. ზეთის ჩასხმისათვის იყენებენ მარტივ მოწყობილობას – გამყოფ ძაბრს, რომელსაც ბოლო ჩაშვებული აქვს გადაბრუნებულ ძაბრში. მიკროორგანიზმების ზეთით დაფარვისას მთავარია ზეთის სიმაღლე აგარ-აგარის ზედაპირზე. ოპტიმალურია 1 სმ, რომელიც უზრუნველყოფს კულტურის სიცოცხლის შენარჩუნებას და არ ხდება საკვები არის დეჰიდრატაცია. 1 სმ-ზე მეტი სისქის ზეთის ფენა

ეანგბადის უკმარისობის გამო იწვევს კულტურის დაღუპვას, ხოლო 1 სმ-ზე ნაკლები ფენა ვერ იცავს კულტურას გამოშრობისაგან.

მინერალურ ზეთში მიკროორგანიზმებს ჩვეულებრივ ათავსებენ ოთახის ტემპერატურაზე (25 ^{0}C). ზოგიერთ კულტურას ინახავენ მაცივარში 4-5°C ტემპერატურაზე, მაგალითად, Azotobacter.

ჩატარებული ცდები გვიჩვენებს, რომ მიკროორგანიზმთა კულტურა მინერალურ ზეთში შეიძლება შევინახოთ ხანგრძლივად, 1-2 წლით და მეტით. Achromobacter, Bacillus, Bacterium, Escherichia, Micrococcus, Pseudomonas, Sarcina გვარების ზოგიერთი წარმომადგენელი მინერალურ ზეთში სიცოცხლისუნარიანობას ინარჩუნებს 8-14 წელი. მინერალურ ზეთში მიკროორგანიზმთა ცვალებადობის საკითხი ნაკლებადაა შესწავლილი და ლიტერატურული მონაცემები ხშირად წინააღმდეგობრივია. აქტინომიცეტების კულტურას შესანახად ზრდიან ხორცპეპტონიან აგარ-აგარზე, რომელსაც დამატებული აქვს 1%-იანი გლიცერინი. მათ კულტივირებას ახდენენ 26-28°C-ზე ორი კვირის განმავლობაში. ოთახის ტემპერატურაზე შენახულ აქტინომიცეტებს ახალ საკვებ არეზე გადათესავენ ყოველ 2-3 თვეში ერთხელ, მაცივარში 4-5 ^{o}C -ზე – ყოველ 6 თვეში ერთხელ. აქტინომიცეტები კარგად ინახება მინერალურ ზეთში 1-2 წლით.

2.3. ძირითადი საღებავები და რეაქტივები

ქრომის ნარევი

150 მლ. კონცენტრულ გოგირდმჟავას უმატებენ 25 გრამ კალიუმის ბიქრომატს. მიღებულ ნარევს ანჯღრევენ და ტოვებენ, ვიდრე მთლიანად არ გაიხსნება. მზა ხსნარი ნარინჯისფერია და გამოიყენება ჭურჭლის გასარეცხად. თუ ხსნარი მუქი მწვანეა, მაშინ ის უვარგისია.

სადეზინფექციო ხსნარები

ლაბორატორიულ პრაქტიკაში გამოიყენება შემდეგი სადეზინ-

ფექციო ხსნარები %-ში:

ფენოლი (კარბოლის მჟავა) – 3.5

ქლორამინი – 0.3-0.5

სოდა (ნატრიუმის ბიკარბონატი) – 2-3

სამუშაო მაგიდის გასაწმენდად და ხელების დეზინფექციისათვის გამოიყენება 70%-იანი ეთილისა ან იზოპროპილის სპირტი.

მინაზე საწერი მელანი

1 გრამ ფუქსინს ხსნიან 15 მლ. 96%-იან სპირტში. 2 გრამ ტანინს აცხელებენ ადუღებამდე 15 მლ წყალში. დამზადებულ ხსნარებს ურევენ ერთმანეთში თანაბარი მოცულობით.

საფიქსაციო სითხეები

ფიქსაციის დრო (წუთი)

96%-იანი ეთილის სპირტი – 10-15

მეთილის სპირტი (უწყლო) – 3-5

ნიკიფოროვის ნარევი (ეთილის სპირტი და გოგირდის ეთერი ტოლი მოცულობით) – 10-15

1-2%-იანი ოსმიუმის მჟავას ხსნარის ორთქლი – 3-5

40%-იანი ფორმალინის ორთქლი – რამდენიმე წამით.

მიკროორგანიზმები ძირითადად იღებება ფუძე საღებავებით, მჟავე საღებავებით მიკრობები ან არ იღებებიან, ან სუსტად იღებებიან. მიკროორგანიზმთა შეღებვისათვის გამოიყენება შემდეგი საღებავები:

მეთილენის ლილა

ნაჯერი სპირტიანი ხსნარი. 100 მლ 96%-იან ეთილის სპირტს უმატებენ 3 გრამ მეთილენის ლილას, აჩერებენ 2-3 დღეს, დროგამოშვებით საღებავის უკეთ გახსნის მიზნით ურევენ, შემდეგ ფილტრავენ. გაფილტრულ ნაჯერ ხსნარს აზავებენ წყლით (1:10). ხსნარი რამდენიმე თვეს ინახება.

წყლიანი ნაჯერი ხსნარი. 2 გრამ მეთილენის ლილის ფხვნილს ხსნიან 100 მლ გამოხდილ წყალში, ანჯღრევენ დროგამოშვებით 2 დღის განმავლობაში. ჭურჭლის ფსკერზე უნდა დარჩეს გაუხსნელი საღებავი. ხსნარი სუსტია და მალე ფუჭდება.

ფუქსინის ნაჯერი სპირტიანი ხსნარი. 100 მლ 96%-იან სპირტს

უმატებენ 10 გრამ ფუქსინს, რომელსაც შემდეგ აზავებენ ასეთი თანაფარდობით 1:10 ან 1:100.

კარბოლმჟავიანი ფუქსინის ცილიას (Ziehl) ხსნარი.

50%-იან ფენოლის ხსნარს (კარბოლის მჟავა) უმატებენ 100 მლ ფუქსინის ნაჯერ სპირტიან ხსნარს. 24 საათის შემდეგ ფილტრავენ. კარბოლმჟავიანი ფუქსინის ცილიას ხსნარი კარგად ღებავს სპორებს. ვეგეტატიური უჯრედების შესაღებად გამოიყენება გამოხდილი წყლით 5-10-ჯერ გაზავებული ხსნარი (გაზავებული ხსნარი მალე ფუჭდება). საღებავს იყენებენ სპორებისა და ტუბერკულოზის მიკობაქტერიების შესაღებად.

გენციანვიოლეტის ხსნარი

1 გრამ გენციანვიოლეტს ხსნიან 10 მლ 96%-იან ეთილის სპირტში. მიღებულ ხსნარს უმატებენ 100 მლ 50%-იან გასუფთავებულ კარბოლმჟავას ხსნარს. სპირტს უმატებენ წვეთობით მანამ, სანამ ხსნარის ზედაპირზე მეტალური ბზინვარების აპკი არ გაქრება. საღებავს იყენებენ გრამის მეთოდით შეღებვის დროს.

კარბოლმჟავიანი ერითროზინი

100 მლ გამოხდილ წყალში ხსნიან 5 გრამ ფენოლს (კარბოლის მჟავა) და 1-5 გრამ ერითროზინს. შემდეგ ხსნარს აყოვნებენ. იყენებენ ნიადაგის ბაქტერიების შესაღებად.

ლუგოლის ხსნარი გრამის მეთოდით ბაქტერიების შესაღებად

2 გრამ კალიუმის იოდიდს ხსნიან 5 მლ გამოხდილ წყალში, უმატებენ 1 გრამ კრისტალურ იოდს, რომლის გახსნის შემდეგ ხსნარს აზავებენ გამოხდილი წყლით 300 მლ-მდე. ლუგოლის ხსნარი გენციანვიოლეტის ხსნართან ერთად გამოიყენება დიაგნოსტიკისათვის.

ლუგოლის ხსნარი გლიკოგენისა და გრანულეზას აღმოსაჩენად

20 გრამ კალიუმის იოდიდს ხსნიან 100 მლ წყალში და – უმატებენ 7 გრამ კრისტალურ იოდს.

სუდან III-ის ხსნარი

100 მლ 96%-იან ეთილის სპირტს უმატებენ 0.5 გრამ სუდან III-ის ხსნარს. იყენებენ ცხიმის აღმოსაჩენად.

ტუშის ხსნარი ნეგატიური შეღებვისათვის

ნეგატიური შეღებვისათვის ტუშს აზავებენ წყლით, თანაფარ-

დობით 1:10-თან, ხსნარს ადუღებენ, ფილტრავენ და ინახავენ გრილ ადგილას.

ლეფლერის მეთილენის ლილა

მეთილენის ლილის ნაჯერი სპირტიანი ხსნარი – 30 მლ,

1%-იანი კალიუმის ჰიდროქსიდის წყლიანი ხსნარი – 1 მლ,

გამოხდილი წყალი – 100 მლ.

გაფილტრულ მეთილენის ლილის ნაჯერ ხსნარს უმატებენ კალიუმის ჰიდროქსიდს და აზავებენ წყლით. ხსნარი დიდი ხნით ინახება.

ნესლერის რეაქტივი

KI – 134 გრამი,

$HgCl_2$– 32 გრამი,

KOH – 20 გრამი,

გამოხდილი წყალი – 500 მლ.

20 გრამ კალიუმის იოდიდს ხსნიან 50 მლ გამოხდილ წყალში, რომელსაც გაჯერებამდე უმატებენ ვერცხლისწყლის ქლორიდს (დაახლობით 32 გრამი), შემდეგ ასხამენ 460 მლ გამოხდილ წყალს და უმატებენ 134 გრამ კალიუმის ტუტეს. ხსნარს ინახავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში ან მაცივარში. უმჯობესია ეს უკანასკნელი.

თუთია-იოდ-სახამებლის ხსნარი ნიტრატებისა და ნიტრიტების აღმოსაჩენად

სახამებელი – 2 გრამი,

2%-იანი $ZnCl_2$-ის ხსნარი – 50 მლ,

$ZnCl_2$ – 1 გრამი,

გამოხდილი წყალი – 500 მლ.

2 გრამ სახამებელს აზავებენ მცირე რაოდენობის წყალში, განუწყვეტლივ ურევენ და ასხამენ 50 მლ მადუღარ 20%-იან $ZnCl_2$-ის ხსნარში. შემდეგ მას უმატებენ 1 გრამ $ZnCl_2$-ს და გამოხდილი წყლით მიყავთ 500 მლ-მდე. ხსნარს ინახავენ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში.

თავი III
მიკროორგანიზმების მიკროსკოპული გამოკვლევა

მიკროორგანიზმების მორფოლოგიისა და უჯრედების აგებულების შესწავლა შესაძლებელია მხოლოდ სპეციალური ხელსაწყო – მიკროსკოპით, რომელიც უზრუნველყოფს საკვლევი ობიექტების გადიდებას ასეულობით (სინათლის მიკროსკოპი) და ათეულ ათასობით (ელექტრონული მიკროსკოპი).

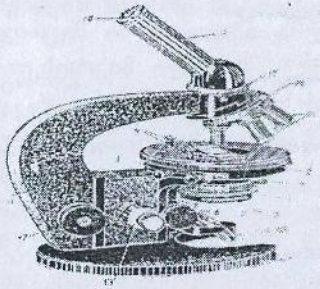
თანამედროვე რთული ბიოლოგიური სისტემების მიკროსკოპები უეცრად არ დამზადებულა. მათ აქვთ განვითარების საკმაოდ დიდი ხნის ისტორია. ადამიანი ძველთაგანვე იყენებდა გამადიდებელ მინებს (ლინზებს). ფაქტიურად ეს იყო პირველი მარტივი მიკროსკოპი. ტერმინი „მიკროსკოპი“ პირველად 1646 წელს გერმანელმა მეცნიერმა **ა. კირხერმა** და პოლონელმა ასტრონომმა **ი. ჰეველიმ** გამოიყენეს. მიკროსკოპი წარმოდგება ბერძნული სიტყვიდან micros – მცირე, scopeo – ვხედავ. 1590 წელს ჰოლანდიელებმა, ძმებმა **ჰანს და ზახარ იანსენებმა**, გვიჩვენეს, რომ საგნის გამოსახულება კიდევ უფრო გაიზრდება მეორე ლინზის გამოყენებით. ამრიგად, აღმოჩენილ იქნა პრინციპი, რომელიც შემდეგში საფუძვლად დაედო რთული ოპტიკური მიკროსკოპის კონსტრუირებას.

1610 წელს ცნობილმა იტალიელმა მეცნიერმა **გალილეო გალილეიმ** შექმნა პირველი რთული მიკროსკოპი, მაგრამ მას იგი ცოცხალი ობიექტების შესასწავლად არ გამოუყენებია. 1665 წელს ინგლისელმა სწავლულმა **რობერტ ჰუკმა** მის მიერ კონსტრუირებული რთული მიკროსკოპი გამოიყენა ცოცხალი მატერიის დასათვალიერებლად. ეს მიკროსკოპი შედგებოდა ორი ლინზისაგან: ობიექტივისა და ოკულარისაგან და საგნებს 30-ჯერ ადიდებდა. მიკროორგანიზმების აღმომჩენმა ჰოლანდიელმა **ანტონ-ვან ლევენჰუკმა** (1676 წ.) გამოიყენა მის მიერ კონსტრუირებული მიკროსკოპი, რომელიც ორმხრივ ამოზნექილი ლინზისაგან შედგებოდა. იგი საგნებს 300-ჯერ ადიდებდა. ცხადია, ეს პირველი მიკროსკოპები ჯერ კიდევ შორს იყო სრულყოფილებისაგან. 1704 წელს **დ. მარგიელმა** შექმნა მიკროსკოპი, რომლის დახმარებითაც შესაძლებელი იყო ობიექტის გამოკვლევა გამა-

ვალ სინათლეში. 1770-1771 წლებში შვეიცარიელმა მათემატიკოსმა, მექანიკოსმა და ფიზიკოსმა, პეტერბურგის მეცნიერებათა აკადემიის წევრმა **დ. ეილერმა** შექმნა პირველი აქრომატული მიკროსკოპი. 1816 წელს იტალიელმა ფიზიკოსმა და ტექნიკოსმა **დ. ამიჩიმ** შექმნა ობიექტივი, რომელიც მოკლებული იყო ქრომატული აბერაციის უნარს. ამიჩიმ 1827 წელს სივრცე ობიექტივის ფრონტალურ ლინზასა და დასაკვირვებელ ობიექტივს შორის შეავსო სითხით, რომლის გარდატეხვის მაჩვენებელი ახლოს იყო მინის გარდატეხვის მაჩვენებელთან. ასეთი იმერსიული ობიექტივები იძლევიან დიდ გადიდებას და აუმჯობესებენ გამოსახულების ხარისხს.

3.1. სინათლის მიკროსკოპი

ყველა თანამედროვე მიკროსკოპი ერთნაირი პრინციპითაა აგებული და წარმოადგენს ძველი მოდელების გაუმჯობესებას. თანამედროვე ბიოლოგიური მიკროსკოპებია: MBU-1, MBP-1, MBP-1A. ისინი შედგებიან მექანიკური და ოპტიკური ნაწილებისაგან (სურ. 56).



სურ.56. მიკროსკოპი МБР-1

1-მიკროსკოპის ნალისებრი ფუძე; 2-სასაგნე მაგიდა; 3-სასაგნე მაგიდის გადასაადგილებელი ხრახნი; 4-პრეპარატის სამაგრი; 5-კონდენსორი; 6-კონდენსორის საბჯენი; 7-კონდენსორის ჰილზაში დასამაგრებელი ხრახნი; 8-კონდენსორის გადამაადგილებელი სახელური; 9-კონდენსორის ირისული დიაფრაგმების სახელური; 10-სარკე; 11-ტუბუსის დამჭერი; 12-მაკრომეტრული ხრახნი; 13-მიკრომეტრული ხრახნი; 14-რევოლვერი; 15-ობიექტივები; 16-დახრილი ტუბუსი; 17-ტუბუსის დასამაგრებელი ხრახნი; 18-ოკულარი.

მიკროსკოპის მექანიკური ნაწილი წარმოდგენილია შტატივით, რომელიც თავის მხრივ შედგება: 1. ტუბუსის ანუ მიკროსკოპის მილისა და მისი დამჭერისაგან. 2. შტატივის ფეხისა და სასაგნე მაგიდისაგან. მიკროსკოპის ტუბუსი ანუ მილი მოთავსებულია შტატივის ზედა ნაწილში და შედგება ორი ერთმანეთზე ჩამოცმული მილისაგან. ტუბუსის მოძრაობა წარმოებს მიკრომეტრული და მაკრომეტრული ხრახნების საშუალებით. ტუბუსის უხეში მოძრაობისათვის გამოიყენება მაკრომეტრული ხრახნი. მას იყენებენ მცირე გადიდების დროს. ძლიერი გადიდების შემთხვევაში გამოიყენება მიკრომეტრული ხრახნი, რომლის მამოძრავებელი სისტემა შტატივის შიგნითაა მოთავსებული და მოძრაობს გარეთ გამოტანილი ხრახნის საშუალებით. ტუბუსის ბოლოში ობიექტივების ჩასახრახნად მოთავსებულია ე. წ. მოძრავი რევოლვერი, რომელზედაც შეიძლება მიეხრახნოს ოთხამდე სხვადასხვა სიძლიერის ობიექტივი. ტუბუსის ზედა ბოლოში თავსდება ოკულარები. სრულყოფილ მიკროსკოპში სასაგნე მაგიდა ყოველთვის მოძრავია და მოძრაობს ყველა ან ორი ურთიერთპერპენდიკულარული მიმართულებით.

მიკროსკოპის ოპტიკურ ნაწილს მიეკუთვნება: 1. ობიექტივები, 2. ოკულარები, 3. აბეს კონდენსორი (გამანათებელი) და 4. სარკე. მიკროსკოპის ყველაზე მნიშვნელოვანი ნაწილია ობიექტივი. ის წარმოადგენს ლინზების სისტემას, რომელიც ჩასმულია ლითონის ბუდეში. მიკროსკოპს აქვს არანაკლებ სამი ობიექტივისა: სუსტი გადიდების (8X აღნიშვნით), ძლიერი გადიდების (40X აღნიშვნით) და იმერსიული სისტემის (90X აღნიშვნით).

ცნობილია, რომ ჰაერის სხივთტეხის კუთხე უფრო მცირეა, ვიდრე სასაგნე მინისა. ამიტომ სასაგნე მინაში გასვლის შედეგად სხივები ნაწილობრივ იფანტება და მიკროსკოპში განათება სუსტდება.

მცირე გადიდების ობიექტივების ფრონტალური ლინზები შედარებით დიდი დიამეტრისაა, რაც უზრუნველყოფს საკმაო განათებას. იმერსიული ობიექტივები, რომელებიც ძლიერ დიდ გადიდებას იძლევიან, ხასიათდებიან მცირე დიამეტრის ლინზებით, რის გამოც განათება სუსტია.

იმისათვის, რომ მიიღონ მკვეთრი გამოსახულება, მიმართავენ

პრეპარატზე იმერსიული ობიექტივის ისეთ სითხეში ჩაძირვას, რომლის სხივთტეხის კოეფიციენტი ეფარდება 2 მმ სისქის მქონე სასაგნე მინის სხივთტეხის კოეფიციენტს. ასეთ სითხედ გამოყენებულია იმერსიული ზეთი, რომლის საშუალებით ყველა სხივი არ განიცდის გარდატეხას, ე. ი. არ იცვლის მიმართულებას და ხვდება ობიექტივში, რაც იწვევს განათების გაძლიერებასა და მკვეთრი გამოსახულების მიღებას. აღნიშნულის მისაღწევად პრეპარატზე ათავსებენ 1-2 წვეთ ზეთს, მასში ჩაძირავენ იმერსიულ ობიექტივს და შემდეგ აწარმოებენ დაკვირვებას.

ბიოლოგიურ მიკროსკოპებში ქვემოთ ყოველთვის მოთავსებულია სპეციალური გამანათებელი ანუ აბეს კონდენსორი ირისული დიაფრაგმით, რომელიც გამოიყენება იმერსიული ობიექტივით სარგებლობის დროს. აღსანიშანვია ისიც, რომ მშრალი სისტემის ობიექტივები გაცილებით უკეთეს გამოსახულებას იძლევიან კონდენსორის გამოყენების შემთხვევაში, რის გამოც წარმოებს მიკროსკოპის მთელი მხედველობის არის თანაბარი განათება. კონდენსორის განათება წარმოებს მის ქვემოთ მოთავსებული ჩაზნექილი ან სწორი ზედაპირის მქონე სარკის საშუალებით. კონდენსორის გამოყენებისას სარგებლობენ სარკის სწორი ზედაპირით. სარკის ჩაზნექილ ზედაპირს კი იყენებენ კონდენსორის გარეშე სუსტი განათების შემთხვევაში.

მიკროსკოპის შემდეგ ოპტიკურ ნაწილს ოკულარი წარმოადგენს. ის მოკლე მილის ფორმისაა და მასში მოთავსებულია ორი ლინზა: ზედა – თვალის და ქვედა – შემკრები. ორივე ამ ლინზის შუა მდებარეობს ნამდვილი გამოსახულება, რომელსაც თვალის ლინზა არეკლავს სიბრტყეში და მოგვაჩვენებს გადიდებულად. ამიტომ გადიდების საშუალებად ცნობილია ოკულარი, რის გამოც მიკროსკოპს ყოველთვის ახლავს სხვადასვა გადიდების ოკულარები.

3.2. იმერსიული ობიექტივით მუშაობის წესები

მშრალ შეღებილ პრეპარატს ათავსებენ მიკროსკოპის მაგიდაზე, სარგებლობენ მცირე ობიექტივით (8X). შემდეგ პრეპარატის

ცენტრში ნაცხზე ათავსებენ იმერსიული ზეთის წვეთს და მშრალი სისტემის ობიექტივს ცვლიან იმერსიული სისტემით. მიკროსკოპის ტუბუსს მაკრომეტრული ხრახნის მოძრაობით დაუშვებენ ძირს. იმერსიული ობიექტივის ზეთში ჩაძირვის შემდეგ ფრთხილად მაკრომეტრული ხრახნის მოძრაობით ზევით სწევენ ტუბუსს, თან იხედებიან ოკულარში. ზუსტი ფოკუსირება კი ხდება მიკრომეტრული ხრახნის დახმარებით.

მიკროსკოპირების დამთავრების შემდეგ ტუბუსს ზევით სწევენ, იღებენ პრეპარატს და იმერსიული ობიექტივის ლინზას ფრთხილად წმენდენ მშრალი ბამბის ქსოვილით, ხოლო შემდეგ – ბენზინში დასველებული ქსოვილით. ლინზის გასაწმენდად ქსილოლის გამოყენება არ არის რეკომენდირებული, რადგან იგი ხსნის ობიექტივის ლინზების ერთმანეთთან დამაკავშირებელ შემადგენლობას.

მიკრობიოლოგიაში, გარდა სინათლის მიკროსკოპისა, გამოიყენება სხვა სახის მიკროსკოპებიც, როგორიცაა ფაზურკონტრასტული, ლუმინესცენციური და ელექტრონული.

3.3. გამოკვლევა ბნელ არეში

მიკროსკოპი ბნელი არით განსხვავდება ჩვეულებრივი (სინათლის) მიკროსკოპისაგან პრეპარატის განათების მეთოდით. ამ დროს გამოიყენება ნათელი გვერდითი განათება, რის შედეგადაც მიიღება განათებული ობიექტის გამოსახულება ბნელ ფონზე. ამასთან, ირიბი სხივები არ ხვდება ობიექტივსა და დამკვირებლის თვალში, მხედველობის არე კი სრულიად გაუნათებელი (მხედველობის ბნელი არე) რჩება. დამკვირვებელი ხედავს მხოლოდ იმ სხივებს, რომლებიც გამოსაკვლევ ობიექტს ეცემიან და მისგან აირეკლებიან.

3.4. ლუმინესცენციური მიკროსკოპი

ლუმინესცენციური მიკროსკოპი დაფუძნებულია ობიექტისა და საღებავების ნათების უნარზე. მათი ულტრაიისფერი, ლურჯი და სხვა მოკლეტალღიანი სინათლის სხივებით დასხივებისას განარჩევენ საკუთარ (პირველად) და მეორად ლუმინესცენციას.

პირველადი ლუმინესცენციის დროს გამოსაკვლევი ობიექტი შეიცავს ნივთიერებებს, რომლებსაც აქვთ ფლუორესცირების უნარი ულტრაიისფერი სხივებით დასხივებისას. ობიექტების დიდ უმრავლესობას საკუთარი ლუმინესცენციის უნარი არა აქვთ. ამის გამო იყენებენ მეორად ლუმინესცენციას. ამიტომ ლუმინესცენციური მიკროსკოპის დროს გამოსაკვლევ ობიექტებს ამუშავებენ ფლუორესცირების უნარის მქონე საღებავებით. ამ საღებავებს ფლუოროქრომებს უწოდებენ. ფლუოროქრომებად გამოიყენება აკრიდინის ყვითელი აუროფოსფინი. ლუმინესცენციური მიკროსკოპი ესაა ჩვეულებრივი მიკროსკოპი, რომელიც აღჭურვილია ულტრაიისფერი სინათლის წყაროთი და სინათლის ფილტრებით.

3.5. ფაზურკონტრასტული მიკროსკოპი

ფაზურკონტრასტული მიკროსკოპი გამოიყენება ცოცხალი ობიექტების, მიკროორგანიზმების შეუღებავი პრეპარატებისა და სხვათა შესასწავლად.

ასეთი ობიექტების გამოკვლევა შეიძლება ჩატარდეს ნაწილობრივ დაბნელებული (შევიწროებული დიაფრაგმით და დაშვებული კონდენსორით) და ბნელი არითაც, მაგრამ ეს ორივე მეთოდი პრეპარატის დეტალური დათვალიერების შესაძლებლობას არ იძლევა.

ფაზურკონტრასტული მიკროსკოპი კი საშუალებას გვაძლევს გამჭვირვალე შეუღებავ პრეპარატში შევისწავლოთ მიკროორგანიზმების აგებულება. სინათლის სხივების გასვლისას შეღებილ პრეპარატში წარმოებს სინათლის ინტენსივობის შეცვლა ანუ

იცვლება სინათლის ტალღის ამპლიტუდა. ასეთი ამპლიტუდური ცვლილება ადვილად შეიმჩნევა ადამიანის თვალითაც. სინათლის იგივე სხივები გადის გამჭვირვალე შეუღებავ პრეპარატში, არ კარგავს თავის ინტენსივობას, იცვლება მხოლოდ სინათლის გასვლის სიჩქარე ობიექტში. ე. ი. იცვლება სინათლის სხივის რყევის ფაზა. ასეთ ფაზურ რყევას თვალი ვერ ხედავს. ფაზურ-კონტრასტული მოწყობილობის დახმარებით წარმოებს ფაზური, უხილავი ცვლილებების გარდაქმნა ამპლიტუდურ კონტრასტულ დასანახ ცვლილებად. ფაზურკონტრასტული მოწყობილობა შედგება სპეციალური ფაზური კონდენსორისა და ობიექტივებისაგან.

3.6. ელექტრონული მიკროსკოპი

ელექტრონული მიკროსკოპი გამოიყენება უჯრედის სტრუქტურის სუბუჯრედულ და უჯრედულ დონეზე შესასწავლად და ვირუსების გამოსაკვლევად.

ელექტრონული მიკროსკოპის ოპტიკური სქემა სინათლის მიკროსკოპის სქემის ანალოგიურია. ოღონდ ყველა ოპტიკური ელემენტი შეესაბამება ელექტრულს. მაგალითად, სინათლის წყარო – ელექტრონების წყაროს, მინის ლინზები – ელექტროგამნიტურ ლინზებს.

ელექტრონების წყაროს წარმოადგენს ელექტრონების კონა. V-ს ფორმის ვოლფრამის თერმოკათოდი ხურდება 2900 °C-მდე, რის შედეგადაც უშვებს თავისუფალ ელექტრონებს. ელექტრონების ნაკადი შემდეგ ფორმირდება ლინზების მეშვეობით და მიემართება საკვლევ ობიექტზე. ელექტრონები, რომლებიც გადის ობიექტში, მისი სხვადასხვა სისქისა და ელექტრონული სიმკვრივის გამო გადაიხრება სხვადასხვა კუთხით და ხვდება ობიექტივის ლინზაში. ლინზები ახდენენ ობიექტის გადიდებას.

ელექტონულ-მიკროსკოპული გამოკვლევისათვის ამზადებენ სხვადასხვა უჯრედებს, ქსოვილებს, მიკროორგანიზმების ულტრათხელ ანათალებს, აგრეთვე, მთლიანად ბაქტერიულ უჯრე-

დებს, ვირუსებს, ფაგებსა და სუბუჯრედულ სტრუქტურებს. ელექტრონული მიკროსკოპი მოითხოვს საკვლევი ობიექტის სპეციალურ მომზადებას, ქსოვილების ან მიკროორგანიზმების ფიქსაციას, გაუწყლოებასა და ულტრათხელი ანათალების მომზადებას.

თავი IV
მიკროორგანიზმთა პრეპარატების დამზადება

მიკროორგანიზმების მიკროსკოპული გამოკვლევისას წინასწარ ამზადებენ პრეპარატს. პრეპარატი მზადდება, როგორც წესი, სასაგნე მინაზე, რომლის სისქე არ უნდა აღემატებოდეს 1.2-1.4 მმ. მისი ზედაპირი გულმოდგინედ უნდა გაიწმინდოს და გასუფთავდეს ცხიმისაგან, რომ წყლის წვეთი თანაბრად გაიშალოს მინის ზედაპირზე. სასაგნე მინის ცხიმისაგან გასასუფთავებლად ყველაზე საიმედოა მისი დამუშავება კალიუმის ბიქრომატისა და გოგირდმჟავას 6%-იან ხსნარში, შემდეგ კი გააელებენ წყალს და სპირტს. აღნიშნული ხერხი რთულია, ამიტომ უმეტესად მინას უსვამენ საპონს, რეცხავენ წყლით და ამშრალებენ სუფთა ჩვრით. კარგ შედეგს იძლევა, თუ გარეცხილ მინას გაასუფთავებენ ეთერში დასველებული სუფთა ჩვრით, რის შემდეგაც წყლით გარეცხვა საჭირო აღარ არის. სასაგნე მინების გაწმენდა ტუტის ხსნარით არ არის რეკომენდებული, რადგანაც ტუტე შლის მინას და მის ზედაპირს ბუნდოვანს ხდის.

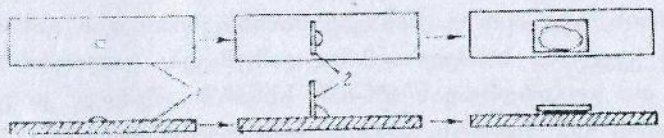
4.1. მიკროორგანიზმთა შესწავლა ცოცხალ მდგომარეობაში

მიკროორგანიზმების ცოცხალ მდგომარეობაში გამოკვლევა საჭიროა მრავალი პრაქტიკული საკითხის გადასაწყვეტად. ასეთია მათი ფორმის, მოძრაობის, გამრავლებისა და სხვა ნიშან-თვისებათა განსაზღვრა. უპირატესობა აქვს მიკროორგანიზმების ცოცხალ მდგომარეობაში შესწავლას. შეღებილ პრეპარატში ხშირად ფიქსირებაც კი იწვევს უჯრედის ნაწილობრივ პლაზმოლიზს. აგრეთვე, საღებავების მოქმედებით უჯრედის ნორმალური სტრუქტურა განიცდის ღრმა ცვლილებებს. ცოცხალ მდგომარეობაში მიკროორგანიზმებს სწავლობენ გაჭყლეტილ და ჩაკიდულ წვეთში და პრეპარატი – ანაბეჭდით.

გაჭყლეტილი წვეთი

სუფთა სასაგზე მინაზე ათავსებენ ონკანის წყლის წვეთს. გამოხდილ წყალს არ იყენებენ, რადგანაც მასში არ არის მიკრო-

ორგანიზმებისათვის საჭირო მარილების კონცენტრაცია, რაც მიკროორგანიზმებში იწვევს არასასურველ ცვლილებებს. სასაგნე მინაზე მოთავსებულ წყლის წვეთს მარყუჟის საშუალებით უმატებენ გამოსაკვლევი მიკროორგანიზმების მცირე რაოდენობას, ურევენ და მიღებულ ემულსიას ზემოდან აფარებენ სუფთა საფარ მინას (სურ.57). სწორად დამზადებულ პრეპარატში წყლის წვეთი მთლიანად ავსებს საფარ და სასაგნე მინებს შორის სივრცეს.

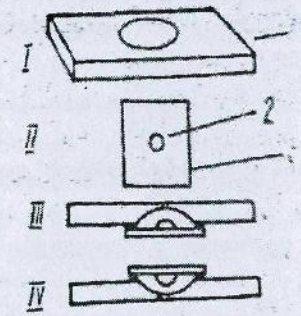


სურ.57. გაჭყლეტილი წვეთის პრეპარატის დამზადება
ა-ხედი ზევიდან; ბ-ხედი გვერდიდან.
1-სასაგნე მინა; 2-საფარი მინა.

თხევად საკვებ არეში (მაგალითად, ხორცპეპტონიან ბულიონში) განვითარებული მიკრობების გამოსაკვლევად წყლიან ემულსიას არ ამზადებენ, არამედ იყენებენ ბულიონის კულტურის წვეთს. ასეთი სახით დამზადებულ პრეპარატს ათავსებენ მიკროსკოპის სასაგნე მაგიდაზე და განიხილავენ მშრალი სისტემის ობიექტივით. გაჭყლეტილი წვეთის პრეპარატით ადგენენ შესასწავლი მიკროორგანიზმების უჯრედის ფორმას, ზომას, განლაგებას, სპორის წარმოქმნის უნარს, მოძრაობას და ა. შ. მიკროორგანიზმების მოძრაობის შესწავლა ხდება ოცდაოთხსაათიან ბულიონის კულტურაში. სპორების წარმოშობა კი – პირიქით, ძველ კულტურაში მყარ საკვებ არეზე.

ჩაკიდული წვეთი

ჩაკიდული წვეთის მეთოდის გამოყენება ეკუთვნის **რობერტ კოხს**. პრეპარატის დასამზადებლად გამოსაკვლევი მიკროორგანიზმების ემულსიის წვეთს ათავსებენ სუფთა საფარი მინის ცენტრში. შემდეგ საფარ მინას სწრაფად გადაატრიელებენ და აფარებენ სასაგნე მინის ფოსოს ისე, რომ წვეთი თავისუფლად იყოს ჩაკიდებული ფოსოში (სურ.58). ფოსოს ზედა ნაპირზე წინასწარ უსვამენ ვაზელინს, რის შედეგად წვეთი მოემწყვდევა ჰერმეტულად დახშულ ტენიან კამერაში.



სურ.58. ჩაკიდული წვეთის პრეპარატის დამზადება
I, II, III, IV-პრეპარატის დამზადების ეტაპები
1-ფოსოიანი სასაგნე მინა; 2-წვეთი; 3-საფარი მინა

მიკროსკოპირების გასაადვილებლად აწარმოებენ ჩაკიდული წვეთის შეღებვას ძლიერ გაზავებული ფუქსინის, ნეიტრალური წითელის, მეთილენის ლილისა და სხვა ისეთი საღებავების საშუალებით, რომელთა სუსტი ხსნარები მავნებლად არ მოქმედებენ მიკროორგანიზმებზე. ჩაკიდული წვეთის მეთოდით სწავლობენ მიკროორგანიზმების მოძრაობას, გაყოფას, სპორების წარმოშობასა და განვითარებას, დამოკიდებულებას ქიმიურ გამღიზიანებლებთან და სხვა.

პრეპარატი ანაბეჭდი

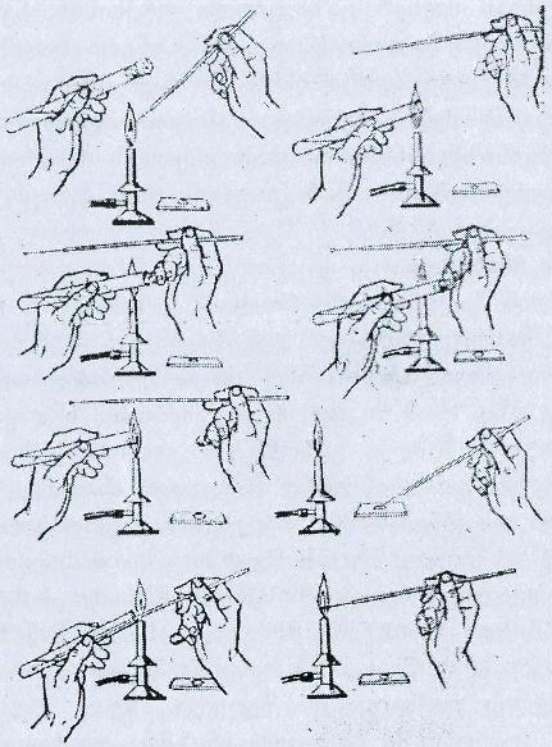
აგარ-აგარიან საკვებ არეზე მთლიან გაზონად ან ცალკეული კოლონიების სახით გაზრდილი გამოსაკვლევი მიკროორგანიზმებიდან ამოჭრიან სკალპელით ბლოკს, რომელსაც ათავსებენ სასაგნე მინაზე ისე, რომ მიკროორგანიზმებიანი ზედაპირი ზევით იყოს მიმართული. შემდეგ გაზონს ან კოლონიას მიადებენ საფარ მინას, ფრთხილად აწვებიან მარყუჟით ან პინცეტით, სწრაფადვე იღებენ და პრეპარატს ანაბეჭდით ქვევით ათავსებენ სასაგნე მინაზე არსებულ წყლის წვეთში. ასეთი სახით მიღებულ პრეპარატს ათვალიერებენ მიკროსკოპის მშრალი სისტემის ობიექტივით. ანაბეჭდი შეიძლება მიიღონ სასაგნე მინაზედაც, თუ კოლონიის ზედაპირს შეეხებიან სასაგნე მინით. შეიძლება მოახდინონ ანაბეჭდის ფიქსაცია და შეღებვა. ასეთი პრეპარატი მოხერხებულია კოლონიაში მიკროორგანიზმთა უჯრედების ბუნებ-

რიეი განლაგების შესწავლისათვის, აგრეთვე, აქტინომიცეტებისა და სოკოების სპორებისა და სპორათმტარების გამოკვლევისათვის.

4.2. ფიქსირებული პრეპარატის დამზადება

მიკრობიოლოგიაში ფართოდ გამოიყენება ფიქსირებული პრეპარატები. მათ იყენებენ მიკროორგანიზმების მორფოლოგიური თავისებურებების შესასწავლად, კულტურის სისუფთავის შესამოწმებლად და სხვა.

ფიქსირებული შეღებილი პრეპარატის დამზადება მოიცავს შემდეგ ეტაპებს: ნაცხის დამზადება, გაშრობა, ფიქსაცია და შეღებვა (სურ. 59).



სურ.59. ფიქსირებული შეღებილი პრეპარატის დამზადების თანმიმდევრობა

ნაცხის დამზადება. სუფთა სასაგნე მინაზე ათავსებენ წყლის წვეთს და მასში სტერილური მარყუჟით შეაქვთ გამოსაკვლევი მიკროორგანიზმების მცირე რაოდენობა. მიღებულ სუსპენზიას თანაბრად გაანაწილებენ მარყუჟით 1-2 სმ^2 ფართობზე, რომ მიიღონ თხელი ფენა. ნაცხს უნდა ჰქონდეს ოვალური ან მრგვალი ფორმა. მასალის არათანაბარი განაწილებისას მიიღება უფორმო ნაცხები, რაც ხელს უშლის მიკროსკოპირებას. ნაცხი იმდენად თხელი უნდა იყოს, რომ დამზადების შემდეგ მალე გაშრეს. არ არის სასურველი ნაცხის ზედმეტი გახეხვა, ვინაიდან უკანასკნელი იწვევს ბაქტერიების უჯრედების ბუნებრივი განლაგების დარღვევას (წყდება სტრეპტოკოკების ჯაჭვი, უჯრედებს – შოლტები და სხვა). ნაცხის დამზადების შემდეგ მარყუჟი ხელიდან გაუშვებლად უნდა გასტერილდეს ცეცხლის ალზე.

ნაცხის გაშრობა. უკეთესია პრეპარატის გაშრობა ოთახის ტემპერატურაზე. თუ პრეპარატი ძნელად შრება, ამ შემთხვევაში მას ფრთხილად ახურებენ ცეცხლის ალზე ნაცხით ზევით. არაა სასურველი პრეპარატის ზედმეტი გადახურება. წინააღმდეგ შემთხვევაში ადგილი ექნება მიკროორგანიზმთა უჯრედებში ცილების უხეშ შედედებას, რის გამოც უჯრედების სტრუქტურა შესამჩნევად ირღვევა.

ფიქსაცია. პრეპარატის ფიქსაციის მიზანია: 1. დახოცოს მიკროორგანიზმები და უვნებელი გახადოს შემდეგი დამუშავებისათვის, 2. დაამაგროს ნაცხი სასაგნე მინაზე, რომ პრეპარატის გარეცხვის დროს იგი არ ჩამოირეცხოს, 3. გახადოს მიკრობები საღებავის უკეთ შემთვისებელი.

ფიქსაციის სხვადასხვა წესი არსებობს. მიკრობიოლოგიაში უფრო მეტად გავრცელებულია გახურება ცეცხლის ალზე. ეს წესი რობერტ კოხმა შემოიღო. პრეპარატს იჭერენ ცერითა და საჩვენებელი თითით, ატარებენ ცეცხლის ალზე 4-5-ჯერ ნაცხით ზემოთ. ფიქსაციის პროცესი გრძელდება 5-6 წამს, ხოლო ცეცხლის მოქმედება პრეპარატზე წარმოებს არა უმეტეს ორი წამისა.

პრეპარატის ძლიერი გახურებით უჯრედების სტრუქტურა იცვლება და ნაცხი ფუჭდება. არასრული ფიქსაციით კი მიზანს ვერ აღწევენ, ვინაიდან პრეპარატის შემდგომი დამუშავებისას

ნაცხი ჩაირეცხება.

მიკროორგანიზმთა უჯრედების ნახი სტრუქტურის შესასწავლად ფიქსაციას ახდენენ სხვადასხვა ქიმიური საშუალებებით. ამ დროს ნაცხს ან გადაასხამენ საფიქსაციო სითხეს, ან უშუალოდ ჩაძირავენ საფიქსაციო ხსნარში განსაზღვრული დროის განმავლობაში. ფიქსატორებად იყენებენ: ეთილის სპირტს (ეთანოლი). ფიქსაციის დრო 15-30 წუთი, მეთილის სპირტს (მეთანოლი) – 3-5 წუთი. ეთანოლისა და ეთერის თანაბარი ნარევით ფიქსაცია ხდება 15-20 წუთით. არსებობს სხვა ფიქსატორებიც.ფიქსაციის დამთავრების შემდეგ საფიქსაციო ხსნარს გადაღვრიან სასაგნე მინიდან, გააელებენ ონკანის წყალს და ღებავენ.

შეღებვა. არსებობს მარტივი და რთული (სადიფერენციაციო) შეღებვა. მარტივი წესით შეღებვა ფართოდ გამოიყენება ლაბორატორიაში და მიკრობების მორფოლოგიის სწრაფად და კარგად გაცნობის საშუალებას იძლევა. მარტივი შეღებვის დროს, ჩვეულებრივად, იყენებენ ერთ საღებავს (მეთილენის ლილა, ფუქსინი ან სხვა), რთული შეღებვისას კი – რამდენიმე საღებავს ან დამხმარე ხსნარებს. მიკროორგანიზმების შეღებვა არ წარმოადგენს მიკრობის უჯრედის საღებავით გაუღენთვის მექანიკურ პროცესს. ესაა ფიზიკურ-ქიმიური პროცესი, რომლის დროსაც ხდება მიკრობული უჯრედების მიერ საღებავის ადსორბცია.

ფიქსირებულ მშრალ ნაცხზე პიპეტის საშუალებით ასხამენ საღებავს ისე, რომ მთლიანად დაიფაროს ნაცხის ზედაპირი. ზედმეტი საღებავის დასხმა არ არის სასურველი, რადგანაც იგი ხელს უშლის პრეპარატის დამუშავებას, სვრის ხელებს და იღვრება სასაგნე მინიდან. ჩვეულებრივად პრეპარატს ღებავენ ოთახის ტემპერატურაზე რამდენიმე წუთის განმავლობაში.

პრეპარატს შეღებვის შემდეგ აცილებენ საღებავს და რეცხავენ წყლით. იგი ირეცხება მხოლოდ ზედმეტი საღებავისაგან, მიკროორგანიზმის მიერ ადსორბირებული საღებავი კი რჩება. პრეპარატს აშრობენ ფილტრის ქაღალდით. შეღებილი ნაცხი უნდა იყოს სრულიად მშრალი. წინააღმდეგ შემთხვევაში დარჩენილი წყალი იმერსიულ ზეთთან მიკროსკოპში ქმნის ბუნდოვანი

მხედველობის არეს და წყლის წვეთთან ერთად იწვევს მიკრობების „მოძრაობას“.

შეღებილი პრეპარატის მიკროსკოპში დაკვირვებისათვის ჯერ სარგებლობენ მცირე გადიდების მშრალი სისტემის ობიექტივით ისე, რომ მიიღონ ნათელი მხედველობის არე, შემდეგ სასაგნე მაგიდაზე სპეციალური საჭერით ამაგრებენ პრეპარატს, ფოკუსს აყენებენ მაკრომეტრული ხრახნით. შეღებვის შემოწმების შემდეგ ნაცხზე ათავსებენ ერთ წვეთ იმერსიულ ზეთს და მშრალი სისტემის ობიექტივს ცვლიან იმერსიულით. მაკრომეტრული ხრახნის მოძრაობით ობიექტივს ჩაძირავენ ზეთში, რის შემდეგ აკვირდებიან ოკულარში და მაკრომეტრული ხრახნით ტუბუსს ამოძრავებენ ქვევიდან ზევით მიკროორგანიზმების მკვეთრი გამოსახულების მიღებამდე.

განასხვავებენ მიკროორგანიზმთა შეღებვის ორ ხერს: პოზიტიური (დადებითი) და ნეგატიური (უარყოფითი). ბაქტერიული უჯრედის შეღებვის ზემოთ აღნიშნული წესი არის ეგრეთწოდებული პოზიტიური შეღებვა. რაც შეეხება ნეგატიურ შეღებვას, ამ დროს საღებავი ვერ აღწევს ბაქტერიულ უჯრედში, რის გამოც ეს უკანასკნელი არ იღებება. იღებება მხოლოდ მიკროორგანიზმების გარემომცველი არე. შეღებილ ფონზე მიკროორგანიზმები ნათელი წერტილების სახით ჩანს. ნეგატიური შეღებვისას უმეტესად იყენებენ თხევად ტუშს. ამ მიზნით, შეიძლება გამოყენებულ იყოს 3%-იანი კონგო წითელი, 10%-იანი ნიგროზინი და სხვა. აღნიშნული საღებავების ადსორბირებას ვერ ახდენენ მიკროორგანიზმები, რის შედეგად პრეპარატში ღებულობენ შეღებილ ფონზე მიკრობების მკაფიო ფორმებს.

ნეგატიური შეღებვისას, ტუშის გამოყენების შემთხვევაში, მას წინასწარ ზავებენ გამოხდილ წყალში (1:1), ასტერილებენ 110 ^{o}C -ზე 30 წუთის განმავლობაში. გაზავებული სტერილური ტუში ინახება ორი კვირის განმავლობაში მსხვილი ნაწილაკების დასალექავად. ნაცხის დამზადება ხდება შემდეგნაირად: სუფთა სასაგნე მინაზე ათავსებენ სტერილური ტუშის წვეთს, უმატებენ გამოსაკვლევ მასალას და ურევენ. მიღებულ ემულსიას თხელ ფენად წაუსვამენ სასაგნე მინის ზედაპირს საფარი მინის კიდით. როცა ნაცხი გაშრება, პრეპარატს უკეთებენ ფიქსაციას და ათვა-

ლიერებენ მიკროსკოპში იმერსიული სისტემით. მიკროორგანიზმთა უჯრედები მკვეთრად გამოჩნდებიან შავ ფონზე.

4.3. ლაბორატორიული მეცადინეობა

საჭირო მასალები: Lactobacillus acidophilus, Bacillus megaterium, Saccharomyces cerevisiae, Micrococcus lysodeiticus, Sarcina Flava, Streptococcus lactis (albus), Bacillus subtilis 24 საათიანი კულტურა გაზრდილი ხორცპეპტონიან აგარ-აგარზე, ცხიმმოცილებული სასაგნე მინები, სინჯარები სტერილური წყლით, სპირტქურა, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, პასტერის პიპეტი, 0.01%-იანი მეთილენის ლილის ხსნარი, ფუქსინის წყლიანი ხსნარი, ფილტრის ქაღალდი, მიკროსკოპი, იმერსიული ზეთი, ბენზინი, სადეზინფექციო ხსნარები, ონკანის წყალი.

Lactobacillus acidophilus, Bacillus megaterium, Saccharomyces cerevisiae კულტურების გაჭყლეტილი წვეთის და ჩაკიდული წვეთის პრეპარატების დამზადება

1 გაჭყლეტილი წვეთის პრეპარატის დამზადება

ა) სუფთა სასაგნე მინაზე სტერილური წყლის წვეთში ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით შეაქვთ გამოსაკვლევი კულტურა. თუ მიკროორგანიზმები სუსპენზიის სახითაა, მათ აწვეთებენ პასტერის პიპეტით უშუალოდ სასაგნე მინაზე.

ბ) სასაგნე მინაზე 45°-იანი კუთხით აფარებენ საფარ მინას ისე, რომ არ წარმოიქმნას ჰაერის ბუშტები სასაგნე და საფარ მინას შორის. ჭარბი სითხე ფილტრის ქაღალდით უნდა მოცილდეს.

2. ჩაკიდული წვეთის პრეპარატის დამზადება

იღებენ ფოსოიან სასაგნე მინას, ფოსოს კიდეებზე წაუსვამენ ვაზელინს. საფარ მინაზე წყლის წვეთში შეაქვთ გამოსაკვლევი მასალა, რომელსაც სწრაფად გადმოაბრუნებენ და აფარებენ სასაგნე მინის ფოსოს. მიღებულ ჰერმეტულ კამერაში წვეთი არ შრება და მიკროორგანიზმებს აკვირდებიან ხანგრძლივი დროით.

Micrococcus lysodeiticus, Bacillus subtilis, Sarcina Flava, Streptococcus lactis (albus), კულტურის ფიქსირებული შეღებილი პრეპარატის დამზადება

1. სტერილური ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით ან პასტერის პიპეტით სუფთა სასაგნე მინაზე ათავსებენ ბაქტერიულ სუსპენზიას. მყარი საკვები არიდან მასალას იღებენ ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით და შეაქვთ ონკანის სტერილურ წყალში. მასალას თანაბრად ანაწილებენ 1.5-2 სმ^2 ფართობზე.

2. მიღებულ ნაცხს აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე.

3. გაშრობის შემდეგ ნაცხს უკეთებენ ფიქსაციას ცეცხლის ალზე. სასაგნე მინას ნაცხით ზევით იჭერენ ხელში და სამჯერ გადაატარებენ ალზე. ალის პირდაპირი მოქმედება ნაცხზე არ უნდა აღემატებოდეს 3-4 წამს.

4. ნაცხზე პიპეტით აწვეთებენ 2-3 წვეთ ფუქსინის წყლიან ხსნარს. შეღებვას ახდენენ 2-3 წუთით.

5. ჭარბი საღებავის მოსაშორებლად პრეპარატს რეცხავენ წყლით მანამ, სანამ წყალი უფერული არ გახდება.

6. პრეპარატს აშრობენ ჰაერზე ან ფილტრის ქაღალდით.

დამზადებული პრეპარატის დათვალიერება მიკროსკოპით

1. წინასწარ აშუქებენ მიკროსკოპს, სარკეს ამოძრავებენ მანამ, სანამ სინათლის წყარო ობიექტივის ცენტრში არ მოხვდება.

2. მიკროსკოპის სასაგნე მაგიდაზე ათავსებენ პრეპარატს და დამჭერით ამაგრებენ.

3. ათვალიერებენ პრეპარატს, სარგებლობენ მშრალი სისტემის ობიექტივით (20X, 40X). მაკრომეტრული ხრახნის მოძრაობით ობიექტივს დაუშვებენ პრეპარატამდე ისე, რომ არ შეეხოს სასაგნე ან საფარ მინას, შემდეგ იხედებიან ოკულარში, მაკრომეტრული ხრახნით ობიექტივს სწევენ ზევით, მიკროსკოპის მხედველობის არეში ობიექტის კონტურის გამოჩენამდე. მიკრომეტრული ხრახნით ღებულობენ მკვეთრ გამოსახულებას.

4. მცირე გადიდებიდან დიდ გადიდებაზე გადასვლისას ობიექტივს აყენებენ მხედველობის არის ცენტრში. შემდეგ რევოლვერით ცვლიან ობიექტივს. ამ დროს პრეპარატი რჩება ფოკუსში, რაც აადვილებს მის შემდგომ გამოკვლევას.

5. იმერსიულ ობიექტივზე გადადიან მას შემდეგ, რაც პრეპარატს აყენებენ მხედველობის არის ცენტრში, მაკრომეტრული ხრახნით სწევენ ობიექტივს ზევით 2-3 სმ-ზე სასაგნე მინიდან

და მასზე მინის წკირით აწვეთებენ იმერსიულ ზეთს. რევოლვერის დახმარებით 90X ობიექტივი მოჰყავთ სამუშაო მდგომარეობაში, მაკრომეტრულ ხრახნს აბრუნებენ საათის ისრის მიმართულებით, ჩაძირავენ იმერსიულ ზეთში, შემდეგ იხედებიან ოკულარში, მაკრომეტრული ხრახნით ნელა სწევენ ობიექტივს ზევით მხედველობის არეში ობიექტის გამოჩენამდე. მკვეთრ გამოსახულებას ღებულობენ მიკრომეტრული ხრახნის მოძრაობით.

6. მიკროსკოპირების დამთავრების შემდეგ ტუბუსს ზევით სწევენ, პრეპარატს იღებენ სასაგნე მაგიდიდან. თუ დაკვირვება ხდებოდა იმერსიული ობიექტივით, მაშინ მის ფრონტალურ ლინზებს გულმოდგინედ წმენდენ ზეთისაგან ბენზინში დასველებული ბამბის ქსოვილით.

გაჭყლეტილი წვეთის და ჩაკიდული წვეთის პრეპარატებს თავდაპირველად ათვალიერებენ 20X ან 40X ობიექტივით, შემდეგ კი – იმერსიული ობიექტივით.

თავი V
ბაქტერიების, სოკოების, საფუვრებისა და უმარტივესების მორფოლოგია

5.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა

საჭირო მასალები: ფუქსინის წყლიანი ხსნარი, სასაგნე მინა, ბენზინი, იმერსიული ზეთი, სტერილური ონკანის წყალი, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, მიკროსკოპი, Spirochaeta dentium, Rhodospirillum rubrum, Steptococcus lactis, Azotobacter chroococcum, Micrococcus citreus მზა პრეპარატები, Escherichia coli, Sarcina flava, Staphylococcus aureus 24 საათიანი კულტურა, Streptomyces griseus 7-დღიანი კულტურა.

ამზადებენ Sarcina flava, Staphylococcus aureus, Escherichia coli-ის კულტურების ფიქსირებულ ნაცხებს და ათვალიერებენ მიკროსკოპით.

ამზადებენ აქტინომიცეტის – Str. griseus-ის პრეპარატ-ანაბეჭდს. ამისათვის საფარ მინას ფრთხილად მიაჭერენ აქტინომიცეტის კოლონიის ზედაპირზე ანაბეჭდის მისაღებად, შემდეგ საფარ მინას ათავსებენ სასაგნე მინაზე ანაბეჭდით ზევით. ნაცხს ამზადებენ ისეთივე სახით, როგორც ბაქტერიების შემთხვევაში: გამოშრობა, ფიქსაცია ცეცხლის ალზე, შეღებვა, მიკროსკოპირება იმერსიული ობიექტივით 90X. ანაბეჭდი შეიძლება მივიღოთ სასაგნე მინაზედაც.

5.2. ლაბორატორიული მეცადინეობა

საჭირო მასალები: Candida, Saccaharomyces cerevisiae 24 საათიანი კულტურა, ობის სოკოები Mucor mucedo, Aspergillus niger, Pen. cyclopium 5-7 დღეღამიანი კულტურა, სასაგნე და საფარი მინები, სპირტისა და გლიცერინის ნარევს (1:1) დამატებული მეთილენის ლილა, წყლიანი ფუქსინი, მიკროსკოპი, იმერსიული ზეთი, საპრეპარაციო ნემსი, მეთილენის ლილა გაზავებით 1:40, ბენზინი.

საფუარი Saccharomyces cerevisiae- დან ამზადებენ გაჭყლეტილი წვეთის პრეპარატს, ღებავენ მეთილენის ლილით და ათვალიერებენ მიკროსკოპით.

სოკოების Mucor mucedo, Aspergillus niger, Penicillium cyclopium კოლონიებს ათვალიერებენ მიკროსკოპის 8X ობიექტივით უშუალოდ ღია ფინჯანში.

ამზადებენ ობის სოკოების Aspergillus-ის, Penicillium-ის, Mucor-ის გაჭყლეტილი წვეთის პრეპარატებს.

ათვალიერებენ და ჩახატავენ საფუვრის მსგავს სოკო-Candida-ს.

სპორანგიუმებისა და კონიდიების შესასწავლად ამზადებენ გაჭყლეტილი წვეთის პრეპარატს. სოკოს მიცელიუმი წყლით ცუდად სველდება. ამიტომ პრეპარატს ამზადებენ სპირტისა და გლიცერინის ნარევში (1:1). სასაგნე მინაზე აწვეთებენ აღნიშნულ ნარევს და მასში საპრეპარაციო ნემსით ფრთხილად გადააქვთ მიცელიუმის ნაწილი, აფარებენ საფარ მინას და ათვალიერებენ ობიექტივით 8X და 40X.

თავი VI
ბაქტერიული უჯრედის აგებულება

6.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა

საჭირო მასალები: სასაგნე და საფარი მინები, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, სინჯარები სტერილური ონკანის წყლით, ასანთი, ფილტრის ქაღალდი, იმერსიული ზეთი, იოდის ხსნარი გრანულეზასა და გლიკოგენის აღმოსაჩანად, ლუგოლის ხსნარი, გენციანვიოლეტის ხსნარით გაჟღენთილი ფილტრის ქაღალდის ზოლები, 96%-იანი ეთილის სპირტი, ფუქსინის წყლიანი ხსნარი, ცილიას ფუქსინი, შავი თხევადი ტუში, სუდან III-ის ხსნარი, 40%-იანი ფორმალინი, მეთილენის ლილა თანაფარდობით 1:40. ერბომჟავა ბაქტერიების ელექტიური კულტურა, კულტურები Saccharomyces cerevisiae, Azotobacter chroococcum, Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Bacillus megaterium, Bacillus thuringiensis, საფუვრები – Lipomyces, უჯრედის კედლის მზა პრეპარატები: Saccharomyces cerevisiae ბირთვი შეღებილი რომანოვსკი-გიმზას მიხედვით, Bacillus anthracoides ნუკლეოიდის აღმოჩენა ფელგენის რეაქციით, Saccharomyces cerevisiae ვოლუტინის მარცვლები შეღებილი ნეისერის მიხედვით.

STAPHYLOCOCCUS AUREUS და **ESCHERICHIA COLI**-ის უჯრედების ნარევის შეღებვა გრამის წესით

1. ნაცხის დამზადება. სასაგნე მინის ზედაპირზე ნაცხი უნდა იყოს თხელი და თანაბრად განაწილებული. ნაცხს აშრობენ ჰაერზე, ფიქსაციას უკეთებენ ცეცხლის ალზე.

2. სასაგნე მინაზე ათავსებენ ფილტრის ქაღალდის ზოლს, ზევიდან ასხამენ გენციანვიოლეტის კარბოლის მუავიან ხსნარს. ღებავენ 1-2 წუთით. უკეთესია გამოყენებული იყოს სინევის მოდიფიკაცია. ამ შემთხვევაში ფილტრის ქაღალდის ზოლს წინასწარ ავლებენ საღებავში და აშრობენ, აფარებენ ნაცხზე, აწვეთებენ 2-3 წვეთ წყალს და მჭიდროდ აჭერენ ქაღალდს ნაცხზე. ღებავენ 1-2 წუთით. ამ დროს იღებება როგორც გრამდადებითი, ისე გრამუარყოფითი ბაქტერიები.

3. აიღებენ ფილტრის ქაღალდს, გადაღვრიან საღებავს, პრეპა-

რატს არ გააკლებენ წყალს, ნაცხზე ასხამენ ლუგოლის ხსნარს 1-2 წუთის განმავლობაში ნაცხის გამუქებამდე.

4. ლუგოლის ხსნარს გადაღვრიან და პრეპარატზე ასხამენ 1-2 წვეთ 96%-იან ეთილის სპირტს 30-60 წამით. თავიდან რომ აიცილონ უჯრედების ზედმეტი გაუფერულება, სპირტს უმატებენ 10%-იანი იოდის სპირტიან ხსნარს /2 მლ/. სპირტი აუფერულებს გრამუარყოფით ბაქტერიებს, ხოლო გრამდადებითი ბაქტერიები ინარჩუნებენ საღებავს.

5. სპირტის მოქმედების ექსპოზიცია რომ არ გაადიდონ, პრეპარატს სწრაფად გააკლებენ წყალს.

6. წყლის გაკლების შემდეგ გრამუარყოფით ბაქტერიებს დამატებით ღებავენ ფუქსინის წყლიანი ხსნარით 1-2 წუთის განმავლობაში.

7. წყლის გაკლების შემდეგ პრეპარატს აშრობენ ფილტრის ქაღალდით და მიკროსკოპირებას ახდენენ იმერსიული ობიექტივით 90X. მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება ლურჯიისფრად შეღებილი გრამდადებითი ბაქტერიები, ხოლო გრამუარყოფითები – წითლად.

AZOTOBACTER CHROOCOCCUM-ის კაფსულის აღმოჩენა ომელიანსკის მიხედვით

1. სასაგნე მინაზე ათავსებენ ნახევრად წყლით გაზავებულ კარბოლფუქსინის ცილიას ხსნარს.

2. საღებავის წვეთში შეაქთ ბაქტერიული სუსპენზია.

3. 2-3 წუთის შემდეგ უმატებენ თხევად შავი ტუშის წვეთს. ტუშის დამუშავება ხდება წინასწარ.

4. წვეთს სწრაფად და გულმოდგინედ შეურევენ. წვეთი რომ არ გაშრეს, იყენებენ გაშლიფულ ბოლოიან სასაგნე და საფარ მინებს. ნაცხს ამზადებენ სისხლის ნაცხის მსგავსად. საფარ მინას სუსპენზიის წვეთთან ათავსებენ 45°-იანი კუთხით და გადაამოძრავებენ მას წინ სასაგნე მინის ბოლომდე (სურ. 60).

სურ.60. სისხლის ნაცხის დამზადება

5. პრეპარატს აშრობენ ჰაერზე და ათვალიერებენ მიკროსკოპის ობიექტივით 40X და 90X. მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება ბაქტერიის ღია-წითლად შეფერილი უჯრედები. მაგალითად, აზოტობაქტერი გარემოცულია უფერული კაფსულით, რაც კარგად ჩანს ტუშის შავ ფონზე, რადგანაც ტუში ვერ აღწევს კაფსულაში, ხოლო ფუქსინი მას არ ღებავს.

ერბომჟავა ბაქტერიების უჯრედში გრანულეზის აღმოჩენა

1. სუფთა სასაგნე მინაზე პიპეტით აწვეთებენ ერბომჟავა ბაქტერიების კულტურის წვეთს.

2.წვეთს უმატებენ იოდის ხსნარს.

3.პრეპარატს აფარებენ საფარ მინას ისე, რომ არ წარმოიქმნას ჰაერის ბუშტები. მიკროსკოპირებას ახდენენ ობიექტივით 90X. მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება მუქ-ლურჯად შეღებილი ერბომჟავა ბაქტერიები, ამიტომ მთელი უჯრედი ლურჯი ფერის იქნება. პრეპარატში ჩანს, აგრეთვე, ენდოსპორები, რომლებიც ისეა განლაგებული, რომ უჯრედი თითისტარს ემსგავსება.

გლიკოგენის აღმოჩენა **SACCHAROMYCES CEREVISIAE, E. COLI, BAC. MEGATERIUM**-ის უჯრედებში

გლიკოგენის აღმოჩენა იოდით ხდება გაჭყლეტილი წვეთის პრეპარატში. მიკროორგანიზმთა კულტურა უნდა იყოს 48 საათიანი და იოდის ხსნარი კონცენტრირებული. გლიკოგენი უჯრედში გამოჩნდება მოწითალო-მოყავისფრო გრანულების სახით.

ცხიმის აღმოჩენა საფუვრების **LIPOMYCES** და **SACCHAROMYCES CEREVISIAE,** ხოლო პოლი–Я-ოქსიერბოს მჟავას–**BAC. MEGATERIUM**-ის უჯრედებში

1. მარტივი მეთოდით ლიპიდების აღმოჩენა ხდება სუდან III-ით. სასაგნე მინაზე ათავსებენ მიკრობული სუსპენზიის წვეთს და მას შეურევენ სუდან III-ის წვეთს. აფარებენ საფარ მინას და მიკროსკოპირებას ახდენენ ობიექტივით 40X და 90X. მიკროსკოპის მხედველობის არეში ჩანს მოწითალო-მოყავისფრო ცხიმის წვეთები, რომლებიც ციტოპლაზმაშია განლაგებული.

2. ლიპიდების აღმოჩენა კონტრასტული მეთოდით: სასაგნე მინაზე მიკრობული სუსპენზიის წვეთს უმატებენ 40%-იან ფორმალინს და აყოვნებენ 5 წუთით. აქ შეაქვთ მეთილენის ლილის

ხსნარის წვეთი (1:40) და აჩერებენ 10 წთ-ით. უმატებენ 1-2 წვეთ სუდან III-ს და 5 წუთის შემდეგ აფარებენ საფარ მინას. მიკროსკოპირებას ახდენენ ობიექტივით 90X. მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება ლიპიდების წვეთები წითლად და ნარინჯისფრად შეფერილი, ციტოპლაზმა – ცისფერი, ვაკუოლები – უფერული.

ომელიანსკის მიხედვით **SACCHAROMYCES CEREVISIAE**-ას უჯრედებში ვოლუტინის აღმოჩენა

1. ნაცხს აშრობენ ჰაერზე, ფიქსაციას აკეთებენ ცეცხლის ალზე.

2. ნაცხზე ასხამენ ცილიას ფუქსინს და უჯრედებს ღებავენ 30-60 წამის განმავლობაში.

3. პრეპარატს გაავლებენ წყალს და ჩაძირავენ 1%-იან H_2SO_4-ში 20-30 წამით, ამ დროს უჯრედები გაუფერულდება, ხოლო ვოლუტინი, რომელიც გამძლეა მჟავას მიმართ, შეინარჩუნებს ფერს.

4. პრეპარატს განმეორებით გაავლებენ წყალს და დამატებით ღებავენ მეთილენის ლილით (1:40) 15-30 წამის განმავლობაში.

5. საღებავს ჩარეცხავენ წყლით, გააშრობენ ფილტრის ქაღალდით და მოახდენენ მიკროსკოპირებას ობიექტივით 90X. მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება წითლად შეღებილი ვოლუტინი, ხოლო ციტოპლაზმა – უფერული.

ცილოვანი კრისტალების აღმოჩენა **BACILLUS THURINGIENSIS BERLINER**-ის უჯრედებში

ნაცხის ფიქსაციას აკეთებენ ცეცხლის ალზე და ღებავენ კარბოლფუქსინით 1 წუთის განმავლობაში. პრეპარატს გაავლებენ წყალს, გააშრობენ ფილტრის ქაღალდით და მიკროსკოპირებას ახდენენ 90X ობიექტივით. მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება წითლად შეღებილი ერთეული ვეგეტატიური უჯრედები, მრავალრიცხოვანი უფერული ოვალური სპორები (შეიღებება მხოლოდ გარსი) და რომბისებრი მუქ-წითლად შეფერილი ცილოვანი კრისტალები, რომელებიც უჯრედის გარეთაა განლაგებული. ამ მეთოდით ძნელად ხდება იმ კრისტალების დანახვა, რომლებიც განლაგებულია უჯრედებში. მათი აღმოჩენისათვის ნაცხს სპეციალურად ღებავენ. ცეცხლის ალზე ფიქსირებულ ნაცხს ღებავენ შავი ანილინით 2 წუთის განმავლობაში. საღებავს ფრთხილად გადაღვრიან და ნაცხს ღებავენ ცილიას ფუქსინით 15 წამი. პრეპარატს ავლებენ წყალს, აშრობენ ფილტრის ქაღალდით და ათვალიერებენ მიკროსკოპის ობიექტივით 90X. მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება წითელი ფერის უჯრედები და შავად შეღებილი ცილოვანი კრისტალები.

6.2. ლაბორატორიული მეცადინეობა

საჭირო მასალები: სასაგნე და საფარი მინები, ფოსოიანი სასაგნე მინა, ვაზელინი, ფილტრის ქაღალდი, სტერილური წყალი, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, ცილიას ფუქსინი, ლეფლერის მეთილენის ლილის ხსნარი, 5%-იანი H_2SO_4, იმერსიული ზეთი, მიკროსკოპი, კულტურები Proteus vulgaris, Mycobacterium phlei (Mycobacterium smegmatis), მზა პრეპარატი Proteus vulgaris.

დაკვირვება PROTEUS VULGARIS მოძრაობაზე ჩაკიდული წვეთის მეთოდით

PROTEUS VULGARIS შოლტების მიკროსკოპირება (მზა პრეპარატი)

მჟავაგამძლე ბაქტერიების MYCOBACTERIUM PHLEI შეღებვა ცილია-ნილსენის მეთოდით

1. ნაცხის მომზადება, გაშრობა, ფიქსაცია სპირტქურის ალზე.

2. ნაცხზე ათავსებენ ფილტრის ქაღალდის ზოლს, რომელზედაც ასხამენ კარბოლფუქსინის ცილიას ხსნარს.

3. საღებავიან ნაცხს 2-3-ჯერ გააცხელებენ სპირტქურის ალის თბილი ჰაერის ნაკადში ორთქლის წარმოქმნამდე, ღებავენ 2 წუთის განმავლობაში. თუ საღებავი ორთქლდა, გაცივების შემდეგ მას ისევ უმატებენ საღებავს.

4. ბოლოს პრეპარატს აცივებენ, იღებენ ფილტრის ქაღალდს, საღებავს გადაღვრიან და ჩარეცხავენ წყლით.

5. პრეპარატს ჩაძირავენ 5%-იან გოგირდმჟავიან ჭიქაში 2-3-

ჯერ, მუავაში არ აჩერებენ, რომ არამუავაგამძლე მიკროორგანიზმების გაუფერულება არ მოხდეს.

6. შემდეგ პრეპარატს გულმოდგინედ და სწრაფად ჩარეცხავენ წყლით.

7. დამატებით ღებავენ მეთილენის ლილით 3-5 წუთის განმავლობაში არამუავაგამძლე მიკროორგანიზმების გამოვლენისათვის.

8. საღებავს ჩარეცხავენ, პრეპარატს გააშრობენ ფილტრის ქაღალდით და ათვალიერებენ მიკროსკოპის ობიექტივით 90X.

მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება წითლად შეღებილი მუავაგამძლე მიკროორგანიზმები და ლურჯად შეღებილი არამუავაგამძლე მიკროორგანიზმები.

თავი VII
ბაქტერიების ფიზიოლოგია და ბიოქიმია

ლაბორატორიაში მიკროორგანიზმთა კულტივირება ხდება სხვადასხვა საკვებ არეზე. საკვებ არეებს ასხამენ სტერილურ სინჯარებში, კოლბებში, პეტრის ფინჯნებსა და სხვა ჭურჭლებში.სტერილური საკვები არის ჩამოსხმა და შემდეგ მიკროორგანიზმთა თესვა ხდება სპეციალურ სტერილურ სათეს ბოქსში.

7.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა

საჭირო მასალები: კარტოფილი, პეპტონი, სუფრის მარილი, ცარცი, ბამბა, მარლა, წყალი, ფილტრის ქაღალდი, პიპეტები, ცილინდრი, ძაბრი, კოლბა, საწონები, ავტოკლავი, აგარ-აგარი, ლანცეტი, ხორცი, თერმოსტატი, ინდიკატორი, ქერის თესლები, $NaNO_3$, KH_2PO_4, KCI, $MgSO_4$ $7H_2O$, $FeSO_4$, K_2HPO_4, K_2SO_4, $CaCO_3$, KNO_3.

ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარი

თავდაპირველად ამზადებენ ხორცპეპტონიან ბულიონს. ხორცს ათავისუფლებენ ძვლისაგან, ცხიმისა და ძარღვებისაგან, ატარებენ ხორცსაკეპ მანქანაში. ასეთი სახით მომზადებულ 500 გრ ფარშს ასხამენ 1 ლიტრ გამოხდილ წყალს, დგამენ ცივ ადგილას 24 საათით ან თერმოსტატში 30°C -ზე 6 საათით. ამ დროს ხსნარში გადადის მიკროორგანიზმთა კვებისათვის საჭირო ყველა ნივთიერება. შემდეგ ხსნარს წურავენ მარლაში, მიღებულ ნაყენს ადუღებენ 30 წუთით ცილების შედედებისათვის და ფილტრავენ ნაკეცებიან ფილტრის ქაღალდში, რომელსაც წინასწარ წყლით ასველებენ. გაფილტრულ ნაყენს ასტერილებენ. სტერილური ხორცის წყლისაგან ამზადებენ ხორცპეპტონიან ბულიონს. ამისათვის ხორცის წყალს უმატებენ 10 გრამ პეპტონს და 5 გრამ სუფრის მარილს. 10-15 წუთით ადუღებენ, აცივებენ, ამოწმებენ pH-ს, ფილტრავენ და ისევ ასტერილებენ. პეპტონი წარმოადგენს ცილის არასრული დაშლის პროდუქტს, რომელიც მიი-

ღება ხორცის მჟავე ან ფერმენტული ჰიდროლიზით. პეპტონი არის ამინომჟავების წყარო, რომელსაც ადვილად ითვისებენ მიკროორგანიზმები და სტერილიზაციისას არ დედდება. ამის გამო სტერილური ბულიონი გამჭვირვალეა.

მყარი საკვები არის დასამზადებლად მიღებულ ხსნარს უმატებენ 20 გრამ აგარ-აგარს და აცხელებენ ადუღებამდე. შემდეგ საკვებ არეს ასხამენ სინჯარაში, ახურავენ ბამბის საცობს და ასტერილებენ ავტოკლავში 30 წუთით 1 ატმ. წნევაზე. მზა საკვებ არეს ორი დღე-ღამით აჩერებენ 30°C -ტემპერატურაზე თერმოსტატში. თუ საკვები არის ზედაპირზე არ წარმოიქმნა კოლონიები, მაშინ იგი სტერილურია და შეიძლება გამოიყენონ მიკროორგანიზმების დასათესად.

ლუდის ტკბილი

ლუდის ტკბილის საკვები არე გამოიყენება რძემჟავა ბაქტერიების, საფუვრებისა და ობის სოკოების კულტივირებისათვის. შეიძლება სარგებლობა მზა ლუდის ტკბილით. მისი დამზადება ლაბორატორიაში შემდეგი წესით ხდება: ქერს ასველებენ წყლით და მას გაშლიან ბნელ და თბილ ადგილას (30-35°C) თხელ ფენად. როცა გაღვივების შედეგად გამონაზარდები ორჯერ უფრო მეტი იქნება, ვიდრე მარცვლებია, ქერს აშრობენ და ალაო უკვე მზად არის. მასში გააქტივებულია პროტეოლიზური და ამილოლიზური ფერმენტები. ალაოდან ტკბილის მისაღებად მას ფქვავენ, უმატებენ 4 მოცულობა წყალს და აცხელებენ 57°C -ზე ერთი საათის განმავლობაში. შემდეგ ტემპერატურას თანდათან აწევენ ზევით 63°C -მდე და ხსნარს აჩერებენ სახამებელზე რეაქციის გაქრობამდე, ე. ი. მანამ, სანამ სახამებელი მთლიანად არ დაშაქრდება. შემდეგ ფილტრავენ და ღებულობენ ლუდის ტკბილს. მიღებულ ტკბილში შაქრის რაოდენობა ისაზღვრება არეომეტრის საშუალებით. საფუვრების კულტივირებისთვის ლუდის ტკბილში შაქრების შემცველობა 6-8%-ს არ უნდა აღემატებოდეს, ხოლო რძემჟავა ბაქტერიებისათვის – 8-12%-ს. ლუდის ტკბილს სუსტი მჟავე რეაქცია აქვს და საჭიროების შემთხვევაში უნდა განეიტრალდეს 10%-იანი სოდის ხსნარით. აგარ-აგარის დამატების შემდეგ საკვებ არეს აცხელებენ, ასხამენ სინჯარებში, ახურავენ ბამბის საცობებს, ასტერილებენ ავტოკლავში 20 წუთით 0.5 ატმ. წნევაზე.

კარტოფილიანი საკვები არე

კარტოფილიანი საკვები არე გამოიყენება ჰეტეროტროფული მიკროორგანიზმების გამოყოფისათვის. ამისათვის კარტოფილის გორგლებს გულმოდგინედ რეცხავენ, წმენდენ და წვრილად ჭრიან. 200 გრამ ასეთ კარტოფილს ასხამენ ონკანის 1 ლიტრ წყალს, ადუღებენ 15 წუთის განმავლობაში, ასხამენ ჭურჭელში და ასტერილებენ 1 ტმ. წნევაზე 30 წუთი. სტერილიზაციის შემდეგ არეს ამატებენ სტერილურ ცარცს გასანეიტრალებლად.

პეპტონიანი წყალი

პეპტონიანი წყალი ვარგისია მრავალი მიკროორგანიზმისათვის. მისი დამზადებისათვის გამოხდილ წყალს უმატებენ 1% პეპტონს და 0.5 % სუფრის მარილს, pH-7,2 ადუღებენ 30 წუთის განმავლობაში, ისევ ამოწმებენ pH-ს, შემდეგ ხსნარს ფილტრავენ ქაღალდის ფილტრში და ასტერილებენ 120°C -ზე 30 წუთით.

რძიანი საკვები არე

რძე აუცილებელია მრავალი ჰეტეროტროფული მიკროორგანიზმისათვის. საკვები არის დასამზადებლად იყენებენ მოხდილ რძეს, რომელსაც ასხამენ სინჯარაში (10 მლ), ახურავენ ბამბის საცობსა და ასტერილებენ ტინდალიზაციის მეთოდით. უფრო მაღალ ტემპერატურაზე რძის სტერილიზაცია იწვევს რძის შაქრის კარამელიზაციას, რაც გარეგნულად გამოიხატება რძის ფერის ცვლილებით.

თევზპეპტონიანი აგარ-აგარი

თევზპეპტონიანი აგარ-აგარი მზადდება მშრალი ფხვნილისაგან, რომელშიც შედის თევზი ქარსალას ჰიდროლიზატი – 17.9 გრ (ლიტრზე), აგარ-აგარი – 11.2 გრ (ლიტრზე) და ნატრიუმის ქლორიდი – 5.9 გრ (ლიტრზე). 35 გრ ასეთ ფხვნილს ხსნიან 1000 მლ ცივ გამოხდილ წყალში. ხსნარს მუდმივად ურევენ დ და მიჰყავთ ადუღებამდე, რომ ფხვნილი ბოლომდე გაიხსნას. მიღებულ არეს ცხლად ფილტრავენ და ასტერილებენ 120°C -ზე 20 წუთით.

საკვები არე აქტინომიცეტებისათვის

1 ლიტრ წყალში ხსნიან 2 გრ სახამებელს, 1 გრ KNO_3, 0.5 გრ K_2HPO_4, 0.5 გრ NaCl, 0.5 გრ $MgSO_4$ $7H_2O$, 20 გრ აგარ-აგარს, pH-7,2.

საკვები არე მეწამული არაგოგირდოვანი ბაქტერიებისათვის (Rhodospirillum rubrum)

1 ლიტრ წყალში ხსნიან 5 გრ პეპტონს, 0.5 გრ $MgSO_4$ $7H_2O$, 0.5 გრ K_2HPO_4, $FeSO_4$ $7H_2O$ კვალის სახით, 20 გრ აგარ-აგარს.

ენდოს ნიადაგი

100 მლ ხორცპეპტონიან აგარ-აგარს (pH-7.4) გაალღობენ და აცივებენ 70 °C ტემპერატურამდე. უმატებენ წინასწარ სინჯარებში მცირე რაოდენობით გამოხდილ წყალში გახსნილ და ადუღებულ 1 გრ ქიმიურად სუფთა ლაქტოზას.

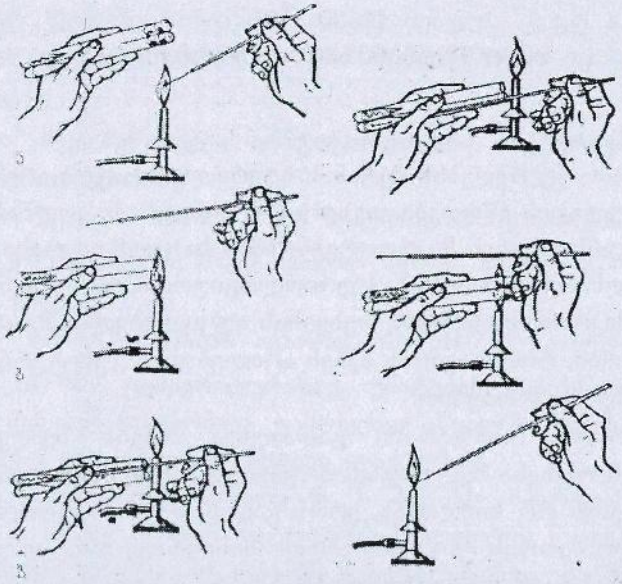
ცალკე სინჯარებში ამზადებენ: 1. 2-3 მლ სპირტიან ნაჯერ ფუქსინს, 2. 10 მლ 10%-იან ნატრიუმის სულფიტის წყალხსნარს.

სტერილურ სინჯარაში ასხამენ 1 მლ ფუქსინს, უმატებენ ნატრიუმის სულფიტის ხსნარს ფუქსინის გაუფერულებამდე (მკრთალი ვარდისფერი). მომზადებულ ნარევს ასხამენ გალღობილ აგარ-აგარში, კარგად ურევენ და ჩამოასხამენ ფინჯნებში. ცხელი აგარ-აგარის ფერი მკრთალი ვარდისფერია, გაცივებისას კი უფერული ხდება. ნიადაგს ამზადებენ გამოყენების დღეს.

თავი VIII
მიკროორგანიზმთა კულტივირება

მიკრობთა უჯრედების შეტანას სტერილურ საკვებ არეში თესვა ანუ ინოკულაცია ეწოდება. თესვის წინ სინჯარას, კოლბას ან პეტრის ფინჯანს აწერენ მიკროორგანიზმის სახელწოდებასა და თესვის თარიღს. თესვა ხდება ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით, ნემსით ან პიპეტით.მიკროორგანიზმთა თესვისას აუცილებელია მკაცრად დაიცვან წესები, რომ თავიდან იქნეს აცილებული კულტურის დანაგვიანება სხვა მიკრობებით.

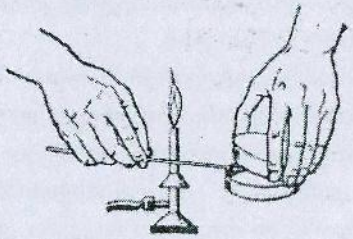
სინჯარიდან სინჯარაში გადათესვა ხდება შემდეგნაირად (სურ.61): მარცხენა ხელის გადაბრუნებული ხელისგულითა და ცერით იკავებენ ორ სინჯარას, ერთს გადასათესი მიკროორგანიზმებით, ხოლო მეორეს - საკვები არით. ამასთანავე კარგად უნდა ჩანდეს დასათესი არე და მიკროორგანიზმებიანი ზედაპირი. სინჯარებს ერთმანეთის პარალელურად დახრიან სპირტქურის ალისაკენ.მარჯვენა ხელის სამი თითით (ცერი, საჩვენებელი და შუა) როგორც ფანქარს, იჭერენ მარყუჟს და ასტერილებენ სპირტქურის ალზე. მარჯვენა ხელის ნეკითა და ხელისგულით ორივე სინჯარიდან ბრუნვითი მოძრაობით იღებენ საცობებს, მოწვავავენ სპირტქურის ალზე სინჯარის პირს. მარყუჟი შეაქვთ სინჯარაში გასაცივებლად ან ჩაძირავენ კონდესირებული წყლის წვეთში ან შეახებენ საკვები არის კიდეს, მაგრამ არ უნდა მოხდეს აგარ-აგარის გალღობა. გაცივებული მარყუჟით იღებენ მიკრობთა უჯრედების მცირე რაოდენობას და შეაქვთ სუფთა არიან სინჯარაში ისე, რომ არ ეხებიან სინჯარის კედლებს. მსუბუქი მოძრაობით აგარ-აგარის ზედაპირზე შეაქვთ მასალა. თესვის შემდეგ მარყუჟს იღებენ სინჯარიდან, მოწვავენ სინჯარის პირსა და საცობს ალზე და ახურავენ სინჯარას. მარყუჟს კი ხელიდან გაუშვებლად ასტერილებენ. თუ ბამბის საცობს ცეცხლი მოეკიდება, ის არ უნდა გადააგდონ, სწრაფად მოათავსონ სინჯარაში, სადაც ცეცხლი თვითონ ჩაქრება. თუ თესვის მომენტში ბამბის საცობი მაგიდასა ან იატაკზე დავარდება, არ უნდა შეეცადონ მის გამოყენებას. ამ შემთხვევაში უნდა ისარგებლონ ახალი საცობით.



სურ.61. მიკროორგანიზმთა გადათესვა ფინჯარიდან სინჯარაში
ა-მარყუჟის სტერილიზაცია სპირტქურის ალზე დათესვამდე; ბ-სინჯარის პირის მოწვა; გ-მიკრობთა უჯრედების ამოღება მარყუჟით; დ-მიკრობთა უჯრედების თესვა ირიბი აგარ-აგარის ზედაპირზე; ე-ორივე სინჯარის ერთდროულად დახურვა საცობით სტრუქტურის ალზე; ვ-თესვის შემდეგ მარყუჟის სტერილიზაცია

თხევად საკვებ არეში თესვისას მარყუჟს ჩაძირავენ საკვებ არეში ან მასალას ჭურჭლის კედელზე წაუსვამენ, შემდეგ ფრთხილად შეანჯღრევენ.

პეტრის ფინჯანში მყარ საკვებ არეზე თესვა ხდება შემდეგნაირად:ფინჯანს იჭერენ მარცხენა ხელში ხელისგულითა და უსახელო თითით, ხოლო ცერითა და საჩვენებელი თითით ხდიან თავს სპირტქურის ალთან ახლოს იმდენად, რომ მასში მოთავსდეს მარყუჟი. შეტანილ მასალას საკვებ არეზე თესავენ შტრიხებად.იმისათვის, რომ მიიღონ მიკროორგანიზმთა დიდი რაოდენობა, თესვას ახდენენ მთლიან ზაზონად მინის შპადელით (სურ. 62).



სურ.62. პეტრის ფინჯანში მიკროორგანიზმთა თესვა შპადელით

დათესილ საკვებ არეებს ათავსებენ ისეთ პირობებში, რომელიც უზრუნველყოფს მიკროორგანიზმთა მაქსიმალურ ცხოველმყოფელობას. ასეთი პირობებია: ტემპერატურული რეჟიმი, ტენიანობა, აერაცია, სინათლე და სხვა სპეციფიკური ფაქტორები.

მიკროორგანიზმები განვითარებისათვის მოითხოვენ სხვადასხვა ტემპერატურას. განასხვავებენ მეზოფილებს, თერმოფილებს, ფსიქროფილებსა და თერმოტოლერანტულებს. მიკროორგანიზმებისათვის საჭირო ტემპერატურის უზრუნველყოფა ხდება სპეციალურ კარადებში - თერმოსტატებსა ან თერმოსტატის ოთახებში, სადაც ავტომატურად რეგულირდება შესაბამისი ტემპერატურა.

თერმოსტატი წარმოადგენს მეტალის ორმაგკედლიან კამერას, რომლის კედლები ცუდად ატარებს სითბოს. არსებობს წყლისა და ჰაერის თერმოსტატები. წყლის თერმოსტატში კედლებს შორის წყალია მოთავსებული, ხოლო ჰაერის თერმოსტატში - გახურებული ჰაერი. ტემპერატურული რეჟიმი რეგულირდება სპეციალური თერმორეგულატორით.

მიკროორგანიზმთა ცხოველმყოფელობისათვის ასევე მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს ტენიანობა.ბაქტერიების განვითარებისათვის მინიმალური ტენიანობა 20%-ის ტოლია., ხოლო აქტინომიცეტებისა და სოკოებისათვის -8-10%-ის. ბაქტერიებისათვის საჭირო წყალს შეიცავს როგორც თხევადი, ასევე მყარი საკვები არე. მყარ საკვებ არეზე კულტურის ხანგრძლივად შენახვა იწვევს მის გამოშრობას, რის გამოც მიკროორგანიზმები იღუპებიან. ამიტომ აუცილებელია მიკრობების დროული გადათესვა.

ფოტოტროფული მიკროორგანიზმებისათვის საჭიროა განათება. თუ ასეთ კულტურას დღის სინათლეზე მოათავსებენ, ამ შემ-

თხევეაში არ ხერხდება განათების ინტენსივობის კონტროლი. ამიტომ იყენებენ ხელოვნურ განათებას.

მიკროორგანიზმთა კულტივირებისათვის მთავარი ფაქტორია ჟანგბადი. აერობული პირობების უზრუნველყოფა ხდება შემდეგნაირად. მკაცრად აერობული მიკროორგანიზმები ელექტრონების აქცეპტორად იყენებენ ჟანგბადს. ამიტომ ასეთი მიკროორგანიზმები კარგად იზრდებიან მყარი ან თხევადი საკვები არის ზედაპირზე. ამ შემთხვევაში მათთვის ჟანგბადი სრულიად საკმარისია, ხოლო აერობული ზრდისას დიდი მოცულობის სითხეში საჭიროებენ დამატებით აერაციას, რასაც აღწევენ ნჯღრევით ან სტერილური ჰაერის მიწოდებით.

ანაერობული პირობების უზრუნველყოფა ხდება შემდეგნაირად: მკაცრად ანაერობული მიკროორგანიზმების კულტივირებისას საკვებ არეს თესვის წინ ადუღებენ, ნათესებს კი ჰერმეტულად დახურულ ჭურჭელში ან სპეციალურ ვაკუუმანაეროსტატში ათავსებენ, სადაც ტუმბოთი გამოქაჩავენ ჰაერს ან მას შეცვლიან რომელიმე ინერტული აირით. მაგალითად, ანაეროსტატს შეიძლება დავუმატოთ ჟანგბადის მშთანთქმელი რომელიმე ნივთიერება - ტუტე პიროგალოლი, ერთვალენტიანი სპილენძის ქლორიდი და სხვა.

სხვადასხვა ჯგუფის მიკროორგანიზმების კულტივირებისათვის საჭიროა სხვადასხვა დრო, მაგალითად, სოკოები იზრდებიან 28-30^{0}C-ზე 5-7 დღე-ღამის განმავლობაში, აქტინომიცეტები - იმავე ტემპერატურაზე 10 დღე-ღამის განმავლობაში, უმეტესი ბაქტერიები -18-24-48 საათის განმავლობაში.

8.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა

საჭირო მასალები: სინჯარები, პეტრის ფინჯნები, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, შპადელი, პასტერის პიპეტი, სინჯარები ონკანის სტერილური წყლით, კარტოფილიანი აგარ-აგარი, Bac. subtilis, Sarcina flava, Bac. mesentericus 24 საათიანი კულტურები, თევზპეპტონიანი აგარ-აგარი, პეპტონიანი წყალი.

გამღვალ თევზპეპტონიან და კარტოფილიან აგარ-აგარს ჩამოასხამენ პეტრის ფინჯნებში, პეპტონიან წყალს – სინჯარებში.

პეპტონიან წყალში ჩათესავენ Bac. subtilis-ს პასტერის პიპეტით.

თევზპეპტონიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე პეტრის ფინჯნებში დათესავენ ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით Sarcina flava-ას.

კარტოფილიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე პეტრის ფინჯნებში დათესავენ Bac. mesentericus-ს.

8.2. ლაბორატორიული მეცადინეობა

საჭირო მასალები: ხორცპეპტონ აგარ-აგარიანი პეტრის ფინჯნები, ხორცპეპტონბულიონიანი სინჯარები, Staphylococcus aureus და Escherichia coli-ის კულტურების ნარევი, Sarcina flava-სა და Bacillus subtilis-ის კულტურების ნარევი, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, წყლის აბაზანა, თერმოსტატი.

ხორცპეპტონ აგარ-აგარიან პეტრის ფინჯანზე სექტორებად თესავენ ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით ბაქტერიების ნარევს.

ლპობის ბაქტერიების მოძრავ ფორმებს ღებულობენ შუკევიჩის მეთოდით (დამპალ ხორცს თესავენ ირიბ აგარ-აგარზე).

სპოროვან კულტურას გამოყოფენ ბაქტერიების ნარევიდან (80^{0}C-ზე, აცხელებენ 10 წუთით და გადათესავენ ირიბ აგარ-აგარზე).

8.3. ლაბორატორიული მეცადინეობა

სპირტული დუღილი

საჭირო მასალები: 250 მლ მოცულობის კოლბა, საქაროზა, დაპრესილი საფუარი, საზომი ცილინდრი, საცობი, მოხრილი მინის მილი, წყლის აბაზანა, ელექტროქურა, სინჯარები, სპირტქურა, H_2SO_4 კონცენტული, $K_2Cr_2O_7$, ბარიუმის ჰიდროქსიდი.

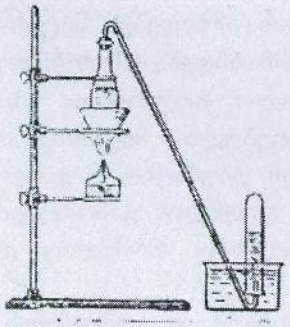
250 მლ მოცულობის კოლბაში ასხამენ 50 მლ 20%-იან საქა-

როსის ხსნარს. მეცადინეობის დაწყებამდე ერთი საათით ადრე, დაპრესილ საფუარს ასავებენ 20%-იან 10 მლ საქაროზის ხსნარში და დგამენ თბილ ადგილას საფუვრის აქტივობის გასაზრდელად. მიღებულ მასას ასხამენ საქაროზის ხსნარში. კოლბას ახურავენ საცობს, რომელშიც მოხრილი მინის მილია გატარებული. მილის ქვედა ბოლოს ჩაძირავენ ბარიუმის ჰიდროქსიდიან სინჯარაში. კოლბას მადუღარი ხსნარით ათავსებენ წყლის აბაზანაში და პერიოდულად აცხელებენ 35-40°C-ის შესანარჩუნებლად. ცდის დაწყებიდან რამდენიმე წუთის შემდეგ ბარიუმის ჰიდროქსიდიდან სინჯარაში შესვლას იწყებს გაზის ბუშტები. თავდაპირველად ისინი გამოიყოფა არათანაბრად და წყვეტილად. ეს გახურებული ჰაერია. 10-15 წუთის შემდეგ თანაბარი ჯაჭვის სახით გამოიყოფა გაზის ბუშტები. ეს ბუშტები დუღილის ერთ-ერთი პროდუქტი – ნახშირორჟანგია. ბარიუმის ჰიდროქსიდი ინტენსიურად იმღვრევა, რადგანაც წარმოიქმნება $BaCO_3$. სპირტული დუღილის შედეგად წარმოშობილ სპირტს კი აღმოაჩენენ შემდეგ მეცადინეობაზე.

სინჯარაში ასხამენ 2-3 მლ საკვლევ სითხეს, რომელსაც უმატებენ კალიუმის ბიქრომატის კრისტალებს და რამდენიმე წვეთ კონცენტრულ H_2SO_4-ს, აცხელებენ სპირტქურაზე. ამ დროს ქრომის დაჟანგვის გამო სითხის ფერი იცვლება, იგი მწვანდება. გამოიყოფა ძმარმჟავა ალდეჰიდი, რომელიც შეიგრძნობა სუნით. რეაქცია გამოისახება შემდეგი განტოლებით:

$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 + 3C_2H_5OH \rightarrow K_2Cr_2(SO_4)_4 + 3CH_3COH + 7H_2O$$

წარმოქმნილი სპირტის აღმოსაჩენად მას გამოხდიან. ამისათვის მადუღარსითხიან კოლბას ახურავენ საცობს, რომელშიც გატარებულია 40-50 სმ სიგრძის მინის მილი. კოლბას აცხელებენ ადუღებამდე. მილის ბოლოსთან მიიტანენ ანთებულ კვარს, სპირტი აინთება (სურ.63).



სურ.63. დანადგარი სპირტულ დუღილზე დაკვირვებისათვის

ერბომჟავა დუღილი

საჭირო მასალები: დიდი სინჯარები რეზინის საცობით, კარტოფილის გორგლები, პინცეტი, სკალპერი, დაფქული ცარცი, წყლის აბაზანა, ლუგოლის ხსნარი, 5%-იანი რკინის ქლორიდის (III) ხსნარი.

ერბომჟავა დუღილი რთული პროცესია, რომლის დროსაც ნახშირწყლების დაშლით წარმოიქმნება ერბომჟავა და სხვა პროდუქტები. ერბომჟავა დუღილს იწვევენ ანაერობული სპორის წარმომქმნელი ბაქტერიები. ეს სქემატურად გამოისახება განტოლებით.

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3CH_2CH_2COOH + 2CO_2 + 2H_2 + 495 \text{ კჯ}$$

გაუსუფთავებელ კარტოფილს ჭრიან ნაჭრებად და სინჯარაში ათავსებენ1/3-მდე, უმატებენ მცირე რაოდენობით დაფქულ ცარცს და ავსებენ წყლით ბოლომდე. სინჯარას დგამენ წყლის აბაზანაში 80°C-ზე 10-15 წუთით. შემდეგ ახურავენ ბამბის საცობს და ათავსებენ თერმოსტატში 25°C-ზე. ასეთ პირობებში 2-3 დღეში სითხეში აღმოჩნდება ერბომჟავა დუღილის გამომწვევი ბაქტერიები. მათი განვითარებისათვის სინჯარაში ხელსაყრელი პირობები იქმნება. კერძოდ, გახურებით იღუპება მიკროორგანიზმთა არასპოროვანი ფორმები, ჟანგბადი კი გამოიდევნება, ხოლო საკვებ არეზე დამატებული ცარცი წარმოშობილ მჟავას გაანეიტრა-

ლებს.

მადუღარი სითხიდან ამზადებენ ნაცხს და ახდენენ მიკროსკოპირებას. ნაცხში აღმოჩნდება Clostridium pasteurianum-ის მოძრავი ჩხირები მომრგვალო ბოლოებით. ისინი ერთეულებად ან წყვილებადაა განლაგებული. მიკროსკოპირებისას უმჯობესია კულტურალურ სითხეს დაუმატონ ლუგოლის ხსნარის რამდენიმე წვეთი. ერბომჟავა დუღილის გამომწვევი ბაქტერიები უჯრედში შეიცავენ გრანულეზას, რომელიც ლუგოლის ხსნარით ლურჯად იღებება.

კულტურალურ სითხეში კი აღმოაჩენენ ერბომჟავას. ამისათვის 5 მლ მადუღარ ხსნარს უმატებენ 2 მლ 45%-იან $FeCl_3$ (III). გახურებისას წარმოიქნება ერბომჟავა რკინა, რომელიც ყავისფერია.

რძემჟავა დუღილი

საჭირო მასალები: კიტრისა და კომბოსტოს მარილწყალი, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, სპირტქურა, მეთილენის ლილა, პინცეტი, მიკროსკოპი, სინჯარები, რძემჟავა ბაქტერიების სუფთა კულტურა, ნიკიფოროვის ნარევი, სინჯარები სტერილური წყლით, 10%-იანი H_2SO_4-ის ხსნარი, 2%-იანი კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი, 0.5%-იანი ვერცხლის ნიტრატის ხსნარი, ფილტრის ქაღლადი, H_2SO_4 კონცენტული, სპილენძის სულფატის ნაჯერი ხსნარი, 0.2%-იანი თიოფენის სპირტიანი ხსნარი, წყლის აბაზანა, ელექტროქურა.

რძემჟავა დუღილის ბაქტერიების გასაცნობად იყენებენ რძემჟავა პროდუქტს, როგორიცაა კეფირი, კომბოსტოსა და კიტრის მარილწყალი (სურ. 64, 65). აღნიშნულ პროდუქტს ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით აწვეთებენ სასაგნე მინაზე და აკეთებენ თხელ ნაცხს, აშრობენ, ახდენენ ფიქსაციას, რისთვისაც იყენებენ ნიკიფოროვის ნარევს. ფიქსირებულ ნაცხს ღებავენ მეთილენის ლილის წყლიანი ხსნარით 3-5 წუთის განმავლობაში, აშრობენ და ათვალიერებენ ობიექტივით 90X. რძემჟავა დუღილის საბოლოო პროდუქტის რძემჟავას აღმოსაჩენად ატარებენ თვისებით რეაქციას. ასხამენ სინჯარაში (2 მლ) რძემჟავა პროდუქტს და უმატებენ 5 მლ კონცენტრულ H_2SO_4-ს, 10 წვეთ სპილენძის სულფატის ნაჯერ ხსნარს, აცხელებენ წყლის აბაზანაზე 3-5 წუთის განმავლობაში. გაცივების შემდეგ უმატებენ 3-5 წვეთ 0.2%-იან თიოფენის სპირტიან ხსნარს. რძემჟავას არსებობისას მასა მიიღებს ალუბლის ფერს.

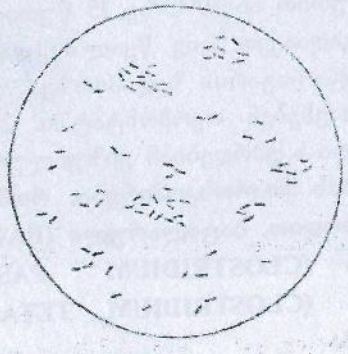
სურ.64. კეფირის მიკროფლორა

სურ.65. კომბოსტოს მწნილის მიკროფლორა

ძმარმჟავა ბაქტერიები

საჭირო მასალები: 100-500 მლ მოცულობის კონუსური კოლბა, სასაგნე მინა, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, მეთილენის ლილის ხსნარი, მიკროსკოპი, პინცეტი, 10%-იანი სასმელი სოდის ხსნარი, რკინის ქლორიდი (III).

კონუსურ კოლბაში თხელ ფენად (0.5-1.0 სმ) ასხამენ ლუდს. ლუდის ფენის სიმაღლეს კოლბაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ცდის შედეგისათვის, რადგანაც ძმარმჟავა ბაქტერიები აერობებია და მათ ცხოველმყოფელობისათვის ესაჭიროებათ უანგბადი. კოლბას ახურავენ ბამბის საცობს და დგამენ თერმოსტატში 30°C-ზე 5-7 დღე-ღამის განმავლობაში.



სურ.66. ძმარმჟავა ბაქტერიები

შემდეგ მეცადინეობაზე კოლბებს ათვალიერებენ, აღწერენ წარმოქმნილ აპკს, ამზადებენ ნაცხს და განიხილავენ მიკროსკოპით (სურ. 66). თვისებითი რეაქციით აღმოაჩენენ ძმარმჟავას, რომელსაც ანეიტრალებენ 10%-იანი სოდის ხსნარით და უმატებენ რკინის ქლორიდს (III). ნარევს აცხელებენ. ძმარმჟავას არსებობისას ის მიიღებს წითელ ფერს, რაც რკინის (III) აცეტატის წარმოქმნის მაჩვენებელია.

8.4. ლაბორატორიული მეცადინეობა

საჭირო მასალები: სტერილური სინჯარები, წყლის აბაზანა, თერმომეტრი, ხორცპეპტონ აგარ-აგარიანი სინჯარები, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, სასაგნე მინა, ფილტრის ქაღალდი, იმერსიული ზეთი, ლეფლერის მეთილენის ლილა, 0.5%-იანი ნეიტრალური წითელი, 0.25%-იანი ფუქსინის წყლიანი ხსნარი, კულტურები: Bac, subtilis, Bac, anthracoides. ცილია-ნილსენის მიხედვით შეღებილი შემდეგი კულტურები: Bac. subtilis, CI. pasteurianum, CI. tetani

ენდოსპორების აღმოჩენა BACILLUS SUBTILIS-ის უჯრედებში

1. 5-7 დღეღამიანი კულტურიდან ამზადებენ ბაქტერიულ სუსპენზიას, საიდანაც 1-2 მლ შეაქვთ სტერილურ სინჯარაში. ამ სინჯარას და იმავე მოცულობის წყლიან სინჯარას თერმომეტრთან ერთად დგამენ წყლის აბაზანაში და ახდენენ პასტერიზაციას 80^{0}C-ზე 10 წუთით ან 70^{0}C-ზე 15 წუთით.

2. სინჯარები გადააქვთ ცივ წყალში და სწრაფად თესავენ ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე.

3. ნათესებს ათავსებენ თერმოსტატში. 2-3 დღეში მოხდება კულტურის ზრდა და აკვირდებიან ვიზუალურად.

მზა პრეპარატების მიკროსკოპირება, რომლებიც შეღებილია ცილ-ნილსენის მეთოდით, ბაცილარული (BACILLUS SUBTILIS), კლოსტრიდიალური (CLOSTRIDIUM PASTEURIANUM) და პლექტრიდიალური (CLOSTRIDIUM TETANI) ენდოსპორების წარმოქმნის გაცნობა

სპორების შეღებვა პეშკოვის მეთოდით

1. ნაცხის ფიქსირებას ახდენენ ცეცხლის ალზე, ასხამენ მეთილენის ლილის ხსნარს და პრეპარატს აცხელებენ სპირტქურის ალზე საღებავის ადუღებამდე. ადუღებენ 15-20 წამით, აორთქლებისას უმატებენ საღებავის ახალ ულუფას.

2. პრეპარატს გულმოდგინედ გაავლებენ წყალს. ამასთან, ციტოპლაზმა უფერულდება, ხოლო სპორა ინარჩუნებს საღებავს. ციტოპლაზმას ღებავენ 30 წამის განმავლობაში 0.5%-იანი ნეიტრალური წითლით კონტრასტულად.

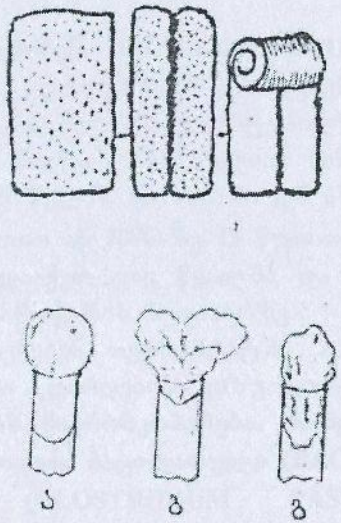
3. პრეპარატს ავლებენ წყალს, აშრობენ ფილტრის ქაღალდით და ახდენენ მიკროსკოპირებას ობიექტივით 90X. მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება ვარდისფერი (მწიფე) ან წითელი (ახალგაზრდა) ვეგეტატიური უჯრედები, რომლებიც შეიცავენ ენდოსპორებს. ისინი ასაკის მიხედვით შეღებილია სხვადასხვა ფერად: მწვანე-იისფერი ახალგაზრდა სპორებია, ხოლო მწვანე – მწიფე სპორები.

თავი IX
მიკროორგანიზმებზე გარემოს ფაქტორების მოქმედება

9.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა

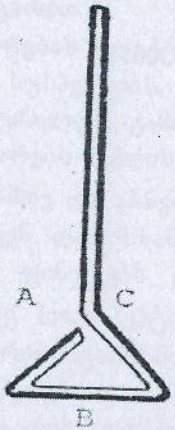
საჭირო მასალები: ჰიგროსკოპული ბამბა, მარლა, მაკრატელი, ძაფი, მინის ჩხირები, პეტრის ფინჯნები, კონუსური კოლბები, ქაღალდი, ასანთი, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, სპირტქურა, მინაზე საწერი ფანქარი, სხვადასხვა მოცულობის პიპეტები, ბუნზენის კოლბა, პინცეტი.

სინჯარებისა და კოლბებისათვის ბამბის საცობების დამზადება. სინჯარებისა და კოლბებისათვის საცობების დასამზადებლად უკეთესია გამოიყენონ ჰიგროსკოპული ბამბა. სწორად დამზადებული საცობი სინჯარაში კარგად თავსდება და მჭიდროდ ეკვრის მის კედლებს, არ უშლის ხელს გაზთა ცვლას ჭურჭლის შემცველობასა და გარე სამყაროს შორის. ჭურჭლიდან საცობის ამოღების შემდეგ საცობი ფორმას არ იცვლის. ბამბის საცობი მზადდება შემდეგი სახით (სურ. 67).



სურ.67. ბამბის საცობის დამზადების ეტაპები

დრიგალსკის მინის შპადელის დამზადება. დრიგალსკის შპადელის დასამზადებლად იღებენ 2.5-3 მმ დიამეტრისა და 15-18 სმ სიგრძის მინის ჩხირს (სურ. 68). მარცხენა ხელით აცხელებენ სპირტქურის ალზე ბოლოდან 3 სმ დაშორებით. მარჯვენა ხელში იჭერენ მეტალის პინცეტს, რომლის დახმარებითაც ჩხირს ხრიან გახურების ადგილას 60°-იანი კუთხით. შემდეგ მინის ჩხირს ახურებენ 5-6 სმ მანძილზე იმავე ბოლოდან და ხრიან ისე, რომ წარმოქმნას სამკუთხედი გვერდებით: A, B, C. სამკუთხედის B გვერდი რამდენადმე გრძელი უნდა იყოს A და C გვერდებზე. A და C გვერდები კი ერთმანეთის ტოლი უნდა იყოს. შპადელის დამზადების შემდეგ ეტაპზე C გვერდს აცხელებენ A გვერდთან შეერთების ადგილას და აყენებენ B გვერდის პერპენდიკულარულად ისე, რომ სამკუთხედის გეომეტრია არ შეიცვალოს.

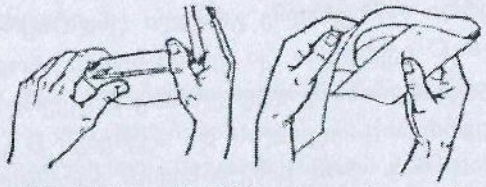


სურ.68. დრიგალსკის შპადელი

სინჯარების, პიპეტების, შპადელებისა და პეტრის ფინჯნების მომზადება გასასტერილებლად. გარეცხილ და გამშრალ სინჯარებს ახურავენ ბამბის საცობებს და 15-20 ცალს ერთად ახვევენ ქაღლადში.

პიპეტებს ზედა ნაწილში უკეთებენ მცირე ზომის ბამბას მასალის პირში მოხვედრის და ჰაერის მიკროორგანიზმებით გაჭუჭ-

ყიანების თავიდან ასაცილებლად. პიპეტებს შემდეგ მჭიდროდ ახვევენ ქაღალდში, რომლის განი 4-5 სმ, ხოლო სიგრძე 50-70 სმ-ია. დახვევას იწყებენ პიპეტის ქვედა ბოლოდან და თანდათანობითი მოძრაობით ქაღლადში გახვევას ამთავრებენ ბამბის ტამპონიან ბოლოზე. ქაღალზე აუცილებლად უნდა უჩვენონ პიპეტის მოცულობა. შპადელებს, როგორც პიპეტებს, ახვევენ ქაღალდში ცალ-ცალკე, შემდეგ კი აერთიანებენ 2-5 ცალს ერთად. პეტრის ფინჯნებს ასევე ახვევენ ქაღალდში (სურ. 69).



სურ.69. პეტრის ფინჯნების გახვევა ქაღალდში

თავი X
მიკროორგანიზმთა მონაწილეობა ძირითადი ბიოგენური ელემენტების ტრანსფორმაციაში

10.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა

ცილების ამონიფიკაცია

საჭირო მასალები: სასწორი, საწონები, 100-150 მლ მოცულობის კოლბა, სტერილური გამოხდილი წყალი, ნიადაგი, წყლის აბაზანა, ელექტროქურა, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, პინცეტი, სკალპერი, სასაგნე მინა, პეტრის ფინჯნები, წითელი ლაკმუსის ქაღალდი, 10%-იან ძმარმჟავა სპილენძის ხსნარში დასველებული ფილტრის ქაღალდი, ფუქსინის წყლიანი ხსნარი, გენციანვიოლეტი, მიკროსკოპი, სინჯარები ხორცპეპტონიანი ბულიონით ან ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარით.

აერობული ამონიფიკატორების ელექტიური კულტურის მიღება

ამზადებენ ნიადაგის სუსპენზიას, რისთვისაც 10 გრამ ნიადაგს ხსნიან 90 მლ სტერილურ გამოხდილ წყალში. ხორცპეპტონ აგარ-აგარიან სინჯარებს წყლის აბაზანაში აცხელებენ და შემდეგ აცივებენ 40-50^{0}C-მდე და ასნებოვნებენ ნიადაგის სუსპენზიით. კოლბას ანჯღრევენ და ასხამენ სტერილურ ფინჯანზე. ასეთი სახით დათესილ ფინჯნებს დგამენ თერმოსტატში 25-28^{0}C-ზე. 3-4 დღის შემდეგ ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე განვითარდება მიკროორგანიზმთა კოლონიები. დამახასიათებელ კოლონიებს აღწერენ და ახდენენ მიკროსკოპირებას. ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარის ფირფიტებზე უმეტესად განვითარდება ბაცილები.

Bac. subtillis – მოძრავი ჩხირია, განლაგებულია ერთეულებად ან გრძელ ჯაჭვებად, ზომა 3-5 მკმ-ია, სპორები ოვალურია. ისინი უჯრედის ცენტრშია მოთავსებული. ხორცპეპტონიან აგარ-აგარზე კოლონიები მშრალია და ჩაზრდილია მასში.

Bac. subtillis var. mesentericus – მოძრავი ჩხირია, ზომა 3-10 მკმ-ია, ხშირად შეერთებულია ჯაჭვებად. სპორები ოვალურია. ის

უჯრედის ცენტრშია მოთავსებული. ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე კოლონიები მშრალია, ნაზი და არაა ჩაზრდილი სუბსტრატში.

Bac. cereus – მსხვილი მოძრავი ჩხირია. იშვიათად გვხვდება ჯაჭვების სახით, ზომა 3-5 მკმ-ია, სპორები ოვალურია. ის უჯრედის ცენტრშია მოთავსებული. ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე კოლონიები მსხვილია, ცენტრში დანაოჭებული, ხოლო კიდეებში ტალღოვანია.

Bac. cereus var. mycoides – მოძრავი ჩხირია, განლაგებულია ერთეულებად ან ჯაჭვებად, ზომა 5-10 მკმ-ია, სპორები ოვალურია. ის უჯრედის ცენტრშია მოთავსებული. ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე კოლონიები ბრტყელი რიზოიდულია.

გარდა ბაცილებისა, ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე, აგრეთვე, ვითარდება ბაქტერიები, უმეტესად Pseudomonas fluorescens, რომელიც წარმოადგენს წვრილ, მოძრავ ჩხირს. ზომა 1-2 მკმ-ია, კულტურა წარმოქმნის მომწვანო-მოყვითალი პიგმენტს. ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე კოლონიები უფეროა, მბრწყინავი, ამოზნექილი.

Proteus vulgaris – ახასიათებს პოლიმორფულობა. ახალგაზრდა უჯრედები წვრილია, ზომით 1-3 მკმ-ია, მოძრავი, უფრო გვიან წარმოიქმნება 10-20 მკმ სიგრძის ძაფნაირი ფორმები. აგარ-აგარის ზედაპირზე კოლონიები ძნელად შესამჩნევი ნალექის სახითაა.

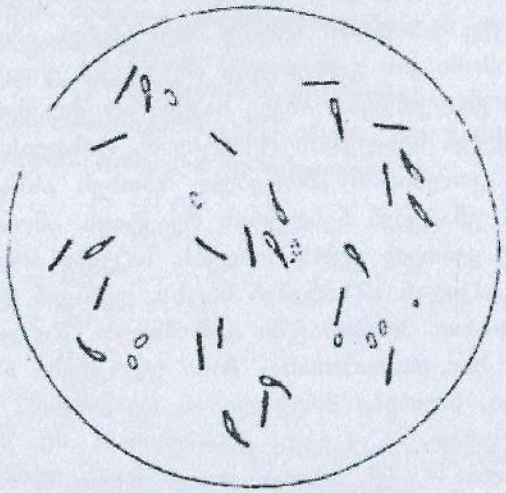
Achromobacter prodigiosum – წვრილი, მოძრავი ჩხირია, ფორმით ახლოსაა კოკთან, ზომა 0.6-1 მკმ-ია. ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე კოლონიები გლუვია, ღია-წითელი მეტალური ბზინვარებით.

ანაერობული ამონიფიკატორების ელექტიური კულტურის მიღება

ანაერობული ამონიფიკატორების გამოყოფა ადვილად ხდება ხორცპეპტონიანი ბულიონის საკვებ არეზე (pH – 7-8). საკვებ არეს ასხამენ დიდი ზომის სინჯარებში ბოლომდე და ახურავენ ბამბის საცობს, ასტერილებენ ავტოკლავში. შემდეგ საკვებ არეს ასნებოვნებენ ნიადაგის გოროხებით. გამოყოფილი ამონიაკის აღ-

მოსაჩენად სინჯარაში კიდებენ წითელი ლაკმუსის ქაღალდს, ხოლო H_2S-ის აღმოსაჩენად – 10%-იანი ძმარმჟავა სპილენძის ხსნარში დასველებულ ფილტრის ქაღალდს. დასნებოვნებულ სინჯარებს ათავსებენ თერმოსტატში 25-28^{0}C-ზე. 3-5 დღის შემდეგ აღმოაჩენენ ცილების ამონიფიკაციის შედეგად წარმოშობილ ამონიაკსა და გოგირდწყალბადს. ამონიაკის არსებობას ამტკიცებს წითელი ლაკმუსის ქაღალდის გალურჯება, ხოლო H_2S-სას – ძმარმჟავა სპილენძის ხსნარში დასველებული ფილტრის ქაღალდის გალურჯება. სინჯარის ფსკერიდან იღებენ სითხეს, ამზადებენ ნაცხს და ღებავენ ფუქსინით ან გენციანვიოლეტით. პრეპარატში აღმოჩნდება ანაერობული ამონიფიკატორები: Clostridium paraputrificum და Cl. bifermentans, რომლებიც მოძრავი ჩხირებია, ერთეულებად ან ჯაჭვებად განლაგებული, ზომა 7-9 მკმ-ია, სპორა უჯრედში ტერმინალურად მდებარეობს.

Clostridium bifermentans მოძრავი ჩხირებია, ერთეულებად ან ჯაჭვებად განლაგებული, ზომა 3-5 მკმ-ია, სპორა უჯრედში ექსცენტრულად მდებარეობს (სურ. 70).



სურ.70. ანაერობული ამინოფიკატორები
Clostridium parapulifioum, Clostridium bifermentans

შარდოვანას ამონიფიკაცია

საჭირო მასალები: საკვები არე ურობაქტერიებისათვის, ერლენმეიერის კოლბა, ნიადაგი, სკალპერი, წითელი ლაკმუსის ქაღალდი, ნესლერის რეაქტივი, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, სასაგნე მინა, სპირტქურა, ფუქსინის წყლიანი ხსნარი ან გენციანვიოლეტი, პინცეტი, მიკროსკოპი, პიპეტი.

ურობაქტერიების დასაგროვებლად იყენებენ სინთეზურ საკვებ არეს, რომლის შედგენილობა ასეთია: ღვინისმჟავა კალიუმი, ვაშლმჟავა კალიუმი ან

ლიმონმჟავა კალიუმი – 5.0 გრამი
შარდოვანა – 5.0 "
K_2HPO_4 – 0.2 "
$MgSO_4$ – 0.5 "

მარილების ეს რაოდენობა იხსნება 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში. საკვებ არეს ასტერილებენ ავტოკლავში, მხოლოდ შარდოვანას ასტერილებენ ცალკე 30 წუთით 106^{0}C-ზე და შემდეგ შეაქვთ მზა საკვებ არეში. საკვებ არეს ასხამენ ერლენმეიერის კოლბაში 1.5-2 სმ-ზე, უმატებენ ნიადაგს. კოლბის საცობში კი ამაგრებენ წითელი ლაკმუსის ქაღალდს და ათავსებენ თერმოსტატში 25-28^{0}C-ზე. 3-5 დღის შემდეგ აღმოაჩენენ ამონიფიკაციის პროდუქტებს. ამონიაკის გამოყოფას ამტკიცებს წითელი ლაკმუსის ქაღალდის გალურჯება. ასევე საკვებ არეში ამონიაკის დაგროვებას ამოწმებენ ნესლერის რეაქტივით, რისთვისაც იქცევიან შემდეგნაირად: კოლბიდან ამოღებულ სითხეს ასხამენ ფაიფურის ჯამზე და უმატებენ ნესლერის რეაქტივს. ამონიაკის არსებობისას სითხე ყვითელ ფერს მიიღებს. საკვები არის ზედაპირზე არსებული აპკიდან ამზადებენ ნაცხს, ღებავენ და ათვალიერებენ მიკროსკოპით. პრეპარატში აღმოჩნდება შარდოვანას ამონიფიკატორები: Bac. pasteurianum – მისი უჯრედები ჩხირისებრია, ზომა 4-5 მკმ-ია, სპორები მრგვალი ან ოვალურია, განლაგებულია ტერმინალურად.

Micrococcus ureae – აქვს მრგვალი უჯრედები, ზომა 0.8-1.0 მკმ-ია. გვხვდება ნიადაგსა და შარდში.

Sporosarcina ureae – ერთადერთი ფორმაა სარცინისა, რომელსაც აქვს შოლტები, მოძრავია, წარმოშობს ენდოსპორებს. უჯრედის ზომა 0.7-1.2 მკმ-ია, გამოიყოფა შარდიდან (სურ.71).

სურ.71. შარდოვანას ამონოფიკატორები Basillus pasteurienum და Micrococcus ureae

ნიტროფიკაცია

საჭირო მასალები: ერლენმეიერის კოლბები, კოლბები საკვები არით, ნიადაგი, სკალპერი, პინცეტი, 20%-იანი H_2SO_4-ის ხსნარი, H_2SO_4-ი კონცენტრული, დიფენილამინი, ნესლერის რეაქტივი, თუთია-იოდ-სახამებლის რეაქტივი, სასაგნე მინა, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, პიპეტი, გენციანვიოლეტის ან ფუქსინის წყლიანი ხსნარი, მიკროსკოპი.

ნიადაგიდან ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების გამოსაყოფად ამზადებენ ს. ნ. ვინოგრადსკის საკვებ არეს:

ნიტრიფიკაციის პირველი ფაზისათვის:

$(NH_4)_2SO_4$ – 2.0 გრ
K_2HPO_4 – 1.0 "
$MgSO_4$ – 0.5 "
NaCl – 2.0 "
$FeSO_4$ – 0.4 "
$CaCO_3$ – 5.0 "

მარილების ეს რაოდენობა იხსნება 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში. ნიტრიფიკაციის მეორე ფაზისათვის:

Na_2CO_3 – 1.0 გრ
$NaNO_3$ – 1.0 "
NaCl – 0.5 "

K_2HPO_4 – 0.5 “

$MgSO_4$ – 0.5 “

$FeSO_4$ – 0.4 “

მარილების ეს რაოდენობაც იხსნება 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში.

დამზადებულ საკვებ არეებს ასტერილებენ ავტოკლავში 1 ატმ. წნევაზე 20 წუთით და ასხამენ 1.0-1.5 სმ სიმაღლეზე ერლენმეიერის კოლბაში, შემდეგ უმატებენ ნიადაგს, ახურავენ ბამბის საცობს და ათავსებენ თერმოსტატში 25-28^{0}C-ზე 14-21 დღის განმავლობაში.

კოლბებში საკვები არეების შედგენილობის ცვლილებით ადგენენ ნიტრიფიკაციის პროცესის მიმდინარეობას. ნიტრიფიკაციის პირველი ფაზის დროს კოლბაში ნესლერის რეაქტივით აღმოაჩენენ ამონიაკს. აზოტოვანი მჟავას წარმოქმნას კი ახდენენ თუთია-იოდ-სახამებლიანი რეაქტივით.

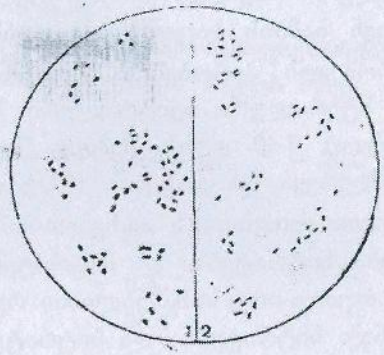
ამისათვის ფაიფურის თეფშზე აწვეთებენ სამ წვეთ თუთია-იოდ-სახამებლიან რეაქტივს, ერთ წვეთ 20%-იან გოგირდმჟავასა და ერთ წვეთ საკვლევ სითხეს. აზოტოვანი მჟავას არსებობისას სითხე მუქ-ლურჯად შეიღებება.

ნიტრიფიკაციის მეორე ფაზის დროს კოლბაში აღმოაჩენენ აზოტმჟავას დიფენილამინის რეაქტივით. ამისათვის ფაიფურის თეფშზე აწვეთებენ 3-4 წვეთ კონცენტრულ გოგირდმჟავას, უმატებენ კრისტალურ დიფენილამინს. დიფენილამინის გახსნის შემდეგ აწვეთებენ საკვლევ სითხეს.

აზოტმჟავას არსებობისას სითხე მუქ-ლურჯად შეიღებება.

ნიტრიტებისა და ნიტრატების დაგროვებას საზღვრავენ წარმოქმნილი ფერის ინტენსივობით. ფერის ინტენსივობას აღნიშნავენ შემდეგნაირად: + სუსტი შეფერვა, ++ საშუალო, +++ ძლიერი, ++++ ძალიან ძლიერი.

ნიტრიფიკაციის ბაქტერიების შესწავლისათვის კოლბის შემცველობიდან ამზადებენ ნაცხს და ახდენენ მიკროსკოპირებას ობიექტივით 90X. მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება Nitrosomonas-ის ოვალური ან კოკის ფორმის და Nitrobacter-ის მოკლე ჩხირისებრი უჯრედები (სურ.72).



სურ.72. ნიტროფიკაციის ბაქტერიები
1-Nitrosemonas; 2-Nitrobacter.

დენიტრიფიკაცია

საჭირო მასალები: **სინჯარები გილტაის თხევადი საკვები არით, ნიადაგი, სკალპერი, პარაფინის ზეთი, სპირტქურა, სასაგზე მინა, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, პინცეტი, მიკროსკოპი, ფუქსინის ან გენციანვიოლეტის 1%-იანი ხსნარი, დიფენილამინი, H_2SO_4 კონცენტრული, თუთია-იოდ-სახამებლის რეაქტივი, ნესლერის რეაქტივი, ფაიფურის თეფში.**

დენიტრიფიკაციის ბაქტერიების გამოსაყოფად ამზადებენ გილტაის საკვებ არეს, რომელიც ორი ხსნარისაგან შედგება:

1 ხსნარი – 250 მლ გამოხდილ წყალში გაიხსნება

KNO_2 – 2.1 გრ

ასპარაგინი – 1.0 “

II ხსნარი – 50 მლ გამოხდილ წყალში გაიხსნება:

KH_2PO_4 – 2.0 გრ

$MgSO_4$ – 2.0 “

$CaCl_2$ – 0.5 “

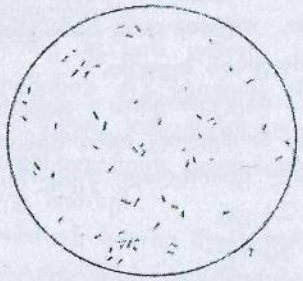
$FeCl_3$ – კვალის სახით

ლიმონმჟავა ნატრიუმი – 5.0 გრ

შემდეგ პირველ და მეორე ხსნარებს ერთმანეთში ურევენ და ავსებენ 1000 მლ-მდე (pH- 7.0). საკვებ არეს ასხამენ დიდი ზომის სინჯარაში და ასტერილებენ ავტოკლავში 0.5 ატმ. წნევაზე 20

წუთით. გასტერილების შემდეგ სინჯარაში შეაქვთ ნიადაგი, მჭიდროდ ახურავენ ბამბის საცობს და დგამენ თერმოსტატში 30-36^{0}C-ზე. ანაერობული პირობების შესაქმნელად სინჯარაში სითხეს ფარავენ სტერილური ნეიტრალური ზეთით (პარაფინის ან ვაზელინის ზეთი). 7-10 დღის შემდეგ შეიმჩნევა სინჯარის შემცველობის შემღვრევა და გაზების (CO_2 და N_2) გამოყოფა. ბაქტერია Pseudomonas aeruginosa-ს არსებობისას სინჯარაში საკვები არე მწვანდება. ნიტრატებსა და ნიტრიტებს აღმოაჩენენ დიფენილამინით და თუთია-იოდ-სახამებლიანი რეაქტივით. 6-7 დღეღამის შემდეგ სინჯი ნიტრიტებსა და ნიტრატებზე უარყოფითია, ხოლო ამონიაკის აღმოჩენა მიუთითებს ნიტრატების აღდგენას ამონიაკამდე.

სინჯარის შემცველობიდან ამზადებენ ნაცხს, ღებავენ და ახდენენ მიკროსკოპირებას. მიკროსკოპის მხედველობის არეში გამოჩნდება წვრილი ჩხირისებრი უჯრედები, რომლებიც განლაგებულია ერთეულებად ან მოკლე ჯაჭვების სახით. სპორებს არ წარმოქმნიან (სურ.73).



სურ.73. დენიტრიფიკაციის ბაქტერიები

თავისუფლადმცხოვრები აზოტფიქსატორები

საჭირო მასალები: კოლბა ეშბის საკვები არით, 100-150 მლ მოცულობის კოლბა, შპადელი, ნიადაგი, სპირტქურა, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, სინჯარები, პიპეტები, სასაგნე მინა, პინცეტი, კარბოლფუქსინი, შავი ტუში, 10%-იანი $FeCl_3$-ის (III) ხსნარი, ლუგოლის ხსნარი გრანულეზის აღმოსაჩენად, ეშბის აგარ-აგარიანი საკვები არე, პეტრის ფინჯნები, წყლის აბაზანა, გამოხდილი წყალი, მიკროსკოპი.

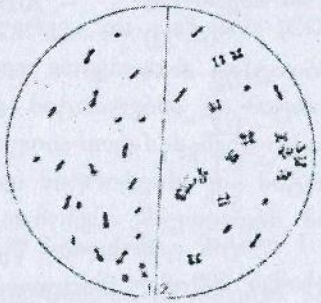
თავისუფლადმცხოვრები აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერიების გამოყოფისას ამზადებენ ეშბის საკვებ არეს, რომელიც შემდეგი შედგენილობისაა:

მანიტი, გლუკოზა ან საქაროზა	– 20.0 გრ
K_2HPO_4	– 2.0 “
$MgSO_4$	– 0.2 “
NaCl	– 0.2 “
K_2SO_4	– 0.1 “
$CaCO_3$	– 5 “

მარილებს ხსნიან 1 ლიტრ გამოხდილ წყალში. საკვებ არეს არ ასტერილებენ, ასხამენ 500 მლ მოცულობის კოლბაში. უმატებენ ნიადაგს, ახურავენ ბამბის საცობს და ათავსებენ თერმოსტატში 28-30^{0}C-ზე. 5-7 დღე-ღამის შემდეგ საკვები არის ზედაპირზე წარმოიქმნება ყავისფერი აპკი, ხოლო კოლბაში სითხე აქაფდება და გამოყოფს ერბომჟავას სუნს, რაც მიუთითებს საკვებ არეში ბაქტერია Clostridium pasteurianum-ის განვითარებას. ერბომჟავას აღმოჩენა საკვებ არეში ხდება $FeCl_3$ (III)-ით. ამისათვის შემდეგნაირად იქცევიან: კოლბიდან სინჯარაში ასხამენ 5 მლ საკვლევ სითხეს, უმატებენ 2 მლ 10%-იან $FeCl_3$ (III) და ახურებენ ადუღებამდე. ერბომჟავა რკინის წარმოქმნისას ხსნარი სისხლისფერ-წითელია. მიკროორგანიზმთა მორფოლოგიის შესასწავლად ამზადებენ ორ პრეპარატს: ერთი პრეპარატი მზადდება საკვები არის ზედაპირზე განვითარებული აპკიდან აზოტობაქტერიის კაფსულის გამოსავლინებლად, ხოლო მეორე პრეპარატი – სითხის ქვედა ფენიდან Cl. pasteurianum-ის შესასწავლად. ნაცხს ღებავენ ლუგოლის ხსნარით, მიკროსკოპირებას ახდენენ მიკროსკოპის იმერსიული ობიექტივით 90X.

აზოტობაქტერიის გამოყოფას, აგრეთვე, ახდენენ ნიადაგის გოროხების თესვით მყარი საკვები არის ზედაპირზე. ამისათვის იყენებენ აგარ-აგარიან საკვებ არეს, რისთვისაც ეშბის თხევად საკვებ არეს უმატებენ 2% აგარ-აგარს და ასტერილებენ ავტოკლავში 1.5 ატმ. წნევაზე 20 წუთით. ცხელ საკვებ არეს ასხამენ სტერილურ პეტრის ფინჯანზე. გაციების შემდეგ მასზე ათავსე-

ბენ ნიადაგის გოროხებს და დგამენ თერმოსტატში 28-30^{0}C-ზე. 5-6 დღე-ღამეში ნიადაგის გოროხების ირგვლივ წარმოიქმნება აზოტობაქტერიის ლორწოვანი კოლონიები. მიკრობის მორფოლოგიის შესასწავლად ამზადებენ ნაცხს (სურ.74).



სურ.74. Azotobacter
1-ერთეული და ორ-ორი უჯრედი კაფსულით;
2-სარტინისებრი ფორმები კაფსულით

მოცემულ ნიადაგში აზოტობაქტერიის რაოდენობრივი აღრიცხვისათვის ითვლიან გოროხებს, რომელთა ირგვლივაც განვითარდა კოლონიები. ფინჯანზე მოთავსებული გოროხების საერთო რიცხვიდან კი ანგარიშობენ აზოტობაქტერიის პროცენტს.

თავი XI
მიკროორგანიზმთა ეკოლოგია

11.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა

საჭირო მასალები: ნიადაგის ნიმუში, სინჯარები სტერილური წყლით ან 0.5%-იანი ნატრიუმის ქლორიდით (4-5 მლ), სტერილური დანაყოფებიანი პიპეტები, სტერილური დრიგალსკის შპადელი, მიკროსკოპი, სასაგნე მინა, სპირტქურა, ფუქსინის წყლიანი ხსნარი, პეტრის ფინჯნები ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარით, ლუდის ტკბილი და სხვები, საკვები არე აქტინომიცეტებისათვის, ერითროზინი.

ნიადაგის ნიმუშიდან სუსპენზიის მომზადება და მიკროფლორის შესწავლა მიკროსკოპულად (პირდაპირი მეთოდი)

1. ამზადებენ სუსპენზიას, რისთვისაც 0.5-1.0 გრამ ნიადაგის ნიმუშს ხსნიან 0.5%-იანი ნატრიუმის ქლორიდის სტერილურ ხსნარში.

2. სასაგნე მინაზე ათავსებენ სტერილურდანაყოფებიანი პიპეტით ნიადაგის სუსპენზიის წვეთს და თანაბრად ანაწილებენ 4-6 სმ^2-ზე.

3. ნაცხს აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე, უკეთებენ ფიქსაციას 96%-იანი ეთილის სპირტით და ღებავენ კარბოლფუქსინის ან ერითროზინიანი კარბოლის ხსნარით 3-4 წუთის განმავლობაში. კარბოლერითროზინი მიკრობებს ღებავს წითლად, ხოლო ნიადაგის კოლონიები რჩება უფერული. შეღებვის შემდეგ პრეპარატს გულმოდგინედ ავლებენ წყალს, აშრობენ და ახდენენ მიკროსკოპირებას იმერსიული ობიექტივით.

ნიადაგიდან მიკროორგანიზმების გამოყოფა, მათი კულტურალური და მორფოლოგიური თვისებების შესწავლა

1. 1 მლ მომზადებულ სუსპენზიას თესავენ ხორცპეპტონიან აგარ-აგარზე. სტერილური შპადელით თანაბრად ანაწილებენ სუსპენზიის წვეთს საკვებ არეზე.

2. დათესილ პეტრის ფინჯნებს ინკუბაციისათვის დგამენ თერ-

მოსტატში 37^{0}C-ზე 1-2 დღე-ღამის განმავლობაში.

3. ინკუბაციის დამთავრების შემდეგ ახდენენ ფინჯნებზე გაზრდილი კოლონიების დათვლას, რაც შეიძლება ვიზუალურად, ლუპით ან მიკროსკოპის ობიექტივით 8X. ფინჯანზე კოლონიების დიდი რაოდენობით განვითარებისას ფუძეს ყოფენ სექტორებად. შემდეგ ყოველ სექტორში ითვლიან კოლონიებს და შედეგებს აჯამებენ. კოლონიების დასათვლელად შეიძლება გამოიყენონ ნახევრად ავტომატური სათვლელი. თუ იციან ნიადაგის ზონა, სითხის მოცულობა, რომელშიც ამზადებენ სუსპენზიას, აგრეთვე, სუსპენზიის მოცულობა, მაშინ საკვები არის ზედაპირზე გაზრდილი კოლონიების მიხედვით ანგარიშობენ მიკროორგანიზმების რაოდენობას 1 გრამ ნიადაგში.

4. ლუპით ან მიკროსკოპის ობიექტივით 8X ათვალიერებენ ნიადაგის მიკროორგანიზმებს. აღწერენ ყველაზე დამახასიათებელ კოლონიებს.

5. სუფთა სასაგნე მინაზე სტერილური წყლის წვეთში ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით შეაქვთ ცალკეული კოლონიები და ამზადებენ ნაცხს. ერთ სასაგნე მინაზე შეიძლება დამზადდეს 2-4 ნაცხი. ნაცხებს აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე, აფიქსირებენ ცეცხლის ალზე და ღებავენ ფუქსინის წყლიანი ხსნარით 3-5 წუთის განმავლობაში. მიკროსკოპირებას ახდენენ იმერსიული ობიექტივით.

მიკრობიოლოგიის სასწავლო ლაბორატორიისა და სათავსოების ჰაერის მიკროფლორის რაოდენობრივი და თვისობრივი შედგენილობის შესწავლა დალექვის მეთოდით

1. ხორცპეპტონიან აგარ-აგარიან პეტრის ფინჯნებს თავდია ათავსებენ სასწავლო ლაბორატორიაში სხვადასხვა სიმაღლეზე 10-15 წუთით. ჰაერში სოკოებისა და აქტინომიცეტების სპორების განსაზღვრისათვის იყენებენ ლუდის ტკბილსა და აქტინომიცეტების საკვებ არეებს. ექსპოზიციის დამთავრების შემდეგ ფინჯნებს თავს ახურავენ და დგამენ თერმოსტატში შესაბამის ტემპერატურაზე.

2. ინკუბაციის დამთავრების შემდეგ ვიზუალურად ლუპით ითვლიან კოლონიებს. ჰაერში მიკროორგანიზმების რაოდენობის

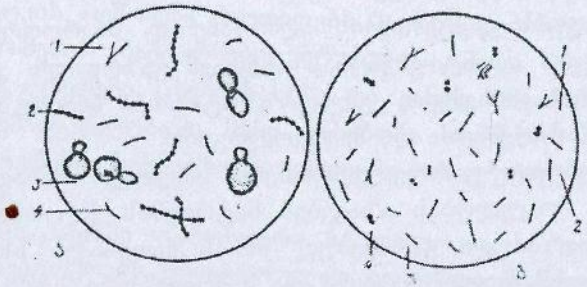
განსაზღვრისას ითვალისწინებენ, რომ 100 სმ^{2} ფართობზე 5 წუთში ილექება იმდენი მიკრობული უჯრედი, რამდენსაც შეიცავს 10 ლ ჰაერი.

3. სწავლობენ ჰაერის მიკროორგანიზმების მორფოლოგიურ და კულტურალურ თვისებებს, რომლებიც მყარ საკვებ არეზეა მიღებული დალექვის მეთოდით.

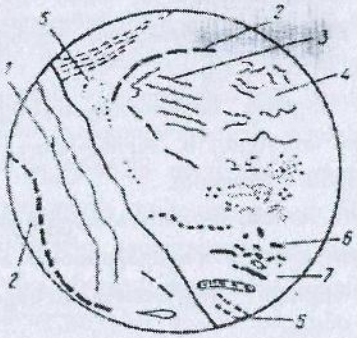
კბილის ნადების, თმის, თითის ანაბეჭდების თესვა პირდაპირი ინოკულაციის მეთოდით ხორცპეპტონიან აგარ-აგარიან პეტრის ფინჯნებზე. გაზრდილი მიკროორგანიზმების მიკროსკოპული შესწავლა.

1. ხორცპეპტონ აგარ-აგარიან პეტრის ფინჯნის ფუძეს მინაზე საწერი ფანქრით ყოფენ სამ სექტორად. პირველ სექტორში ათავსებენ ერთ ღერ თმას, მეორეში – თითს, ხოლო მესამეში – სტერილური ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით ან კბილის ჩხირით კბილის ნადებს. ინკუბაციას ახდენენ თერმოსტატში 37^{0}C-ზე დღე-ღამის განმავლობაში.

2. ვიზუალურად ან ლუპის დახმარებით ათვალიერებენ ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე გაზრდილ კოლონიებს. ცალკეული კოლონიიდან ამზადებენ ნაცხს, ახდენენ ფიქსაციას და ღებავენ ფუქსინით. შეღებილ ნაცხს ათვალიერებენ ობიექტივით 90X (სურ. 75, 76).



სურ.75. ბავშვის ნაწლავის მიკროორგანიზმები
ა-ბავშვის განავლის მიკროფლორა ბუნებრივი კვებისას:
1-Laqtobacterium bifidum; 2-Streptococus lactis; 3-Torula; 4- Laqtobacterium moro.
ბ-ბავშვის განავლის მიკროფლორა ხელოვნური კვებისას:
1-Laqtobacterium bifidum; 2-Laqtobacterium moro; 3-Escherichia coli; 4-Enterococcus



სურ.76. კბილის ნადების მიკროორგანიზმები
1-Leptonirix; 2-Bac. maximus buccalis; 3-Spirochaeta buccalis; 4-Spirochaeta dentiurn; 5-Diplostreptococcus; 6-Pneumococcus; 7-Bac.fusiforme

მიკროფლორის თვისებითი შესწავლისათვის იყენებენ კვლევის მიკროსკოპულ და მიკრობიოლოგიურ მეთოდებს. პრეპარატებს ამზადებენ ხახის ლორწოვანი გარსიდან, ხახის კანიდან, ხელებიდან და სხეულის სხვა ნაწილებიდან, ღებავენ გრამის მეთოდით და ათვალიერებენ მიკროსკოპით. მიკრობიოლოგიური გამოკვლევისათვის მასალას იღებენ ნატრიუმის ქლორიდის იზოტონური ხსნარის დასველებული ტამპონით. ამავე ტამპონით მასალას ჩათესავენ საკვებნიადაგიან პეტრის ფინჯანზე. ტამპონის ნაწილს ათავსებენ გლუკოზპეპტონიან სინჯარაში ნაწლავის ჩხირის ჯგუფის ბაქტერიების აღმოსაჩენად. მიკროორგანიზმთა საორიენტაციო იდენტიფიკაციას ახდენენ გაზრდილი კოლონიების ხასიათის მიხედვით გლუკოზპეპტონიან ნიადაგში გაზის ბუშტების წარმოქმნითა და მორფოლოგიით.

რაოდენობრივი გამოკვლევისათვის საკვლევი მასალის განსაზღვრულ მოცულობას აზავებენ ნატრიუმის ქლორიდის იზოტონურ ხსნარში და გაზავებულ მასას ჩათესავენ სხვადასხვა ნიადაგებში: სტაფილოკოკებისა და ჰემოლიზური სტრეპტოკოკების აღმოჩენისათვის – სისხლიან აგარზე, E. coli-ისათვის – ენდოს ნიადაგზე, სოკოს გვარი Candida – საბუროს ნიადაგზე. ჩათესვას ახდენენ ისეთი სახით, რომ მიიღონ ერთეული კოლონიები.

სანიტარულ-ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევა

სანიტარულ-მაჩვენებელ ბაქტერიებს ახასიათებთ შემდეგი თვისებები:

1. ისინი მუდმივად გამოიყოფიან დიდი რაოდენობით განავლიდან და რესპირატორული ტრაქტიდან.
2. არ აქვთ სხვა საცხოვრებელი გარემო.
3. არ მრავლდებიან ინტენსიურად მასპინძელი ორგანიზმის გარეშე.

გარემომცველი არის ობიექტებში E. coli-ის აღმოჩენა მიუთითებს ახალ ფეკალურ დაბინძურებას, ხოლო Citrobacter-ისა და Enterobacter-ის არსებობა – ძველ ფეკალურ დაბინძურებას.

ნიადაგში Cl. perfringens-ის, Cl. sporogenes-ისა და სხვა კლოსტრიდიების არსებობა მოწმობს ძველ დაბინძურებას, რადგანაც ეს ბაქტერიები წარმოქმნიან სპორებს. ისინი კი ნიადაგში ხანგრძლივად ინახებიან.

გარემომცველი არის ობიექტებში S. faecalis-ის აღმოჩენა ასევე ფეკალურ დაბინძურებაზე მიუთითებს. Proteus vulgaris ფართოდაა ბუნებაში გავრცელებული. იგი ლპობის გამომწვევი ბაქტერიაა და დიდი რაოდენობით გვხვდება ცხოველურ ნარჩენებზე. ამ ბაქტერიის აღმოჩენა მიუთითებს ლპობით დაშლას.

ჰემოლიზური სტრეპტოკოკი (S. pyogenes) წარმოადგენს ცხვირ-ხახის ტრანზიტორულ მიკრობს. სათავსოს ჰაერში ჰემოლიზური სტრეპტოკოკის აღმოჩენა მიუთითებს ჰაერის დაბინძურებას მიკროორგანიზმებით (ბაქტერიები, ვირუსები).

S. aureus გვხვდება ცხვირ-ხახისა და კანის საფარის მიკროფლორის შემადგენლობაში. მისი არსებობა სათავსოს ჰაერსა და საყოფაცხოვრებო საგნებზე მიუთითებს ორალურ-ფეკალურ დაბინძურებას.

სათავსოს ჰაერში ოქროსფერი სტაფილოკოკისა და ჰემოლიზური სტრეპტოკოკის ერთდროულად აღმოჩენა მოწმობს ჰაერის დიდი ხარისხით დაბინძურებას.

საყოფაცხოვრებო საგნებისა (ინვენტარი, ავეჯი, ჭურჭელი, სათამაშოები და სხვა) და მომსახურე პერსონალის ხელების ფეკალური დაბინძურების განსაზღვრა.

ნატრიუმის ქლორიდის იზოტონურ ხსნარში დასველებული ბამბის ტამპონით ჩამორეცხავენ საკვლევ საგნებს. ტამპონს ათავსებენ კესლერის ნიადაგში ან წაუსვამენ ენდოს ნიადაგის ზედაპირს. მყარ საკვებ ნიადაგზე ნათესების ინკუბაცია ხდება 37^{0}C ტემპერატურაზე, ხოლო თხევად საკვებ ნიადაგზე – +43^{0}C-ზე. სწორი ზედაპირებისა და ქსოვილების კვლევისათვის იყენებენ სპეციფიკურ ტრაფარეტებს. ისინი წარმოადგენენ მეტალის კონუსისებრ ფორმებს, რომლებშიც ასხამენ გამლღვალ და 45-48^{0}C-მდე გაცივებულ ენდოს ნიადაგს (ორმაგი კონცენტრაციის) ან საკვებ აგარს. გაცივების შემდეგ აგარის გელს შეანჯღრევენ სტერილურ პეტრის ფინჯანში და ინკუბაციას ახდენენ 37^{0}C-ზე 24 საათის განმავლობაში. გაზრდილ კოლონიებს ითვლიან და აწარმოებენ იდენტიფიკაციას. იციან რა აგარიანი გელის ფართობი, საზღვრავენ კოლონიების რიცხვს 1 სმ^2 ფართობზე.

საყოფაცხოვრებო საგნებზე ოქროსფერი სტაფილოკოკისა და ფეკალური სტრეპტოკოკის მოთესვიანობას ადგენენ ანალოგიური მეთოდით, მხოლოდ ამ შემთხვევაში იყენებენ შესაბამის საკვებ ნიადაგებს.

რძისა და რძის პროდუქტების სანიტარულ-ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევა

რძისა და რძის პროდუქტების სანიტარულ-ბაქტერიოლოგიური მდგომარეობის შესახებ მსჯელობენ მიკრობული რიცხვისა და კოლი-ტიტრის მიხედვით.

მიკრობული რიცხვის განსაზღვრისათვის პასტერიზებულ რძეს აზავებენ სუფრის მარილის სტერილურ იზოტონურ ხსნარში (1:10, 1:100, 1:1000) და ყოველი გაზავების 1 მლ-ს ასხამენ სტერილურ პეტრის ფინჯანში, რომელზედაც შემდეგ ასხამენ გამლღვალ და გაცივებულ აგარს. ნათესების ინკუბაციას ახდენენ 37^{0}C ტემპერატურაზე დღე-ღამის განმავლობაში. მეორე დღეს ითვლიან გაზრდილი კოლონიების რიცხვს.

კოლი-ტიტრის განსაზღვრისათვის პასტერიზებულ რძეს თესავენ 6 სინჯარაში. ამ სინჯარებში წინასწარ ათავსებენ კესლერის ნიადაგს (პეპტონიანი წყალი 1%, ნაღველი 5%, ლაქტოზა 0.25 %, გენციანვიოლეტი გრამდადებითი ბაქტერიების დასათ-

რგუნავად). სამ სინჯარაში შეაქვთ 1 მლ რძე, ხოლო დანარჩენში – 0.1 მლ (1 მლ რძეს აზავებენ ათჯერ სტერილური წყლით). ნათესების ინკუბაციას ახდენენ 43^{0}C ტემპერატურაზე დღე-ღამის განმავლობაში. ენდოს ნიადაგზე გაზრდილი წითელი ფერის კოლონიებიდან ამზადებენ ნაცხს და ღებავენ გრამის მეთოდით, ათვალიერებენ მიკროსკოპით და ჩათესავენ კოზერის ნიადაგში, აგრეთვე, – პეპტონიან წყალში, რომელსაც დამატებული აქვს 1%-იანი გლუკოზა (კოზერის ნიადაგის შედგენილობა ასეთია: გამოხდილი წყალი, ნატრიუმ-ამონიუმის ფოსფატი 0.15%, კალიუმის ფოსფატი ერთჩანაცვლებული 0.1%, მაგნიუმის სულფატი 0.02%, ნატრიუმის ციტრატი 0.25%).

კოზერის ნიადაგში ნათესების ინკუბაციას ახდენენ 37^{0}C-ზე, ხოლო გლუკოზიანი ნიადაგისას – +43^{0}C ტემპერატურაზე 24 საათის განმავლობაში.

შედეგების შეფასებისას აღრიცხავენ იმ ბაქტერიებს, რომლებიც იწვევენ გლუკოზის დულილს მჟავასა და აირის წარმოშობით. ეს ბაქტერიები არ იზრდებიან კოზერის ციტრატულ ნიადაგზე.

ანალოგიურად იკვლევენ ნაღებს, რძემჟავა პროდუქტებს, ნაყინს.

რძეში პათოგენური ბაქტერიების აღმოსაჩენად ჩათესვას ახდენენ შესაბამის ელექტიურ და სადიფერენციაციო-სადიაგნოსტიკო ნიადაგებში, გამოყოფენ სუფთა კულტურასა და ახდენენ მის იდენტიფიკაციას.

სასმელების (ლიმონათი, მინერალური წყლები) სანიტარულ-ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევა

ლიმონათისა და მინერალური წყლების გამოკვლევისას საზღვრავენ მიკრობულ რიცხვსა და კოლი-ტიტრს. გამოკვლევის წინ ლიმონათს ანეიტრალებენ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის 10%-იანი ხსნარით, რომლის რეაქციას ამოწმებენ ლაკმუსით. მინერალური წყლის შერჩეულ ნიმუშებს აჩერებენ 1 საათით 45^{0}C ტემპერატურაზე ჭარბი გაზის მოსაშორებლად. კოლი-ტიტრს საზღვრავენ მემბრანული ფილტრის მეთოდით. ამ მიზნით 500 მლ წყალს ფილტრავენ მემბრანულ ფილტრში (100 მლ ერთ

ფილტრში). შემდეგ გაავლებენ წყალსადენის სტერილურ წყალს ჭარბი მინერალური მარილების მოსაშორებლად და ათავსებენ ენდოს ნიადაგზე. ნათესების ინკუბაცია ხდება 37^{0}C ტემპერატურაზე. კოლი-ინდექსის განსაზღვრის შემდეგ გამოთვლიან კოლიტიტრს.

ლიმონათისა და მინერალური წყლების სანიტარულ-ბაქტერიოლოგიური ნორმატივები იგივეა, რაც – სასმელი წყლისათვის. ასეთივე მოთხოვნებს უყენებენ, აგრეთვე, ბურახსა და სხვა ხილ-კენკროვან უალკოჰოლო სასმელებს.

ხორცის, ძეხვისა და ხორცის პროდუქტების სანიტარულ-ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევა

ხორცის გამოკვლევისას ბაქტერიების რაოდენობას განსაზღვრავენ ხორცის ნაჭრის (ზომა 2X1.5X2.5 სმ) ნაცხ-ანაბეჭდში. ნაცხს ღებავენ გრამის მეთოდით და ათვალიერებენ მიკროსკოპით. ხორცი ახალია, თუ მიკროსკოპის მხედველობის არეში 10 ჩხირისებრ ბაქტერიაზე მეტი არ იქნება. ხორცი ძველია, თუ ბაქტერიების რიცხვი 30-ს აღემატება.

ხორცის პროდუქტების გამოკვლევისას საზღვრავენ მიკრობულ რიცხვს და ნაწლავის ჩხირის, სალმონელების, Proteus-ისა და Clostridium-ის არსებობას. გამოკვლევისათვის ამზადებენ ნიმუშის 20%-იან წონაკს ნატრიუმის ქლორიდის იზოტონურ ხსნარში. აქედან შემდეგ ჩათესავენ სხვადასხვა საკვებ ნიადაგებში. მიკრობული რიცხვის განსაზღვრისათვის 2-ჯერ გაზავებული და განუზავებელი ნიმუში 0.5 მლ-ის რაოდენობით შეაქვთ პეტრის სტერილურ ფინჯანში, მასში ,ასხამენ გამლღვალ და შემდეგ გაცივებულ საკვებ ნიადაგს. ნათესების ინკუბაციას ახდენენ 37^{0}C-ზე 48 საათის განმავლობაში. შემდეგ ითვლიან გაზრდილ კოლონიებს.

E. coli-ს არსებობას ადგენენ იმით, რომ იგი შლის ენდოს ნიადაგში არსებულ ლაქტოზას მჟავასა და აირის წარმოქმნით 43^{0}C ტემპერატურაზე 24 საათით ინკუბაციისას. ამისათვის თავდაპირველად 1 გრ პროდუქტს თესავენ კესლერის ნიადაგზე, ხოლო შემდეგ გადათესავენ ენდოს ნიადაგზე. ნაწლავის ჩხირისათვის დამახასიათებელი წითელი ფერის კოლონიებიდან ამზადებენ

ნაცხს, ღებავენ გრამის მეთოდით და ათვალიერებენ მიკროსკოპით.

სალმონელების გამოყოფისათვის მასალას ჩათესავენ შესაბამის ელექტიურ ნიადაგზე, შემდეგ გამოყოფენ სუფთა კულტურას და ახდენენ მის იდენტიფიკაციას.

Proteus-ის გვარის ბაქტერიების გამოსაყოფად იყენებენ შუკევიჩის მეთოდს. ამისათვის მასალა შეაქვთ ირიბი საკვები აგარის კონდენსირებულ წყალში. ნათესების ინკუბაციას ახდენენ 37^{0}C ტემპერატურაზე დღე-ღამის განმავლობაში. პროტეუსის არსებობისას აღინიშნება მცოცავი ზრდა, ხოლო ნაცხში აღმოჩნდება გრამუარყოფითი ჩხირები.

ანაერობული სპორისწარმომქმნელი ბაქტერიების აღმოსაჩენად მასალას ჩათესავენ კიტა-ტაროცის ნიადაგიან ორ სინჯარაში. ჩათესვის შემდეგ ერთ სინჯარას 20 წუთით ახურებენ 80^{0}C ტემპერატურაზე ვეგეტატიური უჯრედების გასანადგურებლად. ნათესების ინკუბაციას ახდენენ 37^{0}C-ზე 5 დღე-ღამის განმავლობაში. კოლონიების განვითარებისას ამზადებენ ნაცხს, ღებავენ გრამის მეთოდით და ათვალიერებენ მიკროსკოპით. ამოწმებენ გამოყოფილი ბაქტერიების მიერ ნატრიუმის სულფიტის აღდგენას სულფატში. ამისათვის მათ ჩათესავენ ვილსონ-ბლერის ნიადაგში. ანაერობები წარმოქმნიან შავი ფერის კოლონიებს.

საკვებ ნიადაგში არსებული რკინის ქლორიდთან რეაქციაში შედის ნატრიუმის სულფატი, რის შედეგადაც წარმოიქმნება რკინის სულფატის შავი ფერის ნელექი.

ძეხვი და ხორცის სხვა პროდუქტები არ უნდა შეიცავდნენ ნაწლავის ჩხირს, სალმონელებს, ბაქტერიების გვარს Proteus და ანაერობულ სპორისწარმომქმნელ ბაქტერიებს. ბაქტერიების საერთო რაოდენობა 1 გ-ში არ უნდა აღემატებოდეს 1000-ს.

კონსერვების სანიტარულ-ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევა

კონსერვების გამოკვლევისას განსაზღვრავენ აერობული და ანაერობული ბაქტერიების არსებობას. ეპიდემიოლოგიური მაჩვენებლის მიხედვით გამოავლენენ Cl. botulinum-ს და აწარმოებენ გამოკვლევას ბოტულინური ტოქსინის არსებობაზე.

ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევის წინ კონსერვის ქილას დგამენ ცხელ წყალში და ამოწმებენ მის ჰერმეტულობას. შემდეგ დგამენ თერმოსტატში 37^{0}C-ზე 5 დღე-ღამით. გარეცხავენ თბილი წყლით, აშრობენ, წმენდენ სპირტით და მოწვავენ სახურავს სპირტში დასველებული ცეცხლმოკიდებული ბამბით. კონსერვის შემცველობას ჩათესავენ აერობული ფლორის გამოსავლენად ბულიონიან ორ სინჯარაში, ხოლო ანაერობული ფლორის გამოსავლენად კიტა-ტაროცის ნიადაგიან ორ სინჯარაში, რომლებიც შეიცავს 0.15 % აგარს.

ნათესების ინკუბაციას ახდენენ 37^{0}C-ზე 5 დღე-ღამის განმავლობაში. თუ მოხდა აერობული ბაქტერიების ზრდა, მაშინ გადათესავენ საკვებ აგარზე, ენდოს ნიადაგზე, ირიბ აგარზე შუკევიჩის მეთოდით და საკვებ აგარზე 1%-იანი გლუკოზით. კიტა-ტაროცის ნიადაგიდან იღებენ 1-2 მლ-ს და ჩათესავენ პეტრის ფინჯანში, რომელზედაც ჩამოსხმული იქნება გამლღვალი და 45-48 ^{0}C-მდე გაცივებული საკვები აგარი 1%-იანი გლუკოზით. გაცივების შემდეგ საკვები ნიადაგის ზედაპირზე ათავსებენ სტერილურ სასაგნე მინას ანაერობული პირობების შესაქმნელად. ნათესების ინკუბაციას ახდენენ თერმოსტატში 37^{0}C-ზე დღე-ღამის განმავლობაში. გაზრდილი კოლონიებიდან ღებულობენ სუფთა კულტურას და აწარმოებენ მის იდენტიფიკაციას.

ბოტულინური ტოქსინის გამოსაკვლევად კონსერვიდან აღებულ სინჯს ფილტრავენ და დგამენ ნეიტრალიზაციის რეაქციას ბოტულიზმის საწინააღმდეგო ანტიტოქსიკურ A, B, C, E, F ტიპის შრატთან თეთრ თაგვებზე. კონსერვში არ უნდა იყოს Cl. botulinum-ი და მისი ტოქსინი, ასევე Cl. perfringens-ი და სხვა პათოგენური ბაქტერიები.

აერობული არასპოროვანი ფლორის არსებობა მიუთითებს კონსერვირებისათვის გამოყენებული მეთოდის არასაკმარის ეფექტურობას. საპროფიტული აერობული ბაცილების (B. subtilis, B. mesentericus) არსებობა კი დასაშვებია.

თავი XII
ანტიბიოტიკები

12.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა

საჭირო მასალები: სტერილური პეტრის ფინჯნები, ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, მეტალის საცობის საბურღი, დრიგალსკის შპადელი, სტერილური საზომი პიპეტები 1-2 მლ-იანი, პინცეტები, გამღვალი ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარი, მიკროორგანიზმები: Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Sarcina flava, Bac. subtilis, Candida albicans, რომლებიც გაზრდილია სინჯარებში ირიბ აგარ-აგარზე, პეტრის ფინჯნები, მყარ საკვებ არეზე გაზრდილი მიკრობი – ანტაგონისტებით Penicillium cyclopium, Streptomyces griseus, სტანდარტული ქაღალდის დისკოები, რომლებიც გაჟღენთილია შემდეგი ანტიბიოტიკებით: პენიცილინი, სტრეპტომიცინი, პოლიმიქსინი, ერითრომიცინი, ოლეტეტრინი, ნისტატინი და სხვა. მილიმეტრებიანი ქაღალდის ზოლი ან მილიმეტრებიანი სახაზავი.

აქტინომიცეტებისა და სოკოების ანტაგონისტური აქტივობის შესწავლა აგარ-აგარიანი ბლოკის მეთოდით (PENICILLIUM CYCLOPIUM)

1. **ტესტ-კულტურის წყლიანი სუსპენზიის მომზადება.** ამისათვის ტესტ-მიკროორგანიზმიან სინჯარაში, რომელიც ირიბ აგარ-აგარზეა გაზრდილი, შეაქვთ 5-7 მლ სტერილური წყალი და მიკრობთა უჯრედებს ჩარეცხავენ საკვები არის ზედაპირიდან. ხელისგულებს შორის ტრიალით ანჯღრევენ სინჯარებს.

2. 15-20 მლ გამღვალ ხორცპეპტონიან აგარ-აგარს ასხამენ პეტრის სტერილურ ფინჯანზე და აცივებენ. ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარის ზედაპირზე სტერილური პიპეტით გადააქვთ 0.2-0.3 მლ ტესტ-მიკრობის სუსპენზია და თანაბრად ანაწილებენ დრიგალსკის შპადელით.

3. სტერილური საცობის საბურღით ამოჭრიან აგარ-აგარიან ბლოკს, რომელზედაც ტესტ-მიკრობია გაზრდილი მთლიან გა-

ზონად. შემდეგ ბლოკი გადააქვთ აგარ-აგარის ზედაპირზე, რომელიც ტესტ-კულტურითაა დათესილი. ბლოკებს ათავსებენ ბიომასით ზევით. ფინჯნებს დგამენ თერმოსტატში 37^{0}C-ზე 18-20 საათით. ბოლოს ახდენენ ცდის შედეგის აღრიცხვას, აღნიშნავენ, რომელ საკვლევ მიკროორგანიზმს აქვს ანტიბიოტიკური აქტივობა და რომელი ტესტ-კულტურის მიმართ. დათრგუნვის ზონას ზომავენ მილიმეტრიანი სახაზავით.

მიკროორგანიზმთა ანტაგონისტური თვისების შესწავლა

1. დაამზადებენ ირიბი აგარ-აგარის ზედაპირზე გაზრდილი ტესტ-მიკრობის წყლიან სუსპენზიას.

2. მყარ საკვებარიან ფინჯანში, რომელზედაც მთლიან „გაზონად" გაზრდილია ანტაგონისტურ აქტივობაზე გამოკვლეული კულტურა, სტერილური სკალპერით ამოჭრიან აგარ-აგარიანი ფირფიტის ნახევარს. შემდეგ ფირფიტის თავისუფალ ნაწილში ასხამენ 10 მლ ხორცპეპტონიან აგარ-აგარს (არეს, რომელიც ხელსაყრელია ტესტ-მიკროორგანიზმის განვითარებისათვის).

3. საკვები არის გაცივების შემდეგ გარეთა ზედაპირზე მინაზე საწერი ფანქრით მიკრობი-ანტაგონისტის ზრდის საზღვრიდან 2 მმ დაცილებით გაავლებენ პარალელურ ხაზებს. ტესტ-მიკრობის ყოველ შტრიხს დანომრავენ.

4. ფინჯნების ინკუბაციას მოახდენენ თერმოსტატში 37^{0}C-ზე 18-20 საათით.

თუ ტესტ-მიკრობი განვითარებას დაიწყებს უშუალოდ ბლოკიდან, ეს მიუთითებს იმას, რომ საკვლევი მიკროორგანიზმის შტამი არ მოახდენს დამთრგუნველ მოქმედებას ტესტ-ორგანიზმზე.

მიკროორგანიზმების მგრძნობელობის შესწავლა ანტიბიოტიკების მიმართ ქაღალდის დისკოების მეთოდით

1. გაცივებული აგარ-აგარის ზედაპირზე სტერილური პიპეტით მოათავსებენ ტესტ-მიკრობის სუსპენზიას 0.2-0.3 მლ მოცულობით და ანაწილებენ თანაბრად დრიგალსკის შპადელით.

2. ტესტ-მიკრობით დათესილ პეტრის ფინჯანზე სტერილური

მახვილბოლოებიანი პინცეტით 3-4 სმ შუალედებით მოათავსებენ ანტიბიოტიკში გავლებულ ქაღალდის დისკოებს. ყოველ დისკოს პინცეტით მაგრად დააჭერენ საკვები არის ზედაპირზე. ასეთი სახით დათესილ ფინჯნებს ძირით ზევით მოათავსებენ თერმოსტატში 37^{0}C-ზე. დისკოებიდან ანტიბიოტიკი დიფუნდირებს აგარ-აგარში, რომლის ირგვლივაც ფორმირდება დათრგუნვის ზონა მის მიმართ მგრძნობიარე ბაქტერიის შემთხვევაში. დათრგუნვის ზონის სიდიდეს გაზომავენ მილიმეტრიანი სახაზავით. თუ ზონა 10 მმ-მდეა, ეს მოწმობს მიკრობის ნაკლებ მგრძნობელობას, ხოლო თუ 10 მმ-ზე მეტია, მიუთითებს მგრძნობელობას ანტიბიოტიკებისადმი. მიღებული მონაცემების მიხედვით მსჯელობენ საკვლევი მიკროორგანიზმის რომელიმე ანტიბიოტიკისადმი მგრძნობელობის შესახებ.

ნაწილი მესამე
მიკრობიოლოგიური და ვირუსოლოგიური ტერმინების განმარტებები

ა

აბეს კონდენსორი – (ლათ. condenso ვასქელებ, ვამკვრივებ) – ლინზა ან ლინზების სისტემა, რომელიც თავს უყრის სინათლის სხივებს და მიმართავს მათ გასანათებელი საგნისაკენ; სინათლის მიკროსკოპის ერთ-ერთი ოპტიკური ნაწილი (გამანათებელი).

აბიოტური გარემო – ადგილმდებარეობისათვის დამახასიათებელი ეკოლოგიური რეჟიმი მოცემულ ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში.

აბიოტური ფაქტორები – არაცოცხალი ბუნების ფაქტორები (ტემპერატურა, ჰაერი, შეფარდებითი ტენიანობა, ნალექები, ქარი, ნიადაგის თვისებები და სხვა), რომლებიც დიდ გავლენას (პირდაპირს, ირიბს) ახდენენ ცოცხალ ორგანიზმებზე.

აგარ-აგარი – [მალაიური agahr-agahr ლაბა] – მცენარეული ლაბა, რომელიც მიიღება ზღვის ზოგიერთი (წაბლა, წითელი) წყალმცენარისაგან. ძირითადად შედგება პოლისაქარიდებისაგან. გამოიყენება საკვებ არედ სოკოების, ბაქტერიებისა და სხვათა დასათესად ლაბორატორიაში კულტივირებისას. იყენებენ.

აგრობაქტერიები – ბაქტერიების ჯგუფი, რომლებიც წარმოქმნიან გალებს (მცენარის ორგანოთა ქსოვილების არანორმალური ზრდის შედეგად წარმოქმნილ გამონაზრდებს მეჭეჭების, კოურების, ნაოჭისა და სხვათა სახით) მცენარის ფოთლებზე.

აგროცენოზი – მცენარეთა თანასაზოგადოება, რომელიც შექმნილია ადამიანის მიერ მეტ-ნაკლებად ხანგრძლივი დროით.

ადამიანის იმუნოდეფიციტის ვირუსი – შეძენილი იმუნოდეფიციტის (შიდსის) ეთიოლოგიური აგენტი. იხ. აივ.

ადენოვირუსები – მარტივი ვირუსები adenovira (მრავლ.) ბერძნ. aden ჯირკვალი, ლათ. virus შხამი) – ვირუსების დიდი ჯგუფი. აღმოჩენილია ადამიანის ადენოიდებისა და ნუშურების უჯრედებში, სადაც ადენოვირუსები ხშირად უმოქმედო მდგომარეობაში არიან. იწვევენ სასუნთქი გზების მწვავე კატარს, კონიუნქტივიტს, ენტეროკოლიტს, ატიპურ პნევმონიას და სხვა დაავადებებს.

ადსორბენტი – სხეული, რომლის ზედაპირზედაც ხდება ადსორბცია.

ადსორბცია – (ლათ ad თან, zorbon ვშთანთქავ) – სითხის ან მყარი სხეულის ზედაპირული შრის მიერ აირადი გარემოდან ან ხსნარიდან რომელიმე ნივთიერების შთანთქმა.

აერობები – [ბერძნ. aer – ჰაერი და bios – სიცოცხლე] – ორგანიზმები, რომელთა არსებობისათვის აუცილებელია თავისუფალი ჟანგბადი. აერობებს მიეკუთვნება ყველა მცენარე, ცხოველი და მიკროორგანიზმების უმრავლესობა.

აეროგიოზი – [ბერძნ. aer – ჰაერი და bios – სიცოცხლე] – სიცოცხლე თავისუფალი ჟანგბადის პირობებში.

აერობული ამონიფიკატორები – აერობულ პირობებში ამონიფიკაციის პროცესის გამომწვევები. იხ. ამონიფიკაცია.

აეროსომა – გაზით ანუ ჰაერით სავსე ვაკუოლი.

აეროტაქსისი – [ბერძნ. aer ჰაერი და taxis რიგზე დაწყობა, განლაგება] – მიკროორგანიზმების ან მრავალუჯრედიან ორგანიზმთა უჯრედების (სპორების და სხვა) მოძრაობა ჟანგბადის წყაროსკენ.

ავტოკლავი – [ფრანგ. autoclave] – 1. ჰერმანენტულად დახურული ლითონის ჭურჭელი, ხელსაწყო, რომელსაც იყენებენ საკვები არის, იარაღებისა და სხვათა სტერილიზაციისათვის. ამასთან ტემპერატურა ჩვეულებრივ აჭყავთ +120^{0}C-მდე. 2. ჰერმეტულად დახურული ჭურჭელი (ქვაბი), რომელსაც აცხელებენ მაღალი წნევის პირობებში.

ავტოტროფული ორგანიზმები – ორგანიზმები, რომელთაც შე-

უძლიათ მათთვის საჭირო ორგანული ნივთიერების სინთეზი არაორგანული ნივთიერებებიდან (წყლიდან, მინერალური მარილებიდან, ნახშირორჟანგიდან) ფოტოსინთეზის (მწვანე მცენარეების) ან ქემოსინთეზის (ზოგიერთი ბაქტერიის) პროცესში.

აზბესტის ფილტრი – თერმოლაბილური საკვები არეების გასასტერილებელი ფილტრი. ფილტრი დამუხტულია დადებითად, ბაქტერიებს უარყოფითი მუხტი აქვთ. ფილტრის მექანიზმი მდგომარეობს იმაში, რომ ფილტრის კედლები ახდენენ ბაქტერიების ადსორბირებას.

აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერია – (აზოტობაქტერი) – ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრები აერობული ბაქტერიების ერთ-ერთი ჯგუფი; მათი საშუალებით ხდება ატმოსფეროს მოლეკულური აზოტის შეთვისება და ნიადაგის აზოტოვანი ნივთიერებებით გამდიდრება.

აზოტობაქტერი – ნიადაგის ბაქტერია, რომელიც ჰაერიდან ითვისებს აზოტს და ამდიდრებს ნიადაგს აზოტოვანი ნივთიერებებით. იგივეა.

აზოტობაქტერინი – სასუქის პრეპარატი, რომელიც შეიცავს აზოტობაქტერს.

აზოტფიქსატორები – მიკროორგანიზმები, რომლებიც ახდენენ აზოტფიქსაციას. მაგალითად: აერობული აზოტფიქსატორია Azotobacter chroococcum. ანაერობული აზოტფიქსატორი – Clostridium pasteurianum.

აზოტფიქსაცია – ატმოსფეროს მოლეკულური აზოტის ფიქსირებისა და აზოტოვან შენაერთებში გადაყვანის პროცესი.

AIDS-ი – ადამიანის იმუნოდეფიციტის ვირუსი. 1983-1984 წლებში ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად აღმოაჩინეს ფრანგი ლ. მონტანიესა და ამერიკელი რ. გალოს ჯგუფებმა. იგი არის რნმ-ის შემცველი ლიმფოტროფული ვირუსი. იწვევს შიდსის (შეძენილი იმუნოდეფიციტის სინდრომის) განვითარებას.

აკლიმატიზაცია, აკლიმატიზირება – [გერმ. Akklimatization] – ორგანიზმის შეგუება მისთვის ახალ, უჩვეულო კლიმატურ პირობებთან.

ალაოს შაქარი – იხ. მალტოზა.

ალბუმინები – [ფრანგ. albumine, ლათ. albumen – ცილა] – წყალში ხსნადი უმარტივესი ცილები. უმთავრესად გვხვდება ცხოველებში, მაგ.: კვერცხის, სისხლის, რძისა და სხვა ნივთიერებათა შემადგენლობაში.

ალბუმოზები – ცილების დაშლის შუალედი პროდუქტები.

ალელი – გენების წყვილი; ჰომოლოგიური ქრომოსომების ერთნაირ ლოკუსში ლოკალიზებული გენები, რომლებიც გამოხატავენ ერთი და იმავე გენის ალტერნატიულ მდგომარეობას.

ამიდი ჯგუფი – ამიაკის (NH_3)-ის მოლეკულაში წყალბადის ერთი ატომის ჩანაცვლებით მიღებული ერთატომიანი ჯგუფი – NH_2.

ამილაზა – ფერმენტი, რომელიც შლის სახამებელს და ხელს უწყობს მის გარდაქმნას შაქრად. მოიპოვება ნერწყვში, კუჭქვეშა ჯირკვალში და სხვა.

ამინები – ამიაკიდან ნაწარმი ორგანული ნაერთები, რომლებშიც წყალბადის ატომები ჩანაცვლებულია ნახშირწყალბადის რადიკალებით.

ამინოავტოტროფული – აზოტზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილება ატმოსფეროს მოლეკულური აზოტით.

ამინოჰეტეროტროფები – მიკროორგანიმები, რომლებიც კვებისათვის იყენებენ ორგანულ აზოტოვან შენაერთებს, მაგ.: ზოგიერთი ამინომჟავა, ვიტამინი და სხვა.

ამიტოზი – უჯრედის პირდაპირი დაყოფა. ამ დროს თანმიმდევრობით ხდება ჯერ ბირთვაკის, შემდგომ ბირთვის, ციტოპლაზმისა და ბოლოს მთელი უჯრედის ორად გაყოფა იმ რთული პროცესების გარეშე, რომლებიც მიმდინარეობს ე. წ. მიტოზის ანუ არაპირდაპირი დაყოფის დროს.

ამონიფიკაცია – ბაქტერიების მიერ ორგანული აზოტოვანი ნივთიერებების დაშლის პროცესი, რომლის დროსაც წარმოიქმნება ამონიაკი. დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის ნაყოფიერების შენარჩუნებისათვის.

ამორჩევითი კულტურები – ერთი განსაზღვრული ჯგუფის მიკროორგანიზმთა კულტურა.

ანაბიოზი – 1. ფარული სიცოცხლე. ორგანიზმის ცხოველმოქმედების მაქსიმალური შეჩერება, რომლის დროსაც სიცოცხლის ყოველივე ხილვად გამოვლინებას ადგილი არა აქვს, მაგრამ შესაფერისი პირობების დადგომასთან ერთად მას აქვს ცხოველმოქმედების აღდგენის უნარი. ანაბიოზის მდგომარეობაში იმყოფება მშრალი თესლები, დიდი სიმშრალის დროს მღიერები, ბევრი მცენარის სპორები და სხვა; 2. პროდუქტების დაკონსერვების ერთ-ერთი საშუალება, როდესაც იქმნება ისეთი პირობები, რომელიც ხელს უშლის მიკროორგანიზმების გამრავლებას (მაგ.: გაშრობა, გაყინვა).

ანაბოლიზმი – ბიოქიმიური რეაქციების ერთობლიობა, რომლებიც ახორციელებენ უჯრედის კომპონენტების სინთეზს.

ანაერობები – ორგანიზმები, რომელთაც შეუძლიათ სიცოცხლე ჟანგბადის გარეშე. ასხვავებენ ანაერობების ორ ჯგუფს: ობლიგატურ და ფაკულტატიურ ანაერობებს.

ანაერობული ამონიფიკატორი – ამონიფიკაციის მომხდენი ანაერობულ პირობებში. მიეკუთვნება: Clostridium paraputrificum, Cl. bifermentans.

ანაერობული სულფატრედუქცია – ანაერობულ პირობებში (უჟანგბადო გარემოში) გოგირდის აღდგენა.

ანაეროსტატი – ჰერმეტიზებული თერმოსტატი, რომელშიც ახდენენ ანაერობების კულტივირებას. ანაეროსტატიდან გამოდევნიან ჰაერს ან მას შეცვლიან ინერტული გაზით. ანაეროსტატი გამოიყენება ანაერობების კულტივირებისათვის.

ანგსტრემი – სიგრძის ერთეული, უდრის სანტიმეტრის მეასმილიონედს; იყენებენ სინათლის ტალღების სიგრძის გასაზომად და სხვა (შვედი ფიზიკოსის Angstrum – `ის გვარის მიხედვით).

ანთროპოგენური – ადამიანის მოქმედების მოღვაწეობის შედეგად შექმნილი. მაგ., ლანდშაფტი, მცენარეულობა, ნიადაგები, რელიეფი.

ანოქსიგენური ფოტოსინთეზი – უჟანგბადო ფოტოსინთეზი, როდესაც არ ხდება მოლეკულური ჟანგბადის გამოყოფა, რადგანაც ელექტრონების დონორია H_2S და ა. შ. ახასიათებს მეწამულ და მწვანე ბაქტერიებს.

ანტაგონიზმი – (ბერძნ. antagonizma ბრძოლა) – საპირისპირო, საწინააღმდეგო მოქმედება ორგანიზმში, მაგ.: მომხრელი და გამშლელი კუნთების, სიმპათიკური და პარასიმპათიკური ნერვული სისტემის ან წამლის საპირისპირო მოქმედება ავადმყოფობის გამომწვევ საწყისზე და სხვა.

ანტაგონიზმი მიკრობებისა – ერთი მიკროორგანიზმის დათრგუნვა ან მოსპობა მეორე მიკროორგანიზმის ცხოველმოქმედების პროდუქტებით.

ანტაგონისტები – 1. კუნთები ან კუნთების ჯგუფი, რომლებიც მონაწილეობენ მოძრაობაში ერთიმეორის საწინააღმდეგოდ. მაგ.: მომხრელი და გამშლელი კუნთები. 2. მიკროორგანიზმები, რომლებიც მოქმედებენ დამჩაგვრელად სხვა მიკროორგანიზმების სიცოცხლესა და განვითარებაზე.

ანტიბაქტერიული ნივთიერებები – ანტი – საწინააღმდეგო – ბაქტერიების საწინააღმდეგო ნივთიერებები.

ანტიბიოტიკები – ბიოლოგიური წარმოშობის ნივთიერებანი, რომელთა სინთეზი ხდება მიკროორგანიზმის მიერ. ანტიბიოტიკებს აქვთ უნარი ჩაახშონ ბაქტერიებისა და სხვა მიკროორგანიზმების ზრდა. ბევრ ანტიბიოტიკს აქვს მიკრობების მოკვლის უნარიც. თითოეული ანტიბიოტიკი ხასიათდება სპეციფიკური ამორჩევითი მოქმედებით და მიკრობთა მხოლოდ ერთ გარკვეულ სახეობაზე მოქმედებს. მათ ფართოდ იყენებენ მედიცინაში, სოფლის მეურნეობასა და კვებისა და მიკრობიოლოგიური მრეწველობის სხვადასხვა წარმოებებში.

ანტიმიკრობული – მიკრობების საწინააღმდეგო.

ანტიმეტაბოლიტები – ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებანი, რომლებიც ხელს უშლიან ორგანიზმის ქსოვილებში ბუნებრივად წარმოქმნილი ნივთიერებათა ცვლის შუა-

ლედი პროდუქტების – მეტაბოლიტების მოქმედებას.

ანტისეპტიკა – antisepsis (ბერძნ. anti წინააღმდეგ, sepsis ლპობა) – ჭრილობაში შეღწეულ ან ჭრილობის გარე ინფექციასთან ბრძოლა სხვადასხვა ქიმიური საშუალებებით.

ანტისეპტიკები – ლპობის საწინააღმდეგო საშუალებანი; ქიმიური ნივთიერებები, რომლებიც ხელს უშლის ლპობის მიკრობების განვითარებას და სპობს მათ.

არასეპტირებული – ტიხრებით სეპტებად დაუყოფელი.

არასპეციფიკური ანუ ზოგადი ტრანსდუქცია – დნმ-ის ნებისმიერი ფრაგმენტის გადატანა ერთი ბაქტერიული უჯრედიდან მეორეში.

არასპოროვანი ბაქტერიები – სპორის არ წარმომქმნელები. უმთავრესად, ასეთებია კოკები. გამონაკლისია Sporosarcina.

არაცოცხალი ობიექტის მიკროგული დეკონტამინაცია – არაცოცხალი ობიექტების განთავისუფლება მიკრობებისა და მათი მსვენებარე ფორმებისაგან. მაგალითად, სტერილიზაცია, დეზინფექცია.

არომატული ბაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც ცხოველმოქმედების პროცესში წარმოქმნიან სასიამოვნო სუნის პროდუქტებს, უმთავრესად – ეთერებს.

არქაული ერა – უძველესი ერა დედამიწის გეოლოგიურ ისტორიაში.

არქებაქტერიები – ნაკლებად შესწავლილი პროკარიოტები, რომლებიც არსებობენ ექსტრემალურ პირობებში. ამ ჯგუფში აერთიანებენ: მეთანის წარმომშობ ბაქტერიებს, ექსტრემალურ ჰალოფილებსა და თერმოციდოფილებს.

ასეპტიკა – aseptica (ბერძნ. a უარყ. ნაწ., septikos ლპობის გამომწვევი) – ჭრილობის ინფექციებთან ბრძოლა. ჭრილობაში მიკრობების მოხვედრის ასაცილებელ საშუალებათა ერთობლიობა. გულისხმობს უშუალოდ ოპერაციისათვის საჭირო იარაღებისა და საგნების სტერილიზაციას.

ასკი, ასკები – სპორების მატარებული ორგანო, რომელიც დამახასიათებელია ჩანთიანი სოკოებისათვის. ასკებში (ჩანთებში) ვითარდება ასკოსპორები (ჩვეულებრივ, 4-8).

ასკოსპორა – სპორა, რომელიც ვითარდება ჩანთიანი სოკოების ჩანთებში (ასკებში).

ასპერგილუსი – ობის სოკოს გვარი Aspergillus.

ასპოროგენული – აქტინომიცეტები ანუ სხივისებრი სოკოები, რომელთაც მუტაციით დაკარგული აქვთ სპორების წარმოქმნის უნარი.

ატენუაცია – (ლათ. attenuo – ვასუსტებ) – 1. ვირუსებისა და პათოგენური მიკროორგანიზმების პათოგენურობისა და ვირულენტობის ხელოვნური შესუსტება. ატენუირებულ ცოცხალ ვაქცინებს დაკარგული აქვთ ვირულენტობა, მაგრამ ინარჩუნებენ დაცვითი იმუნური რეაქციების გამოწვევის უნარს. ატენუირებული ვაქცინების კარგი მაგალითია ბცჟ და პოლიომიელიტის პერორალური ვაქცინა. 2. განზავება.

ატიპური – (ბერძნ. a უარყ. თავსართი, typikos – ანაბეჭდი) – არატიპური, ატიპური (არატიპური მიტოზი, უჯრედი, ზრდა და ა. შ.) ატიპური უჯრედი (ჩვეულებრივზე დიდი ზომის, მრავალბირთვიანი) ხშირად სიმსივნური პროცესისთვისაა დამახასიათებელი.

აქრომატული – რაც სხივს არ შლის შემადგენელ ნაწილებად. მაგ.: აქრომატული ობიექტივი, აქრომატული მიკროსკოპი.

აქტინომიკოზი – ცხოველთა დაავადება, რომელსაც იწვევს აქტინომიცეტები ანუ სხივისებრი სოკოები. ავადდება ადამიანიც.

აქტინომიცეტები – სხივისებრი სოკოები. მიკროორგანიზმების ჯგუფი, რომელსაც გააჩნია ბაქტერიებისა და სოკოების ნიშნები. შედგება ერთუჯრედიანი სხივისებრ დატოტვილი გრძელი მიცელიუმისაგან. დიდი რაოდენობით გვხვდება ნიადაგსა და წყალში.

აქტიური იმუნიტეტი – ინფექციური დაავადების გადატანის ან ვაქცინაციის შედეგად ჩამოყალიბებული იმუნიტეტი, როდესაც ადამიანის ორგანიზმის იმუნური სისტემის

აქტიური გარდაქმნა ხდება.

აქცეპტორი (ლათ. acceptans მიმღები) – რაიმეს მიღება.

აციდოფილური ბაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც ცხოვრობენ და ვითარდებიან მუავე არეში (ძმარმჟავა და ძაძმუავა ბაქტერიები).

ბ

ბაროტოლერანტული ბაქტერიები – (ლათ. barus – წნევა, ლათ. tolerantia – შემწყნარებლობა) – ბაქტერიები, რომლებიც იზრდებიან და მრავლდებიან როგორც ნორმალური ატმოსფერული წნევის პირობებში, ასევე – მაღალი წნევის დროსაც.

ბაქტერია ‖ ბაქტერიები – (Bacteriae – ჩხირი) – ჩხირი, რომელიც არ წარმოქმნის სპორას.

ბაქტერიამტარებლობა – დაავადების გადატანის შემდეგ ორგანიზმში დარჩენილი მიკრობები.

ბაქტერიების კოლონია – იხ. კოლონია ბაქტერიებისა.

ბაქტერიემია – [ბაქტერია და ბერძ. raima სისხლი] – ბაქტერიების შეღწევა სისხლში, რაც ზოგჯერ მძიმე დაავადებას იწვევს. ბაქტერიემია დაერთვის მრავალ ინფექციურ დაავადებას. განსაკუთრებით ახასიათებთ ნაწლავთა ინფეციებს.

ბაქტერიოიდები – კოჟრის ბაქტერიების დატოტვილი ფორმები. წარმოიქმნება მოძრავი ჩხირებისაგან კოჟრის განვითარების შესაბამისად (ჩვეულებრივ, შემოდგომაზე).

ბაქტერიოვირიდინი – გოგირდის ბაქტერიების მწვანე პიგმენტი, რომელიც თავისი თვისებებით ქლოროფილს უახლოვდება.

ბაქტერიოზი – მცენარის დაავადება, რომელიც გამოწვეულია ბაქტერიებით.

ბაქტერიოლიზი – (ბერძნ. bakterion ჩხირი, cysis დაშლა) – ბაქტერიების დაშლა (გახსნა).

ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევა – ინფექციური დაავადებების გამომწვევების სუფთა კულტურის გამოყოფა და მისი შემდგომი იდენტიფიკაცია.

ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი – ბაქტერიული პრეპარატებისა და მიკრობების თესვისათვის გამოყენებული ხელსაწყო. იგი დამზადებულია პლატინის ან ნიქრომის 8-10 სმ სიგრძის მავთულისგან. მისი ერთი ბოლო მოხრილია და ქმნის წრეს, ხოლო მეორე ბოლო მეტალის სახელურშია ჩამაგრებული. ბაქტერიოლოგიურ მარყუჟს ფართოდ იყენებენ მიკრობიოლოგიურ პრაქტიკაში.

ბაქტერიოლოგიური ნათურა – ასხივებს ულტრაიისფერ სხივებს, მიკრობიოლოგიაში იყენებენ ბოქსში, სამედიცინო პრაქტიკაში კი – საოპერაციოსა და სამშობიარო სახლებში.

ბაქტერიოპურპურინი – მეწამული ბაქტერიების წითელი ფერის პიგმენტების ჯგუფი.

ბაქტერიორიზა – სიმბიოზი უმაღლესი მცენარის ფესვებსა და ბაქტერიებს შორის. მაგ., პარკოსანი მცენარეების ფესვების სიმბიოზი კოჟრის ბაქტერიებთან.

ბაქტერიოროდოპსინი – პიგმენტი, რომელიც აღმოჩენილია ბაქტერიებში.

ბაქტერიოსკოპია – ბაქტერიების კვლევა მიკროსკოპის საშუალებით.

ბაქტერიოსტაზი – ბაქტერიების გამრავლების უნარის დროებით შეჩერება.

ბაქტერიოსტატიკური – ბაქტერიების გამრავლების შემაჩერებელი ან შემანელებელი საშუალება, პრეპარატი.

ბაქტერიოსტატიკური მოქმედება – ქიმიური ან ფიზიკური ზემოქმედება, რომელიც იწვევს მიკრობების გამრავლების შენელებას ან სრულ შეწყვეტას, მაგრამ არ ხოცავს მათ.

ბაქტერიოფაგი – (ბერძნ. bakterion ჩხირი, phagos შთანთქმული) – ვირუსები, რომლებიც მრავლდებიან ბაქტერიებისა და სხივისებრი სოკოების უჯრედებში და იწვევენ მათ დაშლას – ლიზისს.

ბაქტერიოფაგია – ცოცხალი ბაქტერიული უჯრედის ლიზისი

ბაქტერიოფაგებით.

ბაქტერიოქლოროფილი – მეწამული ბაქტერიების პიგმენტი, რომელიც შედგენილობით ქლოროფილს უახლოვდება.

ბაქტერიოციდული – საშუალებები, რომლებიც იწვევენ ბაქტერიების განადგურებას.

ბაქტერიოციდულობა – **ბაქტერიების მოსპობა.** ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ ფაქტორთა თვისება, მოსპოს ბაქტერიები.

ბაქტერიოციინები – (ბერძნ. bakterion ჩხირი, ლათ. caedo კვლავ) – ნივთიერებები, რომელთაც ბაქტერიებისა და სხვა მიკროორგანიზმების მოსპობის უნარი აქვთ.

ბაქტერიული სასუქები – პრეპარატები, რომლებიც შეიცავენ ბაქტერიების კულტურებს, მაგ., აზოტის მაფიქსირებელ ბაქტერიებს იყენებენ ნიადაგის აზოტით გასამდიდრებლად მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით.

ბაქტერიული ფილტრი – რომელშიც ვერ გადიან ბაქტერიები, ფილტრის მცირე ზომის ფორების გამო.

ბაქტერიციდი – ნივთიერება, რომელიც ხოცავს ბაქტერიებს.

ბაცილა ‖ ბაცილები – ჩხირისებრი ბაქტერიები, რომლებიც სპორებს წარმოქმნიან. ლათ. bacillus ნიშნავს ჩხირს.

BCG ვაქცინა – კალმენტ-გერენის ბაცილა, რომელსაც ვაქცინის სახით იყენებენ ტუბერკულოზის საწინააღმდეგოდ.

ბენთოსი – ზღვების, ტბებისა და სხვა წყალსატევების ფსკერზე მცხოვრები ორგანიზმების ერთობლიობა.

ბეტალაქტამური ანტიბიოტიკი – ანტიბიოტიკების ჯგუფი, რომელთაც მიეკუთვნება პენიცილინი (პროდუცენტი Penicillium notatum, P. chrysogenium) და ცეფალოსპორინი (პროდუცენტი Cephalosporium).

ბეტალაქტამაზები – ფერმენტები, რომლებიც შლიან β-ლაქტამურ ანტიბიოტიკებს ლაქტამურ რგოლებად. მათ ანტიმიკრობული აქტივობა არა აქვთ.

ბიდისტილირებული წყალი – ორჯერ გამოხდილი წყალი.

ბინალური დაყოფა ანუ გაყოფა – უსქესო გამრავლების ხერხი, რომლის დროსაც ორგანიზმი იყოფა ორ, დაახლოებით ერთნაირ ნაწილად.

ბინალური ნომენკლატურა – მცენარის, ცხოველის ან მიკროორგანიზმის ორი სიტყვით (ჩვეულებრივ ლათინურით) დასახელება, რომელიც შემოიღო კ. ლინემ. ამ ორი სიტყვიდან პირველი აღნიშნავს გვარს, ხოლო მეორე – სახეობას.

ბინოკულარული მიკროსკოპი – მიკროსკოპი, რომელსაც აქვს ორი ოკულარი ორივე თვალისათვის.

ბიოგენური – [ბერძნ. bios – სიცოცხლე, gennao – წარმოშობა] – ცხოველური ან მცენარეული წარმოშობის ქსოვილოვანი ნივთიერებანი.

ბიოგენური გარემო – გარემო, რომელიც იქმნება არაცოცხალ გარემოზე ორგანიზმთა ზემოქმედების შედეგად.

ბიოგენური ელემენტები – ქიმიური ელემენტები, რომლებიც წარმოადგენს ორგანიზმის აუცილებელ შემადგენელ ნაწილს, რომელთა გარეშე წარმოუდგენელია ცოცხალი ორგანიზმის არსებობა. ესენია: ნახშირბადი, უანგბადი, აზოტი, წყალბადი, კალციუმი, ფოსფორი, გოგირდი და სხვა.

ბიოგეოცენოზი – მცენარეთა თანასაზოგადოება მასში არსებული ცხოველთა სამყაროთი (ზოოცენოზით), მიკროორგანიზმებით და დედამიწის ზედაპირის შესატყვისი მონაკვეთით მისთვის დამახასიათებელი მიკროკლიმატის, გეოლოგიური აღნაგობის, ნიადაგისა და წყლის რეჟიმის განსაკუთრებული თავისებურებებით.

ბიოეკოლოგია – ბიო (ბერძნ.) სიცოცხლესთან, ცხოვრების პროცესთან დაკავშირებული. ეკოლოგია ბერძნული სიტყვაა და სწავლობს ორგანიზმებისა და მათი გარემოს ურთიერთდამოკიდებულებებს. ბიოეკოლოგია ბიოლოგიის ერთ-ერთი დარგია.

ბიოვარი – ბიოლოგიური თვისებებით განსხვავებული. ერთი და იმავე სახეობის მიკროორგანიზმებში ზოგჯერ ხდება ვარიანტების გამოყოფა. ბიოლოგიური თვისებებით განსხვავებულ ინდივიდებს ბიოვარებს უწოდებენ, ე. ი. ბიოლოგიური თვისებების ცვლილება ხდება ერთი სახე-

ობის ფარგლებში.

ბიოლოგიური აეროზოლი – სიცოცხლისუნარიანი მიკროორგანიზმების ან მათი ტოქსინების შემცველი აეროზოლი.

ბიოლოგიური მემბრანა – ცილოვანი (ორი) და ლიპოიდური (ერთი) შრისაგან შემდგარი მემბრანა, რომელიც უჯრედს მიჯნავს უჯრედგარე სივრცისაგან ან უჯრედის ერთ ნაწილს – მეორისაგან.

„ბიოლოგიური ნული“ – ტემპერატურული პირობები, რომლის ქვეშეთ ჩერდება ორგანიზმის ზრდა-განვითარება.

ბიოლოგიური პროდუქტიულობა – ცნება, რომელიც ასახავს მცენარეების, მიკროოგანიზმებისა და ცხოველების ბიომასის წარმოებას.

ბიომასა – 1. ცოცხალ ორგანიზმთა ნივთიერებების რაოდენობა წონით გამოსახულებაში ფართობის ან მოცულობის ერთეულზე. 2. დედამიწაზე მობინადრე ყველა ცოცხალი ორგანიზმის ერთობლიობა.

ბიოპოლიმერი – მაღლამოლეკულური ნაერთი. მაგალითად: ცილები, ნუკლეინის მჟავები.

ბიოსინთეზი – [ბერძნ. bios – სიცოცხლე, synthesis – სინთეზი] – ნივთიერებათა ცვლის შედეგად სხვადასხვა ნივთიერებების წარმოქმნა ცხოველურ ან მცენარეულ ორგანიზმში.

ბიოსფერო – [ბერძნ. bios – სიცოცხლე და sphaira – სფერო] – დედამიწის გეოგრაფიული გარსი, რომელშიც გავრცელებულია ცოცხალი ორგანიზმები, ე. ი. სიცოცხლის გავრცელების არე დედამიწაზე. ბიოსფერო მოიცავს ატმოსფეროს ქვედა ნაწილს, ჰიდროსფეროს მთლიანად და ლითოსფეროს ზედაპირულ ნაწილს.

ბიოტექნოლოგია – მეცნიერების ახალი დარგი, რომლის მიზანია ბიოლოგიური მეთოდები გამოიყენონ ბიოტექნოლოგიაში და პირიქით, ტექნოლოგიური მეთოდები – ბიოლოგიაში.

ბიოტოპი – [ბერძნ. bio – სიცოცხლე, topos – ადგილი] – ცხოველთა და მცენარეთა სამყოფელი გა რემოს უბანი, გარკვეულ ტერიტორიაზე მცხოვრები სხვადასხვა სახეობის ცხოველების, მცენარეებისა და მიკროორგანიზმების ერთობლიობა. ბიოტოპის ფაუნა და ფლორა შეადგენს ბიოცენოზს. ადამიანის ბიოტოპებია: პირის ღრუ, ნაწლავები და სხვა.

ბიოტური ფაქტორები – ცოცხალი ორგანიზმის გავლენა სხვა ორგანიზმების ცხოველმყოფელობაზე (ადამიანის, ცხოველების და მცენარეების ზეგავლენა).

ბიოცენოზი – [ბერძნ. bios – სიცოცხლე და koinos – საერთო] – იმ მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმების ერთობლიობა, რომლებიც არსებობენ ერთგვარ პირობებში. მაგ., ამა თუ იმ ტბის, მდელოს, სანაპირო ზოლის ცხოველები და მცენარეები.

ბიოციდი – პესტიციდები და ფუნგიციდები, რომლებიც ტოქსიკურები არიან ბევრი ორგანიზმის მიმართ.

ბიპოლარული – ორპოლუსიანი.

ბიპოლარული პოლიტრიქი – ბაქტერიული უჯრედის ორივე პოლუსზე განლაგებული შოლტების კონა.

ბირთვი – უჯრედის ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ნაწილი, რომელიც აქტიურ მონაწილეობას იღებს უჯრედის განვითარების ყოველგვარ სასიცოცხლო პროცესსა და გამრავლებაში.

ბიფიკოლი – დისბიოზის სამკურნალო საშუალება. ის ხელს უწყობს ნორმალური მიკროფლორის აღდგენას.

ბიფიდუმბაქტერინი – ბიოპრეპარატი, რომელსაც იყენებენ დისბაქტერიოზებისას ადამიანის მიკროფლორის შემადგენლობის ნორმალიზაციისათვის.

ბიფიდუმბაქტერიები – მიკროორგანიზმთა ჯგუფები, რომლებიც ადამიანის ობლიგატური მიკროფლორის შემადგენლობაში შედიან.

ბიცობი ნიადაგები – ოყივე დამლაშებული ნიადაგები. შეიცავენ ნატრიუმის მარილებს.

ბოქსი – [ინგლ. box – ყუთი, კოლოფი] – 1. ლითონის კოლოფი შპრიცის გამოსახარშავად; 2. საავადმყოფოს ინფექციურ განყოფილებაში პალატის იზოლირებული მომინული ნაწილი, რომელსაც ცალკე შესასვლელი აქვს; 3.

ტიხრებით გამოყოფილი შემინული ადგილი ავადმყოფის ცალკე მოსათავსებლად. იგი განკუთვნილია, აგრეთვე, ავტოკლავში შესახვევი მასალისა და თეთრეულის სტერილიზაციისა და საოპერაციოში ან შესახვევში მათი შემდგომი შენახვისათვის. მიკრობიოლოგიაში იყენებენ მიკროორგანიზმთა დასათესად.

ბულიონი – [ფრანგ. bouillon] – ხორცის ნახარში წყალზე.

ბუნებრივი იმუნიტეტი – ანუ სახეობრივი იმუნიტეტი. ერთი სახეობის ცხოველის ან ადამიანის მიუღებლობა იმ მიკროორგანიზმებისადმი, რომლებიც სხვა სახეობებში დაავადებას იწვევენ.

ბუფერული ხსნარი – ხსნარი, რომელიც შეიცავს მისი განზავების ან მასზე მცირე რაოდენობით ძლიერი მჟავას ან ტუტის დამატებისას pH-ის მუდმივი მნიშვნელობის შენარჩუნების უნარის მქონე წონასწორულ სისტემას.

გ

გალაქტოზა – [ბერძნ. gala - galaktos რძე] – ორგანული ნივთიერება მარტივი შაქრებიდან. შედის ლაქტოზის (რძის შაქრის) შემადგენლობაში. მიიღება რძის შაქრის ჰიდროლიზით.

გალები – მცენარის ორგანოთა ქსოვილების არანორმალურად ზრდის შედეგად წარმოქმნილი გამონაზარდები მეჭეჭების, ნაოჭისა და სხვათა სახით, რაც გამოწვეულია პარაზიტი მცენარეებისა და ტკიპების, ზოგჯერ სოკოებისა და ბაქტერიებისაგან.

გამამდიდრებელი ნიადაგი – გარკვეული ჯგუფის მიკრობების გამოყოფისათვის განკუთვნილი ნიადაგი.

გამრავლება – ცოცხალი ორგანიზმის მიერ თავისივე მსგავსი შთამომავლობის წარმოქმნა. არჩევენ სქესობრივ, უსქესო და ვეგეტატიურ გამრავლებას.

გენი ‖ გენები – [ბერძნ. genos – გვარი] – მემკვიდრეობის ქრომოსომული თეორიის მიხედვით დისკრეტული ერთეულები, რომელთა საშუალებითაც მემკვიდრეობით გადადის ორგანიზმის ნიშან-თვისებები. გენი არის მთავარი ფაქტორი, რომელიც განაპირობებს მიკროორგანიზმსა და სხვა ორგანიზმებში მემკვიდრეობით თვისებებს.

გენერაცია – თაობა, მოდგმა; მიკროორგანიზმთა, მცენარეთა ან ცხოველთა ერთი გვარის ან სახეობის ყველა წევრი.

გენერაციის დრო – ის დრო, რაც სჭირდება ახალი თაობის, მოდგმის მოცემას.

გენეტიკური კოდი – დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავას (დნმ) მოლეკულებში გენეტიკური ინფორმაციის „ჩანაწერი“.

გენეტიკური ტაქსონომია – დნმ-ის საშუალებით ორგანიზმებს შორის ურთიერთნათესაური დამოკიდებულების გარკვევა.

გენოტიპი – (ბერძნ. genos გვარი, typos ნიშან-თვისება) – ორგანიზმის ქრომოსომებში ლოკალიზებული ყველა გენის ერთობლიობა.

გენური მუტაცია – მუტაცია, რომელიც ცალკეული გენის თვისობრივ ცვლილებას წარმოადგენს.

გენციანვიოლეტი – ტრიფენილმეთანის ჯგუფის ლურჯ-იისფერი საღებავი, რომელსაც იყენებენ ბაქტერიების გრამის მეთოდით შეღებვისას.

გლიკოგენი – (ბერძნ. glykys – ტკბილი, gennao – წარმოვშობ) – პოლისაქარიდი, ცხოველური სახამებელი, სამარაგო ნახშირწყალი. ადამიანსა და ცხოველებში წარმოიქმნება მონოსაქარიდი გლუკოზისგან და მარაგდება ღვიძლსა და კუნთებში. გლიკოგენი წარმოადგენს ენერგეტიკული ცვლის ძირითად კომპონენტს ორგანიზმში.

გლიკოლიზი – ნახშირწყლების (გლუკოზის) ანაერობული დაშლა უფრო მარტივ შენაერთებად ნივთიერებათა ცვლის პროცესში. წარმოადგენს ყველა სახის დუღილის აუცილებელ პირველ საწყის ეტაპს და აგრეთვე, აერობული სუნთქვის პირველ (ანაერობულ) ფაზას.

გლიკოპროტეიდები – რთული ცილები, რომლებიც თავის მხრივ წარმოადგენენ ცილების შენაერთს ნახშირწყლებთან.

გლუკოზა – [ბერძნ. glukys – ტკბილი] – ყურძნის შაქარი, მეტად

გავრცელებული მონოსაქარიდი ჰექსოზების ჯგუფიდან, რომელსაც ალდეჰიდის ჯგუფი გააჩნია.

გლუკოპროტეიდები – რთული ცილები, რომლებიც თავის მხრივ, წარმოადგენენ ცილების შენაერთს ნახშირწყლებთან.

გოგირდბაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც გოგირდწყალბადს ჟანგავენ გოგირდმჟავამდე.

გონოკოკი – Gonococcus (ბერძნ. gonos თესლი, kokkus კურკა) – ცერცვის ფორმის უძრავი, უსპორო, ჩირქმბადი ბაქტერია, ადამიანის სპეციფიკური პარაზიტი.

გრადიენტი – (ლათ. gradiens– მოსიარულე) – რომელიმე ფიზიკური სიდიდის სივრცეში ზრდის ან კლების საზომი (სიგრძის ერთეულით გადანაცვლების პირობებში).

გრამდადებითი – ბაქტერია, რომელიც გრამის მეთოდით იღებება. გრამის მეთოდი არის ბაქტერიების შეღებვის მეთოდი, რომელიც შემოიღო ქრისტიან გრამმა 1884 წელს.

გრამი – გრამი მეცნიერის გვარია (ქრისტიან გრამი). მან შემოიღო ბაქტერიების უჯრედის კედლის შეღებვის წესი, რომელიც გრამის მეთოდის სახელწოდებითაა ცნობილი

გრამუარყოფითი – ბაქტერია, რომელიც გრამის მეთოდით არ იღებება.

გრანულოზა – სამარაგო პოლისაქარიდი, რომელიც ახლოს დგას სახამებელთან; გვხვდება წვრილი მარცვლების სახით ზოგი ბაქტერიის უჯრედში.

გრაცილიკუტნიე – ბაქტერიები, რომლებიც არ იღებებიან გრამის მეთოდით.

დ

დაინფიცირება – მიკროორგანიზმის (ბაქტერია, ვირუსი) შეჭრა მაკროორგანიზმში.

დაკვირტვა – უსქესო გამრავლების ერთ-ერთი სახე, რომლის

დროსაც მშობლის სხეულის ზედაპირზე ჩნდება მცირე ზომის გამონაზარდი (კვირტი), საიდანაც ვითარდება ახალი ინდივიდი. ეს უკანასკნელი შეიძლება მოწყდეს მშობლის სხეულს და დამოუკიდებლად დაიწყოს ცხოვრება ან დარჩეს დედის სხეულზე.

დეზინფექცია – (ლათ. des უარყ. ნაწილაკი, infectio დასენიანება) – ინფექციურ დაავადებათა გამომწვევი (ბაქტერიების, ვირუსების და სხვ.) ან მათი გადამტანი ცოცხალი ორგანიზმების (პარაზიტების და სხვ.) მოსპობა ფიზიკური და ქიმიური საშუალებების გამოყენებით.

დეზინფექტანტი – (ფრანგ. des უარყოფა, მოშორება, ლათ. infectio დასენიანება) – გარემოში პათოგენური მიკროორგანიზმების მოსასპობად განკუთვნილი ქიმიური საშუალება.

დეზოქსირიბოზა – მარტივი შაქარი პენტოზას ჯგუფიდან. წარმოადგენს რიბოზის აღდგენის პროდუქტს. შედის დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავას (დნმ) შემადგენლობაში.

დეზოქსირიბონუკლეინმჟავა – (დნმ) – რთული ორგანული ნაერთი. ერთ-ერთი ნუკლეინმჟავა, რომელიც მოიპოვება ყოველ ორგანიზმში და ყოველ ცოცხალ უჯრედში, უპირატესად, მის ბირთვში. დიდ როლს ასრულებს ორგანიზმის ნიშან-თვისებათა მემკვიდრულ გადაცემაში.

დეიტერომიცეტები – ობის სოკოს ერთ-ერთი გვარი – Deuteromycetes.

დელეცია – ამა თუ იმ ზომის მონაკვეთის ამოვარდნა ქრომოსომიდან.

დენატურაცია – (ლათ. de გამოყოფა, გამოცალკევება, nature ბუნება) – ცილების, ნუკლეინის მჟავების და სხვა ბიოპოლიმერების ბუნებრივი სტრუქტურის, კონფიგურაციის რღვევა სხვადასხვა ზემოქმედების გავლენით. ამის შედეგად ადგილი აქვს ნივთიერებების ბიოლოგიური აქტივობის დაქვეითებასა და დაკარგვას.

დენიტრიფიკატორები – ბაქტერიები, რომლებიც იწვევენ დენიტრიფიკაციის პროცესს, ე. ი. აზოტის ბმული ფორ-

მის აღდგენას მოლეკულურ ფორმაში (N_2).

დენიტრიფიკაცია – ნიტრიფიკაციის საწინააღმდეგო პროცესი, რომელიც, ჩვეულებრივ, მიმდინარეობს ნიადაგში. ამ დროს ხდება აზოტმჟავას მარილების აღდგენა მოლეკულურ აზოტამდე ან ამიაკამდე; ეს პროცესი ხორციელდება ანაერობულ პირობებში სპეციალური ბაქტერიების მეშვეობით. დენიტრიფიკაცია იწვევს ნიადაგის ნაყოფიერების შემცირებას.

დესკვამაცია – (ფრანგ. des უარყოფა, გაშორება, sguama ქერცლი) – კანის აქერცვლა. უჯრედების აქერცვლა, მოშორება კანის ზედაპირიდან, ლორწოვანი გარსიდან და სხვა ზედაპირებიდან.

დესმობაქტერიები – ძაფისებრი ბაქტერიები, რომლებიც მრავლდებიან მოძრავი, შოლტიანი უჯრედების მეშვეობით. ცხოვრობენ მტკნარ და მლაშე წყალსატევებში.

დესულფოფიკაცია – სულფატების მიკრობული აღდგენა, რომელიც მიმდინარეობს ცუდი აერაციის ნიადაგებსა და წყლებში.

დეჰიდრაზები – ფერმენტები, რომლებიც ახდენენ დეჰიდრირებას, ე. ი. ორგანული ნაერთისაგან წყალბადის წართმევის რეაქციის კატალიზს და წყალბადს გადასცემენ ჰაერის ჟანაგბადს ან სხვა აქცეპტორს.

დეჰიდრატაცია – (ლათ. de – უარყ. ნაწილაკი, hydor წყალი) – გამოშრობა.

დიპლობაცილა – სიგრძეზე წყვილ-წყვილად განლაგებული ჩხირისებრი ბაქტერიები.

დიპლოიდი – [ბერძნ. diploos – ორმაგი, eidos – სახე] – უჯრედი ან ორგანიზმი, რომელიც შეიცავს ქრომოსომთა ორმაგ რიცხვს (ჰაპლოიდთან შედარებით). დიპლოიდურს წარმოადგენს ყველა ზიგოტა, რომელიც წარმოქმნილია განაყოფიერების შედეგად ორი გამეტის შერწყმით.

დიპლოკოკები – Diplococcus (ბერძნ. diplos ორმაგი, kokkus კურკა) – სფერული წყვილ-წყვილად ან ძეწკვისებურად განლაგებული ბაქტერიები. ყველა დიპლოკოკი უშოლ-

ტოა და სპორებს არ წარმოქმნის.

დისოციაცია – dissociatio განცალკევება – დაშლა, გაყოფა, კავშირის დარღვევა: 1. ქიმიაში ნივთიერებათა დაშლა ელემენტარულად შემადგენელ ნაწილებად (მოლეკულებად, ატომებად, ატომთა ჯგუფებად ან იონებად). 2. მიკრობიოლოგიაში – საწყისი ტიპიდან განსხვავებული მიკროორგანიზმების წარმოქმნა კულტურაში.

დიფუზია – (ლათ. diffundo ვაბნევ, ვავრცელებ) – შემხებ ნივთიერებათა ურთიერთშეღწევა, რაც ნაწილაკების სითბური მოძრაობით არის გამოწვეული.

დიფუნდირება – რაიმე სუბსტრატში შეღწევა. მაგალითად, თუ პიგმენტი იხსნება წყალში, მაშინ დიფუნდირებს, ე. ი. გადის სუბსტრატში.

დიქოტომური – ორთითისებრი დატოტიანება, როდესაც ძველი ზრდის წერტილი იყოფა ორ ახალ, ერთნაირი ტოტების მომცემ ზრდის წერტილად.

დნმ პოლიმერაზა – განსაკუთრებული ფერმენტი რნმ-ზე დამოკიდებული. მას აგრეთვე რევერტაზას ან შებრუნებით ტრანსკრიპტაზას უწოდებენ. ეს ფერმენტი ზოგიერთ ვირუსს საშუალებას აძლევს თავისი რნმ გამოიყენოს მატრიცად და მასზე შექმნან დნმ-ის მოლეკულა, რომელიც ინკორპორირდება უჯრედის გენომში.

დუღილი – მიკროორგანიზმებით განპირობებული ორგანული ნივთიერების დაშლა. საბოლოო პროდუქტების მიხედვით განასხვავებენ: ერბომჟავა, რძემჟავა, სპირტულ და სხვა სახის დუღილებს.

ე

ეგზოგენური – გარეშე მიზეზებით განპირობებული, გარეგანი (საპირისპიროა ენდოგენური). ბერძნ. exo – გარეშე, გარე, გარედან. genos გვარი, წარმოშობა.

ეგზოგენური ინფექცია – გარემოდან ადამიანში საკვებით, წყლით, ჰაერით, ნიადაგით, ავადმყოფი ადამიანით, რეკონვალესცენტითა და მიკრობმტარებლით პათოგენური

მიკროორგანიზმების მოხვედრა.

ეგზოსიმბიონტები – გარედან მეორე სიმბიონტზე დასახლებული. სიმბიონტი – სიმბიოზში მყოფი ერთ-ერთი ორგანიზმი.

ეგზოტოქსინები – მეტად ძლიერი შხამები, რომლებიც გამოიყოფა ბაქტერიული უჯრედებისაგან მათ ირგვლივ მყოფ გარემოში.

ეკლიფსი – (ინგ. eclipse დაბნელება) – უჯრედში ვირუსის განვითარების ფარული ფაზა, როდესაც იგი არც ელექტრონული მიკროსკოპის და არც იმუნოლოგიური მეთოდების საშუალებით არ ვლინდება.

ეკლიფს-ფაზა – სტადია, როცა ფაგის ნაწილაკების აღმოჩენა არ ხერხდება. ბაქტერიული დნმ იშლება, რის შედეგადაც წყდება ბაქტერიული ცილების სინთეზი.

ეკოკლიმატი – გარეგანი გარემოს ფიზიკურ-ქიმიური პირობების ერთობლიობა, რომელიც აუცილებელია ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის (ტემპერატურა, წყალი, ჟანგბადი და სხვ.).

ეკოლოგია – (ბერძნ. oikos ადგილსამყოფელი, logos მოძღვრება) – ბიოლოგიის ნაწილი, რომელიც სწავლობს ორგანიზმებისა და მათი გარემოს ურთიერთდამოკიდებულებას.

ეკოლოგიური იზოლაცია – ერთსა და იმავე გეოგრაფიულ არეში არსებული ცხოველთა ჯგუფების მიერ სხვადასხვა ადგილის შერჩევა საცხოვრებლად.

ეკოლოგიური ნიშა – ლოკალური ვიწროდ გამიჯნული ადგილსამყოფელი (საცხოვრისი), რომელიც გარემო პირობების სპეციფიკურობის გამო აქ დასახლებულ ორგანიზმებში იწვევს განსაკუთრებული შესაგუებელი ნიშნების წარმოქმნას.

ეკოლოგიური პოპულაციები – პოპულაციები, რომლებსაც სახეობის არეალის ფარგლებში უკავიათ სასიცოცხლო პირობების მიხედვით მსგავსი უბნები.

ეკოსისტემა – იგივე ეკოლოგიური სისტემა, ბუნებრივი კომპლექსის ერთობლიობა წარმოქმნილი ცოცხალი ორგანიზმებისა და გარემოს (ატმოსფერო, ნიადაგი, წყალსაცავი და სხვა) მიერ, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან ნივთიერებებისა და ენერგიის ცვლით.

ელემენტარული მემბრანა – ანუ პლაზმური მემბრანა – დინამიური სტრუქტურა, რომელიც გამუდმებით იცვლება. თხევად-მოზაიკური მოდელის მიხედვით იგი შედგება ლიპიდების ბიმოლეკულური შრისაგან, რომელშიც ჩაფლულია გლობულარული ცილები. განარჩევენ პერიფერიულ, ინტეგრალურ და ტრანსმემბრანულ ცილებს.

ელექტიური – (ლათ. electus – გამორჩევა, ამორჩევა) – ამორჩევითი, შერჩევითი.

ელექტიური გარემო – ხელოვნური საკვები არე, რომელშიც შეიძლება განვითარდეს მიკროორგანიზმების მხოლოდ ერთი რომელიმე ჯგუფი, მაგ.: უაზოტო საკვებ არეზე მხოლოდ აზოტის მაფიქსირებელ ბაქტერიებს შეუძლიათ განვითარება. ორგანულ ნივთიერებებს მოკლებულ არეზე შეუძლიათ განვითარდნენ მხოლოდ ავტოტროფული ორგანიზმები და ა. შ.

ელექტიური კულტურები – იხ. ამორჩევითი კულტურები.

ელექტიური ნიადაგი – ამორჩევითი ნიადაგი, რომელზედაც მხოლოდ ერთი ჯგუფის ბაქტერიები კულტივირდებიან.

ელექტიური საკვები არე – (ლათ. electus – ამორჩევა) – უზრუნველყოფს ერთი განსაზღვრული ჯგუფის მიკროორგანიზმების გამოზრდას.

ელექტიური, სელექციური – ამორჩევითი ნიადაგები.

ელექტრონული მიკროსკოპი – გამადიდებელი ხელსაწყო, რომლის ოპტიკური სქემა შეესაბამება სინათლის მიკროსკოპის სქემას. მხოლოდ ელექტრონულ მიკროსკოპში ოპტიკური ელემენტი შეესაბამება ელექტრულს.

ელონგაცია – ცილის მოლეკულის აწყობა რიბოსომაზე. რაც უფრო მარჯვნივაა რიბოსომა გადანაცვლებული საინფორმაციო რნმ-ის ჯაჭვზე, ცილის მოლეკულის მით უფრო დიდი ნაწილია აწყობილი. ამ პროცესს ელონგაცია ეწოდება.

ენდოგენური – (ბერძნ. endon შიგნით, genos – წარმოშობა) – ში-

ნაგანი, ორგანიზმისეული მიზეზებით განპირობებული.

ENDOGENURI INFEQCIA – ნორმალური მიკროფლორის პირობით-პათოგენური წარმომადგენლებით ან მიკროორგანიზმებით გამოწვეული ინფექცია.

ENDOS NIADAGI – სადიფერენციაციო-სადიაგნოსტიკო ნიადაგი ნაწლავთა ინფექციების გამომწვევებისათვის.

ENDOSPORA – სპორა, რომელიც წარმოიქმნება უჯრედის ან სპორანგიუმის შიგნით (მაგ.: ბაქტერიების სპორა, ასკოსპორა და სხვ.).

ENDOS SAKVEBI ARE – სადიფერენციაციო-სადიაგნოსტიკო საკვები არე, რომელიც გამოიყენება ნაწლავთა ინფექციების გამომწვევების (ეშერიხიების, შიგელების, სალმონელების) კულტივირებისათვის.

ENDOTOJSINI – [ბერძნ. endon – შიგნით და toxikon – შხამი] – შხამი, რომელიც გამოიყოფა ბაქტერიების (ქოლერის, მუცლის ტიფის და სხვ.) უჯრედებიდან მათი დაღუპვის შემდეგ.

ENDOFERMENTEBI – უჯრედის შიგნით მოქმედი ფერმენტები.

ENDOCITOZI – ნივთიერებათა შესვლა უჯრედში ან იქიდან გამოსვლა პინოციტოზის ან ფაგოციტოზის მეშვეობით (და არა დიფუზიის გზით). არჩევენ ენდოციტოზს (ნივთიერებათა შესვლას უჯრედში) და ექტოციტოზს (ნივთიერებათა გამოსვლას უჯრედიდან).

ENZIMI ‖ ENZIMEBI – იხ. ფერმენტები.

EPIDEMIA – [ბერძნ. epidemia] – რაიმე ბადამდები სენის ფართოდ გავრცელება.

EPILIMNIONURI STRATIFIKACIA – წყლის ზედა ფენა, რომელიც გაზაფხულზე თბება და მისი სიმკვრივე მცირდება.

ERBOMJAVA DUDILI – დუდილის ერთ-ერთი ტიპი, რომელსაც იწვევენ ერბომჟავა დუდილის ბაქტერიები. დუდილის საბოლოო პროდუქტია ერბომჟავა.

ERITROZINI – საღებავი.

EUBAKTERIEBI – საკუთრივ ბაქტერიები.

EUBIOZI – ნორმალური მიკროფლორისა და მაკროორგანიზმის

დინამიური წონასწორობა.

EUKARIOTEBI – (ბერძნ. eu კარგი, karyon ბირთვი) – ერთუჯრედიანი ან მრავალუჯრედიანი მცენარეული ან ცხოველური წარმოშობის ორგანიზმები, რომელთა უჯრედები დიფერენცირებულნი არიან ციტოპლაზმად და კარიოლემით შემოსაზღვრულ ბირთვად.

EKSPONENCIALURI ZRDA – მაჩვენებლიანი ზრდა.

ESCHIS SAKVEBI ARE – საკვები არე აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერიებისათვის.

ვ

VAKUOLI – vacuola (ლათ. vacaus – ცარიელი) – მცენარეული და ცხოველური უჯრედის პროტოპლაზმასა და ბირთვში სხვადასხვა ოდენობის სივრცე, რომელიც შეიცავს სხვადასხვა ქიმიური შედგენილობის სითხეს.

VAKUUMTUMBO – 1. ხელსაწყო, რომლითაც იქმნება ჰაერის, გაზის გაუხშოებული მდგომარეობა ჭურჭელში; 2. თითქმის ცარიელი სივრცე, სიცარიელე.

VAKCINA – (ლათ. vacca ძროხა) – მიკრობებისაგან მიღებული პრეპარატი, რომლითაც უცრიან ადამიანებსა და ცხოველებს ინფექციურ დაავადებათა წინააღმდეგ აქტიური იმუნიტეტის შესაქმნელად.

VETERINALURI MIKROBIOLOGIA – მიკრობიოლოგიის დარგი, რომელიც შეისწავლის ცხოველთა დაავადების გამომწვევ მიკროორგანიზმებს, მათ ბიოლოგიურ თავისებურებებს, პათოგენეზს, დიაგნოსტიკას, სპეციფიკურ პროფილაქტიკასა და მკურნალობას.

VIBRIONI ‖ VIBRIONEBI – (ლათ. vibrare თრთოლა; ფრანგ. vibrion – ხვეულის ფორმის ბაქტერია) – ბაქტერიები, რომელთაც აქვთ ცილინდრული, მოღუნული უჯრედები. მოგვაგონებს მძიმეს (მაგ., ქოლერის ბაქტერიები).

VIVARIUMI – სპეციალური სადგომი ცხოველების შესანახად მათზე დაკვირვების ან ცდების ჩასატარებლად და თვალსაჩინოებისათვის.

VIRIONI ‖ VIRIONEBI – ვირუსის მომწიფებული ნაწილაკები,

რომელთა საშუალებით ხდება არახელსაყრელი პირობების გადატანა ორგანიზმის გარეთ. ამ დროს ისინი არ ამყოფებენ სიცოცხლის არაეთარ ნიშანს, მაგრამ, როგორც კი მოხვდებიან ორგანიზმში, რომელიც ამ ვირუსისადმი მიდრეკილებას იჩენს, მაშინვე გადადიან განვითარებისა და გამრავლების სტადიაში.

ვირიონის დეპროტეინიზაცია – ვირიონის „გაშიშვლება". გენეტიკურ მასალას სცილდება ცილოვანი გარსი – კაფსიდა.

ვირობემია – ვირუსის ნუკლეინის მჟავას შეერთების პროცესი მასპინძელი სამიზნე უჯრედის ქრომოსომასთან. ინტეგრაციული ინფექცია.

ვიროპეფსისი – რეცეპტორული ენდოციტოზი.

ვირულენტობა – პათოგენური მიკროორგანიზმების დაავადების გამომწვევ თვისებათა აქტიურობა, რომელიც განისაზღვრება მასპინძელ ორგანიზმში მიკრობის შეჭრის სიჩქარით, იქ გამრავლებით, შხამიან ნივთიერებათა გამოყოფის უნარიანობითა და სხვა თვისებებით.

ვირულენტური ფაგები – ფაგები, რომლებიც აღწევენ მიკრობულ უჯრედში, მრავლდებიან მასში და იწვევენ მის ლიზისს ანუ დაშლას, ე. ი. სპობენ ბაქტერიებს.

ვირუსემია – სისხლში ვირუსების მოხვედრა.

ვირუსი ‖ ვირუსები – [ლათ. virus – შხამი] – ინფექციურ დაავადებათა გამომწვევი მიკროორგანიზმები, რომელთა ზომა ნანომეტრებით განისაზღვრება. ისინი მრავლდებიან მხოლოდ ცოცხალ უჯრედში.

ვირუსის აბორტიული ფორმა – ვირუსის რეპროდუქციის ერთერთი ფორმა, როდესაც ვირუსის სამიზნე უჯრედთან ურთიერთობა წყდება რომელიმე ფაზაში და არ ხდება ვირუსული ნაწილაკების – ვირიონების – წარმოქმნა.

ვირუსის ინტეგრაციული ფორმა – ვირუსის გენეტიკური მასალის სამიზნე-უჯრედის გენეტიკურ მასალაში ჩართვა და ერთად რეპლიცირება.

ვირუსის პროდუქტიული ფორმა – ვირუსის რეპროდუქციისას ვირუსული ნაწილაკების ანუ ვირიონების წარმოქმნა.

ვირუსოლოგია – [ლათ. virus – შხამი და ბერძნ. logos – მოძღვრება] – ბაქტერიოლოგიის ნაწილი, რომელიც ვირუსებს სწავლობს.

ვირუსის რეპროდუქცია – ვირუსის კვლავწარმოება.

ვირუსის ტროპულობა – იმუნოკომპეტენტური უჯრედებისადმი მიდრეკილება.

ვოლუტინი – სამარაგო ნივთიერება, რომელიც შედგება ნუკლეინის მჟავას, მეტაფოსფატისა და ცილისაგან. პირველად აღმოჩენილი იყო ბაქტერიის Spirilum volutans-ის უჯრედში, შემდეგ კი – სხვა ბაქტერიებში, საფუვრებში.

ზ

ზადი – ნაკლი, წუნი.

ზიგომიცეტები – უმაღლესი სოკოები.

ზიგოსპორა – სქესობრივი პროცესის დროს ორი ერთნაირი სასქესო უჯრედის შერწყმის შედეგად წარმოქმნილი სპორა ზოგიერთ მწვანე წყალმცენარეში (კონიუგატები) და უმდაბლეს სოკოებში (ზიგომიცეტები).

ზიგოტა – [ბერძნ. zigote შეწყვილებული] – უჯრედი, რომელიც წარმოიქმნება განაყოფიერების ანუ ორი სხვადასხვა სქესის გამეტის შერწყმის შედეგად.

ზესამეფო – საკლასიფიკაციო კატეგორია. განარჩევენ ორ ზესამეფოს: Procaryotae-სა და Eucaryotae-ს, ბირთვის არსებობის მიხედვით

თ

თანასაზოგადოება – ცალკეულ მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა შორის დინამიური ურთიერთმოქმედება.

თერმოაციდოფილები – მაღალი ტემპერატურისა და მჟავე გარემოს მოყვარულები.

თერმოლაბილური – გაცხელებისადმი არაგამძლე (რაც გაცხე-

ლებისას ადვილად იშლება).

თერმორეზისტენტი – ტემპერატურის მიმართ გამძლე.

თერმოსტაბილური – (ბერძნ. therme – სითბო, სიცხე, ლათ. stabilis – მუდმივი, უცვლელ) – სითბოგამძლე (რაც მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით არ იშლება).

თერმოსტატი – ხელსაწყო, რომელიც ავტომატურად ინარჩუნებს განსაზღვრულ ტემპერატურას.

თერმოტოლერანტული მიკროორგანიზმი – მიკროორგანიზმის გამძლეობა ტემპერატურის მიმართ.

თერმოფილები – სითბოსმოყვარული ორგანიზმები, რომლებიც ვითარდებიან მაღალი ტემპერატურის პირობებში (ცხელ წყაროებში, ძლიერ გახურებული ნიადაგის ფენებში და სხვა).

თერმოფობები – ორგანიზმები, რომლებიც ვერ ვითარდებიან შედარებით მაღალი ტემპერატურის პირობებში.

თერმული – სითბოსთან, მაღალ ტემპერატურასთან დაკავშირებული. სითბური.

თესვა – (ინოკულაცია) – ცოცხალი ორგანიზმის შეყვანა საკვებ არეში, ნიადაგსა და ცხოველის ან მცენარის ორგანიზმში. მიკროორგანიზმების თესვა.

თიობაქტერიები – გოგირდის ბაქტერიები, რომლებიც გოგირდიან წყლებში ცხოვრობენ.

ი

იდენტიფიკაცია – (ლათ. identifico – გაიგივება) – გაიგივება, გათანაბრება.

იზომორფული დაყოფა – (ბერძნ. isos – თანაბარი) – ბინალური დაყოფის დროს წარმოშობილი ერთნაირი ზომის შვილეული უჯრედები.

იზოტონური ხსნარი – ხსნარი, რომლის ოსმოსური წნევა ტოლია მცენარეული და ცხოველური უჯრედის ან სისხლის პლაზმის ოსმოსური წნევისა.

იკოსაედრი – ოცწახნაგა ფიგურა. სხვაგვარად: მრავალკუთხა სტრუქტურა 12 მწვერვალით, 20 სამკუთხოვანი წიბოთი და 30 კუთხით.

იმერსია – immerssio (ლათ. immersum ჩავძირავ) – მიკროსკოპის ობიექტივსა და საფარ მინას შორის სითხის (ჩვეულებრივ, კედრის ზეთის) წვეთის მოთავსება გამოსახულების სიცხადის გაძლიერებისა და მიკროსკოპის გადიდების ზღვრული გარჩევის მიზნით.

იმერსიული ობიექტივი – მიკროსკოპის სველი ობიექტივი, რომელიც გამოიყენება გამოსახულების სიცხადის გასაძლიერებლად.

ინაქტიური – (ლათ. in – უარყ. ნაწილაკი, activus მოქმედი) – უმოქმედო.

ინგრედიენტი – რაიმე ნაერთის ან ნარევის შემადგენელი ნაწილი.

ინდიკატორი ‖ ინდიკატორები – (ლათ. indicatoris მაჩვენებელი, განმსაზღვრელი) – ნივთიერება, რომელიც შეჰყავთ ხსნარში მასში მიმდინარე ქიმიური პროცესის გამოსამჟღავნებლად (მაგალითად, ლაკმუსი, რომელიც ფერს იცვლის რომელიმე ქიმიურ ნაერთთან შეერთებით).

ინდუციბელური – ნივთიერების სინთეზის ინდუცირება შესაბამისი სუბსტრატით.

ინდუცირებული მუტაცია – ხელოვნურად სხვადასხვა ფაქტორებით გამოწვეული მუტაცია.

ინდუცირებული ტრანსფორმაცია – ბაქტერიის კულტურაზე დამატებული გასუფთავებული დნმ, რომელიც იმ ბაქტერიის კულტურიდანაა მიღებული, რომელთა გენეტიკური ნიშან-თვისებები სასურველია გადაეცეს გამოსაკვლევ კულტურას.

ინკორპორაცია – (ლათ. in-ში, corporatio – შემოერთება, თავის შემადგენლობაში შეყვანა) – ვირუსის ნუკლეინის მჟავას შეერთება ანუ ინკორპორაცია უჯრედის გენომთან.

ინოკულაცია – inoculatio (ლათ. inoculo გადავრგავ) – ცოცხალი მიკროორგანიზმების შეყვანა საკვებ გარემოში, ნიადაგ-

ში, ცხოველის ან მცენარის ორგანიზმში.

ინოკულიატი – გაზავებული ინოკულიატი – გაზავებული მასალიდან ჩათესვა, ე. ი. მიკრობების შეყვანა ახალ საკვებ ნიადაგში.

ინტეგრაცია – (ლათ. integratio მთლიანი) – რაიმე ნაწილების ან ელემენტების გაერთიანება. მაგ., ვირუსის კომპონენტების გაერთიანება, „აწყობა“ პლაზმურ მემბრანაზე.

ინტეგრირებული გენომი – უჯრედის ქრომოსომაში ჩაშენებული (ინტეგრირებული) გენომი.

ინფექცია – (ლათ. infectio ვწამლავ, ვასენიანებ) – დასენიანება: 1. ავადმყოფობის გამომწვევი მიკროორგანიზმის ან ვირუსის შეჭრა ორგანიზმში. 2. დაავადების ერთი სუბიექტიდან მეორეზე ან სხეულის ერთი ნაწილიდან მეორეზე გავრცელება.

ინფორმაციული რნმ – რიბონუკლეინის მჟავა, რომელსაც რიბოსომებში მიაქვს ინფორმაცია ცილის შედგენილობის შესახებ. წარმოადგენს მატრიცას განსაზღვრული ცილის სინთეზისათვის. გადააქვს ინფორმცია დნმ-იდან პოლირიბოსომაზე.

ინცისტირება – ერთუჯრედიანი ორგანიზმების (ქალამანა, ამება და სხვ.) მკვრივი, დამცველი გარსით – ცისტით დაფარვა არახელსაყრელი პირობების დადგომისას.

IS – თანმიმდევრობები – დნმ-ის მონაკვეთები, რომელთაც შეუძლიათ გადაადგილდნენ რეპლიკონის ერთი უბნიდან მეორეში.

კ

კაზეინი – რძის ცილა, იყენებენ წებოს, საღებავების, პლასტიკური მასებისა და სხვათა წარმოებაში.

კანდიდა (Candida) – საფუვრისმაგვარი არასრული სოკო. მიეკუთვნება ადამიანის კანდიდოზის გამომწვევს.

კარბოქსისომები – ფოტოტროფული და ქემოლითოტროფული ბაქტერიების უჯრედებში არსებული სტრუქტურები. კარბოქსისომებში არის ფერმენტი რიბულოზოდიფოსფატკარბოქსილაზა, რომელიც აკატალიზებს CO_2-ის ფიქსაციას კალვინის ციკლის მიხედვით.

კაროტინოიდები – ყვითელი ან ნარინჯისფერი პიგმენტების ჯგუფი, რომელიც წყალში არ იხსნება.

კატაბოლიზმი -- catabolismus (ბერძნ. kataballo – ვაგდებ, ვშლი, ismus – მდგომარეობა) – ორგანიზმში მიმდინარე რთული ორგანული ნივთიერებების დაშლის ქიმიური რეაქციების ერთობლიობა; რთული ნივთიერებების დაშლა შედარებით მარტივ ნივთიერებებად და ქიმიურ ბმებში მყოფი ენერგიის გათავისუფლება.

კატალიზი – (ბერძნ. katalysis – დაშლა) – ქიმიური რეაქციის გამოწვევა ან მისი სიჩქარის შეცვლა კატალიზატორის მეშვეობით.

კატალიზატორი – ნივთიერება, რომელიც აჩქარებს ან ანელებს ქიმიურ რეაქციას, მაგრამ თვითონ არ იცვლება.

კაფსიდი – (ლათ. capsa – ბუდე) – სიმეტრიული ბუდე, რომლითაც „შეფუთულია“ გენეტიკური მასალა (დნმ ან რნმ).

კაფსიდური ცილა – ვირუსის გენეტიკურ მასალაზე გარედან აკრული კაფსიდა, რომელიც ცილისაგან შედგება.

კაფსომერი ‖ კაფსომერები – ვირუსის ცილოვანი გარსი, რომელიც შედგება სუბერთეულების კაფსომერებისაგან. მათი რიცხვი სხვადასხვა ვირუსში განსხვავებულია და სისტემატიკურ ნიშანს წარმოადგენს.

კაფსულა – capsula პატარა კოლოფი – ლორწოვანი ფენა, რომელიც გარშემორტყმულია ზოგიერთი ბაქტერიის (მაგალითად, აზოტობაქტერიის) გარსზე. მიკროკაფსულის ზომა 0.0 მკმ-ზე ნაკლებია, ხოლო მაკროკაფსულის – 0.2 მკმ-ზე მეტი.

კენწრული ზრდა – მზარდი ღეროს (ყლორტის) წვერზე მჯდომარე კვირტი, რომელიც შედგება ზრდის კონუსისა და მასზე მჭიდროდ განლაგებული ჩანასახოვანი ფოთლებისაგან. ზრდის კონუსის უჯრედების დაყოფის შედეგად ხდება კენწრული ზრდა.

კერავანი ინფექცია – ადგილობრივ კერაში ლოკალიზებული

მიკროორგანიზმი, რომელიც არ ერცელდება მთელს სხეულში.

კეფირი – ძროხის რძისგან დამზადებული მომჟავო სასმელი.

კლასიფიკაცია – ცხოველთა, მცენარეთა და მიკროორგანიზმთა სისტემატიზაცია, სისტემაში მოყვანა. ძირითადი საკლასიფიკაციო კატეგორიებია: სახეობა, გვარი, ოჯახი, კლასი, განყოფილება, სამეფო, ზესამეფო.

კლონი – Klon (ბერძნ.) ამონაყარი, ყლორტი – 1. უჯრედების ჯგუფი, რომელიც წარმოიქმნა ერთი უჯრედის გამრავლების შედეგად. კლონში შემავალი ყველა უჯრედი გენეტიკურად იდენტურია. 2. მცენარის ერთი ინდივიდის გენეტიკურად ერთგვაროვანი შთამომავლობა, რომელიც მიღებულია ვეგეტატიური გამრავლებით.

კლოსტრიდიული – სპორის ბაქტერიულ უჯრედში განლაგების ერთ-ერთი სახე, როცა სპორა უჯრედის ცენტრშია და უჯრედი მოგვაგონებს თითისტარს (ლათ. clostridium თითისტარი). სპორის დიამეტრი აღემატება უჯრედის დიამეტრს. ამიტომ ცენტრალური ნაწილი გამობერილია.

კოდონი – მემკვიდრეობის ინფორმაციის ერთეული, რომელიც შედგება განსაკუთრებული თანმიმდევრობით განლაგებული სამი აზოტოვანი ფუძისაგან და განსაზღვრავს პოლიპეპტიდურ ჯაჭვში ამინომჟავების გარკვეულ მდებარეობას.

კოკი ‖ კოკები – coccus (ბერძნ. kokkos მარცვალი, კურკა) – სფეროსებრი ბაქტერიები. ხშირად ეს ბაქტერიები შეერთებული არიან წყვილებად (დიპლოკოკი), ძეწკვებად (სტრეპტოკოკი), ყურძნის მტევნის მსგავსად (სტაფილოკოკი). 2. ბურთისებრი მიკროორგანიზმი.

კოკობაცილა ‖ კოკობაცილები – სფერული ფორმის ბაცილები, კოკებსა და ჩხირისებრი ფორმის ბაცილებს შორის გარდამავალი.

კოლი-ინდექსი – საძიებელი მიკრობის რაოდენობა გამოსაკვლევი ობიექტის გარკვეულ მოცულობაში.

კოლი-ტიტრი – გამოსაკვლევი ობიექტის ის უმცირესი რაოდენობა, რომელშიც აღმოჩნდება საძიებელი მიკროორგანიზმი.

კოლი-ფაგი – კოლი-დიზენტერიული ფაგების T-ჯგუფი (ინგლ. Type – ტიპი).

კოლიცინები – იგივე ბაქტერიოცინები. მათ გამოყოფენ ის ბაქტერიები, რომლებიც შეიცავენ Col-პლაზმიდებს.

კოლონია ‖ კოლონიები – colonia 1. მიკრობთა თაობები. 2. ახალშენი ბაქტერიის ნამრავლი მკვრივ საკვებ ნიადაგში. 3. (ბიოლ.) ორგანიზმების რთული გაერთიანება. 4. (ბიოლ.) – ბაქტერიების თავმოყრა საკვებ გარემოში.

კოლონია ბაქტერიებისა – ერთი სახეობის ბაქტერიების გროვები, რომელთაც აქვთ გარკვეული ფორმა, შეფერვა და წარმოქმნილია მკვრივ სუბსტრატზე.

კოლონიზაცია – მიკრობების გამრავლების შედეგად კოლონიების წარმოქმნა.

კომენსალიზმი – სიმბიოზის ნაირსახეობა; ორი სახეობის თანაცხოვრება, რომლის დროსაც ერთი მათგანი იკვებება მეორე სახეობის საკვების ნარჩენებით და არავითარ ზიანს არ აყენებს მას.

კონდენსაციური წყალი – წყლის ორთქლის სითხედ გადაქცევა.

კონდენსორი – ლინზა ან ლინზების სისტემა, რომელიც თავს უყრის სინათლის სხივებს და მიმართავს მათ გასანათებელი საგნისაკენ.

კონიდიათმტარი – იხ. კონიდიოფორი.

კონიდიოფორი – კონიდიუმის მატარებელი; ჰიფების განშტოებები, რომლებზედაც სხედან კონიდიუმები.

კონიუგაცია – (ლათ. conjugatio – შეერთება) – 1. გამეტების შეერთება განაყოფიერების პროცესში; 2. მიკროორგანიზმთა უჯრედების კონტაქტისას ერთი უჯრედიდან მეორეში გენეტიკური მასალის (დნმ) გადაცემა.

კონკურენცია – ორგანიზმებს შორის გარემოს საარსებო პირობებში უპირატესობის შესანარჩუნებელი მეტოქეობა.

კონსერვანტები – (ლათ. conservo ვინახავ) – სპეციალური ნივთიერებები, რომელთა საშუალებით შესაძლებელი ხდება რომელიმე ორგანოს, ქსოვილის, პროდუქტის შენახვა.

კონსტიტუციური ფერმენტი – ფერმენტი, რომელიც სინთეზირდება მთელი უჯრედული ციკლის განმავლობაში.

კონტამინაცია – (ლათ. contamino ვსვრი, ჩირქს ვცხებ) – ინფექციური ან მავნე ნივთიერებებით ჭრილობის, ჰაერის და სხვათა დაბინძურება.

კონცენტრაცია – 1. ხსნარის გაჯერების ხარისხი; 2. რაიმეს დაგროვება, თავმოყრა, ერთად დაჯგუფება.

კოჭრი ‖ **კოჭრები** – სიმსივნური წარმონაქმნი ფესვთა სისტემაზე, რომელშიც მრავლდებიან მიკრობები.

კოჭრის ბაქტერიები – პარკოსან მცენარეთა ფესვებზე მცხოვრები აზოტობაქტერიები, რომლებიც წარმოქმნიან კოჭრებს; მათ აქვთ ატმოსფერული აზოტის შეთვისების უნარი, რის შედეგადაც ამდიდრებენ ნიადაგს აზოტის მარილებით.

კორელაცია – ორგანიზმის ცალკეულ ორგანოებსა და ნიშნებს შორის შეთანხმებული ურთიერთქმედება, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ ერთი ორგანოს (ან ნიშნის) შეცვლა იწვევს მეორე ორგანოს (ან ნიშნის) შეცვლას.

კორინებაქტერიები – (ბერძნ. coryne – ქინძისთავი, ბაქტერია, ჩხირი) – ბაქტერიების ჯგუფი, რომლებიც ახლოს დგანან სხივისებრ სოკოებთან. კორინებაქტერიებიდან უმთავრესად დიფთერიის გამომწვევი ბაქტერიები არიან ცნობილი.

კორტექსი – სპორის გარსის ყველაზე სქელი შრე, რომელიც შედგება ლიზოციმისადმი მგრძნობიარე განსაკუთრებული პეპტიდოგლიკანისაგან.

კოხის აპარატი – ორკედლიანი ლითონის ცილინდრული ფორმის ქვაბი. მასში სტერილდება ისეთი საკვები არეები, რომელთა თვისებები იცვლება 100°C-ზე მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელებისას.

კრებსის ციკლი – ტრიკარბომჟავების ციკლი, რომელიც წარმოადგენს სუნთქვის აერობულ ფაზას.

კულტივატორი – აპარატი, რომელშიც ხდება მიკროორგანიზმების მოყვანა, გაშენება.

კულტივირება – 1. მცენარის მოყვანა-გაშენება, დარგვა. 2. მიკროორგანიზმის მოყვანა ლაბორატორიულ პირობებში.

კულტურა – ლაბორატორიულ პირობებში რომელიმე საკვებ არეზე მოშენებული მიკროორგანიზმი.

კუმისი – თურქ. სიტყვიდან Kumys – ქიმიზი – სასმელი, რომელსაც ამზადებენ ცხენის (ან აქლემის) დადუღებული რძისგან. სვამენ ყაზახეთში, ყირგიზეთში, ბაშკირეთსა და სხვაგან.

ლ

ლაბა – ხორცის ან თევზის გაცივებით შესქელებული ნახარში.

ლაბილური – არამტკიცე, მერყევი, არამდგრადი, მოძრავი.

ლაბილურობა – ორგანიზმის მერყეობა (არამდგრადობა) გარემო პირობების ცვლილებებისადმი.

ლაგ-ფაზა – (ინგ. lag. ჩამორჩენა, დაბრკოლება) – პერიოდი ბაქტერიების დათესვიდან გამრავლების დაწყებამდე.

ლაკმუსი – [ლათ. lacca musci – ლიქენის წვენი] – საღებავი ნივთიერება, რომელსაც იღებენ ზოგი სახეობის წყალმცენარისა და მღიერისაგან. ლაკმუსის წყალხსნარს და ამ ნივთიერებით გაუღენთილ საშრობის ქაღალდს, რომელსაც ლაკმუსის ქაღალდს უწოდებენ, იყენებენ როგორც ინდიკატორს. მას მჟავა აწითლებს, ტუტე კი – ალურჯებს.

ლანცეტი – [ფრანგ. lancette] – სადასტაქრო ორპირიანი დანა, ნესტარი; ქირურგიული გასაკვეთი იარაღი.

ლაქტობაქტერიები – ყველაზე გავრცელებული პრობიოტიკები.

ლაქტობაქტერინი – რძის შემადედებელი და სამკურნალო თვისებების მიმნიჭებელი ნივთიერება.

ლაქტობაცილა – [ლათ. lac. lactis – რძე და bacilum – ბაცილა] – რძემჟავა ბაქტერიის კულტურა, რომელიც თრგუნავს ნაწლავებში ლპობით პროცესებს **ი. ი. მეჩნიკოვის** მიხედვით.

ლაქტოზა – (ლათ. lac – რძე) – რძის შაქარი. იყენებენ მედიცინასა და ბაქტერიოლოგიაში. დისაქარიდი, რომლის შე-

მადგენლობაში შედის გალაქტოზა.

ლაქტოზაპეპტონიანი არე ინდიკატორით – საკვები არე ნაწლავის ჯგუფის ბაქტერიების დამაგროვებელი კულტურის მისაღებად.

ლეტალური – (ლათ. letalis სასიკვდილო) – სასიკვდილო, სიკვდილის გამომწვევი (მაგ.: დოზა, ჭრილობა).

ლიზისი – გახსნა, დაშლა – 1. სხეულის მაღალი ტემპერატურის ნელი დაწევა, რასაც თან სდევს დაავადების სხვა სიმპტომების თანდათანობითი გაქრობა. 2. სპეციფიკური ლიზინის მოქმედების შედეგად მიკროორგანიზმების დაღუპვის პროცესი.

ლიზოსომები – უჯრედის ორგანოიდები, რომლებშიც კონცენტრირებულია ფერმენტები. მონაწილეობენ საკვების შიდაუჯრედულ მონელებაში. უმთავრესად დამახასიათებელია ცხოველური უჯრედებისათვის.

ლიზოციმი – (ბერძნ. lysis დაშლა, გახსნა, zyme საფუარი) – ჰიდროლაზების კლასის ფერმენტი. იწვევს ბაქტერიული უჯრედის ლიზისს. აღმოჩენილია ცრემლში, ნერწყვში, ლეიკოციტებში, ელენთაში, ზოგიერთ ბაქტერიასა და ფაგში.

ლითოსფერო – (ბერძნ. lethos ქვა და sphaira ბურთი) – დედამიწის მტკიცე ფხვიერი გარსი, დედამიწის ქერქი.

ლინზა – გამჭვირვალე ოპტიკური მინა, რომელიც შემოსაზღვრულია ორი – უპირატესად სფერული ზედაპირით.

ლიოფილიზაცია – მიკრობების გაშრობა ვაკუუმში. გამოიყენება ბაქტერიების ხანგრძლივად შენახვისა და მათი თვისებების შენარჩუნებისთვის. ლიოფილიზებული მიკროორგანიზმები ლაბორატორიულ პირობებში ინახება ხანგრძლივად.

ლიოფილური შრობა – ტექნოლოგიური პროცესი, რომელიც გამოიყენება მიკრობების ხანგრძლივი დროით შენახვისათვის, რისთვისაც კულტურალურ ბიომასას ყინავენ -50^{0}C ტემპერატურაზე ვაკუუმის აპარატში.

ლიპოპოლისაქარიდები (ლპს) – ენდოტოქსინები – ლოკალიზდებიან ბაქტერიის უჯრედის კედელში და მხოლოდ მათი დარღვევის შემდეგ თავისუფლდებიან. აქვთ ანტიგენური და ტოქსიკური თვისებები.

ლოგ-ფაზა – ლოგარითმული ანუ ექსპონენციალური ფაზა, რომლის დროს ხდება ბაქტერიული უჯრედების გამრავლება მაქსიმალური სიჩქარით.

ლოკომოტორული სტრუქტურა – აქტიურად გადასაადგილებელი საშუალება. ახასიათებს ბაქტერიებს, აგრეთვე, ზოგიერთ წყალმცენარეს.

ლოფოტრიქი – შოლტების კონა, რომელიც მთლიანად ფარავს ბაქტერიულ უჯრედს.

ლპობა, ხრწნა – მიკროორგანიზმების მოქმედებით აზოტის შემცველ ნივთიერებათა (ცილების, ამინომჟავების) დაშლის პროცესი.

ლპობის ბაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც იწვევენ ლპობას.

ლუგოლის ხსნარი – გრამის მეთოდით ბაქტერიების შესაღები ხსნარი, რომლის დასამზადებლად იოდს ხსნიან კალიუმის იოდიდის წყალხსნარში.

ლუმინესცენცია – (ლათ. lumen სინათლე, escentia (სუსტი მოქმედების აღმნიშვნელი სუფიქსი) – რაიმე სხეულის ცივი ნათება, გამოწვეული ელექტრული, ქიმიური და სხვა პროცესებით.

მ

მაიონიზებელი რადიაცია – გამოსხივება, რომელიც თავისი ბუნებითა და თვისებების მიხედვით იყოფა ელექტრომაგნიტურ და კორპუსკულურ გამოსხივებად. მათი ერთმანეთისაგან მკვეთრად გამიჯვნა შეუძლებელია, რადგან სინათლე ორგვარი ბუნების მატარებელია, ზოგიერთ შემთხვევაში მჟღავნდება მისი ტალღური ბუნება, ზოგჯერ კი – კორპუსკულარული.

მაინჰიბირებელი მოქმედება – დამთრგუნველი მოქმედება, რომელიც ორგანიზმში ფერმენტების აქტიურობას თრგუნავს.

მაკროელემენტები – ქიმიური ელემენტები, რომლებიც აუცილებელია მცენარეების, მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარებისათვის (კვებისათვის). მათ ეკუთვნის აზოტი, ფოსფორი, გოგირდი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, ნახშირბადი, ჟანგბადი, წყალბადი.

მაკროკაფსულა – კაფსულა, რომლის სისქე 0.2 მკმ-ზე მეტია და შეიძლება სინათლის მიკროსკოპით დავინახოთ. ახასიათებს Azotobacter chroococcum. პათოგენური ბაქტერიებიდან კი – Streptococcus pneumoniae.

მაკროლიდები – ანტიბიოტიკები, რომელთაც მიეკუთვნება ერითრომიცინი, ოლეანდომიცინი. აქვთ მსგავსი ქიმიური აღნაგობა და ხასიათდებიან თავიანთ შემადგენლობაში მაკროციკლური ლაქტამური რგოლის არსებობით. მაკროლიდები ახდენენ ცილის სინთეზის დარღვევას.

მაკროორგანიზმი – [ბერძნ. makros დიდი, organizmus] – ყოველი ცოცხალი არსება, რომლის ძირითადი თვისებაა ნივთიერებათა ცვლა. მაკროორგანიზმი შეიძლება დავინახოთ შეუიარაღებელი თვალით.

მაკრომეტრული ხრახნი – სინათლის მიკროსკოპის ხრახნი, რომელიც გამოიყენება მცირე გადიდების დროს, ძლიერი გადიდების შემთხვევაში კი – წინასწარ მიახლოებითი დაყენებისათვის.

მაკროსკოპული – macroscopicus [ბერძნ. mucros დიდი, მაკროსკოპული, skopeo ვუყურებ] – რაც შეუიარაღებელი თვალით ჩანს, რაც შეუიარაღებელი თვალით წარმოებს. მაგ., მაკროსკოპული დაკვირვება (შდრ. მიკროსკოპული).

მანანები – პოლისაქარიდები, რომლებიც იმყოფებიან ზოგიერთი ხე მცენარის თესლში. მანანას შემადგენლობაში შედის D(+) მანოზა.

მანიტი – ნახშირწყალი.

მანიტრიფიცირებელი ბაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც მონაწილეობენ ნიტრიფიკაციის პროცესში. ამ დროს ხდება ამიაკის დაჟანგვა აზოტოვან მჟავამდე (I-ლი საფეხური) და აზოტმჟავამდე (II საფეხური). მანიტროფიცირებელ ბაქტერიებს მიეკუთვნება Nitrosomonas და Nitrobacter.

მანომეტრი – ხელსაწყო სითხის ან გაზის წნევის გასაზომად დახშულ სივრცეში (მაგ., ქვაბში).

მარკერები – მარკერებად გამოყენებულ გენეტიკურ გამოკვლევებში მუტირებული გენები.

მაფოტოსინთეზირებელი – ფოტოსინთეზის უნარის მქონე.

მეზოფილი ‖ მეზოფილები – ორგანიზმები, რომლებიც ცხოვრობენ ზომიერი ჰავის პირობებში და უკავიათ შუალედი ადგილი სითბოსა და სიცივისმოყვარულ ორგანიზმებს შორის.

მემბრანა – membrana – აპკი, გარსი ან თხელი ფირფიტა.

მეროზიგოტა – ბაქტერიების გენეტიკაში „ნაწილობრივი ზიგოტა“, რომელიც შეიცავს უჯრედი რეციპიენტის სრულ გენომს და უჯრედი დონორის ნაწილს. ეს უკანასკნელი შეიძლება სხვადასხვა ზომის იყოს.

მეტაბიოზი – სხვადასხვა სახეობის ორგანიზმთა ურთიერთკავშირი; ამასთან ეს ორგანიზმები ერთმანეთთან არც ისე მჭიდრო თანაცხოვრებაში არიან, როგორც ამას ადგილი აქვს სიმბიოზის დროს; მათი ურთიერთკავშირი მდგომარეობს იმაში, რომ ორგანიზმი წარმოქმნის აუცილებელ ნივთიერებას მეორე ორგანიზმისათვის ან ერთი ორგანიზმი ქმნის ხელსაყრელ პირობებს მეორე ორგანიზმის სიცოცხლისათვის.

მეტაბოლიზმი – (ბერძნ. metabole შეცვლა) – ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლა ანუ ასიმილაციისა და დისიმილაციის ერთობლიობა; მეტაბოლიზმი ცოცხალი ორგანიზმის ძირითადი თვისებაა.

მეტასაპრობული ზონა – ზომიერად დაბინძურებული წყალი, რომელშიც დაჟანგვისა და ნიტრიფიკაციის პროცესების თანხლებით აქტიურად მიმდინარეობს ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაცია.

მეტაქრომატული მარცვალი – ვოლუტინი – სამარაგო ნივთიერება, რომელიც შედგება ნუკლეინის მჟავას, მეტაფოსფატისა და ცილისაგან. პირველად აღმოჩენილი იყო

ბაქტერიის, სახელდობრ, Spirillum volutans-ის უჯრედში, შემდეგ კი სხვა ბაქტერიებში, საფუვრებსა და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებშიც კი.

მეწამული ბაქტერიები – ბაქტერიების ჯგუფი, რომლებიც შეიცავენ წითელ და იისფერ პიგმენტებს.

მიკობაქტერიები – ჩხირისებრი ბაქტერიების ჯგუფი, რომლებიც ქმნიან გრძელ ძაფებს განშტოებებით, მრავლდებიან გაყოფით ან დაკვირტვით, აგრეთვე, ძაფის გაყოფით სფეროსებრ უჯრედებად, რაც მოგვაგონებს აქტინომიცეტების სპორებს; უმეტესი მათგანი მიეკუთვნება საპროფიტებს. გვხვდება პათოგენური ფორმებიც (მაგ., ტუბერკულოზისა და დიფთერიის გამომწვევი ბაქტერიები).

მიკოპლაზმა ‖ მიკოპლაზმები – მიკროორგანიზმთა ჯგუფი ან ჯგუფები, რომლებიც ბაქტერიებს შორის ყველაზე მცირე ზომისანი არიან და ვირუსების ზომას უახლოვდებიან. მიკოპლაზმები გარემოცული არიან პლაზმური მემბრანით. მათ უჯრედის კედელი არა აქვთ.

მიკორიზა – „სოკო-ფესვი". სიმბიოზში მყოფი მრავალი მერქნიანი და ბალახოვანი მცენარის ფესვების დაბოლოებებისა და სოკოს მიცელიუმის ერთობლიობა. არჩევენ მიკორიზის ორ ტიპს: ენდოტროფულს და ექტოტროფულს.

მიკროაეროფილი – (ბერძნ. micros პატარა, aer ჰაერი) – ობლიგატური აერობული პროკარიოტები, რომლებიც მცირე რაოდენობით მოითხოვენ ჟანგბადს და ზრდა შეუძლიათ ჰაერში, სადაც ჟანგბადის კონცენტრაცია 2%-ზე დაბალია.

მიკრობების ანტაგონიზმი – ერთი სახის მიკრობების შემაფერხებელი მოქმედება სხვა მიკროორგანიზმების ზრდასა და განვითარებაზე.

მიკრობების ლიზატი – მიკრობების დაშლის შედეგად მიღებული მასა.

მიკრობენთოსი – ფსკერზე მცხოვრები უამრავი უწვრილესი (ათეული და ასეული მიკრონის ზომის) ორგანიზმი.

მიკრობი ‖ მიკრობები – მიკროსკოპული ორგანიზმის საერთო

სახელწოდება, რომლის მიხედვითაც მიკრობებს მიეკუთვნება ბაქტერიები, საფუვრები, აქტინომიცეტები და სხვ. (იხ. მიკროორგანიზმები).

მიკრობთა ასოციაცია – სხვადასხვა სახის მიკრობთა გაერთიანება.

მიკრობთა კულტურა – იხ. მიკროორგანიზმების კულტურა.

მიკრობიოლოგია – მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის მიკრობების აგებულებას, ფიზიოლოგიას, სისტემატიკას, გენეტიკას, აგრეთვე, იმუნიტეტსა და ინფექციასთან დაკავშირებულ პრობლემებს. არჩევენ მიკრობიოლოგიის რამდენიმე დამოუკიდებელ დარგს: სამედიცინოს, სასოფლო-სამეურნეოს, ტექნიკურს, რადიაციულს, კოსმოსურს, გეოლოგიურსა და სხვა მიკრობიოლოგიებს.

მიკრობიოცენოზი – მიკრობთა ერთობლიობა, რომლითაც დასახლებულია სასიცოცხლო პირობების მიხედვით, მეტნაკლებად ერთგვაროვანი მონაკვეთი (ბიოტოპი). ისინი ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან გარკვეული ურთიერთობით.

მიკრობმტარებლობა – ორგანიზმი, რომელიც წარმოადგენს მიკრობების გამავრცელებელ წყაროს.

მიკრობოციდული მოქმედება – მიკრობის გამანადგურებელი მოქმედება.

მიკრობული მეტაბოლიტები – (ტოქსინები, ანატოქსინები) . წარმოიქმნებიან მეტაბოლიზმის პროცესში.

მიკროელემენტები – ქიმიური ელემენტები (მანგანუმი, ბრომი, სპილენძი, მოლიბდენი, თუთია და სხვა), რომლებიც მეტად უმნიშვნელო, მცირე რაოდენობით აუცილებელი არიან მცენარეული, ცხოველური და მიკროორგანიზმების სასიცოცხლო პროცესებისათვის.

მიკროკაფსულა – კაფსულა, რომლის სისქე 0.2 მკმ-ზე ნაკლებია და ჩანს მხოლოდ ელექტრონულ მიკროსკოპში.

მიკროკოკები – სფერული უჯრედის ფორმის ბაქტერიები, რომლებიც გაყოფის შედეგად ლაგდებიან ერთეულებად.

მიკრომეტრული ხრახნი – მიკროსკოპის ხრახნი, რომელიც გამოიყენება ძლიერი გადიდების დროს.

მიკრონი – ბაქტერიების გასაზომი ერთეული ანუ მიკრომეტრი (მკმ).

მიკროორგანიზმი ‖ მიკროორგანიზმები – შეუიარაღებელი თვალით უხილავი ორგანიზმები.

მიკროორგანიზმების გენეტიკა – ზოგადი გენეტიკის განყოფილება, რომელიც შეისწავლის ვირუსების, ბაქტერიების, მიკროსკოპული სოკოების მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის საკითხებს.

მიკროორგანიზმების კულტურა – თხევად და მკვრივ საკვებ ნიადაგებზე გამრავლებული მიკროორგანიზმები.

მიკროორგანიზმთა იდენტიფიკაცია – საკლასიფიკაციო მდგომარეობის გარკვევა.

მიკროპლანქტონი – წყლის სისქეში მცხოვრები პატარა ზომის (50-დან 100 მიკრონამდე სიდიდის) ორგანიზმები.

მიკროპოპულაცია – მიკროცენოზში შემავალი ერთი სახეობის ინდივიდთა ერთობლიობა.

მიკროსკოპი – ოპტიკური ხელსაწყო თვალით უხილავი საგნების დასანახავად და შესასწავლად

მიკროსპორა ‖ მიკროსპორები – (ბერძნ. mikros პატარა, პაწაწა და spora წვრილი სპორები (მაგ., წყლის გვიმრებისა), რომლებისგანაც ვითარდება მხოლოდ მამრობითი წანაზარდები.

მიკროფლორა – მიკროორგანიზმების (მიკრობების) ერთობლიობა, რომელიც გვხვდება გარკვეულ ბუნებრივ გარემოში (ნიადაგში, წყალში და ა. შ.)

მიკროცისტა – მოსვენებულ მდგომარეობაში მყოფი ორგანიზმი, რომელიც დაფარულია ცოტად თუ ბევრად მკვრივი გარსით, რაც უზრუნველყოფს ორგანიზმის გადარჩენას არახელსაყრელ პირობებში.

მინერალიზაცია – ბიოქიმიური პროცესის შედეგად ორგანული ნივთიერებების დაშლა მარტივ არაორგანულ ნივთიერებებად, რომლის დროსაც გამოიყოფა ნახშირორჟანგი და წყალი.

მირიადი – (ბერძნ. myrias – ათი ათასი) – უდიდესი რაოდენობა, ურიცხვი (მაგ.: მირიადი ბაქტერია).

მიტოზი – [ბერძნ. mitos ძაფი] – ბირთვისა და უჯრედის გაყოფის ერთ-ერთი ტიპი, რომელსაც არაპირდაპირ გაყოფასაც ანუ კარიოკინეზსაც უწოდებენ.

მიქსობაქტერიები – [ბერძნ. myxa ლორწო] – ჩხირისებრი ბაქტერიების ჯგუფი, რომელთაც სხვა ბაქტერიებისაგან განსხვავებით გააჩნიათ განვითარების რთული ციკლი, გამოყოფენ ლორწოს და წარმოქმნიან მკვეთრად შეფერილ სხეულს, აქტიურ მონაწილეობას იღებენ მცენარეული ნარჩენების, კერძოდ, უჯრედისის დაშლაში.

მიქსომიცეტები – [ბერძნ. myxa ლორწო და mykes (myketos) – სოკო] – ლორწოვანი სოკოები, რომლებიც ახლოს დგანან უმდაბლეს სოკოებთან და უმთავრესად გვხვდება მცენარეულ ნარჩენებზე საპროფიტის სახით.

მიქსოტროფულობა – შერეული კვება, როდესაც ფოტოსინთეზთან ერთად ორგანიზმი, საპროფიტების მსგავსად, ითვისებს მზა ორგანულ ნივთიერებებსაც.

მიქსოტროფული ორგანიზმები – ორგანიზმები, რომელთაც ახასიათებთ შერეული კვება.

მიქსტ-ინფექცია – (ლათ. mixtus შერეული, infectio ვწამლავ, ვასენიანებ) –შერეული, ერთდროულად განვითარებული ორი ან მეტი სხვადასხვა ეთიოლოგიის ინფექცია.

მიცელიუმი – [ბერძნ. mykes (myketos) – სოკო] – სოკოს ვეგეტატიური სხეული, რომელიც შედგება ერთმანეთში გადახლართული ძაფების ანუ ჰიფებისაგან და, ჩვეულებრივ, რაიმე სუბსტრატშია შეჭრილი.

მოდიფიკაცია – (ლათ. modifico გამოვზომავ) – 1.საგნის ან მოვლენის ისეთი სახეცვლილება, რომელიც არ ეხება მის არსს. 2. ორგანიზმის ნიშან-თვისებათა ისეთი შეცვლა, რომელიც მემკვიდრეობით არ გადაეცემა.

მოდიფიკაციური ცვალებადობა – ცვალებადობის ფორმა, რომელიც არაა დამოკიდებული გენოტიპის ცვალებადობაზე და არ ეხება მემკვიდრულ ფაქტორს (გენოტიპს).

მოზაიკური დაავადება მცენარისა – მცენარეთა გადამდები დაავადება, რომელსაც იწვევენ ვირუსები. გამოიხატება ფოთლების უჩვეულო შეფერვითა და ფორმით.

მონოინფექცია – ერთი სახეობის მიკროორგანიზმის მიერ გავრცელებული ინფექცია.

მონოკოკი – კოკის ერთ სიბრტყეში გაყოფის შემდეგ წარმოშობილი ორი უჯრედი (კოკი), რომლებიც ერთეულებად ლაგდება.

მონომერი – არართული ქიმიური ნაერთი, რომლის შედარებით მცირე მოლეკულებს ერთმანეთთან შეერთებით შეუძლიათ, წარმოქმნან პოლიმერი.

მონოპოლარული მონოტრიქი – ბაქტერიული შოლტების განლაგების ტიპი (ერთ პოლუსზე ერთი შოლტია). ახასიათებს ქოლერის გამომწვევ ვიბრიონს Vibrio cholerae.

მონოპოლარული პოლიტრიქი – ბაქტერიულ უჯრედზე შოლტების განლაგების ტიპი (ერთ პოლუსზე შოლტების კონაა).

მონოსაქარიდები – მარტივი შაქრები ანუ მარტივი ნახშირწყლები, მონოზები; წარმოადგენენ ალდეჰიდოსპირტებს ან კეტონოსპირტებს. მათ შორის არჩევენ ტრიოზებს (გლიცერინის ალდეჰიდი), პენტოზებს (არაბინოზა, ქსილოზა), ჰექსოზებს (გლუკოზა, ფრუქტოზა) და სხვა.

მონოტრიქები – ბაქტერიები, რომელთაც აქვთ ერთი შოლტი, მაგ., ნიტრიფიკაციის ბაქტერიები: ნიტროზომონასი, ნიტრობაქტერი.

მორფოგენეზი – ორგანიზმთა მორფოლოგიური სტრუქტურის (გარკვეული ორგანოს ან სხეულის ნაწილის) წარმოქმნისა და განვითარების პროცესი ონთოგენეზსა და ფილოგენეზში.

მტაცებლობა – ცოცხალ ორგანიზმთა შორის ურთიერთობა, რომლის დროსაც ერთი სახეობა ზიანს აყენებს მეორეს და მის გარეშე არ შეუძლია არსებობა; ამ დროს პირველი სახეობის (მტაცებლის) წარმომადგენლები იჭერენ და ჭამენ მეორე სახეობის წარმომადგენლებს.

მუკორი – ძაფისებრი სოკოების წარმომადგენელი. მუკორის ობს აქვს ბურთის ფორმა, რომელშიც მრავალი ენდოსპორაა. მუკორი ბუდობს ნაკელში, ნიადაგსა და ზოგიერთ საკვებ პროდუქტში. იგი ალერგენია.

მუკობური ფლორა – მიკროორგანიზმთა ერთობლიობა, რომელიც ნაწლავის ლორწოვან გარსზეა მიმაგრებული.

მუტაგენები – ფაქტორები, რომლებიც ცოცხალ ორგანიზმში თავიანთი ზემოქმედებით იწვევენ გენურ და ქრომოსომულ მუტაციებს (მემკვიდრულ ცვლილებებს).

მუტაგენეზური ფაქტორები – ფაქტორები (ფიზიკური, ქიმიური), რომლებიც თავისი ზემოქმედებით იწვევენ გენურ და ქრომოსომულ მუტაციებს (მემკვიდრულ ცვლილებებს) ცოცხალ ორგანიზმში.

მუტანტი – 1. მუტაციის შედეგად წარმოქმნილი ორგანიზმი, ინდივიდი, რომელიც საწყისი ტიპიდან განსხვავდება გენის შეცლის ან ქრომოსომების სტრუქტურული ცვლილებების შედეგად წარმოშობილი ახალი ნიშნებით. 2. გენეტიკაში: ორგანიზმი, რომელსაც მუტაცია ახასიათებს.

მუტაცია – (ლათ. mutatio ცვლილება) – 1. ორგანიზმის რაიმე ნიშან-თვისების მკვეთრი, უეცარი ცვალებადობა, რაც მემკვიდრეობით გადაეცემა თაობებს. 2. ყმაწვილის ხმის შეცვლა (დაბოხება) ასაკში შესვლის გამო.

მუტუალიზმი – ორგანოების მჭიდრო ურთიერთკავშირი, რომლებიც სიმბიონტები არიან და თანაბარ სარგებლობას იღებენ თანაცხოვრებით.

მწვავე ინფექცია – მოკლე დროში მიმდინარე ინფექცია. ახასიათებს მოცემული დაავადებისათვის ნიშანდობლივი პათოგენეტიკური და კლინიკური სიმპტომები.

ნ

ნანომეტრი – ვირუსების საზომი ერთეული (1 მმ = 10^3 მიკრომეტრი (მკმ) = 10^6 ნანომეტრი = 10^7 A^a = 10^9 პიკომეტრი).

ნაწლავის ჩხირი – ბაქტერია, რომელიც მუდმივად ცხოვრობს ადამიანისა და ცხოველის ნაწლავებში. ეს ბაქტერია ნაწლავებისათვის უვნებელია, მაგრამ, თუ ის მოხვდება

სხვა ორგანოში, მაგ., თირკმლის მენჯში ან ნაღვლის ბუშტში, შეიძლება გამოიწვიოს ანთებითი პროცესი.

ნეგატიური – 1. ნეგატივთან დაკავშირებული. 2. უარყოფითი (საპირისპირო, პოზიტიური).

ნეიტრალიზაცია – (ლათ. neuter – საშუალო) – 1. რაიმე ძალის გავლენის მოსპობა; 2. მჟავას ან ტუტეს ურთიერთქმედების ქიმიური რეაქცია, რის შედეგადაც მიღებულ ნივთიერებებს არა აქვთ არც მჟავას, არც ტუტეს თვისებები.

ნეიტრალიზმი – ურთიერთობის ერთ-ერთი ფორმა, როცა მხარეები ერთმანეთზე არც დადებით და არც უარყოფით გავლენას არ ახდენენ.

ნეოსალვარსანი – ათაშანგის სამკურნალო პრეპარატი. დარიშხანის წარმოებული.

ნესლერის რეაქტივი – ამონიაკის აღმოსაჩენი რეაქტივი. შედგება KI, $HgCl_2$ და KOH-ისგან.

ნეფელომეტრი – [ბერძნ. nephele ღრუბელი და metreo ვზომავ] – სითხეების ან კოლოიდური ხსნარების ამღვრეულობის ხარისხის გასაზომი ხელსაწყო.

ნისტატინი – ანტიბიოტიკების ჯგუფის სოკოს საწინააღმდეგო პრეპარატი.

ნიტრაგინი – ბაქტერიული სასუქის პრეპარატი, რომელიც შეიცავს კოჟრის ბაქტერიების კულტურას. პრეპარატის ხმარებისას მას ხსნიან წყალში და ნიადაგში შეაქვთ პარკოსან მცენარეთა თესლებთან ერთად.

ნიტრატული ბაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც ახორციელებენ ნიტრიფიკაციის მეორე ფაზას ანუ აზოტოვანი მჟავას დაჟანგვას აზოტის მჟავად. ამ ბაქტერიებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ნიტრობაქტერი.

ნიტრატული სუნთქვა – სუნთქვის ერთ-ერთი ტიპი, რომელიც ახასიათებთ ბაქტერია-დენიტროფიკატორებს, რომლებიც უანგბადის უკმარისობის დროს იწყებენ ნიტრატებიდან უანგბადის წართმევას და აღადგენენ აზოტს.

ნიტრიფიკატორები – ბაქტერიები, რომლებიც აწარმოებენ ნიტრიფიკაციის პროცესს.

ნიტრიფიკაცია – [ლათ. nitro (genium) აზოტი და facio – ვაკეთებ] – ამიაკის ჟანგვის პროცესი აზოტმჟავას მიღებამდე. მიმდინარეობს ნიადაგში განსაკუთრებული ბაქტერიების ზემოქმედების შედეგად. დიდი მნიშვნელობა აქვს მიწათმოქმედებისათვის.

ნიტრიფიკაციის ბაქტერიები – ავტოტროფული ბაქტერიები, რომელთაც აქვთ არაორგანული ნივთიერებებიდან (წყალი და ნახშირორჟანგი) ორგანული ნივთიერების წარმოქმნის უნარი იმ ქიმიური ენერგიის ხარჯზე, რომელიც თავისუფლდება მათ მიერ ამონიაკის დაჟანგვისას ჯერ აზოტოვან, შემდეგ კი აზოტის მჟავად (აღმოაჩინა ს. ვინოგრადოვმა 1889 წელს).

ნიტრობაქტერია – მიკროორგანიზმი, რომელიც ჟანგავს აზოტოვან და აზოტმაჟავას მარილებს.

ნიტროგენაზა – ფერმენტული კომპლექსი, რომელიც ახორციელებს მოლეკულური აზოტის აღდგენას ამონიაკში.

ნიტროზული ბაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც ახორციელებენ ნიტრიფიკაციის პირველ ფაზას – ამონიაკის დაჟანგვას აზოტოვან მჟავად. ამ ბაქტერიების ყველაზე მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია ნიტროზომონასი. ასეთ ბაქტერიებს ნიტრიტულ ბაქტერიებსაც უწოდებენ.

ნუკლეაზები – ნუკლეინის მჟავებზე მოქმედი ფერმენტები, რომლებიც შედიან ნაწლავისა და კუჭქვეშა ჯირკვლის წვენის შემადგენლობაში და ხელს უწყობენ რთული ცილების დაშლას.

ნუკლეინმჟავები – [ლათ. nucleus ბირთვი] –ბიოლოგიური წარმოშობის მაღალმოლეკულური პოლიმერები, ე. ი. ქიმიური ნაერთები, რომლებიც აგებული არიან დიდი რაოდენობის ნუკლეოტიდებისაგან.

ნუკლეოიდები – ბაქტერიების ოპტიკურად არადიფერენცირებული ბირთვის ექვივალენტები, რომლებიც უჯრედში გვხვდებიან დიდი რაოდენობით. წარმოადგენენ ბაქტერიებში ლოკალიზირებული მემკვიდრეობითობის ერთეულებსა და ქიმიურად მსგავსი არიან უმაღლეს ორგანიზმთა ბირთვისა, რამდენადაც მხოლოდ ისინი შეიცა-

ვენ დნმ-ს.

ნუკლეოკაფსიდი – ვირუსის ცილოვანი გარსის შიგნით არსებული შემცველობა (შიგთავსი), რომელიც ძირითადად ნუკლეინის მჟავებისაგან შედგება.

ნუკლეოპროტეიდები – [ლათ. nucleum ბირთვი] – ფართოდ გავრცელებული რთული ცილები, რომლებიც შეიცავენ ფუძე ხასიათის მარტივ ცილებსა და ნუკლეინის მჟავებს.

ნუკლეოტიდი – (ლათ. nucleus ბირთვი, ბერძნ. eidos სახე) – 1. პროკარიოტების, კერძოდ, ბაქტერიების დნმ-ის შემცველი ზონა, რომელსაც გარსი არ გააჩნია. 2. ვირუსებში სფეროს ცილინდრის ფორმის,ეკვატორულად თუ ექსცენტრულად ლოკალიზებული უბანი, რომელშიც ვირუსის ნუკლეინის მჟავაა (დნმ ან რნმ).

ნუმერაციული ტაქსონომია – ტაქსონომიის ერთ-ერთი სახე, რომელიც შემოიღო ბოტანიკოსმა **ადანსონმა**. აღიარებს ობიექტის ყველა ნიშნის თანასწორობას.

ო

ობი – ობის სოკოების მიერ საკვებ პროდუქტებზე, ხილსა და გახრწნილ ორგანულ ნივთიერებებზე წარმოქმნილი თავისებური ნაფიფქი.

ობიექტივი – ოპტიკური (მაგ., ფოტოაპარატის, მიკროსკოპის, ტელესკოპის) ნაწილი – ლინზების სისტემა, რომელიც მიმართულია საგნისაკენ.

ობლიგატური ანაერობები – ნამდვილი ანუ აუცილებელი ანაერობები. ორგანიზმები, რომელთა განვითარებისათვის აუცილებლად საჭირო უჟანგბადო არე. ჰაერის თავისუფალი ჟანგბადის არსებობის პირობებში კი ისინი იღუპებიან.

ობლიგატური პარაზიტები – ნამდვილი ანუ აუცილებელი პარაზიტები; ორგანიზმები, რომლებიც ეწევიან მხოლოდ პარაზიტულ ცხოვრებას და არ გააჩნიათ საპროფიტული კვების უნარი.

ოვოიდური ფორმა – ფორმა, რომელიც გარდამავალია კოკებსა და ჩხირებს შორის. ახასიათებს შავი ჭირის გამომწვევს.

ოთხქლორიანი ნახშირბადი – CCl4 – უფერო, მოტკბო, წყალში მცირედ ხსნადი სითხე. ფართოდ გამოიყენება ცხიმების, ზეთებისა და ზოგიერთი სხვა ორგანული ნაერთის გამხსნელად. ოთხქლორიანი ნახშირბადის ორთქლის არეში ალი აღარ ვრცელდება, ამიტომაც ის იხმარება სახანძრო საქმეში, როგორც ცეცხლ-ჩამქრობი.

ოკულარი – ოპტიკური ხელსაწყოს (მაგ., მიკროსკოპის) ნაწილი, რომელიც დამკვირვებლის თვალისკენაა მიმართული. შედგება ერთი ლინზის ან ლინზათა სისტემისაგან.

ოკულისი – მიკროსკოპის ოპტიკური ნაწილი, რომელშიც მოთავსებულია ორი ლინზა.

ოლიგოსაპრობული ზონა – სუფთა წყლის ზონა, რომელშიც ნაწლავის ჩხირი აღმოჩენილი არ არის.

ოლიგოსაქარიდები – რთული შაქრები, რომლებიც შედგება მარტივი შაქრების (მონოზების) მცირერიცხოვანი ნაშთისაგან.

ოლიგოტროფული ზონა – საკვებით უკმარი, ღარიბი ზონა.

ოპტიმალური – (ლათ. optimus საუკეთესო) – ყველაზე ხელსაყრელი, ყველაზე უფრო შესაფერისი, საუკეთესო. მაგალითად, ოპტიმალური პირობები.

ორგანოგენები – მთავარი ქიმიური ელემენტები (ნახშირბადი, წყალბადი, ჟანგბადი, აზოტი და სხვ.), რომლებიც შედიან ორგანულ ნივთიერებათა შემადგენლობაში.

ოსმოსი – [ბერძნ. osmos ბიძგი, დაწოლა] – გამხსნელის თანდათანობით შეღწევა ხსნარში მათი გამყოფი თხელი ტიხრის გავლით.

ოსმოსური წნევა – ძალა, რომელიც განაპირობებს გამხსნელის მოძრაობას ნახევრად გამტარ მემბრანაში.

ოქროსფერი სტაფილოკოკი – staphylococcus aureus – ადამიანისათვის პოტენციალურად პათოგენური სტაფილოკოკი.

ოქსიდაზები – დამჟანგველი პროცესების გამააქტივებელი ფერ-

მენტები.

ოქსიგენური ფოტოსინთეზი – (ლათ. Oxygenium – ჟანგბადი) – ჟანგბადის გამოყოფით მიმდინარე ფოტოსინთეზი, რომელიც ახასიათებს მწვანე მცენარეებს.

პ

პარაზიტი – (ბერძნ. parasitos ვინც სხვის ხარჯზე იკვებება) – მცენარეული ან ცხოველური ორგანიზმი, რომელიც სხვა ცოცხალ ორგანიზმზე (ორგანიზმში) ბინადრობს და მის ხარჯზე საზრდოობს.

პარაზიტიზმი – ორგანიზმთა ურთიერთდამოკიდებულების ერთ-ერთი ფორმა. სხვადასხვა სახეობის ორი ორგანიზმის თანაცხოვრება, როდესაც ერთი ორგანიზმი (პარაზიტი) ცხოვრობს მეორის (მასპინძლის) ხარჯზე და ზიანს აყენებს მას. ხშირად პარაზიტი იწვევს მასპინძლის დაავადებასა და სიკვდილს.

პარატროფები – ორგანიზმები, რომლებიც იყენებენ მასპინძელი უჯრედების ენერგიას.

პარატროფული ბაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც ვითარდებიან მხოლოდ რთულ ორგანულ ნაერთებზე. უმეტესი მათგანი ადამიანისა და ცხოველის პარაზიტია.

პასიური იმუნიტეტი – ე. წ ხელოვნური იმუნიტეტი. უჯრედული და ჰუმორული იმუნიტეტის გარდა არსებობს იმუნიტეტის შემდეგი სახეები: აქტიური, პასიური, შეძენილი, ბუნებრივი და სხვა. როცა ორგანიზმს არ შეუძლია სწრაფად გამოიმუშაოს ანტისხეულები ამა თუ იმ მიკრობის ანტიგენებთან საბრძოლველად, ახდენენ რომელიმე იმუნიზირებული ცხოველის (ცხენის ან ბოცვრის) ანტისხეულების ინექციას ადამიანში იმიტომ, რომ იმ დრომდე, სანამ ადამიანის ორგანიზმი თვითონ არ გამოიმუშავებს საკუთარ ანტისხეულებს, მას გააჩნდეს მზა ანტისხეულები ინფექციასთან საბრძოლველად.

პასტერიზაცია – მიკროორგანიზმების მოსპობის საშუალება

+95^0-მდე გაცხელებით ხანმოკლე დროის განმავლობაში; ფართოდ იყენებენ საკონსერვო წარმოებაში.

პასტერის პიპეტი – (ფრანგი ბაქტერიოლოგის ლუი პასტერის (1822-1895) გვარის მიხედვით) – 1. თხევადი წამლის ამოსაღები და ჩასაწვეთებელი მინის წაწვეტებული მილაკი, რომელსაც თავში აქვს რეზინის თალფაქი. 2. სითხის მცირე ნაწილის ამოსაღები დანაყოფებიანი მინის მილაკი. იხმარება ლაბორატორიაში.

პებრინა – აბრეშუმის ჭიის დაავადება, რომელსაც იწვევს უჯრედშიგნითა პარაზიტი სპორიანების კლასიდან.

პენიცილინი – penicilium (ლათ. penicillus ფუნჯი) – სამკურნალო პრეპარატი, ანტიბიოტიკი, რომელსაც იღებენ ობის სოკოს ზოგიერთი სახეობისაგან. იხმარება უმთავრესად ჩირქოვან-სეფსისური დაავადებების სამკურნალოდ.

პენტოზები – მონოსაქარიდები, რომელთა მოლეკულა შეიცავს ნახშირბადის ხუთ ატომს (ქსილოზა, არაბინოზა და სხვ.). მათი საერთო ფორმულაა $C_5H_{10}O_5$.

პენტოზოფოსფატური გზა – გლუკოზის გახლეჩვის ერთ-ერთი გზა. ამ დროს წარმოიქმნება პენტოზოფოსფატი – რიბოზა, რომელიც ნუკლეოტიდებისა და ნუკლეინის მჟავების სინთეზისათვის გამოიყენება. ,

პეპტიდები – რთული ორგანული ნივთიერებანი, რომელთა მოლეკულა შედგება ერთმანეთთან, ე. წ. პეპტიდური ბმებით დაკავშირებული ამინომჟავას რამდენიმე ნაშთისაგან.

პეპტიდოგლიკანი – ბაქტერიების უჯრედის კედლის საფუძველი, რომელიც უზრუნველყოფს რიგიდულობასა და ელასტიურობას. ქიმიური სტრუქტურით პეპტიდოგლიკანი ჰეტეროპოლიმერია.

პეპტოკოკები – ანაერობული ბაქტერიების ჯგუფი, რომლებიც იწვევენ ჭრილობისა და ჩირქოვან ინფექციებს.

პეპტონები – ცილების პირველადი დაშლის, გახლეჩვის პროდუქტები. იყენებენ მიკრობიოლოგიაში საკვები არის მოსამზადებლად.

პეპტონიზაცია – პეპტონებიდან რძის ცილის (კაზეინის) ჰიდროლიზის პროცესი, რის შედეგადაც რძე ხდება გამჭვირვალე; გამოწვეულია ზოგიერთი ბაქტერიით.

პეპტოსტრეპტოკოკი – ბაქტერია. ჭრილობისა და ჩირქოვანი ინფექციის ერთ-ერთი გამომწვევი.

პერიპლაზმატური – გრამუარყოფითი ბაქტერიების ციტოპლაზმურ მემბრანასა და უჯრედის კედელს შორის არსებული სივრცე, რომელიც ამოვსებულია ფერმენტებით. ესენია: რიბონუკლეაზა, ფოსფატაზა, პენიცილინაზა და სხვა.

პერიტრიქები – ბაქტერიები, რომელთა უჯრედის მთელი ზედაპირი შოლტებითაა მოფენილი. ახასიათებთ ოჯახების Enterobacteriaceae-სა და Bacillaceae-ს წარმომადგენლებს.

პეტრის ფინჯანი – ბაქტერიოლოგიაში გეიდენრეიხის მიერ პირველად გამოყენებული ფინჯნები (1885 წ.), რომელთაც უმართებულოდ პეტრის ფინჯნები უწოდეს.

პექტინები – ორგანული, მაღალმოლეკულური შენაერთები, რომლებიც თავისი ბუნებით ნახშირწყლებს უახლოვდება; უჯრედშორისულ ნივთიერებათა მთავარი შემადგენელი ნაწილი; გვხვდება, აგრეთვე, უჯრედის წვენსა და მცენარეული უჯრედის გარსში.

პიგმენტი – საღებავი ნივთიერება, რომელიც ფერს აძლევს ორგანიზმს. გვხვდება პიგმენტურ უჯრედებში ან სხეულის საფარველში.

პიგმენტაცია – pigmentatio (ლათ. pigmentum იხ. პიგმენტი) – ცოცხალი ორგანიზმის ქსოვილთა და ორგანოთა შეფერვა მათში ფერადი ნივთიერებების – პიგმენტების დაგროვების შედეგად.

პიგმენტირებული კოლონიები – ზოგიერთი მიკროორგანიზმის პიგმენტების შემცველი კოლონიები.

პიგმენტწარმომქმნელი ბაქტერიები – საღებავი ნივთიერების (პიგმენტის) სინთეზის უნარის მქონე ბაქტერიები.

პილი, წამწამები ანუ ფიმბრიები – (ბერძ. pili, სინონიმი ბუსუსები, ფიმბრიები) – წვრილი ცილოვანი ბუნების ძაფები, რომლებიც ფარავენ ბაქტერიული უჯრედის

მთელ ზედაპირს.

პინოციტოზი – სითხის პატარა წვეთების შთანთქმა უჯრედის მიერ, რაც ხორციელდება უჯრედის გარე მემბრანის მეშვეობით. დამახასიათებელია მცენარეული და ცხოველური უჯრედებისათვის.

პინცეტი – პატარა მაშა წვრილი, სათუთი, სრიალა საგნების ასაღებად. იყენებენ მედიცინაში, ლაბორატორიებსა და სხვაგან.

პიოციანინი – წყალში ხსნადი პიგმენტი, რომელსაც წარმოქმნიან ლურჯ-მწვანე ჩირქის ჩხირის ბაქტერიები (Pseudomonas aeruginosae).

პიპეტი – [ფრანგ. pipette] – მინის წაწვეტებული მილაკი, რომელსაც თავში აქვს რეზინის თალფაქი. იხმარება თხევადი წამლის ამოსაღებად და ჩასაწვეთებლად.

პიროგით-პათოგენური მიკროორგანიზმები – ადამიანის ნორმული მიკროფლორის წარმომადგენლები, რომლებიც ორგანიზმის რეზისტენტობის დაქვეითებისას იწვევენ აუტოინფექციებს.

პლაზმიდები – კრებითი ცნება იმ სტუქტურებისა, რომლებიც წარმოადგენენ მემკვიდრეობის არაქრომოსომულ მატარებლებს.

პლაზმოლიზი – პროტოპლაზმის მოცილება გარსიდან, რაც გამოწვეულია უჯრედის მიერ წყლის დაკარგვით.

პლაზმური მემბრანა – უჯრედის ცოცხალი მოქმედი ნაწილი, რომლის გზითაც ხდება უჯრედში საკვები ნივთიერებების შესვლა და უჯრედიდან დაშლის პროდუქტებისა და სეკრეტების გამოსვლა.

პლეომორფიზმი-პოლიმორფიზმი – მცენარეთა, ცხოველთა ან მიკროორგანიზმთა ერთი და იმავე გვარის ან სახის ფარგლებში აგებულებით განსხვავებული მრავალი ფორმის არსებობა.

პლექტრიდიალური – ბაქტერიულ უჯრედში ტერმინალურად ლოკალიზებული სპორა. ამ დროს უჯრედი ღებულობს დოლის ჯოხის ფორმას. ახასიათებს ტეტანუსის ანუ გაშეშების გამომწვევს.

პლოსკირევის ნიადაგი – სადიფერენციაციო-სადიაგნოსტიკო ნიადაგი ნაწლავთა ინფექციების გამომწვევებისთვის.

პნევმოკოკები – (ბერძნ. pneumon ფილტვები და kokkos მარცვალი) – პნევმონიის გამომწვევი მიკრობები. წაგრძელებული ფორმის გრამდადებითი დიპლოკოკები.

პოლიმერაზული ჯაჭვური რეაქცია – სპეციფიკური ჯაჭვური რეაქცია, რომელსაც ატარებენ სპეციალურ აპარატურაში – ამპლიფიკატორში. ეს რეაქცია გამოიყენება ბაქტერიული და ვირუსული ინფექციების სადიაგნოზოდ.

პოლიმორფიზმი – მცენარეების, ცხოველების ან მიკროოგანიზმების ერთი და იმავე გვარის ან სახეობის ფარგლებში მორფოლოგიურად განსხვავებული მრავალი ფორმის არსებობა.

პოლიმორფული – მრავალფორმიანი, მრავალფეროვანი.

პოლიმორფული კოლონია – კოლონია, რომელიც შედგება სხვადასხვა აგებულების ინდივიდთა ჯგუფებისაგან.

პოლირიბოსომა – საინფორმაციო რნმ-ის მოლეკულაზე ერთდროულად განლაგებული რიბოსომების ჯგუფი. შემოკლებით პოლისომა. იხ. პოლისომა.

პოლისაპროობები – ორგანიზმები, რომლებიც ცხოვრობენ ორგანული ნივთიერებების შემცველ, ადვილად ლპობადი მცენარეული და ცხოველური ახალი ნარჩენებით ძლიერ დანაგვიანებულ უსუფთაო წყლებში.

პოლისაპროობული ზონა – ჟანგბადით ღარიბი, ორგანული ნივთიერებებით მდიდარი, ძალზე დაბინძურებული ზონა.

პოლისაპროობული წყალსატევი – ძლიერ გაჭუჭყიანებული წყალსატევი.

პოლიფოსფატური გრანულები – ვოლუტინის მარცვლები, რომლებიც წარმოადგენენ სამარაგო ნივთიერებებს და ქმნიან ფოსფორის მარაგს ბაქტერიულ უჯრედში. პოლიფოსფატური გრანულები მხოლოდ ბაქტერიებს ახასიათებთ და აქვთ სადიაგნოსტიკო მნიშვნელობა.

პოპულაცია – populatio (ფრანგ.) მოსახლეობა – გარკვეულ არეალში გავრცელებული ერთი სახის მცენარეთა ან ცხოველთა ერთობლიობა.

პოპულაციის სიმჭიდროვე – ინდივიდთა საერთო რაოდენობა პოპულაციაში ფართობის ერთეულზე.

პრეპარატი – მცენარის, ცხოველის ან მიკროორგანიზმის ნაწილი, რომელიც დამზადებულია გამოკვლევისა და სასწავლო მიზნისათვის და სხვა.

პრობიოტიკები – (ბერძნ. pro წინ, ნაცვლად, bios სიცოცხლე) – იმუნობიოლოგიური პრეპარატები, რომლებსაც იყენებენ დისბაქტერიოზის (დისბიოზების) შემთხვევაში. იყენებენ როგორც პროფილაქტიკური, ისე – სამკურნალო მიზნით.

პროდიგიოზინი – ღია წითელი ფერის საღებავი, რომელსაც წარმოქმნის ზოგიერთი სერატია (Serratia marcescens).

პროდუცენტები – ორგანიზმები, რომლებიც არაორგანული ნივთიერებებიდან წარმოქმნიან ორგანულ ნივთიერებებს.

პროვირუსი – უჯრედულ გენომში ინტეგრირებული ვირუსი.

პროკარიოტი ‖ პროკარიოტები – ორგანიზმები, რომელთაც არ აქვთ ნამდვილი ბირთვი. პროკარიოტებს მიეკუთვნებიან: ბაქტერიები და ციანობაქტერიები ანუ ლურჯმწვანე წყალმცენარეები.

პროსპორა – სპორის ჩანასახი (კერძოდ, ბაქტერიებში).

პროტეიდები – რთული ცილები, წარმოადგენენ ცილების სხვადასხვა (არაცილოვანი ბუნების მქონე) ნივთიერებებთან შეერთების პროდუქტს. პროტეიდებს მიეკუთვნება ზოგი ფერმენტი, ქსოვილთა და უჯრედთა ცილების მნიშვნელოვანი ნაწილი, სისხლის შრატი და სხვა.

პროტეინი ‖ პროტეინები – მარტივი ცილები; ნივთიერებანი, რომელთა მოლეკულები მთლიანად აგებულია ამინომჟავების ნაშთებისაგან. მათ საკუთრივ ცილებსაც უწოდებენ.

პროტეუსი – გრამუარყოფითი ჩხირი, რომელიც იწვევს საშარდე ტრაქტის ინფექციებს. ზოგიერთი სახეობა იწვევს პნევმონიას.

პროტისტები – უმარტივესნი. უმდაბლეს მცენარეთა, მიკროორგანიზმთა და ერთუჯრედიან ცხოველთა საერთო სახელწოდება.

პროტოზოა ‖ პროტოზოები – უმარტივესები, ერთუჯრედიანი ცხოველური ორგანიზმების საერთო სახელწოდება.

პროტოპლაზმა – ცოცხალი უჯრედის ყველა შემადგენელი ნაწილის ერთობლიობა უჯრედის გარსის გამოკლებით. წარმოადგენს ბიოკოლოიდების უფერულ, ნახევრად თხევად, გამჭვირვალე მასას.

პროტოპლასტი – უჯრედის ცოცხალი მასა, რომელშიც ჩვეულებრივ გულისხმობენ ციტოპლაზმას, ბირთვსა და პლასტიდებს; უჯრედის შიგთავსი.

პროტოტროფი – ბაქტერიები, რომლებიც მათთვის საჭირო ყველა ნივთიერებას თვითონ აწარმოებენ და მზა ნივთიერებებს არ საჭიროებენ.

პროტოტროფული ბაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც თვითონ აწარმოებენ ქემოსინთეზს ან ფოტოსინთეზს. ე. ი. არ საჭიროებენ მზა ორგანულ ნივთიერებებს. ხშირად მათ ავტოტროფულ ბაქტერიებსაც უწოდებენ, რაც უფრო მისაღებია.

პროფაგი – მასპინძლის გენომთან ასოცირებული ფაგის დნმ-ი.

უ

ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები – ქიმიური რეაქციები, რომელთა დროს იცვლება ატომების დაჟანგვის ხარისხი.

ჟელატინი – ცხოველური წარმოშობის ცილოვანი ნივთიერება, რომლის ხსნარი გაცივებისას იქცევა ლაბად (სქელ ფაფისებრ მასად). იყენებენ ტექნიკაში, მედიცინაში, კულინარიასა და მიკრობიოლოგიაში.

რ

რადიკალი – ატომთა ჯგუფი, რომელიც ერთი ნაერთიდან მეორეში უცვლელად გადადის. რადიკალი არის უმუხტო ნაწილაკი გაუწყვილებელი ელექტრონით. მაგალითად, ნახშირბადოვანი რადიკალი – CH_3; C_2H_5; და სხვა.

რადიკალების ტრანსლოკაცია – (ლათ. trans იქით, იქითა, locus ადგილი) – გადატანა, მაგალითად, რადიკალების ტრანსლოკაცია.

რედუბლიკაცია – გაორმაგება. მაგ., ქრომოსომის გარკვეული სეგმენტის გაორმაგება ქრომოსომათა ჰაპლოიდურ ანაწყობში.

რედუცენტები – ორგანიზმები, რომლებიც კვების პროცესში რთულ ორგანულ ნივთიერებებს გარდაქმნიან მინერალურ შენაერთებად. მათ მიეკუთვნება ზოგიერთი ბაქტერია. კერძოდ, ლპობის ბაქტერია.

რევერსია – (ლათ. reversio დაბრუნება) – ორგანიზმში ისეთ ნიშან-თვისებათა გაჩენა, რომლებიც არ ჰქონდათ უფრო შორეულებს.

რევერტაზა – (ლათ. reversio უკან დაბრუნება) – რნმ-ის შემცველ უჯრედში არსებული ფერმენტი, რომელიც ვირუსის რნმ-ის სიახლოვეს წარმოქმნის დნმ-ის მოლეკულას, ე. წ. პროდნმ-ს. ეს უკანასკნელი რნმ-იდან ინფორმაციის გადაწერის შემდეგ ინკორპორირდება უჯრედის გენომში. სინონიმებია: რნმ-ზე დამოკიდებული დნმ-პოლიმერაზა და შებრუნებითი ტრანსკრიპტაზა.

რეზისტენტობა – (ლათ. resisto – წინააღმდეგობას ვუწევ) – გამძლეობა (მაგ., ორგანიზმისა რაიმე დაავადების მიმართ).

რეინფექცია – ორგანიზმის განმეორებითი (მეორედ) დაავადება, ადრე გადატანილი ასეთივე ავადმყოფობით.

რეკომბინაცია – (ლათ. re კვლავ, combinatio გარკვეული სახის შეერთება შეხამება) – მშობლიური გენების გადაჯგუფება. ე. ი. მემკვიდრული მასალის მიმოცვლა.

რეპლიკაცია – (ლათ. replicatio განმეორება) – დნმ-ის ყოველ პოლინუკლეოტიდურ ჯაჭვზე ახალი კომპელემენტარული ჯაჭვის სინთეზირება.

რეპლიკაციის ინჰიბიტორი – რეპლიკაციის შემაყოვნებელი.

რეპრესია – სპეციფიკური ქიმიური ნივთიერებების გავლენით დათრგუნული ფერმენტების სინთეზი.

რეპრესიბელური ფერმენტი – ნივთიერებების სინთეზი, დამთრგუნველი ფერმენტი კატალიზებული რეაქციის პრო-

დუქტის ჭარბი დაგროვების შემთხვევაში.

რიბოზა – მონოსაქარიდი პენტოზების ჯგუფიდან; შედის რიბონუკლეინმჟავას, ადენოზინისა და სხვა ნივთიერებების შემადგენლობაში. სინ. პენტოზა.

რიბოსომები – მცენარის, ცხოველისა და მიკრობის უჯრედების უწვრილესი მარცვლოვანი ფორმის ორგანოიდები, რომლებიც გაბნეულია ციტოპლაზმაში, ასრულებენ ერთგვარი „ამწყობი კონვეიერის“ როლს. მათზე მიმდინარეობს ცილების მოლეკულების სინთეზი, შედგება რიბოსომული რნმ-ისაგან. თითოეული უჯრედი შიცავს ათასობით და ათი ათასობით რიბოსომას.

რიზოიდები – წვრილი ძაფის ან ბეწვის სახის ფესვისებრი წარმონაქმნები, რომლთა საშუალებით ხდება მცენარის სუბსტრატზე მიმაგრება და იქიდან საკვები ნივთიერებების შეწოვა.

რიზოსფერო – ფესვთანური ზონა, რომელშიც თავმოყრილია ფესვთა გამონაყოფებით მიზიდული უამრავი მიკროორგანიზმი.

რიკეტსიები – მიკროორგანიზმთა ერთი ჯგუფი. ისინი არიან უჯრედშიდა პარაზიტები. (რიკეტსიები უწოდეს ამერიკელი პათოლოგის Rickettis გვარის მიხედვით). ზომით ბაქტერიებზე უფრო პატარა და ფილტრში გამავალ ვირუსებზე უფრო დიდი მიკროორგანიზმებია.

რიფამფიცინი – ნივთიერება, რომელიც სპობს ზოგიერთ ვირუსს. კერძოდ, ტრაქომის გამომწვევს. შექმნა იტალიელ მეცნიერთა ჯგუფმა 1969 წელს.

რკინაბაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც რკინის ქვეჟანგს ჟანგავენ რკინის ჟანგში. ამ დროს განთავისუფლებული ენერგია გამოიყენება კარბონატებიდან და CO_2-დან ნახშირბადის შესათვისებლად.

რნმ – რიბონუკლეინის მჟავა. ცნობილია ინფორმატიული, სატრანსპორტო და რიბოსომული რნმ.

როზეოლა – (ლათ. roseus ვარდისა) – წითელი გამონაყარი კანზე ოსპისოდენა ლაქების სახით.

რომანოვსკი-გიმზას საღებავი – ორგანული საღებავი, რომელიც მიღებულია აზურის, ეოზინისა და მეთილენის ლილის ნარევისაგან. გახსნილ მდგომარეობაში მოლურჯო იისფერია. იყიდება გამზადებული სახით.

ს

საავტოკლავი – ავტოკლავის სადგომი, სადაც ახდენენ ჭურჭლისა და საკვები ნიადაგების გასტერილებას.

საარსებო პირობები – პირობათა კომპლექსი, რომელიც ესაჭიროება ორგანიზმს და ახდენს პირდაპირ და არაპირდაპირ გავლენას მასზე.

სადიფერენციაციო – სადიაგნოსტიკო არე – არე, რომელიც გამოიყენება მიკროორგანიზმთა დიაგნოსტიკაში. ასეთებია ენდოსა და ლევინის საკვები არეები. სადიფერენციაციო – სადიაგნოსტიკო ნიადაგები გათვალისწინებულია ბაქტერიების ცალკეული ტიპების, სახეობებისა და ჯგუფების ინდიკაციისათვის.

საკვები არე – არე, რომელზედაც ზრდიან ცოცხალ ორგანიზმებს. მაგალითად, ბაქტერიებს, სოკოებს.

საკონიუგაციო არხი – ბაქტერიებში სქესობრივი პროცესის – კონიუგაციისას წარმოქმნილი არსი. მამრობით და მდედრობით უჯრედებს შორის საკონიუგაციო არხის მოვალეობას ასრულებენ ფიმბრიები ანუ სასქესო პილები.

სალვარსანი – (გერმ. Salvarsan ლათ. salveo გადავარჩენ, მოვარჩენ და გერმ. Arsen დარიშხანა) – დარიშხანის პრეპარატი სიფილისის სამკურნალოდ.

სანაცია – (ლათ. sanatio განკურნება) – განკურნება, გაჯანსაღება.

სანჯღრეველა – ხელსაწყო, რომელიც გამოიყენება მიკროორგანიზმთა სიღრმისეული კულტივირებისათვის.

საპრო – [ბერძნ. sapros დამპალი] – რთული სიტყვის პირველი შემადგენელი ნაწილი; ნიშნავს ცხოველური და მცენარეული ნაშთების ხრწნასთან, ლპობასთან დაკავშირებულს. მაგალითად, საპროფიტები.

საპრობები და საპრობიონტები – [ბერძნ. sapros დამპალი და bios – სიცოცხლე] – ორგანიზმები (ბაქტერიები, ინფუზორიები და სხვა), რომლებიც ცხოვრობენ მცენარეული ან ცხოველური ნარჩენებით დანაგვიანებულ წყალსაცავებში.

საპროგენური ბაქტერიები – [ბერძნ. sapros დამპალი და genos წარმოშობა] – ლპობის გამომწვევი ბაქტერიები.

საპრონოზები – გახრწნილ ორგანულ ნივთიერებებში მცხოვრები მიკროორგანიზმები.

საპროფიტები – [ბერძნ. sapros დამპალი და phyton მცენარე] – ორგანიზმები, რომლებიც იკვებებიან გახრწნილი მზა ორგანული ნივთიერებებით (მრავალი სოკო და ბაქტერია).

საპროფიტული კვება – რთული ორგანული ნივთიერებებით კვება.

საპროფიტული ტრეპონემა – არაპათოგენური ტრეპონემა. მაგალითად, Treponema macrodentum, რომელიც ადამიანის პირის ღრუში გვხვდება.

სარცინები – სფეროსებრი ბაქტერიების ჯგუფი შეერთებული 8-16 უჯრედიან პაკეტებად. წარმოიქმნება უჯრედის სამ ურთიერთპერპენდიკულარულ სიბრტყეში გაყოფით.

სასიცოცხლო არე – ყველა იმ ადგილმდებარეობათა მთლიანობა, სადაც ცხოველები, მცენარეები ან მიკროორგანიზმებია გავრცელებული.

სასტერილიზაციო – ჭურჭლისა და საკვები ნიადაგების გასასტერილებელი ადგილი.

სატელიზმი – მიკროორგანიზმთა ერთ-ერთი სახეობის ზრდის გაძლიერება მეორე სახეობის გავლენით. მაგალითად, საფუვრები ასტიმულირებენ სხვა მიკროორგანიზმების კოლონიების ზრდას.

სატელიტი – ქრომოსომის მონაკვეთი.

საფუვრები – ეუკარიოტული მიკროორგანიზმები. აქვთ ცრუ მიცელიუმი. მრავლდებიან როგორც სქესობრივად, ასევე – უსქესოდ (დაკვირტვით).

საცხოვრებელი გარემო – ყველა იმ პირობათა ერთობლიობა, რომელშიც ცხოვრობს ცხოველის, მცენარის ან მიკროორგანიზმის ესა თუ ის სახეობა; საცხოვრისი; ადგილსამყოფელი.

სახეობა – 1. მცენარეთა, ცხოველთა ან მიკროორგანიზმთა ერთ-ერთი ძირითადი ტაქსონომიური ერთეული. 2. მსგავსი მემკვიდრული ნიშან-თვისებების მქონე ინდივიდების (პოპულაციების) ერთობლიობა, რომელთაც აქვთ საერთო წარმოშობა, გავრცელების გარკვეული არეალი და ბუნებრივ პირობებში ერთმანეთთან შეჯვარებისა და ნაყოფიერი შთამომავლობის წარმოქმნის უნარი.

სეგმენტაცია – ცხოველური და მცენარეული ორგანიზმების სხეულის სიგრძივი ღერძის გასწვრივ თანმიმდევრულად განლაგებული, მსგავსი აგებულების ნაწილები, ნაწევრები. ცალკეულ ნაწევარს სეგმენტი ეწოდება.

სეკვენირება – ერთი და იმავე დნმ-ის მოლეკულის 4 ნიმუშის ერთდროული „დაჭრა“ ოთხი ფუძის (ადენინის, გუანინის, ციტოზინის, თიმინის) უბანში და წარმოქმნილი ფრაგმენტების შემდგომ განცალკევება.

სელექცია – ცხოველთა ან მცენარეთა არსებული ჯიშების გამოყვანა ხელოვნური შერჩევით, შეჯვარებით, მყნობით და სხვა საშუალებებით.

სელექციური – (ლათ. selectio გადარჩევა) – ახალი ჯიშები გამოყვანილი ხელოვნური შერჩევით.

სენსიბილიზაცია – ბიოლოგიური პროცესი, რომლის შედეგად იზრდება ცხოველური ორგანიზმის ან მისი ცალკეული ორგანოების მგრძნობელობა გამღიზიანებლის მიმართ.

სეპტირება – დაყოფა, დანაწევრება.

სეპტირებული – ცალკეულ ფრაგმენტებად დაყოფილი განივი ტიხრები.

სეროვარი – (ლათ. serum შრატი) – ერთი და იმავე სახეობის ვარიანტები, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ანტიგენური სტრუქტურით.

სეროლოგიური ტაქსონომია – ტაქსონომიის ერთ-ერთი სახე, რომელიც დამყარებულია მიკრობულ უჯრედში დიაგნოსტიკური ანტიშრატებით შესაბამისი ანტიგენების

განსაზღვრაზე.

სერუმი – [ლათ. serum] – სისხლის შრატი.

სეფსისი – (sepsis (ბერძნ.) ლპობა, ხრწნა) – ორგანიზმის საერთო დასნებოვნება ჩირქის წარმომქმნელი მიკრობებით და მათი ტოქსინებით, რომლებიც სისხლში მოხვდნენ.

სიმბიოზი – [ბერძნ. symbiosis თანაცხოვრება] – სხვადასხვა სახის ორგანიზმების თანაარსებობა, თანაცხოვრება, რაც სასარგებლოა თითოეული მათგანისათვის (მაგ., პარკოსან მცენარეთა თანაცხოვრება კოურის ბაქტერიებთან).

სიმბიოზური აზოტფიქსატორები – Rizobium-ის გვარის წარმომადგენლები, რომლებიც სახლდებიან პარკოსანი მცენარეების ფესვთა სისტემაზე, წარმოქმნიან კოურებს.

სიმბიონტი – სიმბიოზში მყოფი ერთ-ერთი ორგანიზმი.

სინთეზი – (ბერძნ. synthesis შეერთება) – 1. მეცნიერული კვლევის მეთოდი – საგნის ან მოვლენის შესწავლა მის მთლიანობაში, მისი ნაწილების ურთიერთკავშირში. 2. შეერთება, განზოგადება. 3. ქიმიური ნივთიერებების მიღება მარტივ ნივთიერებათა გზით.

სინთეზური საკვები არე – ხელოვნურად მიღებული საკვები არე.

სკალპერი – პატარა ქირურგიული დანა.

სკატოლი – მეტაბოლიზმის ტოქსიკური პროდუქტი.

სმეგმის მიკობაქტერიები – Micobacterium smegmatis, მიკროორგანიზმი, რომელიც გვხვდება მამაკაცის გარეთა სასქესო ორგანოზე.

სოდოკუ – sodocu (იაპ. so ვირთხა, doku შხამი) – ინფექციური დაავადება, იწვევს სპირილა (Spirillum minus), რომელიც გადადის ვირთაგვის კბენით; ვლინდება პერიოდული ციებ-ცხელებით, ლიმფური კვანძების შესივებით, ზოგადი ინტოქსიკაციით, თავის, კუნთებისა და სახსრების ტკივილით.

სოკოები – ეუკარიოტული ორგანიზმები, რომლებიც გაერთიანებული არიან სამეფო Fungi-ში.

სოკოს ჰიფები ანუ **ძაფები** – ჰიფების ერთობლიობა, ქმნის მი-

ცელიუმს.

სპირილა ‖ სპირილები – ხვეული ბაქტერიები, რომელთაც აქვთ 2-დან 4-მდე სპირალურად დახვეული ჩხირის ფორმა.

სპიროქეტები – დამაავადებელი მიკროორგანიზმები, რომელთაც სპირალურად ხვეული ფორმა აქვთ. ხვეულების რიცხვი 4-დან 16-მდეა.

სპონტანური – spontaneus –თვითნებური, – გარეგანი გავლენის გარეშე, თავისთავად შინაგანი მიზეზებით წარმოქმნილი (მაგ., სპონტანური პნევმოთორაქსი).

სპონტანური ტრანსფორმაცია – დაღუპული უჯრედებიდან გამოყოფილი დნმ-ის ფრაგმენტის მიტაცება რეციპიენტი-უჯრედის მიერ.

სპორა – [ბერძნ. spora თესლი] – ზოგი მცენარეული ორგანიზმისა (წყალმცენარეების, სოკოების, ხავსების) და ბაქტერიების მიკროსკოპული ჩანასახი, რომელიც საჭიროა მათი გამრავლების, გავრცელებისა და სახეობის შენარჩუნებისათვის.

სპორათმტარი – იგივე სპორანგიოფორი (იხ. სპორანგიოფორი).

სპორანგიოფორი – სოკოს მიცელიუმის განსაკუთრებული დიფერენცირებული ჰიფები, რომლებზედაც სპორანგიუმები წარმოიქმნება. სპორანგიუმის მატარებელი.

სპორანგიუმი – ორგანო, რომელშიც სპორები წარმოიქმნება.

სპორის წარმომქმნელი ბაცილები – ბაცილები, რომლებიც ორ გვარშია გაერთიანებული Bacillus-სა და Clostridium-ში. Bacillus-ის გვარის წარმომადგენელები აერობებია, Clostridiumis-ის გვარის წარმომადგენლები – ანაერობები.

სპოროპლაზმა – სპორის შემცველობა, რომელიც გარემოცულია ციტოპლაზმური მემბრანით.

სტაბილური – (ლათ. stabilis მუდმივი, უცვლელი, მტკიცე, მყარი, მდგრადი) – მუდმივი, უცვლელი.

სტანდარტული – 1. რაც სტანდარტს შეესაბამება, ტიპობრივი. 2. გადატ. შაბლონური, ტრაფარეტული.

სტაფილოკოკი – დაჩირქების გამომწვევი ბურთისებრი ფორმის გრამდადებითი მიკრობი, რომელიც ყურძნის მტევ-

ნებივით ჯგუფურად გროვდება.

სტერილიზაცია – sterilizatio უნაყოფოს ვხდი (ლათ. sterilis უნაყოფო) – 1. მიკროორგანიზმების მოსპობა გამოხარშვით, ფილტრაციით, ქიმიურ ნივთიერებათა ზემოქმედებით. მაგ., რძის სტერილიზაცია, შპრიცის სტერილიზაცია; 2. ადამიანის ან ცხოველისთვის განაყოფიერების უნარის მოსპობა ოპერაციის საშუალებით ან რადიოაქტიური დასხივებით.

სტერილური – უნაყოფო – 1. სტერილიზაციის გზით გაწმენდილი, დამუშავებული; 2. ის, რაც არ შეიცავს ცოცხალ მიკროორგანიზმებს ან მათ სპორებს; 3. განაყოფიერების უნარს მოკლებული.

სტერილურობა – sterilitas (ლათ. sterilis უნაყოფო) – 1. შთამომავლობის შექმნის უუნარობა; 2. ბაქტერიებისა და სპორების არარსებობა.

სტრეპტობაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც ძეწკვებადაა შეკრებილი და არ წარმოქმნიან სპორებს.

სტრეპტობაცილა – ბაცილები, რომლებიც ძეწკვებადაა შეკრებილი და წარმოქმნიან სპორებს.

სტრეპტოკოკები – სფეროსებრი ბაქტერიები, რომლებიც ძეწკვებადაა შეკრებილი.

სტრეპტომიცინი – streptomicinum (ბერძნ. streptos ძეწკვი , mykes სოკო) – ძლიერი ანტიბიოტიკი, განსაკუთრებით აქტიური გრამუარყოფითი ბაქტერიების მიმართ, რომლის პროდუცენტია აქტინომიცეტი A. Actinomyces griseus. ეს ანტიბიოტიკი პირველად მიიღო 1943 წელს ამერიკელმა მიკრობიოლოგმა ვაქსმანმა.

სტრომა – stroma – (ბერძნ. საგები) – ორგანოს გამამაგრებელი საყრდენი სტრუქტურა.

სუბსტანცია – substantia – ნივთიერება.

სუბსტრატი – 1.საკვები არე მიკროორგანიზმებისათვის. 2. მცენარის მიმაგრების ადგილი (მაგ.,ეპიფიტების). 3. ნივთიერება, რომელზედაც მოქმედებს ფერმენტი.

სულფანილამიდები – ანტიბაქტერიული პრეპარატები. 1932 წელს გერმანელმა მეცნიერმა **გ. დომაკმა** დაასინთეზა პირველი სულფანილამიდური პრეპარატი – სტრეპტოციდი და შემდეგ სულფანილამიდების შენაერთების მთელი ჯგუფი, რომლებიც მაღალ მგრძნობელობას იჩენენ გრამდადებითი და გრამუარყოფითი ბაქტერიების მიმართ.

სუნთქვა – უმეტეს მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა უჯრედებში მიმდინარე ფიზიოლოგიური პროცესი, რომლის დროსაც ხდება ორგანულ ნივთიერებათა დაჟანგვა, რასაც თან სდევს ორგანიზმის ცხოველმოქმედებისათვის აუცილებელი ენერგიის გათავისუფლება.

სუბპოპულაცია – (ლათ. sub ქვეშ) – მცირე პოპულაცია.

სუპერკაფსიდა – რთული ვირუსების გარეთა გარსი ორგანიზებული ლიპიდების ორმაგი შრითა და ვირუსული ცილებით, ზოგჯერ – ეკლისებრი გამონაზარდებით.

სუპრესირება – ნორმალური ფლორის დათრგუნვისას გაზრდილი პათოგენური მიკროორგანიზმები, რომლებიც იწვევენ ამა თუ იმ დაავადებას.

სუსპენზია – ნარევი ორი ნივთიერებისა, რომელთაგან ერთი (მყარი) ნივთიერება შეტივტივებულია მეორეში (სითხეში) უმცირესი ნაწილაკების სახით.

სუფთა კულტურა – კულტურა, რომელიც ერთი სახეობის მიკრობებისაგან შედგება.

სუქცინატი – ქარვის მჟავა.

ტ

ტაქსონი – [ლათ. taxo შეიცავს] – სისტემატიკური კატეგორია, როგორიცაა სახეობა, გვარი, ოჯახი,კლასი და მისთ. გამოიყენება მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა სისტემატიკაში.

ტაქსონომია – სწავლება მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა კლასიფიკაციის პრინციპების შესახებ. ადრინდელი გაგებით, სისტემატიკის დარგი, რომლის ამოცანაა ტაქსონომიური (სისტემატიკური) ჯგუფების ან კა-

ტეგორიების (ტაქსონების) ურთიერთნათესაური დამოკიდებულების დადგენა. ჩვეულებრივ, ტაქსონომიას არ ასხვავებენ სისტემატიკისაგან და მის სინონიმად არის მიჩნეული. მიკრობიოლოგიაში ძირითადი ტაქსონომიური ერთეულებია: სახეობა, გვარი, ოჯახი, რიგი, კლასი და ა. შ.

ტაქსონომიური კატეგორიები – სისტემატიკური კატეგორიები, ტაქსონები. მეტ-ნაკლები ხარისხით ურთიერთისაგან ნათესაურად განსხვავებულ მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა დაქვემდებარებული ჯგუფი ან ჯგუფები.

ტეიქოვის მჟავა – პოლიმერი, რომელიც შედის ბაქტერიული უჯრედის კედლის შემადგენობაში. წარმოადგენს სამატომიანი სპირტის, გლიცერინისა და ხუთატომიანი სპირტის რიბიტის რთულ ეთერს.

ტერმინაცია – ცილის სინთეზის დამთავრება და რიბოსომასთან ერთად წარმოქმნილი ცილის მოცილება საინფორმაციო რნმ-ის მოლეკულიდან.

ტესტ-მიკრობი – სასინჯი, საცდელი მიკრობი.

ტესტ-ორგანიზმი – სასინჯი ორგანიზმი, საცდელი ორგანიზმი.

ტეტრაკოკები – სფეროსებრი ბაქტერიები, რომლებიც მიიღებიან ორ ურთიერთპერპენდიკულარულ სიბრტყეში გაყოფის შედეგად და ოთხი უჯრედისაგან შედგებიან.

ტეტრაპლოიდი – უჯრედი ან ორგანიზმი ქრომოსომათა ოთხი ანაწყობით, ე. ი. ოთხჯერ მეტი ქრომოსომათა რიცხვით ჰაპლოიდურთან შედარებით.

ტინდალიზაცია – წილადი სტერილიზაცია.

ტინქტორული – (ინგლ. tincton შეღებვა) – უჯრედის სხვადასხვა სტრუქტურებისა და სხვადასხვა საღებავების შეღებვის უნარი.

ტრანზიტორული – (ლათ. transitorius – გასავალი) – გარდამავალი, წარმავალი.

ტრანზიტორული მიკროორგანიზმები – მიკროორგანიზმთა უზვეულო ფორმები, რომლებიც ანომალურად არიან გამრავლებული და აწარმოებენ მეტაბოლიზმის ტოქსიკურ პროდუქტებს.

ტრანსდუქცია – გენეტიკური მასალის ფრაგმენტის გადატანა დონორი უჯრედიდან უჯრედ-რეციპიენტში ბაქტერიოფაგების (ფაგების) მეშვეობით.

ტრანსკრიპცია – (ლათ. transcriptio გადაწერა) – გენეტიკური ინფორმაციის გადაწერა დნმ-ის მოლეკულიდან რნმ-ის მოლეკულაზე.

ტრანსლაცია – 1. საკუთრივ ცილის ბიოსინთეზის პროცესი რიბოსომებზე. ეს პროცესი ხდება წამის 0.2-0.166-ში, ამ დროს პოლიპეპტიდური ჯაჭვი ერთი რგოლით გრძელდება. 2. გენეტიური კოდის გაშიფვრის პროცესი საინფორმაციო რნმ-ში. ამ დროს ხდება საკუთრივ ცილის სინთეზი.

ტრანსლოკაზები – ფერმენტები, რომლებიც ახდენენ ერთი ქრომოსომის მონაკვეთის (უბნის) გადატანას მეორეზე, მაგრამ არა მის ჰომოლოგიურ ქრომოსომაზე.

ტრანსპეპტიდაზები – ფერმენტები, რომლებიც ბაქტერიების უჯრედის კედლის პეპტიდოგლიკანის სინთეზს ამთავრებენ.

ტრანსპოზონები – ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობები, არაქრომოსომული სტრუქტურები, რომლებიც არ წარმოადგენენ გენეტიკურ ელემენტებს, არსებობენ თავისუფალ მდგომარეობაში რგოლური მოლეკულების სახით. მათი ბაქტერიის დნმ-ში ჩართვისას იწვევენ დუბლიკაციას, დელეციას ან ინვერსიას.

ტრანსფორმაცია – (ლათ. transformo გარდავქმენი) – გარდაქმნა, სახეცვლილება, ფორმის ან სტრუქტურის შეცვლა.

ტრეპონემა ‖ ტრეპონემები – მიკროორგანიზმთა გვარი, რომელიც გაერთიანებულია ოჯახში Spirochaetaceae.

ტრიპლეტი – გენის სტრუქტურული კომპონენტი, რომელიც წარმოდგენილია გარკვეული თანმიმდევრობით განლაგებული სამი აზოტოვანი ფუძით.

ტრიპლეტური კოდი – გენეტიკური კოდი, რომელშიც პოლიპეპტიდური ჯაჭვის თითოეული ამინომჟავა განისაზღვრება დნმ-ის სამი ნუკლეოტიდის ჯგუფით.

ტუბერკულინი – tuberculinum (ლათ. tuber კორძი) – ტუბერკულოზის მიკობაქტერიის პროტეინების შემცველი მასალა ან ამ პროტეინების პროდუქტი, რომელსაც შეუძლია გამოიწვიოს ადამიანის ან ცხოველის ქსოვილში ანთებითი რეაქცია. მას იყენებენ ტუბერკულოზის დიაგნოსტიკისათვის.

ტუბერკულოზი – [ლათ. tuber კორძი, -osis მდგომარეობა] – ინფექციური დაავადება, გამოწვეულია ტუბერკულოზის მიკობაქტერიით (Mycobacterium tuberculosis). აღმოაჩინა გერმანელმა ბაქტერიოლოგმა რ. კოხმა 1882 წელს.

ტუბულინი – ცილა, რომლისგანაც შედგებიან ეუკარიოტების შოლტები.

ტუბუსი – მილი (ოპტიკურ ხელსაწყოებში). მაგ., მიკროსკოპის ტუბუსი, ფოტოაპარატის ტუბუსი.

ტურბიდოსტატი – ხელსაწყო, რომელშიც ხორციელდება მიკროორგანიზმთა უწყვეტი კულტივირება.

უ

უბიკვიტარული – (ლათ. ubique ყველგან) – ყველგან მყოფი, მაგ., მაკროფაგები, რომლებიც არსებობენ ნებისმიერ ქსოვილსა და ორგანოში.

უბიკვიტები – ორგანიზმები, რომლებიც ნაკლებმომთხოვნი არიან საარსებო პირობებისადმი და ადვილად ეგუებიან სხვადასხვა ეკოლოგიურ პირობებს.

უბიქინონი – ცილა, რომელსაც გადააქვს ელექტრონი ბაქტერიულ ფოტოსინთეზში ელექტრონების ციკლური ნაკადისას.

უკუმუტაცია – მუტაციის ერთ-ერთი სახე, ე. ი. გენეტიკური მასალის ცვლილების ერთ-ერთი სახე, როდესაც პირდაპირი მუტაციით შეცვლილ ნიშანს აბრუნებს ნორმის ფარგლებში. მას ხშირად რევერსიასაც უწოდებენ.

ულტრაბგერა – განსაზღვრული სიხშირის ბგერა, რომელიც იწვევს მიკრობული უჯრედის ორგანელების დეპოლიმერიზაციას და დენატურაციას გახურების ან წნევის მომატების გარეშე.

ულტრაიისფერი სხივები – (ლათ. ultra იქით, გაღმა) – სპექტრის უხილავი სხივები, რომლებიც განფენილია იისფერი სხივების შემდეგ.

ულტრამიკრობები – უწვრილესი არსებანი, რომლებიც უხილავი არიან სინათლის მიკროსკოპში და გადიან ბაქტერიულ ფილტრში. ულტრამიკრობებს ხშირად აკუთვნებენ, აგრეთვე, ვირუსებსა და ბაქტერიოფაგებს.

ულტრამიკროსკოპი – მიკროსკოპი, რომელიც უწვრილესი (რამდენიმე მილიმიკრონის სიდიდის) ნაწილაკების აღმოჩენის საშუალებას იძლევა.

ურეაზა – ფერმენტი, რომელიც ხელს უწყობს შარდოვანას დაშლას ამიაკად და ნახშირორჟანგად.

ურობაქტერიები – ბაქტერიები, რომლებიც შარდოვანას შლიან ამონიაკად (იყენებენ როგორც აზოტის წყაროს) და ნახშირორჟანგად; გამოყოფენ მეტად აქტიურ ფერმენტს – ურეაზას.

უსრული სოკოები – სოკოების ჯგუფი, რომლის წარმომადგენლებისათვის დამახასიათებელია მრავალუჯრედიანი მიცელიუმი და არ მრავლდებიან სქესობრივად.

უჯრედული იმუნიტეტის თეორია – იმუნიტეტის შესახებ ერთ-ერთი თეორია, რომლის ავტორია რუსი მეცნიერი **ილია მეჩნიკოვი**.

უჯრედშიგა პარაზიტები – ვირუსები, რიკეტსიები, რომელთაც უჯრედის გარეთ ცხოველმყოფელობა არ შეუძლიათ.

უჯრედშორისი ტიხარი – უჯრედის ბინალური გაყოფის დროს წარმოქმნილი ტიხარი.

ფ

ფაგი ‖ ფაგები – იხ. ბაქტერიოფაგი.

ფაგის მორფოგენეზი – ფაგის წარმოქმნისა და განვითარების პროცესი.

ფაგოსომი – ვაკუოლი, რომელიც წარმოიქმნება ციტოპლაზმაში

ფაგოციტოზის პროცესში.

ფაგოციტი – [ბერძნ. phago, kytos უჯრედი]– უჯრედი, რომელსაც უნარი აქვს შთანთქოს ორგანიზმში მოხვედრილი უცხო სხეულაკები და ბაქტერიები.

ფაგოციტოზი – უჯრედის (მაგალითად, სისხლის თეთრი სხეულაკების) მიერ ორგანიზმში შეჭრილი უცხო სხეულაკების მიტაცება და შთანთქმა.

ფაგოციტური თეორია – ი. მეჩნიკოვის იმუნიტეტის თეორია, რომლის მიხედვით ორგანიზმი მასში შეჭრილი ინფექციისაგან თავს იცავს სისხლის თეთრი სხეულაკების (ლეიკოციტების) მიერ ბაქტერიების შთანთქმის მეშვეობით.

ფაგური კონვერსია – ფაგის არსებობის გამო ბაქტერიული უჯრედის თვისებების შეცვლა. ეს მოვლენა 1951 წელს პირველად აღწერა **ფრიმენმა.**

ფაზურ-კონტრასტული მიკროსკოპი – მიკროსკოპის ერთ-ერთი სახე, რომლითაც აკვირდებიან ცოცხალ უჯრედზე გამავალი სინათლის სხივების მოქმედებას.

ფაკულტატური – მომდინარეობს ლათინური სიტყვისაგან facultas (შესაძლებელია) და ნიშნავს არასავალდებულოს, საკუთარ არჩევანზე დამოკიდებულს.

ფაკულტატური ანაერობები – ორგანიზმები (საფუვრები, რძემჟავა ბაქტერიები და სხვა), რომელთაც შეუძლიათ იცხოვრონ როგორც თავისუფალი ჟანგბადის არსებობის, ასევე უქონლობის პირობებში.

ფაკულტატური პარაზიტები – ორგანიზმები, რომელთაც შეუძლიათ იკვებონ როგორც სხვა ორგანიზმის ხარჯზე, ასევე – საპროფიტულადაც.

ფენოლი- კარბოლის მჟავა – phenolum [ბერძნ. phaino ვანათებ, ლათ. (ol(eum) ზეთი] – უფერული ორგანული ნაერთი, რომელიც შენახვისას ვარდისფერი ხდება. 2-3%-იან ხსნარს იყენებენ ხელების სადეზინფექციოდ, 3-5%-იანს კი – ქირურგიული იარაღებისთვის.

ფენოტიპი – (ბერძნ. phaino ვუჩვენებ, typos ანაბეჭდი) – ერთობლიობა ორგანიზმის ყველა გარეგანი და შინაგანი ნიშ-

ნისა, რომელიც ყალიბდება ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარების პროცესში.

ფენოტიპური მოდიფიკაცია – ორგანიზმთა ფენოტიპური, არამემკვიდრული ცვლილება, რომელიც წარმოიქმნება გაბატონებული გარემო პირობებისა და განვითარების ზემოქმედებით.

ფერმენტი | ფერმენტები – ცოცხალ უჯრედში წარმოდგენილი ცილოვანი ბუნების ორგანული კატალიზატორი. არის ყოველგვარი ბიოქიმიური პროცესის აუცილებელი მონაწილე. ხასიათდება მაღალი აქტიურობით და თავისი მოქმედების სპეციფიკურობით. ხელს უწყობს ორგანიზმში მიმდინარე ქიმიურიპროცესების დაჩქარებას. იგივეა, რაც ენზიმი.

ფერმენტების სპეციფიკურობა – ცალკეული ფერმენტის შესაძლებლობა, იმოქმედოს მხოლოდ გარკვეულ ნივთიერებაზე და მოახდინოს გარკვეული რეაქციის კატალიზი.

ფერმენტული რეაქცია – ფერმენტის მონაწილეობით მიმდინარე რეაქცია.

ფიბრილა – ბაქტერიოფაგის ბაზალურ ფირფიტაზე არსებული კუდის ძაფი.

ფაზურ-კონტრასტული მიკროსკოპი – მიკროსკოპის ერთ-ერთი სახე, რომელიც შედგება სპეციალური ფაზური კონდენსორისა და ობიექტივებისაგან. მისი მეშვეობით ხდება ფაზური, უხილავი ცვლილების გარდაქმნა ამპლიტუდურ კონტრასტულ დასანახ ცვლილებად.

ფიკობილისომები – პიგმენტები, რომლებიც შთანთქავენ სინათლის ქვანთებს და გადასცემენ რეაქციულ ცენტრს. ფიკობილისომები ახასიათებთ ციანობაქტერიებს.

ფილტრი – filtre (ფრანგ.) – ფოროვანი მოწყობილობა ან ნივთიერება; სითხეების ან აირების მინარევებისაგან გასაწმენდი ხელსაწყო.

ფილტრაცია – 1. სითხის ან გაზის ფილტრში გატარებით გაწმენდა. 2. სითხის გაჟონვა ფოროვან გარემოში.

ფილტრში გამავალი ბაქტერიები – ბაქტერიულ ფილტრში გამავალი ულტრამიკროსკოპული ბაქტერიები.

ფილტრში გამავალი მიკროობები – ფილტვრადი მიკროორგანიზმები, რომელთაც შემდეგში ვირუსები უწოდეს.

ფიმბრიები – ბაქტერიების ზედაპირული სტრუქტურები. ახასიათებთ როგორც მოძრავ, ისე უძრავ ფორმებს. ფიმბრიები სხვადასხვა ტიპისაა: ფიმბრიები, რომლებიც განაპირობებენ მასპინძლის უჯრედზე ბაქტერიის მიმაგრებას – ადგეზიას და სქესობრივი ფიმბრიები, რომლებიც სქესობრივ პროცესში (კონიუგაციაში) იღებენ მონაწილეობას.

ფირმიკუტნიე – გრამდადებითი ბაქტერიები.

ფიტოგენური – ორგანული ნივთიერებების გარდაქმნა, რომელიც ხდება ბაქტერიებით, სოკოებით და ა. შ.

ფიტონციდები – მცენარეების მიერ წარმოქმნილი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, რომლებიც სპობენ ან ხელს უშლიან მავნე მიკროორგანიზმების რიცხობრივ ზრდასა და გავრცელებას.

ფიტოპათოგენური ბაქტერიები – მცენარეთა დაავადების გამომწვევი ბაქტერიები.

ფიქსატორი – ნივთიერება, რომელიც ახდენს ფიქსაციას; ფიქსატორებია: სპირტი, ფორმალინი და სხვა.

ფიქსაცია – 1. მცენარეული, ცხოველური ან მიკროორგანიზმთა უჯრედების სპეციალური ხსნარებით დამუშავება ცოცხალი მდგომარეობის მსგავსი სტრუქტურის შენარჩუნებისა და შემდგომი შესწავლის მიზნით. 2. ობიექტების შენახვა (დაკონსერვება) სპირტში, ფორმალინსა და სხვა სითხეებში.

ფიქსირებული პრეპარატი – პრეპარატი, რომელიც ნაცხის ფიქსაციის შედეგადაა მიღებული.

ფლაგელინი – (ლათ. flagellum) – შოლტის ცილა.

ფლუორესცენცია – (ლათ. fluor ნაკადი და escentia (სუსტი მოქმედების აღმნიშვნელი სუფიქსი) – იხ. ლუმინესცენცია, რომელიც გადიზიანების (განათების) შეწყვეტის შემდეგ ძალიან მალე ქრება.

ფოტორედუქცია – ფოტოსინთეზის ფაზისებური პროცესი, რომლის დროსაც ნახშირორჟანგის აღდგენისათვის წყალბადის წყაროს წარმოადგენს არა წყალი, არამედ – გოგირდწყალბადი. გვხვდება მწვანე გოგირდბაქტერიებში.

ფოტოსინთეზი – არაორგანული ნივთიერებებიდან (ნახშირორჟანგი და წყალი) ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნის პროცესი ქლოროფილის მიერ შთანთქმული სინათლის ენერგიის მონაწილეობით.

ფოტოტროფები – ორგანიზმები, რომლებიც ენერგიას იღებენ ფოტოქიმიური რეაქციის შედეგად.

ფოტოტროფული მიკროორგანიზმები – მიკროორგანიზმები, რომლებიც ნახშირბადს ითვისებენ ფოტოსინთეზის პროცესში. მათ მიეკუთვნება ბაქტერიოქლოროფილის შემცველი ყველა მიკროორგანიზმი.

ფოტოფოსფოლირება – ფოტოსინთეზის პროცესისას სინათლის ფაზაში ატფ-ის წარმოქმნა.

ფსევდომიცელიუმი – ცრუ მიცელიუმი.

ფსევდომონადები – გრამუარყოფითი ჩხირები, რომლებიც კაფსულას და სპორას არ წარმოქმნიან. მოძრავები, აქვთ რამდენიმე პოლარულად განლაგებული შოლტი. აერობებია. პირობითად-პათოგენურები.

ფსევდომურეინი – ცრუ მურეინი, რომელიც ახასიათებს არქებაქტერიებს. ფსევდომურეინი მურეინისაგან განსხვავდება აგებულებით.

ფსევდოპოდიები – ციტოპლაზმური გამონაზარდები

ფუძინი – წითელი ფერის საღებავი.

ქ

ქემოლითოტროფები – სინ. ქემოავტოტროფები. კვების ერთ-ერთი ტიპი. კვების ეს ტიპი ახასიათებს მიკროორგანიზმებს, რომლებიც არაორგანული ნივთიერებებიდან ახდენენ ორგანული ნივთიერებების სინთეზს ჟანგვითი ქიმიური რეაქციების დროს გამოყოფილი ენერგიის ხარჯზე.

ქემოსინთეზი – (ბერძნ. chemeia – ქიმია, synthesix შეერთება) –

ზოგიერთი ბაქტერიის მიერ ორგანული ნივთიერებების წარმოქმნის პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს არაორგანული ნივთიერებების დაჟანგვის დროს გამოყოფილი ქიმიური ენერგიის ხარჯზე. აღმოაჩინა **ს. ვინოგრადსკიმ 1891 წელს**.

ქემოსტატი – ხელსაწყო, რომელშიც ხდება მიკროორგანიზმთა უწყვეტი კულტივირება.

ქემოტაქსისი – მოძრაობა, რომელიც განპირობებულია ქიმიური გამღიზიანებლის ზეგავლენით.

ქემოტროფული ორგანიზმები – ორგანიზმები, რომლებიც ნახშირბადს ითვისებენ ქემოსინთეზის პროცესში. მათ ეკუთვნიან მანიტრიფიცირებელი ბაქტერიები.

ქლამიდები – უჯრედშიგა პარაზიტები. საკუთარი უჯრედული აქტივობისათვის საჭიროებენ მასპინძლის ატფ-ს. მათ ენერგეტიკულ პარაზიტებსაც უწოდებენ.

ქლამიდობაქტერიები – ძაფნაირი ბაქტერიები, რომლებიც ან მიმაგრებული არიან სუბსტრატზე, ან თავისუფლად ცურავენ წყალში. მათ მიეკუთვნება Sphaerotilus natans. ისინი გვხვდებიან ორგანული ნივთიერებებით მდიდარ წყალში.

ქლორამინი – სადეზინფექციო საშუალება.

ქლოროპლასტი ‖ ქლოროპლასტები – [ბერძნ. chloros მწვანე და plastos გამოძერწილი, წარმოქმნილი] – ქლოროფილის შემცველი მწვანე პლასტიდები ანუ სხეულაკები, რომლებშიც ხორციელდება ფოტოსინთეზის პროცესი. მათშივე ხდება პირველადი სახამებლის დაგროვება.

ქლოროფილი – [ბერძნ. chloros მწვანე და phyllon ფოთოლი] – საღებავი ნივთიერება (პიგმენტი), რომელიც მწვანე ფერს აძლევს მცენარის ფოთლებსა და სხვა ნაწილებს.

ქოლერის ვიბრიონი – Vibrio cholerae, ნაწლავთა ინფექციის – ქოლერის გამომწვევი. იხ. ქოლე

ქრომოსომათშორისი ტრანსლოკაცია – ქრომოსომის ერთი უბნის გადატანა მეორე ქრომოსომაზე.

ქრომოსომა – chromosoma (ბერძნ. chroma ფერი, საღებავი, soma

სხეული) – უჯრედის ბირთვის უმნიშვნელოვანესი ნაწილი, რომელიც შეიცავს მემკვიდრულობის ფაქტორებს – თაობიდან თაობას მემკვიდრეობით გადასცემს ორგანიზმის დამახასიათებელ ნიშან-თვისებებს. იგი მკვრივი ძაფისებრი ან ჩხირისებრი ფორმის წარმონაქმნია, რომელიც კარგად მოჩანს უჯრედის გაყოფის დროს.

ქრომოსომული მუტაცია – ქრომოსომათა სტრუქტურული ცვლილება, რომელიც შეიძლება მოხდეს ერთი ქრომოსომის სეგმენტის გადასვლით მეორეზე, ქრომოსომის შიდა მონაკვეთის 180°-ით შემობრუნებით და ცალკეულ ქრომოსომათა ზოგიერთი სხვა სტრუქტურული ცვლილებით.

ქრონიკული – (ბერძნ. chronios – დრო, chronikos – დროსთან დაკავშირებული, ხანგრძლივი) – რაც დიდხანს გრძელდება; მიმდინარეობს ხანგრძლივად, მუდმივად, მაგალითად, ქრონიკული დაავადება.

შ

შამბერლანის სანთელი – ფილტრის ერთ-ერთი სახე, რომელსაც იყენებენ მიკრობიოლოგიაში. ეს ფილტრი პირველად შემოიღო და სითხე გაფილტვრით გაასტერილა ლ. პასტერის მოწაფე **შამბერლანმა.** მან დაამზადა ცილინდრის ფორმის ფაიფურის ფილტრი, რომელსაც ერთი ბოლო დახურული ჰქონდა. ის სანთელს წააგავდა და ამიტომაც შამბერლანის სანთელი უწოდეს.

შარდოვანა – სისხლში ცილოვანი ცვლის აზოტოვანი პროდუქტი.

შებრუნებითი ტრანსკრიპტაზა – რნმ-ზე დამოკიდებული დნმ-პოლიმერაზა ანუ რევერტაზა.

შეძენილი იმუნიტეტი – ინფექციური დაავადების გადატანის ან ვაქცინაციის შედეგად ჩამოყალიბებული პოსტინფექციური და პოსტვაქცინალური იმუნიტეტი.

შიდსი – შეძენილი იმუნოდეფიციტის სინდრომი Acguired immuno-

deficieny syndrom (ინგლ.) .

შოლტები – გრძელი, პროტოპლაზმური ძაფები, რომლებიც წარმოადგენენ ზოგიერთი უმარტივესი ორგანიზმის (შოლტიანების) მოძრაობის ორგანოიდებს. შოლტები გააჩნია ზოგიერთი მრავალუჯრედიანი ორგანიზმის უჯრედებს; შოლტები, აგრეთვე, აქვს ზოგიერთ ბაქტერიას. ისინი წარმოადგენენ ლოკომოტორულ სტრუქტურებს.

შპადელი – მინის ჩხირისაგან დამზადებული სამკუთხა ბოლოიანი ხელსაწყო, რომელიც გამოიყენება მყარ საკვებ ნიადაგზე მიკრობების დასათესად.

შრატიანი საკვები არე – საკვები არე, რომელსაც დამატებული აქვს სისხლის შრატი.

შტამი – მიკროორგანიზმების სუფთა კულტურა, რომელიც გამოყოფილია დაავადებული ცხოველის ან ადამიანის ორგანიზმიდან.

ჩ

ჩანართი – ბაქტერიული უჯრედის სამარაგო ნივთიერებები. ასეთებია: პოლისაქარიდები, ცხიმები, პოლიფოსფატები და გოგირდი.

ჩანთა – იხ. ასკი ‖ ასკები.

ჩანთოსანი სოკოები – სოკოების ერთ-ერთი კლასი, რომელთაც ახასიათებთ ასკების ანუ ჩანთების წარმოქმნა. ასკებში კი წარმოიქმნება ასკოსპორები.

ჩაპეკის საკვები არე – სინთეზური საკვები არე ობის სოკოებისათვის.

ჩირქმბადი კოკები – Streptococcus pyogenes – პიოგენური კოკები. იწვევენ ანთებით პროცესებს, რასაც თან ახლავს ჩირქის წარმოქმნა.

ც

ცელულოზა – უჯრედანა, უჯრედისი, რთული ნახშირწყალი, რომელიც წარმოადგენს მცენარეული უჯრედის გარსის ძირითად შემადგენელ ნაწილს.

ცელულოზის დამშლელი ბაქტერიები – თითისტარისებრი ჩხირები მახვილი ბოლოებით. მათ მიეკუთვნება Spirochaete cytophaga. ეს ბაქტერია პირველად აღმოაჩინა მეცნიერმა **გუტჩინსონმა**.

ცენტრიფუგა – მანქანა, რომელიც ცენტიდანული ძალების მოქმედებით მექანიკურად ყოფს ნარევს შემადგენელ ნაწილებად.

ციანობაქტერია – ლურჯ-მწვანე წყალმცენარე. მიეკუთვნება პროკარიოტებს.

ცილა – მაღალმოლეკულური ორგანული ნაერთი, რომლის რთული მოლეკულა აგებულია ამინომჟავებისაგან. არის ცოცხალი ნივთიერების მუდმივი და ყველაზე მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილი, მისი სტრუქტურისა და ფუნქციის საფუძველი.

ცილის კონფორმაცია – ცილის სტრუქტურის ცვლილება.

ცისტა – cystis (ბერძნ. kystis ბუშტი) – მოსვენებულ მდგომარეობაში მყოფი უჯრედი, რომელიც დაფარულია ცოტად თუ ბევრად მკვრივი გარსით, რაც უზრუნველყოფს ორგანიზმის გადარჩენას არახელსაყრელ პირობებში.

ციტოპლაზმა – უჯრედის ნახევრად თხევადი ნაწილი, რომელშიც მდებარეობს ბირთვი და ყველა ორგანოიდი.

ციტოპლაზმური მემბრანა – უჯრედის ერთ-ერთი სტრუქტურა. 1953 წელს **დოუსონმა** და **დანიელმა** მოგვცეს ციტოპლაზმური მემბრანის მოდელი, რომელთა მიხედვით ის შედგებოდა ორმაგი ლიპიდური შრისგან. ამ მებრანის ორივე მხარეზე ცილოვანი შრეები იყო განლაგებული. ამჟამად აღიარებულია ციტოპლაზმური მემბრანის მოზაიკური მოდელი. ციტოპლაზმურ მემბრანას მრავალმხრივი ფუნქცია აქვს.

ციტოპლაზმური ხიდაკები – სხვადასხვა უჯრედების ციტოპლაზმების შემაერთებელი უწვრილესი ციტოპლაზმური მემბრანული მილაკები.

ციტოქიმიური – უჯრედში ამა თუ იმ ნივთიერებების (პოლისა-

ქარიდების, ლიპიდების, ცილების, ვოლუტინისა და სხვათა) აღმოჩენა მიკროქიმიური რეაქციებით.

ციტოქრომი – პიგმენტი, რომელიც, ჰემინის სხვა ნაწარმთა მსგავსად, შეიცავს რკინას, წარმოადგენს წყალბადის ატომის ელექტრონის გადამტანს ჟანგბადის ატომებთან, რითაც დიდ როლს ასრულებს სუნთქვის პროცესში.

ცოცხალი ვაქცინა – ვაქცინის ტიპი, რომელიც მზადდება ვირულენტობადაქვეითებული მიკრობებისაგან, მაგალითად, ცოცხალი ვაქცინა BCG – (Bacille Calmente Ceren), რომელსაც ტუბერკულოზის პროფილაქტიკისათვის იყენებენ.

ცხიმები – ცოცხალ ორგანიზმში შემავალი ერთ-ერთი ძირითადი ორგანული ნივთიერებანი, რომლებიც წარმოადგენენ გლიცერინისა და უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავების რთულ ეთერებს ანუ გლიცერიდებს.

ცხოველუნარიანობა – 1. ინდივიდის უნარი, გაძლოს სასიცოცხლო ციკლის გარკვეულ მომენტამდე. 2. გარკვეული ინდივიდის (ან პოპულაციის) გენეტიკურად განპირობებული უნარი, იცოცხლოს და მოგვცეს შთამომავლობა.

წ

წამწამები – უჯრედის პროტოპლაზმატური მოკლე გამონაზარდები, რომლებიც წარმოადგენენ ზოგიერთი უმარტივესი ორგანიზმის (ინფუზორიის) მოძრაობის ორგანოიდებს.

ხ

ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარი – საერთო დანიშნულების მყარი საკვები ნიადაგი ბაქტერიებისათვის. მზადდება ასე: ხორცპეპტონიან ბულიონს გარკვეული რაოდენობით უმატებენ აგარ-აგარს და აცხელებენ გალღობამდე. გაცივების შემდეგ მყარდება.

ხრწნა – აზოტოვანი ორგანული ნაერთების (უმთავრესად ცილების) დაშლის პროცესი; განპირობებულია მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედებით, რასაც თან სდევს მყარი სუნის ნივთიერებათა გამოყოფა.

ჰ

ჰალობაქტერიები – მარილამტანი ბაქტერიები, ე. ი. ბაქტერიები, რომლებიც შეგუებული არიან მარილით ჭარბ ნიადაგს.

ჰალოფილი – მარილისმოყვარული.

ჰაპლოიდია – ორგანიზმი, რომლის უჯრედები შეიცავს ჰაპლოიდურ ერთმაგ (დიპლოიდურზე ორჯერ მცირე) ქრომოსომათა რიცხვს.

ჰაპლოიდური – ქრომოსომათა ერთმაგი ნაკრები, რომელიც ვიწრო გაგებით იხმარება ქრომოსომათა ერთმაგი ანაწყობის მქონე უჯრედის ან ინდივიდის აღსანიშნავად.

ჰეიზერი – გეიზერი – ვულკანური წარმოშობის ცხელი წყარო, საიდანაც პერიოდულად სცემს წყლისა და ორთქლის შადრევნები.

ჰემიცელულოზა – ცელულოზასთან ახლოს მდგომი ნივთიერება, რომელიც შედის უჯრედის გარსში, უმთავრესად სამარაგო საკვები ნივთიერების სახით.

ჰეტერომორფული გაყოფა – ბინალური გაყოფის შედეგად წარმოშობილი ზომით განსხვავებული შვილეული უჯრედები.

ჰეტეროპლოიდია – (ბერძნ. heteros სხვა, ploos შეჯამება) – მოვლენა, რომელიც განაპირობებს გენური ბალანსის დარღვევას კომპლექტში ცალკეული ქრომოსომების არაჯერადი მომატებით ან შემცირებით.

ჰეტეროტროფული ორგანიზმები – ორგანიზმები, რომელთაც არ შეუძლიათ არაორგანული ნივთიერებებიდან ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნა და იკვებებიან მზა ორგანული ნივთიერებებით (ყველა ცხოველი, სოკოები, ბაქტერიები).

ჰიდრაზინი – H_2N – NH_2 – ქიმიური ნაერთი, რომელიც წარმოიქმნება აზოტის (N_2) ფიქსაციისას, როგორც შუალედური პროდუქტი.

ჰიდროლიზი – (ბერძნ. hydor – წყალი, lysis – დაშლა) – რთული ნივთიერების დაშლა წყლის ზემოქმედების შედეგად.

ჰიდროსფერო – წყლის გარსი (ოკეანეები, ზღვები, ტბები, მდინარეები), რომელიც აკრავს დედამიწას.

ჰიდროფილური – წყლის სიყვარული.

ჰიფა, ჰიფები – ძაფუჯრედი; წვრილი, ჩვეულებრივ დატოტვილი ძაფები, რომლებისგანაც შედგება სოკოს სხეული – მიცელიუმი.

ჰუმუსი – ნეშომპალა; ორგანულ ნივთიერებათა რთული კომპლექსი, რომელიც წარმოიქმნება ნიადაგში (ბაქტერიების მოქმედებით) მცენარეული და ცხოველური ნარჩენების ნაწილობრივი დაშლის (ხრწნის) პროდუქტების სინთეზირებით.

საგნობრივი საძიებელი

აბეს კონდენსორი 19, 286, 287
აგარ-აგარი 97, 99, 100, 202, 207, 250, 251, 252, 253, 255, 278, 293, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 316, 317, 322, 327, 328, 334, 335, 337, 338, 339, 347, 348
ადსორბცია 157, 259, 260, 261, 266, 296, 351
აეროსომები 66, 77
ავტოკლავი 165, 169, 170, 171, 309, 407
ავტოკლავირება 169
ავტომიკროფლორა 211
ავტოქტონური 190, 192, 212
აზოტფიქსატორი 183, 352
აზოტფიქსაცია 179, 182, 183, 184, 352
ალერგია 24, 249
ალოქტონური მიკროორგანიზმი 190, 212
ამინოგლიკოზიდები 246, 247
ამონიფიკაცია 179, 180, 181, 185, 327, 329, 351
ამიტოზი 6, 144
ანაბოლიზმი 91, 113
ანაერობული სუნთქვა 6
ანოქსიგენური ფოტოსინთეზი 32, 205
ანტაგონიზმი 192, 193, 212, 244
ანტიბაქტერიული 24, 32, 146, 246, 249, 413
ანტიბაქტერიული სპექტრი 24
ანტიბიოტიკი 25, 80, 83, 243, 244, 245, 246, 249, 250, 251, 253, 349, 355, 399, 412
ანტიბიოტიკორეზისტენტობა 247
ანტიგენი 237, 240, 241
ანტისეპტიკა 164, 176
ანტისხეული 240
არასეპტირებული 57
არენავირუსები 7
არქებაქტერიები 42, 68, 82, 122, 421
ასეპტიკა 164, 175, 176

ასკოსპორა 58, 62, 372
ასპერგილუსი 58
აუტოინფექცია 238
აქტინომიკოზი 56
აქტინომიცეტი 56, 183, 301, 412
აქტიური იმუნიტეტი 373
აქტიური ტრანსპორტი 93
N-აცეტილმურამის მჟავა 67, 68, 69

ბაზალური ფირფიტა 267
ბაქტერია 15, 19, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 71, 72, 78, 81, 83, 86, 89, 95, 105, 127, 129, 145, 156, 158, 160, 177, 180, 183, 196, 207, 208, 215, 222, 223, 225, 226, 227, 229, 232, 233, 239, 248, 266, 268, 334, 335, 341, 344, 352, 358, 366, 373, 382, 384, 390, 393, 394, 400, 405, 408, 424, 425
ბაქტერიემია 38, 238, 358
ბაქტერიოზი 217, 219, 220, 230, 232, 233, 290, 403
ბაქტერიოიდები 216
ბაქტერიოლოგიური 41, 101, 110, 166, 176, 204, 220, 251, 271, 298, 299, 301, 303, 307, 313, 316, 317, 320, 321, 322, 324, 327, 330, 331, 333, 334, 338, 339, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347
ბაქტერიოფაგები 22, 37, 157, 264, 265, 269, 360, 415
ბაქტერიოქლოროფილი 33, 76, 119, 123, 421
ბაქტერიოციდული ნათურა 173, 275
ბაქტერიოცინები 81, 82, 192, 381
ბაცილა 49, 84, 147, 148, 332, 360, 383
ბდელოვიბრიო 193
ბიოსფერო 11, 186, 189, 190, 193, 206, 211, 235, 236, 362
ბიოტოპი 187, 189, 211, 216, 238, 363, 389
ბიპოლარული პოლიტრიქი 87, 88
ბიფიდუმბაქტერიები 193, 212, 214, 215, 218
ბოქსი 173, 270, 275

გაადვილებული დიფუზია 93
გენეტიკური ტაქსონომია 30
გენური მუტაცია 153, 154
გლიკოგენი 7, 82, 83, 281, 303, 305, 365
გლიკოლიზი 113, 118, 124, 132, 140
გლუკოზოოქსიდაზა 60
გოგირდოვანი ბაქტერია 33, 34, 48, 119, 120, 122, 185, 312
გრამდადებითი 42, 43, 68, 69, 70, 71, 77, 78, 108, 135, 233, 256, 249, 303, 304, 342, 402, 412, 413, 420
გრამის მეთოდი 69, 70, 112, 281, 340, 343, 344, 365, 366, 385
გრამუარყოფითი 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 69, 70, 71, 75, 77, 89, 90, 108, 119, 120, 122, 136, 181, 206, 207, 213, 215, 216, 229, 230, 233, 246, 249, 250, 303, 304, 345, 400, 403, 412, 413, 421
გრაცილიკუტნიე 69

დაკვირტვა 61, 62, 142
დამაგროვებელი კულტურა 384
დეზინფექტანტი 160, 175, 234
დეზინფექცია 164, 173, 174, 175, 176, 266, 270, 271, 272, 274, 275, 279, 280, 298, 356, 418, 422
დელეცია 154, 415
დენიტრიფიკაცია 38, 179, 181, 182, 235, 333, 339, 367, 368
დეპროტეინიზაცია 260
დესტრუქცია 262, 263
დიპიკოლინის მჟავა 147, 149
დიპლოკოკები 45, 46, 277, 368, 380, 402
დისბაქტერიოზი 217, 219, 220, 249, 250, 363, 403
დისბიოზი 220, 363, 403
დოდერლაიენის ჩხირები 216, 217
დონორი 32, 81, 90, 120, 121, 123, 124, 126, 134, 145, 157, 158, 355, 387, 415
დრიგალსკის შპადელი 325, 337, 347, 348
დუბლიკაცია 154, 415
დუღილის ბიოლოგიური თეორია 16

ეგზოსპორიუმი 146
ეკლიფს-ფაზა 261
ეკოსისტემა 189, 190, 193, 203, 204, 235, 236
ელექტიური 97, 98, 107, 108, 109, 110, 111, 188, 303, 327, 328, 343, 345
ელექტორონების არაციკლური ნაკადი 124
ელექტორონების ციკლური ნაკადი 123, 124, 416
ელექტრონულ-ტრანსპორტული ჯაჭვი 122
ელექტრონული მიკროსკოპი 13, 23, 71, 76, 79, 88, 146, 148, 255, 256, 283, 289, 290, 370
ელონგაცია 117, 371
ენდოგენური ინფექცია 216, 217, 218
ენდოსპორები 30, 43, 62, 84, 146, 147, 148, 167, 203, 305, 322, 323, 330, 392
ეპილიმნიონური 204, 205
ეპიფიტური 230, 234
ერბომჟავა დუღილი 43, 48, 66, 82, 135, 195, 222, 226, 303, 305, 319, 320, 325, 335, 369, 382
ეუბიოზი 219
ეუკარიოტული უჯრედი 6, 7, 45, 64, 80, 121, 247, 287, 408, 410
ექსპოზიცია 161, 165, 197, 304, 338
ექსპერიმენტული მეთოდი 14
ექსპონენციალური ფაზა 106, 143, 385
ექტოპლაზმა 64

ვიბრიონი 19, 20, 36, 37, 49, 82, 87, 129, 208, 392
ვივარიუმი 270
ვირიონი 256, 257, 258, 260, 261, 262, 374
ვირუსემია 238
ვოლუტინი 37, 84, 303, 306, 387, 402, 426

ზადი 226
ზესამეფო 5, 28, 32, 375, 380

თერმოაციდოფილური ბაქტერიები 42, 122
თერმოფილი 56, 101, 108, 148, 160, 197, 315
თვითჩასახვის თეორია 16, 17

იდენტიფიკაცია 28, 65, 89, 106, 113, 129, 266, 269, 340, 342, 343, 345, 346, 359
იზოტონური ხსნარი 340
იმერსიული ზეთი 271, 286, 287, 298, 301, 303, 307, 322
იმერსიული სისტემა 19, 112, 285, 287, 298
ინდუცირებული მუტაცია 155
ინდუცირებული ფერმენტი 157
ინვაგინაცია 76
ინკუბაცია 109, 207, 337, 338, 339, 342, 343, 344, 345, 346, 348
ინოკულაცია 100, 107, 313, 339, 375
ინსულინი 118
ინტეგრალური 75, 371
ინფექცია 8, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 26, 36, 38, 44, 47, 48, 49, 50, 85, 90, 95, 146, 149, 157, 164, 175, 176, 194, 206, 208, 215, 216, 217, 218, 221, 222, 224, 235, 237, 238, 239, 241, 242, 245, 264, 266, 269, 270, 271, 272, 274, 356, 358, 363, 367, 369, 372, 374, 378, 379, 382, 389, 391, 393, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 410, 416, 418, 422, 423
ინჰიბიტორი 246, 247, 249, 405
IS-თანმიმდევრობები 26, 81, 82, 259, 378

კალვინის ციკლი 76, 121, 122, 124, 125, 379
კანდიდა 378
კაროტინოიდები 33, 74, 119, 122, 126, 379
კაფსულა 30, 35, 40, 66, 71, 72, 183, 305, 379, 386, 389, 421
კლასიფიკაცია 28, 29, 31, 32, 245, 256, 257, 276, 375, 380, 413
კლოსტრიდიები 107, 135, 136, 212, 341
კოკები 29, 38, 41, 42, 43, 45, 46, 50, 56, 70, 119, 141, 148, 215, 250, 277, 356, 380, 397, 424
კოლი-ინდექსი 41, 207, 344, 380
კოლი-ტიტრი 41, 207, 342, 343, 344, 380

კოლი-ფაგი 265, 269, 381
კოლონიზაცია 90, 145, 215, 218, 381
კომენსალიზმი 192, 381
კონიდიები 55, 56, 59, 60, 209, 302
კონიუგაცია 31, 81, 90, 145, 151, 153, 156, 158, 381, 407, 420
კონკურენცია 104, 191, 192, 381,
კონსტიტუციური ფერმენტი 382
კონტამინაცია 234, 235, 236, 382
კოურის ბაქტერია 10, 39, 83, 232, 358, 359, 382, 394, 410
კორტექსი 146, 148, 149, 150, 382
კოხის აპარატი 167, 168, 382
კოხის ვიბრიონი 19
კოხის ჩხირები 19

ლაგ-ფაზა 383
ლაქტობაქტერიები 193, 212, 214, 215, 220, 383
ლეგჰემოგლობინი 39
ლიბიხის ქიმიური თეორია 16
ლიზოციმი 148, 213, 214, 227, 237, 267, 268, 382, 384
ლიოფილური შრობა 162, 384
ლიპოპოლიხარიდი 41, 69, 250, 384
ლუდის ტკბილი 63, 96, 97, 112, 310, 337, 338
ლუმინესცენციური მიკროსკოპი 288
ლურჯ-მწვანე ჩირქის ჩხირი 38, 121, 129, 235, 401

მაკრომეტრული ხრახნი 284, 285, 287, 297, 299, 300, 386
მატრიცული რნმ 78, 114
მეზოსომები 77, 78
მეზოფილი 41, 101, 160, 161, 197, 224, 315, 387
მეტაბიოზი 192, 387
მეტაბოლიზმი 4, 30, 78, 81, 91, 94, 104, 106, 112, 113, 124, 125, 143, 147, 149, 160, 161, 182, 192, 217, 278, 387, 389, 410, 415
მეწამული ბაქტერიები 33, 83, 119, 120, 359, 360, 388,
მიკოზი 43, 220, 221

მიკოლოგია 8
მიკოპლაზმა 6, 23, 32, 44, 53, 54, 67, 68, 142, 143, 216, 239, 246, 248, 277, 388
მიკროაეროფილები 127
მიკრობიოცენოზი 189, 191, 211, 212, 215, 216, 217, 383
მიკრობოციდული 174, 237
მიკრობული დეკონტამინაცია 164
მიკროკოკები 45, 46, 229, 389
მიკრომილების სისტემა 8
მიკროსკოპი 5, 12, 13, 23, 36, 61, 65, 17, 72, 76, 79, 80, 83, 88, 89, 103, 104, 110, 111, 112, 146, 148, 195, 200, 201, 202, 208, 255, 256, 270, 271, 272, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 296, 297, 298, 299, 301, 302, 304, 305, 306, 307, 308, 320, 321, 322, 323, 327, 330, 331, 332, 333, 335, 337, 338, 340, 343, 344, 345, 350, 357, 353, 361, 370, 371, 377, 386, 389, 390, 396, 397, 406, 417, 418, 419
მიკროფლორა 4, 9, 10, 40, 48, 96, 107, 136, 186, 189, 192, 193, 197, 201, 203, 206, 208, 209, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 230, 234, 237, 238, 250, 275, 321, 337, 338, 339, 340, 341, 363, 372, 390, 401
მიკროფოტოგრაფირება 19
მინერალიზაციის პროცესი 9
მინერალური ზეთი 278
მირიადები 186, 390
მიტოზი 6, 7, 79, 353, 357, 391
მიქსობაქტერიები 32, 34, 50, 51, 86, 177, 277, 391
მიქსოსპორა 51
მოზაიკური დაავადება 254, 255, 391
მონოინფექცია 238, 392
მონოკოკები 45
მონოპოლარული მონოტრიქი 87, 88, 392
მონოპოლარული პოლიტრიქი 87, 88, 392
მუკორი 58, 59, 392

მუტაცია 28, 72, 151, 153, 154, 155, 156, 162, 357, 365, 377, 393, 416, 423

N-აცეტილგლუკოზამინი 67, 68, 69
ნაწლავის ჩხირი 29, 41, 48, 82, 111, 143, 145, 193, 206, 212, 215, 219, 221, 222, 239, 235, 265, 340, 344, 345, 393, 397
ნეგატიური შეღებვა 281, 297
ნიტრატული სუნთქვა 38, 394
ნიტრიფიკაცია 179, 180, 181, 182, 187, 235, 331, 332, 367, 368, 386, 387, 392, 394, 395
ნოკარდია 89, 90
ნომენკლატურა 29, 29, 361
ნუკლეოიდი 6, 66, 79, 141, 142, 148, 151, 277, 303, 395
ნუკლეოკაფსიდა 257, 262, 396
ნუკლეოტიდი 82, 114, 115, 116, 131, 141, 151, 153, 158, 259, 395, 396, 399, 405, 415, 416
ნუმერაციული ტაქსონომია 30, 31, 396

ობიექტივი 103, 271, 283, 284, 285, 286, 287, 289, 291, 293, 297, 299, 300, 301, 302, 304, 305, 306, 307, 308, 320, 323, 332, 335, 337, 338, 339, 351, 377, 396, 419
ობის სოკოები 57, 58, 59, 97, 105, 180, 188, 197, 198, 223, 225, 226, 227, 277, 301, 302, 310, 396, 424
ობლიგატური ანაერობი 43, 48, 127, 128, 129, 346
ობლიგატური ჰალოფილები 39
ოკულარი 283, 284, 285, 286, 287, 297, 300, 361, 397
ოლიგოტროფული 205, 397
ორგანოგენები 91, 397
ოსმოსური შოკი 163
ოსმოსური წნევა 58, 96, 163, 376, 377, 397
ოქსიგენური ფოტოსინთეზი 32, 123, 205,

პათოგენობა 17, 29, 82, 206, 233
პათოგენური მიკრობები 11, 93, 98, 107, 111, 173, 175, 176, 189, 194, 200, 206, 209, 215, 217, 218, 223, 232, 236, 238, 357, 367, 374, 401, 413
პარაზიტი 7, 8, 37, 39, 41, 42, 44, 49, 50, 52, 53, 65, 92, 142, 160, 193, 234, 264, 365, 367, 396, 398, 399, 406, 417, 418, 422
პარაზიტიზმი 193, 398
პარენქიმა 213, 232
პასიური დიფუზია 93
პასიური იმუნიტეტი 240, 241, 398
პასტერიზაცია 16, 165, 167, 223, 322, 398
პასტერის პიპეტი 89, 271, 298, 299, 316, 317, 399
პელიკულა 45, 64
პენიცილინი 25, 60, 85, 108, 243, 246, 248, 249, 250, 347, 360, 399, 400
პენტოზოფოსფატური გზა 129, 132, 399
პეპტიდოგლიკანი ანუ მურეინი 6, 39, 67, 68, 69, 70, 85, 141, 148, 149, 164, 247, 382, 399, 415
პეპტოსტრეპტოკოკები 216, 400
პერიტრიქი 87, 88, 183, 400
პექტინაზა 60, 178, 233
პექტინი 13, 61, 177, 178
პირობით-პათოგენური 8, 175, 176, 200, 211, 215, 217, 218, 234, 372, 401
პლაზმიდა 6, 26, 80, 81, 82, 116, 152, 153, 158, 159, 381, 401
პლასტიკური მეტაბოლიზმი 30
პლეომორფული ბაქტერიები 50
პნევმოკოკები 20, 25, 165, 204, 402
პოზიტიური შეღებვა 297
პოლიპლოიდია 153
პოპულაცია 29, 70, 106, 107, 109, 140, 141, 143, 189, 190, 191, 192, 193, 370, 390, 402, 403, 409, 413, 426
პოსტინფექციური იმუნიტეტი 239
პრეპარატი – ანაბეჭდი 291, 293
პროდუცენტი 43, 56, 58, 60, 203, 218, 244, 245, 248, 360, 403, 412
პროკარიოტული უჯრედი 6, 66
პროტოპლასტი 67, 78, 85, 150, 404

პროტოტროფული 155, 404
პროქლოროფიტები 122, 123

რეინფექცია 239, 405
რეკომბინაცია 145, 156, 157, 159, 405
რეკონვალესცენცია 369
რეპროდუქცია 3, 57, 256, 259, 260, 261, 374
რეციპიენტი 81, 90, 145, 156, 157, 158, 387, 411
რიბოსომები 6, 7, 66, 78, 80, 114, 115, 116, 117, 118, 143, 242, 259, 261, 378, 402, 406
რიზოსფერო 189, 231, 234, 406
რძემჟავა ბაქტერიები 42, 43, 70, 216, 224, 244, 310, 320, 358, 383, 418
რძის ობის სოკო 63

სადიფერენციაციო-სადიაგნოსტიკო 97, 98, 207, 296, 343, 372, 402, 407
საკონიუგაციო არხი 145, 407
სამეფო 5, 6, 15, 21, 28, 64, 256, 380, 410
საპროფიტი 34, 40, 41, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 58, 92, 111, 192, 206, 212, 216, 234, 274, 346, 388, 391, 396, 408, 418
სარცინა 46, 129, 148, 192, 203, 214, 277, 279, 298, 301, 316, 317, 330, 347, 356, 408
სატელიზმი 194, 408
სატრანსპორტი რნმ 114, 116
საფუარი 45, 58, 61, 62, 63, 302, 317, 318, 384
სახეობა 15, 28, 29, 32, 36, 37, 38, 49, 51, 54, 56, 59, 60, 61, 63, 64, 70, 77, 83, 86, 87, 89, 98, 103, 106, 122, 128, 129, 136, 144, 146,157, 160, 162, 165, 169, 176, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 197, 200, 202, 203, 206, 212, 214, 216, 217, 221, 229, 230, 234, 238, 239, 241, 244, 248, 256, 266, 271, 355, 361, 362, 364, 365, 370, 380, 381, 383, 387, 390, 390, 392, 398, 399, 402, 403, 408, 409, 411, 413, 414
სეპტირებული 57, 59, 60, 409
სეროვარი 29, 409

სეროლოგიური ტაქსონომია 30, 409
სეფსისი 220, 238, 250, 399, 410
სექსდუქცია 156, 159
სიმბიოზი 4, 39, 122, 183, 191, 224, 268, 359, 370, 381, 410
სპირილა 15, 33, 36, 37, 49, 50, 83, 84, 87, 88, 119, 120, 277, 301, 312, 375, 388, 410, 411
სპიროქეტა 19, 32, 35, 36, 49, 50, 86, 277, 411
სპონტანური მუტაცია 155
სპოროგენული ზონა 148
სპოროპლაზმა 146, 411
სრიალა ბაქტერიები 33
სტაფილოკოკი 20, 25, 46, 47, 82, 108, 165, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 219, 220, 238, 243, 248, 250, 265, 269, 340, 341, 342, 380, 397, 411
სტერილიზაცია 16, 95, 96, 99, 100, 164, 166, 167, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 270, 272, 274, 310, 311, 314, 351, 356, 364, 412, 414
სტრეპტოკოკი 24, 46, 108, 133, 212, 213, 214, 216, 217, 222, 224, 225, 235, 169, 195, 340, 341, 342, 380, 412
სუბსტრატული ფოსფორილირება 128, 129
სულფატრედუქცია 206, 354
სუფთა კულტურა 17, 18, 19, 28, 29, 37, 95, 96, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 122, 180, 202, 225, 270, 273, 275, 277, 320, 343, 345, 346, 359, 413, 424
სუპერკაფსიდი 256, 260, 261, 413
სფეროპლასტი 70, 85

ტაქსონი 29, 413
ტაქსონომია 30, 31, 87, 413, 414
ტერმინაცია 114, 117, 414
ტესტ-მიკროორგანიზმი 251, 252, 253, 347, 348, 414
ტეტრადები 30, 46
ტრანზიტორული 211, 212, 219, 341, 414
ტრანსდუქცია 31, 151, 153, 156, 157, 158, 356, 415
ტრანსლაცია 116, 117, 415

ტრანსლაციის ტერმინაცია 117
ტრანსფორმაცია 3, 4, 9, 25, 31, 151, 153, 156, 157, 177, 179, 184, 185, 198, 235, 264, 327, 377, 411, 415
ტრანსფექცია 156, 157
ტრიკარბონმჟავების ციკლი 137
ტრიკლოზანი 163
ტრიპლეტი 115, 116, 117, 415
ტუბერკულინი 19, 416
ტუბერკულოზი 19, 20, 23, 26, 44, 51, 56, 194, 209, 235, 244, 360, 416, 426
ტუბერკულოზის მიკობაქტერია 19, 89, 129, 143, 161, 216, 281, 388, 416
ტუბუსი 284, 285, 287, 297, 300, 416

უბიკვიტარობა 186, 416
ულტრაბგერა 162, 416
ულტრაიისფერი 129, 155, 162, 172, 173, 175, 195, 274, 275, 288, 289, 417
ესრული სოკოები 57, 63, 417

ფაგი 158, 265, 266, 267, 268, 269, 370, 404, 417, 418
ფაგის რეპროდუქცია 267
ფაზურკონტრასტული მიკროსკოპი 287, 288, 289
ფაკულტატური ანაერობები 40, 105, 127, 134, 136, 180, 418
ფიმბრიები 66, 90, 400, 407, 420
ფირმაკუტნიე 69, 420
ფიტოგენური 177, 420
ფიტონციდი 164, 234, 246, 420
ფიტოპათოგენური 11, 189, 230, 232, 233, 234, 420
ფიქსაცია 6, 38, 39, 42, 76, 121, 122, 127, 183, 188, 201, 280, 290, 293, 294, 295, 296, 297, 299, 301, 303, 305, 306, 307, 320, 331, 339, 379, 420, 428
ფიქსირებული პრეპარატი 294, 420
ფლაგელინი 8, 87, 420
ფოტოსინთეზი 32, 33, 73, 76, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 205, 233, 352, 355, 387, 391, 398, 404, 416, 420, 421, 422
ფოტოტროფული მიკროორგანიზმები 102, 315, 421
ფსევდომიცელიუმი 61, 63, 421
ფსეუდომონადები 38
ფსიქროფილი 101, 160, 197, 315

ქემოლითოტროფი 42, 378, 421
ქემოორგანოტროფი 41, 42
ქემოტაქსონომია 30, 31
ქემოჰეტეროტროფები 35
ქიტინი 6, 7, 34
ქლამიდობაქტერიები 35, 53, 72, 422
ქოლერა 17, 208
ქრომატოფორი 66, 76
ქრომოსომათშორისი ტრანსლოკაცია 153, 422
ქრომოსომული მუტაცია 153, 422

ღერძული ფიბრილა 36, 50

შერეული ინფექცია 239
შეძენილი იმუნიტეტი 21, 153, 241, 423
შოლტები 8, 30, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 43, 64, 66, 73, 77, 86, 87, 88, 89, 90, 119, 142, 183, 233, 295, 307, 330, 363, 385, 392, 400, 416, 424
შტამი 28, 29, 30, 31, 32, 40, 41, 48, 60, 62, 72, 109, 248, 269, 273, 348, 424

ცელულოზის დამშლელი ბაქტერიები 177, 425
ციანობაქტერიები 32, 33, 73, 74, 76, 82, 83, 86, 107, 120, 121, 123, 126, 183, 205, 206, 277, 403, 419, 425
ცილა-ლიპოიდური კომპლექსი 73
ცილის ბიოსინთეზი 113, 114, 117, 118, 415
ცისტა 34, 38, 425
ციტოზოლი 78
ციტოპლაზმა 6, 57, 61, 64, 66, 67, 75, 76, 77, 78, 80, 84, 93, 105,

113, 115, 116, 119, 120, 148, 152, 158, 256, 261, 262, 267, 277, 305, 306, 323, 353, 373, 404, 406, 417, 421, 425
ციტოპლაზმური მემბრანა 6, 40, 44, 66, 67, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 91, 113, 141, 146, 148, 242, 400, 411, 425

ჭიანჭველმჟავური დუღილი 136
ჭურჭელბოჭკოვანი 232

ხელოვნური იმუნიტეტი 14, 398
ხორცპეპტონიანი აგარ-აგარი 97, 99, 251, 252, 253, 309, 322, 327, 328, 337, 339, 347, 426

ჰალობაქტერიები 42, 122, 427
ჰალოფილური ბაქტერიები 39, 68
ჰაპლოიდია 153, 427
ჰემიცელულოზა 136, 177, 178, 427
ჰენლე-კოხის ტრიადა 18
ჰეტერომორფული გაყოფა 141, 427
ჰეტეროპოლისაქარიდი 35, 72
ჰეტეროტროფი 7, 34, 35, 64, 92, 97, 112, 118, 233, 311, 427
ჰიდროფილური 428
ჰიდროფობური 74, 79
ჰიპოლიმნიონური 204, 205
ჰიფი 54, 57, 59, 202, 227, 381, 391, 411, 428
ჰომოლოგიური 32, 86, 157, 159, 353, 415
ჰომოფერმენტული რძემჟავა დუღილი 133, 134

გამოყენებული ლიტერატურა

1. გაბელაშვილი ბრეგაძე მ., მიკრობიოლოგია – პრაქტიკუმი, ქუთაისი, 1998.
2. გაბელაშვილი ბრეგაძე მ., მიკრობიოლოგია, ქუთაისი, 2009.
3. ლაბინსკაია ა.ს. მიკრობიოლოგია და მიკრობიოლოგიური გამოკვლევის ტექნიკა, თბილისი, 1983.
4. მოკლე ბიოლოგიური ლექსიკონი, შეადგინა ი. ლაჩაშვილმა, თბილისი, 1977.
5. Борисов Л. Б., Медицинская микробиология, вирусология, иммунология, М., 2001.
6. Гусев М.В., Минеева М.В. Микробиология, МТУ, 1985.
7. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. The Williams Wilhins Company Baltimore 1974. 1989.

სარჩევი

ავტორისაგან ____ 3

ნაწილი პირველი
ბაქტერიებისა და ვირუსებისათვის დამახასიათებელი ზოგადი კანონზომიერებები

თავი I – შესავალი ____ 5
1.1. მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის საგანი, ამოცანები, დარგები ____ 5
1.2. მიკროორგანიზმების როლი ბუნებაში, სახალხო მეურნეობასა და მედიცინაში ____ 9
თავი II – მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის განვითარების პერიოდები ____ 12
2.1. მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის განვითარების საწყისი პერიოდი ____ 12
2.2. მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის განვითარება მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში (პასტერის ანუ ფიზიოლოგიური პერიოდი) ____ 14
2.3. მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის განვითარება მე-20 საუკუნის პირველ ნახევარში ____ 22
2.4. მიკრობიოლოგია, ვირუსოლოგიის განვითარება მე-20 საუკუნის მეორე ნახევარსა და XXI საუკუნის დასაწყისში (თანამედროვე პერიოდი) ____ 25
თავი III – ბაქტერიების (პროკარიოტების) კლასიფიკაცია ____ 28
3.1. კლასიფიკაციის პრინციპები, ნომენკლატურა, იდენტიფიკაცია, ტაქსონომიური სისტემები ____ 28
3.2. ბაქტერიების თანამედროვე კლასიფიკაცია. ბაქტერიების ბერჯის სარკვევი ____ 32
თავი IV – ბაქტერიების, სოკოებისა და უმარტივესების მორფოლოგია ____ 45
4.1. კოკები ____ 45
4.2. ჩხირისებრი ბაქტერიები ____ 47
4.3. მოხრილი ფორმები ____ 49
4.4. პლეომორფული ბაქტერიები ____ 50
4.5. ბაქტერიების იშვიათი ფორმები ____ 52
4.6. აქტინომიცეტები ანუ სხივისებრი სოკოები ____ 54

4.7. ობის სოკოები ____ 57
4.8. საფუვრები და საფუვრისმაგვარი სოკოები ____ 61
4.9. უმარტივესების მორფოლოგია ____ 64
თავი V – ბაქტერიული უჯრედის აგებულება ____ 66
5.1. უჯრედის კედელი ____ 67
5.2. უჯრედის კედლის შეღებვა გრამის წესით ____ 69
5.3. კაფსულა, ლორწოვანი შრე და შალითა ____ 71
5.4. ციტოპლაზმური მემბრანა ____ 72
5.5. პროკარიოტების ციტოპლაზმის შიგა მემბრანები ____ 75
5.6. ციტოპლაზმა ____ 78
5.7. ნუკლეოიდი ____ 79
5.8. რიბოსომები ____ 80
5.9. მემკვიდრეობის არაქრომოსომული ფაქტორები – პლაზმიდები ____ 80
5.10. ბაქტერიული უჯრედის სამარაგო ნივთიერებები. ____ 82
5.11. პროტოპლასტი, სფეროპლასტი, L-ფორმები. ____ 84
5.12. ბაქტერიების მოძრაობა და შოლტები ____ 85
5.13. პილები, წამწამები ანუ ფიმბრიები ____ 89
თავი VI – ბაქტერიების ფიზიოლოგია და ბიოქიმია ____ 91
6.1. ბაქტერიების კვების ტიპები ____ 91
6.2. საკვები ნივთიერებების ტრანსპორტი ბაქტერიულ უჯრედში ____ 93
6.3. ბაქტერიების საკვები ნიადაგები ____ 94
6.4. მიკროორგანიზმთა კულტივირება ლაბორატორიულ პირობებში ____ 100
6.5. მიკროორგანიზმთა სუფთა კულტურის გამოყოფა ____ 106
6.6. ფერმენტები ____ 112
6.7. პლასტიკური (კონსტრუქციული) მეტაბოლიზმი (ცილის ბიოსინთეზი) ____ 113
6.8. ნახშირწყლების ბიოსინთეზი და მაფოტოსინთეზირებელი პროკარიოტები ____ 118
6.9. ბაქტერიული ფოტოსინთეზი ____ 123
6.10. ლიპიდების ბიოსინთეზი ____ 126
6.11. ბაქტერიების ენერგეტიკული ცვლის თავისებურებები ____ 127
6.12. მიკროორგანიზმთა პიგმენტები და მანათობელი მიკროორგანიზმები ____ 128

6.13. ენერგიის მიღება სუბსტრატული ფოსფორილირებით. დუღილი 129
6.14. სუნთქვა 137
6.15. ბაქტერიების ზრდა და გამრავლება, ვანვითარების ფაზები 140
6.16. ბაქტერიების ენდოსპორები 146
თავი VII – ბაქტერიების გენეტიკა 151
7.1. ბაქტერიების გენეტიკის თავისებურებები 152
7.2. ბაქტერიების ცვალებადობის მოლეკულური მექანიზმები 153
7.3. ბაქტერიებში გენეტიკური მასალის მიმოცვლის ფორმები (რეკომბინაცია) 156
თავი XIII – მიკროორგანიზმებზე გარემოს ფაქტორების მოქმედება 160
8.1. ფიზიკური ფაქტორების მოქმედება 160
8.2. ქიმიური ფაქტორების მოქმედება 163
8.3. ანტიმიკრობული დონისძიებები (სტერილიზაცია, დეზინფექცია, ასეპტიკა, ანტისეპტიკა) 164
თავი IX – მიკროორგანიზმთა მონაწილეობა ძირითადი ბიოგენური ელემენტების ტრანსფორმაციაში 177
9.1. ნახშირბადის ტრანსფორმაცია 177
9.2. აზოტშემცველი ნივთიერებების ტრანსფორმაცია 179
9.3. ფოსფორის ნაერთების ტრანსფორმაცია 184
9.4. რკინისა და გოგირდის ნაერთების ტრანსფორმაცია 185
თავი X – მიკროორგანიზმთა ეკოლოგია 186
10.1. მიკრობები და დედამიწის ბიოსფერო 186
10.2. მიკროორგანიზმთა ეკოლოგიის საფუძვლები 187
10.3. ეკოლოგიური კავშირები მიკრობიოცენოზში 191
10.4. ნიადაგის მიკროფლორა 193
10.5. მიკროორგანიზმების როლი ნიადაგის ჩამოყალიბებასა და ნაყოფიერების შექმნაში 195
10.6. წყლის მიკროფლორა 203
10.7. ჰაერის მიკროფლორა 208
10.8. ადამიანის ორგანიზმის ძირითადი ბიოცენოზების დახასიათება 211
10.9. ადამიანის ნორმალური მიკროფლორის მნიშვნელობა და დისბაქტერიოზი 217
თავი XI საკვები პროდუქტების მიკროორგანიზმები 221
11.1. რძის მიკროფლორა 222

11.2. რძის პროდუქტების მიკროფლორა 223
11.3. კვერცხისა და კვერცხის პროდუქტების მიკროფლორა 226
11.4. თევზის მიკროფლორა 228
თავი XII მიკროორგანიზმთა დამოკიდებულება უმაღლეს მცენარეებთან 230
12.1. რიზოსფეროს მიკროფლორა 231
12.2. ფიტოპათოგენური მიკროორგანიზმები 232
12.3. სხვა გარემოს მიკროფლორა 234
12.4. გარემოს დაცვის მიკრობიოლოგიური ასპექტები 235
თავი XIII – ინფექცია და იმუნიტეტი 237
13.1. ინფექციის ფორმები 238
13.2. იმუნიტეტის სახეები 240
თავი XIV – ანტიბიოტიკები 242
14.1. ქიმიური პრეპარატების უმნიშვნელოვანესი ჯგუფები და მათი ანტიმიკრობული მოქმედების მექანიზმები 242
14.2. ანტიბიოტიკების კლასიფიკაცია 245
14.3. ანტიბიოტიკების მოქმედების მექანიზმი 247
14.4. ანტიბიოტიკორეზისტენტობა 247
14.5. ანტიბიოტიკოთერაპიის თანმხლები რეაქციები 249
14.6. ანტიბიოტიკური აქტივობის განსაზღვრის მეთოდები 250
თავი XV – ვირუსები 254
15.1. ვირუსების ზოგადი დახასიათება 254
15.2. ვირუსების კლასიფიკაცია 256
15.3. ვირუსების წარმოშობა 257
15.4. ვირიონის მორფოლოგია, სტრუქტურა და ქიმიური შედგენილობა 257
15.5. ვირუსისა და უჯრედის ურთიერთქმედება 260
15.6. ბაქტერიების ვირუსები (ბაქტერიოფაგები ანუ ფაგები) 264

ნაწილი მეორე

• ლაბორატორიული მეცადინეობები

თავი I. მიკრობიოლოგიის ლაბორატორია და მისი მოწყობილობა 270
1.1. ლაბორატორიის ორგანიზაცია და მიკრობიოლოგის სამუშაო ადგილი 270
1.2. მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიაში მუშაობის წესები 271
1.3. მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიაში ხანძრის მიზეზები და მისი ჩაქრობის წესები 272

1.4. სხვადასხვა სახის დაზიანებისას სასწრაფო სამედიცინო დახმარება 273
1.5. მიკროორგანიზმებთან მუშაობის საერთო წესები 273
1.6. მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიის სამუშაოდ მომზადება 274
თავი II. მიკროორგანიზმთა მოკლე დახასიათება 276
2.1. ცოცხალი მასალა 277
2.2.მიკროორგანიზმთა კოლექციის შენახვა 278
2.3. ძირითადი საღებავები და რეაქტივები 279
თავი III. მიკროორგანიზმთა მიკროსკოპული გამოკვლევა 283
3.1. სინათლის მიკროსკოპი 284
3.2. იმერსიული ობიექტივით მუშაობის წესები 286
3.3. გამოკვლევა ბნელ არეში 287
3.4. ლუმინესცენციური მიკროსკოპი 288
3.5. ფაზურკონტრასტული მიკროსკოპი 288
3.6. ელექტრონული მიკროსკოპი 289
თავი IV. მიკროორგანიზმთა პრეპარატების დამზადება 291
4.1. მიკროორგანიზმების შესწავლა ცოცხალ მდგომარეობაში 291
4.2. ფიქსირებული პრეპარატის დამზადება 294
4.3. ლაბორატორიული მეცადინეობა 298
თავი V. ბაქტერიების, სოკოების, უმარტივესების მორფოლოგია 301
5.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა 301
5.2. ლაბორატორიული მეცადინეობა 301
თავი VI. ბაქტერიული უჯრედის აგებულება 303
6.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა 303
6.2. ლაბორატორიული მეცადინეობა 307
თავი VII. ბაქტერიების ფიზიოლოგია და ბიოქიმია 309
7.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა 309
თავი VIII. მიკროორგანიზმთა კულტივირება 313
8.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა 316
8.2. ლაბორატორიული მეცადინეობა 317
8.3. ლაბორატორიული მეცადინეობა 317
8.4. ლაბორატორიული მეცადინეობა 322
თავი IX. მიკროორგანიზმებზე გარემოს ფაქტორების მოქმედება 324
9.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა 324

თავი X. მიკროორგანიზმთა მონაწილეობა ძირითადი ბიოგენური ელემენტების ტრანსფორმაციაში 327
10.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა 327
თავი XI. მიკროორგანიზმთა ეკოლოგია 337
11.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა 337
თავი XII. ანტიბიოტიკები 347
12.1. ლაბორატორიული მეცადინეობა 347

მესამე ნაწილი

მიკრობიოლოგიური და ვირუსოლოგიური ტერმინების განმარტებები 350
საგნობრივი საძიებელი 429
გამოყენებული ლიტერატურა 443