



ელდარ გუგავა

ბოტანიკა

თბილისი 2017

ელდარ გუგავა

ბოტანიკა

მცენარეთა ანატომია და მორფოლოგია

სახელმძღვანელო უმაღლესი სასწავლებლის სტუდენტებისათვის

თბილისი- 2017

რეცენზენტები:

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის
წევრკორესპოდენტი, ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი **ვანო პაპუნძე**

სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი პროფესორი
თამარ კაჭარავა

ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

ზაურ ლომთათიძე

რედაქტორი:

ბიოლოგიის აკადემიური დოქტორი

ეველინა ვადიანი

შესავალი

ბოტანიკა - არის მეცნიერება მცენარეთა შესახებ, იგი ნაწილია უფრო ზოგადი მეცნიერების - ბიოლოგიის ანუ მეცნიერებისა ცოცხალი არსებების შესახებ, რომლებითაც დასახლებულია დედამიწა.

ბუნების შეცნობა და მისი გამოყენება ადამიანის ძირითადი მიზანია, რის შედეგად ბუნების დიდი ნაწილი და მოვლენები ყოველდღიურ ცხოვრებას დაუკავშირა.საუკუნეთა მანძილზე ადამიანი თანდათანობით ერკვეოდა ბუნების მოვლენებში და სწავლობდა მცენარულ სამყაროს, მისი გამოყენების მიზნით.

მცენარეთა სამყარო, ისე როგორც ცოცხალ არსებათა მთელი სპექტრი, ხასიათდება ფორმათა ნაირგვარობით, რომლებიც შეგუებულნი არიან სხვადასხვა საარსებო გარემო პირობებს და განიცდიან ადაფტაციას.

ბოტანიკის ცოდნამ ადამიანის არსებობის პირველივე ეტაპიდან იწყო დაგროვება. ადამიანი იკვებებოდა მცენარეებით, მისგან ამზადებდა ტანსაცმელს, მკურნალობდნენ ავადმყოფებს, ამიტომაც აუცილებელი გახდა გაერჩია შხამიანი მცენარეები სამკურნალო მცენარეებისაგან. ბოტანიკა როგორც მეცნიერება ჩამოყალიბდა გაცილებით გვიან - დაახლოებით 2300 წლის წინათ. ბოტანიკის ფუძემდებლები იყვნენ ძველი სამყაროს მეცნიერების გამოჩენილი მოღვაწეები:არისტოტელე და თეოფრასტე,ისინი უკვე იცნობდნენ ექვსასამდე სასარგებლო მცენარეს, სწორედ აქედან იწყება ბოტანიკის დარგის განვითარება.

ბოტანიკური განათლება,როგორც ცოდნა,საერთოდ აღმოცენდა ადამიანის პრაქტიკული საჭიროებებისაგან. ობიექტური ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ბოტანიკა, როგორც მეცნიერება ინტენსიურად ვითარდებოდა სწორედ იმ ქვეყნებში, სადაც მეტად იყო განვითარებული მიწათმოქმედება და მედიცინა.

ბოტანიკა დღესაც მრავალფეროვანი მეცნიერებაა და მისი საერთო ამოცანაა შეისწავლოს როგორც ცალკეული მცენარეები, ასევე მცენარეთა ბუნებრივი თანასაზოგადოებები, რომელთაგანაც წარმოიქმნება ტყეები, მინდვრები, სტეპები. ამასთანავე ბოტანიკა, როგორც ფუნდამენტური მეცნიერება, პრაქტიკის მოთხოვნებსაც პასუხობს უფრო მიზანშეწონილად გამოვიყენოთ სასარგებლო მცენარეები და საჭიროებისამებრ დავუმორჩილოთ ისინი ადამიანის სამეურნეო ინტერესებს.

თავი 1. ბოტანიკის დარგები

ბოტანიკის შეხების სფერო მოიცავს არა მარტო ხმელეთის, არამედ მსოფლიო ოკეანისა და ატმოსფეროს მცენარეებსაც. უფრო მეტიც, ჩვენს დროში ეს სფერო სცილდება კიდეც ჩვენს პლანეტას და მის გარეთაც ვრცელდება (ასტრობოტანიკა).

ბოტანიკა თავის მხრივ კონკრეტულ მეცნიერებათა მთელ სერიებად იყოფა. თითოეული მათგანი შეისწავლის მცენარის ან მცენარეთა საფარის განვითარებას, აღნაგობასა და სიცოცხლის კანონზომიერებებს. „საგანი, რომ ნამდვილად იცოდე, უნდა მოიცვა და შეისწავლო მისი ყველა მხარე, ყველა კავშირი სხვა დარგებთან“. ბოტანიკა მოიცავს შემდეგ დარგებს:

მორფოლოგია - ბოტანიკის ყველაზე დიდი და ყველაზე ადრე ჩამოყალიბებული დარგია. მორფოლოგია შეისწავლის როგორც მცენარეების, ასევე მცენარეთა ცალკეული ნაწილების ორგანოების ფორმათა წარმოქმნასა და განვითარების კანონზომიერებებს.

მცენარის ორგანოთა ჩასახვას და განვითარებას განიხილავენ ორი თვალსაზრისით :

ონტოგენეზი - ცალკეული ინდივიდის ინდივიდუალური განვითარების მსვლელობა-თესლის გაღვივებიდან ნთესლის შექმნამდე, მცენარის სიცოცხლის ბოლომდე.

ფილოგენეზი - მთელი სახეობის ან ნებისმიერი სხვა სისტემატიკური ჯგუფის ისტორიული განვითარების მსვლელობაა, რომელსაც მიეკუთვნება მოცემული ინდივიდი.

ყოველი სხვადასხვა მცენარეული ერთეულის ინდივიდუალური განვითარების მსვლელობაში ჩანასახის ჩასახვიდან მის ზრდასრულ ინდივიდად განვითარებამდე, შეიძლება თვალყური ვადევნოთ ორგანოთა განვითარებისა და ჩამოყალიბების ცალკეულ ეტაპებს, დავინახოთ თუ როგორ წარმოიქმნენ ისინი ისტორიულად, მთელი სახეობის საერთო ევოლუციის მსვლელობაში (მიულერი 1864 წ.). ამა თუ იმ სახეობის მცენარეთა ინდივიდუალურ (ონტოგენეტიკურ)

განვითარებაში მეორდება მისი წარმოშობის ისტორია. ამ კანონს ე.ჰეკელმა (1866) „ძირითადი ბიოგენეტიკური კანონი უწოდა“.

მორფოლოგიის განვითარების პროცესში გამოცალკევდნენ უფრო სპეციალიზებული მეცნიერებანი: ციტოლოგია -მეცნიერება ძირითადი სტრუქტურული ერთეულის, მცენარის უჯრედისა და მისი შემადგენელი ნაწილების აღნაგობისა და განვითარების კანონზომიერებათა შესახებ;

ანატომია (ჰისტოლოგია) - მეცნიერება ორგანოების შემქმნელ სხვადასხვაგვარ ქსოვილთა ჩასახვის,მათი განვითარებისა და აგებულების შესახებ;

ემბრიოლოგია - მეცნიერება ჩანასახის განვითარებისა და აგებულების კანონზომიერებათა შესახებ;

ორგანოგრაფია- მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის მცენარის ორგანოების (ფესვი, ღერო, ფოთოლი, ყვავილი, ნაყოფი) ჩასახვას, განვითარებასა და სტრუქტურას. სამუშაოს მეთოდის მიხედვით მიზანშეწონილია მორფოლოგიის ორ ნაწილად გაყოფა:

- 1.მიკროსკოპული-ციტოლოგია, ანატომია, ემბრიოლოგია;
- 2.მაკროსკოპული-ორგანოგრაფია და სხვა.

ფლოროგრაფია. ბოტანიკის ერთ-ერთი მთავარი ნაწილია. ფლოროგრაფიის ამოცანას წარმოადგენს- სახეობების დადგენა და აღწერას. მსოფლიო ფლოროგრაფების მიერ აღწერილ სახეობებს სისტემატიკოსები აჯგუფებენ გენეტიკური ნათესაობის ამსახველი მსგავსების მიხედვით. ფლოროგრაფიის და სისტემატიკოსის სამუშაოს ხშირად ერთი და იგივე მეცნიერი ასრულებს .

სისტემატიკა. სისტემატიკას ხშირად განსაზღვრავენ როგორც მეცნიერებას ორგანიზმების ნაირსახეობათა შესახებ. სისტემატიკა შეისწავლის მცენარეთა სახეობების ძნელად თვალმისაწვდომ სხვადასხვაგვარობას და ამ ნაირგვარობის წარმომქმნელ მიზეზებს. მაგრამ სისტემატიკის, როგორც ერთ-ერთი ფუნდამენტური, ბიოლოგიური დისციპლინის ამოცანას წარმოადგენს მთელი ცოდნა ფლოროგრაფების მიერ აღწერილი სახეობების შესახებ, მოიყვანოს ადვილად გამოსაყენებელ მეცნიერულ სისტემაში. მეთოდების

მთელ სერიაზე დაყრდნობით სისტემატიკოსი აჯგუფებს მონათესავე სახეობებს უფრო მაღალი რანგის სისტემატიკურ კატეგორიებად-გვარებად, ოჯახებად და ა.შ. ეს ფლორისტიკული სისტემატიკის ანუ ტაქსონომიის ამოცანას წარმოადგენს.

ტაქსონომიის ამოცანაა შექმნას მეცნიერულად დასაბუთებული ისეთი კლასიფიკაცია, რომელიც მოიცავს სახეობებისა და მათი გამაერთიანებელი უფრო მაღალი რანგის სისტემატიკური კატეგორიების შესახებ მორფოლოგიურ ინფორმაციის მაქსიმუმს. სისტემატიკის მეორე ნაწილს, რომელმაც ინტენსიური განვითარება დაიწყო ჩ. დარვინის შრომების გამოქვეყნების შემდეგ. ფილოგენეტიკურ სისტემატიკას უწოდებენ. ბიოლოგიური მეცნიერების (მორფოლოგია, ბიოქიმია, პალეონტოლოგია, ფიზიოლოგია და სხვ.) მონაცემებზე დაყრდნობით სისტემატიკური კატეგორიები ლაგდება იმ რიგით და სისტემით, რომელიც ასახავს მცენარეთა სამყაროს ისტორიული განვითარების გზას, მის ფილოგენიას. ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ ფილოგენია შეისწავლის ევოლუციას და ნათესაურ დამოკიდებულებებს ყველა დონეზე, დაწყებული გვარიდან და უფრო მაღლა. აქედან წარმოიქმნა დაყოფა: 1. მეგაფილოგენია-უმადლესი სისტემატიკური კატეგორიების (რიგები) ნათესაური ურთიერთკავშირები და მემკვიდრეობითობა; 2. მეზოფილოგენია (ოჯახები და გვარები).

მცენარეთა გეოგრაფია ანუ ფიტოგეოგრაფია. ბოტანიკის უდიდესი დარგია. ბოტანიკური გეოგრაფიის ძირითადი ამოცანაა მცენარეთა და მათი თანასახოგადობების - ცენოზების ხმელეთსა და წყალში გავრცელებისა და განაწილების კანონზომიერებათა შესწავლა. ფიტოგეოგრაფიაში გამოცალკევდა რიგი კერძო დისციპლინები:

ისტორიული გეოგრაფია, რომელიც სწავლობს ძველ გეოლოგიურ პერიოდებში მცენარეთა გავრცელების კანონზომიერებებს.

ფიტოცენოლოგია ანუ გეობოტანიკა, სწავლობს ისტორიულად ჩამოყალიბებულ მცენარეული ორგანიზმების თანასახოგადობებს, ანუ ფიტოცენოზებს, მათი აღნაგობის, განვითარებისა და გავრცელების კანონზომიერებებს, გამოყენებისა და გარდაქმნების შესა-

ძლებლობებს. ფიტოცენოლოგიას გააჩნია პირველხარისხოვანი გამოყენებითი მნიშვნელობა .

მცენარეთა ეკოლოგია. მცენარის სიცოცხლე მჭიდროდაა დაკავშირებული გარემომცველ სამყაროსთან. მცენარე დამოკიდებულია გარემომცველ სამყაროზე: კლიმატური პირობები, ნიადაგი, მაგრამ თავის მხრივ ისიც გავლენას ახდენს გარემოზე. მცენარეები დიდ როლს ასრულებენ არა მარტო ნიადაგის წარმომქმნელ პროცესში, არამედ გავლენას ახდენენ კლიმატზეც. მცენარეთა ეკოლოგიის ამოცანაა მცენარის აგებულებისა და სიცოცხლის შესწავლა გარემოსთან კავშირში. ამ მეცნიერებას დიდი მნიშვნელობა აქვს პრაქტიკული მიწათმოქმედებისათვის.

მცენარეთა ფიზიოლოგია. მცენარეთა ფიზიოლოგია შეისწავლის მცენარეული ორგანიზმის ცხოველმოქმედების ზოგად კანონზომიერებებს, იკვლევს მცენარის მიერ წყლისა და მინერალური ნივთიერებათა შთანთქმის, ზრდისა და განვითარების, ყვავილობისა და ნაყოფმსხმოიარობის პროცესებს, ფესვურ და საჰაერო კვებას, სუნთქვას, ნივთიერებათა სინთეზს და დაგროვებას. მცენარეთა ფიზიოლოგია წარმოადგენს მცენარის საერთო პროდუქტიულობის, მისი საკვები ღირებულების ტექნოლოგიის ხარისხის გაზრდის ხერხებისა და მეთოდების თეორიულ საფუძველს.

პალეობოტანიკა - მეცნიერება ნამარხ მცენარეთა შესახებ, რომლებიც წარსულ გეოლოგიურ პერიოდში ცხოვრობდნენ.

ბოტანიკის სხვა დარგები მუშაობის მეთოდებისა და სპეციალური ამოცანების გამო იმდენად გამოცალკავდნენ, რომ უკვე დიდი ხანია დამოუკიდებელ დისციპლინებს წარმოადგენენ. მათი ნაწილი უფრო მეტად ფიზიკასა და ქიმიას უახლოვდება, ვიდრე ბოტანიკას.

ამგვარი დისციპლინებია: ბიოფიზიკა, ბიოქიმია, რადიობიოლოგია, გენეტიკა და სხვა.

თავი 2. მცენარეთა წარმოშობა და განვითარება

მეცნიერული მონაცემებით სავარაუდოთ, სიცოცხლე თავდაპირველად წყალში წარმოიშვა, ესენი იყვნენ პრიმიტიული სიცოცხლის ფორმები-უჯრედამდელი, ბირთვამდელი და აგრეთვე ბირთვიანი ერთუჯრედიანები და კოლონიური ორგანიზმები. შემდეგ წარმოიქმნენ შედარებით უფრო სრულყოფილი ფორმები-მრავალუჯრედიანები.

ამჟამად ცნობილია, რომ ფორმათწარმოქმნის პროცესი წყალში ძალიან ნელა მიმდინარეობდა. ეს დაკავშირებული იყო მსოფლიო ოკეანეში სასიცოცხლო პირობების ერთფეროვნებასთან. როგორც გამოირკვა წყლის გარემო უფრო ხელს უწყობდა წარმოქმნილი სიცოცხლის ფორმების კონსერვაციას, ვიდრე მის გარდაქმნა--ტრანსფორმაციას. სწორედ წყლის გარშემო შემოინახა ჩვენს დრომდე უმარტივესი ერთუჯრედიანები და კოლონიური მცენარეები.

მიღებულია, რომ დედამიწის განვითარების ისტორია აისახოს გეოლოგიურ ერებში :

1.არქეული, 2.პროტეროზოული, 3.პალეოზოული, 4.მეზოზოული, 5.კაინოზოული. ამ ერების ფარგლებში გამოყოფენ გეოლოგიურ პერიოდებს. თითოეული ერა ხასიათდება თავისი დანალექი ქანებით, იმ მცენარეთა და ცხოველთა გაქვავებული ნარჩენებით და ანაბეჭდებით, რომლებიც ჩვენს პლანეტაზე ცხოვრობდნენ იმ შორეულ დროში. ნარჩენების შესწავლამ საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ორგანული სამყაროს განვითარების საერთო სურათი, უფრო მეტიც, ზოგჯერ შესაძლებელია გადამენებულ მცენარეთა და ცხოველთა აგებულების თავისებურებების აღდგენაც მაგრამ, დადგენა იმისა, თუ როდის წარმოიშვა პირველი მცენარეული ორგანიზმები დედამიწაზე ჯერჯერობით ვერ მოხერხდა, ამიტომ მონაცემები პირობითია და სავარაუდო.

ჩვენს პლანეტაზე სიცოცხლეს არქეულ ერაში 3,5 მლრდ. წლის წინ აღმოცენდა. ცხოველმოქმედების დამადასტურებელ ნიშნად შეიძლება ჩაითვალოს ბაქტერიალური და წყალმცენარეული წარ-

მოშობის ქანები, აგრეთვე ამინომჟავების ნარჩენები, რომლებიც შედიოდნენ ადრეულ ორგანიზმების ცილოვან წარმონაქმნებში.

წინამორბედ კატარქულ ერაში (დაახლოებით 4,5 მლრდ. წლის წინ) მსოფლიო აკვატორიაში მიმდინარეობდა ფიზიკურ-ქიმიური პროცესები, რომელთა შედეგად შეიქმნა პირობები (სუბსტრატი და მასალა) სიცოცხლისა და ორგანიზმების წარმოსაქმნელად. მცენარეთა სამყაროს განვითარების ძირითადი ეტაპი მოყვანილია ცხრილ №1-ში.

სიცოცხლე დედამიწაზე ძალიან ნელა ვითარდებოდა, განსაკუთრებით არქეულ და პროტეროზოულ ერებში, რომლებიც გეოლოგიური წელთაღრიცხვის თითქმის 50%-ს მოიცავენ. ასე მაგალითად, პალეონტოლოგთა მონაცემებით გამოიკვეთა, მარტო პროტეროზოულ ერაში ცოცხალი ბუნების განვითარების ორი ძირითადი ხაზი - ავრტოტროფული (მცენარეთა სამყარო) და ჰეტეროტროფული (ცხოველთა სამყარო). პროტეროზოულ ერაში განვითარებული ერთუჯრედიანებისა და კოლონიური ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების გვერდით ჩნდება წითელი და მწვანე წყალმცენარეების, ბაქტერიების ახალი ჯგუფები, კერძოდ რკინის ბაქტერიები. დიდი რაოდენობის სხვადასხვაგვარი და საკმაოდ კონკრეტული ჯგუფები წარმოიქმნა ცხოველთა სამყაროშიც: ჭიები, მეღუზები და სხვა.

მსოფლიო ეკვატორიის მთელი რიგი ბინადარნი - მცენარეები და ცხოველები დღემდე ინარჩუნებენ გარეგნულ მსგავსებას ძველ ფორმებთან და მსგავსება განვითარების საკმაოდ მაღალ საფეხურზე მდგომმა ზოგიერთმა სახეობამაც შეინარჩუნა . მათ დიდხანს თვლიდნენ განსაკუთრებულ ჯგუფად- „ზოოფიტებად“ (ე.ი. ცხოველური და მცენარეული) ამ აზრს იზიარებდნენ უდიდესი ნატურალისტები თითქმის მე-18 საუკუნემდე. კ. ლინე ვარაუდობდა, რომ ზოოფიტები -წყლის მცენარეებია. მართლაც, ზღვის ზოგიერთი ცხოველი თავისი ფორმით მცენარის შესანიშნავ იმიტაციას წარმოადგენს. ასეთებია მაგალითად, ჰიდროპოლიპი-ზღვის ხავსი და ზღვის შროშანი.

**მცენარეული სამყაროს განვითარების ძირითადი ეტაპები.
ცხრილი №1**

ერები და მათი ხანგრძლივობა მლნ. წლებში	გეოლოგიური პერიოდები და განყოფილებები. (ხანგრძლივობა მლნ. წლებში)		მცენარეთა ძირითადი ჯგუფები. მათი განვითარება მცენარეული ორგანიზმების ცხოველმოქმედების პროდუქტები უძველესი დროისათვის.
კაინოზოური	მეოთხეული	0,1	თანამედროვე გეოგრაფიული ზონალური ფლორა. ადამიანი გარემოს გადამწყვეტი ფაქტორი ხდება. ასაკი (ქვედა ზღვარი) 0.1 მლნ.წელი
		1,6	მიმდებარე ტერიტორიაზე ფლორის შემადგენლობის გადარიბება გამყინვარებისა და აცივების შედეგად. მცენარეული ფორმების გეოგრაფიული გადაჯგუფებანი. საგოვანების, ხავსების წარმოქმნა. კულტურის პირობები წარმოქმნიან მცენარეებს, რომლებიც ნაკლებად ჰგვანან თავიანთ წინაპრებს. ასაკი (ქვედა ზღვარი) 1,7 მლნ. წელი.

	ნეოგენი პალეოგენი	25 62	მცენარეთა ამჟამად არსებული ზონალობის თანდათანობითი ჩამოყალიბება ჰავის ნაირგვარობის შედეგად. თანამედროვე ფლორასთან ახლოს მდგომი მცენარეულობის შექმნა. ქვანახშირის საბადოთა წარმოქნა (მსოფლიო მარაგის 54%) ასაკი (ქვედა ზღვარი) 67 მლნ.წელი. (± 3)
მეზოზოური 173	ცარცული	70	ფარულთესლოვანი მცენარეების გაბატონება. ბენეტიტასნაირთა გადაშენება. გინკგოსებრთა და საგოვანების გვარების მკვეთრი შემცირება, წიწვოვანთა შედგენილობის ცვლილება. ასაკი (ქვედა ზღვარი) 137 მლნ. წელი . (± 5)
	იურული	58	გვიმრასებრთა და შიშველთესლოვანთა (საგოვანების, გინგკოსებრნის, წიწვოვანთა) ფლორის განვითარება და ფართო გავრცელება. ფარულთესლოვანთა ჩასახვა. დიატომური წყალმცენარეების

			და პერიდინიების გაჩენა. ასაკი (ქვედა ზღვარი) 195 მლნ. წელი .(±5)
	ტრიასული	40- 45	საგოვანების განვითარება და გავრცელება. ბენეტიტასნაირთა და გინკგოსებრთა გაჩენა. თესლოვანი გვიმრების, სოლფოთლოვანებისა და კორდაიტების გადაშენება. ასაკი (ქვედა ზღვარი) 230 მლნ. წელი (±10)

<p>პალეოზოური</p> <p>360</p>	<p>პერმული</p>	<p>45</p>	<p>წიწვოვანების და გვიმრების გავრცელება. ძველი გვიმრების, ლიკოპოდიუმისებრთა (მათ შორის ლეპიდოდენდრონების და თესლოვან გვიმრათა თანდათან გადაშენება. შეინიშნება ხავსისნაირთა, როლი.</p> <p>ასაკი (ქვედა ზღვარი) 285 მლნ. წელი. (±10)</p>
	<p>ქვანახშირის</p>	<p>65-70</p>	<p>ლიკოპოდიუმისებრთა (მათ შორის ლეპიდოდენდრონების), შვიტასებრთა , გვიმრების და თესლოვანი გვიმრების მძლავრი განვითარება.</p> <p>კორდიატების აღმოცენება და აყვავება. ღვიძლის ხავსების გაჩენა. ტროპიკული და არატროპიკული ფლორის განცალკავება და განვითარება.</p> <p>ასაკი (ქვედა ზღვარი) 360 მლნ. წელი. (± 10)</p>

	დეკონური	55-60	ხარასებრთა წყალმცენარეების გაჩენა. რინიასებრთა განვითარება და გადაშენება. სოკოებისა და პირველგვიმრათა განვითარება ღეროსახსრიანი კალამიტებისა და სოლისებრფოთლოვანთაგაჩენა. ასაკი (ქვედა ზღვარი) 405 მლნ.წელი. (± 5)
	სილურიული	30-35	მცენარეთა ხმელეთზე გადმოსახლება. პირველი რინიასებრთა და ლიკოპოდიუმისნაირთა გაჩენა ბაქტერიებისა და ლურჯმწვანე, წაბლისფერი და მეწამული წყალმცენარეების ბატონობა. ასაკი (ქვედა ზღვარი) 440 მლნ. წელი. (± 5)
	ორდოვიკული	80	უმდაბლეს მცენარეთა ნარჩენები. ბაქტერიები, წყალმცენარეები და შესაძლოა სოკოები (ფიკომიცეტები) ასაკი (ქვედა ზღვარი) 500 მლნ. წელი.(± 5)
	კემბრიული	70-80	ლურჯმწვანე, მწვანე, წითელი, წყალმცენარეების, აგრეთვე ბაქტერიების არსებობა. ასაკი (ქვედა ზღვარი) 570 მლნ. წელი. (± 15)

<p>პროტეროზოული 2000</p>		<p>წიაღისეულის სახით ცნობილია სტრომატოლიტები, კირის სხეულები, რომლებიც წარმოიქმნენ ლურჯმწვანე წყალმცენარეებისა და ბაქტერიების შედეგად. მწვანე წყალმცენარეების წარმოშობა. ასაკი (ქვედა ზღვარი) 2700 მლნ. წელი.(±10)</p>
<p>არქეული</p>		<p>სიცოცხლის წარმოშობა დედამიწაზე. ბაქტერიული და წყალმცენარეული წარმოშობის პროდუქტები. ასაკი (ქვედა ზღვარი) 3500 მლნ. წლამდე.</p>

ზოგიერთ ფიტოტროფულ ორგანიზმს მაგ. მწვანე ევგლენას ბოტანიკოსები „თავის სახეობებად“ ე.ი მცენარეებად თვლიან, ხოლო ზოოლოგები-ცხოველებად.

ევოლუციის ტემპი მატულობდა ამის მიზეზი კი ორია:

- 1.საარსებო პირობების შეცვლა, რამაც გამოიწვია სიცოცხლის ფორმების დიდი სხვადასხვაობა და უფრო რთული ორგანიზაცია;
- 2.ორგანიზმების უფრო მაღალი რეაქცია საარსებო პირობებზე, იმ უკიდურესად სპეციალიზებული შემთხვევების გამოკლებით, როდესაც პირობების შეცვლა ორგანიზმის დაღუპვას იწვევდა.

მცენარეთა სამყაროს განვითარების ისტორიაში უმნიშვნელოვანესი მოვლენები მოხდა პალეოზოური ერის სილურიულ და დევონურ პერიოდებში. ეს იყო ჯერ კიდევ პატარა ზომის სულ 15-20 სმ სიმა-

ღლის მცენარეები, რომლებიც მთლიანად ფარავდნენ ხმელეთს შესაძლოა ამ პერიოდში უკვე არსებობდნენ:სოკოები,ხავსები, ლიქენები.

სილურიულის მომდევნო დევონურ პერიოდში მოხდა მცენარეთა მასობრივი „ გადასახლება“ ხმელეთზე. მცენარეებმა დიდ ზომებს მიაღწიეს, განვითარების ფაზათა მონაცვლეობა, რომელიც მაშინ მრავალ მცენარეს ჩამოუყალიბდა, ძლიერ ხელსაყრელი გამოდგა, ეს საშუალებას აძლევდა მცენარეებს სიცოცხლის ერთი ნაწილი წყალში გაეტარებინათ, ხოლო მეორე ნაწილი წყლის გარეთ ხმელეთზე.

დევონური პერიოდის მეორე ნახევრიდან ფართოდ გავრცელდა ხისმაგვარი გვიმრები და შვიტები. წარმოიქმნა წიწვოვანებთან ახლოს მდგომი ფორმები-კორდაიტები, რომლებიც სიმაღლით 30 მ. აღწევდნენ. ყველგან სადაც ლამიანი წყლით გაჟღენთილი ნიადაგი იყო, ეს ხეები ქმნიდნენ ტყეებს. მრავლად ხარობდნენ ხეები, მათ ძირს ურეცხავდა წყალი, განსაკუთრებით წყალდიდობისას, ხეები წყალში ცვივოდნენ და ნალექებით იფარებოდნენ, ჰაერის შეღწევადობის გამო მიმდინარეობდა ხეების მთელი ფენების დაგროება და დროთა განმავლობაში ეს ვეებერთელა მასა ქვანახშირის საბადოდ იქცეოდა.

ქვანახშირის პერიოდში განვითარდნენ შიშველთესლოვანი მცენარეები და თესლოვანი გვიმრები; გაქრა რინიეფიტები .პერმულ პერიოდში თესლიან ლიკოპოდიუმისებრთა და კორდაიტების უმეტესობა გადაშენდა. ლიკოპოდიუმისებრნი და შვიტასმაგვარნი ძლიერ შემცირდნენ, სამაგიეროდ წარმოიქმნა შიშველთესლოვანთა ახალი ჯგუფები, მათ შორის საგოვანები ახლანდელი არაუკარიებისა და წიწვოვანთა წინაპრები. ვითარდებოდნენ გინკგოსებრნი. პერმული პერიოდის დასასრულისათვის უკვე გაბატონდნენ შიშველთესლოვნები. პალეოზოურ ერას მოჰყვა მეზოზოური ერა, რომელიც სამ პერიოდად იყოფა: ტრიასული, იურიული და ცარცული. ტრიასულში და განსაკუთრებით იურიულ პერიოდში ძლიერ გაამდიდრდა შიშველთესლოვანთა ფლორა. იურიული ტყეები შედგებოდა უმთავრესად საგოვანების, გინკგოსებრებისა და არაუკა-

რიებისაგან. უხვად ხარობდა გიგანტური გვიმრები, უამრავი რაოდენობით იყო ხავსიც. იურიულ პერიოდში გამოჩნდნენ კეიტორნიურნი, რომლებსაც ნამდვილად ნაყოფ ფოთლის ჰომოლოგები და კენკრისებრი ნაყოფი ჰქონდათ. ცარცულ პერიოდში ფართოდ გავრცელდნენ ნამდვილი ყავილოვანი მცენარეები. ყვავილოვანთა განვითარება მნიშვნელოვანი გარდატეხის ეტაპი იყო მცენარეულ და ცხოველთა სამყაროში. ყვავილოვანთა მერქნიანმა ფორმებმა: მაგნოლიამ, დაფნამ, ჭადარმა, ევკალიპტმა, ფიკუსმა, ვერხვმა, ტირიფმა, წიფელმა, ვაზმა და სხვ. დედამიწაზე დიდი სივრცეები დაიპყრეს. ასევე მალე გავრცელდნენ ხისებრი ერთლებლიანი პალმები. ახალ პირობებთან შეგუების შედეგად ბალახისმაგვარი მცენარეებიდან განვითარდა ხმელეთისა და წყლის ფორმები. ყვავილოვანმა მცენარეებმა ძლიერ განვითარებას მიაღწიეს კაინოზოურ ერამში. ამ ერის პირველი პერიოდები-პალეოგენი და ნეოგენი, რომლებიც 85-90 მლნ. წელს გრძელდებოდნენ, გამოირჩეოდნენ საკმაოდ თბილი კლიმატით. უკვე მაშინ დედამიწის ზედაპირის ლანდშაფტი თანამედროვეს მოგვაგონებდა. გაჩნდა ფოთლოვანი ტყეები, ძლიერ გავრცელდა მაგნოლია, დაფნის ხე, პურის ხე, ლელვი, მუხა, ნეკერჩხალი, იფანი, კაკალი და მრავალი სხვა. წიწვოვან მცენარეებს უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდათ, როგორც სუფთა წიწვოვანი, ასევე შერეული ტყეების შესაქმნელად. გაჩნდა მდიდარი ბალახოვანი საფარი.

მომდევნო - მეოთხეულ პერიოდში, რომელიც 1,6-1,8 მლნ. წელს მოიცავს, დედამიწის ჰავა მკვეთრად შეიცვალა. დაეცა ტემპერატურა და გაიზარდა ნალექების რაოდენობა. ამან დედამიწის მაღალ განედებში ყინულის კოლოსალური რაოდენობით დაგროვება გამოიწვია. ეს ყინულები შემდეგ სამხრეთისაკენ დაიძრნენ დაიწყო გამყინვარების ეპოქა. ევროპაში უდუდესი გამყინვარების ეპოქაში ყინული ევროპის ცენტრალურ ნაწილამდეც აღწევდა. გამოჩნდნენ ყინვაგამძლე მცენარეები. მესამეული პერიოდის დასასრული და მეოთხეულის დასაწყისი დაკავშირებულია ადამიანის გამოჩენასა და განვითარებასთან. ადამიანი მცენარეებზე ზემოქმედების ახალ ფა-

ქტორად იქცა. ადამიანმა დაიწყო მისთვის სასარგებლო მცენარე-
ების მოშენება (კულტურული მცენარეები), რასაც ველურ მცენარე-
თა არეალის შევიწროება მოჰყვა.

ამგვრად დედამიწის მცენარეული სამყაროს განვითარების ისტო-
რიაში შეიძლება გამოვყოთ ოთხი ძირითადი პერიოდი:

1. წყალმცენარეული (ძირითადად პალეოზოური);
2. უმაღლესი სპოროვანები (ზედა პალეოზოური);
3. შიშველთესლოვანები
4. ფარულთესლოვანები

თავი 3. მცენარეთა მნიშვნელობა

რაც უფრო თანმიმდევრულად და ღრმად ვიკვლევთ ბუნებას, და მის ფონზე ადამიანის სიცოცხლეს, მით უფრო ნათლად ჩნდება მცენარეთა უდიდესი როლი. საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ ჩვენ პლანეტაზე მცენარეები თითქმის ყველგანაა გავრცელებული, ისინი ერთი შეხედვით არქტიკისა და ანტარქტიკის უსიცოცხლო სივრცეებშიც ცხოვრობენ. თვით ატმოსფერო, ჰაერი რომლითაც ჩვენ ვსუნთქავთ სავსეა უამრავი უმცირესი ორგანიზმებით ან მათი ჩანასახებით-სპორებით, ბაქტერიებით, სოკოებით და ვირუსებით. ჰაერის დინებით ისინი უზარმაზარ მანძილზე ვრცელდებიან. არსებულ მცენარეთა მრავალფეროვანი სახეობების შემადგენლობის, ცხოველმოქმედებისა და გავრცელების შესწავლა განსაკუთრებული მეცნიერების- აერობიოლოგიის შესწავლის საგანს წარმოადგენს.

საკვებიც და წყალიც სავსეა უამრავი მიკროსკოპული მცენარით. მიკრობთა უზარმაზარი მასა ბინადრობს ნიადაგში, ისინი დიდ როლს ასრულებენ ნიადაგწარმოქმნის პროცესში და სახნავის, სათიბებისა და სამოვრების, მათი ნაყოფიერების ამაღლების მაჩვენებელია.

მცენარეების, განსაკუთრებით წყალმცენარეების არანაკლებ საინტერესო სამყარო სახლობს ოკეანეებისა და ზღვების, მდინარეებისა და ტბების თვალუწვდენელ სივრცეებში. მცენარეები ახალ საცხოვრებელ ადგილებში ვრცელდებიან. ისინი იქაც კი სახლობენ, სადაც არავითარი სიცოცხლე არ არის. თოვლსა და ყინულებში, ცხელ წყაროებში, შიშველ კლდეებსა და მინაზეც კი შეიძლება დასახლდნ მღიერები. ცხოველებისაგან განსხვავებით მცენარეებს ახასიათებს ბიოსფეროს ყველა ფენაში უფრო ფართო საყოველთაო დასახლება.

მცენარეები კოსმოსურ როლს ასრულებენ, რაც გამოიხატება შემდეგში: მცენარეთა უმრავლესობას მწვანე შეფერილობა აქვს, ეს ფერი, მხოლოდ მცენარეებისთვისაა დამახასიათებელი. მცენარეთა მწვანე ფერი განპირობებულია ფოთლებში ქლოროფილის მატარებელი უჯრედებით, რომლებიც განსაკუთრებულ სტრუქტურულ

წარმონაქმნებში (პლასტიდებში) შეიცავენ მწვანე მღებავ ნივთიერებას - ქლოროფილს. მწვანე ფერთან - ქლოროფილთანაა დაკავშირებული მცენარეთა საკაერო კვება ე.ი.ნახშირორჟანგის შთანთქმა და ორგანული ნივთიერების წარმოქმნა, რომელიც ფოტოსინთეზის პროცესითაა ცნობილი.

სხვა ფოტოქიმიური პროცესებისაგან განსხვავებით ფოტოსინთეზი მიმდინარეობს არა ენერგიის დახარჯვით, არამედ დაგროვებით. მზის რადიაცია წარმოადგენს არა მარტო ენერგიის წყაროს ორგანულ ნივთიერებათა წარმოსაქმნელად, არამედ არეგულირებს მცენარეთა განვითარების პროცესებს - დღე-ღამური ბიოლოგიური საათები, ფოტოპერიოდულობა, სეზონური პერიოდულობა.

პლანეტაზე ამჟამად გაბატონებულ ღეროფოთლოვან მცენარეებს კვების ორი პოლუსი აქვთ. გარდა მზისაკენ მიმართული -ჰელიოტროპული პოლუსისა, სადაც მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი, მცენარე იკვებება დიამეტრულად საწინააღმდეგო გეოტროპიკულ პოლუსზეც. მცენარე ფესვებით ითვისებს წყალსა და მინერალურ ნაერთებს, რის შედეგადაც ქმნის ორგანულ ნივთიერებებს. მაშასადამე მცენარის მწვანე ქლოროფილის მატარებელ უჯრედში არაორგანული ნივთიერებებიდან წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერება (ნახშირწყლები, ცილები, ცხიმები) ,შენაერთების აღნიშნული ეს სამი ჯგუფი წარმოადგენს ადამიანთა და ცხოველთა საკვებს.

არაორგანული ნივთიერებების ორგანულ შენაერთებად, დედამიწის მთელი მოსახლეობის კვების პროდუქტად გადაქცევის პროცესი ხდება მწვანე მცენარის ქლოროფილის მატარებელ უჯრედში. ჩვენი დროის მეცნიერებს შეუძლიათ, მხოლოდ იოცნებონ ამ პროცესის აღწარმოებაზე. რაოდენ რთული აგებულება უნდა ჰქონდეს მცენარულ უჯრედს და, მით უმეტეს მთელ ორგანიზმს, რომელიც წარმოადგენს თვითმარეგულირებელ და თვითაღმწარმოებელ სისტემას . ირკვევა, რომ ნებისმიერი მცენარე, თვით ერთუჯრედიანებიც კი, რომლებიც ერთი შეხედვით მარტივად ორგანიზებულს ჰგვანან, სინამდვილეში უფრო რთულები არიან, ვიდრე თანამედროვე საანგარიშო-გამომთვლელი მანქანა, უფრო მეტიც, უჯრედსა

და მთელს ორგანიზმს შესწევს უნარი ე.ი. მათ შეუძლიათ შექმნან თავისი მსგავსები, რაც მანქანისათვის არ არის დამახასიათებელი.

მცენარეთა სიცოცხლის ხანგძლივი ისტორიის მანძილზე, რომლებიც ასობით მილიონ წელს გრძელდებოდა, ფოტოსინთეზის პროდუქტებმა შექმნეს ენერგეტიკული მასალის უდუდესი მარაგი: ქვანახშირი, ტორფი. ფოტოსინთეზის მსვლელობაში „მზის სხივების კონსერვის“ წარმოქმნის პარალელურად ატმოსფეროში მიმდინარეობს ჟანგბადის გამოყოფა, რომლითაც ჩვენ ვსუნთქავთ.

დედამიწაზე 500 000 სახეობის მცენარეა. აქედან დაახლოებით 200 000 (250 000) ყვავილოვანთა სახეობებია. არქეოლოგებმა ზუსტად დაადგინეს, რომ ეგვიპტეში ყურძენი დაახლოებით 4700-5000 წელია რაც მოჰყავთ, ხოლო ჩინეთში ბამბა დაახლოებით 4000 წელი. სასოფლო-სამეურნეო სამკურნალო და დეკორატიულ მცენარეთა ძველი კერებია აგრეთვე ხმელთაშუა ზღვის რეგიონი ,რომელშიც შედის საქართველო, ინდოეთი, საბერძნეთი, იტალია, წინა აზია .

დედამიწის შემსწავლელ მეცნიერებათაგან ცნობილია, რომ ფრინველებსა და ძუძუმწოვრებს (მათ შორის ადამიანის შორეულ წინაპრებს) არსებობის საშუალება, მხოლოდ ფარულთესლოვანი მცენარეების განვითარების შემდეგ მიეცათ. პალეონტოლოგიის მონაცემებით ეს მოხდა მეზოზოური ერის ცარცულ პერიოდში- ე.ი ფარულთესლოვანთა გამოჩენამდე აღნიშნულ ჯგუფებს არ შეეძლოთ არსებობა, უბრალოდ მათთვის საკვების არ არსებობის გამო.

შეცდომა იქნებოდა გვეფიქრა, რომ მცენარეთა სამყარო ცალმხრივად მოქმედებს ადამიანზე და რომ ადამიანი მთლიანად მასზეა დამოკიდებული. თავის მხრივ ადამიანიც ოდიდგანვე აქტიურად ზემოქმედებდა მცენარეებზე და მათ თავისი მოთხოვნილებების საჭიროებისამებრ იყენებდა .

სიცოცხლის გახანგრძლივების და ჯანმრთელობის შენარჩუნების ერთ-ერთი საუკეთესო საშუალებაა სამკურნალო მცენარეების გამოყენება. მეცნიერთა გათვლით სამკურნალო მცენარეთა რიცხვი 17-20 ათას სახეობამდე აღწევს. საქართველო სამკურნალო მცენარეთა დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა.

საოცრად დიდია მცენარეთა როლი მთელი მცენარეული საფარის გარდაქმნაში, განსაკუთრებით კი ჩვენს დროში მაღალი მექანიზაციის და სოფლის მეურნეობის ქიმიზაციის საუკუნეში. თუმცა დიდი უსამართლობა იქნებოდა არ აღგვეღნიშნა ის განსაკუთრებული მნიშვნელობაც, რაც დედამიწაზე მწვანე საფარს აქვს ადამიანისათვის. ამიტომაც, რომ ბუნების დაცვა სახალხო მეურნეობის ინტენსიური ინდუსტრიალიზაციის ეპოქაში ერთ ერთი პირველხარისხოვანი ამოცანათაგანია.

თავი 4. ბოტანიკა და სოფლის მეურნეობა

ბოტანიკა და აგრონომია მჭიდროდ არიან ერთმანეთთან დაკავშირებულნი საერთო შესასწავლი ობიექტით, მუშაობის საერთო მეთოდით და განვითარების საერთო ისტორიით. ბოტანიკოსი სწავლობს მცენარეთა აგებულებისა და განვითარების კანონზომიერებებს, ველურ მცენარეთა და მათი ჯგუფების სახეობრივ შემადგენლობას. მეცნიერ-აგრონომი მცენარეთმცოდნეა, სელექციონერი კი კულტივირებულ მცენარეთა გამოყვანას ემსახურება. ხშირად ბოტანიკოსის საკვლევ ობიექტად კულტივირებული მცენარეებიც იქცევიან, განსაკუთრებით ისინი, რომლებიც პირველად ინერგებიან კულტურაში. ამგვარად ბოტანიკასა და აგრონომიას შორის მტკიცე ზღვრის გავლება შეუძლებელია და ეს შემთხვევითი როდია, ვინაიდან აგრონომია ბოტანიკის წიაღში წარმოიშვა და მის დარგს წარმოადგენს. უფრო სწორად აგრონომია მეცნიერებაში ბოტანიკის დამატებად ითვლება. აგრონომისა და ბოტანიკოსის მიზანი ერთია - მცენარეთა რაც შეიძლება სრულად და მაქსიმალურად გამოყენება ადამიანის პრაქტიკული მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად, მარცვლეულის, ხილისა და მწვანე მასის მაღალი მოსავლის მისაღებად.

ყოველთვის როდი ხერხდება აგრონომიულ და ბოტანიკურ პროფილებს შორის მკვეთრი ზღვარის გავლება. ასე მაგალითად, სათიბებისა და საძოვრების მცენარეულობის შესწავლისას და მათი მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით აგრომელიორაციულ ღონისძიებათა ორგანიზაციის დროს, აგრონომი ნაწილობრივ გვევლინება ბოტანიკოსად, ხოლო ბოტანიკოსი-აგრონომად.

კიდევ უფრო მჭიდრო კავშირი და ურთიერთგაგებაა ნიადაგმცოდნეთა, აგროქიმიკოსებისა და ბოტანიკოსების მუშაობის მეთოდებში. საკმარისია აღინიშნოს რომ, ინდიკაციურ გეობოტანიკის განვითარებადი დარგი აგროქიმიკოსს აწვდის ერთ-ერთ მეთოდს ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური შედგენილობის, ჰიდროლოგიური პირო-

ბებისა და სხვ. დასახასიათებლად ბოტანიკოსებმა უნდა შეისწავლონ მსოფლიო ოკეანეში, კონტინენტზე, მდინარეებსა და ტბებში, ატმოსფეროში გავრცელებული მცენარეები, ხოლო აგრონომის წილი მოდის ხმელეთის არა უმეტეს 10% ტერიტორიაზე კულტივირებული მცენარეთა სახეობისა და მრავალი ჯიშის შესწავლაზე. სამაგიეროდ აგრონომისა და მიწათმოქმედის წინაშე დგას პირდაპირი ამოცანა - მთელი კაცობრიობისათვის შექმნას საკვები პროდუქტებისა და ყოველგვარი მცენარეული ნედლეულის სიუხვე, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს ადამიანთა საზოგადოება სასოფლო-სამეურნეო პროდუქტებით, ეს მეტად საპასუხისმგებლო ამოცანაა, რადგან კვება არა მარტო პირველადი მოთხოვნილების დაკმაყოფილების, არამედ თვით სიცოცხლის, ცივილიზაციისა და პროგრესის საფუძველიცაა.

აგრონომი სრულყოფილად უნდა ფლობდეს წარმოების ყველა მაკონტროლებელ ფაქტორს, კერძოდ ნებისმიერი სასოფლო-სამეურნეო კულტურის მოსავლის მიღებას, აკონტროლებდეს მისი გაზრდისა და განვითარების პროცესის მეთოდებს. ამ კონტროლმა უნდა მოიცვას მცენარეთა ჩასახვისა და ორგანოთა განვითარების (ორგანოგენეზი) ყველა ეტაპი - დაწყებული თესლის გაღვივებიდან - ბოლქვის ან ვეგეტატიური გამრავლების სხვა ორგანოების, ყლორტების ჩამოყალიბებამდე, ყვავილობასა და მსხმოიარობამდე. მკაცრ ბიოლოგიურ კონტროლს მოითხოვს მცენარის მიწისქვეშა სფეროს განვითარების მსვლელობაც.

აგრონომს უნდა ჰქონდეს სისტემატური და ზუსტი ინფორმაცია მცენარეებში ორგანოგენეზის ეტაპების მსვლელობის შესახებ. წინასწარ უნდა ვივარაუდოთ, რომ ზოგ შემთხვევაში განვითარების ეს ეტაპები, შესაძლოა, ნელა მიმდინარეობდეს, ხოლო ზოგში ზედმეტად ინტენსიურად. ყველა შემთხვევაში საჭიროა, შესაფერი აგროტექნიკური ღონისძიებებისა და დამატებითი კონტროლის ჩატარება. მცენარის განვითარების პროცესის ორგანიზაცია და კონტროლი თითქმის მთლიანად ბოტანიკური მორფოლოგიის მეთოდებზეა დამყარებული.

ბიოლოგიური კონტროლის ორგანიზებისა და შემდგომ მის გატარებაში კვლავ წარმოიქმნება კონტაქტი ბოტანიკოსსა და აგრონომს შორის. არაერთი გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ შესაფერისი აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარებით შეიძლება უფრო მეტად გავზარდოთ იმ სხვადასხვაგვარ ბუნებრივ მცენარეულობათა ჯგუფების მწარმოებლურობა, რომლებთაც ვიყენებთ საძოვრებად, სათიბებად და ტყის სავარგულებად.

დიდ ყურადღებას იპყრობს მსოფლიო ოკეანისა და მტკნარ წყლიანი აუზების ბიოლოგიური პროდუქტიულობა. ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზის დიდი ნაწილი ხომ ზღვის წყალმცენარეების წილად მოდის. აქედან გამომდინარე, შესაძლებელია, ზღვის მცენარეების უფრო რაციონალურად გამოყენება ადამიანისა და სასოფლო-სამეურნეო ცხოველების საკვებად, ორგანულ სასუქად, სამრეწველო ნედლეულად, სამედიცინო წარმოებისათვის. მომავლის მეცნიერ-აგრონომი უნდა გახდეს სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოყვანის არა მარტო ორგანიზატორი, არამედ, გარშემო მდებარე ველური ბუნების პატრონი, ეკონომისტ-ბოტანიკოსი, რომელიც აღჭურვილია მცენარეული საფარის აგებულებისა და განვითარების საერთო კანონზომიერებათა ცოდნით. ბოტანიკოსები აღმოაჩენენ, ხოლო აგრონომებს კულტურაში შემოაქვთ მრავალი სასარგებლო მცე ნარე, როგორცაა საკვები ეთერზეთოვანი, სამკურნალო და ტექნიკური მცენარეები. როგორც ბუნებრივი, ასევე კულტივირებული მცენარეების რესურსების მაშტაბი და კომპლექსურობა წარმოადგენენ ქვეყნისა და მისი მიწათმოქმედების კულტურის საერთო დონის მთავარ მაჩვენებელს.

ბოტანიკის დარგები აგრარული განათლების ბიოლოგიურ საფუძველს წარმოადგენენ. მხოლოდ კარგ ბიოლოგიურ საფუძველზე დაყრდნობით შეიძლება აგრონომმა სწრაფად და სწორად გადაწყვიტოს სპეციალური კერძო საკითხები.

თავი 5 .უჯრედის სწავლების საფუძვლები

ციტოლოგია და მისი ამოცანები. უჯრედის მიკროსკოპული და სუბ-მიკროსკოპული აგებულებისა და მისი ცხოველმოქმედების შემსწავლელ მეცნიერებას ციტოლოგია ეწოდება. ციტოლოგიის ძირითადი მეთოდებია:

1. სინათლის მიკროსკოპი - შესასწავლი ობიექტის თხელი ანაჭრების, ქსოვილების ან ნაცხების მიკროსკოპული სტრუქტურის შესწავლა;
2. ელექტრონული მიკროსკოპია -1,5ნმ² ზომის სტრუქტურათა მიკრომოლეკულური შესწავლა გაფლუორესენცირებულ ეკრანზე, ან ფოტოფირზე 100-200 ათასჯერ და უფრო მეტად გადიდებისას;
3. ფიზიკურ-კონტრასტული მიკროსკოპია (ოპტიკურ მიკროსკოპზე სპეციალური საცმით) გარდატეხის ერთიანი მაჩვენებლის მქონე კომპონენტების შესწავლა.
4. ქსოვილთა კულტურის მეთოდი-ორგანიზმის გარეთ მკვებავ გარემოზე გაზრდილი ცოცხალი უჯრედების სტრუქტურისა და ცხოველმოქმედების შესწავლა.
5. მიკროსკოპული ქირურგია-უჯრედიდან ბირთვის გამოცალკავება.
6. ციტოქიმიური მეთოდი -საშუალებას გვაძლევს გამოვავლინოთ უჯრედში სხვადასხვა ნივთიერებები: ცილები, ნუკლეინის მჟავები, ცხიმები, ნახშირწყლები, ჰორმონები, ვიტამინები და სხვ.

5.1. უჯრედის შესწავლის ისტორია

უჯრედის შესწავლის ისტორია დაკავშირებულია მიკროსკოპის გამოგონებასთან. ეს დიდი აღმოჩენა, როგორც დადგენილია გალილეო გალილეის ეკუთვნის (1609 წელი). ერთი წლით ადრე კი იმავე მეცნიერმა გამოიგონა სამზერი მილი (ტელესკოპი), რომლის საფუძველზეც შეიქმნა მიკროსკოპი. თანამედროვე ოპტიკური მიკროს-

კოპის პროტოტიპი სწრაფად განიცდიდა სრულყოფას, გარჩევის უნარის და ზრდის მიმართულებით.

მიკროსკოპის მოდერნიზაციას, მასზე მესამე -შემკრები ლინზის (კოლექტორის) დადგმისა და მის სამეცნიერო კვლევისათვის გამოყენებას ინგლისელ მეცნიერს რ. ჰუკს მიაწერენ. იმდროინდელ მეცნიერთა უმეტესობის მსგავსად, ჰუკიც დიდი მამტაბის მრავალმხრივი მეცნიერი-ბუნებისმეტყველი გახლდათ. იგი ფიზიკოსი, ქიმიკოსი და ბოტანიკოსიც იყო. 1669 წელს თავის ნაშრომში „მიკროგრაფია“ მან ანწლის, კამის, ლერწმის და სხვა მცენარეთა ღეროების შედარებით თხელი ანათლები ისე აღწერა, როგორც ხედავდა მათ მიკროსკოპში. რ. ჰუკმა აღმოაჩინა მცენარეთა უჯრედოვანი აგებულება და პირველად მანვე გამოიყენა ტერმინი „უჯრედი“.

მოკლე ხანში ჰუკის თანამედროვეებმა იტალიელმა მ. მალპიგიმ (1671-79) და ინგლ. ნ. გრიუმ (1672-82) საფუძველი ჩაუყარეს მეცნიერებას ქსოვილების შესახებ (ანატომია და მცენარეთა ჰისტოლოგია) მანვე შემოიღო ტერმინი „ქსოვილი“.

მე-17 საუკუნის ბოლო 50 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში ქვეყნებოდა შესანიშნავი ჰოლანდიელი თვითნასწავლი მეცნიერის ლ. ჰუკის მიერ შეგროვილი ვრცელი სამეცნიერო-ექსპერიმენტული მასალა. ამ პუბლიკაციებში, განსაკუთრებით კი ნაშრომში „ბუნების საიდუმლოებანი“ (1696) მან გამოაქვეყნა ისეთი მნიშვნელოვანი აღმოჩენები, როგორიცაა მაგალითად, ცხოველთა უჯრედოვანი აგებულება, ერთუჯრედიანი მიკროსკოპული წყალმცენარეები, ქლოროპლასტები, სპერმატოზოიდები, სისხლის წითელი ბურთულაკები და სხვა. მიუხედავად შედარებით მარტივი კონსტრუქციისა, პირველ მიკროსკოპებს საკმაოდ მაღალი გარჩევის უნარი გააჩნდათ. მიკროსკოპის დახმარებით ჩატარებულმა ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა მკვეთრად შეცვალეს არსებული წარმოდგენები ცოცხალი მატერიის აგებულების შესახებ. მე-17 საუკუნეში მატერიის ბუნების შეცნობის პროცესი ძალზე რთული ტემპით, თითქმის მხოლოდ „მიკროსკოპის მოყვარულობის“ დონეზე მიმდინარეობდა. ამან გამოიწვია ის, რომ მე-18 საუკუნის პერიოდში მიკროსკოპული

ტექნიკა თანდათან ვითარდებოდა გამოსახულების ზომების გაზრდის მიზნით. მიუხედავად ამისა მე-17-18 საუკუნეებში ოპტიკის გარჩევის უნარის შესაძლებლობები ბიოლოგიაში სათანადოთ ვერ იქნა გამოყენებული. ამის მიზეზი იმდროინდელ ბიოლოგთა მეცნიერულ-მეთოდოლოგიური ჩამორჩენა იყო. მათ ბოლომდე ვერ გაიაზრეს უკვე ცნობილი ფაქტები. აი რატომ იყო, რომ მეცნიერების განვითარებისას ხშირად ამუხრუჭებდა უჯრედის პირველ აღმომჩენათა შემთხვევითი და ზოგჯერ მცდარი აზრები. ასე მაგალითად, ერთ-ერთი ამ ძირითად შეცთომათაგანი იქიდან მომდინარეობდა, რომ რ. ჰუკმა პირველმა აღმოაჩინა უჯრედი და მისი აღნაგობა აღწერა მკვდარ ქსოვილებში. როგორც ცნობილია, საცდელი კორპის თხელ ანაჰრებზე უჯრედოვანი კედლის გარდა არაფერია, რადგან ცოცხალი შიგთავსი-პროტოპლასტი მთლიანად მკვდარია. ცოცხალი მატერიის თვისებებს რ. ჰუკი ამიტომაც უკავშირებდა უჯრედოვან კედელს. ცოცხალი ქსოვილების თხელ ანაჰრებში კი უჯრედის შიგთავსს განიხილავდა როგორც „მკვებავ წვენს“ ან „მცენარულ ლორწოს“.

სწორედ ამ მიზეზით დიდხანს, მე-18 საუკუნესა და მე-19-ის პირველ მესამედში, უჯრედის მთავარ ორგანოს ბირთვის არავინ აქცევდა ყურადღებას, თუმცა იმდროინდელი მიკროსკოპების გარჩევის უნარი უკვე იძლეოდა ამის საშუალებას. საინტერესოა, ასევე გავიხსენოთ, მე-18 საუკუნის ცნობილი მეცნიერის ფ. ფონტანის გამონათქვამი: „მიკროსკოპში ჩახედვა ყველას შეუძლია, მაგრამ ზოგიერთებს ძალუბთ დანახულზე მსჯელობა“.

აღსანიშნავია, რომ ბირთვის სტრუქტურა პირველად დაინახა და ჩაიხატა ფ. ფონტანმა 1781 წელს. თუმცა, სწორი მსჯელობა ბირთვზე, როგორც უჯრედის მთავარსა და აუცილებელ კომპონენტზე მოგვიანებით, 52 წლის შემდეგ ჩამოაყალიბა რ. ბროუნმა. მხოლოდ მე-19 საუკუნეში მიიქცია მკვლევართა ყურადღება უჯრედის, მისი ორგანოების შიგთავსმა. ამ დროისათვის უკვე ცნობილი იყო სახამებლის მარცვლები, კრისტალები, ქლოროფილის მარცვლები

და სხვა. იხვეწებოდა მიკროსკოპული ტექნიკა და შესაბამისად გროვდებოდა ახალი ექსპერიმენტული მასალა.

ბ. მირბელმა (1801წ.) საფუძველი ჩაუყარა უჯრედის შედარებით-მორფოლოგიური მეთოდით შესწავლას. მალე გ.ლინკისა და კ.რუდოლფის შესანიშნავი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ უჯრედებს დამოუკიდებელი კედლები აქვთ. ი. მოლდენჰაურის (1812) შრომებმა უჯრედის დაყოფის შესახებ, ბრწყინვალედ დაადასტურეს ეს დებულება. მანამდე გაბატონებული იყო აზრი, რომ უჯრედები გაყოფილი არიან „საერთო კედლით. 1835 წელს გამოქვეყნდა ფ. დიუჟარდენის სენსაციური დაკვირვებანი პროტოპლაზმაზე - ციტოპლაზმაზე. იგი მას ახასიათებდა როგორც გამჭვირვალე ჰომოგენურ მასას, რომელსაც სინათლის გარდატეხის უნარი ზეთზე უფრო სუსტად, მაგრამ წყალზე უფრო მეტად გააჩნია. მაგრამ ამ საინტერესო დაკვირვებებმა, ისევე როგორც ფონტანისა, ჯერ კიდევ ვერ მიგვიყვანეს პრინციპულ დასკვნებამდე და განზოგადობამდე. მხოლოდ 1831 რ. ბროუნმა დაწვრილებით აღწერა ბირთვი, როგორც უჯრედის აუცილებელი და მთავარი კომპონენტი. თითქმის ერთდროულად ი. პურკინიეს (1830-1839) შემოაქვს ტერმინი „პროტოპლაზმა,“ ცოტა მოგვიანებით კი გ. მოლი (1846) ფართოდ იყენებს ამ ტერმინს .

მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმების უჯრედული აგებულების ფაქტებს, მრავალი მკვლევარი აკვირდებოდა. უჯრედოვანი სტრუქტურების შედარებით დაწვრილებითი აღწერა მე-19 საუკუნის 30-ან წლებში მოგვცეს ი.პურკინიემ და მ. შლეიდენმა. თუმცა ამ მეცნიერებმა დაკვირვებული ფაქტების განზოგადება ვერ შესძლეს. ისეთი დიდი აღმოჩენა, როგორიცაა საუკუნის უდიდესი თეორია-უჯრედული თეორია, ჩამოაყალიბა ტ. შვანმა (1839). მისი დამსახურება, უპირველეს ყოვლისა ისაა, რომ უჯრედთა დიდ სხვადასხვაგვარობაში მან შენიშნა მათი ერთობა, ერთგვაროვნობა. სწორედ ეს დაედო საფუძვად ცნობილ კანონს ცოცხალი მატერიის აღნაგობისა და განვითარების შესახებ. ამ თეორიის მთელი არსი შეიძლება გამოიხატოს, ძირითადად, სამი დებულებით:

1. უჯრედი ყველა ცოცხალი ორგანიზმის, როგორც მცენარის, ისე ცხოველთა ელემენტარულ სტრუქტურულ ერთეულს წარმოადგენს;
2. ახალი უჯრედები წარმოიქმნებიან მშობლიური უჯრედებისაგან;
3. მცენარეებისა და ცხოველების უჯრედები დამოუკიდებელი არიან. ისინი განვითარებით ერთმანეთისადმი ჰომოლოგიურნი, ხოლო დაკისრებული ფუნქციით ანალოგიურნი არიან.

აღსანიშნავია, რომ თეორიას უჯრედის შესახებ, სუსტი მხარეებიც ჰქონდა. პირველი- ტ. შვანის მიხედვით, უჯრედის სიცოცხლე განისაზღვრებოდა არა მისი შიგთავსით-პროტოპლასტით, არამედ უმთავრესად, მისი გარსით. მეორე- ქსოვილებსა და ორგანოებში უჯრედებს ენიჭებოდათ სრული ავტონომია, ამიტომ ორგანიზმების თვისებები მას ცალკეული უჯრედების თვისებათა არითმეტიკულ ჯამამდე დაჰყავდა. მესამე- ტ. შვანმა ვერ მიაგნო უჯრედთა წარმოქმნის წყაროს. იგი გულუბრყვილოდ ფიქრობდა, რომ ისინი უჯრედოვანი ნივთიერებებიდან წარმოიქმნებოდნენ. უჯრედის გაყოფა კი შედარებით უფრო გვიან აღმოაჩინეს. უჯრედების წარმოქმნის საიდუმლოება, მისი გაყოფის გზით, ერთ-ერთმა პირველმა ბოტანიკოსმა ი. ჩისტიაკოვმა (1874). შენიშნა. მან დაინახა, რომ უჯრედის გაყოფისას ბირთვები ჯერ გაუჩინარდებიან, შემდეგ კი, ბირთვული ნივთიერებებიდან წარმოიქმნება წვრილი ძაფები და პატარპატარა მარცვლები, რომლებიც შემდეგ დედისეულ უჯრედებში განლაგდებიან. ბირთვისა და უჯრედის გაყოფის სწორად გაგებაში დიდი როლი შეასრულა ე. სტრასბურგერის ნაშრომმა (1875). იგი არა მარტო აკვირდებოდა გაყოფის სტადიებს, არამედ, მათ უმეტესობას სახელწოდებებიც კი მისცა. ამ დიდი აღმოჩენის პატივი, დამსახურებულად ეკუთვნის ცნობილ გერმანელ ციტოლოგს ვ. ფლემინგს (1879-1882). მან პირველმა გვიჩვენა უჯრედის გაყოფის მთელი პროცესის თანმიმდევრულობა, აგრეთვე ქრომატინის ძაფად (ქრომოსომად) გარდასახვის თანმიმდევრობა. ფლემინგმა შემოიღო ტერმინები: ამიტოზი, მიტოზი, კარიოკინეზი. თეორია უჯრედების შესახებ უფრო ზუსტად ჩამოაყალიბა რუდოლფ ვირხოვმა (1858). მას ეკუთვნის გამოთქმა: „ყოველი უჯრედი უჯრედიდანვე წარმო-

იქმნება“. თეორიას უჯრედის შესახებ, მაშინვე არ მოუპოვებია საყოველთაო აღიარება. მიუხედავად ამისა, იგი მძლავრი სტიმული იყო ციტოლოგიის განვითარებისათვის.

ახალი, შესანიშნავი, აღმოჩენები მოხდა 1877-1881 წწ. ე.რუსოვმა დ.ი. გოროშანიმმა პირველებმა მოახდინეს დაკვირვება და აღწერეს ციტოპლაზმური ნაერთები-პლაზმოდერმები უჯრედებს შორის. მოგვიანებით, პლაზმოიდების ჩამოყალიბებასა და სტრუქტურას იკვლევენ გერმანელი ბოტანიკოსები ე. სტრასბურგერი და ი. საქსი. ამგვარად, დადგინდა ქსოვილებსა და ორგანოებში უჯრედების ურთიერთკავშირი , აქედან გამომდინარე, ორგანიზმის მთლიანობის მატერიალური საფუძველი.

უჯრედი, როგორც სტრუქტურული და ფუნქციური საფუძველი ცოცხალი ორგანიზმების უმეტესობისა, ისევე როგორც, საფეხური ორგანული ბუნების განვითარებისა, ყოველთვის ყურადღების ცენტრში იყო. ჩვენი ცოდნის სრულყოფა მცენარეთა უჯრედოვანი აგებულების სფეროში და თვით უჯრედის საიდუმლოებათა აღმოსაჩენად მოხდა შუქოპტიკური მიკროსკოპირების ბაზაზე. თუმცა შუქოპტიკური მიკროსკოპის გარჩევის უნარმა გარკვეულ ზღვარს მიაღწია და შეჩერდა კიდევ 0,2 მკმ-ის დონეზე. მიკროსკოპის გარჩევის უნარის შემდგომი სრულყოფა შეუძლებელი შეიქმნა თვით სინათლის ბუნების გამო. ცნობილია რომ სინათლის ტალღების სიგრძე მერყეობს მიკრომეტრის მეთაედი ნაწილების დიაპაზონში. არავითარ ტექნიკურ სრულყოფას არ შეუძლია გარჩევის უნარის მიღწეული ზღვარის წინ წაწევა. მრავალთათვის ნათელი გახდა, რომ სინათლის მიკროსკოპის გარჩევის უნარის სასარგებლო მაქსიმალური გაზრდით, არ შეიძლებოდა უჯრედის კომპონენტის თხელი და უთხელესი სტრუქტურის გარჩევა.

ელექტრონული მიკროსკოპის გამოგონებამ ყველა ზღვარი და შეზღუდულობა მოხსნა უჯრედის მოლეკულათა დონეზე შესწავლის საქმეში. რა არის ელექტრონული მიკროსკოპი? მილაკის ნაცვლად სინათლის კონისა, რომელიც მიკროსკოპირების დროს გაივლის შესასწავლ პრეპარატს, გადის ელექტრონთა ნაკადი. ელე-

ექტრონული მიკროსკოპირებისათვის პრეპარატი ძალიან თხელი უნდა იყოს, არა უმეტეს $-0,05\text{მკმ-სა}$. ელექტრონების ნაკადი გაივლის პრეპარატში, შემდეგ ამ ნაკადს გასწევინ ელექტრომაგნიტური ლინზები და ბოლოს მოახდენენ მათ პროექტირებას ეკრანზე, რომლებიც ელექტრონების დარტყმისაგან ანათებს. იგი ტელევიზორის ეკრანს მოგვაგონებს. თანამედროვე ელექტრონული მიკროსკოპებით შეიძლება უჯრედის თხელი სტრუქტურის $100\ 000$ -მდე და უფრო მეტჯერ, საჭიროებისას კი მილიონჯერაც გადიდება.

ახალმა ტექნიკამ საშუალება მოგვცა შეგვეცნო უჯრედის არა მარტო სტრუქტურა, არამედ უჯრედისა და მისი ორგანელების ფუნქციები.

5.2. ცოცხალი ორგანიზმების ორგანიზაციის ფორმები

უჯრედი წარმოადგენს იმ მნიშვნელოვან ამოსავალ რგოლს, რომლისგანაც ევოლუციას განიცდის ცოცხალ ორგანიზმთა სამყარო, მაგრამ თვით უჯრედიც ხომ ხანგძლივი ისტორიული განვითარების შედეგია. ისმება კითხვა: განა ორგანული ბუნების ყველა ობიექტი უჯრედული აგებულებისა? ამჟამად ცნობილ გამონაკლისს ვირუსები და ბაქტერიოფაგები წარმოადგენენ, ასეთ არსებათა სხეული გაცილებით უფრო მარტივადაა აგებული, ვიდრე უჯრედები, ისინი ცოცხალი მატერიის ორგანიზაციის უმდაბლეს ფორმად ითვლებიან. ასეთი დაბალი შედარებით პრიმიტიული დონის არსებანი აღმოცენდნენ ალბათ ცოცხალი ბუნების განვითარების გარიჟრაჟზე, დაახლოებით, $3-3,5$ მლრდ. წლის წინათ.

განვიხილოთ ცოცხალი მატერიის სიცოცხლის ფორმათა სქემატური კლასიფიკაცია. იგი აუცილებლობის გამო, იმ ორგანიზმებზეა დაფუძნებული, რომლებიც ამჟამად ცოცხლობენ.

უჯრედამდელი - ამ ფორმებს არ გააჩნიათ არც უჯრედული სტრუქტურა, არც განცალკავებული ორგანელები. თანამედროვე წარმომადგენელთაგან მას შეიძლება მივაკუთვნოთ ვირუსები და ბაქტერიოფაგები. ჩვენს დრომდე მოღწეული ვირუსის სიცოცხლე მარტივადაა მოწყობილი. ისინი შედგებიან ნუკლეინის მჟავის ერთი

მოლეკულისაგან, რომელიც ცილოვანი გარსითაა დაფარული. ამასთან, ვირუსები ცოცხალი მატერიის თვისებებს ამჟღავნებენ მხოლოდ ცოცხალი მატერიის შიგნით.

ბირთვამდელი - მათ დამახასიათებელ თვისებას უჯრედოვანი აგებულება წარმოადგენს, თუმცა ბირთვი ციტოპლაზმისაგან დიფერენცირებული არ არის. ამიტომ დასახელებული ჯგუფის მცენარეებს მოლეკულა უჯრედის ციტოპლაზმაში აქვთ მოთავსებული. ამ რიგს შეიძლება მივაკუთვნოთ ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები. ისინი ხასიათდებიან კვების ორი წესით-ავტოტროფულის და ჰეტეროტროფულის შეთავსებით.მცენიერთა აზრით,ლურჯმწვანე წყალმცენარეები წარმოიქმნენ ჯერ კიდევ არქეულ ერაში, დაახლოებით 2,5 მლრდ. წლის წინათ და შესაძლოა, უფრო ადრეც.

ირკვევა, რომ სიცოცხლის ბირთვამდელი ფორმები საოცრად ეგუებიან დედამიწის თანამედროვე ბიოსფეროს პირობებს და ხასიათდებიან არა მარტო ფართო გავრცელებით, არამედ სახეობათა დიდი სიმრავლითაც. ეჭვგარეშეა, რომ ბირთვამდელი ფორმებიდან წარმოიქმნენ და განვითარდნენ მცენარეთა და ცხოველთა სხვადასხვაგვარი ჯგუფები (ა. პაშერი 1930-1936.)

ბირთვული-(ერთუჯრედიანი ეუკარიოტები)სტრუქტურულად და ფუნქციურად ჩამოყალიბებული ერთუჯრედიანი ორგანიზმებია, ხშირად ხასიათდებიან კარგად გამომჟღავნებული პოლარულობით. ისინი მწვანე ავტოტროფული მცენარეებია, რომლებიც თავისი სხეულის ასაგებად მზის ენერგიას იყენებენ. სიცოცხლის წინა ფორმებთან შედარებით მათი ორგანიზაციის მთავარი თვისებაა, ჯერ ერთი ორგანელების მორფოლოგიურ-ფიზიოლოგიური დიფერენციაცია: ბირთვი, ციტოპლაზმა და სხვა. მეორეც, სქესობრივი გამრავლებისათვის განკუთვნილი უჯრედების-გამეტების განცალკავება და მათი სპეციალიზაცია იზოგამიიდან-ჰეტეროგამამდე.ამ ჯგუფს შეიძლება მივაკუთვნოთ ისეთი ერთუჯრედიანი მწვანე წყალმცენარეები როგორც არიან ევგლენასნაირნი, პიროფიტები. ზოგი მათგანი მაგ. მწვანე ევგლენა ერთგვარად თითქოს ორგანული ბუნების ორ სამყაროს, მცენარეებისა და ცხოველთა სამყაროს ზღვარზე

იმყოფება. ერთუჯრედიანი ეუკარიოტები წყალმცენარეების საოცრად პროგრესული ჯგუფი გამოდგა, როგორც სიცოცხლის სხვადასხვა პირობებთან შეგუებისა, ისე უფრო მაღალორგანიზებული ფორმების-კოლონიურობისა და მრავალუჯრედიანების მხრივ.

მრავალბირთვიანები-სიცოცხლის განსაკუთრებული ფორმაა, რომელიც თანამედროვე ბუნებაში სახეობათა მცირეოდენი რიცხვითაა წარმოდგენილი. მათ შეიძლება მივაკუთვნოთ მცენარეები, რომლებიც 30-35 სმ-მდე ზომის სხეულებს ინვითარებენ, ტიპურ შემთხვევაში არ გააჩნიათ უჯრედოვანი სტრუქტურა და არსებითად ერთ გიგანტურ დიფერენცირებულ მრავალბირთვიან უჯრედს წარმოადგენენ. ასეთი მცენარის ცალკეული ნაწილებია რიზოიდი, მხოხავი ღეროები, ფოთლები, რომლებიც ორგანოთა იმიტირებას ახდენენ.

სიცოცხლის ერთუჯრედიანი ფორმების საფუძველზე განვითარება სხვადასხვა გზით მიმდინარეობდა. ერთი მათგანია სხეულის დიფერენციაცია მრავალუჯრედიანობის გზით. მეორეა- უჯრედთა ჯგუფების, ხოლო შემდეგ კი ორგანოების განცალკავება და სპეციალიზაცია. ევოლუციის ეს გზა უფრო პროგრესული გამოდგა, როგორც წყლის, ასევე ხმელეთის მცენარეებისათვის.

კოლონიური მრავალუჯრედიანები-სიცოცხლის განსაკუთრებული ფორმებია, რომლებიც დგანან განვითარების სხვადასხვა დონეზე. მათ შეიძლება მივაკუთვნოთ, უპირველეს ყოვლისა, კოლონიური მცენარეები. ესენი არიან ერთუჯრედიანი ეუკარიოტები, რომლებიც ერთმანეთთან მხოლოდ მექანიკურად არიან დაკავშირებულნი, მაგრამ ფიზიოლოგიურად ერთმანეთთან არ ურთიერთქმედებენ. ასეთი უჯრედების ჯგუფებში-კოლონიებში არ არის ნამდვილი ციტოპლაზმური კავშირი და შენარჩუნებულია უჯრედთა სრული ავტონომია. მათ უჯრადთა ერთობლიობისათვის არ გააჩნიათ ცხოველმოქმედების საერთო რეგულაცია. გარდა ამისა, კოლონიურთა უჯრედები ხასიათდებიან აგებულებისა და ფუნქციის ერთგვაროვნებით. მათ ძალიან ხშირად სიცოცხლის ისეთ ფორმებს მიაკუთვნებენ, სადაც ცალკეულ უჯრედთა შორის არსებობს ციტოპლა-

ზომური კავშირი, აქ არის ცხოველმოქმედების საერთო რეგულაცია. პირველი სახე შეიძლება შევნიშნოთ ლურჯმწვანე წყალმცენარეებს შორის.

ნამდვილი მრავალუჯრედიანები, ანუ ტალოფიტები-თალუსოვანი მცენარეები-სტრუქტურის სხვადასხვაობითა და წარმომადგენელთა რაოდენობით ეს ერთ-ერთი ყველაზე დიდი ჯგუფია. ამ ჯგუფში შედის მრავალი მცენარე, რომლებიც ცალკეულ შემთხვევაში ძალზე დიდ ზომებს აღწევენ. თუმცა ამგვარ მცენარეთა ტანი ნამდვილ ქსოვილებად და ორგანოებად (ფესვი, ყლორტი) არ არის დიფერენცირებული. ნამდვილ მრავალუჯრედიანებს მიეკუთვნებიან: წაბლა, წითელი და მწვანე წყალმცენარეების მთელი მასა .

კორმოფიტები - მიეკუთვნებიან განვითარების უმაღლეს საფეხურზე მდგომი ორგანიზმები. მათ დამახასიათებელ თვისებას წარმოადგენს ნამდვილი ქსოვილების დანაწევრება და მცენარის ქსოვილური ორგანიზმის დიფერენციაცია განსაკუთრებული ფუნქციების შემსრულებელ ცალკე ორგანოებად. მათ კარგად აქვთ განვითარებული სქესობრივი გამრავლების ორგანოები და მას მიაკუთვნებენ მიწისზედა მცენარეების ევოლუციურად, შედარებით დაწინაურებულ ჯგუფს, უმაღლეს მცენარეებს, დაწყებული რინოფიტებითა და ლოკოპოდიუმისებრნით და დამთავრებული ფარულთესლოვანთა ჩათვლით.

5.3. მცენარეული უჯრედის მრავალფეროვნება

უჯრედი არის ცხოველებისა და მცენარეებისათვის ორგანიზმის განვითარების, აგებულებისა და ცხოველმოქმედების საფუძველი. ერთუჯრედიან ორგანიზმებში ცოცხალი არსების ყველა ფუნქციას ერთი უჯრედი ასრულებს. ფორმით იგი ბურთის ან ელიფსოიდის მოგვაგონებს. მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების უჯრედთა ევოლუცია სპეციალიზაციის გზით მიმდინარეობდა. უჯრედთა სპეციალიზაციის საფუძველზე წარმოიქმნა სხვადასხვა ქსოვილი. ორ-

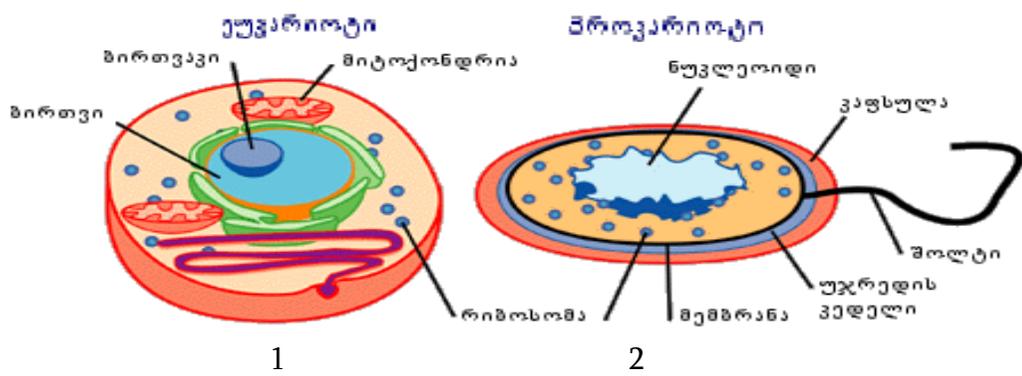
განიზმის ცხოველმოქმედების პროცესში ამ ქსოვილთა უჯრედები სრულად და სრულყოფილად ასრულებენ გარკვეულ ფუნქციას.

ყოველ უჯრედს სამი განზომილება გააჩნია: სიმაღლე, სიგრძე და სიგანე. უჯრედის ფორმა შეიძლება სხვადასხვაგვარი იყოს: ოთხკუთხედი, ვარსკვლავისებური და მრგვალი. უფრო ხშირად უჯრედი ერთი წახნაგისაგან შემდგარი მრავალწახნაგაა, რომელთაგან რვა ექვსკუთხაა, ხოლო დანარჩენი ოთკუთხა.

ზოგჯერ უჯრედის ფორმა იმდენად უცნაურია, რომ არ ემორჩილება გეომეტრიულ აღწერილობას. ფორმათა კალიდოსკოპური სხვადასხვაობა შეიძლება ორ ძირითად ჯგუფამდე დავიყვანოთ:

ა) პარენქიმული უჯრედები რომელთა სიგრძე და სიგანე თითქმის ერთნაირია ;

ბ) პროზენქიმული უჯრედები, რომელთა სიგრძე მრავალჯერ აღემატება სიგანეს (სურათი1).უჯრედთა სიდიდე სხვადასხვაგვარია; იგი უმეტესად მიკრომეტრებით და ნანომეტრებით იზომება. მაგ. ფარულთესლოვანთა უჯრედის სიდიდე 10-100მ ნმ-ს აღწევს, მათი ყველაზე დიდი პარენქიმული უჯრედები 1 მმ. და უფრო მეტსაც აღწევენ. ასეთებია წვნიანი ნაყოფებისა და გორგლოვანთა უჯრედები. პომიდვრის, ლიმონის, კარტოფილის და სხვა. პროზენქიმული უჯრედები გაცილებით დიდი ზომისანი არიან: მაგ. სელის, კანაფის ბოჭკოების სი-გრძე 20-40 მმ, ბამბის ბეწვის-65 მმ-ს, ამასთან უჯრედის სიგანე მიკრო-სკოპული რჩება.



სურათი 1. 1. პარენქიმული 2. პროზენქიმული

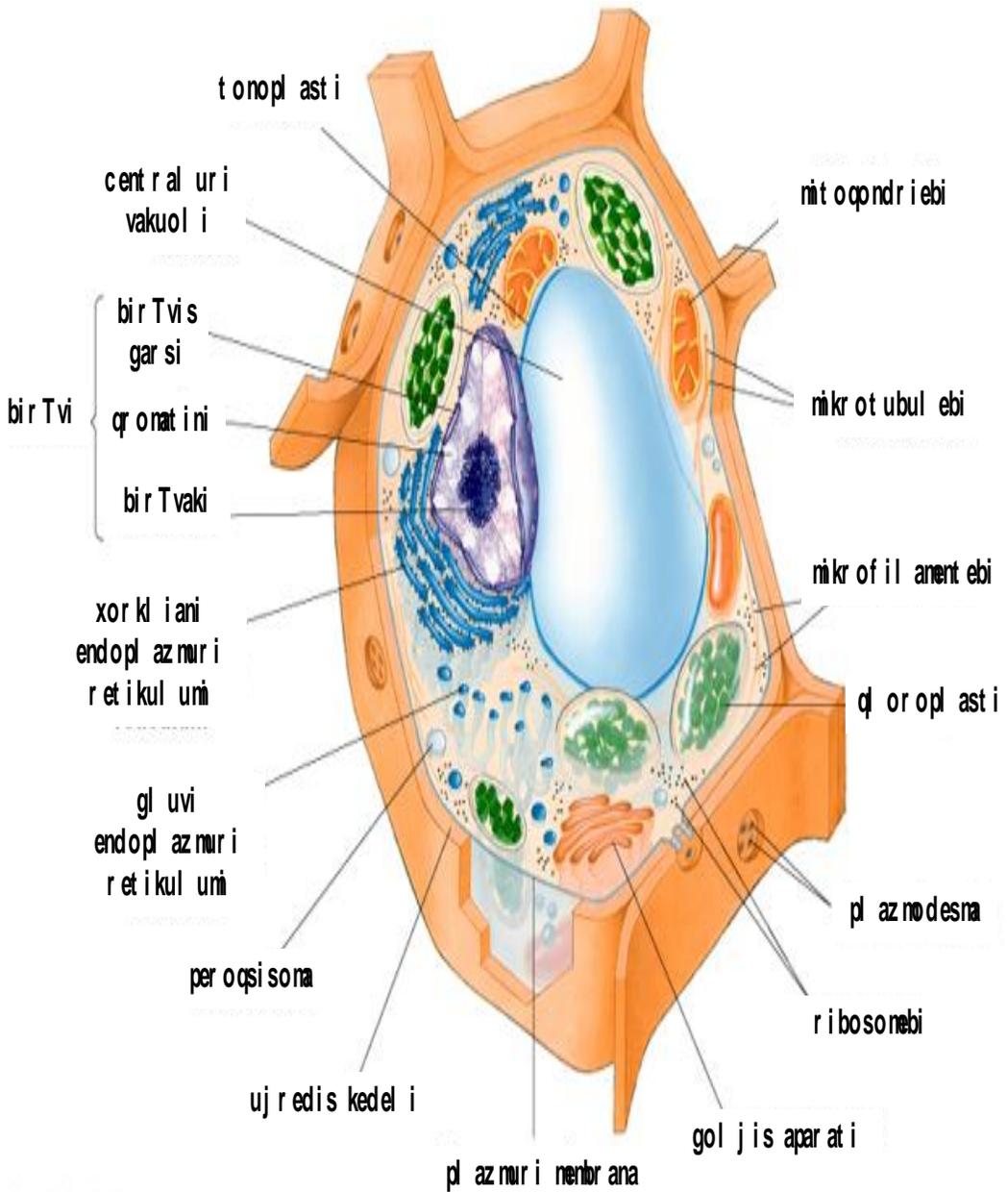
არსებობს უჯრედების ორი ტიპი: პროკარიოტული და ეუკარიოტული.

პროკარიოტები - (Procaryota ძვ.ბერძნ. Pro -წინ და karyon-ბირთვი“ საერთო სახელწოდებაა ერთუჯრედიანი ორგანიზმებისა, რომელთაც არ აქვთ ნამდვილი ბირთვი და ქრომოსომებად ჩამოყალიბებული მემკვიდრული აპარატი. პროკარიოტები თანამედროვე კლასიფიკაციით მოიცავს ბაქტერიებს და ლურჯმწვანე წყალმცენარეებს.

ეუკარიოტებს ანუ ბირთვიან უჯრედებს (Eukaryote. eu-კარგი, karion ბირთვი) გააჩნიათ პლაზმური მემბრანა, ბირთვი, ბირთვაკი, რიბოსომა, ენდოპლაზმური ბადე, მიტოქონდრიები, გოლჯის აპარატი, ლიზოსომა, ცენტრიოლები. მათში პროკარიოტებისაგან განსხვავებით დნმ მოთავსებულია ბირთვში. ეუკარიოტების პროტოპლაზმა დიფერენცირებულია ციტოპლაზმად და კარიოპლაზმად, როგორც მორფოლოგიურად, ასევე ფუნქციურად, რომელიც საკუთარი გარსით არის გარემოცული და ქმნის ბირთვს. ბირთვში თავმოყრილია თითქმის მთელი მემკვიდრული ნივთიერება (დნმ). ეუკარიოტებს განეკუთვნება, ერთუჯრედიანი და მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები, უმარტივესები, სოკოები, მცენარეები და ცხოველები.

5.4. მცენარეული უჯრედი

ყოველ უჯრედს აქვს თვითშენარჩუნების უნარი, ამისათვის იგი გარემოდან იღებს საკვებ ნივთიერებებს, ენერგიას, ასრულებს გარკვეულ ფუნქციებს, მრავლდება. ცოცხალ მცენარეულ უჯრედზე ოპტიკური მიკროსკოპით დაკვირვებისას, უპირველესად გამოიყოფა სტრუქტურის 3 ელემენტი: (სურათი 2.) 1. უჯრედის კედლის გარსი - მემბრანა, რომელიც გარს ერტყმის უჯრედს. 2. ციტოპლაზმა, რომელიც უჯრედის კედელს შიგნითაა მოთავსებული; 3. ბირთვი რომელიც ციტოპლაზმაშია მოთავსებული. ელექტრონული მიკროსკოპით უჯრედის შედგენილობის შესწავლამ საშუალება მოგვცა არა მარტო დაგვეთვალიერებინა დასახელებული კომპონენტების



სურათი 2.მცენარეული უჯრედის აგებულება

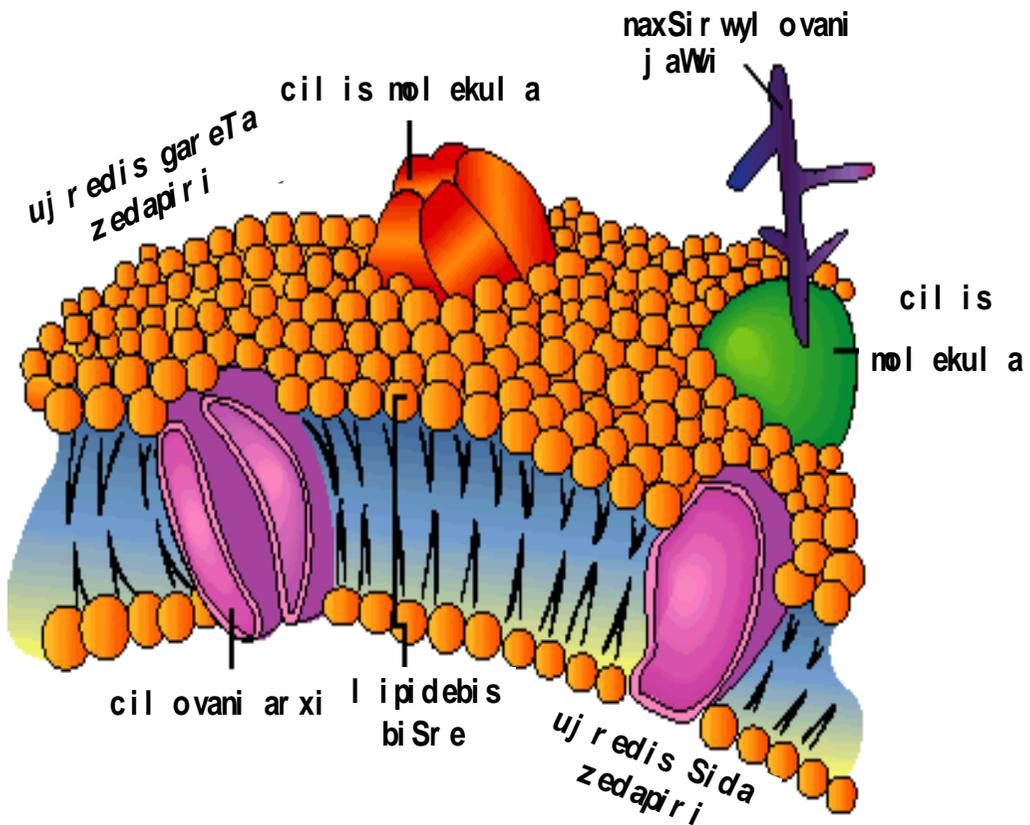
ნატიფი და მნიშვნელოვანი დეტალები, არამედ აღმოგვეჩინა ახლებიც. უჯრედის კომპონენტები შეიძლება ორ ჯგუფად გავყოთ: ა) ორგანოები -ცოცხალი კომპონენტები, რომლებიც ერთობლივად

პროტოპლასტს შეადგენენ და აპირობებენ უჯრედის სიცოცხლეს. ბ)პროტოპლასტის წარმოებული ორგანელების ცხოველმოქმედების (მეტაბოლოზმის) პროდუქტები, ამ უკანასკნელ ჯგუფს ეკუთვნის, აგრეთვე უჯრედის კედელიც. ასეთი კლასიფიკაცია, რა თქმა უნდა, პირობითია. ასე მაგალითად, განსაკუთრებით ღეროებისა და ფესვების ზრდის კონუსებს ახალგაზრდა უჯრედები-ვაკუოლები, უნდა მივაკუთვნოთ ორგანელებს, ხოლო ცხოველმოქმედების პროდუქტები, რომლებიც ძველი ვაკუოლების წვენში გროვდებიან გამომუშავებულ ნივთიერებებად. იგივე შეიძლება ითქვას პლასტიდების და მეზოპლაზმის ზოგიერთ ჩანართზეც. ორგანელები ორ მნიშვნელოვან სტრუქტურულ კომპლექსს -ციტოპლაზმასა და ბირთვის შორის ნაწილდებიან .

5.4.1. უჯრედის მემბრანა

უჯრედის მემბრანა-პლაზმური მემბრანა - არეგულირებს უჯრედისა და უჯრედშორის ნივთიერებათა ცვლას, რაც განაპირობებს უჯრედშიგა გარემოს მუდმივობას. პლაზმური მემბრანა გარს ერტყმის ციტოპლაზმას და შიგა უჯრედულ კომპონენტებს ჰყოფს გარეგანი გარემოსგან. არ ატარებს შედარებით დიდი ზომის მოლეკულებს. პლაზმური მემბრანა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს უჯრედის ფორმის მიღებაში,ასევე სხვა უჯრედებთან შეკავშირებით ქსოვილის წარმოქმნაში. მემბრანის გავლით ნივთიერებათა ტრანსპორტი შეიძლება იყოს პასიური, არ საჭიროებდეს ენერგიას, ან აქტიური - მათი ტრანსპორტირებისთვის უჯრედისაგან მოითხოვდეს ენერგიას.მემბრანა უთხელესი ფირფიტაა(სურათი3), რომელიც შედგება სწორად ორიენტირებული მოლეკულების ჯგუფისაგან და წარმოქმნის გამმიჯნავ ფენას. პლაზმური მემბრანა ძირითადად შედგება ფოსფოლიპიდების ორი შრისაგან. ფოსფოლიპიდი შედგება ჰიდროფილური (წყალში კარგად იხსნება) და ჰიდროფობური ნივთიერებისაგან (წყალში არ იხსნება). ფოსფოლიპიდები სითხეში მოთავსებისას ორ შრეს ქმნიან: ჰიდროფობური შიგნით ექცევა, ჰიდროფილური კი გარეთ. საბოლოოდ, მიიღება უწყვეტი, სფერული ლიპიდების შრე, რომლებიც ცუდად ატარებენ იონებს და პოლარულ მოლეკულებს. ფოსფოლიპიდების ასეთი წყობა

ხელს უშლის მაღალ მოლეკულურ ნაერთებს უჯრედში შეღწევაში, მაგრამ, ჩვეულებრივ ატარებს ჰიდროფობულ მოლეკულებს. პლაზმური მემბრანის უნარია აკონტროლოს ნივთიერებების მოძრაობა, რომელიც ხორციელდება ტრანსმემბრანული ცილების კომპლექსების მეშვეობით, როგორცაა მაგ. ფორები.



სურათი 3. პლაზმური მემბრანა

პლაზმების სისქე მერყეობს 7,5-დან 9,5-მდე. იგი წარმოადგენს ელემენტალურ მემბრანას, რომელიც შედგება გამჭვირვალე ცილების გარე მონომოლეკულარული შრისა და ერთი ღია ფერის ელექტრულ-გამჭვირვალე ლიპიდების შიგა შრისაგან. პლაზმალემა მიჯნავს მეზოპლაზმას უჯრედოვანი კედლისაგან. მას ტალღისებუ-

რი კონტური აქვს და პროტოპლასტის შიგნით წარმოქმნის ხშირ და სხვადასხვაგვარ ნაოჭებს ან არხებს.

ტონოპლასტი მეზოპლაზმას შემოზღუდავს ვაკუოლის უჯრედის წვენისაგან. ორივე გარსს მსგავსი აღნაგობა აქვს. ისინი ასრულებენ ერთნაირ, თითქოსდა ციტოპლაზმის ბარიერების ფუნქციას. გარეგანი მემბრანები არეგულირებენ და აკონტროლებენ ნივთიერების შედგენილობასა და შეღწევადობის სისწრაფეს. სწორედ აქედან განისაზღვრება ციტოპლაზმის არჩევითი შეღწევადობის მთავარი როლი. საერთოდ წყლის შეღწევის ინტენსივობა დამოკიდებულია უჯრედის შიგნითა და გარეთა ოსმოსურ წნევაზე.

5.4.2. ციტოპლაზმა და მისი ორგანელები

ციტოპლაზმა, ანუ უჯრედის შიგთავსი, რომელშიც განლაგებულია ორგანელები: პლასტიდები, რიბოსომები, ენდოპლაზმური ბადე, მიტოქონდრიები, გოლჯის კომპლექსი, ლიზოსომები, უჯრედის ცენტრი. ციტოპლაზმა აუცილებელი სასიცოცხლო სუბსტრატია მცენარეული უჯრედის ყველა ცოცხალი კომპონენტისათვის. მცენარეული უჯრედის ციტოპლაზმაში მუშა ორგანელების მთელი სისტემებია მოთავსებული. ისინი სხვადასხვაგვარ ფუნქციას ასრულებენ. მათგან უმთავრესია შემდეგი: ცილების ბიოსინთეზი, ფოტოსინთეზი, დისიმილაცია, გამოყოფა. მცენიერების წინაშე დადგა ამოცანა, შეესწავლათ მართვის ის სისტემა, რომელიც ცალკეული უჯრედის ფარგლებში უზრუნველყოფს და არეგულირებს დასახელებულ და სხვა ორგანელების ერთდროულ მუშაობას.

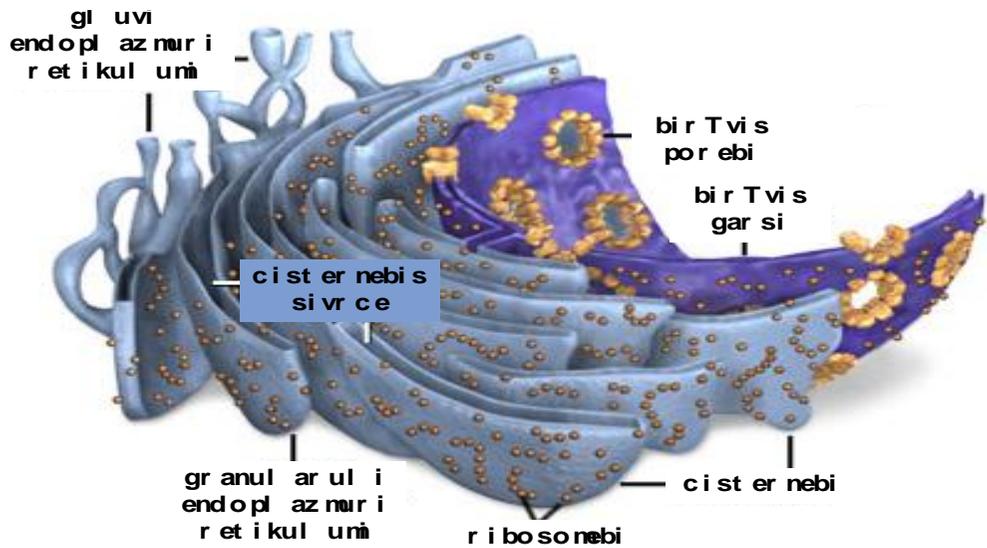
ციტოპლაზმის ქიმიური შედგენილობა. ციტოპლაზმის შედგენილობაში შედის მრავალი ქიმიური შენაერთი. იგი წარმოადგენს არა ერთგვაროვან ქიმიურ ნივთიერებას, არამედ რთულ, მუდმივცვალებად ფიზიკურ-ქიმიურ სისტემას, რომელსაც ტუტოვანი რეაქცია და წყლის მაღალი შემცველობა ახასიათებს. ციტოპლაზმის კომპონენტები ურთიერთქმედებენ როგორც უჯრედის შიგნით, ასევე მეზობელი უჯრედის ორგანელებთან და გარე სამყაროსთან, შთანთ-

ქავენ ერთ ნივთიერებას და გამოყოფენ სხვას. ამიტომ ადგენენ და სწავლობენ ციტოპლაზმის ქიმიური შედგენილობის და მისი ცხოველმოქმედების პროდუქტების ჯამს. მცენაერეული უჯრედის ციტოპლაზმა შეიცავს 75-80% წყალს, ზოგჯერ უფრო მეტს, 10-20% ცილებს, 2-3% ლიპიდებს და 1% არაორგანულ ნივთიერებას.

ციტოპლაზმის ძირითად საფუძველს წარმოადგენენ ცილები, მათ შორის რთული ცილები-პროტეიდები. ისინი შედგებიან მარტივი ცილებისაგან, რომლებიც შეერთებულია არაცილოვანი ხასიათის სხვა ნივთიერებებთან (ნუკლეინის მჟავები, ლიპიდები და სხვა.) ცილების საერთო რაოდენობამ ზოგჯერ ციტოპლაზმის მშრალ ნივთიერებაში შეიძლება 65-70% და უფრო მეტსაც მიაღწიოს.

ცოცხალი უჯრედის ციტოპლაზმის ერთ-ერთი თვისებაა მოძრაობა. ზოლის მდგომარეობაში მყოფ ციტოპლაზმას მუდმივი მოძრაობა ახასიათებს. მის მოძრაობას ყურადღება პირველმა მიაქცია ბ. კორტმა (1771), შემდეგ კი ლ. ტრევენარუსმა. ციტოპლაზმის მოძრაობის ძირითადი პირობებია: სითბო და ჟანგბადი. შესაძლებელია, ციტოპლაზმის ხელოვნურად გაძლიერება ეთილის სპირტის მეშვეობით. ხშირად შეინიშნება ბრუნვითი - წრიული, როტაციული მოძრაობა. დასაკვირვებლად საუკეთესო ობიექტებია წყალმცენარეები, მაგ. ვალისნერია ან ელოდია. მოძრაობის მეორე ხერხი ნაკადური ან ბადისებრია. ეს იმ უჯრედებში შეინიშნება, რომელშიც ციტოპლაზმა უჯრედის ღრუს ცალკეული ჭიმებით გადაჭრის, ამ შემთხვევაში წარმოიშვება ციტოპლაზმის რამდენიმე ნაკადი, რომლებიც გასწვრივი ჭიმების საშუალებით ერთი ცენტრიდან სხვადასხვა სიჩქარით მოძრაობენ. დასაკვირვებელ ობიექტად იყენებენ ჭინჭრის ბუსუსებს. ციტოპლაზმის მეორე თვისებაა ნახევრადშელწევადობა, ანუ შელწევადია წყლისათვის და მცირე ხარისხით მასში გახსნილი ნივთიერებებისათვისაც. შელწევადობაში განსაკუთრებული როლი ენიჭება ციტოპლაზმის ორ სასაზღვრო შრეს - პლაზმალემას და ტონოპლასტს, ისინი გარს აკრავს უჯრედის შიგთავსის ძირითად მასას-მეზოპლაზმას.

ენდოპლაზმური ბადე. ელექტრულმა მიკროსკოპმა საშუალება მოგვცა არა მარტო ზედაპირზე შეგვეჩინა მემბრანა, არამედ შიგნითაც სისქეში, რომელიც ადრე ჰომოგენურად ითვლებოდა. მემბრანები ერთმანეთისაგან მიჯნავენ ურთიერთდაკავშირებულ ულტრამიკროსკოპულ ბუშტუკების ცისტერნებს, მილებისა და არხების განშტოებულ ქსელს. სტრუქტურითა და ფორმით სხვადასხვაგვარ ყველა ამ არხს ამერიკელმა მეცნიერმა გ. პალადემ (1945წ) ენდოპლაზმური ქსელი ან ენდოპლაზმატური რეტიკულუმი უწოდა. (სურათი 4). მემბრანის სისიქე დაახლოებით 80 ნმ-ს აღწევს, ხოლო არხების სიგანე სხვადასხვაგვარია. მრგვალი არხების კვეთი დიამეტრში 30-50 ნმ-ია. დანაოჭებულ ენდოპლაზმურ ქსელს ზედაპირზე უჩნდება დიდი რაოდენობით წვრილი გრანულები (15-20 ნმ) რიბონუკლეიდური ბუნების რიბოსომები. ენდოპლაზმური ქსელი უნივერსალური მნიშვნელობის უჯრედის განსაკუთრებული ორგანოა.



სურათი 4. ენდოპლაზმური ბადე.

ენდოპლაზმური ბადე შემდეგ ფუნქციებს ასრულებს:

1. კავშირს ამყარებს ბირთვისა და პლაზმოდერმის გავლით მომიჯნავე უჯრედებთან;
2. შთანთქავს ნივთიერებებს და ახდენს მათ ტრანსპორტირებას;
3. მონაწილეობს სინთეზის პროცესში.

ენდოპლაზმური ბადე ორგვარია 1.გრანულარული, რომელზედაც მოთავსებულია რიბოსომები და მიმდინარეობს ცილის სინთეზი. 2.გლუვი, რომელზედაც მიმდინარეობს ცხიმების და ნახშირწყლების სინთეზი.

რიბოსომები. რიბოსომები-უჯრედის მუდმივი და აუცილებელი შემადგენელი ნაწილია. მემბრანათა სისტემასთან ერთად ისინი ქმნიან ციტოპლაზმის ძირითად კონსტრუქციულ ელემენტს. რიბოსომები დაკავშირებულნი არიან უჯრედის კომპონენტებთან, მაგრამ გვხვდებიან თავისუფლად მიმოფანტულნი. უფრო ხშირად ისინი ჯგუფებად არიან თავმოყრილნი, ამ ჯგუფებს პოლისომები ეწოდებათ. რიბოსომები აღმოჩენილია, აგრეთვე პლასტიდებში, მიტქონდრიებსა და ბირთვში.

რიბოსომების ფუნქციაა-ცოცხალი მატერიის თვითწარმოქმნა. ეს უნიკალური პროცესი არაჩვეულებრივი სიზუსტითა და სისწრაფით სრულდება. ზუსტადაა გამოთვლილი, რომ 30 წუთის განმავლობაში მათ შეუძლიათ წარმოქმნან რამდენიმე ასეული ათასი ცილის მოლეკულა. რიბოსომები აღმოჩენილი იქნა 1945 წ. გ. პალადეს მიერ.

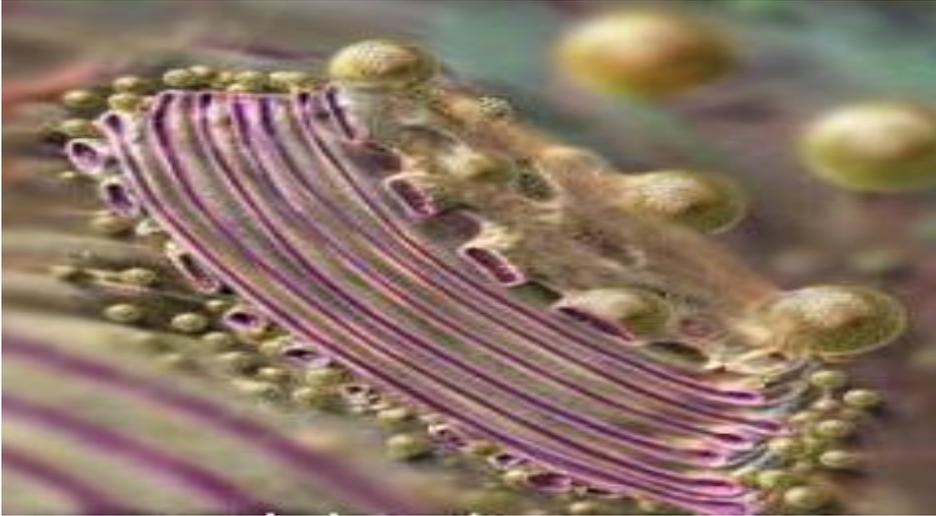
რიბოსომები 10-15 ნმ-ს დიამეტრის მქონე სუბმიკროსკოპული ორგანოებია. ისინი შეიცავენ დაახლოებით თანაბარი რაოდენობის ცილებს და რიბოსომულ რნმ-ს.მათ არ გააჩნიათ მემბრანული სტრუქტურა. თითოეული რიბოსომა შედგება სხვადასხვა ზომის ერთმანეთთან დაკავშირებული სუბერთეულისაგან. როგორც აღვნიშნეთ რიბოსომები უჯრედში ცილის სინთეზის ცენტრებს წარმოადგენენ. ფუნქციურად უფრო აქტიურნი არიან ის რიბოსომები, რომლებიც ენდოპლაზმატურ ქსელს უკავშირდებიან.

გოლჯის კომპლექსი. საერთო სტრუქტურული და ფუნქციური დამოკიდებულებით შედარებით ახლოა ენდოპლაზმური ქსელის არხებთან და წარმოდგენილია ყოველთვის გრანულარული ელემენტარული მემბრანებით. ცოცხალი უჯრედების ეს სტრუქტურა აღმოჩენილი იქნა 1898 წელს იტალიელი მეცნიერის გოლჯის მიერ, როგორც უმაღლეს, ასევე უმდაბლეს მცენარეებში. (სურათი 5). ენდოპლაზმური ქსელის ჭიმების მსგავსად, ამ მემბრანებს შორის არის გამონაშუქები, განვითარებისდაგვარად ცისტერნების ნაპირები შორდებიან ერთმანეთს და ნალისებურ ფორმას იღებენ. ხშირად შეინიშნება ამობურცული ადგილები, რომლებიც სცილდებიან ცისტერნას მცირე, მრგვალი ბუშტუკების სახით და შეუძლიათ მსხვილ ვაკუოლებად გარდაქმნა.

ექსპერიმენტით დადასტურებულია გოლჯის აპარატის როგორც გამოყოფის-სეკრეტორული ორგანოს დანიშნულება. გოლჯის აპარატში ენდოპლაზმური ბადის არხებით გადაიტანება სინთეზირებული ნივთიერებები, რომლებიც ნაწილობრივ გარდაიქმნება და გროვდება ბუშტუკების სახით, რომლებიც უჯრედში მარაგის სახით არიან.

ამგვარად, რიბოსომების მსგავსად გოლჯის აპარატს სინთეზური ფუნქცია ენიჭება. გოლჯის აპარატი მთავარ როლს ასრულებს ვაკუოლების წარმოქმნასა და უჯრედის კედლის მშენებლობის ყველა ეტაპზე. დადგენილია აგრეთვე გოლჯის აპარატის მონა-წილეობა სხვადასხვაგვარი ნივთიერებების დაგროვებაში (უჯრედ-შიგა ჩანართების, მათ შორის ტოქსიკურებისაც, რომლებიც იზოლაციას საჭიროებენ).

ელექტრონული მიკროსკოპიის მიღწევებმა შეწყვიტა დიდი ხნის დისკუსია გოლჯის აპარატის დანიშნულებისა და ბუნების რაობის შესახებ. სტრუქტურული თვალსაზრისით გოლჯის კომპლექსი წარმოადგენს ერთგვარი ლამბაქების ე.ი.მემბრანების სხეულების-დიქტიოსომების შეკვრას. სწორედ ისინი ასრულებენ ფილტრის ფუნქციას.ამ ლამბაქების შეკვრის ნაწიბურებზე მოთავსებულია ფილტ-



სურათი 5.გოლჯის კომპლექსი

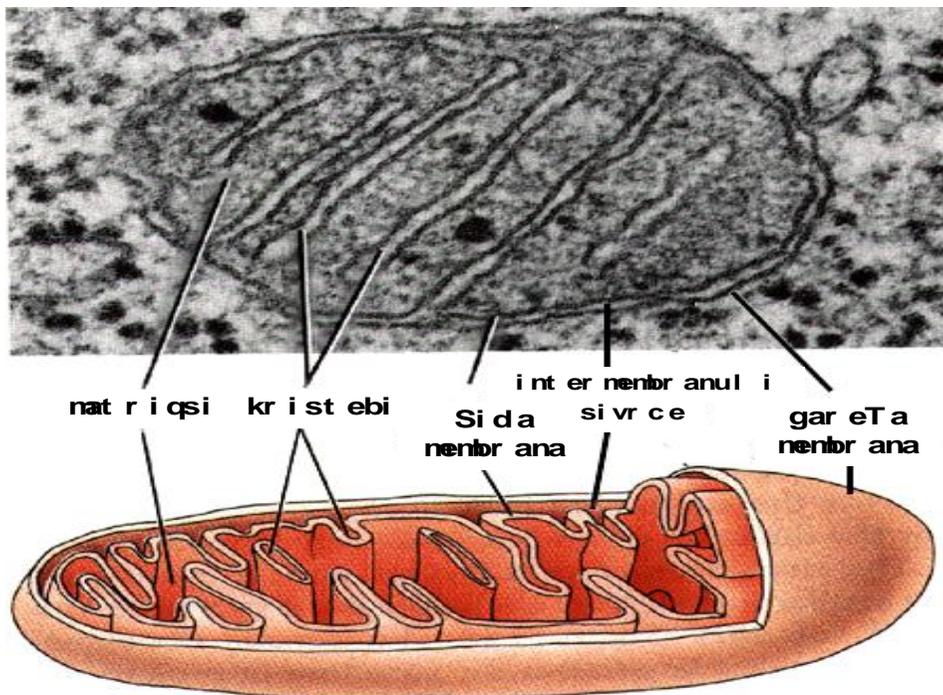
რის ბუმტუკები,მათ გოლჯის ბუმტუკები ეწოდებათ.აქ გროვდება გამოსაყოფად გამიზნული ცხოველმოქმედების სხვადასხვა პროდუქტები. გოლჯის აპარატის მესამე შემადგენელ ნაწილს ვაკუოლები წარმოადგენენ.

მიტოქონდრიები მნიშვნელოვანი ორგანელებია,როგორც მცენარეული, ასევე ცხოველური წარმოშობის უჯრედებისათვის. მისი მიკროსკოპული სტრუქტურის ზომაა 0,5 (0,3)-იდან 1მკმ. განივად და 2-დან 5-მკმ.სიგრძით. მათი ფორმა საოცრად მრავალფეროვანია: სფერული, ძაფისებური (სურათი 6).

მიტოქონდრიების აგებულების დეტალები აღმოჩენილი იქნა ელექტრონული მიკროსკოპით. მიტოქონდრიები უჯრედში გადაადგილდებიან, ამასთან ისინი უმეტესად ბირთვთან, ქლოროპლასტებთან და სხვა ორგანელებთან კონცენტრირდებიან, იქ სადაც სასიცოცხლო პროცესები შედარებით ენერგიულად მიმდინარეობს და აღინიშნება ჟანგბადის მაღალი წნევა.

მიტოქონდრიები გარშემორტყმულნი არიან ორი მემბრანისაგან შემდგარი გარე და შიგა გარსით. გარე მემბრანა მიტოქონდრიებს გამოყოფს ძირითადი პლაზმიდან. ცხოველთა უჯრედებში შიგა მე-

მზრანიდან ცენტრისაკენ მიემართებიან თხევადი კრისტები, ხოლო მცენარეთა უჯრედებში მიტოქონდრიული დაკლავნილი მილები ზრდიან დამჟანგავი ფერმენტების ფართობს. კრისტებსა და მილებს შორის არსებული შუალედები შევსებულია გამჭირვალე ჰომოგენური სუბსტანციით. მემბრანები ერთმანეთისაგან არიან დაცილებულნი ვიწრო, დაახლოებით 10 ნმ. სიგანის სივრცით, რომელიც უსტრუქტურო სახითაა შევსებული. მემბრანის ზედაპირი დაფარულია უწვრილესი სფეროსმაგვარი ნაწილაკებით. ციტოლოგებს მიაჩნიათ, რომ მიტოქონდრიები წარმოქმნიან ერთგვარ სიცოცხლეს, მართლაც, მიტოქონდრიები თითქოს თავისებური უჯრედშიგა ლაზორატორიებია, სადაც მიმდინარეობს სუნთქვის პროცესი. ისინი დამჟანგავსა და ენერგეტიკულ ცენტრს წარმოადგენენ. მათში ხდება საკვები პროდუქტების დაჟანგვა (ნახშირ-წყლები, ცხიმები და სხვა) და მაკროენერგეტიკული ფოსფატული ატფ-ის კავშირებში ქიმიური ენერჯის დაგროვება.



სურათი 6. მიტოქონდრია

ფოსფორმჟავას რადიკალების დაშლისას ატფ-ში დაგროვილი ენერგია თავისუფლდება და ხმარდება უჯრედის ცხოველმოქმედებას.

ლიზოსომები. დაახლოებით 0,4 მკმ. ზომის ორგანელებია. მათ სფერული ფორმა აქვთ, შემოფარგლულნი არიან ელემენტარული მემბრანით და შევსებულნი ხშირმარცვლოვანი სტრომით. ლიზოსომები შეიცავენ წყალში ხსნად ჰიდროლოგიურ ფერმენტებს ისინი ასრულებენ ლიზოსის დაშლის ფუნქციას - უჯრედის შიგა უცხო ნივთიერებების გადამუშავებას.

მეცნიერთა ყურადღებას იპყრობს ციტოპლაზმის დანარჩენი სტრუქტურებიც: მიკრომილები, მულტივეზიკულარული სხეულები, ისინი საკმაოდ ლაბილურები და ჯერ კიდევ ნაკლებად შესწავლილნი არიან, განსაკუთრებით ფუნქციური დატვირთვის მხრივ.

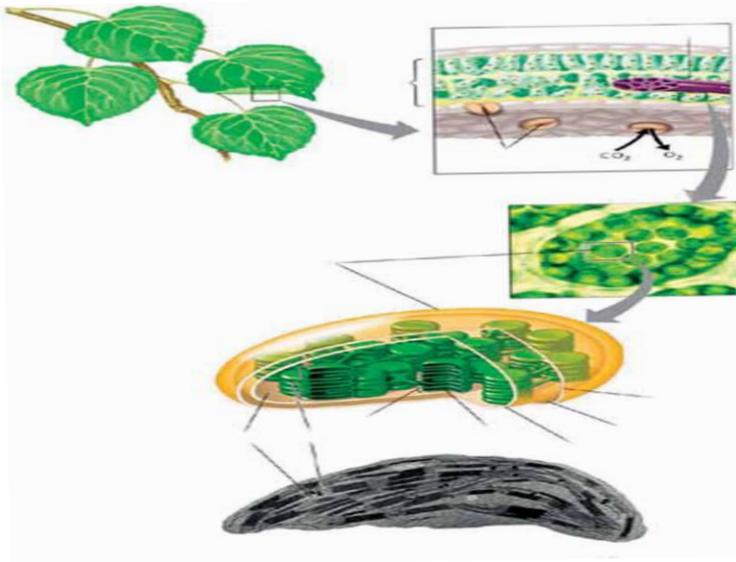
პლასტიდები. ორგანული ბუნების ევოლუციის პერიოდში პლასტიდების მატარებელი ავტოტროფული მცენარეები გამოცალკავდნენ. პლასტიდები ფართოდ არიან წარმოდგენილნი თითქმის ყველა მწვანე მცენარეში. სწორედ პლასტიდებთანაა დაკავშირებული ნახშირწყლების პირველადი და მეორადი სინთეზი. ჯერ კიდევ გასული საუკუნის დასაბრუნებულს ა. შამპერმა მოახდინა პლასტიდების კლასიფიკაცია შეფერილობის მიხედვით და გამოყო სამი ჯგუფი:

1. ქლოროპლასტები-მწვანე შეფერილები;
2. ქრომოპლასტები-უმთავრესად ყვითელ-წითელი შეფერილობის;
3. ლეიკოპლასტები-უფერული;

ეს კლასიფიკაცია დღემდე შემორჩა. (სურათი 7). პლასტიდების სამთავე ჯგუფი ერთმანეთთან დაკავშირებულნი არიან საერთო წარმომავლობის. ეყრდნობოდა რა საყოველთაოდ აღიარებულ ფაქტებს, (მაგ. კარტოფილის ტუბერები სინათლეზე მწვანდებიან, ხოლო ნაყოფი დამწიფებისას წითლდება), შიმპერმა წამოაყენა თეორია პლასტიდების ურთიერთგარდაქმნის შესახებ. თუმცა ფრეივისლინგისა (1959) და სხვა მეცნიერთა მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტული გამოკვლევებით ეს თეორია კვლავ შესასწავლი გახდა. გამოირკვა რომ, საბოლოოდ ჩამოყალიბებული, რამდენიმე ტიპის პლასტიდები, როგორც წესი, ყოველთვის არ გარდაიქმნიებიან სხვა

ტიპის პლასტიდებად, იმიტომ რომ, ისინი განსხვავდებიან, არა მარტო შეფერილობით, არამედ თავისი შინაგანი სტრუქტურითაც.

დადგენილია, რომ პლასტიდები წარმოიქმნებიან უფერული პროტოპლასტიდებიდან, რომელიც ჩანასახის უჯრედებსა და წარმოქმნილ ქსოვილებში არიან მოთავსებულნი. ფორმით პროტოპლასტიდები მიტოქონდრიებს მოგვაგონებენ, თუმცა მათგან გამოირჩე-



სურათი 7. პლასტიდები

ვიან საკმაოდ დიდი ზომებით. გარედან პროტოპლასტები ორმაგი ციტოპლაზმური მემბრანით არიან დაფარულნი. პლასტიდები ჩნდებიან ინიციალური ნაწილაკებისაგან, რომლებიც თავის მხრივ ბირთვის გარსის ორი მემბრანისაგან წარმოიქმნებიან. ამასთანავე, შეიძლება შევამჩნიოთ, რომ მას შემდეგ, რაც ზრდის პროცესში ინიციალურმა ნაწილაკებმა საკმაოდ დიდ ზომებს მიაღწიეს, ისინი იღებენ ჩაჭყეტილი ელიფსოიდების ფორმას. მიტოქონდრიების საპირისპიროდ ამ წამონაზარდებს აქვთ გაბრტყელებული ფორმა და პარალელურად არიან მიმართულნი ელიფსოიდის ფართო ზედაპირზე. ისინი შევსებულნი არიან ნახევრად თხევადი მასით,

რომელსაც სტრომა ეწოდება. სხვადასხვა ზომის ბრტყელი წამონაზარდები სცილდებიან შიგა მემბრანას და წარმოქმნიან ორ მემბრანის ფირფიტებს.

ქლოროპლასტები. მწვანე ფერის პლასტიდები აღმოჩენილია 1791 წელს კომპარეტის მიერ. ქლოროპლასტები სინათლის ენერგიის დახმარებით აწარმოებენ ნახშირწყლების სინთეზს, ე.ი. ისინი არიან მზისკენ მიმართული ფოტოსინთეზის ორგანოები, მაფოტოსინთეზირებელ ორგანოებსა და ქსოვილებში (ფოთლებში, ახალგაზრდა ღეროებში, უმწიფარ ნაყოფში).

ქლოროპლასტებს ხშირად სიცოცხლის ოპტიკურ ფოკუსს უწოდებენ. მათში მზის სინათლის ენერგია გარდაიქმნება ქიმიურ ენერგიად. „ბუნების მიერ შექმნილი ყველა ორგანული შენაერთებიდან ქლოროფილი ყველაზე საინტერესოა“ (ჩ.დარვინი).

ქლოროპლასტები გვხვდება ყველა მწვანე მცენარეში, დაწყებული წყალმცენარეებიდან ყვავილოვანთა ჩათვლით. უმაღლეს მცენარეებში ქლოროპლასტებს დაახლოებით ერთნაირი ფორმა აქვთ. მრგვალი ან ოვალური, ხშირად ორმხრივ ამოზნექილი ლინზის ფორმის არიან. წყალმცენარეების ქლოროპლასტები, რომლებსაც ქრომატოფორები ეწოდებათ, გამოირჩევიან ზომისა და ფორმის სხვადასხვაობით. ქლოროპლასტების რაოდენობა ერთ უჯრედში 1-დან 36-მდეა. უჯრედში მათი რაოდენობა მათი ზომის უკუპროპორციულია. უმაღლეს მცენარეებში ქლოროპლასტების საშუალო სიგრძე 3-დან 7 მკმ-მდეა, სიგანე 1-3 მკმ. 1²სმ. მათი რაოდენობა ნახევარ მილიონს აღწევს. უმაღლეს მცენარეების უჯრედებში ქლოროპლასტები ციტოპლაზმის უჯრედის კედელთან იმგვარად არიან მოთავსებულნი, რომ მათი მდებარეობა იცვლება განვითარების ხარისხის მიხედვით სინათლის საუკეთესოდ დასაჭერად ისე, რომ არ მოექცნენ მზის პირდაპირი სხივების გამანადგურებელი მოქმედების ქვეშ. გაფანტულ შუქზე, ისინი ზედაპირზე თავსდებიან, ხოლო პირდაპირ შუქზეგვერდით კედლებთან. ცოცხალი ქლოროპლასტი 75%-მდე წყალს შეიცავს, ქლოროპლასტის ქიმიური შედგენილობა შემდეგნაირია: ცილები 50%, ლიპიდები-38%, ქლოროფილი-5-10%,

კაროტინოიდები-1-2% მცირე რაოდენობით დეზოქსირიბონუკლეინი და რიბონუკლეინი .

სიბნელეში განვითარებულ მცენარეებს აქვთ არაბუნებრივად წარმოებულ ღეროები, ღია ყვითელი შეფერილობა ან საერთოდ უფერულები არიან,მათ ეთიოლირებულებს უწოდებენ, სინათლეზე კი ისინი მწვანე ფერს იღებენ. ზოგჯერ ბუნებაში შეინიშნება ქლოროფილი მცენარეები, ე.ი. მცენარეები, რომელთა ფოთლებს არა აქვთ მწვანე ფერი. მიზეზები, რომლებიც ქლოროფის იწვევენ, სხვადასხვაგვარია. უფრო ხშირად ქლოროფილი მცენარეები გვხვდება ტუტთან, კირით მდიდარ ნიადაგებზე.ეს იმით აიხსნება,რომ რკინის მარილები უხსნადი ხდებიან და მათ მცენარეები ვერ ითვისებენ .

ქლოროპლასტები შეიცავენ კიდევ ორ პიგმენტს, ნარინჯისფერსა და ყვითელს - კაროტინს $C_{40}H_{56}$, და ქსანტოფილს $C_{40}H_{56}O_2$. ამ პიგმენტებს კაროტინოიდების ჯგუფს მიაკუთვნებენ და ისინი მიეკუთვნებიან მაღალ მოლეკულარულ ნახშირწყალბადებს. .

ქლოროფილი ფოტოსინთეზის განხორციელებისას მთავარი მოქმედი საწყისია. სხვა პლასტიდების მსგავსად, მათ მემბრანული აგებულება აქვთ და ციტოპლაზმიდან გამოყოფილნი არიან გარსით, რომელიც წარმოადგენს ორმაგ მემბრანას , რომელიც არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას ციტოპლაზმასა და ქლოროპლასტს შორის.

ქლოროპლასტები საგრძნობლად იცვლიან სტრუქტურას ფოთლის ზრდასთან ერთად - წვრილიდან მსხვილგრანულებიანამდე. ძველ ფოთლებს ემჩნევათ ცხიმისმაგვარი გრანულების დაგროვება, ქლოროპლასტების სტრუქტურის დარღვევა და ბოლოს იწყება მათი დეგრადაცია. ქლოროფილის ძირითადი ფუნქცია, რომელსაც კოსმიური მნიშვნელობა აქვს - ფოტოსინთეზია. ფოტოსინთეზის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ნახშიროჟანგის, წყლისა და მასში გახსნილი მინერალური მარილებისაგან წარმოიქმნას ორგანული შენაერთები. ჟანგბადის გამოყოფის ეს პროცესი სინათლის ენერჯიის ხარჯზე სრულდება. ამასთან, ქლოროფილი ფერმენტების სისტემასთან ერთად, საკუთარი ქიმიური ცვლილებების საფუძველზე სინათლის ენერჯიას გარდაქმნის ქიმიურ ენერჯიად. დღემდე მეცნი-ერე-

ბამ არ იცის ამ მნიშვნელოვანი პროცესის ყველა დეტალი. ფოტოსინთეზის პროცესი მრავალსაფეხურიანია, მისი რეაქციებიდან ზოგი სინათლეზე მიმდინარეობს (სინათლის ფაზა), სხვებისთვის კი სინათლე არცაა აუცილებელი (სიბნელის ფაზა).

უმაღლეს მცენარეებში ქლოროპლასტის უნივერსალურ ფორმად გვევლინება ორმხრივ ამოზნექილი ლინზა.ეს დამოკიდებულია ქლოროპლასტის აქტიური ზედაპირის ზრდაზე.

ქრომოპლასტები. პირველად აღმოჩენილ იქნა 1837 წელს. ი. ბერცელიუსის, ხოლო შემდეგ 1885 წელს ა.შიმპერის მიერ. ესენია პლასტიდები,რომლებიც კაროტინოიდების ჯგუფის სხვადასხვა პიგმენტებს შეიცავენ. ქრომოპლასტების ძირითადი ფენა ნარინჯისფერი და წითელია. მათ არ შეუძლიათ ფოტოსინთეზის ფუნქციის შესრულება.

ქრომოპლასტების ფუნქციების უმეტესობა ჯერ კიდევ გაურკვეველია.შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ფოტოსინთეზის პროცესში ქლოროპლასტებისათვის ისინი სინათლის ფილტრის როლს ასრულებენ. გვირგვინის ფურცლების შეფერილობაში ქრომოპლასტებს არაპირდაპირი მნიშვნელობა აქვთ. ისინი იზიდავენ მწერებს. კაროტინოიდებით შეფერილ კაშკაშა ნაყოფს კარგად მიირთმევენ თესლგადამტანი ფრინველები და ცხოველები. ნივთიერებათა ცვლაში ქრომოპლასტიდების მონაწილეობა გამოკვლეული არ არის, თუმცა ზოგჯერ მათში ინახება სახამებლის მარცვლები.

ქრომოპლასტები ფორმით სხვადასხვაგვარი არიან: დისკოსებრნი, სფერული, ჩხირისებრნი, ლინზურ-თითისტარისებური და სხვ. სხვადასხვაგვარობა გამოწვეულია იმით, რომ კაროტინოიდები და თვით პიგმენტი კაროტინი ადვილად განიცდიან კრისტალიზაციას და ამასთანავე ხლეჩენ პლასტიდის სტრომას. სწორედ ეს კრისტალები განსაზღვრავენ ქრომოპლასტების ფორმას.

ქრომოპლასტები წარმოიქმნებიან ქლოროპლასტებიდან მათი დეგრადაციის შედეგად, ზოგჯერ ლეიკოპლასტებიდანაც.მაგ. სტაფილოს ძირხვენები. მცენარეებში შემოდგომაზე ფოთლებში წარმოიქმნება ქრომოპლასტიდების დიდი რაოდენობა, რაც მათ გაყვი-

თლებას იწვევს. ზოგჯერ კი ქრომოპლასტები წარმოიქმნებიან ყვავილების გვირგვინის ფურცლებში და განსაზღვრავენ მათ ფერს.

ლეიკოპლასტები - წვრილი, უფერული პლასტიდებია, რომელთაც არ გააჩნიათ მკაცრად განსაზღვრული ფორმა. პირველად ისინი აღმოაჩინა ვ.რიუგერმა 1854 წელს. მათი ძირითადი ფუნქცია დაკავშირებულია სამარაგო საკვები ნივთიერებების წარმოქმნასთან. ისინი უმთავრესად თავმოყრილნი არიან მცენარის ისეთ ნაწილებში, რომელთაც დაკარგული აქვთ მწვანე შეფერილობა, მერისტემურ ქსოვილებში, სპორებში, გამეტებში, თესლებში, გორგლებში, ფესურებში.

მცენარეთა სამყაროში შედარებით ფართოდაა გავრცელებული სახამებლის წარმომქმნელი ლეიკოპლასტები, ანუ ამინოპლასტები. მათში შაქრიდან წარმოიქმნება მეორადი სახამებლის მარცვლები, რომლებიც ფოთლებში მოედებებიან შემნახველი ორგანოებისაკენ. ამინოპლასტები უმთავრესად თავმოყრილია მცენარის მიწისქვეშა ორგანოებში - ფესურებსა და გორგლებში, აგრეთვე ღეროებში. სახამებლის მარცვლების განვითარება იწყება ამინოპლასტის სტრომის მონაკვეთზე სახამებლის გამოჩენის შემდეგ.

უჯრედის წვენი და ვაკუოლები. უჯრედის წვენი მცენარეული უჯრედის ცხოველმომქმედების აუცილებელი პროდუქტია. მისი მომცრო ზომის წვეთები ადვილად შეიმჩნევა ახალგაზრდა უჯრედებშიც კი. მათ ზრდასთან ერთად საგრძნობლად იზრდება უჯრედის წვენის მოცულობაც. უჯრედის წვენი გროვდება ენდოპლაზმური ქსელის არხებში, წარმოქმნის მასში ბუშტისებურ ამონაბურცებს, რომელთაც ვაკუოლები ეწოდებათ. უჯრედის წვენი წარმოადგენს მრავალი და შედგენილობის მხრივ სხვადასხვაგვარ ორგანული და არა ორგანული ნივთიერებების სუსტ ხსნარს, რომელიც სინთეზირდება და გამოიყოფა პროტოპლასტის მიერ. უჯრედის წვენში გროვდება სხვადასხვაგვარი სამარაგო ნივთიერებანი და სასიცოცხლო პროცესების სტიმულატორები. მათ რიგს შეიძლება მივაკუთვნოთ ვიტამინების, აგრეთვე გარკვეული ფიზიოლოგიური ფუნქციის

ნივთიერებანი: ალკალოიდები, გლიკოალკალოიდები, პიგმენტები, გლიკოზიდები, მთრიმლავი ნივთიერებანი, ორგანული მჟავები.

5.4.3. ბირთვი

ბირთვი 1831 წელს აღმოაჩინა რობერტ ბროუნმა. ბირთვის ფორმა, ისევე როგორც ზომა, სხვადასხვაგვარია, უმეტესად კი იგი მრგვალია. ცალკე აღებული უჯრედის ინდივიდუალური განვითარების პროცესში (ონტოგენეზი) იცვლება ბირთვის ადგილმდებარეობა, ფორმა და სიდიდე. თუმცა მცენარეთა სხვადასხვა სახეობისათვის, ცალკეული ორგანოებისა და თვით სხვადასხვა სპეციალიზებული ჯგუფის უჯრედებისათვისაც კი არსებობს თანაფარდობა პროტოპლასტის მოცულობასა და ბირთვს შორის. ამ თანაფარდობის დარღვევა იწვევს ბირთვის გაყოფას ან მის სიკვდილს. ამგვარად, ახალგაზრდა უჯრედებს შედარებით მსხვილი ბირთვები აქვთ ხოლო ჩამოყალიბებულსა და ძველ უჯრედებს ნაკლები.

ფარულთესლოვანი მცენარეების ვეგეტატიური უჯრედების ბირთვის საშუალო დიამეტრი 5-20 მკმ. შეადგენს.

ჩვეულებრივ უჯრედში ერთი ბირთვია, ზოგიერთი წყალმცენარის უჯრედები მრავალბირთვიანია. ბირთვი მოთავსებულია უჯრედის ყველაზე მეტად ცხოველმოქმედ ნაწილში-ციტოპლაზმაში, სადაც იგი მიტოქონდრიებითაა გარშემორტყმული. უჯრედის კედლის დაზიანებისას, ბირთვი გადაინაცვლებს დაზიანების ადგილზე, მაშინ შეხორცება უფრო სწრაფად ხდება. ფიზიკურ-ქიმიური აგებულებით უჯრედის ბირთვი ციტოპლაზმის კოლოიდურ სისტემასთან შედარებით უფრო ბლანტი კონსისტენციის მქონე ჰიდროფილური კოლოიდების კომპლექსს წარმოადგენს. ციტოპლაზმის მსგავსად ბირთვიც სტრუქტურირებული სისტემაა. ბირთვი ელასტიკურ ბუშტუკს წააგავს, რომელიც უთხელესი გარსითაა დაფარული (სურათი 8).

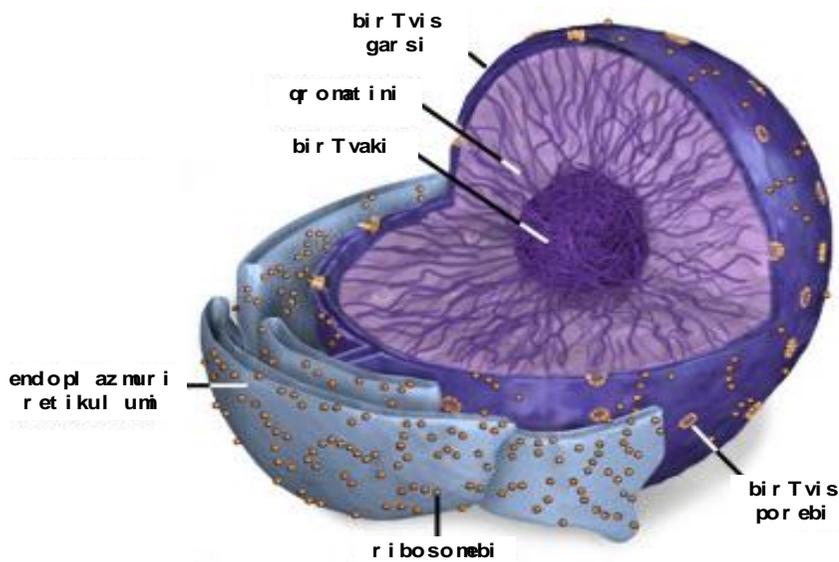
ბირთვში გამოყოფენ შემდეგ კომპონენტებს:

1. ბირთვის გარსი;
2. ბირთვის წვენი ;
3. ქრომატული სტრუქტურა ;

4.ერთი-ორი ზოგჯერ კი რამოდენიმე ბირთვაკი.

ქიმიური შედგენილობა: ბირთვის ძირითადი საშენი მასალას რთული ცილებია, რომელთაც პროტეიდები ეწოდებათ, ძირითადი ცილების რაოდენობაა 22,6%, სხვა ცილების- 51,3 დნმ-14%, რნმ-12,1%, ბირთვში არის აგრეთვე ლიპიდები,წყალი,იონები Ca^{2+} და Mg^{2+} ნუკლეოპროტეიდებს - ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების ნაერთს პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა ენიჭებათ.ბირთვში და ციტოპლაზმაში ნუკლეინმჟავათა ორი ჯგუფი გვხვდება - დეზოქსირიბონუკლეინი (დნმ) და რიბონუკლეინი (რნმ).

სპეციალური მეთოდების ქიმიური და რედგენოსტრუქტურული ანალიზის გამოყენების შედეგად, შესაძლებელი გახდა დნმ-ს მოლეკულის შინაგანი აგებულების განსაზღვრა და მისი თვალსაჩინოდ წარმოდგენა მოდელის სახით (უიტსონი და კრიკი, 1953).



სურათი 8.ბირთვი

დნმ-ს შინაგანი სტრუქტურის განსაზღვრა საბუნებისმეტყველო დარგის უდიდესი აღმოჩენაა, რომელმაც სრულად ახსნა მემკვიდრეობითობის მოლეკულარული მექანიზმი, მემკვიდრული ნივთიერების მოლეკულების რედუპლიკაციები, სპეციფიკური ცილე-

ბის ბიოსინთეზი, ბირთვის გაყოფის სხვადასხვა ხერხი და სხვა. დნმ-ს მოლეკულა წარმოადგენს ნუკლეოტიდების ორმაგ ჯაჭვს, ეს ჯაჭვები ერთმანეთთან აზოტოვანი ფუძეებითაა დაკავშირებული.

დნმ-ს მოლეკულის განსაკუთრებული თვისება მდგომარეობს თვით რეპლიკაციის უნარში. დეზოქსირიბონუკლეინის მქავე წარმოადგენს მატრიცას, მასზე სინთეზირდება რიბონუკლეინურ მქავათა ყველა სახეობა: ინფორმაციული, რიბოსომული და სატრანსპორტო.

დნმ-ის მონაკვეთს, რომელიც განსაზღვრავს ცილის სპეციფიკური ერთი მოლეკულის სინთეზს, გენი ეწოდება. დნმ-ის მოლეკულებში ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობის თავისებურებას გენეტიკურ კოდს უწოდებენ.

ამგვარად დნმ. წარმოადგენს მცენარეთა და ცხოველთა ცხოვრებაში უმნიშვნელოვანესი ფუნქციის შემსრულებელ განსაკუთრებულ ნივთიერებას. დნმ-ის სტრუქტურაში ნუკლეოტიდური კოდის საშუალებით, ჩაწერილია ყველა იმ ცილის თავისებურება, რომელთაგანაც აგებულია ორგანიზმი. ამგვარად სწორედ დნმ. განსაზღვრავს ორგანიზმის მემკვიდრეობითობას.

ბირთვის გარსი. ბირთვის გარსს სუბმიკროსკოპული სტრუქტურა აქვს. იგი შედგება პერინუკლეარული სივრცით გაყოფილი ორი მემბრანისაგან. ეს სივრცე შევსებულია სითხით. გარსის სისქე დაახლოებით 60-80 ნმ-ია. (შიგა და გარე ბირთვული მემბრანების სისქე 10-10 ნმ-ია), გარე მემბრანა კონტაქტშია ენდოპლაზმატური ქსელის მემბრანებთან. შიგა მემბრანის ბირთვის ზედაპირი, ისევე როგორც ენდოპლაზმური ქსელის მემბრანებისა, დაფარულია გრანულებით. ამგვარად, უჯრედის ორივე სტრუქტურული სახეობის სისტემის - ციტოპლაზმისა და ბირთვის უწყვეტი კავშირი სახეობა. ბირთვის გარსი მთლიანი არ არის, მას გააჩნია მკვეთრად გამოსახული არხები-პერფორაციები, ანუ ფორები, რომელთა აგებულება დღემდე ბოლომდე არ არის შესწავლილი. ფორების დიამეტრი 20-დან 30 ნმ-მდე მერყეობს.

ქრომატინის სტრუქტურა. ქრომატინისაგან წარმოიქმნება ქრომოსომები, რომლებსაც უწოდებენ ძაფოვან სტრუქტურებს, ისინი მიტოზის დროს კარგად მოჩანან მიკროსკოპში. მოცემული სახეობის ძირითადი მასისათვის დამახასიათებელია ქრომოსომათა გარკვეული რაოდენობა. ქრომოსომების რაოდენობა ორგანიზმის სომატურ უჯრედებში ჩვეულებრივ დიპლოიდურია. იგი წარმოიქმნება ორი სასქესო უჯრედის შერწყმით, რომლებშიც სანახევროდ ყოველთვის არის ქრომოსომების ჰაპლოიდური რაოდენობა. ყოველი ჰაპლოიდური ნაერთი აღინიშნება- n -ით, დიპლოიდური- $2n$ -ით. ერთი ჰაპლოიდური ნაერთის ქრომოსომათა ზომა და ფორმა სხვადასხვაა, მაგრამ ერთი სახეობის ორგანიზმის ყოველ სასქესო უჯრედში, მკაცრად მეორდება არა მარტო ქრომოსომების რაოდენობა, არამედ თითოეული მათგანის ზომაც და ფორმაც, ამიტომ ბუნებრივია, რომ დიპლოიდურ ნაერთში, რომელიც ჰაპლოიდური უჯრედების შერწყმით მიიღება, თითოეულ ქრომოსომაში ერთმანეთს შეესატყვისება ზომითა და ფორმით ერთნაირი წყვილი ქრომოსომა.

მიტოზის ფაზაში განვითარებული ქრომოსომა შედგება ორი ნახევრისაგან, რომლებიც ქრომოსომების ღერძის გასწვრივ ღარით არიან გაყოფილნი, მათ ქრომატიდები ეწოდებათ. თითოეული ქრომატიდი შედგება ორი თხელი ძაფისაგან, რომლებიც ქრომოსომის ღეროს პარალელურად არიან მოთავსებულნი, ქრომოსომების და დნმ-ის მოლეკულები სპირალიზებულიები არიან. ქრომოსომებს გააჩნიათ პირველადი სარტყელი. ზოგჯერ ქრომოსომას გააჩნია მეორეული სარტყელი, რომელიც ქრომოსომას აშორებს თავის პატარა ნაწილს - თანამგზავრს. მეორეული გადაჭიმვა ის ადგილია, სადაც მიტოზის დამთავრებისას წარმოიქმნება ბირთვი. ქრომოსომების სწორედ იმ ნაწილს უწოდებენ ბირთვაკის ორგანიზატორს. ქრომოსომების შინაგანი აგებულება იცვლება უჯრედის განვითარების ციკლში. ე.ი. მიტოზურ ციკლში. მიტოზში ქრომოსომები ახდენენ ცოცხალი ორგანიზმების უჯრედებში მემკვიდრეობითი ნივთიერების ზუსტ განაწილებას.

ბირთვაკები. ბირთვაკები ბირთვის მუდმივი კომპონენტები არიან. სხვადასხვა სახეობის მცემნარეებისა და უჯრედის ტიპებისათვის მათი ზომა და რაოდენობა ასე თუ ისე მუდმივია. ბირთვაკის ფორმა დაახლოებით ბურთის მსგავსია, საზღვრები არაა გამოკვეთილი, რადგანაც ბირთვაკები შემოფარგლულნი განსაკუთრებული მემბრანით არ არიან და კონტაქტში არიან კარიოლიმფასთან.

ბირთვაკის ქიმიური შედგენილობისათვის დამახასიათებელია: რიბონუკლეინ პროტეიდები, მასში ცილების შედგენილობა საკმაოდ მაღალია. რნმ-ს კონცენტრაცია ბირთვაკში უფრო დიდია, ვიდრე ციტოპლაზმასა და ბირთვში. ბირთვაკები, როგორც ჩამოყალიბებული სხეულები, მუდმივად არ არსებობენ. ისინი შეინიშნება უძრავ ბირთვში (ინტერფაზაში), ხოლო ბირთვის გაყოფისას კი ქრებიან.

ბირთვის წვენი (კარიოლიმფა)- წარმოადგენს სუბმიკროსკოპული ციტოპლაზმის მატრიქსთან ახლო მდგომ სხვადასხვაგვარი კონსისტენციის უსტრუქტურო მასას. ბირთვის წვენი ძირითადად შედგება მარტივი ხსნადი ცილებისაგან, ნუკლეოპროტეიდებისა და გლიკოპროტეიდებისაგან. მასში მოთავსებულია ბირთვის ფერმენტების დიდი ნაწილი. ბირთვის წვენის ძირითადი ფუნქცია მდგომარეობს ბირთვული სტრუქტურების ურთიერთკავშირის განხორციელებაში. ამასთან იგი გარდაქმნის მასში გამავალ ნივთიერებებს.

ბირთვის ფუნქციები. ბირთვი უჯრედის ძირითადი კომპონენტია, რომელიც უზრუნველყოფს მათ რეპროდუქციას, გენეტიკურ დეტერმინაციას და ცილის სინთეზის რეგულაციას. უჯრედის უმნიშვნელოვანესი ნაწილი, რომლის მოქმედებასთანაა დაკავშირებული გენეტიკური ინფორმაციის გადაცემა. დიდი ხანია ჩამოყალიბდა საერთო წარმოდგენა უჯრედის გაყოფაში ბირთვის როლის შესახებ, განსაკუთრებით ქრომოსომების წარმოქმნასთან დაკავშირებით, თუმცა როგორც იყო აღნიშნული, მნიშვნელოვანი დეტალები მემკვიდრეობითი თვისებების გადაცემაში ბირთვის ორგანელების მონაწილეობის შესახებ გაშიფრული იქნა დნმ-ს სტრუქტურის შესწავლის შემდეგ. ამ აღმოჩენების შედეგად ადვილი ასახსნელი

გახდა ქრომოსომების მუდმივობა მცენარეთა და ცხოველთა ყოველი სახეობისათვის. ჩატარებულმა გამოკვლევებმა ცხადყვეს, რომ ბირთვი უჯრედის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტია, თუმცა მას მოქმედება შეუძლია მხოლოდ ციტოპლაზმასთან ურღვევ მთლიანობაში. ბირთვი არეგულირებს უჯრედის განვითარების პროცესს, მონაწილეობს მიტოქონდრიების, პლასტიდების, ენდოპლაზმური ქსელის მემბრანების წარმოქმნაში.

5.4.4. უჯრედის გაყოფა

ორგანიზმების ზრდისას, მათი უჯრედები ზომაში იზრდება და შემდეგ თითოეული ორ ახალ უჯრედად იყოფა, რასაც უჯრედის გაყოფას უწოდებენ. ეს პროცესი მრავალჯერ მეორდება და წარმოიქმნება მრავალი უჯრედი. უჯრედების ზრდა და დაყოფა ზრდასრულ ორგანიზმშიც გრძელდება, მხოლოდ გაცილებით ნაკლები სიჩქარით. ახალწარმოქმნილი უჯრედები მკვდარ უჯრედებს ჩაენაცვლებიან. ამ გზით ხდება აგრეთვე დაზიანებული ქსოვილების აღდგენაც. ორგანიზმების უჯრედების რიცხვის ზრდა ხორციელდება გაყოფის გზით. გაყოფის უმნიშვნელოვანესი პირობაა ამ პროცესისათვის თვით უჯრედის მომზადება. ე.ი. ცილების, ნუკლეინის მჟავათა და ენერგეტიკული მასალის საკმარისად დიდი რაოდენობით დაგროვება. არსებობს უჯრედის გაყოფის სამი წესი:

1. ამიტოზი-პირდაპირი გაყოფა;
2. მიტოზი- კარიოკინეზი;
3. მეიოზი-რედუქციული დაყოფა;

ამიტოზი. ამიტოზი – (amitosis ბერძნ. a – უარყოფა, mitos – ძაფი); აღწერა რემაკმა(1841წ). ტერმინი შემოიღო ფლემინგმა (1882წ). ამიტოზის დროს არ წარმოიქმნება ქრომოსომები და გაყოფის თითისტარა, აგრეთვე არ ხდება შვილეულ უჯრედებს შორის ქრომოსომების კანონზომიერი განაწილება. ამიტოზს თან არ სდევს უჯრედის ფუნქციონირების შეწყვეტა. ამიტოზის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ბირთვი, ხოლო შემდეგ ამოსავალი უჯრედის შიგთავსი ორგანელის სტრუქტურის შეუცვლელად იყოფა ორ შვი-

ლეულ უჯრედად. ამასთან, ბირთვი ორ და უფრო მეტ ნაწილად იყოფა, ბირთვის გარსის წინასწარი გაქრობის გარეშე კი. ვერ ვხედავთ ქრომატინის ძაფების თავისებური ფიგურის თითოეულ რას ჩამოყალიბებას, რომელიც ასე დამახასიათებელია გაყოფის სხვა ტიპებისათვის. ბირთვების რამოდენიმე ნაწილად გაყოფისას, წარმოიქმნებიან მრავალბირთვიანი უჯრედები. ამიტოვის დროს შვილელ უჯრედებს შორის არ ხდება ბირთვული ნივთიერების თანაბარი განაწილება ე.ი. არ ხდება მათი ბიოლოგიური ტოლფასოვნების უზრუნველყოფა. თუმცა წარმოქმნილი უჯრედები, როგორც სპეციალიზებული უჯრედები, არ კარგავენ არც თავის სტრუქტურულ ორგანიზაციას, არც ცხოველმოქმედებას. დიდი ხნის განმავლობაში მეცნიერებაში გაბატონებული იყო აზრი, რომ ამიტოვი პათოლოგიური მოვლენაა, რომელიც ხანდაზმული და ავადმყოფი უჯრედებისთვისაა დამახასიათებელი. შემდგომმა გამოკვლევებმა ცხადყვეს, რომ ამიტოვი შეინიშნება ახალგაზრდა, საკმაოდ ნორმალურად განვითარებულ უჯრედებშიც. მაგ. ბოლქვის ძირში, ფესვის ქსოვილებში. მთლიანობაში ამიტოვი დამახასიათებელია უფრო მაღალ დიფერენცირებული და შედარებით მოზერებული უჯრედებისათვის.

მიტოზი (ბერძნ.-.mitos-ძაფი), ორგანული ბუნების განვითარების ყველა ეტაპზე, სომატური უჯრედების ბირთვის გაყოფის ყველაზე მეტად გავრცელებული ფორმაა. იგი უნივერსალური გაყოფის წესია მცენარეებისა და ცხოველების უჯრედებისათვის. მიტოზის დროს უჯრედის გაყოფას წინ უსწრებს ციტოპლაზმის ორგანელების და განსაკუთრებით ბირთვის დიდი გარდაქმნა. ამ გარდაქმნების უმთავრესი ნიშნები მოჩანს სინათლის მიკროსკოპის გამოკვლევებისას, როგორც ფიქსირებულსა და შეღებილ მაგალითზე, ასევე ცოცხალ უჯრედშიც. ჯერ კიდევ გაყოფის წინა მოსამზადებელ პერიოდში ამოსავალი (დედისეულ) უჯრედის ქრომოსომებში დნმ-ის რაოდენობა იზრდება ორჯერ.

მიტოვი აღმოაჩინეს XIX ს. 70 – იან წლებში. მისი არსი გამოარკვეეს და დაწვრილებით შეისწავლეს ე. სტრასბურგერმა (მცენარე-

ულ უჯრედში) და ვ. ფლემინგმა (ცხოველურ უჯრედში). სახელ - წოდება "მიტოზი" ეკუთვნის ვ.ფლემინგს. მიტოზის დეტალების სრულად შესწავლა მხოლოდ ჩვენს დროში გახდა შესაძლებელი. ორგანული ბუნების განვითარების ყველა ეტაპზე მიტოზი სომატური უჯრედების ბირთვის გაყოფის ყველაზე მეტად გავრცელებული ფორმაა. მიტოზის პროცესში შვილეული უჯრედების ფორმირებისას ქრომოსომები თანაბრად ნაწილდებიან ორ ბირთვში. ამგვარად, მიტოზის შედეგად შვილეული უჯრედების ქრომოსომების ფორმა და რიცხვი ისეთივეა, როგორც ჰქონდა დედა უჯრედს. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ყველა უჯრედის გაყოფისას მოქმედებენ ბიოლოგიური მექანიზმები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ყველა შვილეული უჯრედის მემკვიდრეობით მსგავსებას დედისეულ უჯრედთან. თვითმარეგულირებელი პროცესების ერთობლიობას, რომელიც უჯრედში მიმდინარეობს ერთი გაყოფიდან მეორემდე, ეწოდება უჯრედული ანუ მიტოზური ციკლი (სურათი 9).

ორ მომდევნო გაყოფას შორის პერიოდს ინტერფაზა ეწოდება. მას მოსდევს მოკლე დასკვნითი ეტაპი-მიტოზი-ბირთვისა და ციტოპლაზმის გაყოფა. ინტერფაზის განმავლობაში უჯრედი ახდენს დნმ-ის სინთეზს, მიმდინარეობს ცილებისა და ენერგეტიკული მასალის დაგროვება შემდგომი მიტოზისათვის. დნმ-ის სინთეზი ხორციელდება ქრომოსომებში, ინტერფაზის დროს ხდება უმნიშვნელოვანესი პროცესები.

ინტერფაზას სამ პერიოდად ჰყოფენ:

- 1.პრესინთეზური პერიოდი, რომლის ხანგძლივობის დროს ხდება შვილეული უჯრედების ზრდა, ე.ი. მათი ბირთვი და ციტოპლაზმა მოცულობაში იზრდება. ბიოქიმიური თვალსაზრისით ეს პერიოდი ხასიათდება ცილების აქტიური სინთეზით, რნმ-სა და ენერჯის დაგროვებით, დნმ-ს სინთეზი ამ დროს ჯერ არ ხდება;
- 2.სინთეზური-მიმდინარეობს დნმ-ის რეპლიკაცია;
- 3.პოსტსინთეზური პერიოდი, როდესაც გროვდება მიტოზისათვის საჭირო ენერჯია, მიმდინარეობს ბიოსინთეზის აქტიური პროცესები

და უჯრედი თითქოს ბიძგს ელოდება გაყოფის დასაწყებად . გამოყოფენ მიტოზის შემდეგ ფაზებს:

პ რ ო ფ ა ზ ა - მიტოზის ყველაზე ხანგრძლივი ფაზაა და მასში მნიშვნელოვანი გარდაქმნები მიმდინარეობს: ბირთვი იზრდება მოცულობაში, ძნელად შესამჩნევი ქრომატული ძაფების ნაცვლად ბირთვში წარმოიშვება ჯერ თხელი, მოგრძო, მოლუნული და ნაკლებ სპირალიზებული ძაფისმაგვარი ქრომოსომები, რომლებიც გორგალს წარმოქმნიან. ქრომატინის ძაფები მჭიდროდ იხვევა და მსხვილდება ცალკეულ ქრომოსომებად. ყოველი გაორმაგებული ქრომოსომა ჩანს , როგორც ერთმანეთთან დაკავშირებული ტყუპი ქრომატიდი.

პროფაზის დასაწყისიდანვე ჩანს, რომ ქრომოსომები ორი ძაფისაგან შედგებიან, რაც ინტერფაზაში მათი რეპლიკაციის შედეგია. თითოეული ქრომოსომის ნახევარი ქრომატიდები - ერთმანეთის პარალელურად ლაგდებიან. პროფაზის პერიოდში ძაფები უფრო მეტად სპირალის ფორმას იძენენ. წარმოქმნილი ქრომოსომები კი თანდათან მოკლდებიან და მჭიდროვდებიან. პროფაზის ბოლოს ვლინდება ქრომოსომების ინდივიდუალური მორფოლოგიური ნიშანთვისებები. ციტოპლაზმი ნივთიერებიდან წარმოიქმნებიან ქრომატინის ძაფები-გაყოფის თითისტარა.

გაყოფის თითისტარა წარმოადგენს არაღებვად წარმონაქმნს, რომელიც შედგება გელის მდგომარეობაში მყოფი ფიბრალური ცილებისაგან. შუალედური ნივთიერება - მატრიქსი თითისტარას ძაფებს შორისაა მოთავსებული, თავისი სტრუქტურით არ განსხვავდება თითისტარას გარშემო მყოფი ციტოპლაზმისაგან, ქიმიური შედგენილობით კი ახლოს დგას თითისტარას ძაფებთან.

პ რ ო მ ე ტ ა ფ ა ზ ა - იშლება ბირთვის გარსი, თითისტარას ძაფებს მიკრომილაკებს შეუძლიათ შეიჭრან ბირთვის მიდამოში და დაუკავშირდნენ ქრომოსომებს, რომლებიც კიდევ უფრო შემჭიდროვებულია. მიკრომილაკები გადაჭიმულია უჯრედის ცენტრისაკენ. ჩამოყალიბებას იწყებს მიტოზური თითისტარა, რომელიც შედგება ცენტროსომებისა და მათგან გამოქიმული მიკრომილაკებისაგან,

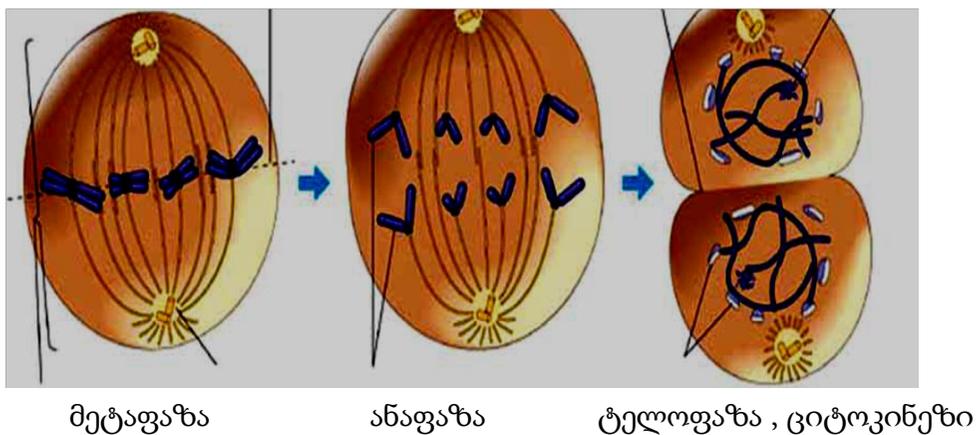
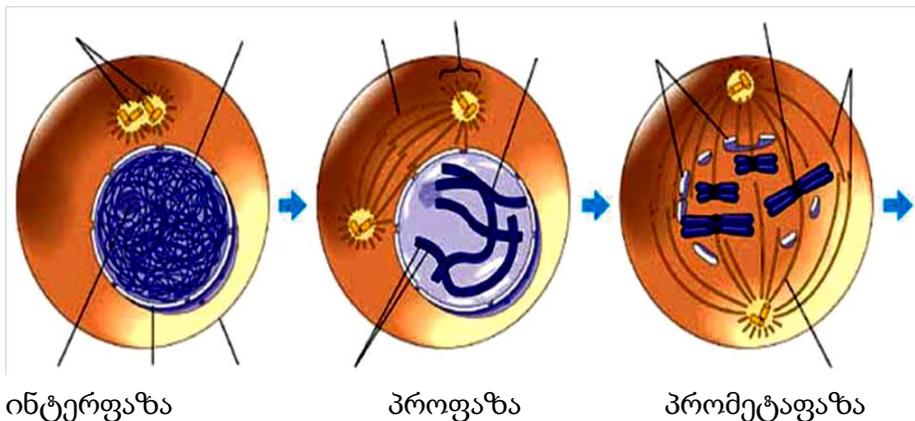
ცენტროსომები თანდათან გადაადგილდებიან ერთმანეთის საპირისპიროდ.

მეტაფაზა - მთავრდება გაყოფის თითისტარას ჩამოყალიბება. მას უჯრედის გრძელ ღერძებზე მოთავსებული წაგრძელებული გარსის ფორმა აქვს. ქრომოსომები იღებენ მცენარეთა თითოეული სახეობისათვის დამახასიათებელ ფორმას. საერთოდ ისინი ორმხრიანები არიან და ამ შემთხვევაში გადაკეცვის ნაცვლად, რომელსაც ცენტრიმერა ეწოდება, ისინი ერთდებიან თითისტარას აქრომატული ძაფით. მეტაფაზაში გარკვევით ჩანს, რომ თითოეული ქრომოსომა ორი შვილეული ქრომატიდისაგან შედგება, ისინი უჯრედის ეკვატორიულ სიბრტყეში მეტ ნაკლებად პარალელურად არიან განლაგებულნი. მეტაფაზა გრძელდება დახლოებით 20 წუთის განმავლობაში ცენტროსომები უჯრედის საპირისპირო ბოლოებშია განლაგებული, ქრომოსომები თავმოყრილია მეტაფაზურ ფირფიტაზე, რომელიც თანაბრადაა დაშორებული თითისტარას ორივე პოლუსიდან. ქრომოსომების ცენტრომერები განლაგებულია ფირფიტაზე, ყოველი ქრომოსომა მიმაგრებულია თითისტარას მოპირდაპირე პოლუსიდან გამოსულ მიკრომილაკთან. ორმხრივ წამახვილებული შესახედაობის გამო, მიკრომილაკების კომპლექსს თითისტარა ეწოდება.

ანაფაზა - მიტოზის ყველაზე მოკლე პერიოდს მოიცავს, გრძელდება რამდენიმე წუთი. ანაფაზა იწყება, როცა ტყუპი ქრომატიდები იწყებენ განცალკავებას. თვითეული ქრომატიდი ხდება დამოუკიდებელი ქრომოსომა. ყოველი წყვილიდან, ცალკეული ქრომოსომა იწყებს გადაადგილებას უჯრედის საპირისპირო ბოლოებისაკენ, რამდენადაც მოკლდება მათი მიკრომილაკები, რადგან მიკრომილაკები მიმაგრებულია ცენტრომერებზე, ქრომოსომები გადაადგილდებიან ცენტრომერებით დახლოებით 1 მიკრომეტრი წუთში სიჩქარით. უჯრედი მატულობს სიგრძეში. ანაფაზის დასრულებისათვის უჯრედის ორივე ბილოში არის ქრომოსომების სრული და ექვივალენტური კომპლექტი.

ტელოფაზა - მიმდინარეობს რღვევის პროცესი, ე.ი. დე-

სპირალიზაცია და ქრომოსომების დაგრძელება. უჯრედში იწყებს ჩამოყალიბებას ორი შვილეული ბირთვი, ბირთვის გარსი ყალიბდება დედისეული ბირთვის ფრაგმენტებისა და ენდომემბრანული სისტემის სხვა კომპონენტებისაგან.



სურათი 9. მიტოზი

ქრომოსომები არ არის მჭიდროდ დახვეული. ხდება ინტერფაზული ბირთვის სტრუქტურის აღდგენა, თითისტარა გარსისებურ ფორმას იცვლის კონუსისებურზე. ამასთან კონუსების საფუძველი დევს ზუსტად უჯრედის ეკვატორზე, სადაც უკვე წარმოიქმნენ უჯრედის კედლის ფრაგმენტები. ერთი ბირთვის გაყოფა ორ გენეტიკურად ინდენტურ ბირთვად ამით დასრულებულია.

ციტოკინეზი. მცენარეულ უჯრედს, რომელსაც უჯრედის კედელი აქვს ციტოკინეზი გამოხატულად განსხვავებულია ცხოველურისაგან, აქ არ ვითარდება გამყოფი ღარი, სამაგიეროდ ტელოფაზაში გოლჯის აპარატში წარმოქმნილი ბუმტუკები უჯრედის ცენტრისაკენ გადაადგილდება, ერთიანდება და წარმოქმნის უჯრედი ფირფიტას, ეს უკანასკნელი იზრდება, მასზე ერთიანდება უჯრედის კედლის მასალა, რომლის გადატანა ხდება ბუმტუკებით, იგი მატულობს მანამ, სანამ გარემომცველი მემბრანა არ შეერწყმება პლაზმურ მემბრანას უჯრედის მთელ პერიმეტრზე, შედეგად მიიღება ორი დამოუკიდებელი შვილეული უჯრედი საკუთარი პლაზმური მემბრანით, რადგან ამასობაში უჯრედის ფირფიტის შემადგენელი ნაწილებისაგან განსხვავებული ახალი უჯრედის კედელი ჩამოყალიბებულია ორ შვილეულ უჯრედს შორის .

მეიოზი (Meiosis-ბერძ. შემცირება). ტერმინი შემოთავაზებულია ფარმერის და მურის მიერ 1905 წელს. მეიოზი ისევე უნივერსალურია, როგორც მიტოზი, მაგრამ ხასიათდება ვიწრო სპეციალიზაციით და სპეციფიკურობით. მეიოზის არსი ქრომოსომების რაოდენობის ორმაგ რედუქციაში-შემცირებაში მდგომარეობს. ამის მიღწევა ხდება მიტოზის მთავარი ნიშანთვისებით, კერძოდ ორი გაყოფის - ჰეტეროტიპური და ჰომეოტიპური გაყოფის თანამიმდევრობით. ამ პროცესის ზოგადბიოლოგიური არსი დიდი ხანია აღმოჩენილია. ცნობილია, რომ სქესობრივი პროცესი ხასიათდება ზიგოტაში ორი სპეციალიზებული სასქესო უჯრედის ურთიერთშერწყმით, რომელთაც გამეტები ეწოდება. ამასთან, ბირთვული ნივთიერების მოცულობა და ქრომოსომების რაოდენობა იზრდება ორჯერ. მაშასადამე, რედუქციული გაყოფა არეგულირებს ქრომოსომების რაოდენობის მუდმივობას. მეიოზი, ისევე როგორც მიტოზი, წარმოადგენს ერთიან პროცესს, რომელიც მიტოზისაგან განსხვავებით შეიცავს გაყოფის ორ ტიპს: ერთი დიპლოიდური უჯრედიდან საბოლოოდ ვღებულობთ ოთხეულს - შვილეული უჯრედების ტეტრადას, ქრომოსომების ერთმაგი (ჰაპლოიდური) რაოდენობით, ეს ორი გაყოფა უცვლელად მოსდევს ერთმანეთს და აქვს პრინ-

ციპული განსხვავებებიც: პირველი სხვაობაა - რთული და სეციფიკური გაყოფა, რომელსაც ქრომოსომების შემცირება მოსდევს. მას საკუთრივ რედუქციული, ანუ ჰეტეროტიპიურ გაყოფას უწოდებენ. მეორეა-ჰომეოტიპური, ანუ ეკვაციური გაყოფა, რომელიც ხორციელდება მიტოზის ტიპის მსგავსად. (სურათი10). პირველ მეიოზურ გაყოფას თან მოსდევს ქრომოსომების მნიშვნელოვანი გარდაქმნები. მეიოზს მიტოზის მსგავსად, რამოდენიმე ფაზად ყოფენ: პროფაზა-I, მეტაფაზა-I, ანაფაზა-I, ტელოფაზა-(სურათი10).

პ რ ო ფ ა ზ ა 1-ში ბირთვის სტრუქტურული ელემენტების ურთულესი გარდაქმნები ხდება, როცა მეიოზური ქრომოსომები წარმოიქმნებიან. ამასთან დაკავშირებით პროფაზა I-ს თავის მხრივ პირობითად ხუთ ეტაპად ჰყოფენ:

1. ლ ე პ ტ ო ნ ე მ ა - თხელი ძაფების სტადია. ქრომოსომები მაქსიმალურად დესპირალიზებულიები და სივრცობრივად განცალკავებულიები არიან. თითოეულ მათგანს მთელს სიგრძეზე მისდევს ბურთისმაგვარი გამსხვილებანი-ქრომოსომები. ქრომოსომის ცალკეულ ძაფებს მონოვალენტები ეწოდებათ. მათი საერთო რაოდენობა ეფარდება მოცემული სახეობის დიპლოიდურ რაოდენობას.

2. ზ ი გ ო ნ ე მ ა - კონიუგაციის სტადია. ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთის პარალელურად წყვილ-წყვილად თავსდება. შემდეგ ისინი შემჭიდროვდებიან და შეპირდაპირდებიან იდენტური მონაკვეთებით - შესატყვისი ქრომოსომებით, ასე წარმოიქმნება ბივალენტები-ჰომოლოგიური ქრომოსომების ორეულები.

3. პ ა ქ ი ნ ე მ ა - სქელი ძაფების სტადია. თანდათან იზრდება ქრომოსომების სპირალიზაცია, რასაც ქრომოსომების დამოკლება და, მაშასადამე, მათი გასქელება მოსდევს, რის შედეგადაც ბივალენტების ცალკეული ქრომოსომა ძნელად გასარჩევია, რადგან ბივალენტების ორმაგი ბუნება კარგად არ ჩანს, იქმნება შთაბეჭდილება, რომ თითქოს ქრომოსომების რაოდენობა დიპლოიდური კი არა, ჰაპლოიდურია.

4. დ ი პ ლ ო ნ ე მ ა - ორმაგი ძაფების სტადია, ანუ ოთხი ქრომატიდის სტადია. თითოეული ბივალენტის ჰომოლოგიური ქრომო-

სომა სიგრძეზე ორ ქრომატიდად იხლიჩება ისე, რომ ბივალენტები ოთხ-ოთხ ქრომატიდს შეიცავენ. კროსინგივერის შედეგად, ამ სტადიაზე ხდება ჰომოლოგიური მონაკვეთების გაცვლა, ე.ი. ქრომატიდების გადაჯვარედინება და ქიაზმების წარმოქმნა. ქიაზმი ეწოდება ქრომატიდებისა და სხვა ქრომოსომების შეერთების ადგილს, რადგანაც სიგრძეზე დიფერენცირებული ქრომოსომა - მემკვიდრეობითობის ორგანელაა, მონაკვეთების და მასში მოთავსებული გენების გაცვლა-გამოცვლას მივყავართ მათ დიდ გარდაქმნებთან. ბივალენტების ქრომოსომები თავიანთი შედგენილობით განსხვავდებიან ამოსავალი ქრომოსომებისაგან.

კროსინგივერი გვევლინება შთამომავლობის გენეტიკური, სხვადასხვა გვარობის ერთ-ერთ ფაქტორად. ბივალენტის ქრომოსომების დამოკლებასა და, შესაბამისად, მათ გასქელებასთან ერთად, ხდება მათი ურთიერთდაშორება. კავშირი რჩება მხოლოდ გადაკვეთის სიბრტყესა და ქიაზმებში. მთავრდება ქრომატიდების ჰომოლოგიური მონაკვეთების გაცვლა-გამოცვლა.

5. დ ი ა კ ი ნ ე ზ ი - პროფაზის დასკვნითი სტადიაა. ქრომოსომების სპირალიზაციის შედეგად ბივალენტები მოკლდებიან და თავსდებიან ბირთვის პერიფერიებზე. ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთს მხოლოდ რამდენიმე წერტილით უკავშირდებიან, რაც ბივალენტის ფორმასაც განსაზღვრავს.

პროფაზას მოსდევს პირველი გაყოფის სხვა დანარჩენი ფაზები.

მ ე ტ ა ფ ა ზ ა I - იწყება ბირთვის გარსის გაქრობის მომენტიდან. ბივალენტები განლაგდებიან უჯრედის ეკვატორულ სიბრტყეში, ე.ი. მომდევნო გაყოფის სიბრტყეში. ყალიბდება გაყოფის აქრომატული თითისტარა.

ა ნ ა ფ ა ზ ა I - გამოირჩევა ჰომოლოგიური ქრომოსომების ურთიერთკავშირის სრული დარღვევით, ერთმანეთისაგან უკუგდებიან და დაშორებით, მათი სხვადასხვა პოლუსზე განლაგებით.

აღსანიშნავია, რომ მიტოზის დროს ცალ ქრომატიანი ქრომოსომები სხვადასხვა პოლუსისაკენ მიემართებიან. მეიოზის დროს კი, ისინი შორდებიან ერთმანეთს, თითოეული ქრომოსომა ორი ქრომატინისაგან შედგება.

ტ ე ლ ო ფ ა ზ ა I - საკმაოდ ხანმოკლეა და სუსტადაა გამოცალკავებული წინა ფაზისაგან. მას ხშირად განიხილავენ, როგორც მეიოზის ორ გაყოფას შორის არსებული მოსვენების პერიოდს. ამით მთავრდება პირველი, კერძოდ, რედუქციული გაყოფა. შემდეგ იწყება მეორე, მეიოზური, ანუ ჰომეოტიპური გაყოფა.

მ ე ტ ა ფ ა ზ ი ს II სტადია, გვერდს უვლის II პროფაზას და მიტოზის ტიპის გაყოფისდაგვარად მიმდინარეობს. ქრომოსომები (თითოეული მათგანი შედგება ორი ქრომატიდისაგან) გროვდებიან უჯრედის შუა ნაწილში, ქრომატიდებს შორის ხშირად მოჩანს ეკვაციური ხვრელი. აქრომატული ძაფებისაგან კვლავ წარმოიქმნება თითისტარა.

ანაფაზის II სტადიის დროს, ქრომატიდები ცალკეედებიან და სწრაფად ლაგდებიან საწინააღმდეგო პოლუსებზე.

ტ ე ლ ო ფ ა ზ ი ს II სტადიაში ხდება ბირთვების წარმოქმნა ქრომოსომების დესპირალიზაცია, ჩნდება უჯრედის კედელი. ამგვარად, დიპ-ლოიდური დედისეული უჯრედისაგან წარმოიქმნება ოთხი შვილეული უჯრედი ქრომოსომის ჰაპლოიდური რაოდენობით. სხვა-დასხვა მცენარეთა ბუნებრივი ჯგუფებისათვის მეიოზი მიმდინარეობს ინდივიდუალური განვითარების ციკლის სხვადასხვა ეტაპზე. ყვავილოვანი მცენარეებისათვის იგი იწყება მეგასპოროგენეზის დროს. თესლკვირტებში ჩანასახოვანი პარკის ჩამოყალიბების წინ და, აგრეთვე, მიკროსპოროგენეზის დროს, სამტვრეში მტვრიანის მიკროსპორების (ყვავილის მტვერის) ჩამოყალიბების დროს.

5.5. ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებანი

ცილები. მცენარეები, ისევე როგორც ცხოველები, შეიცავენ უამრავ სხვადასხვაგვარ ცილას. ცილების გარკვეული ჯგუფები შეადგენენ ციტოპლაზმის ძირითად ნაწილს - კონსტიტუციური ცილები. სხვა ცილები-ფერმენტები წარმართავენ სასიცოცხლო პროცესის მსვლელობას, ე.ი. ქიმიურ გარდაქმნებს. განსაკუთრებით დიდ ჯგუფს სამარაგო ცილები წარმოადგენენ.

ცილის მოლეკულა შედგება ამინომჟავებისაგან. ბუნებაში ცნობილი 150 სახის ამინომჟავიდან მხოლოდ 22-ია აღმოჩენილი ცილებში. ცილის მოლეკულაში მათი ურთიერთცვლა იწვევს მის უსასრულო სახესხვაობას. მცენარის ყოველ სახეობას სპეციფიკური აგებულების ცილათა საკუთარი ნაკრები გააჩნია.

ვიტამინები. (Vita-სიცოცხლე), აღმოაჩინა ნ. ლუნინმა (1880წ) ტერმინი კი მოგვიანებით შემოთავაზებულ იქნა პოლონელი მეცნიერის კ. ფუნკის მიერ. ვიტამინებს მიაკუთვნებენ სხვადასხვა ქიმიური შემადგენლობის ორგანულ ნივთიერებებს. როგორც ფერმენტების კომპონენტები ისინი მცენარეში კატალიზატორის როლს ასრულებენ. უკვე მრავალი ვიტამინია გამოყოფილი სუფთა სახით და სინთეზირდება სამრეწველო მამულებით. ზოგიერთი ვიტამინი ლათინური ალფავიტის ასომთავრულით აღინიშნება. გამოყოფენ წყალში ხსნად ვიტამინებს, მაგ, B, C, PP, H და სხვა. ისინი უჯრედის წვენში არსებობენ. ცხიმებში ხსნადი ვიტამინები კი მაგ, A, D, E-მოთავსებულნი არიან ციტოპლაზმაში.

ყველა მცენარე ერთიანი აქტიურობით როდი აგროვებს ვიტამინებს. ვიტამინები ჩვეულებრივ ლოკალიზებულნი არიან მცენარეთა გარკვეულ ორგანოებში. მაგალითად, B, B₁, B₂ და ა.შ. ჯგუფის ვიტამინები მოთავსებულნი არიან ჩანასახში, თესლის ქერქსა და ახალგაზრდა ღივებში. მაგ. ჭვავი, ხორბალი. შედარებით მაღალი კონცენტრაციის C ვიტამინი გვხვდება ასკილის, ლიმონის, შავი მოცხარის ნაყოფში, ვიტამინი E ციტრუსებში, ვიტამინი K ჭინჭრის

ფოთლებში და სტაფილოს ძირხვენებში. ცნობილია ვიტამინის, და-ახლოებით, 40 სახეობა.

ფ ი ტ ო ნ ც ი ნ დ ე ბ ი და ა ნ ტ ი ბ ი ო ტ ი კ ე ბ ი. ამ რიგს მიეკუთვნებიან ნივთიერებათა ჯგუფები, რომელთაც უმდაბლესი და უმაღლესი მცენარეების უჯრედები გამოიმუშავენ. ეს ნივთიერებები იცავენ მცენარეებს, ზოგ შემთხვევაში ისინი აფერხებენ მცენარე ანტაგონისტების ზრდას, განსაკუთრებით გალივების დროს, ხოლო სხვა შემთხვევაში კი კლავენ ავადმყოფობის წარმოქმნელ მიკრობებს.

ანტიბიოტიკები და ფიტონციდები შეიძლება იყოს თხევად, მყარ და აირისებრ მდგომარეობაში. მათი ქიმიური ბუნება ერთნაირი არ არის. ისინი შეიძლება იყვნენ ამინომჟავები ან ალკალოიდები, ორგანული მჟავები, ან ეთერის ზეთები. არის საფუძველი იმისა, რომ წყალბადციანმჟავა ჩავთვალოთ ფიტონცინდური კომპლექსის ერთ-ერთ კომპონენტად. ფიტონციდებსა და ანტიბიოტიკებს დიდი მნიშვნელობა ენიჭებათ დაავადებებისა და მავნებლებისაგან კულტივირებულ მცენარეთა დაცვაში.

ფ ე რ მ ე ნ ტ ე ბ ი. მაღალი ფიზიოლოგიური აქტივობის ნივთიერებებია. შედარებით კარგადაა შესწავლილი ზრდის ჰორმონები აუქსინი და გიბერელინი. აუქსინი სინთეზირდება წარმოქმნელი ქსოვილების უჯრედებში. მისი გავლენით ჩქარდება ზრდის პროცესები: უჯრედთა გაყოფა და დაგრძელება, ორგანოების ფორმირება და სხვა.

5.6. ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტები

ცხოველმოქმედების პროცესში მცენარეთა უჯრედებში დიდი რაოდენობით გროვდება სხვადასხვაგვარი, მათ შორის მკვებავი ნივთიერება. ზოგი მათგანი იხარჯება მცენარის სხეულის ასაგებად, ზოგიერთი კი, როგორც ენერგეტიკული მასალა სხვადასხვა სასიცოცხლო პროცესებისათვის გამოიყენება. ამ ნივთიერებათა ფიზიოლოგიური როლი ყოველთვის არ არის ნათელი, ამიტომ სხვა-

დასხვაგვარადაა განმარტებული. მცენარე ნაწილობრივ იყენებს მათ, ისინი ქიმიურ რეაქციაში როგორც წესი არ შედიან, ზოგჯერ კი ეს ნივთიერებანი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ნარჩენები. ქიმიური ბუნებით სამარაგო საკვები ნივთიერებანი შეიძლება დავყოთ სამ ჯგუფად : ცილები, ცხიმები და ნახშირწყლები.

ცილები - სამარაგო ცილები, ისევე როგორც ნახშირწყლები, წარმოადგენენ ასიმილაციის მეორეულ პროდუქტებს. ესენი ჩვეულებრივ მარტო ცილები-პროტეინები არიან, რომლებიც წარმოიქმნებიან ამინომჟავების ნარჩენებიდან. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ალეირონული (პროტეინული მარცვლები), რომლებიც ვაკუოლების გაშრობის, ცილების ნალექად გამოდევნისა და მათი კრისტალიზაციის შედეგად წარმოიქმნებიან. თუმცა ეს შექცევადი პროცესია, რადგანაც თესლის გაღივებისას, როცა თესლი მდიდრდება წყლით და წარმოიქმნება უჯრედის წვენი, ალეირონული მარცვლები კვლავ ვაკუოლებად იქცევიან. ყოველი სახეობის მცენარის ალეირონული მარცვლები ინარჩუნებენ გარკვეულ სტრუქტურას და სახამებლის მარცვლების მსგავსად სახეობის ნიშანთვისების საიმედო საშუალებას წარმოადგენენ.

ცხიმები - ცხიმები ნახშირწყლების მაგვარად ფართოდ გამოიყენებიან, როგორც სამარაგო საკვები ნივთიერებანი. ისინი გვხვდებიან წყალმცენარეებში, ლიკოპოდიუმების სპორებში, გვიმრებსა და შვიტებში, ასევე მრავალ შისველთესლოვანთა და ფარულთესლოვანთა თესლებში. ცხიმოვანი ზეთები გამოირჩევიან მაღალკალორიულობით.

საკმარისია, განვიხილოთ კაკლისნაირნი, ბერძნული კაკალი, იგი მსხვილთესლიანი მცენარეა 70%-ზე მეტ ცხიმს შეიცავს, ზოგიერთ პარკოსნის (არაქისი) თესლში დაახლოებით 50% ცხიმია.

ნახშირწყლები - გამოირჩევიან სხვადასხვა გვარობით. ნახშირწყლებს მათი შეხვედრის მიხედვით, მცენარეებში შეიძლება პირველი ადგილი მივაკუთვნოთ. ნახშირწყლის მოლეკულა შეიცავს ნახშირბადს, წყალბადს და ჟანგბადს. წყალბადის ყოველ ორ ატომზე მოდის ერთი ატომი ჟანგბადი, მაგ. $C_6 H_{12} O_6$ -გლუკოზა და

სხვა. არჩევენ მარტივ ნახშირწყლებს (შაქრებს), რომელთაც მიაკუთვნებენ მონოსაქარიდებს და დისაქარიდებს და რთულს-პოლისაქარიდებს.

ს ა ხ ა მ ე ბ ე ლ ი - ხშირად გვხვდება, როგორც სამარაგო საკვები საშუალება. სახამებელი წარმოიქმნება ქლოროპლასტებში, ფოტოსინთეზის პროცესის შემდეგ ხდება მისი გარდაქმნა დაშაქრება და შაქრის სახით ფოთლიდან გადადის მცენარეთა ორგანოების ასაგებად ან გარდაიქმნება მარაგად. შაქრის მეორეული გარდაქმნა სამარაგო სახამებლად ხდება ლეიკოპლასტებში.

ი ნ უ ლ ი ნ ი - დამახასიათებელია ზოგიერთი მცენარისათვის მაგალითად, ვარდკაჭკაჭა, მიწის ვაშლა და სხვა. ინულინი უჯრედის წვენში გროვდება და კოლოიდური ხსნარის მდგომარეობაში იმყოფება. ინულინის შემცველობა მიწისქვეშა ორგანოებში ვარდკაჭკაჭას ძირებში 12%-ს აღწევს. სპირტით ზემოქმედებისას ინულინი გამოიდევენება სფეროკრისტალების სახით .

5.7. მცენარეული უჯრედის კედელი

უჯრედის კედლის განვითარება და სტრუქტურა. უჯრედის კედლის განვითარების შესახებ უფრო ნათელი წარმოდგენა შეგვექმნება, თუ დავაკვირდებით ვეგეტატიური უჯრედის გაყოფას. მიკროსკოპით დაკვირვებისას, კარგად მოჩანს, რომ მიტოზის გვიან ანაფაზაში და ტელოფაზაში, უჯრედის გაყოფის სიბრტყის ცენტრში, ქრომატულ თითისტარას გეომეტრიულად შუა ნაწილში წარმოიქმნება ბოჭკოსმაგვარი სტრუქტურა - ფრაგმობლასტი. მის ცენტრალურ ნაწილში ისახება შუალედური ფირფიტა, რომელიც ჯერ თავისუფლად ცურავს უჯრედის ეკვატორულ სიბრტყეში, შემდეგ კი იზრდება ცენტრიდანული მიმართულებით, ამასთან ფრაგმობლასტი გადაინაცვლებს უჯრედის პერიფერიისაკენ, ხოლო შუალედური ფირფიტა მუახლოვდება უჯრედის კედელს და ხდება ციტოპლაზმის გაყოფა. შუალედური ფირფიტის წარმოქმნა დამოკიდე-

ბულია გოლჯის აპარატის მოქმედებაზე. მისი პექტინის ბუმ-ტუ-კები ფრაგმობლასტის მემბრანებში გავლისას არღვევენ მათ უწყვეტობას, მაგრამ ამავე დროს აღადგენენ კიდეც მათ მთლიანობას. ეს იმიტომ ხდება, რომ მემბრანა, რომელიც გარს აკრავს დიქტიოსომიდან მოწყვეტილ ბუმტუკს, იქცევა „საკერებლად“ მას შემდეგ რაც ბუმტუკის შიგთავსი გამოიყოფა, ცენტრალურ ნაწილი სხვა წვეთებს შეუერთდება და გადაიქცევა საერთო ფირფიტად. ამგვარად, შუალედური ფირფიტა წარმოადგენს გამმიჯნავ ფენას, რომელიც საერთოა ორივე შვილეული უჯრედისათვის. ეს ფირფიტა ძირითადად კალიუმისა და კალციუმის პენქტინატებისაგან შედგება. ფიზიკური მდგომარეობით იგი გელის მდგომარეობაში მყოფ კოლოიდს წარმოადგენს. შუალედური ფირფიტა დიდხანს ცოცხლობს და შემდგომში გვევლინება შემადუღებელ ნივთიერებად, რომელიც მთლიანობაში ინახავს მომიჯნავე უჯრედებს. ე.ი. იქცევა უჯრედთაშორისო ნივთიერებად. შვილეული უჯრედის განცალკავებული პროტოპლასტები, შუალედური ფირფიტის ორივე მხარეს წარმოქმნიან პირველად კედელს. ამ დროს თითოეული შვილეული უჯრედთაგანი ზომაში რამდენიმეჯერ დიდდება. პირველადი კედელი შედარებით თხელია და, ძირითადად, პექტინური ნივთიერებებისაგან შედგება, გარდა ამისა, მის შემადგენლობაში შედის ცელულოზა (10-დან 12%-მდე) ჰემიცელულოზა და წყალი. პირველადი კედლის სისქე უმნიშვნელთა (0,5-დან 1 მკმ-მდე). მიკროსკოპით დაკვირვებისას იგი ჰომოგენურად წარმოგვიდგება. უჯრედის ზრდასთან და მისი მოცულობის რამდენიმეჯერ გადიდებასთან ერთად, იზრდება უჯრედის კედლის საერთო ფართობიც. უჯრედის პირველადი კედლის ზრდა ხდება მოლეკულათაშორის სივრცეში ახალი სამშენებლო მასალის ცელულოზის მიცელიუმის დანერგვით. უჯრედის ზრდის დამთავრების შემდეგ პირველადი კედლის შიგა მხარეზე იზრდება მეორადი კედელი, რომელიც ხელს უწყობს კედლის სისქეში ზრდას.

სპეციალიზაციის მიხედვით უჯრედების სხვადასხვა ჯგუფს სხვადასხვა სიძლიერის მეორადი კედლები გააჩნიათ. შედარებით ძლი-

ერი მეორადი კედელი აქვთ მექანიკურ ქსოვილებს. წყლის გატარებაზე სპეციალიზებულ უჯრედების მეორადი კედლის გასქელება, ისევე როგორც პირველადი კედლის ზრდა, პროტოპლასტის ხარჯზე ხდება. უჯრედის მეორადი კედლის ძირითად საშენ მასალას წარმოადგენენ მაღალმოლეკულური პოლისაქარიდები: ცელულოზა, ჰემიცელულოზა და პექტინური ნივთიერებანი.

გამერქნება. უჯრედის კედელი იჟღინთება განსაკუთრებული ნივთიერებით ლიგნინით, რომელიც ზრდის უჯრედის კედლის სიგრძეს, კალორიულობას, სიმკვრივეს და აქვეითებს მის პლასტიკურობის უნარს. ლიგნინი გროვდება ცელულოზის მიცელიუმის სივრცეებში პირველადსა და მეორად კედლებში, აგრეთვე შუალედურ ფირფიტაში. გამერქნება შეუძლია სხვადასხვა ორგანოებსა და ქსოვილებს, ზოგჯერ ყვავილის ფურცლებსაც კი. ამასთან უჯრედში წყლისა და ჰაერის მიწოდება არ წყდება და ისინი სიცოცხლეს განაგრძობენ.

ცნობილია, უჯრედის კედლის გამერქნების ფაქტები, როცა ლიგნინი მეორედ გაჩნდება და გაქრება უჯრედის კედლებიდან. ეს პროცესი ცნობილია და შეინიშნება მაგ. მსხლის, ატმის, და სხვა ნაყოფთა დამწიფებისას. გამერქნების პროცესი უფრო ხშირად შეინიშნება ბალახოვან მცენარეებში. გამერქნებას განიცდიან წყალგამტარი ქსოვილების ჰისტოლოგიური ელემენტები, რომლებიც ღეროს ცენტრში არიან მოთავსებულნი. საჭიროა აღინიშნოს, რომ გამერქნება იწყება მაშინ, როცა ქსოვილები კარგავენ გამტარობის ფუნქციას.

გაკორპება. უჯრედის კედელში ქიმიურად მდგრადი ნივთიერების-სუბერინის ჭარბად არსებობის შედეგად იწყება მისი გაკორპება. თავისი ქიმიური ბუნებით სუბერინი ახლოს დგას ცხიმებთან. იგი წარმოადგენს ამორფულ ჰიდროფობულ ნაერთს, რომელიც შედგება მაღალპოლიმერული ცხიმოვანი მჟავების ნაჯერისა და რთული შედგენილობის ოქსიმჟავებისაგან. სუბერინი ძირითადად გროვდება მეორადი საფარი ქსოვილის უჯრედის საცობის კედლებში და შესანიშნავ თერმოიზოლატორს წარმოადგენს. იგი მცირე რაოდე-

ნობით გროვდება სხვადასხვაგვარი ქსოვილის უჯრედების კედლებში.

სრული გაკორპებისას უჯრედის პროტოპლასტი კვდება, რადგანაც სუბერინის ლამელები ხელს უშლიან წყლისა და ჰაერის შეღწევას.

კუტინიზაცია გამოიხატება უჯრედის კედელზე ნივთიერება-კუტინის დალექვაში, რომელიც აგრეთვე ეკუთვნის ცხიმისმაგვართა ჯგუფს. კუტინი უფრო მტკიცეა, ვიდრე სუბერინი, პროტოპლასტი კუტინს გამოყოფს უჯრედის კედლის გარეთა ფენების სახით. თუმცა შედარებით ჭარბად იგი უჯრედთა კედლების ეპიდერმის ზედაპირზე გამოიყოფა, სადაც იქცევა ერთიან უსტრუქტურო კუტიკულარულ ფენად. კუტინიზაცია იცავს მცენარის ორგანოებს ჭარბი აორთქლებისაგან. აგრეთვე ნალექების გამორეცხვისაგან, იცავს ციტოპლაზმის პროდუქტებს, ფარავს ორგანოებს პარა-ზიტებისა და, აგრეთვე, მექანიკური დაზიანებისაგან. გარდა ამისა, კუტინი შთანთქმავს ულტრაიისფერ სხივებს და ასრულებს ერთგვარი რადიაციული ეკრანის ფუნქციას.

გალორწოვანება. ზოგჯერ, უჯრედების კედლებში პექტინური ნივთიერებების ან ცელულოზის საფუძველზე, წარმოიქმნებიან განსაკუთრებული კომპლექსური ნივთიერებები-ლორწო და გუმფუფისი. ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით ისინი ერთმანეთის მსგავსი ნივთიერებანი არიან. წარმოიქმნებიან პექტინური ნივთიერებებისა და ცელულოზის ქიმიური სახეცვლილებების შედეგად. წყალში ლორწო და გუმფუფისი ძლიერ იჟღინთებიან. კანონზომიერია ზოგიერთი წყალმცენარისა და თესლის საფარი ქსოვილის უჯრედის კედლების გალორწოვანება. თესლისათვის მას შემგუებლური მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან ლორწო ჩანასახის გარშემო ქმნის სველ გარემოს.

მინერალიზაცია. ცხოველმოქმედების პროცესში, ყლორტების ზედაპირული უჯრედების კედლებში, შეიძლება დაგროვდეს მინერალური ნივთიერებანი, განსაკუთრებით კაჟოვანი და კალციუმის ნახშირორჟანგი. მცენარეთა ზოგიერთ ჯგუფს, მაგ. ისლის მრავალ სახეობას, მარცლოვნებს, შვიტას უჯრედის საფარი ქსოვილი ეპიდერმები ყოველთვის ძლიერ ინკრუსტირებული აქვთ მარილებით.

ამასთან ინკრუსტაცია შეიძლება ჰქონდეთ არა მარტო უჯრედის კედელს, არამედ ეპიდერმის სხვადასხვაგვარ წანაზარდებსაც, რომელთაც ტრიქომებს უწოდებენ. მინერალური ნივთიერებები შეიძლება დაილექოს საფარი ქსოვილის უჯრედების ზედაპირზე-ეპიდერმებზე. მინერალიზაციის შედეგად ღერძული ორგანოები იძენენ დიდ მექანიკურ სიმტკიცეს. მინერალიზებულ ყლორტებს, განსაკუთრებით თუ ისინი დაფარულნი არიან მინერალიზებული ბეწვებით, ნაკლებად აზიანებს ბალახისჭამია ცხოველები ან პარაზიტები.

თავი 6. ქსოვილები (ჰისტოლოგია)

მცენარეულმა საფარმა ისტორიული განვითარების გრძელი გზა განვლო, ესაა გზა ბირთვამდელი, სიცოცხლის ფორმებიდან უჯრედამდელი რთულ დიფერენცირებულ ორგანიზმებამდე, იგივე ითქმის წყლის ბინადრებზე, ხმელეთის მცენარეებზე, რომელთაც ახასიათებთ უკიდურესად სხვადასხვაგვარი ცხოვრების პირობები.

მცენარეთა გადასვლას წყლის გარემოდან ცხოვრების შედარებით ერთგვაროვანი პირობებიდან, მიწისზედა გარემოში თან ახლდა ვეგეტაციური ორგანოების ინტენსიური დიფერენციაციის პროცესი, ერთგვაროვანი თესლიდან ძირითად ორგანოებამდე: ფესვი, ღერო, ფოთოლი. არსებობს კანონზომიერება: მცენარეებს, რომლებიც არ არიან დიფერენცირებულნი ორგანოებად მაგ. წყალმცენარეებს, სხეულის ერთგვაროვანი მიკროსკოპული აგებულება აქვთ, ხოლო შედარებით მაღალორგანიზებულ მცენარეებს, რომელთაც გააჩნიათ, როგორც ძირითადი - ფესვი, ღერო, ფოთოლი, ასევე ყვავილი, ბოლქვი, გორგლი - მათი მიკროსკოპული აგებულება სტრუქტურის დიდი სხვადასხვაგვარობით ხასიათდება. მცენარე შეიცავს სხვადასხვაგვარი უჯრედების მთელ კომპლექსს, მათ ქსოვილები ეწოდათ (ნ.გრიუ-1671). ქსოვილების წარმომქმნელ უჯრედებს, შემდეგი ნიშნები ახასიათებთ:

- ა) მორფოლოგიური ერთგვაროვნება ე.ი. მსგავსი აგებულება;
- ბ) ფუნქციის მსგავსება;
- გ) წარმოშობის ერთმნიშვნელობა და ადგილმდებარეობა.

მაგალითისათვის გავარჩიოთ ხორბლის თესლის ჩანასახი. როგორც ყველა ჩანასახი, იგი შედგება ჩანასახის ფესვაკის, ღეროსა და კვირტებისაგან. მათ ახასიათებთ: ერთგვარი აგებულება, ესენია იზომეტრული მსხვილბირთვა ცელულოზის თხელკედლიანი უჯრედები, რომელთაც არ გააჩნიათ დიდი ვაკუოლები; ერთნაირი

ჩამოყალიბებული ფუნქციის შესრულება; საერთო წარმომავლობა, რადგან ისინი ერთი უჯრედისაგან - ზიგოტისაგან არიან წარმოქმნილნი. თუმცა ჩანასახის ზოგი უჯრედი აყალიბებს მთავარ ფესვს, მეორე - ლეროს, მესამე კი - ჩანასახის ფოთლებს.

6.1. ქსოვილთა კლასიფიკაცია

ქსოვილთა თანამედროვე კლასიფიკაციათა უმრავლესობა დაფუძნებულია:

- ა) ფიზიოლოგიური ფუნქციის ე.ი. დანიშნულების;
- ბ) სტრუქტურის მსგავსების ე.ი. მორფოლოგიის;
- გ) განვითარების ისტორიის ე.ი. წარმოშობის;
- დ) ადგილმდებარეობის ერთიანობაზე;

მცენარეთა ორგანოების მიკროსკოპულ სტრუქტურაში გამოყოფენ ქსოვილთა შემდეგ სისტემებს :

- 1. მერისტემული, ანუ წარმომშობი;
- 2. მფარავი;
- 3. ძირითადი;
- 4. მექანიკური;
- 5. გამტარი;
- 6. გამომყოფი.

6.1.1. წარმომშობი ქსოვილი (მერისტემა)

ერთ-ერთი ნიშანი, რომელიც უმაღლეს მცენარეებს ცხოველებისაგან განასხვავებს არის ზრდა, რაც მათ მთელი ცხოვრების მანძილზე ახასიათებთ. ზრდის განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს არა ასაკი, როგორც ეს ცხოველებსა და ადამიანებშია, არამედ სეზონურობა, სეზონურობას კი შინაგანი რითმი ან არასასურველი პირობები იწვევს. მაგ. ჩრდილოეთის განედებში ზამთრის პერიოდში დაბალი ტემპერატურა, ხოლო სუბტროპიკულ ზონებში წელიწადის მშრალ პერიოდში მაღალი ტემპერატურა.

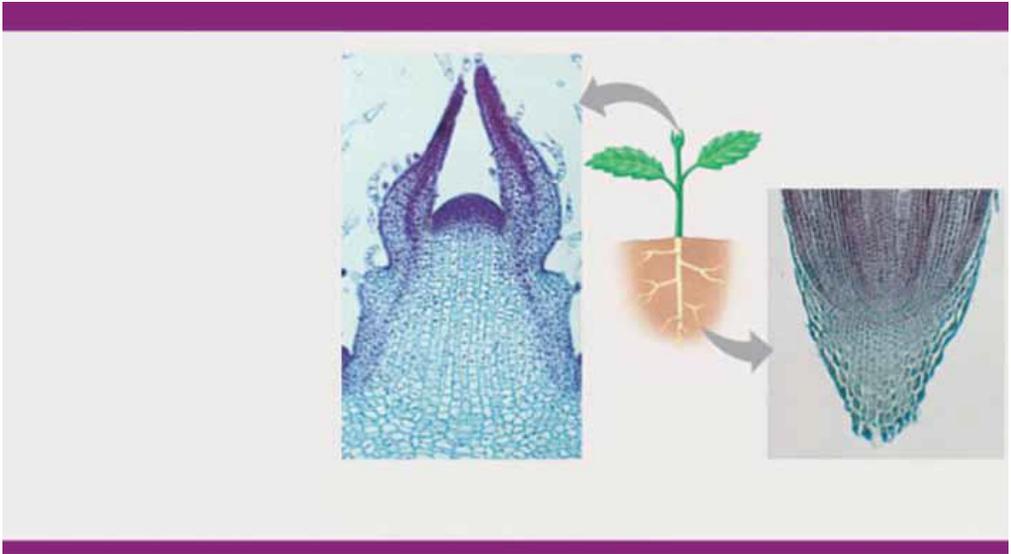
მცენარეთა ისტორიული განვითარების შედარებით მაღალ დონეზე აღმოცენდა მერისტემა, რომელიც მცენარის გარკვეულ ნა-

წილებშია მოთავსებული, როგორც წარმომქმნელი ქსოვილების სისტემა. მცენარეთა სხეულის განსაკუთრებულ ნაწილებს ზრდის პროცესის განცალკავება და ლოკალიზაცია, მხოლოდ უმაღლეს მცენარეებში შეინიშნება. უმაღლესი მცენარეების სხვადასხვა ჯგუფებს ქსოვილების სისტემა არაერთგვაროვანი აქვთ. უფრო მეტიც, ცალკე აღებული მცენარის მერისტემები ინდივიდუალური განვითარების მთელს მსვლელობაში მუდმივი არ არის, ამიტომ მერისტემების კლასიფიკაციას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. არსებობს კლასიფიკაციის ორი გზა, ორი პრინციპი წარმოშობისა და ადგილმდებარეობის მიხედვით. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ: პირველად და მეორად მერისტემებს. პირველადი მერისტემები ჯერ კიდევ განსაზღვრულ ჩანასახში განაპირობებენ ღვივის განვითარებასა და ორგანოთა პირველად ზრდას. პირველადი მერისტემები პირდაპირი შთამომავალნი არიან იმ ემბრიონალური ქსოვილებისა, რომელთაც დასაბამიდან ახასიათებდათ დიდი აქტიურობა, როგორც დაყოფის მიმართ, ასევე დიფერენციაციის მიმართაც ე.ი. სხვადასხვაგვარი ქსოვილის წარმოქმნის მიმართ.

მეორადი მერისტემები, როგორც წესი, პირველადი მერისტემების შემდეგ წარმოიქმნებიან და განაპირობებენ ორგანოების ზრდას უმთავრესად სისქეში.

კენწრული(აპიკალური)მერისტემები.ეს ქსოვილები მოთავსებულია მცენარის ორივე პოლუსზე, ღეროსა და ფესვის მთავარსა და გვერდით ღერძების ბოლოებზე. ისინი უმთავრესად განსაზღვრავენ ორგანოს სიგრძეში ზრდას. აპიკალური მერისტემები სტრუქტურით ყველაზე რთული და უფრო სხვადასხვაგვარნი არიან. ფესვებს გააჩნიათ ნათესაური ენდოგენური ჩასახვა, ისინი არ წარმოქმნიან არც ფოთლებს და არც გვერდით ყლორტებს ქმნიან (სურათი 11).

აპიკალურ მერისტემაში წარმოიქმნება სამი ბლოკი, რომელიც პირველადი სხეულის განვითარებადი სტრუქტურისთვისაა დამახასიათებელი: ა) კ რ ო ტ ო დ ე რ მ ა- მფარავი საფარი ქსოვილის მერისტემული წინამორბედი;



სურათი 11. კენწრული, ანუ აპიკალური მერისტემა

ბ) პროკამბიუმი - გამტარი სისტემის წინამორბედი;
 გ) ძირითადი მერისტემა - ძირითადი ქსოვილის წინამორბედი.
გვერდითი მერისტემები. უმთავრესად მეორადი მერისტემებია, ტიპურ შემთხვევაში ისინი მოთავსებულნი არიან მრავალწლიანი ორგანოების ღერძის პერიფერიებზე და პარალელურად არიან განლაგებულნი მათ ზედაპირზე. გვერდითი მერისტემები განაპირობებენ ორგანოთა სისქეში ზრდას, მათ კამბიუმი ეწოდებათ. ინტერკალარული (ჩამატებითი) მერისტემები, როგორც წესი, ღეროებისა და ფოთლების მუხლთაშორისების საყრდენ ნაწილში გროვდებიან. უმეტეს შემთხვევაში მაგ. კვირტების განვითარებისას მათი ზემოქმედება ხანმოკლეა. ზოგჯერ ინტერკალარული მერისტემები დიდი ხნით მოქმედებენ. მაგ. მარცვლოვანების და სხვა ერთლებნიანების მუხლთაშორისების ფუძესთან, აგრეთვე ზოგიერთ ორლებნიანებშიც. მუხლთაშორისების ფუძესთან ყველა ვეგეტაციური ყლორტი ხასიათდება ინტერკალარული ზრდით. მხოლოდ სხვადასხვა სახეობის მცენარეებს აქვთ გამოსახული ზრდის პერიოდის ინტენსივობა და ხანგრძლივობა განსხვავებული. ინტერკა-

ლარული მერისტემის განმასხვავებელ თავისებურებას აქტიური მოღვაწეობის პერიოდში, გამტარი ქსოვილის არსებობა წარმოადგენს. მაგ. მრავალი, ერთლებლიანი. მარცვლოვანებში მას შემდეგ რაც მუხლთაშორისების და ფოთლის ხალთის ზრდა წყდება, მათი ფუძის ვიწროდ ლოკალიზებულ ზონებში კიდევ დიდხანს ცოცხლობს ზრდის უნარი. ეს პოტენციური მერისტემული უნარი შეიძლება გამომჟღავნდეს მარცვლოვანთა ღეროების ჩაწოლის პერიოდში. ინტერკალარული ზრდის შედეგად ღეროები სიმაღლეში იწევენ.

დაზიანების მერისტემები. წარმოიქმნება მცენარის სხეულის ნებისმიერ დაზიანებულ მონაკვეთში. ისინი წარმოიქმნებიან სხვადასხვა პარენქიმული ქსოვილის ცოცხალი უჯრედებისაგან. ნებისმიერი მერისტემა შედგება ინტენსიურად დაყოფის, ერთმანეთთან მჭიდროდ მიჯრილ პარენქიმული უჯრედებისაგან. უჯრედის შიგთავსი სავსეა ციტოპლაზმით. ცენტრში მოთავსებულია მსხვილი ბირთვი, ვაკუოლები საერთოდ არ ჩანან. ისინი ჩასახვის მდგომარეობაში არიან. მერისტემის უჯრედებს ორი ძირითადი თვისება გააჩნიათ: ინტენსიური დაყოფა და დიფერენციაცია. ე.ი. სხვადასხვა ქსოვილის ჰისტოლოგიურ ელემენტებად გარდაქმნა.

6.1.2. მფარავი ქსოვილი

მფარავი ქსოვილების მთავარი დანიშნულებაა მცენარის ორგანოების გამოშრობისაგან დაცვა, აგრეთვე გარემოს ისეთი მრავალი სხვა არასასურველი ზემოქმედებისაგან დაცვა, როგორცაა ძლიერი განათება, გადახურება, მექანიკური დაზიანება და სხვა. დროისა და წარმოქმნის ადგილის მიხედვით არჩევენ მფარავი ქსოვილების სამ ძირითად ტიპს: ეპიდერმას, საცობსა და ქერქს.

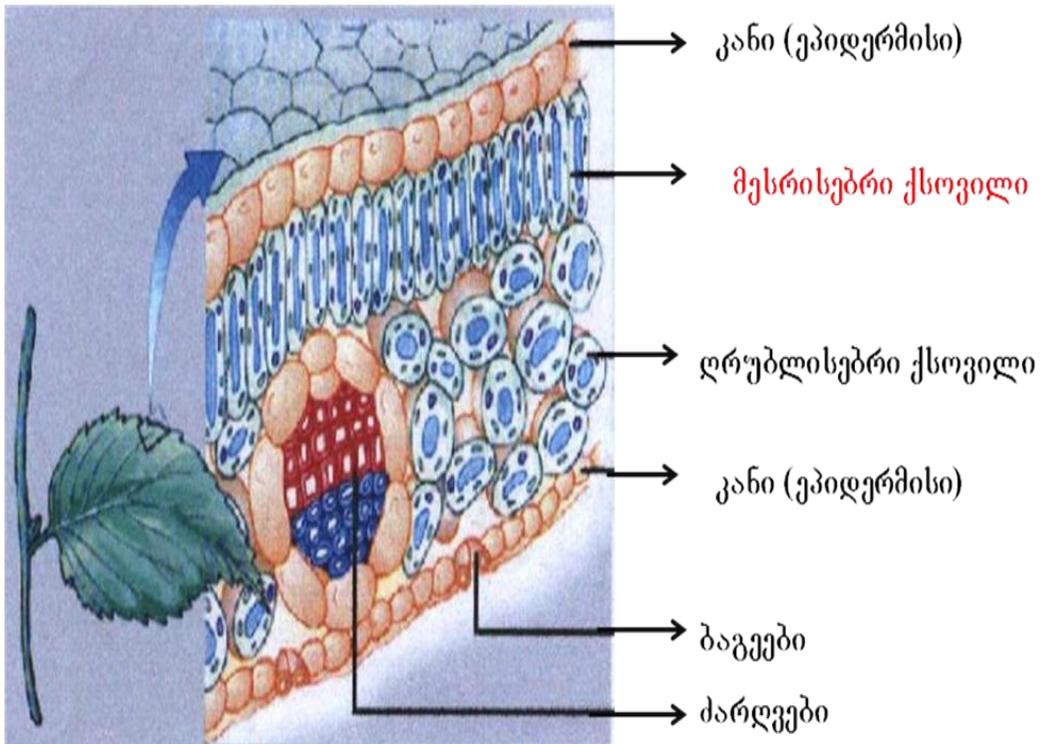
მფარავ ქსოვილებს შეიძლება მივაკუთვნოთ, აგრეთვე ეპიბლემა, რამდენადაც იგი ფარავს ახალგაზრდა ფესვებს. თუმცა ეპიბლემა, მხოლოდ ადგილმდებარეობის მიხედვით წარმოადგენს საფარს.

ფუნქციონალურად იგი ტიპური შემწოვი ქსოვილია. როგორც გამონაკლისი, ტროპიკული მცენარეების საჰაერო ფესვებს-ეპიფიტებს, ასევე ზოგიერთ ერთლებნიანებშიც გვხვდება მრავალფენიანი ეპიბლემა, მჭიდროდ მიჯრილი, სქელკედლიანი უჯრედები. თავისი მოქმედებით ის ეპიდერმას უახლოვდება.

ეპიდერმისი (კანი). ეპიდერმისის ძირითადი ფუნქციაა ახალგაზრდა ორგანოების დაცვა გამომშრობისაგან, ასევე აირ მიმოცვლა და მექანიკური დაცვა (სურათი 12).

წარმოშობით ეპიდერმა პირველადი მფარავი ქსოვილია. იგი წარმოიქმნება უშუალოდ პროტოდერმების (დერმატოგენის) ღეროს აპიკალური მერისტემების ზედა ფენისაგან. ეპიდერმა ფარავს მცენარის მწვანე ორგანოებს: ფოთლებსა და ნორჩ ღეროებს, გვხვდება აგრეთვე მცენარე პარაზიტების უქლოროფილო ორგანოებში. ხშირად იგი შედგება მჭიდროდ მიჯრილი უჯრედების ერთი ფენისაგან. უჯრედთა კედლები დაკლავნილია, რისი წყალობითაც ხერხდება მათი ერთმანეთთან მჭიდროდ შეკავშირება. ეს მსხვილი ვაკუოლიანი ცოცხალი უჯრედები, როგორც წესი, არ შეიცავენ ქლოროპლასტებს. ეპიდერმისის უჯრედების დამახასიათებელი თვისებაა -კედლების არათანაბარი სისქე. ის კედლები, რომლებიც გარე სამყაროს ატმოსფეროს ესაზღვრებიან, დანარჩენზე უფრო სქელია. გარდა ამისა, ისინი დაფარულნი არიან კუტიკულის მთლიანი ფენით. კუტიკულა წარმოადგენს წყალ და აირგაუმტარ ნივთიერების შემცველ უფერულ აპკს. კუტინის ფენა ზოგჯერ მნიშვნელოვან სისქეს აღწევს. ეპიდერმისის დაცვითი ფუნქციები შეიძლება გაძლიერდეს მისი უჯრედების ყოველგვარი გამონაზარდებით-ბუსუსებით (ტრიქომები). ბუსუსები აგებულების მიხედვით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. მფარავი ფუნქციის გარდა, ისინი ზოგჯერ გამოყოფ ფუნქციასაც ასრულებენ (მაგ.ჯირკვლოვანი ბუსუსები).

როგორ ხდება მცენარის მწვანე ორგანოებში ნივთიერებათა ცვლა გარე სამყაროსთან, თუ ისინი ეპიდერმის ასე შეუღწევადი ფენით არიან დაფარულნი? როგორ აღწევს ჰაერი მცენარეში და როგორ აო-



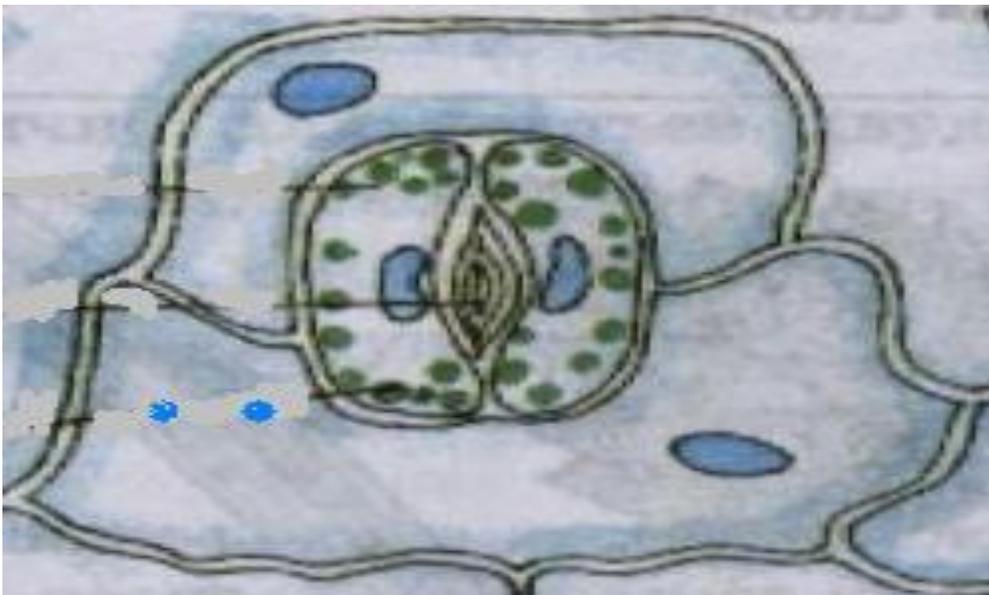
სურათი 12. მფარავი- (პირველადი, ეპიბლემა) ქსოვილი

რთქლებს წყალს? ეს პროცესი ბაგეების დახმარებით ხორციელდება .

ბაგე ნახევარმთვარის ფორმის გამჭოლი ხვრელია ეპიდერმაში, შემოფარგლული ორი ჩამკეტი უჯრედით. ჩამკეტი უჯრედის კედლები არათანაბრადაა გასქელებული, ბაგის ხვრელის მოსაზღვრე კედლის მონაკვეთი სხვებთან შედარებით სქელია, (სურათი 13).

საერთო სტრუქტურის ყველა ელემენტის - ბაგეების, ბაგის ქვედა ფოსოების, ჩამკეტი უჯრედების მთლიანობას, ხშირად ბაგის აპარატს უწოდებენ. ეპიდერმის უჯრედებს, რომელიც გარს აკრავს ჩამკეტი უჯრედებს გვერდითი, ანუ მოსაზღვრე უჯრედები ეწოდებათ. ისინი შეიძლება მივაკუთვნოთ ბაგის აპარატს.

სინათლეზე საკმაო ხილვადობისას, როცა ფოტოსინთეზის პროცესი მიმდინარეობს, ბაგეები გახსნილია, ხოლო ღამე კი ფოტოსინთეზის შეწყვეტისას, შუადღისას, დღის ყველაზე ცხელ დროს, როცა მცენარეს ინტენსიურ აორთქლებასთან დაკავშირებით წყლის დეფიციტი ემოქრებს, ბაგეები უმეტესად დახურულია. დიდხანს გამოცა-



სურათი 13 ფოთლის ბაგეები

ნად რჩებოდა ბაგეების გახსნისა და დახურვის მექანიზმის არსი, ამ საიდუმლოს ამოსახსნელი გასაღები უჯრედების ქლოროპლასტებშია. როგორც კი სინათლის სხივი მწვანე მცენარის ზედაპირს მოხვდება, ჩამკვეთ უჯრედებში იწყება ფოტოსინთეზი. გროვდება ფოტოსინთეზის საბოლოო ნივთიერებები: სახამებელი და შაქარი. სინათლის ენერჯის ხარჯზე მიმდებარე უჯრედებიდან ჩამკვეთ უჯრედებში შეიწოვება კალიუმი. ჩამკვეთი უჯრედების ბაგეების

უჯრედის წვენის კონცენტრაცია მკვეთრად იმატებს ეპიდერმის სხვა (უქლოროფილო) უჯრედის წვენის კონცენტრაციასთან შედარებით. ოსმოსის კანონის მიხედვით ეპიდერმის მეზობელ უჯრედებიდან იწყება წყლის გადასვლა ჩამკეტი უჯრედებში, რის შედეგადაც იზრდება მათი მოცულობა, მკვეთრად იზრდება ტურგორი და ჩამკეტი უჯრედების კედლები იჭიმება. გაჭიმვა შეუძლიათ, მხოლოდ იმ თხელ მონაკვეთებს, რომლებიც ბაგისებრ უჯრედებთანაა მიჯრილი. ფოტოსინთეზის შეწყვეტასთან ერთად ჩამკეტი უჯრედებსა და ეპიდერმის მიმდებარე უჯრედებში წყლის კონცენტრაცია თანაბრდება. ჩამკეტი უჯრედებიდან ხდება წყლის გაწოვა და ბაგეები იხურებიან.

მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივი ჯგუფის ბაგის აპარატის აგებულების დიდი სხვადასხვაგვარობა საფუძველს გვადლევს ვიფიქროთ, რომ ბაგეთა გახსნისა და დახურვის მექანიზმი სხვადასხვაგვარად მიმდინარეობს. მაგ. მარცვლოვანებში ჩამკეტი უჯრედებს გაფართოებული, თითქმის დაბერილი პოლარული ნაწილები აქვთ, მათი შუა ნაწილი სწორია, რკალისებური ღუნვის გარეშე. ჩამკეტი უჯრედების კედლის შუა ნაწილი კი ძლიერ, მაგრამ არათანაბრად გასქელებული, გაფართოებულ პოლარულ მონაკვეთებს თხელი კედელი აქვთ. ტურგორის გაზრდისას ეს გაფართოებული მონაკვეთები აშკარად იბერებიან, ამასთან ჩამკეტი უჯრედების კედლები უჯრედის შუა ნაწილში ერთმანეთს შორდებიან, ბაგეები ფართოვდებიან. ჩამკეტი და გვერდითი უჯრედები ძალზე განსხვავებულია ერთმანეთისაგან.

ინდივიდუალური განვითარების პროცესში ჩამკეტი უჯრედები შემდეგნაირად წარმოიქმნებიან: პროტოდერმის ერთი უჯრედი ხდება დედა, გაყოფის შედეგად წარმოიქმნება ორი შვილეული უჯრედი. სწორედ ისინი ვითარდებიან ჩამკეტი უჯრედებად. დროთა განმავლობაში ისინი იზრდებიან და იღებენ განსაზღვრულ, მოცემული სახეობისათვის ტიპურ ფორმას. ამასთან ერთად, ყალიბდება ბაგის ქვედა ფოსოები, რომლებიც დიდ უჯრედშორისს წარმოადგენს. გვერდითი უჯრედები წარმოიქმნებიან პროტოდერმიდან. მა-

შასადამე, ჩამკეტ და გვერდით უჯრედებს საერთო წარმომავლობა აქვთ.

ბაგისებური აპარატის სტრუქტურის დიდი სხვადასხვაგვარობის მიზეზი, აგრეთვე მისი ფუნქციონირების მექანიზმი დაკავშირებულია იმასთან, რომ მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივ ჯგუფებში მისი ჩამოყალიბება სხვადასხვაგვარად მიმდინარეობს. ბაგის აპარატი დიდი როლს ასრულებს მცენარის სოცოცხლეში. შეიძლება ითქვას, რომ ჰაერისა და წყლის ურთიერთცვლა მცენარეებსა და ატმოსფეროს შორის, ბაგეების მეშვეობით ხდება. ისინი ატარებენ დიდი მოცულობის აირსა და ორთქლს, რომლებიც ურთიერთ საწინააღმდეგო მიმართულებით არიან მიმართულნი. ბაგეთა რიცხვი და სიდიდე ფოთლის ზედაპირის ერთეულზე, ასევე დამოკიდებულია სახეობის ბიოლოგიურ თავისებურებებზე და მცენარის ადგილსამყოფელზე, მის ეკოლოგიაზე. ბაგეები უმთავრესად ფოთლის ფირფიტის ქვედა მხარეს, ხოლო წყლის მცენარეების მოცურავე ფოთლების ბაგეები ბუნებრივია, მხოლოდ ზედა მხარეზე აქვთ მოთავსებული მაგ. ღუმფარა. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ტიპიური ეპიდერმა ახასიათებს ახალგაზრდა მწვანე ორგანოებს, მაშასადამე იგი მოქმედებს დაახლოებით ერთ წელს, უფრო სწორად სავეგატაციო პერიოდში. ჩვეულებრივ ეპიდერმა შედგება უჯრედთა მხოლოდ ერთი ფენისაგან, თუმცა ზოგ მცენარეს ორფენიანი ეპიდერმა აქვს.

იშვიათ შემთხვევაში ეპიდერმამ შეიძლება იფუნქციონიროს რამდენიმე წელი. დროთა განმავლობაში, განსაკუთრებით კი შემოდგომით, მცენარის ღეროზე ეპიდერმის ნაცვლად წარმოიქმნება მეორეული მფარავი ქსოვილი - პერიდერმის კომპლექსში შემავალი კორპი.

პერიდერმა-ისევე როგორც ეპიდერმა მფარავი ქსოვილია, მაგრამ ისახება, მხოლოდ ღერძის ორგანოებზე - ღეროებსა და ფესვებზე. გამონაკლისის სახით შეიძლება აღვნიშნოთ მხოლოდ მოზამთრე შიშველთესლოვანთა და ზოგიერთი ორლებნიანის კვირტების ქერქლი. ეპიდერმისაგან განსხვავებით პერიდერმა მეორეული მფარავი ქსოვილია, რომელიც ეპიდერმას ცვლის მისი დაშლის შემთხვე-

ვაში. ეპიდერმა კი იშლება მერქნიანი ორლებნიანებისა და შიშველ-თესლოვანი მცნარეების ფესვების ან ღეროს წრეხაზის ზრდასთან ერთად.

პერიდერმა ვითარდება მეორეული მერისტემიდან - ფელოგენიდან, რომელიც ჩვეულებრივ აღმოცენდება უშუალოდ ეპიდერმის ქვეშ მოთავსებული პარენქიმის უჯრედების ერთი რიგიდან, ზოგჯერ კი უფრო ღრმა ფენებიდან. თვით ეპიდერმის წარმოქმნილი უჯრედიდან ფელოგენის უჯრედები ღეროსს ზედაპირზე პარალელურად იყოფიან და ცენტრიდანული მიმართულებით გამოყოფენ შვილეულ ორგანოებს, კერძოდ კორპს. შედარებით მცირე რაოდენობის უჯრედებს წარმოქმნიან ცენტრისკენული მიმართულებით (ფელო-დერმა). ამგვარად, პერიდერმა სამი ქსოვილისაგან შემდგარ კომპლექსს წარმოადგენს: კორპი, კორპის კამბიუმი და ფელოდერმა. კორპი შედგება მჭიდროდ განლაგებული უჯრედების სწორი რადიალური რიგებისაგან, რომელთა კედლები კორპდებიან. კედლების გაკორპების შედეგად უჯრედის შიგთავსი კორპები კვდება. წარმოიქმნება მკვდარი უჯრედების შრე უჯრედშორისების გარეშე, რომელიც სრულებით არ ატარებს არც წყალსა და არც აირს. ეს ფენა საიმედოდ იცავს მცენარის ორგანოებს ჭარბი აორთქლებისა და არასასურველი გარეგანი ზემოქმედებისაგან. ფელოდერმის უჯრედები არ ასრულებენ დამცველ ფუნქციას, ისინი ცოცხალი ქლოროფილის მატარებელი უჯრედებია.

მეჭეჭები. წარმოადგენენ ეპიდერმისის ზედაპირზე განვითარებულ სპეციალურ წარმონაქმნებს, რომლებიც ყალიბდებიან პერიდერმისაგან დამოუკიდებლად, ისინი აირცვლასა და ტრანსპირაციას ემსახურებიან. ზემოდან მეჭეჭებს პატარა ბორცვების ფორმა აქვთ შუაგულში ბზარით. მათი ზომები მერყეობს 1 მილიმეტრიდან 1 სმ-მდე. ასაკთან ერთად იზრდება მათი ზომებიც. მეჭეჭები პერიდერმის განცალკავებული სტრუქტურებია. მათ ახასიათებთ მსხვილი, მეტნაკლებად მრგვალი პარენქიმული უჯრედების შედარებით ფაშარი განლაგება. მათი ფორმა ხელს უწყობს უჯრედშორისების წარმოქმნას, რომელთაც კავშირი აქვთ ღეროს და ფესვის შიგა

ნაწილების უჯრედშორისებთან, რომლებშიც წყლის ორთქლი და აირი გადის. მექეჭები ხშირად იმ ადგილებში ჩნდებიან, სადაც ბაგეები იყვნიან განლაგებულნი, ამგვარად მექეჭებსა და ბაგეებს შორის ისევე როგორც ტრანსპირაციისა და აირცვლის ორგანოებში მემკვიდრეობითი ფუნქციონალური კავშირია. თუმცა მთელ რიგ მცენარეებს მაგ. კოწახური, ფელოგენი და შესაბამისად, პერიდერ მაც ქერქის უფრო ღრმა ფენებში ესახებათ. მექეჭების ფორმა და ზომა ხშირად იცვლება. მაგ, ივანი, მუხა, თუმცა ზოგჯერ ხნოვანებასთან დაკავშირებით მათი ფორმა არ იცვლება, მაგ ვაშლი.

ქერქი. ქერქი კორპის ნაცვლად წარმოიქმნება, ამიტომაც, რომ ზოგჯერ მას მესამეულ მფარავ ქსოვილს უწოდებენ. ტიპიურ შემთხვევებში ქერქი ხე მცენარეებს გააჩნიათ, რადგანაც ხის ღეროები და ტოტები წლიდან წლამდე სქელდება, პერიდერმა სივრცეში მზარდი ღეროს დაწოლით ორი-სამი წლის შემდეგ იხლიჩება. ცენტრალური ცილინდრიდან იზოლირებული ქსოვილების მკვდარი ფენები მჭიდროვდებიან, დეფორმირდებიან და წარმოქმნიან ქერქს. ამგვარად, ქერქი არსებითად სხვადასხვაგვარი მკვდარი ქსოვილის მთელ ბლოკს წარმოადგენს. ზოგ შემთხვევაში ჭარბობს კორპის პარენქიმა და უჯრედები, ზოგ შემთხვევებში ბოჭკოები, რომლებიც განლაგებული იყვნენ ფლოემაში.

ქერქის დამცავი თვისებები უფრო საიმედოა, ვიდრე კორპის. ხეების ქერქზე სახლდება მრავალი სახეობის სოკო, მღიერი, ხავსი. ტროპიკულსა და სუბტროპიკულ ტენიან ტყეებში ქერქზე სახლობენ, აგრეთვე უმაღლესი მცენარეები - ეპიფიტები, სხვადასხვაგვარი გვიმრა. დროთა მსვლელობაში ქერქის ცალკეული მონაკვეთები იქერცლება. ამის წყალობით მცენარე თავისუფლდება მტერისა და ყოველგვარი ზედმეტი ორგანიზმებისაგან, რომლებიც ზოგჯერ ისეთ მკვრივ ფენას ქმნიან, რომ ხელს უშლიან მცენარის ცხოველმოქმედებას.

6.1.3. ძირითადი ქსოვილი

ძირითად ქსოვილებს ჩვეულებრივ შემსრულებლებს უწოდებენ, რადგანაც ისინი შეადგენენ ორგანოთა საფუძველს და ავსებენ გამტარსა და საარმატურო ქსოვილებს.

ძირითად ქსოვილთა სახელწოდება, რომელიც გამოჩენილმა მეცნიერმა ი. საქსმა შემოგვთავაზა, საოცრად პერსპექტიული აღმოჩნდა. ეს ქსოვილები წარმოადგენენ ძირითადს, როგორც მოცულობითი, ასევე სუფთა მორფოლოგიური თვალსაზრისით და ფუნქციონალურადაც, ისინი შეადგენენ ყველა ორგანოს ძირითად მასას, რომლებშიც თითქოსდა ინკრუსტირებულია გამტარი და სხვა ქსოვილები. ეს ქსოვილები ძირითადია იმ მხრივაც, რომ ონტოგენეზის დროს განვითარებისას თესლიდან ღვი ორგანოების განვითარების მორფოლოგიურ საფუძველს წარმოადგენენ, რომელთაგანაც ვითარდება მცენარის სხვადასხვაგვარი სტრუქტურა. ბოლოს, მცენარეთა სამყაროს ისტორიული განვითარების მსვლელობაში პარენქიმული ქსოვილები წარმოადგენენ ყველა მრავალუჯრედიანი ორგანიზმის საფუძველს და წინ უსწრებენ სხვა ქსოვილებს.

ძირითადი ქსოვილები თვით უმაღლეს დონეზეც კი ინარჩუნებენ უმთავრეს დამახასიათებელ ნიშნებს. ასე მაგალითად, ისინი ინარჩუნებენ მერისტემული აქტივობის მაღალ პოტენციალს მაგ. გულგულიდან კალიუმის წარმოქმნა. ძირითადი ქსოვილების ყველა უჯრედი ფორმით იზოდიამეტრულ მრავალწახნაგას წააგავს. ტიპურ შემთხვევებში ამ ქსოვილებში კარგადაა განვითარებული უჯრედშორისები. გამოყოფენ ძირითადი ქსოვილის შემდეგ ჯგუფებს:

შ ე მ წ ო ვ ი პარენქიმა. ყველაზე დამახასიათებლად ეს ქსოვილი წარმოდგენილია ფესვის ასიმილირებულ ზონაში - ფესვის ბუსუსები ეპიბლემით, აგრეთვე ქერქის პირველადი პარენქიმით. მშთანთქმავ შემწოვ სისტემას შეიძლება მივაკუთვნოთ პარაზიტული მცენარეების, აგრეთვე საპროფიტებისა და მწერიჭამიების შემწოვი ქსოვილის მისაწოვარი ჰაუსტორიები,რიზოიდები,რომლებიც უმდაბლეს მცენარეებში გვხვდება : ხავსებში და ზოგიერთ სხვა ორგა-

ნიშნებში. ეს წარმონაქმნები იგივე ფუნქციას ასრულებენ, რასაც ფესვები, მაგრამ მათი აგებულება გაცილებით უფრო მარტივია. ფესვებისაგან განსხვავებით, ისინი შედგებიან ერთგვაროვანი არა-დიფერენცირებული უჯრედებისაგან.

საასიმილაციო-ქლოროფილის მატარებელი პარენქიმა არის ყველაზე უფრო ტიპიურ ფოთლებში ან მწვანე ღეროებში. საასიმილაციო პარენქიმის უჯრედები შეიცავენ ქლოროპლასტებს და ასრულებენ ფოტოსინთეზის ფუნქციას. ფოთოლში ქლოროფილის მატარებელ პარენქიმას ყოფენ მესრისებრ, ღრუბლისებრ და ნაოჭებიან პარენქიმად. ფოთლის რბილობის უჯრედების ფოტოსინთეზური აქტივობა პროპორციულია ქლოროპლასტების იმ რიცხვისა, რომელსაც ისინი შეიცავენ. სტრუქტურაში დიდი მნიშვნელობა აქვთ უჯრედშორისებს. ისინი მკვეთრად ზრდიან ფოთლის მწვანე ეკრანს, ე.ი. ჰაერთან მეზოფილის უჯრედების შეხამების ფართობს.

საჰაერო პარენქიმული ქსოვილი ხშირად ან მეტნაკლებად წარმოდგენილია მრგვალი ფორმის უჯრედებით. ყველა ადრე განხილული ქსოვილისაგან განსხვავდება დიდი ზომის უჯრედშორისებით, რომელიც ერთმანეთს ერთ სავენტილაციო ქსოვილად უერთდებიან. მცენარეთა ზოგიერთ ჯგუფში, კერძოდ წყლის ფარულთესლოვანებში საჰაერო პარენქიმა გადაჭიმულია ფესვიდან ღეროს გავლით ფოთლებამდე. ღეროს შიგნით და ფოთლებში მოთავსებული საჰაერო ღეროები აერაციის გარდა, მცენარეებს ეხმარებიან წყალში თავისუფლად ცურვაში. საჰაერო პარენქიმა, აგრეთვე მექანიკურ ფუნქციასაც ასრულებს.

ს ა მ ა რ ა გ ო პარენქიმა საასიმილაციო პარენქიმისაგან განსხვავდება ქლოროპლასტების უქონლობით, ადგილმდებარეობით. სამარაგო პარენქიმა უმთავრესად მცენარის ღერძის ორგანოებშია განვითარებული (გულგულში), აგრეთვე რეპროდუქციული და ვეგეტაციური გამრავლების ორგანოებში- ბოლქვებში, გორგლებში, ძირხვენებში და სხვა.ფესვი უფრო მეტ პარენქიმას შეიცავს, ვიდრე ღერო და უფრო მეტად ასრულებს ნივთიერებათა მომმარაგებლის ფუნქციას. სამარაგო ქსოვილებს ფართო გაგებით შეიძლება მივა-

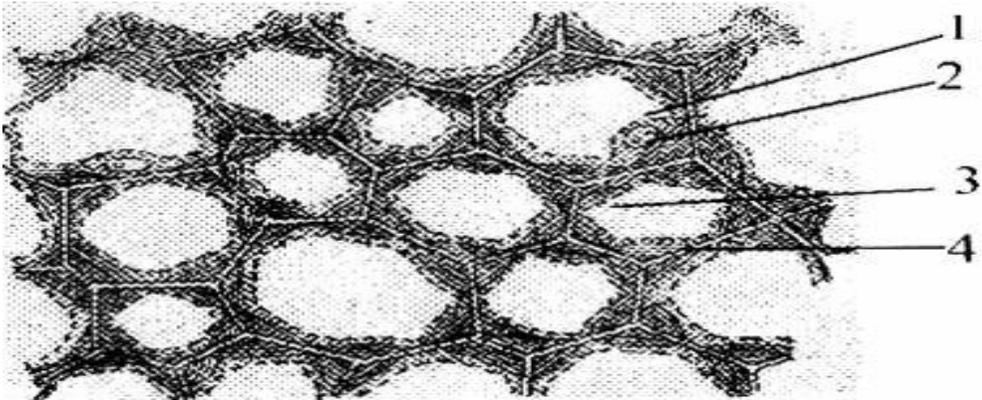
კუთვნით მცენარე სუკულენტების წყალმომარაგებელი ქსოვილებს, მაგ. კაქტუსები და ალოე.

6.1.4. მექანიკური ქსოვილი

ძირითად ქსოვილთა საერთო მასაში და ზოგჯერ მათ პერიფერიაზე მკვეთრად გამოირჩევიან განსაკუთრებული აღნაგობისა და დანიშნულების ქსოვილები-მექანიკური ქსოვილები. ისინი შედგებიან სქელკედლიანი ხშირად კი გამერქნებული უჯრედებისაგან. მექანიკურ ქსოვილებში უმეტესად მკვდარი ქსოვილებია. ძალზე სხვადასხვაგვარია მათი ფორმა, მაგრამ მთლიანობაში ორგანოებში ვითარდებიან პროზენქიმური უჯრედები, ხოლო ფოთლებსა და ნაყოფებში მეტნაკლებად პარენქიმული. მექანიკური ქსოვილები მთლიანობაში წარმოადგენენ ჩონჩხს, რომლებიც ამაგრებენ მცენარის ყველა ორგანოს და ხელს უშლიან მათ დამტვრევასა და გახლეჩას, ამიტომ სამართლიანად უწოდებენ ამ ქსოვილებს არმატურულ ქსოვილებს. უჯრედთა ფორმის, უჯრედის კედლის ქიმიური შედგენილობის და მათი გასქელების უნარის, აგრეთვე ადგილმდებარეობის მიხედვით არმატურული ქსოვილების სისტემას შემდეგ ჯგუფებად ყოფენ:

კოლენქიმა. არმატურული ქსოვილია, რომელიც ჩვეულებრივ მოზარდი ორგანოების ზედაპირთან ეპიდერმისის ქვეშაა. შედარებით ძველი უჯრედები აუცილებელი ორგანოების გარდა, შეიცავენ ქლოროპლასტებს. უჯრედის კედელი ხშირად ძალიან გასქელებულია, მაგრამ ყოველთვის ინარჩუნებს დადებით რეაქციას ცელულოზაზე (სურათი 14).

კოლენქიმას ყველა მექანიკურ ქსოვილზე მეტად შეუძლია გაწევა და ამიტომ იგი მზარდი ორგანოების საყრდენს წარმოადგენს. ინდივიდუალური განვითარების მსვლელობაში ეს პირველი არმატურული ქსოვილია უმაღლესი მცენარეების ღეროებში, ფოთლებსა და ფესვებში.



სურათი 14. კუთხური კოლენქიმა

1.ციტოპლაზმა, 2.ბირთვი, 3 ვაკუოლი, 4.უჯრედის გასქელებული კედელი

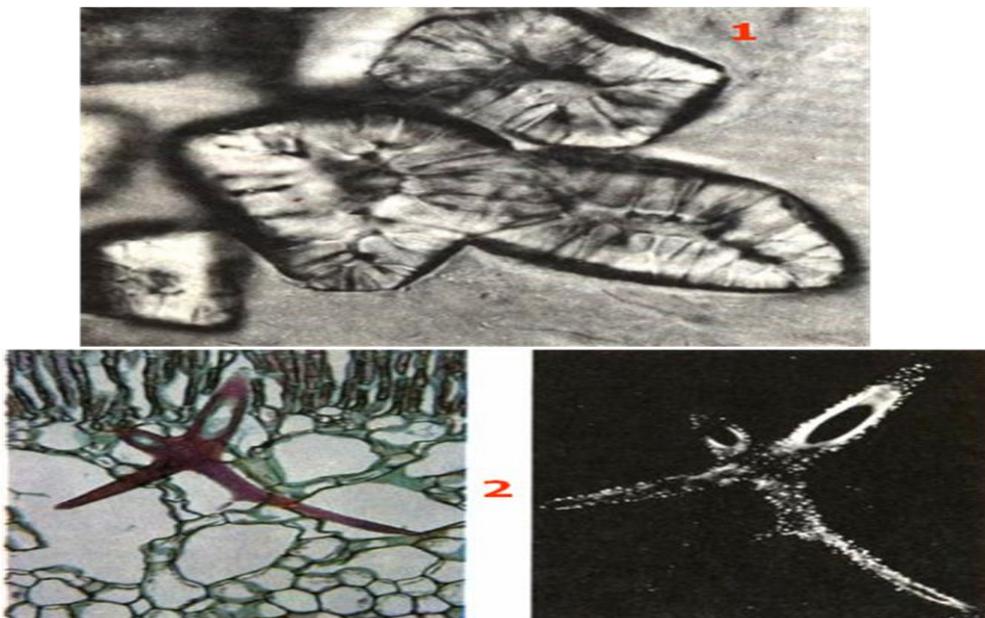
ერთლებლიანი მცენარეების უმრავლესობას, მათ შორის, მარცვლოვანებს, კოლენქიმა არ უვითარდებათ. კოლენქიმა უმეტესად მოთავსებულია ისეთი ორგანოების პერიფერიებზე, როგორცაა ღერო და ფოთოლი. ზოგჯერ იგი უშუალო ეპიდერმის ქვეშ ისახება, ზოგჯერ კი პარენქიმის სუბეპიდერმულ ფენებში.

უჯრედის კედლების გასქელების ფორმების მიხედვით, არჩევენ კუთხოვან, ფირფიტის მსგავს და ფაშარ კოლენქიმას. უფრო გავრცელებულია ფირფიტოვანი და კუთხური გასქელება. კოლენქიმა მნიშვნელოვანია ბალახოვანი მცენარეების ღეროსათვის, ასევე ფოთლების, ყვავილებისა და ზოგჯერ ყუნწისათვის.

სკლერენქიმა. სკლერენქიმა უმაღლესი მცენარეების მიწისზედა ვეგეტატიური ორგანოების ყველაზე მეტად გავრცელებული მექანიკური ქსოვილია. წყლის მცენარეებს იგი არ გააჩნიათ. პირველადი სკლერენქიმა ფართოდაა წარმოდგენილი ერთლებლიანთა ყველა ვეგეტატიურ ორგანოში. ორლებლიანებში ღერძის ორგანოების პირველადი წყობის დროს, სკლერენქიმა შედარებით ნაკლებია. განსაკუთრებით ტიპურია და ფართოდაა იგი წარმოდგენილი ორგანოთა

მეორეული წყობის დროს, რომელშიც სკლერენქიმა უფრო სპეციალიზებულია და მკაფიოდ დიფერენცირდება როგორც ტოპოგრაფიულად, ასევე უჯრედის კედლების ქიმიური შედგენილობის მიხედვითაც. სკლერენქიმის განსაკუთრებულ ჯგუფს ქმნის ღერძის ორგანოების თავისებური ქსოვილი-პერიციკლი. პერიციკლის სკლერენქიმა კარგადაა განვითარებული, როგორც ღეროს პერიფერიაზე, ასევე გამტარი კონების მახლობლადაც. სკლერენქიმა შედგება თანაბრად გასქელებული კედლების მქონე პროზენქიმული უჯრედებისაგან. ამასთან უჯრედის სიგრძე შეიძლება 100-ჯერ და უფრო მეტი იყოს სიგანეზე. სკლერენქიმა ძლიერ მტკიცეა. მისი ზოლი 1მმ² გადაკვეთის ფართობით უძლებს 15-20 კგ-მდე დატვირთვას, ხოლო დრეკადი დეფორმაციით აჭარბებს მის თვისებებს. იმ შემთხვევაში, როცა ლაფნის ბოჭკოების უჯრედის კედელი ცელულოზისაა, მათ როგორც ნედლეულს დიდი სარ-გებლობა მოაქვთ საფეიქრო მრეწველობაში.

სკლერეიდები როგორც წესი, ტიპური პარენქიმული უჯრედებია, ძალიან სქელი, მაგრამ თანაბრად გასქელებული კედლებით, რომელიც დასერილია ფოროვანი არხებით. სკლერეიდები გვხვდება სხვადასხვა ორგანოებში, განსაკუთრებით ახასიათებს ნაყოფს. სკლერეიდები წარმოადგენს არმატურული ქსოვილების სისტემის სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ელემენტების ნაკრებ ჯგუფს. მათგან ყველაზე მეტად ტიპურია გაქვავებული უჯრედები. ისინი წარმოადგენენ ერთგვარ არმატურას მსხლის ნაყოფის, კომშისათვის და სხვა. ამ ნაყოფების საკვები ხარისხი დამოკიდებულია სკლერეიდების რაოდენობაზე. სელექცია მიმდინარეობს იმ ჯიშებზე, რომელთა ნაყოფის დამწიფებისას ხდება გაქვავებული უჯრედების გაუმერქნების პროცესი. სკლერეიდები ასევე ამაგრებენ ფაშარ ქსოვილებს (სურათი 15).



სურათი 15. 1.სკლერეუდები მსხლის ნაყოფში, 2.განტოტვილი სკლერეიდა

6.1.5. გამტარი ქსოვილები

გამტარი ქსოვილები მცენარეული სამყაროს განვითარების პროცესში იმთავითვე არ გაჩენილან იმ სახით, რა სახითაც თანამედროვე ეტაპზე გვხვდებიან ჭურჭლოვან მცენარეებში. უფრო მარტივად ორგანიზებულ უმდაბლეს მცენარეებს საერთოდ არ გააჩნიათ გამტარი ელემენტები, მხოლოდ ზოგიერთ წყალმცენარეს, მაგ. წაბლისებრ წყალმცენარეებს უჩნდებათ უმარტივესი გამტარი კონები. თესლოვანებს, როგორც წესი, გამტარი სისტემა კარგად აქვთ განვითარებული, გამონაკლის წარმოადგენენ ზოგიერთი წყლის მცენარეები, იგი მათში რედუცირებულია.

ჭურჭლოვანი ავტოტროფული მცენარე თავის ორივე პოლუსზე ახდენს ასიმილაციას. ხეების ზედა პოლუსზე მიმდინარეობს ფო-

ტოსინთეზი, ქვედა პოლუსზე ნიადაგიდან კვება. ფესვთა სისტემით ხდება წყლისა და მასში გახსნილი მინერალური მარილების შეწოვა. ნივთიერებათა ასიმილაციის ცენტრებია მწვანე სფერო უმთავრესად ფოთლები და რიზოსფერო . სწორედ აქედან მომდინარეობს ასიმილაციის პროდუქტების ტრანსპორტირების აუცილებლობა. ასიმილაციის ორი პოლუსის შესაბამისად არჩევენ ნივთიერებათა გადაადგილების ორ ძირითად გზას:

1. გზას, რომლითაც ფესვებით შეწოვილი წყალი და მინერალური მარილები ღეროს გავლით ადის მაღლა ფოთლებში - „აღმავალი დენი“ ეწოდება.

2. გზას, რომლითაც ორგანული ნივთიერებები ფოთლებიდან მიემართებიან მცენარის დანარჩენ ორგანოებში, სადაც ისინი გამოიყენებიან, გადაინახებიან სამარაგოდ „დაღმავალი დენი“ ეწოდება.

ქსოვილთა გამტარი სისტემა ნივთიერებათა ტრანსპორტირების ფუნქციის შესაბამისად ორი ნაწილისაგან შედგება: ქსილემა აღმავალი დენისათვის და ფლოემა დაღმავალი დენისათვის.

ქსილემა. ტერმინი ქსილემა, ისევე როგორც ფლოემა, შემოიღო ვ.ნეგელმა (1858 წ) ქსილემის შედგენილობაში შედიან შემდეგი ჰისტოლოგიური ელემენტები: ტრაქეები და ტრაქეიდები, მერქნული პარენქიმა, მერქნული ბოჭკოები. ტრაქეებსა და ტრაქეიდებს დიდი ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა აქვთ; ისინი ქმნიან ტრაქეალურ სისტემას, რომლითაც ხორციელდება „აღმავალი დენი“.

ტრექეიდები ერთ ვერტიკალურ რიგში განლაგებული მერისტემული ჯგუფის უჯრედებიდან - პირველად ქსილემაში პროკამბიუმის უჯრედებიდან წარმოიქმნებიან, ხოლო მეორეულ ქსილემაში - პროკამბიუმის წარმომშობი უჯრედებისაგან. პერფორაციის წარმოქმნის შემდეგ, უჯრედების ქლოროპლასტები კვდებიან. ფარულთესლოვან მცენარეთა ტრაქეები ქსილემის ძირითადი, მაგრამ არა ერთადერთი ჰისტოლოგიური ელემენტებია. შიშველთესლოვანებს სადინარები არა აქვთ და აღმავალი დენი მხოლოდ ტრაქეიდებით ხორციელდება.

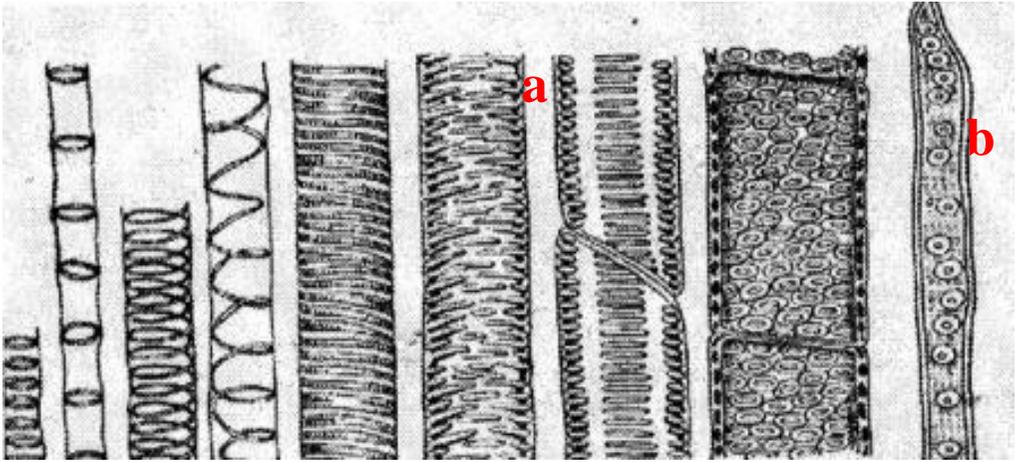
ზოგ შემთხვევაში სადინარების ნაწევრების განივი კედლების ნაპირი მთლიანად იშლება. წარმოიქმნება ერთი დიდი გამჭოლი ხვრელი, რომელსაც მარტივი პერფორაცია ეწოდება. ზოგჯერ კი უჯრედის კედელი მთლიანად არ იშლება და წარმოქმნის რამოდენიმე პერფორაციას. ბოლო შემთხვევაში პერფორაციების ურთიერთმდებარეობა შეიძლება უწესრიგო იყოს ბადისებური პერფორაცია ან ხვრელები შეიძლება მოთავსებულნი იყვნენ სწორ რიგებად - კიბისებური პერფორაცია. ზოგჯერ მაგალითად, ეფედრაში გვხვდება რამოდენიმე მრგვალი ხვრელი - ეფედროიდული პერფორაცია. ეფედროიდული ბადისებური და კიბისებური პერფორაციები ახასიათებთ პრიმიტიულ მცენარეებს .

სადინარების კედლებს მნიშვნელოვანი მეორეული გასქელება ახასიათებთ. გასქელების ფორმები სხვადასხვანაირია, ისინი გამოირჩევიან სახეობით და სპეციფიკით. ხშირად მათ გეომეტრიულად სწორი რკალის რგოლების, სპირალის ან წერტილის მსგავსი ფორმები შრეების, ხვრელების და ბადეების ფორმა აქვთ. ამის მიხედვით განარჩევენ: რგოლისებრ, სპირალისებრ, კიბისებრ, ბადისებრ, წერტილოვან სადინარებს (სურათი 16). პირველი ორი სადინარი შედარებით ადრე - ღერძის ორგანოების განვითარებისას ჩნდება და გამოირჩევა დიამეტრით.

ტრაქეიდები. აქვთ წვეტიანი ბოლოები, გარეგნულად კი მოგვაგონებენ მერქნისეული ბოჭკოების უჯრედებს, რომელთაგან განსხვავდებიან გარშემორტყმული ფორების არსებობით.

ტრაქეიდების სისქე საშუალოდ 1მმ-ია, თუმცა ხშირად გაცილებით უფრო დიდი ზომისანი არიან. ფიჭვის ტრაქეიდების სიგრძე 4 მმ-ია, ზოგჯერ 7 მმ-ს აღწევს, საგოვანებისა- 9,5 მმ-მდე, დუმფარას 12 სმ-მდე. ტრაქეიდების სიგანეც სხვადასხვაგვარია: კანაფისს და ბანანის 0,08-დან 0,1 მმ-მდეა. სტრუქტურით ტრაქეიდებს მრავალი საერთო აქვთ ტრაქეებთან. ტრაქეების მსგავსად ისინიც მკვდარ უჯრედებს წარმოადგენენ, აქვთ გამერქნებული და ხშირად არათანაბრად გასქელებული რგოლი, სპირალი, ბადისა და სხვა ფორმის კედლები.

ეს ერთობლიობა აიხსნება ერთიანი ფუნქციით -სითხის გატარებით,ძირითადად, ფესვებიდან ფოთლებისაკენ.



სურათი 16.ა. ჭურჭლები კედლების გასქელების სახეებით: სპირალური, ფოროვანი, კიბისებრი და რგოლური, ბ-ტრაქეიდები.

ტრაქეები და ტრაქეიდები, აგრეთვე, მექანიკურ ფუნქციასაც ასრულებენ, მცენარეს ანიჭებენ სიმტკიცეს, რასაც ხელს უწყობს სქელი გამერქნებული კედლები.

მერქნის ბოჭკოები. ტრაქეიდებისაგან განსხვავდებიან უფრო სქელი კედლებითა და გარშემორტყმული ფორმების რედუქციით. ხშირად ძალიან ძნელდება მათი ტრაქეებიდან გამორჩევა, ამის მიზეზია გარდამავალი სტრუქტურები. ამიტომაც, რომ ზოგჯერ მათ ერთი სახელწოდებით აერთიანებენ- „არაპერფორირებული ტრაქეალური ელემენტები“.

მერქნის პარენქიმის უჯრედები მორფოლოგიური აგებულებითა და დანიშნულების მიხედვით, განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ისინი წარმოიქმნიებიან ტრაქეალურ ელემენტებთან და ბოჭკოებთან

ერთად. უჯრედებს შორის არიან, მხოლოდ მარტივი ფორმების წყვილები. უჯრედის შიგთავსი სხვადასხვანაირია. მათში ხშირად გროვდება სახამებლის ან ცხიმების, ტანინის და სხვადასხვა სახის კრისტალების და სხვა მარაგი. ტრაქეალური ელემენტების სადინარებისა და ტრაქეიდების აგებულებას დიდი მნიშვნელობა აქვს უმაღლესი მცენარეების ფილოგენიის შესასწავლად.

მოძღვრება მერქნის ჰისტოლოგიური ელემენტების, ანუ ტრაქეალური სისტემის შესახებ, წარმოადგენს მიკროსკოპული მორფოლოგიის მთელ დარგს - მცენარეთა ანატომიას. მცენარეების ეს პროგრესული დარგი წყვეტს მერქნის პრაქტიკულ გამოყენებასთან დაკავშირებულ მრავალ საკითხს. ამასთან ერთად, მეცნიერება ტრაქეალური სისტემების, მათი სტრუქტურისა და განვითარების კანონზომიერებათა შესახებ, ხელს უწყობს შესაძარებელ მცენარეთა ბუნებრივი ჯგუფების ნათესაური ურთიერთდამოკიდებულებისა და ფარულთესლოვანთა ევოლუციის საერთო მიმდინარეობის გარკვევას.

ხმელეთის უმაღლესი მცენარეების მთავარი ჰისტოლოგიური წყალგამტარი ელემენტი თავდაპირველად ტრაქეიდები იყვნენ. მოგვიანებით ფილოგენეტიკური ცვლილებების შედეგად წარმოიქმნენ სადინარები. მერქნის ზემოთ ჩამოთვლილი ელემენტები ფარულთესლოვანთა ევოლუციის პროცესში მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდიდნენ გამტარი ფუნქციების ინტენსიფიკაციის მხრივ, რაც გარდაუვალად იყო დაკავშირებული ღეროს დიამეტრის გაზრდასთან, ამგვარად, მერქნის ტრაქეალური სისტემის სრულყოფის საერთო მიმართულება ისეთი სტრუქტურის შექმნამდე მიდის, რომლებიც საუკეთესოდ ასრულებენ წყალგამტარ ფუნქციას.

ტრაქეალური ელემენტების მეორეულმა კედელმაც განიცადა მნიშვნელოვანი ცვლილებები. თანამეროვე მცენარის ორგანოს ინდივიდუალური განვითარების შედეგად, წარმოიქმნებიან სტრუქტურულად უფრო სრულყოფილი ტრაქეალური ელემენტები. ინდივიდუალური განვითარების სწრაფი ტემპით მსვლელობისას ტრაქეალური სტრუქტურების ფორმირების იგივე თანმიმდევრობა მიმ-

დინარეობს, როგორც მაგალითად, ფილოგენეზში, რომელიც მთელი გეოლოგიური ეპოქის განმავლობაში გრძელდებდა. ზოგიერთ ფარულთესლოვანს გააჩნია ბოლოებწაწვეტებული სადინარები, რომლებიც ძალიან გვანან ტრაქეიდებს. უფრო გრძელ სადინარებს, როგორც წესი, კიბისებური პერფორაცია აქვთ. მოკლე სადინარებს კი მარტივი პერფორაცია. ევოლუციურად წინ წასული ოჯახებისა და სახეობების ტრაქეალური სისტემის სტრუქტურა უფრო სრულყოფილია. ამის მაგალითია, მუხის და სხვა ბოჭკოსმაგვარი სადინარების ნაწევრები მარტივი პერფორაციით. ევოლუციური განვითარების მსვლელობაში პირველადი ტრაქეიდები შედარებით პრიმიტიულ წარმონაქმნებს წარმოადგენენ, მრავალი შიშველთესლოვანი მცენარე მაინც აღწევს უზარმარ ზომებს. მაგ. სექვოიას ღეროს სიგრძე 150 მ-მდეა, დიამეტრი 9-10 მ. როგორც ჩანს, ტრაქეიდების უქონლობა ხელს არ უშლის გიგანტიზმს, თუმცა ასეთი გიგანტების ზრდა ნელ-ნელა მიმდინარეობს.

ტრაქეები და ტრაქეიდები საკმაოდ დიდხანს, რამოდენიმე წლის განმავლობაში არსებობენ, სანამ არ მოხდება მათი დაცობა. ეს უკანასკნელი კი იმ შემთხვევაში ხდება, თუ მათ ღრუში ამოიზრდებიან გარშემომყოფი პარენქიმის ცოცხალი უჯრედები.

ფლოემა. ფლოემა, ისე, როგორც ქსილემა, რამოდენიმე ჰისტოლოგიური ელემენტისაგან შედგება. მათგან ძირითადია შემდეგი: საცრისებური მილები, ბოჭკოები და სკლერეიდები, სხვადასხვაგვარი სტრუქტურის პარენქიმა. ფლოემა ატარებს ორგანულ ნივთიერებებს. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ პირველად და მეორად ფლოემას. პირველადი ვითარდება ზრდის კონუსის კენჭრული მერისტემის პროკამბიალური უჯრედებისაგან, ხოლო მეორადი წარმოიშობა კამბიუმის მოქმედების შედეგად.

დასახელებული ელემენტები მორფოლოგიურად და ფუნქციონალურად მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ფლოემა, როგორც წესი, ქსილემიდან გარეთ ე.ი. ღერძიდან მოშორებული ვითარდება, თუმცა ორლებნიანთა ოჯახების ზოგიერთ სახეობას, მაგ. ძაღლ-ყურძენასებრთ და სხვ. ფლოემას კიდევ ერთი შინაგანი ჭიმი

უვითარდებათ. შიდა ფლოემა ქსილემისადმი ღერძთან ახლოს ვითარდება, მხოლოდ გარეგან ფლოემას შეუძლია მეორადი ზრდის დროს კამბიუმის ხარჯზე მატება.

ს ა ც რ ი ს ე ბ უ რ ი მ ი ლ ე ბ ი. საცრისებური მილების წარმოშობა ხდება პროკამბიუმის უჯრედებიდან, ისინი მიემსგავსებიან დაცხრილულ საცერს და აქედან წარმოდგება მათი სახელწოდება. სტრუქტურის უმნიშვნელოვანეს ნიშანთვისებას საცრისებური ფირფიტები და საცრისებური მინდვრები წარმოადგენენ.

საცრისებური მინდვრები მოგვაგონებენ პირველად ფოროვან მინდვრებს უჯრედის პირველად კედელში. ისინი საერთო კედლის შედარებით უფრო თხელი საცრისებური მილის ორი ნაწევარის შემადგენელი მონაკვეთებია. ზემოდან დათვალიერებისას ისინი ჩაღრმავებული საცრისებური ფირფიტებია. საცრისებურ მინდვრზე მეტ-ნაკლებად მჭიდროდაა მიმოფანტული შემადგენელი არხები. მათი დიამეტრი 12-15 მკმ-მდეა, შემადგენელი არხები წარმოადგენენ გამჭოლ ხვრელებს-პერფორაციებს, რომლებიც შევსებულია პროტოპლასტის ჭიმით. სადინარებისაგან განსხვავებით, საცრისებური მილები ცოცხალ უჯრედებს წარმოადგენენ. საცრისებური მილების პროტოპლასტი იმყოფება მაღალი, დადებითი ტურგორული წნევის ქვეშ, რომელიც 30 ატმოსფერომდე აღწევს. ნივთიერებათა გადაადგილება დიდი სიჩქარით ხდება. შაქრების ტრანსპორტული ფორმაა-საქაროზა და მონათესავე პოლისაქარიდები, საცრისებურ მილებში მათი კონცენტრაცია შეიძლება 40%-მდე აღწევდეს. საცრისებური მილების გვერდით არიან განსაკუთრებული ფორმისა და აგებულების ცოცხალი უჯრედები, რომლებთანაც თანამგზავრები ან თანმხლები უჯრედები ეწოდებათ. საცრისებური მილი და მასთან მიმდებარე თანმხლები უჯრედი. ზოგჯერ მათი რიცხვი რამოდენიმეს აღწევს. ისინი საცრისებურ მილში სიგრძეზე თავსდებიან. ძალზე იშვიათად კი ისინი საერთოდ არ ჩანან, წამოიქმნებიან კამბიუმის ან პროკამბიუმის ერთი დედა უჯრედიდან, ამიტომ შეიძლება ითქვას, რომ საცრისებური მილი და თანმხლები უჯრედი დობილი უჯრედები არიან. საცრისებური მილები უმე-

ტესად ერთი წლის განმავლობაში მოქმედებენ. ცნობილია ამის არა ერთი შემთხვევა. მაგ. ვაზი, ცაცხვი და სხვა. ზოგჯერ ეს დრო ორსამ წელს აჭარბებს, ხოლო ზოგიერთი ერთლებლიანის საცრისებურმა მილმა შეიძლება უფრო დიდხანს იმოქმედოს. საცრისებური მილების დაბერებისას, განსაკუთრებით შემოდგომით მკვეთრად იზრდება ნახშირწყლების რაოდენობა. შედეგად, ფოროვანი მინდვრები, რომლებიც გაზაფხულზე უჯრედის კედლის ზედაპირის საერთო დონეზე დაბლა იყვნენ მოთავსებულნი, თავდაპირველად სწორდებიან, ხოლო შემდეგ მასზე მაღლა წამოიძრებიან. საცრისებური ფირფიტები პლასტიკური ნივთიერებებისათვის შეუღწევადი ხდებიან. შედეგად საცრისებური მილების მოქმედება წყდება. ზოგ შემთხვევაში მაგ. გაზაფხულზე ვაზის საცრისებური მილები კვლავ იწყებენ მოქმედებას.

გამტარი კონები. საცრისებური მილები, აგრეთვე ტრაქეები და ტრაქეიდები მცენარის სხეულში უწესრიგოდ კი არ არიან მოთავსებულნი, არამედ შეკრულნი არიან განსაკუთრებულ კომპლექსურ წარმონაქმნებად - გამტარ კონებად. გამტარი კონების სისტემასაც გააჩნია თავისი განვითარების ისტორია. ისინი წარმოიქმნენ და იხვეწებოდნენ მცენარეთა ხმელეთის პირობებში არსებობისა და შეგუების პროცესში. არჩევენ კონათა ოთხ ჯგუფს:

მ ა რ ტ ი ვ ი კონები - თავიანთი სტრუქტურით ყველაზე პრიმიტიული არიან. ისინი შედგებიან ერთგვაროვანი ჰისტოლოგიური ელემენტებისაგან:

რ თ უ ლ ი კონები - გამტარი ელემენტების გარდა, შეიცავენ პარენქიმულ უჯრედებსაც; სადინარ ბოჭკოვანი კონები ყველაზე სრულყოფილი და ფართოდ გავრცელებული კონებია, რომელნიც კონათა მეოთხე ჯგუფს შეადგენენ და გამოირჩევიან მაღალი სიმტკიცით. ისინი იმ ძარღვებს შეადგენენ, რომლებიც ადვილი აღმოსაჩენია ბალახოვანი მცენარეების ფოთლებსა და ღეროებზე. სადინარ-ბოჭკოვანი კონები ორი ნაწილისაგან შედგებიან: ქსილემისა და ფლოემისაგან.

ს ა ე რ თ ო კონები: ტრაქეები, ტრაქეიდები და საცრისებური მილები გვერდი-გვერდ არიან მოთავსებულნი; გამტარი კონების კლასიფიკაციისათვის არსებობს ორი, ერთმანეთთან დაკავშირებული და ერთმანეთის შემკვები ხერხი. პირველ შემთხვევაში ყურადღება ექცევა ფლოემასა და ქსილემას შორის კამბიუმის არსებობას ან არარსებობას. ამასთან დაკავშირებით არჩევენ ღია და დახურულ კონებს. ღია კონებში ფლოემასა და ქსილემას შორის არის მერისტემული ქსოვილი - კამბიუმი. კამბიუმის მოქმედების შედეგად, ქსილემასა და ფლოემას ახალი ელემენტები წარმოიქმნებიან, რის შედეგადაც დროთა განმავლობაში კონა იზრდება, სქელდება აგრეთვე მცენარის ორგანოც.

სარძევეები - ცალკეული უჯრედები და შეწყვილებული უჯრედების სიგრძივი ჯაჭვებია, რომლებიც შეიცავენ სარძევე წვენს, სარძევეები, როგორც ფარულთესლოვანი მცენარეების გამომყოფი ორგანოების ელემენტები, საკმაოდ ფართოდაა გავრცელებული. მცენარეთა დაახლოებით 12 500 სახეობა შეიცავს სარძევე წვენს. მას შეიცავენ ფილოგენეტიკური განვითარების სხვადასხვა დონეზე მდგომი სახეობები და სხვადასხვა სასიცოცხლო ფორმები: ხეები და ბალახები, ლიანები და ბუჩქნარები. სარძევეებს დიდი სხვადასხვაგვარობა ახასიათებთ.

სარძევეები ცოცხალი უჯრედებია. ელექტრონული მიკროსკოპით ექსპერიმენტის შედეგად დადგინდა, რომ საკმაოდ ჩამოყალიბებული და მოქმედი უჯრედები შეცავენ ციტოპლაზმის კედლისპირა ფენას უამრავი ბირთვით, ღრუს ძირითადი სივრცე კი შევსებულია ვაკუოლის წვენით.

სარძევეების კედელი მაღალი ელასტიურობით გამოირჩევა. იგი უჯრედებისაგან შედგება და გამერქნება არ ემუქრება, ფორები ჩვეულებრივ შეუმჩნეველია. სხვადასხვა სახეობებში სარძევეები განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული და მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ. მაგ. ყაყაჩოსებრნი, რძიანასებრნი. წარმომავლობისა და სტრუქტურის მიხედვით სხვადასხვაგვარი სარძევეები შესაძლოა ორ დიდ ჯგუფად გაიყოს: დანაწევრებულნი და დაუნაწევრე-

ბელნი. დანაწევრებულნი, ანუ რთული სარძევეები. მათ განვითარებაზე დაკვირვება ჩანასახშივე შეიძლება. სარძევეების მთელი სისტემის განვითარება ხდება აპიკალური მერისტემის დიფერენციაციის მსვლელობის დროს. ახალი უჯრედების სარძევეები რამოდენიმე ფუნქციას ასრულებენ. მათგან უმთავრესი სამია: გამტარი, მომმარაგებელი და გამომყოფი. გამტარი ფუნქცია მაშინ სრულდება, როდესაც სარძევეები აკავშირებენ ორგანული ნივთიერებების გამომუშავების ცენტრებს. ამ შემთხვევებში გამტარი კონის ფლოემური ნაწილის სუსტი განვითარება შეინიშნება. მსჯელობა სარძევეების გამომყოფი და მომმარაგებელი ფუნქციების შესახებ შეიძლება სარძევეების წვენის შედგენილობის საფუძველზე. მრავალი მცენარის სარძევეების წვენი შეიცავს არა მარტო მეტაბოლიზმის საბოლოო პროდუქტებს (ტანიდები, ალკალოიდები, ორგანული მჟავები, კალიუმისა და კალციუმის მარილები), არამედ გვერდით მეტაბოლიზმის არაფუნქციონალურ პროდუქტებსაც (ტერპენები, კაუჩიკი, ფისი და სხვა.) ამასთან ერთად, სარძევეების წვენი შეიცავს ტიპურ სამარაგო საკვებ პროდუქტებს, ხოლო ზოგჯერ ფერმენტებსაც კი. მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივი ჯგუფის სარძევეთა წვენი შეიცავს ნივთიერებებს, რომლებიც ბუნებრივი ქიმიური შენაერთების სხვადასხვა კლასს განეკუთვნებიან. ზოგიერთი სისტემატიკური ჯგუფის სარძევე წვენი შეიცავს მწარე და შხამიან ნივთიერებებს, სარძევეების ფიზიოლოგიური როლი ისევე სხვადასხვაგვარია, როგორც მათი მორფოლოგიური სტრუქტურა. აღნიშნავენ სარძევეების მნიშვნელოვან როლს მცენარის ჟანგბადისა და წყლის ბალანსის რეგულაციაში, ვინაიდან ის იოლად შთანთქავს მეზობელ ქსოვილების წყალსა და ჟანგბადს. არსებობს აგრეთვე მონაცემები, რომ ის იცავს მცენარეებს ცხოველებისაგან.

6.1.6. გამომყოფი ქსოვილები

გამომყოფ სისტემასთან დაკავშირებით, მცენარეებს განუვითარდათ ქსოვილთა ორი ჯგუფი: შინაგანი და გარეგანი სეკრეციის ქსოვილები.(სურათი17).

გარეგანს მიეკუთვნებიან: ჯირკვლოვანი ბეწვები, ჰიდატოდები, სანექტრები.

ჯირკვლოვანი ბეწვები - ეპიდერმის წარმონაქმნებია, რომლებშიც ექსკრეტორული ნივთიერებები გროვდება. ჯირკვლები არაა მარტო ფისების, ეთერის ზეთებისა და სხვათა სათავსი, არამედ გამომყოფ სისტემებსაც წარმოადგენენ. მათ შეუძლიათ მცენარის ორგანიზმიდან გამოდევნონ სხვადასხვაგვარი ექსკრეტორული ნივთიერებები - აირის მაგვარი, თხევადი და მყარი სახით. ამიტომ მათ შეიძლება გამომყოფი ბეწვები ვუწოდოთ. აგებულების მხრივ ისინი საკმაოდ სხვადასხვაგვარნი არიან, მაგრამ მცენარეთა ყოველი ბუნებრივი ჯგუფისათვის ინარჩუნებენ მორფოლოგიურ მუდმივობას.

ჯირკვლები შეიძლება იყოს:

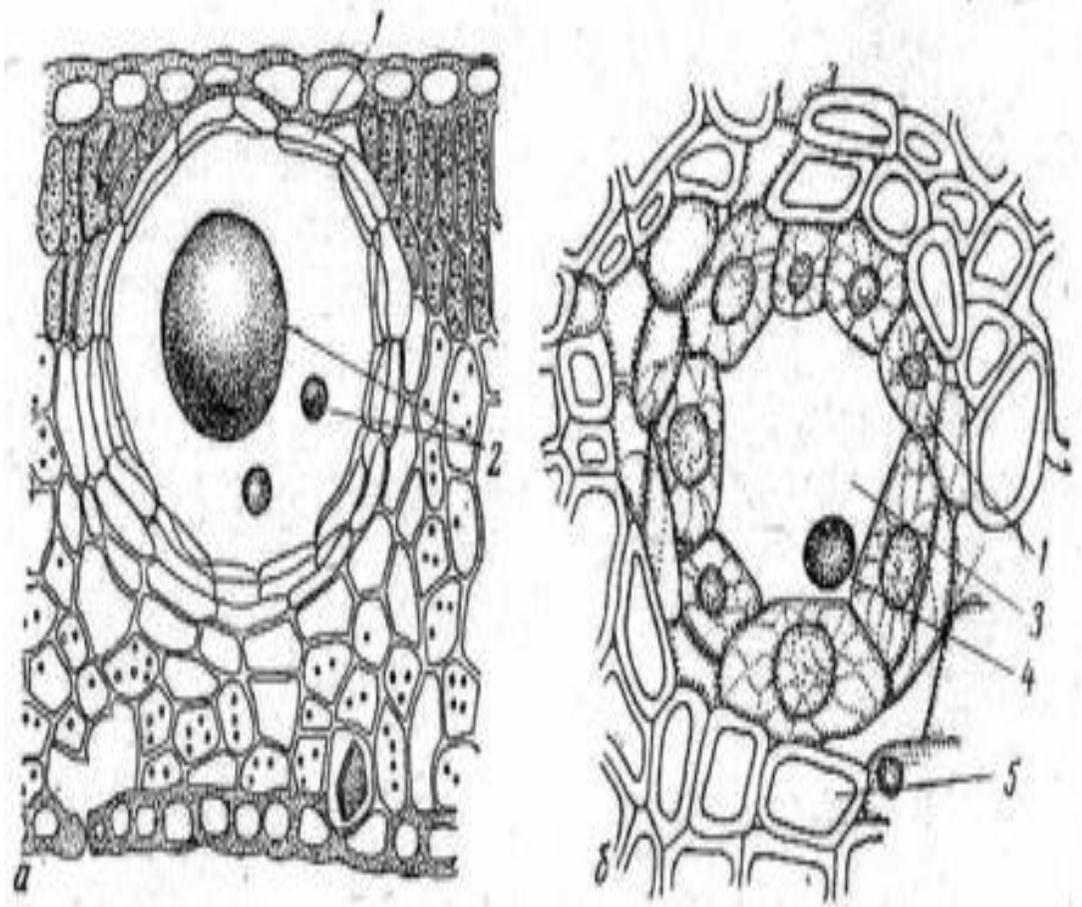
ა) გარეგანი და შინაგანი აგებულების, ასევე ადგილმდებარეობის მიხედვით; ბ)გამოყოფილი ნივთიერებების მიხედვით - მარილების, გუმუფისის, ცხიმის, ლორწოსი. ჯირკვლების მიერ გამოყოფილ ექსკრეტორულ ნივთიერებებს ხშირად სამრეწველო წარმოებაში, იყენებენ. მწერიჭამია მცენარეების ჯირკვლოვან ბეწვებს სამკურნალო მნიშვნელობა აქვთ. მაგ. დროზერას მომწელებელი ჯირკვლები.

ჰიდატოდები. წყლის ბაგეები, ჰიდატოდი გამოყოფის ერთ-ერთი ყველაზე აქტიური ორგანოა. ზოგიერთ შემთხვევებში ერთი ფოთოლი წუთში გამოყოფს 180 წვეთ წყალს. გამოყოფის ასეთი ენერგია ახასიათებთ ნესტიან ტროპიკებში მცხოვრებ მცენარეებს. თუმცა ჰიდატოდებს, მხოლოდ ფორმალურად თვლიან გამომყოფ სისტემად, რადგანაც გამოსაყოფ ნივთიერებას წარმოადგენს წყალი და არა ექსკრეტორული ნივთიერებანი. ჰიდატოდების შეგროვების ადგილი ფოთლის ნაპირია, მათი სტრუქტურაც სხვადასხვაგვარია. ჩვეულებრივ ისინი ბაგეებს წარმოადგენენ, რომლითაც უახლო-

ვდება ფოთლის მეზოფილის ფაშარი თხელკედლიანი უჯრედების ჯგუფს. წვეთების მდგომარეობაში წყლის გამოყოფის პროცესს გ უ ტ ა ც ი ა ეწოდება. ვეგეტაციის დროს გამოყოფილი წყალი შეიცავს მარილს, შაქარს და სხვა. ორგანულ ნივთიერებებს.

სანექტრები-წარმოადგენენ ნექტარის გამომყოფ სპეციალიზებულ ჯირკვლებს. წარმოშობისა და ადგილმდებარეობის მიხედვით არჩევენ სანექტრების ორ ტიპს: ფლორალურსა და ექსტრაფლორალურს. პირველნი მოთავსებულნი არიან ფოთლებზე, მეორენი დანარჩენ ვეგეტაციურ ორგანოებზე. თითოეული ტიპი შეიცავს უფრო დანაწევრებული ფორმების მთელ სერიას, რომლებიც აგრეთვე განსხვავდებიან ადგილმდებარეობით. ამგვარად, ორლებნიანებს ფლორალური სანექტრები შეიძლება მოთავსებული ჰქონდეთ მტვრიანების ფუძესთან ან მტვრიანების ქვეშ(ნაცარქათამასებრთა და სხვ), ნასკვის ფუძესთან (მაღლყურძენასებრნი და მრავალი სხვა), ნასკვის წვერში კი განსაკუთრებული მილისებური სტრუქტურის ფორმა აქვთ. გვხვდება სანექტრების სხვა ფორმებიც. ექსტრაფლორალური სანექტრები ზოგჯერ ყვავილის ყუნწებზე, თანაფოთლებზე, ღეროებსა და ფოთლებზეც ვითარდებიან. სანექტრების სეკრეტორული ქსოვილი ზოგჯერ წარმოიქმნება, მხოლოდ ეპიდერმის უჯრედებით. ხშირად იგი სუბეპიდერმულ ფენებშიც ჩნდება, სეკრეტორულ ქსოვილს ჩვეულებრივ აკრავს გამტარი ქსოვილი. ნექტარი ექსკრეტირდება ბაგეებიდან ან უშუალოდ უჯრედის კედლიდან. ასეთ შემთხვევაში კუტიკულა იხლიჩება.

შინაგანი სეკრეციის გამომყოფ ქსოვილებს მიეკუთვნებიან შინაგანი ჯირკვლები, სავალები, სპეციალიზებული უჯრედები-იდიობლასტები, უნაწევრო, ნაწევრიანი ან რთული სარძევეების სახით. შინაგანი სეკრეციის პროდუქტებად გამოიყენებიან მთრიმლავი ნივთიერებები: ფისი, ეთერზეთები, კრისტალები და სხვა.



სურათი 17. გამომყოფი ქსოვილი: 1.ეპითელიუმის უჯრედები,
 2. ეთერზეთების წვეთები, 3.ფისის გამომყოფი სავალი, 4. ფისის
 წვეთები.

თავი 7. ორგანოგრაფია, მცენარის ვეგეტაციური ორგანოები

ბოტანიკის დარგს, რომელიც სწავლობს მცენარეთა ორგანოების ფორმას, სტრუქტურას, მის წარმოშობას და განვითარებას, ფილოგენეზსა და ონტოგენეზს მცენარეთა მორფოლოგია, ანუ ორგანოგრაფია ეწოდება.

მცენარეთა ორგანოები წარმოადგენენ მცენარის განსაზღვრულ ნაწილს, რომელსაც ახასიათებს თავისებური აგებულება და ასრულებს განსაზღვრულ ფუნქციას, რომლის მიხედვით არჩევენ ვეგეტაციურ და გენერაციულ ორგანოებს. ვეგეტაციური ორგანოები ფესვი, ღერო, ფოთლები და მათი სახეცვლილებები. უმდაბლესი მცენარეების თავდაპირველი ერთგვაროვანი სხეულის დიფერენციაციის შედეგად წარმოიშვნენ, მათი საშუალებით ხორციელდება მცენარის კვება და ინდივიდუალური განვითარება. გენერაციული ორგანოებით - ყვავილი, ნაყოფი, თესლი მიმდინარეობს მცენარეთა სქესობრივი გამრავლება.

ვეგეტაციური აგებულების მიხედვით, მცენარეებს ორ დიდ ჯგუფად ყოფენ: უმდაბლეს და უმაღლეს მცენარეებად. უმდაბლესი მცენარეების აგებულება ერთფეროვანი და პრიმიტიულია, ეს კი აიხსნება მათ წყალში ცხოვრებით, მათი სხეული ერთგვაროვანი თალუსია, რომელიც არ დიფერენცირდება ორგანოებად და ქსოვილებად, ხოლო უმაღლესი მცენარეები იყოფა ორგანოებად, ორგანოები კი ქსოვილებად.

7.1. ფესვი

ფესვი მცენარის მიწისქვეშა ორგანოა, რომლის ზრდა ხორციელდება წვეროთი, რომელიც ქვევით არის მოქცეული და გააჩნია დადებითი გეოტროპიზმი. ფესვი არასდროს არ წარმოქმნის რომლებიც უმეტესად გვერდითი ფესვების მსგავსად განვითარდებიან. ფესვებზე შეიძლება წარმოიქმნას დანამატი კვირტები, ითარდნენ,

დანამატი კვირტებისაგან შეიძლება განვითარდეს ყლორტები - ფესვის ამონაყარი (მაგ. ზოგიერთი ბალახოვანი მცენარეები). ფესვის ამონაყარს იძლევა არა მარტო ბალახოვანი მცენარეები, არამედ ბუჩქებიც და ხეებიც (ქლიავი, მაყვალი, ალუბალი და სხვ). ფესვს არ ახასიათებს ვერტიკალური ზრდა-განვითარება. პირველადი აპიკალური მერისტემა არსებითად აპიკალური როდია, ვინაიდან ზემოდან ფესვის შალითა აქვს გადაფარებული. ფესვი და ღერო ევოლუციური განვითარების შედეგად ერთდროულად ჩამოყალიბდნენ და თესლოვან მცენარეთა ჩანასახშივე შეადგენდნენ მცენარეთა მთლიან სტრუქტურულ ღერძს. ეს მორფოლოგიურფიზიოლოგიური მსგავსება მათ ნათესაობაზე მიუთითებს. მიუხედავად ამისა, აღსანიშნავია, რომ ონტოგენეზში მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივ ჯგუფს ფესვები სხვადასხვაგვარად უვითარდებათ. შიშველთესლოვანებსა და ორლებნიანთა უმეტესობას იგი ჩანასახოვანი ფესვაკის განვითარების ხარჯზე უყალიბდებათ.

ფესვი ასრულებს სხვადასხვაგვარ ფიზიოლოგიურ და მექანიკურ ფუნქციას:

1. ნიადაგიდან იწოვს წყალს და მასში გახსნილ მინერალურ მარილებს და მათ აწვდის ღეროსა და ფოთლებს. ამ მნიშვნელოვანი ფუნქციის შესრულება ფესვის ახალგაზრდა მონაკვეთებს აკისრიათ, რომელთაც შენარჩუნებული აქვთ პირველადი აგებულება.

2. მცენარეს ამაგრებს ნიადაგში, თუ რამდენად კარგად ასრულებს ფესვი ამ ფუნქციას იქიდანაც ჩანს, რომ მცენარეს ძალზე იშვიათად თუ ამოაგდებს ნიადაგიდან ქარი.

3. ფესვი ახდენს ზოგიერთი ორგანული ნივთიერების სინთეზს. დეროპმა, საბინინმა და სხვა მეცნიერებმა, თავიანთ ნაშრომებში დაადგინეს ფესვის განუმეორებელი და შეუნაცვლებადი როლი ორგანულ ნივთიერებათა შექმნაში.

4. მცენარეს აკავშირებს ნიადაგში არსებულ ორგანიზმებთან და ხელს უწყობს სოკოებთან და ფესვის ბაქტერიებთან სიმბიოზს, რომლებიც აგრეთვე მონაწილეობენ ნივთიერებათა შეწოვასა და გარდაქმნაში.

5. აგროვებს სათადარიგო ნივთიერებებს, ფესვი ხშირად გარდაიქმნება ხოლმე სათადარიგო ორგანოდ-სტაფილო,ჭარხალი და სხვა.

6. მრავლდება ვეგეტაციურად.

ფესვში განარჩევენ ფესვთა ზედაპირულ სისტემას - დამატებითი ფესვები,- სიღრმისეულ ფესვებს, რომლებიც ზოგჯერ ნიადაგქვეშა წყლებამდეც აღწევენ, ისინი თანაბრად ვითარდებიან სიგანესა და სიღრმეში (მარცვლეული და სხვა). ჭვავის, ხორბლისა და შვრიის ფესვთა სისტემა 100-150 სმ. სიღრმემდე აღწევს. სიმინდისა 150-200 სმ-მდე, იონჯისა-10 მ-მდე.

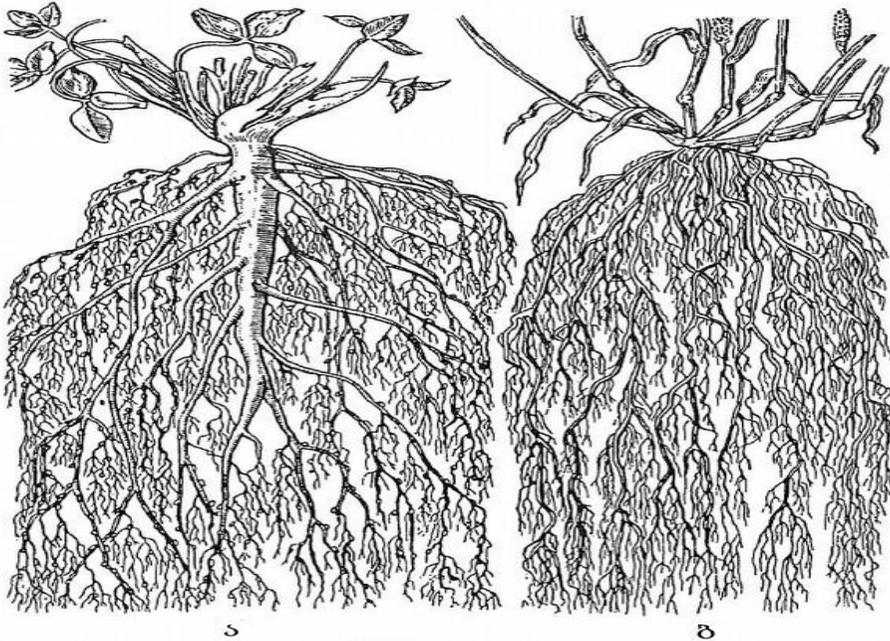
7.1.1. ფესვთა კლასიფიკაცია, ფესვთა სისტემები

მცენარეთა ფესვები ძალზე განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან დატოტვის უნარით, მორფოლოგიური და ეკოლოგიური ტიპებით. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ: მთავარს, გვერდითსა და დამატებით ფესვებს. მთავარი ფესვი წარმოიშობა, მხოლოდ და მხოლოდ თესლის ჩანასახოვან ფესვაკიდან, რაც შეეხება დამატებით ფესვებს, ისინი საწყისს იღებენ მცენარის მრავალი ორგანოდან, ფოთლებიდან, გორგლებიდან, ბოლქვებიდან. მთავარი და დამატებითი ფესვებიდან შესაბამისად გამოდის გვერდითი ფესვები, რომლებიც დატოტვის მეორე და მომდევნო რიგის ღერძს წარმოადგენენ, მთავარ ფესვს ხშირად პირველადს უწოდებენ.

ფესვების ერთობლიობა ქმნის ფესვთა სისტემებს, რომელიც სამგვარია; 1. მთავარ ღერძა, 2. ფუნჯა, 3. ძაფნარი (სურათი 18). მთავრღერძას კარგად აქვს განვითარებული მთავარი ღერძი და გვერდითი ფესვები, მათ ახასიათებთ ძლიერი გეოტროპიზმი, ასეთი ფესვები გააჩნიათ ორლებნიან მცენარეებს.

ფუნჯა ფესვებს არ აქვთ განვითარებული მთავარი ფესვი, ჩანასახიდან განვითარებული ფესვი წყვეტს ზრდას, ღეროდან წარმოექმნებათ დამატებითი ფესვები, რომლებიც დაახლოებით ერთ-

ნაირი ფორმის და ზომის არიან, ისინი მოგვაგონებენ ფუნჯს და აქედან წარმოიშვა მათი სახელწოდება, უვითარდებათ ერთლებნიან მცენარეებს.



სურათი 18. ფესვთა სისტემის ტიპები: ა. მთავარღერძიანი, ბ. ფუნჯა

მაფნაირ ფესვებს უვითარდებათ ძალიან სუსტი მთავარი ღერძი და გვერდითი ფესვები, ისინი დამახასიათებელია ზოგიერთი ორლებნიანი ბალახოვანი მცენარეებისათვის.

მრავალფეროვანია ფესვთა ფორმები და ხშირად იმდენად თავისებური, რომ ძნელდება მათი გეომეტრიული აღწერილობა. ძირითადი ფორმები შემდეგია: ძაფისებური, თასმისებური, კონუსისებური, შოლტისებური, თითისტარისებური, ბოლოკისებური, თალგამისებური, ბოლქვისებური და სხვა.

ეკოლოგიური თვალსაზრისით არჩევენ ფესვთა ოთხ ტიპს:

1. მიწისქვეშა, 2. წყალში მოცურავე, 3. საჰაერო ფესვები, 4. ჰაუსტორიები. მიწისქვეშა ფესვები მთლიანად ან ნაწილობრივ მაინც ნიადაგში

მდებარეობენ. ასეთი ფესვები გააჩნიათ უმაღლეს მცენარეთა უმრავლესობას, დაახლოებით 70%-ს.

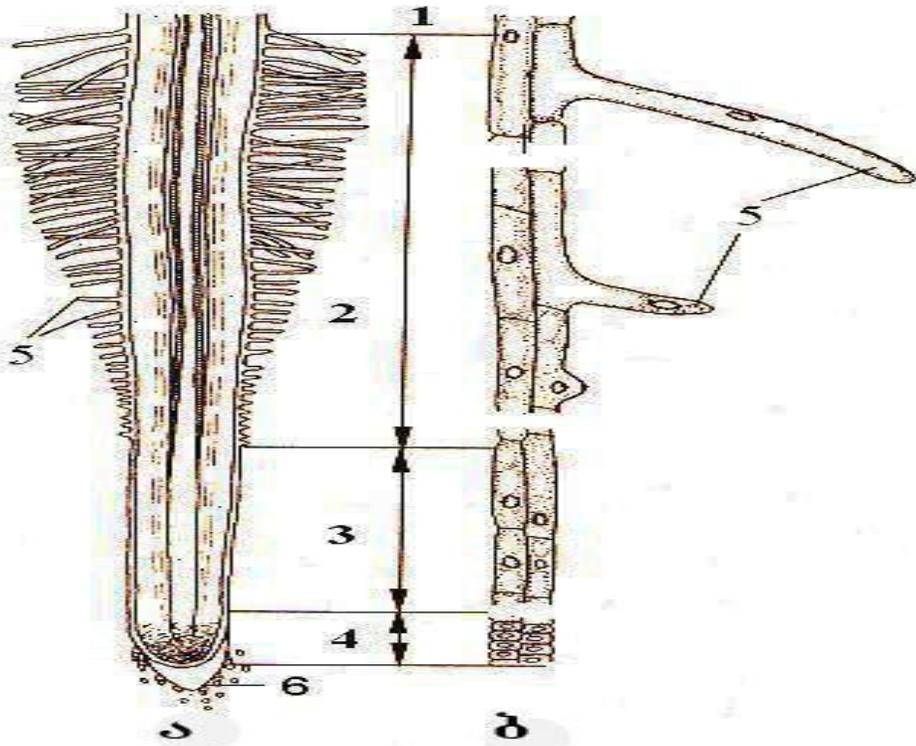
წყლის ფესვები მდებარეობენ ყოველთვის წყლის სიღრმეში და არასდროს არ აღწევენ წყალსაცავის ფსკერს (წყლის სურო და ზოგიერთი სხვა). საჭაერო ფესვები განლაგებულია ატმოსფეროში და ვერასდროს აღწევენ ნიადაგამდე. ასეთი ფესვები აქვთ მცენარე ეპიფიტებსა და ტროპიკული ტენიანი ტყეების მკვიდრთ. ჰაუსტორიები პარაზიტული მცენარეების მისაწოვარი ფესვებია. მაგ. ფითრი.

ფესვთა სისტემის ზომები დამოკიდებულია, როგორც მცენარის სასიცოცხლო ფორმაზე (ხე, ბუჩქი, ნახევრად ბუჩქი, ბალახი), ისე გარემო პირობებზეც. წყლისა და ჭაობის მცენარეებს ფესვთა სისტემა სუსტად აქვთ განვითარებული. გვალვიანი ადგილმდებარეობის მრავალი მცენარე, მაგალითად სტეპის ან უდაბნოს მცენარეები, ძლიერ ფესვთა სისტემას ივითარებენ.

7.1.2. ფესვის ანატომიური აგებულება

ფესვებს საკმაოდ მსგავსი აგებულება გააჩნიათ. ეს კარგად ჩანს სიგრიძე ჭრილზე (სურათი 19). არჩევენ ფესვის შემდეგ ზონებს - შალითა, რომელიც დამცავ ფუნქციას ასრულებს, შალითას ზრდა ხდება ან სპეციალიზებული მერისტემის - კალიპტროგენის მოქმედების ხარჯზე, რომელიც განლაგებულია ფესვის წვერსა და შალითას შორის ან საერთო მერისტემის - კალიპტროდერმატოგენის ხარჯზე, რომელიც ეპიბლემასაც ქმნის. ფესვის შალითა შედგება ცოცხალი პარენქიმული უჯრედებისაგან. პერიფერიული უჯრედების კედლებს აქვთ გაღორწოვნების უნარი, რაც ძალზე აადვილებს ფესვის ნიადაგში შეღწევას.

ზრდის კონუსი შედგება ერთგვაროვანი მერისტემური ქსოვილებისაგან - ესენია თხელკედლიანი, მსხვილბირთვიანი ქსოვილები, რომლებსაც არ გააჩნიათ უჯრედშორისები. ფესვთა დღეღამური ნამატი სხვადასხვაა, მაგ. ხორბალსა და შვრიაში 6,5 სმ.



სურათი 19. ა-ბ ფესვის ზონები:

1. გამტარი ზონა, 2. შემწოვი ზონა, 3. გაჭიმვის ზონა, 4. დაყოფის ზონა, 5. ფესვის ბუსუსები, 6. ფესვის შალითა.

ფესვის ახალი მზარდი მონაკვეთები გარედან დაფარულია უჯრედთა ერთგვაროვანი ფენით-ტუნიკით, იგი შედგება უჯრედთა ერთი შრისაგან, ეს უჯრედები ზედაპირის მიმართ პერპენდიკულარულად იყოფიან.

შემწოვი ზონა დაფარულია ფესვთა ბუსუსებით, ისინი 1,5-2მმ სიგრძისაა. ფესვის ზრდასთან ერთად, იგი თანდათანობით წინ მიიწევს. ერთი მცენარის შეწოვის ზონის ფართობის ჯამი საკმაოდ დიდია. ფესვთა საერთო შემწოვი ზედაპირი მკვეთრად ფართოვ-

დება იმასთან დაკავშირებით, რომ ეპიბლემის გარეთა ქსოვილების შრე ქმნის ამონაზარდებს - ფესვთა ბუსუსებს. თითოეული ცალკე აღებული ბუსუსის სიგრძე საშუალოდ, დაახლოებით 1-მმ-ია. მარცვლოვანების-1,5 მმ-მდე, გაანგარიშებულია, რომ სიმინდის ფესვის მზარდ ზონაში 1მმ² ნაკვეთზე, დაახლოებით 1900 ბუსუსია. საშემოდგომო ხორბლის ფესვთა საერთო ზედაპირი შეადგენს დაახლოებით 4,2 მ², რაც 130-ჯერ აღემატება მიწისზედა ორგანოების ზედაპირს. ერთი მცენარის ფესვთა ბუსუსების საერთო სიგრძე ხშირად 3-4 კმ. აღწევს.

მცენარეთა ზრდისა და განვითარებისათვის აუცილებელია მინერალური კვება: აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, მაგნიუმი, რკინა და აგრეთვე მიკროელემენტები: მანგანუმი, თუთია, ალუმინი, იოდი, ქლორი და სხვა. ჩამოთვლილ ელემენტებს, რომელიც იონების სახით შედიან ნიადაგის ხსნარში, იწოვენ ფესვის ბუსუსები. მათ უნარი აქვთ თავიანთი გამონაყოფით დაშალონ ზოგიერთი ქიმიური შენაერთი, მაგალითად ფოსფორმჟავები.

გარკვეულ მცენარეთა ჯგუფს არ გააჩნია ფესვთა ბუსუსები, მაშინ ნიადაგის ხსნარის შეწოვა ზოგჯერ უშუალოდ ეპიბლემის ქსოვილებით ხორციელდება, უფრო ხშირად მიკორიზის დახმარებით მიმდინარეობს. ფესვთა ბუსუსები არ გააჩნიათ წყლისა და ჭაობის მცენარეებს, ღუმფარებს და სხვა. ფესვის ბუსუსები ხანმოკლე წარმონაქმნია. ფესვთა ბუსუსების ზონის მომდევნოა და ფესვის ძირთან უფრო ახლოს მდებარეობს გამტარი ზონა, რომელიც დაფარულია კორპის ქსოვილით, გამოირჩევა კარგად განვითარებული გამტარი ქსოვილებით, რომელიც უზრუნველყოფს ნიადაგიდან შეწოვილი წყლისა და მასში გახსნილი მინერალების გატარებას ღეროსაკენ. ამ ზონაში წარმოიქმნება გვერდითი ფესვები.

7.1.3. ფესვის პირველადი ანატომიური აგებულება

შედარებითი მორფოლოგიური მეთოდებით დადგენილია, რომ ფესვის პირველადი ანატომიური აგებულება მარტივია, როგორც ონტოგენეტიკურ, ისე ფილოგენეტიკურ განვითარების თვალსაზრისით. ფესვის პირველადი აგებულება ერთნაირია ყველა შიშველთესლოვანი, ფარულთესლოვანი და სპოროვანი მცენარისათვის. დედამიწაზე დასახლებულ მცენარეთა ყველა ჯგუფს პირველადი აგებულება ფესვთა ბუსუსების ზონაში გააჩნიათ. ფესვის განივ ჭრილზე ადვილად შეიმჩნევა ორი ძირითადი ნაწილი: ეპიბლემით დაფარული პირველადი ქერქი და ცენტრალური ცილინდრი (სურათი 20).

პირველადი ქერქი. შიშველთესლოვანებისა და ორლებნიანების პირველადი ქერქი შედგება უჯრედთა რამდენიმე ფენის - ეგზოდერმისაგან, პარენქიმის სქელი ფენის -მეზოდერმისაგან და ქსოვილთა შინაგანი ფენის - ენდოდერმისაგან, რომელიც ცენტრალურ ცილინდრს ესაზღვრება. კამბიუმის ჩასახვასა და მეორეულ ზრდას ჩვეულებრივ მიჰყავართ ქსოვილთა სწრაფი დიფერენციაციისა და პირველადი ქერქის გაქერცვლამდე. ქერქი დიდხანს ძლებს, ამ შემთხვევაში მასში ვითარდება მექანიკური ქსოვილი-სკლერენქიმა, ქერქის სწორედ ასეთი სტრუქტურა შეიმჩნევა მარცვლოვანებში, რომელთა ფესვები არ მსხვილდება და მთელი სიცოცხლის მანძილზე ინარჩუნებს თავდაპირველ საწყის აგებულებას. პირველადი ქერქი შედგება, ძირითადად პარენქიმის სქელი შრისაგან, მისი გარეთა ფენა, რომელიც ეპიბლემაზეა მოფენილი დიფერენცირებულია, როგორც ეგზოდერმა, ცენტრალური ცილინდრის მოსაზღვრე ყველაზე შიდა ფენა, კი როგორც ენდოდერმა. ეგზოდერმა დამცავ ქსოვილია, იგი შედგება ისეთი ქსოვილებისაგან, რომლებიც დამცავ ფუნქციას ასრულებენ, ეპიბლემის კვდომის შემდეგ ეგზოდერმა შესაძლოა გაკორპდეს.

ფესვის პარენქიმა შედგება მსხვილი მომრგვალო ცოცხალი უჯრედებისაგან. ხშირად ეს ქსოვილები სახამებელს შეიცავენ. ქლორო-

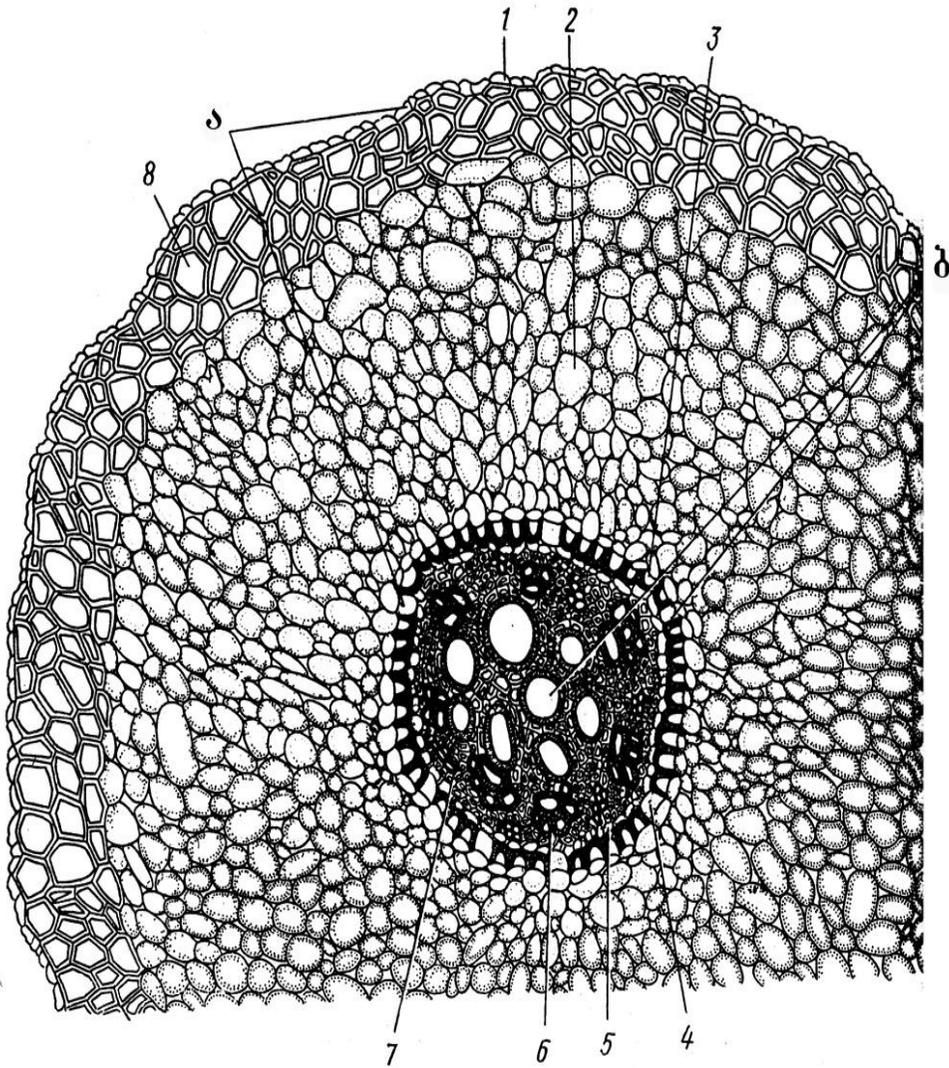
ფილი კი, მხოლოდ იმ ფესვთა უჯრედებს გააჩნია, რომლებიც სინათლეზე აღმოცენდებიან (საპაერო ფესვების მქონე ეპიფიტებს). ფესვის პარენქიმა განვითარების ადრეულ ეტაპებზე ჩნდება. აღმოჩნდა, რომ ეს უჯრედშორისები ნახშირორჟანგითაა სავსე. ენდოდერმის უჯრედები ერთ რიგზეა განლაგებული. ისინი უმეტესად მკვდარი უჯრედებია და დანარჩენებისაგან გამოირჩევიან კასპარის ლაქების სიმრავლით. ეს ლაქები პირველადი უჯრედოვანი კედლის რამდენადმე გამსხვილებული ნაწილებია, რომლებიც ლიგნინით ან სუბერინით, ზოგჯერ კი ერთდროულად ორივეთი არის გაჟღენთილი. კასპარის ლაქები კეტავენ ქსოვილის კედლების სუბმიკროსკოპულ კაპილარებს. ისინი შეუღწევადი ხდება, ასე, რომ ნიადაგის ხსნარმა უნდა გაიაროს ციტოპლაზმაში, რომელსაც ამორჩევითი გამჭოლობა გააჩნია.

ეპიდერმის ქსოვილთა განუწყვეტელ ჯაჭვში შეიმჩნევა ცოცხალი, ცალკეული ქსოვილები, რომელთა კედლები გასქელებული არ არის. ეს გამტარი უჯრედებია, რომლებიც დიდ როლს ასრულებენ შეწოვილი ნიადაგის ხსნარის რადიალური მიმართულებით ე.ი. ფესვთა ბუსუსებიდან ელემენტთა რადიალურ ჭურჭელობოჭკოვანი კონისაკენ გატარებაში.

ცენტრალური ცილინდრი - ყველა მცენარის ფესვში მკაფიოდაა გამიჯნული. პირველადი აგებულების დროს ცენტრალური ცილინდრი შედგება ჭურჭლებისა და საცრიანი მილებისაგან. ცენტრალური ცილინდრი ფორმირდება პროკამბიალური კონებისაგან.

პერიციკლი, უმეტესად თხელკედლიანი პარენქიმული უჯრედების მხოლოდ ერთ შრეს შეადგენს. ზოგჯერ შეინიშნება მრავალშრიანი პერიციკლი, უფრო ხშირად შიშველთესლოვანებში. ფარულთესლოვნებიდან კი შეინიშნება ერთლებნიანებში, რადგან მათ არ აქვთ მეორეული ზრდის უნარი. ორლებნიანებში მრავალშრიანი პერიციკლი შედარებით იშვიათად გვხვდება (პარკოსნები). ზოგიერთ პარაზიტ მცენარეებს საერთოდ არ გააჩნია პერიციკლი.

პერიციკლის უჯრედებს მაღალი მერისტემული აქტივობა ახასიათებს. სწორედ პერიციკლში იწყებს ჩამოყალიბებას გვერდითი



სურათი 20. ზამბახის ფესვის განივი ჭრილი, ა. პირველადი ქერქი, ბ. ცენტრალური ცილინდრი; 1 .ეპიბლემა , 2. პირველადი ქერქის პარენქიმა, 3. ენდოდერმა, 4. გამტარი უჯრედები, 3.პერიციკლი, 6. ქსილემა, 7. ფლოემა, 8. ეგზოდერმა.

ფესვები. აი, რატომ უწოდებენ პერიციკლს, აგრეთვე ფესვწარმომშობ შრესაც.

ფესვის გამტარი სისტემა წარმოდგენილია რადიალური ჭურჭელ-ბოჭკოვანი კონით. პერიციკლი ზოგჯერ ასრულებს სამარაგო ქსოვილის როლს, ზოგჯერ ის გახევებას განიცდის და ასრულებს მექანიკური ქსოვილის როლს.

ფესვის მეორადი ანატომიური აგებულება. ეთლებნიანი მცნარეების ფესვებს, მხოლოდ პირველადი აგებულება გააჩნიათ. ონტოგენეზის პროცესში არ შეინიშნება არავითარი არსებითი ცვლილება, გარდა იმისა, რომ წარმოიქმნება, აგრეთვე პირველადი აგებულების გვერდითი ფესვები. ყველა შიშველთესლიანი და ორლებნიანთა უმეტესობა ონტოგენეზში მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის, რის შედეგადაც შეინიშნება მეორადი ზრდა, შესაბამისად, მეორეული აგებულებაც. ფესვის სტრუქტურული ცვლილებები დაკავშირებულია მეორადი მერისტემის -კამბიუმის წარმოქმნასთან. კამბიუმი უჯრედთა ერთი ფენის სახით შემოეწყობა უჯრედთა გაყოფის შედეგად ქსილემასა და ფლოემას შორის მდებარე ქსოვილებს. თავდაპირველად ჩნდება კამბიუმის მცირე ზომის, თხელი ზოლები, ხოლო შიგნითა მხარეს ფლოემის ჭიმებია. ეს უბნები თანდათანობით გროვდებიან, შემოეხვევიან ფლოემას და ემიჯნებიან პერიციკლს. ამ დროისათვის პერიციკლის უბნები ასევე იწყებენ გაყოფას. ამის შედეგად ფესვში იქმნება უჯრედების ერთიანი ფენა, განივ ანაჰერზე კი კამბიალური მთლიანი რგოლი. კამბიალური რგოლი წარმოშობით არაერთგვაროვანია, მის შექმნაში მონაწილეობს კამბიუმის დიდი ნაწილის მაფორმირებელი თხელკედლიანი პარენქიმა, ხოლო პერიციკლიდან წარმოიქმნება უჯრედები, რომლებიც საერთო რგოლის მცირე წევრებს წარმოშობენ, ამგვარად წარმოქმნილი კამბიუმის შეკრული რგოლი აქტიურად მოქმედებს. მისი უჯრედები ორგანოს ზედაპირის პარალელურად იყოფა და მაშინვე დიფერენცირდება სხვადასხვაგვარ ჰისტოლოგიურ ელემენტად. ცენტრისკენული მიმართულებით წარმოიქმნება მეორადი ქსილემა, პერიფერისაკენ კი ე.ი. ცენტრიდანული მიმართულებით -მეორადი

ფლოემა. მეორადი ზრდის დროს პერიციკლი ფესვის ირგვლივ მერისტემულ აქტიურობას იძენს. პარენქიმული უჯრედების ნაწილიდან, რომელიც პერიციკლს ქმნის, ცენტრიდანული მიმართულებით წარმოიქმნება კორპის კამბიუმი, რომლის წარმოქმნაში ენდოდერმის უჯრედებსაც შეუძლიათ მონაწილეობის მიღება. ასეთ შემთხვევებში ენდოდერმა, ისევე როგორც პერიციკლის უჯრედები იყოფა, შედეგად კი წარმოიქმნება პერიდერმა - მეორადი მფარავი ქსოვილი. მეორადი მერისტემის - კამბიუმის მოქმედების შედეგად წარმოიქმნება:

ა) მეორადი ქსილემა, მისი ტიპური ჰისტოლოგიური ელემენტებით, მილები, ტრაქეიდები, მერქნის ბოჭკოები, მერქნის პარენქიმა. პარენქიმული უჯრედები ზოგჯერ ქმნიან მაგარ ქსოვილს, ნივთიერებათა მარაგის სათავსს.

ბ) მეორადი ფლოემა შედგება საცრისებური მილების, თანამგზავრი უჯრედების, ლაფნის ბოჭკოების და ლაფნის პარენქიმისაგან.

7.1.4. ფესვის სახეცვლილებები

ევოლუციის პროცესში მცენარეთა მრავალ სახეს შესამჩნევად ეცვლებათ ფესვები. ზოგჯერ ჩნდება ფესვთა სპეციალიზაცია ნივთიერებათა მარაგის სათავსოს ფუნქციების შემგუებლობა მცენარის ვეგეტაციურ გამრავლებასთან დაკავშირებით, სხვა შემთხვევებში პირველხარისხოვანი როლი ენიჭება ფესვთა გავრცელების განსაზღვრულ არესთან შეგუებას. ვეგეტაციური ორგანოები: ფესვი, ღერო, ფოთოლი განიცდიან მორფოლოგიურ და ანატომიურ ცვლილებებს, ასეთ მოვლენას სახეცვლილება, ანუ მეტამორფოზი ეწოდება.

ფესვის სახეცვლილებებია: სამარაგო, საჰაერო, მისაკიდი, მისაწოვრები, სასუნთქი და საბჯენი ფესვები.

სამარაგო ფესვები. ფესვის სახეცვლილება დაკავშირებულია მეორადი მერქნისა და ლაფნისებრი პარენქიმის გასქელებასთან, რაც ნივთიერებათა მარაგის დაგროვებისას ხდება. მათში გროვდება სა-

ხამებელი, ინსულინი, შაქრები და სხვ. ნივთიერებები. სახეცვლილებას განიცდის მრავალი ორწლიანი ორლებნიანი მცენარე: ჭარხალი, სტაფილო, ბოლოკი და სხვა (სურათი 21). წარმოშობის მიხედვით, ისევე როგორც გარეგანი აგებულებით, არჩევენ სამარაგო ფესვების ორ ტიპს: 1. ხორციანი ფესვები - „ძირხვენები“; 2. ფესვისეული გორგლები. ძირხვენები მთავარი ფესვის ხარჯზე ყალიბდება, მათ წარმოქმნაში შესაძლოა, აგრეთვე მონაწილეობა მიიღოს ლეზნი ქვეშა მუხლმა და ნაწილობრივ რამდენიმე სახეშეცვლილმა ყლორტმაც. სამარაგო ნივთიერებები უმთავრესად მეორადი ქერქის პარენქიმაში ან მერქანში მოათავსონ. საერთოდ, ძირხვენებს კამბიუმის ერთი შრე აქვთ, თუმცა ზოგჯერ უვითარდებათ კამბიუმის რამოდენიმე შრე (მაგ. ჭარხალი). ჭარხლის ძირხვენის მიკროსკოპული სტრუქტურა მესამეული აგებულების შესანიშნავი მაგალითია. ძირხვენების უმეტესობის მსგავსად, ჭარხალიც ორწლიანი მცენარეა. სიცოცხლის პირველ წელს ძირხვენები უმთავრესად მთავარი ფესვისა და ჰიპოკოტილის ხარჯზე ჩნდება. ფესვის ზედაპირზე გამოჩნდება ძირხვენის თავი, რომელიც ლეზნის ქვეშა მუხლისა და მუხლთშორისის დამოკიდებულების შედეგად იქმნება. ნორჩი ღვივის ფესვი თავდაპირველად პირველადი აგებულებისაა. იგი შეიმჩნევა მაშინ, როცა კარგად ჩანს ფესვის ორსხივიანი სტრუქტურა: პირველადი ქსილემის ორი სხივი და შესაბამისი პირველადი ფლოემის ორი უბანი. სიცოცხლის დაახლოებით 12-15 დღის შემდეგ კი, ნამდვილი ფოთლების გამოსვლის შემდეგ, ყალიბდება და თავის მოქმედებას იწყებს კამბიუმი. მეორად აგებულებას ძალზე მოკლე ხნის ვადა აქვს, ვინაიდან კამბიუმის ჩამოყალიბების დასაწყისშივე მას მოსდევს მესამეული ცვლილებები - მონოკამბიალობიდან პოლიკამბიალობაში გადასვლა.

საბოლოოდ, ცენტრალური ცილინდრის გარეთ იქმნება პარენქიმული უჯრედების საკმაოდ მძლავრი ერთგვაროვანი შრე. ჭარხლის მცენარის სიცოცხლე-განვითარების ციკლი მეორე წელს მთავრდება.

ფესვის სახეცვლილება

- **ძირხვენა** ფესვის და ღეროს ქვედა ნაწილის გამსხვილებაა.



ბოლოკი



კარხალი



სტაფილო



სურათი 21. ფესვის სახეცვლილებები

ფესვისეული გორგლი ხორცოვანი ფესვებისაგან, ძირხვენებისაგან განსხვავებით, წარმოიქმნება არა მცენარის მთავარ ღერძზე, არამედ გვერდით ფესვებზე ჩნდება. ფესვთა გორგლები უვითარდებათ გეორგინას, და სხვა. ფესვთა გორგლებში ინახება ნივთიერებების მარაგი, რის გამოც მიმდინარეობს მათი გასქელება მაგ, მიწავაშლა. მათ არ გააჩნიათ რედუცირებული ქერცლოვანი ფოთლები და უბის ყლორტები. მასაზრდოებელ ფესვებს ძირხვენებს უწოდებენ.

საჰაერო ფესვები. საჰაერო ფესვები ჩვეულებრივ უვითარდებათ ეპიფიტების სახელწოდების მქონე მცენარეებს (სურათი 22). წარმოშობით ეს დანამატი ფესვებია. მათი დანიშნულებაა ტენის შთანთქმა უშუალოდ ჰაერიდან. ამასთან დაკავშირებით, საჰაერო ფესვებს გააჩნიათ სპეციალური შემგუებლობა წყლის ორთქლის კონ-

დენსაციისათვის. საჭაერო ფესვების სახეცვლილებად ითვლება სასუნთქი ორგანოები.



სურათ 22. საჭაერო ფესვები.

საჭაერო ფესვები უმეტესად ჰაერით სუსტად გაჟღენთილი ფესვების მქონე მცენარეებში გვხვდება. ისინი აირის ცვლას უწყობენ ხელს. იშვიათ შემთხვევებში საჭაერო ფესვებს გააჩნიათ ქლოროპლასტები, იღებენ ფოთლის ფორმას და ახდენენ ფოტოსინთეზს მაგ. მონესტეტრა.

მისაკიდი ფესვები უვითარდებათ ლიანა მცენარეებს (სურო), რომლებსაც სუსტად აქვთ განვითარებული მექანიკური ქსოვილი, რითაც ისინი ეკიდებიან სხვადასხვა სახის საყრდენს და ინარჩუნებენ ვერტიკალურ მდგომარეობას.

მისაწოვრები - ჰაუსტორიები. პარაზიტული მცენარეების ფესვთა შემწოვი ორგანოები სახეცვლილებას განიცდიან, ისინი აღწევენ მთავარი მცენარის სხეულში და პლასტიკური ნივთიერებების გარდა, წყალსაც შთანთქავენ, ასეთ მცენარეებს პარაზიტები ეწოდებათ. ჰაუსტორიები კარგად აქვთ განვითარებული - აბრეშუმას, კელაპტარას, ფითრს და სხვა (სურათი 23).



სურათი 23. მისაწოვრები-ფითრი

სასუნთქი ფესვები უვითარდებათ იმ მცენარეებს, რომლებიც იზრდებიან ჭაობიან ადგილებში. მაგ. ჭაობის კვიპაროსი. წყალში ჟანგბადის ნაკლებობის გამო, მათ ფესვები ძირითადად, გვერდით აქვთ ზედაპირზე განვითარებული და ანხორციელებენ სუნთქვის პროცესს.

საბჯენი ფესვები. დამატებითი ფესვების სახით უვითარდება ბევრ ტროპიკულ მცენარეს, ამ ფესვების წყალობით, მცენარე ნიადაგში უფრო კარგად მაგრდება მაგ. სიმინდი.

მ ი კ ო რ ი ზ ა. ფესვთა კვებას მრავალი მცენარე სოკოს ჰიფების მეშვეობით ახორციელებს. იშვიათი როდია შემთხვევა, როდესაც

მცენარე მხოლოდ იმ შემთხვევაში ხარობს, თუ ნიადაგში არსებობს სოკო-სიმბიონტი. თესლის გაღვივების დროს, სოკოს ჰიფების უხვი განვითარებისას, მცენარის ფესვებზე ფესვთა ბუსუსები არ წარმოიქმნება. მათ როლს სოკოს ჰიფები ასრულებენ. ასეთ შემთხვევაში საქმე გვაქვს კომპლექსურ სიმბიონტიკურ ორგანოსთან - სოკოფესვთან, ანუ მიკორიზასთან.

პირველად სოკოფესვი აღმოაჩინა კამენსკიმ (1881), ხოლო ტერმინი „მიკორიზა“ კი შემოიღო ფრანკმა (1885).

არსებობს მიკორიზის შემდეგი ტიპები: ექტოტროფული-გარეგანი, ენდოტროფული-შინაგანი და ექტოენდოტროფული-შინაგანი და გარეგანი. ექტოტროფული მიკორიზის ჰიფები, მხოლოდ გარედან აკრავს ფესვს, რითაც მას ფესვთა ბუსუსების მაგივრობას უწევს. ექტოტროფული მიკორიზა დიდი ხნის წინ იქნა აღმოჩენილი და შესწავლილი მერქნიან მცენარეში: წიფელი, ნაძვი, მუხა და სხვა. ასევე ზოგიერთ სასოფლო-სამეურნეო მცენარეშიც-მაგარი ხორბალი, ჩვეულებრივი სელი და სხვ. სოკოფესვები ვითარდება თესლის გაღვივებისას, ხოლო ბარტყობის დროს, როდესაც აუცილებელია კარგად კვება, მისი ჰიფები დიდ როლს ასრულებენ ფესვში არსებული საკვები ელემენტების ასიმილაციაში. ენდოტროფული მიკორიზის დროს, სოკოს ჰიფები ფესვის შიგნით უჯრედებამდე აღწევენ. ვარაუდობენ, რომ სოკოსიმბიონტები გამოიმუშავენ ფერმენტებს, რომლებიც უჯრედს შიგნით ქმნიან ნივთიერებების მარაგს - ფესვის ორგანულ ნივთიერებებს. ეს ზრდის ფესვთა უჯრედების მიერ ფესვიდან მინერალური ნივთიერებების შთანთქმის უნარს და ხელმისაწვდომს ხდის კვების იმ ელემენტებს, რომლებიც მის ორგანულ ნაერთებშია მოთავსებული.

ზოგიერთ მცენარეებში ვხვდებით ერთდროულად ექტოტროფულ და ენდოტროფულ, ანუ ექტოენდოტროფულ მიკორიზას.

საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ პარკოსანი მცენარეების ფესვთა ქერქის პარენქიმაში ბინადრობენ კოჟრის ბაქტერიები. ისინი პარკოსან მცენარეთა ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან და მათი ფესვზე განვითარება იწვევს ქერქოვანი პარენქიმის უზომო სიმსივ-

ნისებურ ზრდას. ასე წარმოიქმნებიან პარკოსან მცენარეთა ფესვებზე კოჟრები. კოჟრის ბაქტერიებს ძვირფასი თვისება გააჩნიათ, ისინი ატმოსფერულ აზოტს გარდაქმნიან მცენარისათვის შესათვისებელ ფორმად. ორი ორგანიზმის თანაარსებობას, რომელიც სასარგებლოა ორივესთვის -ს ი მ ბ ი ო ზ ი ეწოდება.

გამოანგარიშებულია, რომ 1 ჰა იონჯას ნათესზე კოჟრების ბაქტერიები ითვისებენ 150-200 კგ. თავისუფალ აზოტს, რომლის დიდი ნაწილი რჩება ნაწვერალის ნარჩენებში. ამ შემთხვევაში შეიძლება ვიმსჯელოთ სიმბიოზის შესახებ. ბაქტერია მცენარისაგან იღებს საკვებ ნივთიერებებს, უმთავრესად ნახშირწყლებს და სამაგიეროდ გამოყოფს აზოტოვან ნივთიერებებს. კოჟრის ბაქტერიასა და უმაღლეს მცენარეს შორის სიმბიოზის ხასიათი ყოველთვის მისაღები როდია, ზოგჯერ ვლინდება პარაზიტობის ტენდენციაც. ბორის მიკროელემენტის ნაკლებობისას, კოჟრის ბაქტერია ვერაგ პარაზიტად გვევლინება და მცენარე მისი მსხვერპლი ხდება. მეორეს მხრივ კი პარკოსანი მცენარე ყვავილობისა და მსხმოიარობისას ფოთლისა და ნაყოფის შესაქმნელად იყენებს კოჟრის ბაქტერიების სხეულის ნივთიერებებს.

7.2. ღერო

ღერო მცენარის მიწისზედა ვეგეტატიური ორგანოა, რომლის ძირითადი დანიშნულებაა, საკვები ნივთიერებების ტრანსპორტირება, რომელიც მცენარეში ორი მიმართულებით მიმდინარეობს: 1. ქვემოდან ზემოთ. როცა წყალი და მასში გახსნილი მინერალური მარილები აღმავალი დენის საშუალებით გადაიტანება ფოთლებში. 2. ფოტოსინთეზის შედეგად წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერების ტრანსპორტირება დაღმავალი დენის საშუალებით ზემოდან ქვემოთ, ე.ი. ღერო აკავშირებს მცენარის მიწისქვეშა და მიწისზედა ორგანოებს ერთმანეთთან. ღერო ყველა ფოთლის და გვერდითი ყლორტების სიმძიმის ამტანია. მის პარენქიმაში გროვდება საკვები

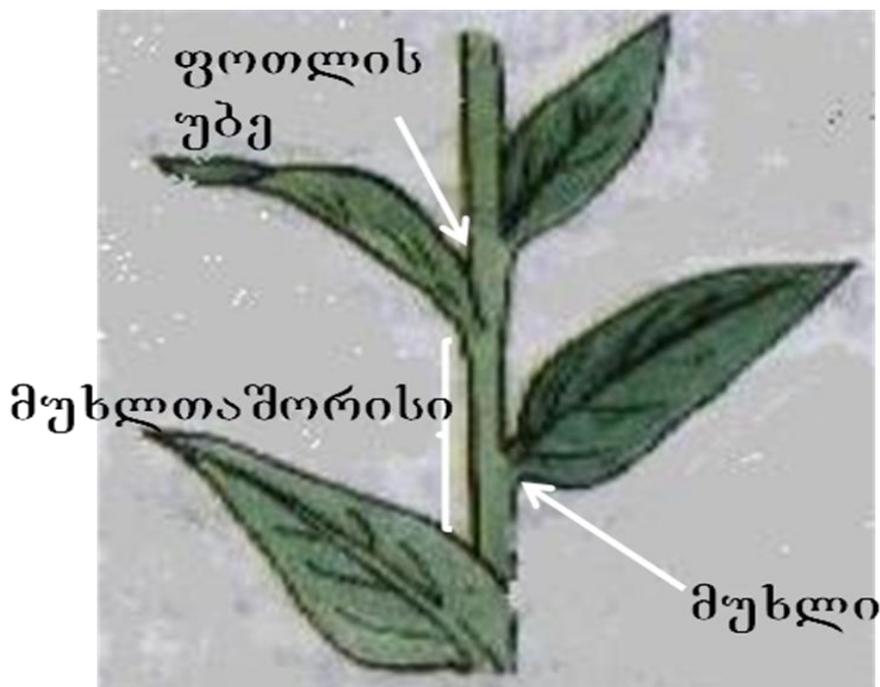
ნივთიერების მარაგი. საცხოვრებელ პირობებთან დაკავშირებით და, რაც მთავარია, მცენარის სიცოცხლის წესის მიხედვით, ღერომ შეიძლება სახე შეიცვალოს და გარდაიქმნას საკვებ ნივთიერებათა მარაგის საწყობად. ბევრ შემთხვევაში მცენარე მრავლდება ღეროს საშუალებით - ვეგეტაციური გზით. ღერო ვითარდება ჩანასახოვანი კვირტიდან, რომელშიც უკვე მოცემულია ჩანასახოვანი ღერო, როგორც ლებნის ზედა, ისე ლებნის ქვედა მუხლის სახით.

მცენარის ახალგაზრდა ღეროს, რომელზედაც კვირტები და ფოთლებია განლაგებული ყლორტი ეწოდება. ყლორტი ვითარდება კვირტიდან და მისი გაშლის შემდეგ განიცდის შეფოთვლას. ღეროზე ფოთლის მიმაგრების ადგილს მ უ ხ ლ ი ეწოდება, ხოლო ორ მუხლს შორის მდებარე ღეროს მონაკვეთს - მუხლთაშორისი. არჩევნ წაგრძელებულ და დამოკლებულ ყლორტებს. თუ მუხლთაშორისები ყლორტზე შემოკლებულია, ფორმირდება მოკლე ყლორტი. მაგ. ხეხილოვანი მცენარეების სანაყოფე ყლორტები, ხოლო თუ მუხლთაშორისები წაგრძელებულია, ყლორტიც შესაბამისად წაგრძელებული იქნება (სურათი 24).

ყველა მცენარისათვის დამახასიათებელია ღერო, რომელიც უმეტეს შემთხვევაში სწორმდგომია. ასეთი ტიპის ღერო უვითარდებათ ხემცენარეებს, ბუჩქებს, ბალახოვან მცენარეებს. მიუხედავად ამისა, გვხვდება ისეთი მცენარეები, რომლებსაც მხოხავი, მცოცავი ან მხვიარა ღერო უვითარდებათ (ლიანები). რომლებსაც სუსტად აქვთ განვითარებული მექანიკური ქსოვილი, რის გამოც ვერ ინარჩუნებენ ვერტიკალურ მდგომარეობას, მათ უვითარდებათ სხვადასხვა სახის სამარჯვეები (ულვაში, პწკალი, მისაკიდი ფესვები), რითაც ეხვევიან და ემაგრებიან საბრჯენს(ვაზი).მცენარეთა უმრავლესობას უვითარდება ცილინდრული ფორმის ღერო(ბალი,ვაშლი,მსხალი), გვხვდება ასევე, წახნაგოვანი, სამწახნაგოვანი (ისლისებრნი), ოთხწახნაგოვანი (კაკტუსები) ღერო და სხვ.

კვირტი. კვირტი შემოკლებული ყლორტის ჩანასახია. კვირტები განსხვავდებიან შინაგანი აგებულებით, წარმოშობით, ზომით, ფორ-

მით, განლაგებით. იგი შედგება მფარავი ქერქლებისა და ჩანასახოვანი ფოთლებისაგან ,რომლრნიც მჭიდროდ ფარავენ ერთი



სურათი 24. ღერო მუხლებით და მუხლთაშორისებით.

მეორეს. მფარავი ქერქლები და ფოთლის ჩანასახები ფარავენ ღეროს ზრდის კონუსს და თვითონაც ფორმირდებიან ამ კონუსის მოქმედების შედეგად. ზრდის კონუსში განლაგებულია აპკალური მერისტემა, რომლის უჯრედების სისტემატიური დაყოფით ღერო იზრდება სისქეში.

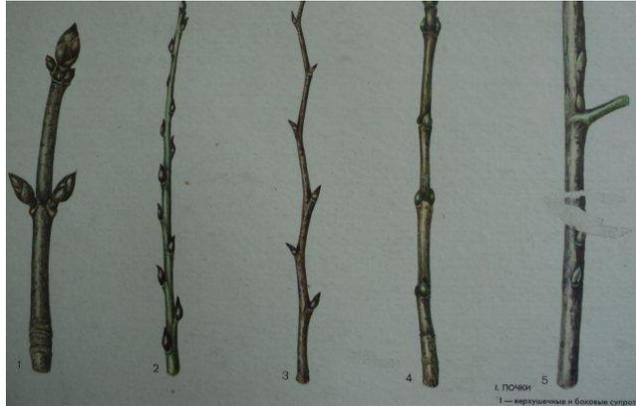
კვირტი შეიძლება იყოს სავეგეტაციო, რომლისაგან ვითარდება ყლორტი; საყვავილე, რომლიდანაც ყვავილი ვითარდება; ჩეკია კვირტები, რომლებიც ხელს უწყობენ ვეგეტაციურ გამრავლებას,

არჩევენ აგრეთვე მოზამთრე, მძინარა და დამატებით კვირტებს. ზოგიერთი კვირტი ღეროს ქვედა ნაწილშია განლაგებული და რამდენიმე წლის მანძილზე არ ვითარდება- მძინარა კვირტები. დამატებითი კვირტები ქმნიან ღეროს ამონაყარს თუ ისინი ღეროზე არიან განლაგებული, ან შეიძლება იყოს ფესვზე (ალუბალი). დამატებითი კვირტები ფესვებზე წარმოიშობიან ენდოგენურად, ხოლო ღეროზე და ფოთლებზე ეგზოგენურად. კვირტები ღეროზე სხვადასხვანაირად ვითარდება. არჩევენ კენწრულს, ანუ აპეკალურ და გვერდით კვირტებს (სურათი 25). კენწრული კვირტების ზრდის შეჩერება იწვევს გვერდითი კვირტების განვითარებას, რაც ხელს უწყობს გაშლილი ვარჯის წარმოქმნას. გვერდითი კვირტები ფოთლის უბეებშია, ამიტომაც, რომ მათ უბის კვირტები ეწოდებათ. შესაბამისად, კუთხეს წარმოქმნილს ყლორტსა და ფოთოლს შორის, ფოთლის უბე ეწოდება. გვერდითი კვირტების დიდი ნაწილი ფორ-მირების მეორე წელს იშლება და წარმოშობს ახალ ყლორტს.



სურათი 25. 1.კვირტის განივი ჭრილი

ყლორტზე კვირტების განლაგება (სურათი 26). შეიძლება იყოს:
 1. მორიგეობითი ანუ სპირალური; მაგ. ვაშლი მსხალი და სხვა.
 2. მოპირდაპირე, მაგ. იასამანი. 3. რგოლური მაგ ხარისთვალა.



სურათი 26. კვირტების განლაგება

კვირტები დიდ როლს ასრულებენ მერქნიანი მცენარეების საცხოვრებელი ადგილის კლიმატურ პირობებთან შეგუებაში. მიწისზედა ნაწილების ზრდის კონუსები მოთავსებულია კვირტებში და დაფარულია კვირტების ქერქლით, მრავალი მცენარის კვირტები დაცულია სხვადასხვა საშუალებით. მეცნიერებმა დაკვირვება მოახდინეს ჭადრის კვირტებზე, რომლებიც თითქმის ყრუდ იყო დაფარული ფოთლის ყუნწებით, ასეთი დაფარვა ღეროს ზრდის წერტილს იცავს არა მარტო სიცივისაგან, სიციხისაგან, აორთქლებისაგან, არამედ დამავადებელი ბაქტერიებისა და სოკოების შეჭრისაგან. ასევე შემჩნეული იყო საინტერესო დამცველობითი შეგუება გლედიჩიაზე, აკაციაზე, სადაც ჯგუფურად, განწყობილი მძინარა კვირტები დაფარულია ფოთლის ბალიშის პერიდერმით ისე, რომ მათ შეუიარაღებელი თვალით ვერ ვამჩნევთ.

ღეროს სასიცოცხლო ფორმები. მცენარეთა მრავალფეროვნება ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ღეროს მიხედვით, მათ შორის სიმაღლით, სისქით, სიგანით, ხნოვანებით და სხვ. არსებობენ მცენა-

რეები, რომელთა ღეროს სიმაღლე მმ. განისაზღვრება, გვხვდება, აგრეთვე მაღალტანიანი მცენარეები, რომელთა ღეროს სიმაღლე 150-300მ-ე აღწევს, ისენი ძირითადად, ტროპიკული ლიანა მცენარეებია, ასევე ევკალიპტი, სექვოია და სხვა. საქართველოში ყველაზე მაღალი ღერო დამახასიათებელია წიწვოვანებისათვის - სოჭი, ნაძვი, ფიჭვი.რომლებიც 50-60 მ-ე იზრდება.საყურადღებოა, აგრეთვე მცენარეთა სიცოცხლის ხანგრძლივობა, ბუნებაში გვხვდება მცენარეები, რომელთა ასაკი 500 წელს აღემატება- ბაობაბი, უთხოვარი 300 წ. წაბლი 100 წლის და სხვ. მცენარის სიცოცხლის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ღეროს აგებულებზე, რომლის მიხედვით მცენარეები იყოფა შემდეგ სასიცოცხლო ფორმებად:

ხ ე ე ბ ი, რომელთაც კარგად უვითარდებათ ღერო და გვერდითი ტოტები, რომლებიც ქმნიან ვარჯს (ვაშლი, მსხალი, მუხა). მათი ღერო 5-6 მ-დან რამდენიმე ათეული მ. სიმაღლემდე ვითარდება. მთავარი ღერო მრავალწლიანია. ბ უ ჩ ქ ე ბ ი - ღეროს სიმაღლე 2-დან 6 -მ. იზრდება, მთავარი ღერო არ აქვთ განვითარებული, მრავალწლიანია-იასამანი, ასკილი, ქაცვი, მოცხარი და სხვა ნ ა ხ ე ვ რ ა დ ბ უ ჩ ქ ე ბ ი ისეთ მცენარეთა ჯგუფს მუეკუთვნებიან, რომელთაც უვითარდებათ 1-3 მ. სიმაღლის ღერო. მათი ქვედა ნაწილი მრავალწლიანია, ხოლო ზედა ერთწლიანი და უხევდებათ (მოცვი). ბ ა ლ ა ხ ე ბ ი - უვი-თარ-დებათ რამდენიმე სმ - დან დაწყებული ერთი მ. სუსტად განუვითარებული უმერქნო ღერო. ბალახები შეიძლება იყოს: ერთ-წლიანები, რომლებიც სასიცოცხლო ციკლს გადიან და ამთავრებენ ერთ სავეგეტაციო პერიოდში;ორწლიანები- ახასიათებთ ვეგეტაციის ორი პერიოდი, პირველ წელს ფესვი და ფოთლების როზეტი უვითარდებათ, მეორე წელს კი ღერო ყვავილებით და თესლებით, მრავალწლიანი - მცენარეები, რომელთაც მიწისქვეშა ფესვები უვითარდებათ, ხოლო მიწის ზევითა ყოველ წელს აახლებენ ვეგეტაციას.

7.2.1. ღეროს დატოტიანება

კენწრული კვირტის განვითარების შედეგად ფორმირდება მთავარი ღერო, ხოლო გვერდითი კვირტებიდან ვითარდება ყლორტების გვერდითი სისტემა. კენწრული და გვერდითი ყლორტების ზრდა - დატოტვის ხასიათი, ერთნაირი ტიპისაა. პირველი რიგის გვერდითი ყლორტები, ფორმირდება მთავარი ყლორტის გვერდითი კვირტებიდან, რომლებიც დასაწყისს ღებულობენ ჩანასახის კვირტიდან. პირველი რიგის გვერდითი ყლორტებიდან ფორმირდებიან მეორე რიგის გვერდითი ყლორტები, მეორე რიგის გვერდით ყლორტებზე ვითარდება მესამე რიგის გვერდითი ყლორტები და ამგვარად, ეს პროცესი მეორდება მრავალჯერ. ბალახოვან მცენარეებში და მერქნიანებში მიწისზედა ნაწილები იტოტებიან იმავე წესით და წარმოშობენ პირველი, მეორე, მესამე და მომდევნო რიგის გვერდით ტოტებს. ბალახოვანი მცენარეების ღერო ზოგჯერ არ იტოტება. დატოტვის მეოხებით მცენარის მიწისზედა ნაწილების საერთო მასა იზრდება. მერქნიან ჯიშებში მიწისზედა ნაწილების დატოტვის შედეგად, წარმოიშობა ვარჯი.

მერქნიან მცენარეებს მიეკუთვნებიან ხეები და ბუჩქები. ხეების ღერო იტოტება მიწის ზედაპირიდან განსაზღვრულ სიმაღლეზე და მის ზედა ნაწილის იმ მონაკვეთს (ასაკით ყველაზე ხნიერს), რომელიც არ იტოტება, ღერო ეწოდება. ბუჩქებს დატოტვა ეწყებათ მიწის პირიდანვე, ამიტომ ღერო არა აქვთ გამოხატული (ანწლი, იაპონური ზღმარტლი, ჯაგრცხილა და სხვა). ღეროს აწვება მიწისზედა ნაწილების მთელი სიმძიმე. ვარჯის ძირითად განტოტვას ქმნის მთავარი ტოტები. ამრიგად, მერქნიან მცენარეებში ვარჯს ქმნის ტოტების და ყლორტების სისტემა. ვარჯს აქვს სხვადასხვანაირი ფორმა. იგი შეიძლება იყოს: სფეროსებრი (ვაშლი, მსხალი, ნეკერჩხალი, თუთა); კონუსისებური (ჭადარი, ვერხვი, წიფელი; პირა-მიდული (კვიპაროსი, ვერხვი და სხვა); გაშლილი (არყი, მტირალა ტირიფი და სხვა). დეკორაციულ მებაღეობაში ხელოვნურადაა მიღებული ხემცენარეთა სხვადასხვა ჯიშის გაშლილი და მტირალა ფორმები.

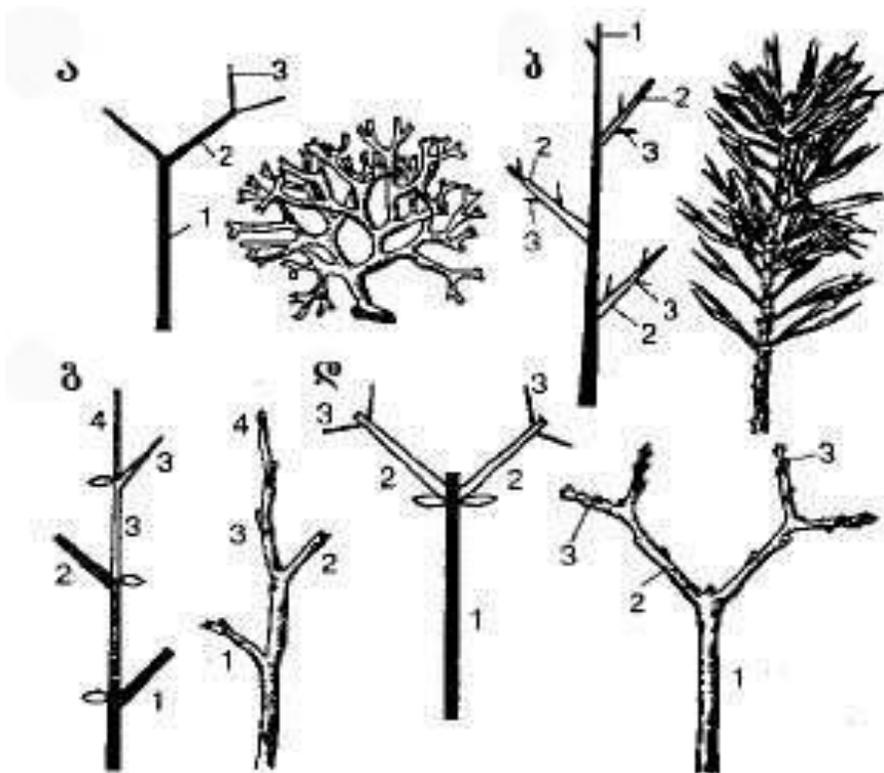
გარეგნულად ისინი მეტად ეფექტურები არიან. გარდა ამისა, დეკორაციული მებაღეობის პრაქტიკაში სხვადასხვა მცენარეების ვარჯხს უქმნიან სხვადასხვა სასურველ ფორმას - ოვალურს და ა.შ. უმაღლეს მცენარეთა ევოლუციაში გამომუშავდა დატოტვის შემდეგი ფორმები:

1. მონოპოდიური, 2. სიმპოდიური, 3. დიქოტომიური, 4. ცრუდიქოტომიური (სურათი 27).

მონოპოდიური დატოტვა. ამ წესით დატოტვისას, კენწრული კვირტი ყოველთვის აქტიურია და აგრძელებს მცენარის მიწისზედა ნაწილის სიმაღლეზე ზრდას, ხოლო მთავარი ღერო გვერდით ყლორტებთან შედარებით ძლიერი იზრდება. ასეთი დატოტვისას წარმოიშობა სიმეტრიული და სწორი, თანაბრად გამსხვილებული ღერო. მონოპოდიურად იტოტებიან შიშველთესლოვანები (ფიჭვი კვიპაროსი, სოჭი, ნაძვი და სხვა) ფარულთესლოვანებში სუფთა, მონოპოდიურად დატოტვა იშვიათად გვხვდება.

სიმპოდიური დატოტვა. დატოტვის ეს წესი მცენარეული სამყაროს ევოლუციაში, საკმაოდ გვიან გამომჟღავნდა. სიმპოდიური დატოტვის საფუძველს შეადგენს დიქოტომიური და მონოპოდიური დატოტვა. დიქოტომიური დატოტვის სიმპოდიურში გადასვლისას ხდება ზრდის კონუსის ერთ-ერთი აპეკალური ინიციალის გადაწევა მეორე აპეკალის მხარეს, რაც წარმოადგენს გადაწეული აპიკალის ზრდაში ჩამორჩენის და მეორე აპეკალის ზრდის გააქტიურების მიზესს. სიგრძეზე აქტიურად მოზარდი აპეკალი ამთავრებს თავის ზრდას ისეთივე დიქოტომიით (დიქოტომიური ორკაპი), არაერთნაირად ფუნქციონირებადი აპეკალებით.

თუ მონოპოდიური დატოტვის წესი შეიცვალა სიმპოდიურით, მაშინ აქტიური ხდება გვერდითი კვირტი, რომელიც მდებარეობს კენწრული კვირტის მეზობლად და თავისი ზრდით თრგუნავს ამ უკანასკნელს. ამის გამო, სიგრძეზე ზრდა გრძელდება არა კენწრულის, არამედ გვერდითი კვირტის მეოხებით. როგორც პირველ, ისე მეორე შემთხვევაში, წარმოიშობა ტოტი, რომელიც შედგება სხვადასხვა რიგის სიმპოდიების თანმიმდევრული მწკრივებისაგან,



სურათი 27. დატოტიანების ტიპები: ა.დიქტომიური (წყალმცენარე დიქტიოტა). ბ.მონოპოდიური (ფიჭვი). გ.სიმპოდიური (იასამანი). დ. ცრუ დიქტომიური. 1-2-3- პირველი, მეორე და მესამე რიგის ღერძები.

რომელიც გარეგნულად მონოპოდიურ ტოტს მოგვაგონებს. სიმპოდიური დატოტვა წარმოიშვა მცენარეული სამყაროს ევოლუციის შედარებით მაღალ საფეხურზე. იგი გვხვდება ფარულთესლოვან მცენარეთა უმრავლესობაში, როგორც ბალახოვნებში, ისე მერქნაანებში. უნდა აღინიშნოს, რომ უმაღლეს მცენარეთა ფილოგენიაში სიმპოდიური დატოტვა სხვადასხვა წარმომადგენელში გამოვლინდა დამოუკიდებლად. სიმპოდიური დატოტვისას მცენარის სიმა-

ლღეზე ზრდა არაა ინტენსიური. ამის მიზეზია ზედა კვირტის მიერ ფუნქციონალური აქტივობის დაკარგვა, რის შედეგადაც ხდება გვერდითი ყლორტების გაძლიერებული ზრდა. გვერდითი კვირტების უმრავლესობა საყვავილეებია. ამასთან დაკავშირებით, სიმპოდიალური დატოტვისას წარმოიშობა ბევრი ნაყოფი და თესლი, რამაც ფარულთესლოვან მცენარეებში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა შთამომავლობის რიცხოვნობრივ გადიდებაში. ფარულთესლოვან მცენარეთა უმრავლესობაში მონოპოდიური და სიმპოდიური დატოტვა კომბინირებულია. მონოპოდიურად დატოტვილი ყლორტები უზრუნველყოფენ ზრდას, ხოლო სიმპოდიურად დატოტვილი ყლორტები იძლევიან ყვავილს, ნაყოფსა და თესლს. ზოგჯერ ფარულთესლოვანი მცენარეები იტოტებიან მხოლოდ სიმპოდიურად. ამ შემთხვევაში ხემცენარეში წარმოიშობა კორძებიანი ღერო და ასიმეტრიული ვარჯი, რაც ემჩნევა რცხილას. კომბინირებული დატოტვა ახასიათებს მსხალს, ვაშლს, ქლიავს, მუხას, ჭადარს და ფარულთესლოვანი მცენარეების მრავალ წარმომადგენელს.

დიქოტომიური დატოტვა. ამ წესით დატოტვისას ყლორტის ზრდა ხორციელდება ორი ერთიმეორის პირდაპირ განლაგებული კენწრული კვირტებით ან ორი გვერდიგვერდ მყოფი ზრდის კონუსის ორი ინიციალით, რომლებიც ერთნაირი სისწრაფით იზრდებიან საწინააღმდეგო მიმართულებით-ორთითასებურად. დიქოტომიური დატოტვა მეტად ძველი წესია. ასეთი გვხვდება ხავსებში (ღვიძლის ხავსი)ლიკოპოდიუმებში, ბევრ გვიმრანაირებში და ზოგიერთ შიშველთესლოვანებში.

ცრუ დიქოტომიური დატოტვა. სიმპოდიური დატოტვის განსაკუთრებული ფორმაა. ასეთი დატოტვა გვხვდება ზოგიერთ ფარულთესლოვან მცენარეში, როცა აპეკალური წერტილი კვდება, ან უბრალოდ არ ვითარდება, ხოლო ზრდას კი აგრძელებს ორი გვერდითი კვირტი, რომლებიც განლაგებული არიან მოპირდაპირედ, კენწრული კვირტის ქვემოთ. ცრუ დიქოტომიური დატოტვის დროსაც მიიღება ორთითასებურობა, მსგავსი დატოტვა გვხვდება ბევრ მიხაკისებრში, იასამანში, ცხენის წაბლში, ფითრში და სხვა.

7.2.2. ღეროს ანატომიური აგებულება

ღერო ანატომიურად ყველაზე რთული ორგანოა, რომელიც მთლიანად შეესაბამება მის მიერ შესრულებულ ფიზიოლოგიურ ფუნქციას, კერძოდ წყლისა და მასში გახსნილი მინერალური მარილების გატარებით ქვემოდან ზემოთ და ზემოდან ქვემოთ ორგანული ნივთიერებების გადაადგილებას. სხვადასხვა სტრუქტურის, ძლიერი მექანიკური ქსოვილების საშუალებით ღერო იტანს გვერდითი განშტოებების და ფოთლების უდიდეს სიმძიმეს. ღეროს სხვადასხვა ნაწილში კარგად განვითარებული პარენქიმა აკავშირებს სხვადასხვა ქსოვილის ჰისტოლოგიურ ელემენტებს და ამით აყალიბებს მცენარის სხეულს. მცენარის სხეულში ჭურჭელობოჭკოვანი კონები განლაგებულია სხვადასხვანაირად და ქმნიან სხვადასხვანაირი აგებულების ღეროს „ჩონჩხს“. ღერო ვითარდება ჩანასახის კვირტიდან. განვითარების პირველ პერიოდში ფორმირდება ღეროს პირველადი სტრუქტურა, რომელშიც შიშველთესლოვანებში და ორლებნიანებში იცვლება მეორადი სტრუქტურით, ერთლებნიან მცენარეებში, მერქნიანი ფორმების გამოკლებით. ღეროს პირველადი სტრუქტურა ინახება მცენარის სიცოცხლის ბოლომდე. რაც შეეხება ერთლებნიან მერქნიან მცენარეებს, მათი პირველადი სტრუქტურა ყოველთვის გამოირჩევა მეორადი ცვლილებების დაწყების მიუხედავად, მაშასადამე ღეროს ანატომიური აგებულება განსხვავებულია ერთლებნიან და ორლებნიან მცენარეებში. ასევე განსხვავებულია მისი აგებულება ბალახოვან და მერქნიან მცენარეებში. ღეროს ანატომიური სტრუქტურა სიცოცხლის მთელ მანძილზე იცვლება მცენარის ხნოვანებასთან დაკავშირებით.

7.2.3. ღეროს ზრდის კონუსი

ღეროს წვერში ვითარდება კენწრული კვირტი, რომელიც შედგება ზრდის კონუსისაგან და ჯერ კიდევ განუვითარებელი ფოთლები-საგანაა დაფარული. ზრდის კონუსი ზრდის წერტილით ბოლოვდება, ხოლო მის ქვემოთ იწყება ღეროს დიფერენცირებული ნაწილი, რომელზედაც ბორცვების სახით ფოთლებია ჩასახული. ზრდის კონუსის ბორცვებს, რომლებიც ფოთლებს წარმოშობენ, ეწოდებათ პირველადი ბორცვები, როცა ამ პირველადი ბორცვებიდან ვითარდება ფოთლის ფირფიტები, მათ უბეებში ხდება მეორადი, ანუ საკვირტე ბორცვების ჩასახვა. ზრდის კონუსის მეორადი ბორცვებიდან წარმოიშობა კვირტები, რომლებიც მომავალში დასაწყისს აძლევენ გვერდით ყლორტებს. ფოთლების ფორმირება, საკვირტე ბორცვების ჩასახვა, და ბოლოს, გვერდითი ყლორტების განვითარება, ერთი მეორესთან მჭიდროდაა დაკავშირებული და წარმოადგენს ზრდისა და განვითარების ერთიან პროცესს. ორლებნიან მცენარეთა მერისტემებს, რომლებიც ამ ორ ორგანოს აყალიბებენ, ერთი და იგივე გენეზისი აქვთ. ბევრ მარცვლოვანებში და სხვა ერთლებნიანებში მითითებული კავშირი ფოთლის და გვერდითი ყლორტის ფორმირებას შორის წაშლილია. ამ ჯგუფის მცენარეებში ზრდის კონუსზე კარგადაა განვითარებული საფოთლე ბორცვები, ღეროსა და ფესვის ზრდის კონუსებში უჯრედების ზონები კარგად განირჩევიან.

ზრდის კონუსის უჯრედების პერიფერიულ ზონას დერმატოგენი ეწოდება. დერმატოგენისაგან ხდება ღეროსა და ფესვის მფარავი ქსოვილის ფორმირება. დერმატოგენის ქვეშ არის რამოდენიმე წყება უჯრედებისაგან შემდგარი პერიბლემა, რომელიც წარმოშობს ღერძითი ორგანოს პირველად ქერქს. პერიბლემის ქვეშ, ზრდის კონუსის უჯრედების ცენტრალური ნაწილი ქმნის პლერომას, რომლის უჯრედების დაყოფის მეოხებით ღეროსა და ფესვის ცენტრალური

ცილინდრი ყალიბდება, სადაც ძირითად ქსოვილში პროკამბიუმის დიფერენციაცია ხდება, ეს უკანასკნელი კი საწყისს აძლევს გამტარ სისტემას.

7.2.4. ღეროს პირველადი აგებულება

პირველადი აგებულების ღერო ყოველთვის დაფარულია ეპიდერმისით. ფოთლის ეპიდერმისისაგან განსხვავებით, ღეროს ეპიდერმისის უჯრედები ნაკლებხვეულია და წაგრძელებას განიცდიან ღეროს გასწვრივ მიმართულებით. ბევრ მცენარეს ღეროზე აქვს ნორჩი ბუსუსები, მარტივი და ჯირკვლოვანი, რომლებიც კვირტების გაშლისას ცვივიან. ეპიდერმისის ქვეშ დიფერენცირდება პირველადი ქერქი, რომლის შიგნითა საზღვარს, ისე როგორც ფესვში, შეადგენს ენდოდერმის რგოლი. ღეროში ბევრ შემთხვევაში ენდოდერმა წარმოადგენს სახამებლის სათავსს, იგი შედგება ერთი წყება უჯრედებისაგან, რომელიც შეიცავს ბევრ ადვილად მოძრავ სახამებლის მარცვლებს.

ღეროში ტიპიური ენდოდერმა კასპარის ლაქებით იშვიათად გვხვდება. ენდოდერმა ნალისებური გასქელებებით ძალიან ხშირადაა ღეროს სახეცვლილებებში - ფესურებში. ზოგჯერ ენდოდერმის უჯრედები გარეგნულად არ განსხვავდებიან პირველადი ქერქის დანარჩენი პარენქიმული უჯრედებისაგან, ისინი არ დიფერენცირდებიან სახამებლის შემცველ უჯრედებად და მათი გარსი არ განიცდის ნალისებურ გასქელებას. ქერქის ეპიდერმისის ქვეშ პარენქიმული უჯრედები ხშირად გარდაიქმნიებიან ხოლმე კოლენქიმად. ასეთი გარდაქმნა ხდება ეპიდერმისის ქვეშ პარენქიმული უჯრედების გარსის გასქელების შედეგად. მომრგვალო ღეროებში კოლენქიმა იკავებს რგოლურ მდებარეობას, დაკუთხულ და წახნაგოვან ღეროებში კი განლაგებულია ღეროს გვერდებსა და კუთხეებში. ზოგჯერ პირველად ქერქში ყალიბდება გამონაყოფების სათავსები ში-

ნაგანი ჯირკვლების სახით ან ცალკეული უჯრედების იდიობლასტების სახით.

ამგვარად პირველადი ქერქის გარეთა საზღვარს შეადგენს ეპიდერმისი, შინაგანი-ენდოდერმა, რომელთა შორის დიფერენცირდება ქერქის პარენქიმა.

ცენტრალური ცილინდრის გარეთა საზღვარს წარმოადგენს პერიციკლი, რომელიც განვითარებულია ენდოდერმის ქვეშ. უმეტეს შემთხვევაში პერიციკლი ერთშრიანია, მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში იგი შედგება რამოდენიმე წყება უჯრედებისაგან. როგორც მითითებული იყო პერიციკლი ეკუთვნის პირველად მერისტემებს. ღეროში ჩვეულებრივად პერიციკლიდან წარმოიშობა მექანიკური ბოჭკოები, რომელთაც პერიციკლური ბოჭკოები ეწოდებათ. ეს ბოჭკოები პერიციკლთან ერთად შეადგენს ცენტრალური ცილინდრის გარეთა საზღვარს. პერიციკლური ბოჭკოები ზოგჯერ მთლიან რგოლს ქმნიან ან განლაგდებიან გამტარი კონების მოპირდაპირედ და გარდაიქმნიებიან მათ მექანიკურ შემონაფენად და თანაც ამ შემთხვევაში, გახევებას განიცდიან. გაუხევებელი ლაფნის ბოჭკოები ბევრ სართავ კულტურაში პერიციკლური წარმოშობისანი არიან.

ცენტრალურ ცილინდრში ყალიბდებიან ჭურჭელბოჭკოვანი კონები და გულგული, რომელიც შედგება ფაშრად განლაგებული პარენქიმული უჯრედებისაგან. ხანში შესვლისას ბევრ მცენარეში გულგულის უჯრედები იღუპებიან, რის შედეგად ღეროს ცენტრში წარმოიშობა ღრუ, რომელიც ამოვსებულია ჰაერით ან წყლით.

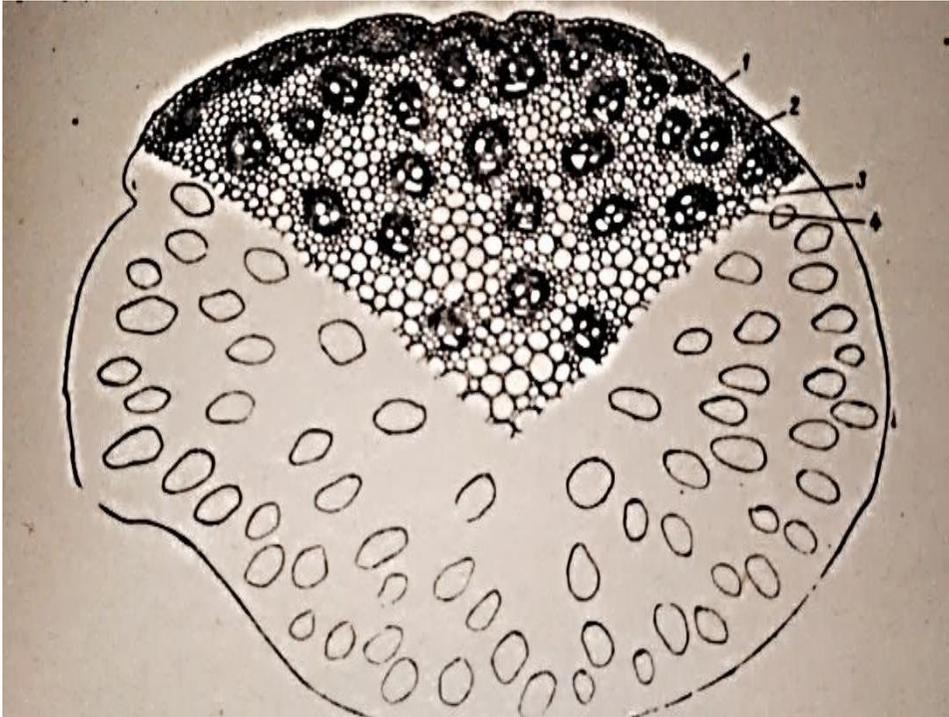
ერთლებნიან მცენარეებში პერიციკლი, როგორც ჩანს, განსაკუთრებულ როლს არ ასრულებს, ხშირად არც არსებობს და ღეროში, იშვიათი გამონაკლისის გარდა, არ არის მკვეთრი საზღვარი ქერქისა და ცენტრალური ცილინდრის ნაწილებს შორის.

7.2.5. ერთლებნიანი მცენარის ღეროს ანატომიური აგებულება

ერთლებნიანებს მიეკუთვნებიან მარცვლოვანები, შრომანასებრნი, ამარილისებრნი, მერქნოვანებიდან - პალმები და სხვა. ერთლებნიანი მცენარეების ღეროს აგებულება პირველადია, მათთვის დამახასიათებელია დახურული ჭურჭელბოჭკოვანი კონები, რომელთაც არ გააჩნიათ კამბიუმი, აქედან გამომდინარე, მათი ღერო არ იზრდება სისქეში, სხვადასხვა ერთლებნიანის ღეროებს აქვთ კონებრივი აგებულება.

ერთლებნიანი მცენარის ღეროს აგებულება განვიხილოთ სიმინდის მაგალითზე (სურათი 28). სიმინდის ღერო შედგება მუხლებისა და მუხლთშორისებისაგან, მუხლთშორისები ამოვსებულია ფაშარი პარენქიმით. ღეროს განივ ჭრილზე გამოისახება ეპიდერმისი, მექანიკური, ძირითადი და გამტარი ქსოვილის ჭურჭელბოჭკოვანი კონები, პარენქიმა. აქ მკვეთრად არის გამოხატული ორი ნაწილი: ქერქი და ცენტრალური ცილინდრი. ქერქის განივ ჭრილზე ვიწრო ზოლად ჩანს ეპიდერმისი, ხოლო მექანიკური ქსოვილის რგოლი და ლაფნის ელემენტები ქმნიან პირველად ქერქს. ყველა ერთლებნიანი ბალახოვანი მცენარის ღერო მოკლებულია კოლენქიმას. ქერქის პარენქიმა შიგნითა მხარეთი ეყრდნობა მექანიკური ბოჭკოების მრავალშრიან პერიციკლურ რგოლს. მცირე სიდიდის ჭურჭელბოჭკოვანი კონები განლაგებული არიან მექანიკური ქსოვილის რგოლში. ეპიდერმისი შედგება ერთწყებად განლაგებული მოგრძო ფორმის უჯრედებისაგან. ახალგაზრდა ღეროს ეპიდერმისის ქვეშ განლაგებულია ქლორენქიმა და მექანიკური ქსოვილი. ღეროს ცენტრალურ ნაწილში არის ძირითადი ქსოვილი, რომელიც სხვადასხვა ზომის უჯრედებისაგან შედგება.

პერიფერიულ ნაწილში უჯრედები შედარებით პატარა ზომის



სურათი 28. სიმინდის ღეროს განივი ჭრილი. 1.ეპიდერმისი; 2.მექანიკური ქსოვილის რგოლი; 3.ჭურჭელბოჭკოვანი კონა; 4.პარენქიმა.

გვხვდება, ხოლო ცენტრისაკენ მათი ზომა მატულობს და გააჩნიათ დიდი უჯრედშორისები. ძირითად ქსოვილში განლაგებულია გამტარი კონები, რომლებიც დახურულია და შედგება ფლოემისა და ქსილემისაგან. ფლოემაში საცრიანი მილები და თანამგზავრი უჯრედები განლაგებულია რეგულარულად: განივ ჭრილზე ჩანს, რომ ერთსაცრიანი მილი კონტაქტშია ოთხ თანამგზავრ უჯრედთან. ზოგიერთ მარცვლოვანებში გვხვდება ღრუ ღერო (ხორბალი) ასეთ ღეროში კონები გამნლაგებულია ორ-სამ რიგად, ხოლო გარეთა

ჭურჭელბოჭკოვანი კონები განლაგებულია ეპიდერმისის ქვეშ სკლერენქიმული უჯრედების ნაწილში.

განსხვავებას ვხვდებით მერქნიან ერთლებნიანებში (პალმა) მათში კამბიუმის არსებობის მიუხედავად, ხდება მეორადი გამსხვილება რგოლის ხარჯზე. ამ რგოლის უჯრედები აქტიურად იყოფიან. გამსხვილებულ რგოლში ზოგ ადგილას მერისტემული უჯრედების რაოდენობა იზრდება და გამსხვილების რგოლის ეს ნაწილები ყალიბდებიან ჭურჭელბოჭკოვან კონებად.

7.2.6. ორლებნიან მცენარეთა ღეროს ანატომიური აგებულება

ორლებნიან მცენარეებში მეორადი მერისტემების და ინტენსიურად ფორმირებული მეორადი სტრუქტურების ჩამოყალიბება ხდება ადრე. ორლებლიანი მცენარეების ღეროში მეორადი ცვლილებები იწყება კამბიუმის დიფერენცირებასთან ერთად. მერქნიანებში ეს პროცესი ხდება ისე ჩქარა, რომ ახლადგამოშლილ ყლორტში მეტად ძნელდება პირველადი წარმოშობის სტრუქტურული ელემენტების გარჩევა. ბალახოვან მცენარეებში პირიქით, მიუხედავად მეორადი ცვლილებების ნაადრევად ჩამოყალიბებისა, პირველადი აგებულების ჰისტოლოგიური ელემენტები ხანგრძლივად ინახება. ბალახოვან მცენარეებში ტიპური პირველადი აგებულება შეიძლება შევამჩნიოთ კვირტში, რომელიც მზადაა გასაშლელად, კვირტის გაშლის დასაწყისშივე წარმოიშვება კამბიუმი, რომელიც პირველსავე ეტაპზე აქტიურად მოქმედებს და წარმოშობს მეორად ელემენტებს.

ორლებნიანების ღეროს ტიპურ პირველად აგებულებაში ჩანს კამბიუმი, რომელიც იწყებს დიფერენცირებას კონათაშორის პარენქიმული უჯრედებიდან და ნაწილობრივ ფლოემასა და ქსილემას შორის შემონახული პროკამბიალური უჯრედებიდან. კონათაშორის პროკამბიალური უჯრედების ფენები დასაწყისს აძლევენ კონის

კამბიუმს, ხოლო აქტივიზებული კონათაშორისი პარენქიმული უჯრედები - კონათაშორის კამბიუმს. შემდგომში კონისა და კონათაშორისი კამბიუმები ერთდებიან და წარმოშობენ ღეროს კამბიალურ რგოლს. კამბიუმის მოქმედება ხორციელდება შემდეგი წესით: კამბიუმის უჯრედები პერიფერიისაკენ გამოყოფენ მეორადი ფლოემის ელემენტებს, ცენტრისაკენ - მეორადი ქსილემის ელემენტებს. ერთდროულად ალაგ-ალაგ წარმოიშობა ქერქის მეორადი პარენქიმა, ფლოემის მეორადი ბოჭკოებიც სხვადასხვა მცენარეში სხვადასხვანაირად ყალიბდება.

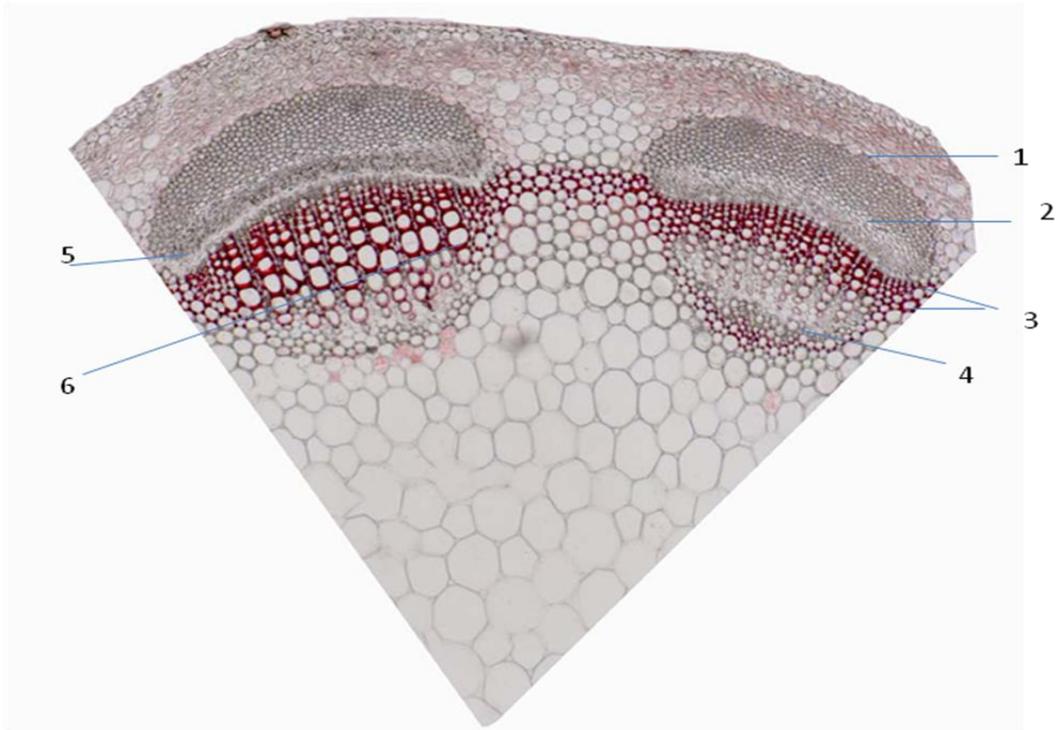
პროკამბიალური კონები წარმოიშობიან ორი სხვადასხვა ფორმით და ამასთან დაკავშირებით ყალიბდება ღეროს სხვადასხვა ტიპები. მერქნიან მცენარეთა უმეტესობაში პროკამბიუმი ფორმირდება მთლიანი რგოლის სახით. ასეთი პროკამბიალური რგოლიდან ყალიბდება ფლოემისა და ქსილემის მთლიანი რგოლი, თანაც ფლოემა განლაგდება ღეროს პერიფერიული ნაწილისაკენ, ხოლო ქსილემა ცენტრისაკენ. ფლოემასა და ქსილემას შორის შენარჩუნებულია პროკამბიალური უჯრედების ზოლი, რომელიც საწყისს აძლევს კამბიალური რგოლის წარმომშობ კამბიალურსავე უჯრედებს. ასე ფორმირდება არაკონებრივი აგებულების ღერო.

სხვა მცენარეებში ღეროს ზრდის კონუსში პროკამბიალური კონების ჩასახვა ხდება არა მთლიანი რგოლის სახით, არამედ წყვეტილად. ამ შემთხვევაში თითოეული პროკამბიალური კონა წარმოშობს დამოუკიდებელ ჭურჭელბოჭკოვან კონას, რომელშიც ფლოემას და ქსილემას შორის იმყოფება პროკამბიალური უჯრედების ზოლი. ასე ყალიბდება კონებრივი აგებულების ღერო. ასეთ ღეროებში კამბიალური რგოლის წარმოშობა ხდება კონათაშორისი და კონის კამბიუმის შეერთებით. კონის კამბიუმი წარმოიშობა კონის ფლოემასა და ქსილემას შორის შემორჩენილი აქტიური პროკამბიალური უჯრედებისაგან. კონათაშორისი კამბიუმი კი წარმოიშობა გულგულის სხივების პარენქიმული უჯრედების ზოლებიდან. გულგულის სხივს უწოდებენ პარენქიმული უჯრედების უბანს, რომელიც განლაგებულია ორ მეზობელ კონას შორის.

7.2.7. ორლებნიანი ბალახოვანი მცენარეების ღეროს ანატომიური აგებულება

როგორც ორლებნიანების, ისე ერთლებნიანების ღეროს ბალახოვანი მცენარეების თავისებურება გამოიხატება იმაში, რომ მათ პარენქიმული ქსოვილები გაძლიერებულად უვითარდებათ. პარენქიმა განვითარებული აქვთ გულგულში, ქერქში და გულგულის სხივებში. ორლებნიანი ბალახოვანი და მერქნიანი მცენარეების ღერო სიცოცხლის პირველი წლის პერიოდში არ განსხვავდებიან ერთლებნიანი მცენარეებისაგან, რადგან მათაც ახასიათებთ დახურული კონები, ხოლო სიცოცხლის პირველი წლის ბოლოს, ორლებნიანი მცენარის ღერო განიცდის ცვლილებებს, რომელიც მეორადი წარმოშობის ქსოვილით, ანუ კამბიუმით არის გამოწვეული. ორლებნიანი ბალახოვანი მცენარის მეორადი აგებულება განსხვავდება მისი პირველადი აგებულებისაგან. მეორადი ცვლილებები ღეროში თავს იჩენს კამბიუმის რგოლის მოქმედების დასაწყისშივე, რის გამოც ღერო მსხვილდება და ჭურჭელბოჭკოვანი კონების განლაგება ხდება გარკვეული კანონზომიერებით. ორლებნიანი მცენარეების ღეროს აგებულება განვიხილოთ სამყურას ღეროს განივი ჭრილის მაგალითზე (სურათი 29). ახალგაზრდა ღეროზე ეპიდერმისი დაფარულია კუტიკულის თხელი ფენით, ქვეშ განლაგებულია ქერქის თხელგარსიანი პარენქიმა, მისი უჯრედები წაგრძელებულია, რაც წარმოადგენს ღეროს გასქელებისა და ჰორიზონტალური მიმართულებით გაჭიმვის შედეგს. სურათზე კარგად ჩანს. პირველადი და მეორადი ფლოემა, მეორადი და პირველადი ქსილემა, კონის კამბიუმი და კონათაშორის კამბიუმი. ეპიდერმისის ქვეშ რგოლურად განლაგებულია პირველადი ქერქი, რომელიც შედგება კოლენქიმისა და პარენქიმისაგან, პარენქიმულ უჯრედებში დიდი რაოდენობითაა ქლოროფილის მარცვლები, ამიტომ ღერო არის მწვანე ფერის და მასში მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი. პირველადი ქერქის შიგნით განლაგებულია მექანიკური ქსოვილი - სკლერენქ-

ქიმა, ლაფნის ბოჭკოები და სკლერენქიმა ქმნიან ენდოდერმას. ენდოდერმის შიგნით ღეროს მთავარ ნაწილში განლაგებულია ცენტრალური ცილინდრი, რომელიც გარედან დაფარულია პერიციკლით და შედგება ერთ ან ორ რიგად განლაგებული პარენქიმული უჯრედებისაგან.



სურათი 29. სამყურას ღეროს განივი ჭრილი
 1.პირველადი ფლოემა, 2. მეორადი ფლოემა, 3.მეორადი ქსილემა, 4.პირველადი ქსილემა, 5.კონის კამბიუმი, 6.კონათაშორის კამბიუმი.

პერიციკლი არის წარმომშობი ქსოვილი და ქმნის პირველადი ლაფნის ბოჭკოებს. ცენტრალური ცილინდრის შუა ნაწილი ამოვსებულია ძირითადი ქსოვილის პარენქიმუკული უჯრედებით, რომლებიც ქმნიან გულგულს. გულგულის უჯრედები დროთა განმავლობაში

ვლობაში ჰაერით ივსებიან, რის გამოც გულგული მთელი სიცოცხლის მანძილზე ცოცხალია, ხოლო ზოგიერთი მცენარის მუხლთშორისებში იგი ჩაიშლება და ღეროს უჩნდება ღრუ.

ცენტრალური ცილინდრის ძირითადი ელემენტებია -ჭურჭელ-ბოჭკოვანი კონები, რომლებიც ოვალური ფორმის არიან. თითოეული კონა შედგება ფლოემისგან და ქსილემისაგან, მათ შორის განლაგებულია ვიწრო ზოლად წარმომშობი ქსოვილის უჯრედები. რომელსაც კონათა კამბიუმს უწოდებენ. დროთა განმავლობაში პარენქიმისაგან წარმოიქმნება მეორადი წარმომშობის ქსოვილის უჯრედები, რომლებიც კონათა კამბიუმს შორის მდებარეობს და მათ კონათაშორის კამბიუმს უწოდებენ. კონათა და კონათაშორისი კამბიუმი უერთდება ერთმანეთს და წარმოიქმნება კამბიალური რგოლი, რომელიც ხელს უწყობს ღეროს სისქეში ზრდას.

კამბიალური რგოლის უჯრედების დაყოფის შედეგად წარმოიქმნება ახალგაზრდა უჯრედები, შემდეგ ვითარდება მეორადი ქსილემა და მეორადი ფლოემა.

7.2.8. მერქნიან მცენარეთა ღეროს ანატომიური აგებულება

მერქნიან მცენარეთა ღეროს ანატომია მნიშვნელოვნად განსხვავდება ბალახოვანი ღეროსაგან მრავალი სტრუქტურული თავისებურებებით, რაც გამოიხატება მათი ბიოლოგიური თავისებურებებით, პირველ რიგში კი მერქნიანი და ბალახოვანი მცენარეების ღეროს ფუნქციონალური მოქმედებით. მერქნიანი მცენარეების ღეროს მრავალი წლის განმავლობაში აწვება უდიდესი სიმძიმე. მიწისზედა ორგანოების სახით. მათი მთავარი განსხვავება მდგომარეობს სწორედ იმაში, რომ მერქნიანებში გვხვდება ძლიერი გახევება და მექანიკური ქსოვილების მძლავრი განვითარება. მერქნიან მცენარეებს მიეკუთვნებიან წიწვიანები, ორლებნიანებისა და ერთლებნიანების წარმომადგენლები.

ღეროს ანატომიურ აგებულებაში წიწვიანებსა და სხვა მერქნიან მცენარეებს შორის ბევრი მსგავსებაა. მათ აქვთ ღეროს მეორადი აგებულება. მთავარი სტრუქტურული ელემენტი - კამბიუმი, რომელიც ფლოემისა და ქსილემის ელემენტებს წარმოშობს. კამბიუმის მთავარ ფუნქციას შეადგენს, მძლავრი მერქნის ფორმირება. კამბიუმი არეგულირებს ღეროს გამსხვილებას. ერთლებნიან მერქნიანებში (პალმა) ღეროში კამბიუმი არ ვითარდება, ხოლო გამტარი კონები დახურულია.

ორლებნიანი მერქნიანი მცენარეების ღეროს აგებულება. ბალახოვანი ორლებნიანი მცენარეებისაგან განსხვავებით მერქნიანების ღეროში მეორადი ცვლილებები იწყება ადრეული პერიოდიდან. ეს ცვლილებები გამოწვეულია კამბიუმის ზეგავლენით, რაც იწვევს სტრუქტურის თავისებურებას. ორლებნიანი მერქნიანი მცენარის ღეროს ანატომიური აგებულება განვიხილოთ ცაცხვის მაგალითზე (სურათი 30). განივ ჭრილში კარგად ჩანს გარეთა შრე პერიდერმა, პერიდერმის ზედაპირზე შეიძლება შევამჩნიოთ მკვდარი ეპიდერმისის ნარჩენები, შემდეგ მეორადი ქერქის პარენქიმა, ლაფანი, სხივი. რბილი ლაფანი, მკვრივი ლაფანი, კამბიუმი, მერქნის სხივი, გაზაფხულის მერქანი, შემოდგომის მერქანი, პირველადი ქსილემა, წრიული რგოლები, პერიმედულური ზონა, და ბოლოს, გულგული. რაც შეეხება პერიციკლურ ბოჭკოებს და ზოგჯერ სახამებლოვან შრეს ეს პირველადი წარმოშობის სტრუქტურული ელემენტები შემდგომ მეორად ელემენტებში იშლებიან .

ქერქი. ქერქის გარეთა შრეს მეორადი სტრუქტურის ფორმირების დასაწყისში პერიდერმა წარმოადგენს, რომელიც უმეტეს მერქნიანში დროთა განმავლობაში ფუტის ფენად გარდაიქმნება. პერიდერმის ქვეშ განლაგებულია ქერქის პარენქიმა. პერიციკლური ბოჭკოების არსებობის დროს, ქერქის შიგნითა საზღვარს შეადგენს პირველადი წვრილუჯრედოვანი პარენქიმა, რომელიც ფლოემის გარეთა ფენას ეკვრის.

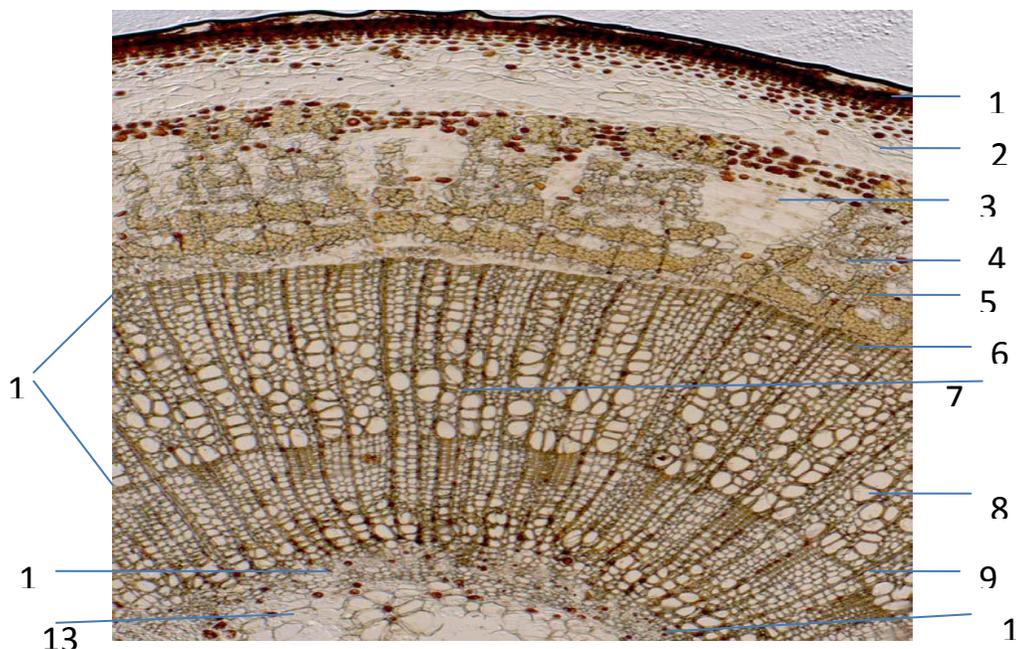
პირველადი ქერქი მდებარეობს, უშუალოდ მფარავი ქსოვილის შემდეგ, ეს მექანიკური ქსოვილის ფირფიტოვანი კოლენქიმის ცოცხალი უჯრედებია, ისინი შეიცავენ - პროტოპლასტს.

მეორადი ქერქი - ლაფანი სკლერენქიმის ტიპური უჯრედია. სკლერენქიმული ბიჭკოების განლაგებით განისაზღვრება მათი პერიციკლური წარმომავლობა და სახელწოდება პერიციკლური - ლაფნის ბოჭკოები. მეორეული ქერქი კარგად არის გამოხატული ცაცხვის ღეროში.

პერიდერმა - განსხვავებულია სახეობების მიხედვით. პირველადი მფარავი ქსოვილი დიდხანს ვერ ინარჩუნებს მოქმედების უნარს, მეორეული ნამატის ზეგავლენით ხდება კანის დაშლა და მისი შეცვლა მეორეული მფარავი ქსოვილით - კორპით, რომელც შედგება თხელგარსიანი უჯრედებისაგან და მონაცვლეობენ და გარდაიქმნებიან სქელგარსიანებად. კორპის ცოცხალი შინაგანი შემცველობა ადრე კვდება და უჯრედები ჰაერით ივსება, ხანდახან ჩნდება მარცვლოვანი შიგთავსი, ასევე მთრიმლავი ნივთიერებების პროდუქტები, ფისები და სხვა. ზოგიერთი მცენარის ღერო, მრავალი წლის განმავლობაში დაფარულია გლუვი პერიდერმით. კორპის უჯრედების გარსი გაჟღენთილია სუბერინით, რომელიც სუსტად ატარებს წყალს და ჰაერს, ამიტომ კორპი კარგად იცავს ღეროს და ტოტებს ზედმეტი წყლის აორთქლებისა და ტემპერატურის მკვეთრი ცვლილებებისაგან.

ფუტი. ქსოვილები, რომლებიც პირველი პერიდერმის გარეთ იმყოფებიან, რჩება წყლისა და მასში გახსნილი ნივთიერებების მომარაგების და ჰაერის გარეშე, რის შედეგად ცოცხალი ქსოვილების უბნები კვდებიან. ორგანოს ზედაპირზე წარმოიქმნება ფუტი ლაფნისა და პერიდერმის შემცველი მკვდარი ქსოვილების კომპლექსი (ვაზი, მსხალი, ვაშლი, რცხილა და სხვ.). ფუტს აქვს მცენარეებისათვის გარკვეული მნიშვნელობა, იგი იცავს ლაფანსა და კამბიუმს მზისაგან, ხანძრისაგან და სხვ.

ფლოემა. ორლებნიან ფოთლოვან მერქნიან სახეობებსა და წიწვიანებს შორის ფლოემაში განსხვავება უფრო მნიშვნელოვანია. წიწვიანების ფლოემაში არაა თანამგზავრი უჯრედები. მეორადი ფლოემის ძირითადი ელემენტებია საცრიანი მილები. განივ ჭრილზე საცრიანი მილები განლაგებულია თითქმის განივად, ხოლო სიგრძივზე კი ქმნიან სწორ რიგებს. საცრიანი მილების სიგრძე ასჯერ



სურათი 30. ცაცხვის ღეროს განივი ჭრილი. 1.პერიდერმა. 2.მეორადი ქერქის პარენქიმა. 3.ლაფნის სხივი, 4.რბილი ლაფანი, 5.მკვრივი ლაფანი, 6.კამბიუმი, 7.მერქნის სხივი, 8.გაზაფხულის მერქანი, 9.შემოდგომის მერქანი, 10.პირველადი ქსილემა. 11.წრიული რგოლები, 12.პერიმედულური ზონა. 13.გულგული.

აღმატება სიგანეს, მათი ბოლოები სუსტადაა წაწვეტებული. ზოგჯერ საცრიან მილებს შორის ფორმირდება მსხვილუჯრედოვანი პარენქიმა.

ფლოემას ელემენტების ფორმირების დროს ემჩნევა რიტმულობა, მაგ. კვიპაროსებში ჰისტოლოგიური ელემენტები განლაგებულია ჯგუფებად, თითოეული ჯგუფი შედგება სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ელემენტების ოთხი თანაბარი რიგისაგან, რომლებიც განლაგებული არიან შემდეგნაირად: პარენქიმული უჯრედების რიგი და საცრიანი მილების რიგი, შემდეგ პარენქიმული უჯრედების რიგი და ლაფნის ბოჭკოების რიგი. ერთ სავეგეტაციო პერიოდში ყალიბდება , ორი ასეთი კომპლექსუ-

რი რიგი. წიწვიანებში ფლოემის პარენქიმა წარმოდგენილია, უმთავრესად, ერთწყება უჯრედებისაგან შემდგარი გულგულის სხივებით. პირველადი ფლოემა წვრილუჯრედოვანია, ფლოემის პარენქიმას მიეკუთვნება, აგრეთვე, წაგრძელებული უჯრედები, რომლებიც ფორმით გვაგონებს კამბიალურს. ხანში შესვლასთან დაკავშირებით, ლაფნის პარენქიმის უჯრედების გარსი განიცდის უმნიშვნელოვანეს გახევებას. ლაფნის პარენქიმაში მაგრდება სახამებელი, ჰემიცელულოზა.

მერქანი. გახევებული ჰისტოლოგიური ელემენტების კომპლექსის გარდა, ზოგიერთ მათგანს აქვს ცოცხალი შიგთავსი. მიუხედავად იმისა, რომ მერქნისა და გულგულის სხივების პარენქიმის გარსი გასქელებულია და გახევებული, ისინი ცოცხალ შიგთავსს მაინც შეიცავენ. მერქნის ძირითადი ელემენტებია ჭურჭლები, ტრაქეიდები, მექანიკური ბოჭკოები და პარენქიმა.

ჭურჭლების და ტრაქეიდების ყველა ტიპია წარმოდგენილი ორლებნიანი მცენარეების მერქანში, მაგრამ უფრო ხშირად გვხვდება წერტილოვანი და ბადისებური ჭურჭლები და ტრაქეიდები, თანაც მეორად მერქანში ჭურჭლების ამ ტიპს ჩვეულებრივ აქვს დამატებითი გასქელება, სპირალების, რგოლებისა და ზოგჯერ ბადეების სახით.

გულგულის სხივები. ერთწყება უჯრედებისაგან შედგება და არ არის ღრმა. მერქნის გულგულის სხივებში გროვდება ფისი, ამ შემთხვევაში მერქნის გულგულის სხივი იზრდება, ხდება მრავალუჯრედიანი და თითქოს გარდაიქმნება ჰორიზონტალური ფისის სავალად. გულგულის სხივის ფისის ჰორიზონტალური სავალები უკავშირდებიან მერქნის ვერტიკალური ფისის სავალებს, რისი საშუალებითაც იქმნება ერთიანი გამომყოფი სისტემა. ფისის სავალები შიგნიდან გამოფენილია ერთწყება თხელგარსიანი პარენქიმული უჯრედებით, რომლებიც შეადგენენ ეპითელიუმს. ეპითელიუმის უჯრედები გამოყოფენ ფისს უშუალოდ ფისის სავალში. გულგულის სხივებით რადიალური მიმართულებით, ცენტრისაკენ გადადის წყალი და მასში გახსნილი მინერალური მარილები.

გულგულის სხივის ვიწრო უჯრედშორისებში ხდება გაზთა ცვლა. გულგულის სხივის უჯრედების ცენტრალური მწკრივები გავსებულია სამარაგო ნივთიერებებით. მათი გარსი ოდნავ გასქელებულია. გულგულის სხივის უჯრედები ერთმანეთს უკავშირდებიან მარტივი ფორებით.

7.2.9. წლიური რგოლები

წლიური რგოლები მერქნის შეზრდის ზონებია, რომელიც წარმოშობილია კამბიუმის აქტივობის შედეგად წლის სხვადასხვა სეზონში, რომელიც მეტად შეიმჩნევა გაზაფხულზე, როცა იწყება წვენთა მოძრაობა (სურათი 31). ამ პერიოდში კამბიუმი დიდი რაოდენობით აყალიბებს წყლის გამტარი ელემენტების კომპლექსს. გაზაფხულზე ფორმირებულ ჭურჭლებს და ტრაქეიდებს აქვს დიდი დიამეტრი, მათი გარსი შედარებით თხელია და უფრო იჭიმება, ვიდრე შემოდგომის უჯრედები, რადგან ამ დროს წყლის მიწოდება მცირდება და ზრდა ნელდება, რის გამოც კამბიუმის უჯრედები ამცირებენ მერისტემულ მოქმედებას და კამბიუმის მიერ წარმოშობილი ელემენტების რაოდენობა მცირდება. ამასთან ისინი მცირე ზომის, სქელგარსიანებია და მჭიდროდ არიან განლაგებულნი.

მერქნის წლიური რგოლები წარმოიშობიან კამბიუმის უჯრედების უთანაბრო მოქმედების შედეგად. წლიური რგოლი არის მერქნის ის ნაწილი, რომელსაც კამბიუმი წარმოშობს ერთ სავეგეტაციო პერიოდში. ყოველი რგოლი შედგება ორი სხვადასხვა მუქი და ღია ფერის შრეებისაგან. გაზაფხულზე, როდესაც ვეგეტაცია განახლდება, ჩნდება საზღვარი ახალი მერქნის დიდ უჯრედებსა და შემოდგომის ოფრო მცირე უჯრედებს შორის, რომელიც წინა სეზონზე წარმოიქმნა, მას განსხვავებული რგოლის სახე აქვს, აქედან გამომდინარე, ხეების ასაკი შეიძლება დავადგინოთ რგოლების დათვლით. წლიური რგოლის ზრდაზე და მის სისქეზე დიდ გავლენას ახდენს

სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობა, ატმოსფერული ნალექები, სითბური რეჟიმი და მზიანი დღეების რაოდენობა.



სურათი 31. წრიული რგოლები

7.2.10. ღეროს სახეცვლილებები

ფუნქციის შესრულებასთან დაკავშირებით ღერო იცვლის ფორმას, შედსაბამისად დანიშნულებასაც. სახეცვლილი ღერო ორ ჯგუფად იყოფა: 1. მიწის ზედა-კლადოდიუმი და ფილოკლადოდიუმი; 2. მიწის ქვედა - ფესურა, გორგლი, ბოლქვი.

ფესურა. როგორც ხმელეთის, ისე წყლის მრავალ ღეროფოთლოვან მცენარეს ღეროთა ძირითადი სახის საჭაერო ფესვების გარდა, მიწისქვეშა ღეროებიც უვითარდებათ. გარეგნულად და ფუნქციურად ისინი ძალიან გვანან ფესვებს. ღეროს ან უფრო სწორად, ყლორტის

თვისებები მჟღავნდება ქვედა ფოთლებსა და მათ უბეებში კვირტების არსებობით. ასეთ მიწისქვეშა ყლორტებს ფესურები ეწოდებათ. ისინი ქმნიან დამატებით ფესვებს, როგორც მიწისზედა ყლორტები. ფესურა ნიადაგში ხან ჰორიზონტალურადაა გართხმული, ხან კი ვერტიკალურად ამართული. ყლორტის ფესურად სახეცვლილება დაკავშირებულია ისეთ ფუნქციებთან, როგორცაა:

საკვებ ნივთიერებათა დაგროვება, ვეგეტაციისათვის არახელსაყრელი ბუნებრივი პირობები, მაგალითად ცივი ზამთრის გადატანა, ვეგეტაციური გამრავლება. ფესურები ხშირად უვითარდებათ მრავალწლიან ბალახოვან მცენარებს. ისინი ყოველწლიურად ქმნიან მიწისზედა ერთწლიან ყლორტებს. ფესურების ძველი ნაწილი თანდათანობით კვდომას განიცდიან. მემცენარეობაში გრძელ ჰორიზონტალურ ფესურებიან მარცვლოვანებს ფესურიანებს უწოდებენ (მდელოს თივაქარსა და სხვა), ხოლო მოკლე, ნაკლებად განვითარებულ ფესურებიანებს კი ბუჩქნარებს. მაგ. სათითურა, და სხვა.

გორგლები ღეროს გამსხვილებული ნაწილებია. გორგლები საკვებ ნივთიერებათა მარაგის სათავსს წარმოადგენს. არის როგორც მიწისზედა, ისე მიწისქვეშა გორგლები. მიწისზედა გორგლები მთავარი ღეროს ან გვერდითი ყლორტების გამსხვილებას წარმოადგენენ - ტროპიკული ორქიდეა. მათ ნორმალური ფოთლები აქვთ. მიწისქვეშა გორგლები გამსხვილებულ ლეზნის ქვედა მუხლია. მაგალითად, მიწიქვეშა ყლორტები - სტოლონები - კარტოფილი (სურათი 32). ქვედურა ფოთლები მიწისქვეშა გორგლებზე ქერქლამდეა რედუცირებული და სწრაფად ცვივა. მათ უბეებში ვითარდებიან კვირტები.

ბოლქვი წარმოადგენს დამოკლებულ, სახეშეცვლილი ღეროს, მას გააჩნია მრავალრიცხოვანი, ერთმანეთთან მჭიდროდ მიჯრილი ფოთლები. ძირის კენწეროზე მოთავსებულია კვირტი. მრავალ მცენარეს (ხახვი), ამ კვირტიდან უვითარდება მიწისზედა ღერო, ხოლო გვერდითი უბის კვირტიდან ახალი ბოლქვი წარმოიქმნება. ბოლქვის გარეთა ქერქელი უმეტესად მშრალია, კილიანი. მათ დამცავი ფუნქცია აკისრიათ, ხოლო შიდა ქერქლები ხორციანია, გავსებუ-

ლია საკვები ნივთიერების მარაგით. ადგილმდებარეობის მიხედვით, არსებობს როგორც მიწისქვეშა ბოლქვების, ასევე საჰაერო. შრომანასებრთა ყვავილედებში ან ვეგეტაციურ ყლორტებში (ნიორი) ან ღეროებსა და ფოთლის უბეებში უყალიბდებათ ბოლქვების თავისებური ტიპები. ისინი ძალიან პატარა მცენარეებია და წარმოადგენენ სახეშეცვლილ ვეგეტაციურ ან საყვავილე კვირტებს, რომელთა დანიშნულებაა გამრავლება. ბოლქვებისა და ფესურებისაგან განსხვავებით უმეტესად ვითარდება არა ღერო, არამედ ძლიერ გაზრდილი ფოთლები.



სურათი 32. კარტოფილის გორგლი

გორგლ-ბოლქვები გარეგნულად ბოლქვს ჩამოგავს, მაგრამ მორფოლოგიურად უფრო ახლოა გორგლთან. ფოთლის ყველა ქერქლი მას მშრალი აქვს, ხოლო საკვები ნივთიერებების მარაგს ღეროს გამსხვილებულ ნაწილში ინახავს - ზაფრანა, გორგლ-ბოლქვი გარდამავალი ფორმაა ტიპური ფესურისა და ბოლქვის.

ყლორტის მიწის ზედა მეტამორფოზი წარმოიშვა მცენარის ტენიანობის რეჟიმისადმი შეგუების შედეგად. ზოგიერთ მცენარეს გვალვიან პირობებში ცხოვრების გამო, ადრე სცივვა ფოთოლი, სხვებში

ფოთლები განიცდიან სხვადასხვანაირ რედუქციას. ამა თუ იმ შემთხვევაში, ყლორტი იცვლის სახეს და ფოთლის ფუნქციის შესრულებასთან დაკავშირებით, ხდება კაშკაშა მწვანე, სქელდება, გარდაიქმნება წყლის რეზერვუარად და ა.შ. ყლორტის მიწისზედა მეტამორფოზებს ეკუთვნიან სუკულენტები, ფილოკლადიუმები, ეკლები, ულვაშები და სხვა.

სუკულენტები. მცენარეებს წვნიან-ხორცოვანი ღეროებით სუკულენტები ეწოდება. სუკულენტების წარმომადგენელია მექსიკური უდაბნოს კაქტუსები, აფრიკული რძიანები. სუკულენტებს ეკუთვნის აგრეთვე, შუა აზიის, ჩრდილო კავკასიისა და აღმოსავლეთ ამიერკავკასიის მლაშე ნიადაგებზე მცხოვრები ბევრი მცენარე.

ფილოკლადიუმი - ეწოდება ყლორტის ფოთლისებურ მეტამორფოზს (სურათი 33). ისინი ფორმირდებიან მეტამორფოზებულ ქერქლისებურ ფოთოლაკების უბეში. ფილოკლადიუმებზე წარმოიშობიან ფოთლები, ყვავილები ან ყვავილედეები. რაც ამტკიცებს მათ ყლორტისებურ ბუნებას. ფილოკლადიუმების ანატომიაც მოწმობს მის ღეროსეულ აგებულებას.

ფილოკლადიუმები ყველა მხრიდან დაფარულია ეპიდერმისით, მის შინაგანი ქსოვილების ძირითად მასას შეადგენს ქლორენქიმა, რომელიც რამდენადმე მოგვაგონებს ფოთლის ღრუბლისებურ პარენქიმას. ფილოკლადიუმის გაბრტყელებულმა ფორმამ გავლენა მოახდინა გამტარი კონების განლაგებაზე. ერთმანეთის პირდაპირ განლაგებული გამტარი კონები შეერთდნენ რა ფლოემური ნაწილებით, წარმოშვეს გამტარი ქსოვილის ერთნაირი კომპლექსი.

კლადიუმი - უვითარდებათ კაქტუსებს და სუკულენტებს, რომელთა ღერო ხორციანი და წვნიანია და შეიცავენ ქლოროფილის მარცვლებს. კაქტუსებს ხორციან ღეროზე უვითარდებათ ეკლები, რომლებიც სახეშეცვლილი ფოთლებია, ეს კი ნიშნავს იმას, რომ ეს კლადიუმი არის სახეშეცვლილი ღერო და არა ფოთოლი.

ეკლები ფართოდაა გავრცელებული ორლებნიან მერქნიან და ბალახოვანი მცენარეების წარმომადგენლებში-პანტა, მაჟალო, კუნელი და სხვ. ყლორტის ეკლებად მეტამორფოზის გამო, ამართქლე-

ბელის ზედაპირი მნიშვნელოვნად შემცირებულია. ეკლებს აქვს სხვა დანიშნულებაც, ისინი იცავენ მცენარეს ცხოველებისაგან.



სურათი 33. ფილოკლადოდოდიუმი (თაგვისარა)

ზოგჯერ ეკლებად გარდაიქმნება ყლორტის ზედა ნაწილი, ქვედა ნაწილი კი შეიცავს ნორმალურად განვითარებულ ფოთლებს. თუ ეკლებიანი მცენარე მშრალი ადგილიდან მოხვედება ტენიანში, ეკლები შეიძლება არ განუვითარდეს. ზოგიერთ მცენარეში ეკლები იტოტება, როგორც ნამდვილი ყლორტი. ეკლების ანატომიური აგებულება ტიპური ყლორტისეულია, ხასიათდება გულგულის პარენქიმის ძლიერი განვითარებით და ფართო გულგულის სხივებით.

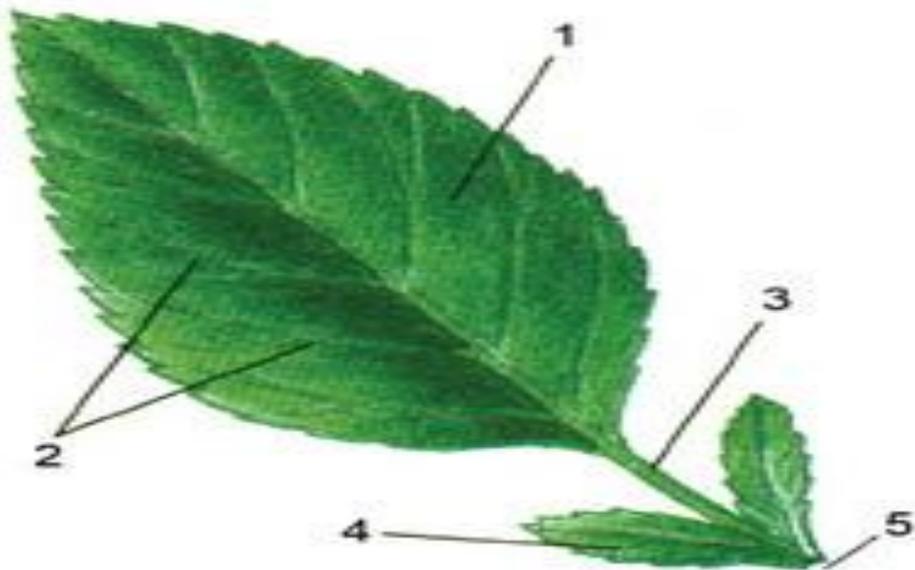
ულვაშები მიწისზედა ყლორტებისა და ფესურების გარდამავალი ფორმებია. მათ ახასიათებთ გრძელი მუხლთაშორისები და ქვედურა ფოთლების სიუხვე. დამოკლებული მუხლთაშორისებიდან უვითარდებათ ულვაში, ხოლო დაგრძელებული წარმოშობს პწკალს, რომელიც უვითარდება ვაზს, მარწყვს, კიტრს და სხვ.

7.3. ფოთოლი

ფოთოლი არის გვერდითი შემოკლებული ზრდის ორგანო, რომელიც იზრდება არა კენწეროთი, არამედ ღერძით -ინტერკალარულად. მრავალწლიან მერქნიან მცენარეებში იგი დროებითი ორგანოა, რომელიც პერიოდულად ხელახლა წარმოიქმნება. მერქნიან მცენარეებში ფოთოლთა სიცოცხლის ხანგრძლივობა აშკარად ჩამორჩება ღეროს სიცოცხლის ხანგრძლივობას, ერთწლიან ბალახოვან მცენარეებში კი ფოთლებისა და ღეროს სიცოცხლის ხანგრძლივობა დაახლოებით ერთნაირია. მარადმწვანე მცენარეების თითოეული ფოთოლი ცოცხლობს 1-დან 5 წლამდე, ხოლო ზოგიერთი წიწვიანისა, მაგალითად, უთხოვარის, სოჭის 10 წლამდეც. გამონაკლისს წარმოადგენს ველვიჩია, რომელსაც სულ ორი ფოთოლი აქვს და მხოლოდ მცენარის სიცოცხლის დასასრულს, დაახლოებით 90-100წ. ასაკში ჭკნება.

ფოთლის ძირითადი ფუნქციაა ფოტოსინთეზი, ე.ი. სინათლის ენერჯის ხარჯზე ორგანული ნივთიერებების სინთეზი, წყლის აორთქლება და გაზთა ცვლა, ზოგჯერ ფოთოლში გროვდება სამარაგო ნივთიერებანი. ფოთლის სხვა ნაწილების ფუნქციები ნაკლებად მნიშვნელოვანი და სუსტად გამოხატულია, მაგალითად თანაფოთლები, ხშირად კარგავენ ყოველგვარ მნიშვნელობას. მარცვლოვანი და პარკოსნების თანაფოთლები ზოგჯერ ძლიერ იზრდებიან, ამ შემთხვევაში ისინი დიდ როლს ასრულებენ ფოტოსინთეზისა და ტრანსპირაციის დროს, ჯამში მთლიანად ენაცვლებიან ფოთლის ფირფიტებს. ფოთოლი რამოდენიმე ნაწილისაგან შედგება: 1. ფოთლის ფირფიტა; 2. ყუნწი; 3. თანაფოთლები (სურათი 34).

ყუნწების ფუნქცია უფრო განსაზღვრულია. მწვანე მცენარის მასიმილირებელი ყუნწები ფოთლის ფირფიტებს ანიჭებენ სინათლის წყაროსადმი მიმართულებას. ყუნწებს დიდი როლი აკისრიათ ფოთლის მოზაიკის, ე.ი. ყლორტზე ფოთლების ისეთ განლაგებაში, რომ ისინი არ ჩრდილავენ ან ნაკლებად ჩრდილავენ ერთმანეთს.



სურათი 34. ფოთლის აგებულება: 1. ფოთლის ფირფიტა, 2. ძარღვები, 3. ყუნწი, 4. თანაფოთლები 5. ფოთლის ფუძე

ამას შემდეგნაირად აღწევენ: ყუნწების სხვადასხვაგვარი სიგრძისა და მოხრილობით, ფოთოლთა ფირფიტების სხვადასხვა სიდიდით და ფოთოლთა სინათლისადმი მგრძობილობით. სხვადასხვა ზომის ფოთლები აქვთ არა მხოლოდ კონკრეტულ მცენარეთა ჯგუფებს, არამედ ხშირად ერთ ინდივიდებსაც კი. მცენარეთა მრავალ სახეს პატარა ზომის ფოთლები აქვთ; ძალზე დიდი ფოთლები, უმეტესად უვითარდებათ ტროპიკულ და სუბტროპიკული ზონის მცენარეებს, მაგალითად, აფრიკული პალმის რაფიას ფოთლის სიდიდე აღწევს 15 მ-მდე. თავისთავად, რომელიმე კონკრეტული მცენარის ფოთოლი, მხოლოდ ორი-სამი ნაწილისაგან შედგება, იშვიათად კი ფოთოლს, მხოლოდ ერთი ფირფიტა გააჩნია. ძალზე ხშირად გვხვდება ასეთი შეხამება: ფოთლის ფირფიტა და ყუნწი, ზოგჯერ თანაფოთლებიც-პარკოსნები, ასევე მაგ. მარცვლოვანებში ფოთლის ფირფიტა, ხალთა და ენაკი. ამრიგად, ფოთლის ძირითადი ნაწილი ორია: ფირფიტა და ყუნწი. ზოგჯერ ფოთლის ძირითად

ნაწილებს მიაკუთვნებენ, აგრეთვე ფოთლის ფუძეს. თანაფოთლები, უმეტესად, ფარულთესლოვან მერქნიან მცენარეებს ახასიათებთ. თანაფოთლები აქვთ ორლებნიან მერქნიან მცენარეთა დაახლოებით 40%-ს და ბალახოვანთა 20%-ს. ფარულთესლოვანთა მაღალორგანიზებული მცენარეების ჯგუფებში, მაგალითად, ფურცლებშეზრდილთა უმეტესობას თანაფოთლები არ გააჩნია.

თანაფოთლებს ყოფენ ორ ძირითად ჯგუფად: პირველი ჯგუფია თავისუფალი თანაფოთლები, მაგალითად, ვაზის; მეორე ჯგუფია ყუნწთან შეზრდილი თანაფოთლები. მაგ. პარკოსნები. თავისუფალი თანაფოთლები ჩნდებიან ფოთლის ფუძიდან. შეზრდილი თანაფოთლები ფოთლიდანაა წარმოქმნილი, ვინაიდან თანაყვავილშივე ისახებიან. ღეროზე ფოთოლთა განლაგება არსებობს სამი სახის: 1 .მორიგეობითი ანუ სპირალური-სიმინდი,ხორბალი და სხვა. 2.მოპირდაპირე-იასამანი.3.რგოლური-ღვია,ხარისთვალა.(სურათი 35).



1

2

3

სურათი35.ფოთოლთა განლაგება: 1.მორიგეობითი, 2.მოპირდაპირე, 3.რგოლური.

7.3.1. ფოთოლთა კლასიფიკაცია

თანამედროვე ეტაპზე მიღებულია ფოთლის სხვადასხვა ნიშანზე დაფუძნებული კლასიფიკაციის რამდენიმე სახე, მაგრამ ეს კლასიფიკაციები ხელოვნურია, ვინაიდან ისინი ფოთლის განვითარების სტრუქტურის ერთ საერთო კონცეფციას არ ეფუძნებიან. არჩევნ ფოთოლთა ორ ფილოგენეტიკურ ჯგუფს: პირველ ჯგუფს უფრო მარტივი აგებულება აქვს და უფრო ძველია, ამისი კლასიკური მაგალითია ლიკოპოდიუმისნაირნი და წიწვიანები. ტიპურ შემთხვევაში ესენი მარტივი ძარღვების მქონე ფოთლებია. მეორე ჯგუფი კი მოიცავს მრავალგვარ ფოთოლს, რომელთაც უფრო რთული აგებულება ახასიათებთ. თავის მხრივ ეს ჯგუფი იყოფა მ ა რ - ტ ი ვ და რ თ უ ლ ფოთლებად.

მარტივი ფოთლები. ფილოგენეტიკური თვალსაზრისით მარტივი ფოთოლი უმეტესად პრიმიტიულია, სუბტროპიკული ზონის გვალვიანი რაიონების გვიმრებს მშრალი ჰავის პირობებში მარტივი ფოთლები გააჩნიათ. ფარულთესლოვან მცენარეთა უმეტესობას საწყისი ფოთლები მარტივი აქვთ განვითარებული (სურათი 36). მარტივი ფოთლები მრავალფეროვნებას ქმნიან და აშკარად უმეტესობას წარმოადგენენ მცენარეთა სამყაროში. ისინი თითქმის ყველა ბალახოვანი მცენარის, ხეებისა და ბუჩქების უმეტესობისთვისაა დამახასიათებელი. მარტივი ფოთლების თვისებებია: გააჩნიათ ერთადერთი ფოთლის ფირფიტა, რომელიც ზოგჯერ ისე ღრმადაა დაკბილული, რომ იქმნება შთაბეჭდილება, თითქოს მრავალი ფირფიტა გააჩნიათ; მარტივი ფოთლები ან საერთოდ არ ცვივა, მაგ. ბალახოვან მცენარეთა უმეტესობაში, ან ყუნწსა და ღეროს შორის გააჩნიათ მხოლოდ ერთი შენაწევრება და მთლიანად წყდებიან ყუნწში (ხეები). მარტივ ფოთლებს მთელი რიგი ნიშან-თვისებების მიხედვით შემდეგნაირად აჯგუფებენ:

მთლიან ფირფიტაანი ფოთლები: ა) ფოთოლი ფირფიტის ფორმის



nekerCxlis foToli



Bbabuawveras foToli



vaSlis foToli



Iasamnis foToli

სურათი 36. მარტივი ფოთლები

მიხედვით არის მომრგვალებული, წაგრძელებული, ლანცეტისებური, მსხლისებური, ნემსისებური, ხაზისებური, გულისებური, ისრისებური, თირკმლისებური, სოლისებრი, შუბისებური :

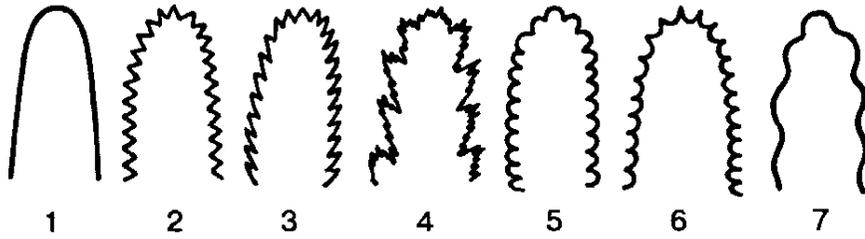
გ) კენწეროს ფორმის მიხედვით - ხერხისებრი, კბილისებრი, ორმაგ-ხერხკბილა, ორმაგდაკბილული, კლაკნილი;

დ) ფოთლის კიდის მიხედვით: კიდემთლიანი, დაკბილული, ხერხკბილა, ორმაგხერხკბილა, მრგვალკბილა, ამოკვეთილი, ტალღისებრი (სურათი 37).

დანაწევრებულ ფირფიტიანი ფოთლები: ა) დანაკვეთილი - როცა ჭრილები ფოთლის ფირფიტის სიგანის მეოთხედს არ აღემატება. მაგ. მუხა;

ბ) დაყოფილი, როცა ჭრილები ფოთლის ფირფიტის ერთ მესამედს და მეტსაც აღწევს მაგ. ყაყაჩო ;

გ) გაკნვეთილი, როდესაც ფოთლის ჭრილები, აღწევენ ფოთლის



სურათი 37. ფოთლის ფირფიტის კიდეების ფორმები:

1. კიდემთლიანი, 2. დაკბილული, 3. ხერხკბილა,
4. ორმაგხერხკბილა, 5. მრგვალკბილა, 6. ამოკვეთილი,
7. ტალღისებრი.

ძარღვებამდე. ჭრილების განლაგებასა და ნაჭდევების სიღრმის მიხედვით განასხვავებენ: თითისებრ განკვეთულ, თითისებრ დაყოფილ, თითისებრ გაპოზილ, ფრთისებრ დანაკვეთულ, ფრთისებრ დაყოფილ, ფრთისებრ განკვეთილ ფოთლებს.

რთული ფოთლები დამახასიათებელია მხოლოდ ზოგიერთი ოჯახისათვის. მაგ. პარკოსნებისათვის, ტიპური სახით კი ისინი ხეებსა და ბუჩქებს გააჩნიათ. მარტივისაგან განსხვავებით რთულ ფოთლებს რამდენიმე მკვეთრად განსხვავებული ფოთლის ფირფიტები ახასიათებთ. თითოეული მათგანის ყუნწის ფოთოლაკი შენაწევრებულია საერთო ყუნწთან (სურათი 38).

რთული ფოთლის ნაწილები ფოთოლცვენისას ცალკე ცვივა. მაგალითად, პარკოსანთა ბალახოვან სახეობებში მათ ცალკეულ წარმომადგენლებს რთული ფოთლები აქვთ. მაგ. იონჯა და სხვა. სწორედ ბალახებში შეინიშნება ფოთლის მრავალი გარდამავალი ფორმა რთულიდან მარტივამდე. რთული ფოთლის გადასვლა მარტივში დაკავშირებულია ფოთლის საერთო ყუნწსა და მცირე ყუნწს შორის შენაწევრების რედუქციასთან. ბალახოვან ფორმებში ფოთოლცვენა კარგავს ყოველგვარ ბიოლოგიურ აზრს, ვინაიდან თითქმის ერთდროულად წყვეტს არსებობას და მთელი ყლორტი კვდება.

რთული ფოთლების ჯგუფს ფოთოლაკების განლაგების მიხედვით ყოფენ ორ ჯგუფად: კენტფრთართული და წყვილფრთართული. კენტფრთართული ფოთლებია (სურათი 39), როცა კენწერო მთავრდება ერთი კენტი ფოთოლაკით, რომელიც შეიძლება იყოს სამყურა, თათისებური. წყვილფრთიანია, როდესაც კენწეროზე ორი ფოთოლია.

ზოგჯერ ფრთართული ფოთლები რთული აგებულების არიან. მაგ. ვერცხლისფერი აკაცია და სხვა. გვხვდება აგრეთვე მრავალჯერ ფრთართული ფოთლებიც. სამყურა - ფოთოლი ახასითებთ თვით სამყურას, ძიძოს, ამ დროს ყუნწზე სამი ფოთოლაკი ვითარდება.

თათისებრრთული ფოთლები არსებითად განსხვავდებიან მათ წინამორბედისაგან, ვინაიდან ფოთოლაკები მათ არა სიგრძეზე, არამედ მხოლოდ მის კენწეროზე - ერთ სიბრტყეზე აქვთ განლაგებული, მაგ. ცხენის წაბლი.



Samyuras foToli



YJolos foToli



Mmarwyvis foToli



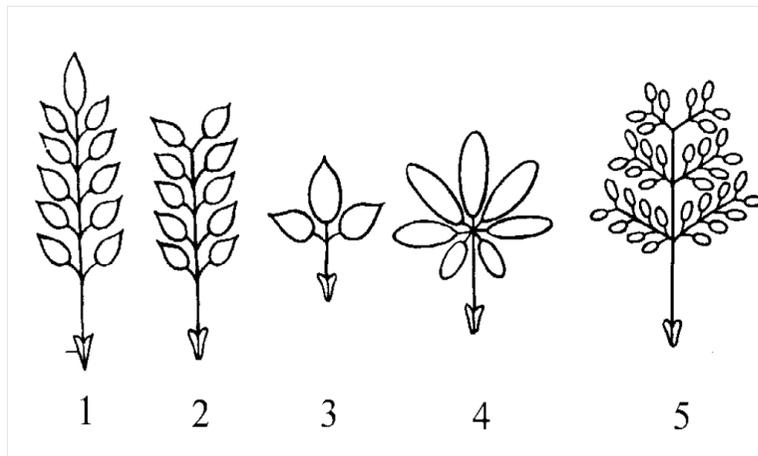
Aaskilis foToli



xanWkolas foToli

სურათი 38. რთული ფოთლები

მორფოლოგიურ შესწავლაზე დაყრდნობით და ფოთოლთა მთელი მრავალფეროვნების შესწავლით, აგრეთვე ინდივიდუალური განვითარების მონაცემებით, ფარულთესლოვნებსა და შიშველთესლოვნებს ფოთოლთა უფრო პრიმიტიული ფორმები - მარტივი, მთლიანი ან დანაკვეთული ფოთლები გააჩნიათ. მაგ. მაგნოლიასებრნი. ძლიერ დანაკვეთული ან რთული ფოთლები უფრო გვიან წარმოიქმნენ. თანაფოთლებიც დაბალი ორგანიზაციის ნიშნად მიიჩნევიან.



სურათი 39. რთული ფოთლების ტიპები:

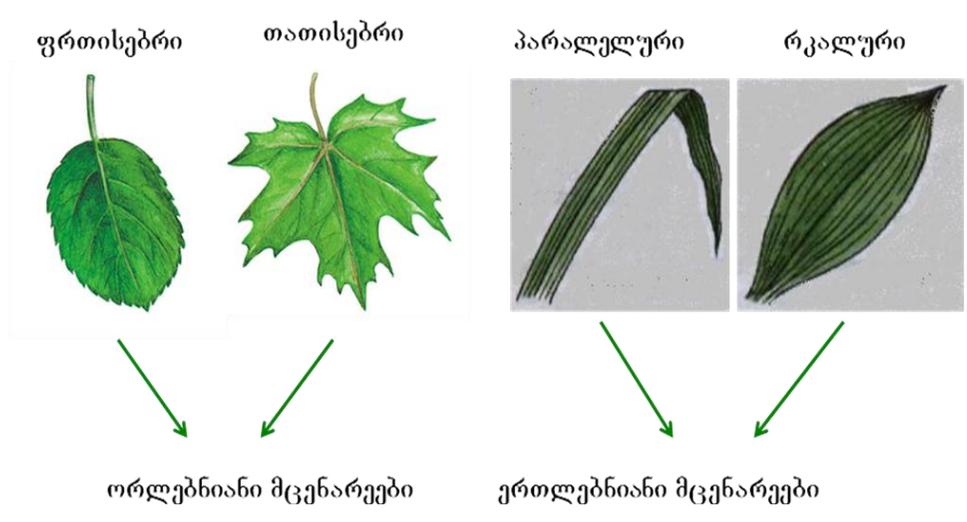
1. კენტფრთართული, 2. წყვილფრთართული, 3. სამყურა,
4. თათისებური, 5. ორმაგ წყვილფრთისებური

ფოთოლთა დაძარღვის ფორმები. ფოთოლთა დაძარღვის ფორმები შემდეგნაირია: მარტივი. ზადისებური (ფრთისებური, თათისებური), პარალელური, რკალური, დიქოტომიური და სხვა (სურათი 40).

მარტივი დაძარღვა. ფოთლის ფირფიტის ფუძიდან კენწერომდე მხოლოდ ერთი ძარღვი გასდევს (გამტარი კონა). მარტივი დაძარღვა გვხვდება უმაღლეს სპოროვან მცენარეებში. ხავსში, ლიკოპოდიუმებში, მრავალ შიშველთესლოვანებში (წიწვიანები) და აგრეთვე ზოგიერთ ფარულთესლოვანში მაგ. ელოდეა.

ბადისებრი დაძარღვა ფართოდ გავრცელებული ფორმაა, გვხვდება ორლებნიან ფარულთესლოვანებში. ტიპურ შემთხვევებში ყუნწიდან ფოთლის ფირფიტაზე გასდევს ერთი ძარღვი, რომელიც შემდგომ იტოტება გვერდით ძარღვებად და, თავის მხრივ, საკმაოდ სქელ ბადეს ქმნიან - ესაა ფრთისებრი დაძარღვა, რომელიც ძალზე ხშირად გვხვდება ფარულთესლოვანებში. ორლებნიანებში კი, მხოლოდ ბანანსა და ხარისთვალას ახასიათებს.

ბადისებრი დაძარღვის სხვა ვარიანტი თითისებურია. ამ შემთხვევაში ყუნწიდან ფოთლის ფირფიტაში შედის პირველი რიგის რამდენიმე ძარღვი, რომლებიც მრავალ წვრილ განშტოებას ქმნიან. თათისებრ დანაწევრებულ ფოთოლთა ფირფიტისათვის დამახასიათებელია თათისებრი დაძარღვა.



სურათი 40. ფოთლის დაძარღვის ტიპები

რკალური და პარალელური დამარღვა. ფოთლის ფირფიტას ყუნწიდან კენწერომდე გასდევს რამდენიმე დაუტოტავი ერთნაირი ძარღვი. იგი გვხვდება ერთლებნიანებში. ზოგჯერ ისინი პარალელურად მდებარეობენ, როგორც ეს ახასიათებს მარცვლოვანებსა და ისლს, ზოგჯერ კი ძარღვები განლაგებულია რკალურად (შროშანა).

დიქოტომური დამარღვა. ფოთლის ფირფიტას გასდევს (დიქოტომურად) დატოტვილი ძარღვები. თესლოვან მცენარეთაგან იგი ახასიათებს გინკოს.

დამარღვის პრიმიტიულ ტიპად უნდა ჩაითვალოს მარტივი და დიქოტომური დამარღვა, რომლებიც ხშირად გვხვდება უმაღლეს სპოროვან და შიშველთესლოვან მცენარეებში.

ჰეტეროფილია (ნაირფოთლიანობა). მცენარეთა გარკვეული ჯგუფის ზოგიერთ წარმომადგენელს ღეროზე ან ტოტებზე უვითარდებათ სხვადასხვა ფორმის ფოთლები, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მორფოლოგიურად, ამ მოვლენას ჰეტეროფილია ეწოდება. იგი დამახასიათებელია, როგორც ხმელეთის, ასევე წყლის მცენარეებისთვისაც. მაგ. - თუთას ქვედა ფოთლები დანაკვეთული აქვთ (სურათი 41.), ხოლო ზე-

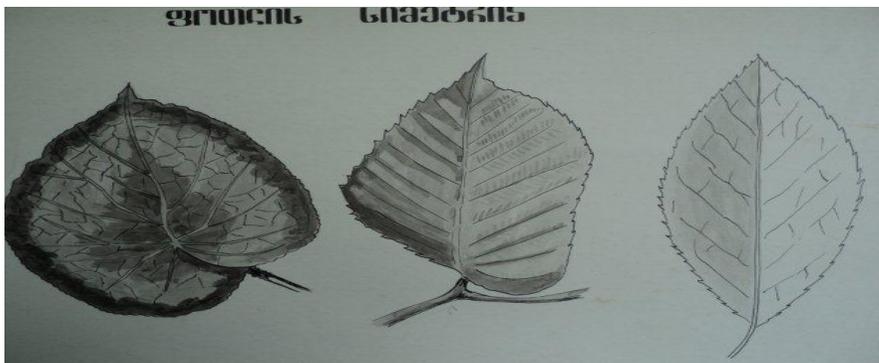


სურათი 41. ფოთლის ჰეტეროფილია

და კიდემთლიანი, წყლის ბაიას წყალში ჩაძირული ფოთლები მრავალ-ნაკვთიანია და სავარცხლისებური ფორმისაა, წყლის ზედა ფოთლები კი ბრტყელი, მომრგვალო ფორმისაა.

ფოთლის სიმეტრია. ფოთლის ფირფიტა შეიძლება მთავარი ძარღვის მიხედვით იყოფოდეს ორ ტოლ ნაწილად, ასეთი ფირფიტა სიმეტრიულია (ვაშლი,თუთა, ნეკერჩხალი და სხვ.), ხოლო როცა ფირფიტა ორ ტოლ ნაწილად არ იყოფა, ასეთი ფოთოლი ასიმეტრიულია -ბეგონია,თელა (სურათი 42).

დორზივენტალური და იზოლატერალური ფოთლები. მცენარეთა სხვადასხვა სახეობის ფოთლებს ახასიათებთ ზედა და ქვედა მხარის ერთმანეთისაგან განსხვავება. ისეთ ფოთლებს, რომელთა ზედა და ქვედა მხარე აშკარად განსხვავებულია, მათ დორზივენტალურ ფოთლებს უწოდებენ (დორზუმ-ზურგი, ვენტერ-მუცელი ლათ.) ზამბახი, ხმალა და სხვა, ხოლო ფოთლები, რომლებიც ვერტიკალურად არის განლაგებული და ზედა და ქვედა მხარე არ არის განსხვავებული - იზოლატერალური ფოთლები ეწოდებათ (იზო - თანაბარი, ლატუს - ბრუნვა -ბერძნული). ხორბალი, ქერი და სხვა.



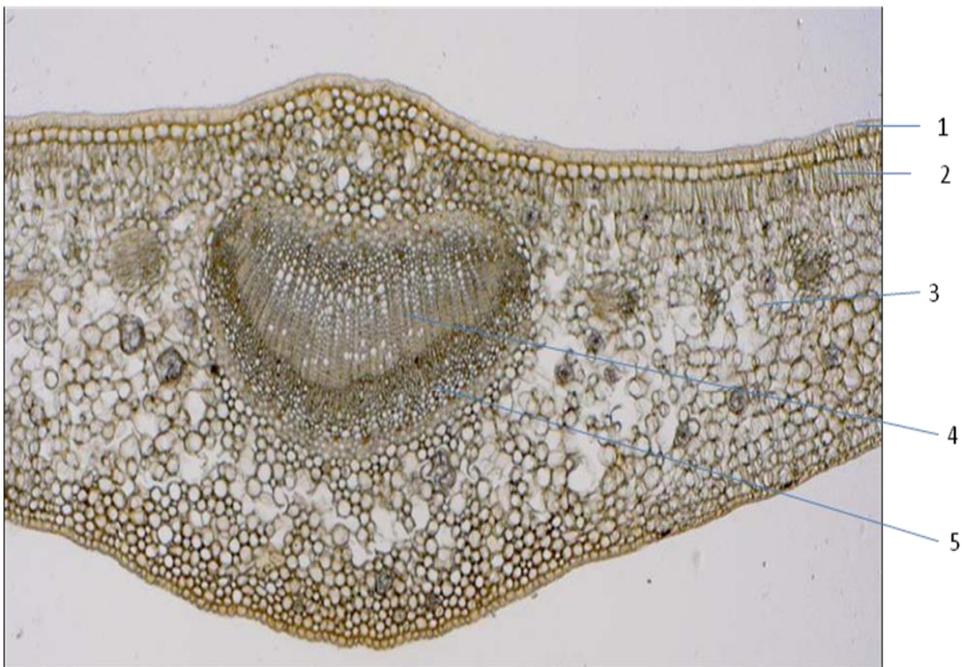
1

2

სურათი 42. ფოთლის სიმეტრია: 1.ასიმეტრიული, 2.სიმეტრიული

7.3.2. ფოთლის ანატომიური აგებულება

ფოთლის ანატომიური აგებულება მთლიანად შეესატყვისება მის დანიშნულებას. ფოთლის ფირფიტის ქვედა და ზედა მხარეები სხვადასხვაგვარ ფუნქციას ასრულებენ: ქვედა - ტრანსპირაციასა და აირცვლას, ხოლო ზედა ფოტოსინთეზს. ამიტომ ფოთოლთა უმეტესობა აგებულია დორზივენტრალურად. ეს შეუიარაღებელი თვალთაგ მკაფიოდ ჩანს და ფოთლის ფირფიტის განივ ჭრილზე მიკროსკოპში დაკვირვების დროსაც. ფოთლის ფირფიტა შედგება კანის, მეზოფილის-მესრისებური და ღრუბლისებური პარენქიმის და ჭურჭელობოჭკოვანი კონებისაგან. (სურათი 43).



სურათი 43. ფოთლის განივი ჭრილი: 1.ზედა ეპიდერმისი, 2.მესრისებური მეზოფილი, 3. ღრუბლისებური მეზოფილი, 4.ქსილემა, 5.ფლოემა.

კანი, ანუ ეპიდერმისი, ფოთოლს ორივე მხრიდან ფარავს. იგი ერთფეროვანი ქსოვილია. ეპიდერმისის უჯრედები ცოცხალია, ერთმანეთთან მჭიდროდ არიან შეკავშირებული, შეიცავენ ციტოპლაზმას, ბირთვს და ზოგჯერ ლეიკოპლასტებს და ვაკუოლსაც კი. ეპიდერმისის ძირითადი ფუნქციაა ფოთლის დაცვა გამოშრობისაგან, ყოველგვარი მექანიკური დაზიანებისა და პარაზიტული მიკროორგანიზმებიდანაც. ეპიდერმისის დამცავი ფუნქცია საგრძნობლად აძლიერებს კუტიკულურ ფენას, რომელიც ფარავს კანის უჯრედების გარე კედელს. ზოგჯერ გარსის ზედაპირი მთლიანად იფარება ცვილის ნაფიფქით.

ჭურჭელბოჭკოვანი კონები სქელ ქსელად აღწევს ფოთლის მეზოფილში. ესაა დახურულ კოლატერალური კონები, რომლებსაც ქსილემა ზემოთ აქვთ მოთავსებული, ხოლო ფლოემა ქვემოთ. მესრისებური პარენქიმა მდებარეობს ზედა ეპიდერმისის ქვეშ, ის ერთმანეთთან მჭიდროდ განლაგებულ მოგრძო უჯრედებისაგან შედგება და დიდი რაოდენობით შეიცავს ქლოროფილის მარცვლებს. 1² სმ²ზე 500 000 ქლოროპლასტია.

ღრუბლისებური პარენქიმა განლაგებულია ქვედა ეპიდერმისისაკენ და მომრგვალო უჯრედებისაგან შედგება, მათ შორის მრავლადაა უჯრედშორისი სივრცეები, აქ შედარებით ნაკლებია ქლოროპლასტების რაოდენობა .

ფოთლის გამტარი ქსოვილი ჭურჭელბოჭკოვან კონებს წარმოადგენენ, ერთლებნიანებს არ აქვთ მთავარი ჭურჭელბოჭკოვანი კონა და ფოთლის კვლები გრძელდება ფირფიტებში პარალელური კონების სახით. მარღვებში ფლოემისა და ქსილემის საშუალებით ხორციელდება წყლისა და მასში გახსნილი მინერალური და ასევე, ორგანული ნივთიერებების მოძრაობა. ფლოემასა და ქსილემას შუაში მდებარეობს კამბიუმის ზოლი. ქსილემა მიმართულია ფოთლის ზედა მხრისაკენ, ფლოემა კი ქვედამხრისკენ. მარღვები მექანიკურ როლსაც ასრულებენ.

ფოთლის ფირფიტის ანატომიური აგებულება არსებითად ცვა-
ლებადია მცენარეთა ერთსა და იმავე სტრუქტურულ ჯგუფებშიც
კი. ეს ზრდა-განვითარების სხვადასხვაგვარ პირობებთანაა დაკა-
ვშირებული, უპირველეს ყოვლისა, სინათლესა და წყალთან, განსა-
კუთრებით კი სინათლესთან. კაშკაშა მზით განათებისას შეინიშნე-
ბა მეზოფილის აშკარა გამიჯვნა, ხოლო ფოთლის ორივე მხარეს
თანაბარი განათებისას, როდესაც ფოთლის ფირფიტა ასე თუ ისე ვე-
რტიკალურად მდებარეობს, ფოთოლი იზოლატერალულიე- ტოლ-
გვერდა ხდება, მაგალითად ზამბახი, ევკალიპტი და სხვა.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ფოთოლთა ანატომიურ აგებულე-
ბას უნივერსალური ხასიათი აქვს, თუმცა ფარულთესლოვანთა
ცალკეულ ბუნებრივ ჯგუფებში შეინიშნება ისეთი სტრუქტურები,
რომლებიც მკვეთრად განსხვავდებიან საერთო მოდელისაგან. ასე-
თი გადახრის მაგალითად გამოდგება ზოგიერთი მარცვლოვანების
ფოთოლი. მაგ. წივანა და სხვა. ამ შემთხვევაში ეს დაკავშირებულია
წყლის ნაკლებ აორთქლებასთან, რაც განაპირობებს მშრალი სტე-
პების გვალვიან პირობებთან ცხოვრებას. ფოთლის ქვედა მხარეზე
განლაგებულია ბაგეები, თუმცა ზოგიერთ მცენარეს (დუმფარა) აქვს
ზედა მხარეზე. ბაგეების სიგრძე მკეტავ უჯრედებიანად 80 მკმ
აღწევს, სიგანე 40 მკმ, ბაგის ხვრელის სიგრძე კი 38 მკმ, სიგანე 7
მკმ. ბაგეები ხვრელის სიდიდის შეცვლით არეგულირებს ტრან-
სპირაციას და აირცვლას. ბაგეების ხვრელის სიდიდის ცვლა, ანუ
ბაგეების მოძრაობა დამოკიდებულია მკეტავი უჯრედების გარსის
არათანაბარ სისქესა და ტურგორზე (უჯრედის შიგთავსისა და
გარსის ურთიერთდაწოლა). ტურგორული წნევის ცვლა, თავის
მხრივ დამოკიდებულია უჯრედის წყლით მამღრობის ხარისხზე,
რომელსაც, ძირითადად, ხსნადი შაქრების შემცველობა განაპირო-
ბებს. მკეტავი უჯრედების მოცულობის და ფორმის შეცვლა ბაგის
ხვრელის ჩაკეტვას ან გაღებას იწვევს. ბაგე ჩვეულებრივ იხურება
ღამით და დღის იმ მონაკვეთში, როდესაც წყლის აორთქლება
მნიშვნელოვნად სჭარბობს შეწოვას. ფოთლის ზედაპირის 1 მმ²-ზე
არის 100-300-მდე ბაგე.

არსებითად განსხვავდება წიწვიან მცენარეთა ფოთოლი მაგ.ფიჭვის ყვავილოვანთა ფოთლებისაგან.განმასხვავებელი თვისებებია: წყალ-დამცავი ფენის ჰიპოდერმის და, აგრეთვე ნაოჭიანი ქლოროფილის მომცემი პარენქიმისა და ენდოდერმის არსებობა.

წიწვი გარედან დაფარულია ეპიდერმისით, რომლის უჯრედები გარსი ძალიან სქელია და გახვევებული ბაგეები ეპიდერმისის სპეციალურ ჩაღრმავებებშია მოთავსებული. ეპიდერმისის შემდეგ ჰიპოდერმის შრეა, რომლის შემდეგ წიწვის ძირითადი პარენქიმა იწყება, იგი საასიმილაციო ქსოვილია, მისი უჯრედები ერთნაირი ტიპის არიან. აქ არ არის დიფერენცირება მესრისებრ და ღრუბლისებრ უჯრედებად. ძირითადი პარენქიმის უკანასკნელი შრე ენდოდერმაა, რომელიც დიდი ზომის უჯრედებისაგან შედგება და მასში ბევრია სახამებლის მარცვლები. წიწვის ცენტრალური ნაწილი სტელას უჭირავს, იგი შედგება ჭურჭელობოჭკოვანი კონებისაგან, მექანიკური და ძირითადი ქსოვილისაგან. ქსილემის და ფლოემის უბნები ერთმანეთის გვერდით მდებარეობს.

7.3.3. ფოთლის სახეცვლილებები (მეტამორფოზები)

ფოთლის მეტამორფოზებს ეკუთვნის: ეკლები, ულვაშები, მწერიჭამია მცენარეების დამჭერი აპარატი, რედუცირებული ქერქლოვანი ფოთლები, საკვები ნივთიერებების სამარაგო ფოთლები და სხვა. ზოგჯერ ფოთლის ფირფიტა და მისი ყუნწი დამოუკიდებლად განიცდიან მეტამორფოზს, მაგალითად ზოგიერთ მწერიჭამია მცენარეში ფოთლის ფირფიტა გარდაქმნილია დამჭერ აპარატად, ფოთლის ყუნწი კი ფართოვდება და ფოთლის ფირფიტის ფორმას ღებულობს. ფოთლის ყუნწის მეტამორფოზს ფ ი ლ ო დ ი უ მ ი ეწოდება. ფოთლები გადაიქცევიან ეკლებად ან მთლიანად (კაქტუსი, კოწახური), ან ნაწილობრივ. ბარდას, ფოთლები გარდაიქმნებიან ხოლმე ულვაშებად. ფოთლების მეტამორფოზს ეკლებად და ულვაშებად

აქვთ ისეთივე მნიშვნელობა, როგორც ყლორტისას. ზოგჯერ ფოთოლთანები გარდაიქმნებიან ეკლებად(თეთრი აკაცია).

არის შემთხვევები, როდესაც ფოთლები ავტოტროფული კვების ნაცვლად ჰეტეროტროფულად იკვებება. ამ მხრივ აღსანიშნავია დამჭერი აპარატი, რომელიც ფოთლის მეტად საინტერესო სახეცვლილებაა. იგი დამახასითებელია მწერიჭამია მცენარეებისათვის - ნეპენტესი (სურათი 44). დროზე, მათ გააჩნიათ მწერების დამჭერი მოწყობილობები .



სურათი 44. მწერიჭამიები-ნეპენტესი

ნეპენტესს ყუნწის ბოლოზე უვითარდება ქოთნისებური სხეულები, ქოთანი ნახევრად იფარება ფოთლის ფირფიტის ხუფით, ხუფის ქვედა და ზედა მხარი მოფენილია ჯირკვლებით, რომელშიც ტკბილი სითხეა, მას ეტანება მწერი და ვარდება ქოთანში, ხუფი ეფარება ზევიდან, ქოთნის კედლის უჯრედები გამოყოფენ მჟავებს, რომლებიც შლიან მწერის ორგანიზმს, რასაც მცენარე ინელეგს. მეტამორფოზები მხოლოდ მწერიჭამია მცენარეებში როდი გვხვდება. მაგალითად დუმფარებში ვითარდება ბუტკოები, რომელიც ტენისა და ჰუმუსის რეზერვუარებს წარმოადგენენ. აქ ყალიბდება დამატებითი ფესვები, რომლებიც ტენით ამარაგებენ მცენარეებს. უდაბნოს მცენარეები განიცდიან წყლის ნაკლებობას, ამის გამო

ისინი ეგუებიან წყლის ნაკლებობას, იმიტომ რომ ფოთლებში აგროვებენ წყალს სუსტი ტრანსპირაციის გამო, წყლიანი ფოთლის ცენტრალურ ნაწილში წყლის დამაგროვებელი ქსოვილია. იმ მცენარეებს, რომელთაც წყლიანი ან ხორცოვანი ფოთლები უვითარდებათ სეკულენტებს უწოდებენ(სუკუს-წვენი ლათ.) მაგ. ალოე, აგავა და სხვ.

ანალოგიური და ჰომოლოგიური ორგანოები. მეტამორფოზები ხშირად შეინიშნება როგორც მცენარეებში, ისე ცხოველებში, ისინი არა მარტო ვეგეტაციური, არამედ ნებისმიერი რეპროდუქციული ორგანოსთვისაა დამახასიათებელი. განვითარების ყველა საფეხურზე მეტამორფოზები ცოცხალი მატერიის დამახასიათებელი მოვლენებია. მეტამორფოზების მეტად ფართო განვითარება და გავრცელება შეინიშნება დედამიწაზე ფარულთესლოვან მცენარეთა ბატონობის ეპოქაში. იგი დაკავშირებულია კლიმატურ და სხვა პირობების მკვეთრ გარდაქმნებთან. ამრიგად, მეტამორფოზები უნდა განვიხილოთ როგორც რეალური გამოხატულება ორგანიზმების პლასტიკურობისა, გარემო პირობების ცვლასთან დამოკიდებული ურთიერთმოქმედების პროცესში, როგორც რეალური გამოხატულება - ადაპტური ე.ი. შემგუებლური ევოლუციისა. სწავლება მეტამორფოზების შესახებ, ბოტანიკური მორფოლოგიის მნიშვნელოვან დარგს შეადგენს. მეტამორფოზების თანამედროვე კლასიფიკაცია ადვილი და ბუნებრივია. ესენია ფესვის, ღეროს, ფოთლისა და ყლორტის სახეცვლილებანი. საჭიროა, მხედველობაში მივიღოთ, რომ დასახელებულ მეტამორფოზებს შორის მკვეთრი ზღვარი არ არსებობს. ყველა სახეშეცვლილ ორგანოს ყოფენ ორ, პრინციპულად განსხვავებულ, ჯგუფად: ანალოგიურად და ჰომოლოგიურად. პირველ მათგანს ახასიათებს აგებულებისა და დაკისრებული ფუნქციის მსგავსება. მოცემულ შემთხვევაში მორფოლოგიურ-ფიზიოლოგიური მსგავსება როდი ადასტურებს ნათესაობას, ვინაიდან ანალოგიური ორგანოები ერთნაირი წარმოშობისა არიან. ანალოგიური ორგანოების მაგალითებია: კოწახურის ეკალი (ფოთლისგანაა წარმოქმნილი) და კუნელის ეკალი (ყლორტისგანაა წარმოქმნილი),

თეთრი აკაციის და ქაცვის (წარმოქმნილია თანაფოთლებისაგან) და სხვა.

ჰომოლოგიური ორგანოები საერთო წარმოშობის ე.ი. ერთიდაიგივე ორგანოებისაგან (მაგ. ყლორტისაგან) ან მათი ერთობლიობის საფუძველზე ერთიანდებიან. ჰომოლოგიური ორგანოები საერთო წარმომავლობის ან იმავე ფუნქციის შესრულებისას ხშირად მორფოლოგიურადაც მსგავსნი არიან. მაგ. კოწახურის და კაქტუსის ეკალი წარმოქმნილია ფოთლისაგან, ასკილის და ქაცვის ქერქისაგან, მაყვლისძირი და სტაფილოს ძირხვეწა ერთნაირი წარმოშობისანი არიან. ისინი, ძირითადად, ლებნისზედა მუხლისაგან, დამოკლებული ყლორტისაგან და საკუთრივ ფესვისაგან ვითარდებიან. მაგრამ ჰომოლოგიურ ორგანოებს ხშირად საერთოდ არ გააჩნიათ მორფოლოგიური მსგავსება; მაგ. ხახვის ბოლქვი და კარტოფილის გორგლი, იგივე ყლორტიდან წარმოშობისაა, მაშინ როდესაც სახეცვლილი ორგანო ბოლქვი და კარტოფილის გორგლი ასრულებენ ვეგეტაციური გამრავლების და სათადარიგო ნაწილების მსგავს ფუნქციებს. ჰომოლოგიური ორგანოებია, აგრეთვე ჭანგას გორგლი, ველური ლიმონის ეკალი, მარწყვის ულვაში და კარტოფილის გორგლი, ვინაიდან ისინი ყველა ყლორტული წარმოშობისანი არიან.

7.4 . რეპროდუქციული ორგანოები

რეპროდუქციული, ანუ გენერაციული ორგანოები ასრულებენ სქესობრივი გამრავლების ფუნქციას. ევოლუციური განვითარების ადრეულ ეტაპზე რეპროდუქციული ორგანოები, მხოლოდ სქესობრივი განვითარების ორგანოებს, უმთავრესად, ერთუჯრედოვან მაპროდუქცირებელი სასქესო უჯრედებს გამეტებს წარმოადგენენ.

უფრო მაღალორგანიზებული მცენარეების რეპროდუქციული ორგანოები უფრო რთულად მოწყობილ წარმონაქმნებს წარმოადგენენ. ამ წარმონაქმნებში ვითარდება არა მხოლოდ სქესობრივი გამრავლების ორგანოები, არამედ ხდება სქესობრივი აქტივ (გამეტების კოპულაცია) და ისახება ახალი მცენარის საწყისები - ჩანასახი.

რეპროდუქციული ორგანოები სქესობრივი პროცესის ყველა მცენარეს როდი უვითარდება. მაგალითად, კონიუგატებსა და დიატომურ წყალმცენარეებს რეპროდუქციული ორგანოები არ გააჩნიათ. სქესობრივი პროცესის დროს, ერთდებიან ჩვეულებრივი ვეგეტაციური უჯრედები პროტოპლასტები, სპეციალიზებული სასქესო უჯრედები - გამეტები, იგი მრავალ წყალმცენარეს უვითარდება, ასეთები უმეტესად ერთუჯრედიანი მცენარეებია. წყალმცენარეების უმეტეს ნაწილს სქესობრივი გამრავლების მდედრობით ორგანოებს ო ო გ ო ნ ი ე ბ ი ეწოდებათ, მამრობითისას კი ა ნ თ ე რ ი დ ი ე ბ ი. ისინი ყველა წყალმცენარის ერთუჯრედოვანი წარმონაქმნია.

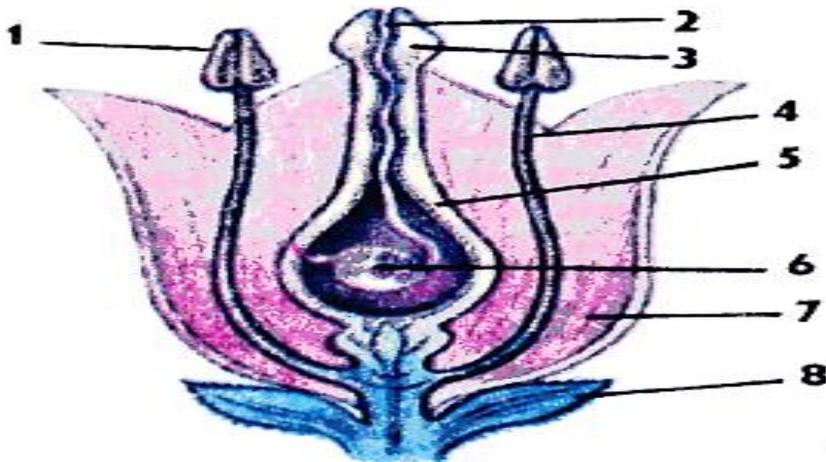
7.4.1. ყვავილი

მცენარეთა სამყაროში სქესობრივი გამრავლების ევოლუციის უდიდეს მიღწევად ითვლება ყვავილი და მისგან წარმოშობილი თესლი და ნაყოფი. ბოტანიკოსების უმეტესობა თვლის, რომ ყვავილის დამახასიათებელი ნიშნებია: მტვრიანებისა და ყვავილსაფართა არსებობა. ამ განსაზღვრიდან გამომდინარე, ყვავილი გააჩნიათ მხოლოდ ფარულთესლოვან მცენარეებს. ყვავილი წარმოადგენს სახეშეცვლილ დამოკლებულ ყლორტს, რომელიც ხელს უწყობს გამატების წარმოქმნას. დამტვერვისა და შემდგომი სქესობრივი პროცესის შედეგად წარმოიქმნება თესლკვირტი, ნაყოფის წარმოქმნაში გარდა ბუტკოს ნასკვისა, მონაწილეობენ ყვავილის სხვა ნაწილებიც. მიკრო და მეგასპორების წარმოქმნა ყვავილის სხვადასხვა ორგანოებში ხდება. ყვავილის იმ ნაწილებს, რომლებშიც მეგასპორები წარმოიქმნებიან, ბ უ ტ კ ო - გ ი ნ ე ც ე უ მ ი ეწოდება, ხოლო, რომლებიც მიკროსპორებს ქმნიან, მ ტ ვ რ ი ა ნ ა ნ დ რ ო ც ე უ მ ი ეწოდებათ. ანდროცეუმის ძირითად სტრუქტურულ ერთეულს მტვრიანა წარმოადგენს. ნაყოფფოთოლზე ვითარდება თესლკვირტი, რომლის შიგნითაც იქმნება ჩანასახის პარკი - მდედრობითი გამეტოფიტი. გინეცეუმი განიხი-

ლება, როგორც სქესობრივი გამრავლების მდედრობითი ორგანო. მტვრიანაში (სამტვრეში) წარმოიქმნება მიკროსპორები, რომელთაგანაც ვითარდება სამტვრე მარცვალ-მამრობითი გამეტოფიტი. ანდროცეუმი სქესობრივი გამრავლების მამრობითი ორგანოა.

ტიპური ყვავილი წარმოადგენს ყლორტის წვერს, მისით მთავრდება მთავარი ან გვერდითი ყლორტები. ისივე როგორც ყლორტი, ყვავილიც შედგება ღერძული ნაწილისაგან, ყვავილის ყუნწის, ყვავილსაჯდომისა და გვერდითი ფოთლებისაგან (სურათი 45). ყვავილსაჯდომი თავისი ადგილმდებარეობით და აგებულებით წარმოადგენს ღეროს წვერს. მაგრამ კენწრული ზრდა ზოგჯერ ადრე წყდება, ზოგჯერ კი შეიძლება ნაყოფის დამწიფებამდე გაგრძელდეს. ამიტომაც, რომ ყვავილსაჯდომი სხადასხვაგვარ ფორმას ღებულობს - ბრტყელი ყვავილების უმრავლესობა, ამოზნექილი ბაიები და ჩაზნექილია ისე, როგორც ეს ასკილს აქვს. ყვავილის ფოთლები ყვავილსაჯდომზე განლაგდებიან ჩვეულებრივ წრიულად - ციკლური ყვავილები, ყვავილს გააჩნია 5 ან 4 რგოლი.

ჯამის ფოთლის ერთი წრე, მტვრიანებს 2 ან 1, ბუტკოებს ერთი წრე. 4-რგოლიანი ყვავილის ფოთლების მქონე ყვავილები ე.ი. ოთხციკლიანი ყვავილები აქვთ სტაფილოს, ნიახურს და სხვ. უფრო იშვიათად ყვავილის ფოთლები განლაგებული არიან სპირალურად - ციკლური ყვავილები მაგალითად, მაგნოლია, ყვავილის ფოთლების ნაწილი, ჩვეულებრივ ჯამის ფოთლები და გვირგვინის ფურცლები, განლაგებული არიან წრიულად, ხოლო მტვრიანები და ბუტკოები კი სპირალურად. ყვავილი აგებულია ერთი განსაზღვრული გეგმის მიხედვით. მის ძირს შეადგენს ყვავილსაჯდომი, მასზე ქვემოდან ზევით მაგრდება ყვავილის ფოთლები ასეთი თანმიმდევრობით: ჯამის ფოთლები, რომლებიც აყალიბებენ ჯამს - ყვავილის დამცავ ორგანოს. ჯამის ზემოთ განლაგებულია გვირგვინის ფურცლები, მტვრიანები, რომლებიც ერთობლივ ანდროცეუმს შეადგენენ და ბოლოს ბუტკოები ერთი ან რამდენიმე გინეცეუმი.



სურათი 45. ყვავილის აგებულება : 1.მტვრიანა სამტვრე პარკით, 2.მტვრის მარცვლის გაღივება, 3.დინგი, 4.სამტვრე პარკი, 5.ნასკვი, 6.თესლკვირტი , 7.გვირგვინი , 8.ჯამი.

ყვავილსაფარი. ჯამი და გვირგვინი წარმოადგენენ დანამატებს და ერთად შეადგენენ ყვავილის საფარს, ანუ ყვავილსაფარს. სხვადასხვაგვარად შეფერილ ჯამსა და გვირგვინის დიფერენცირებულ ყვავილსაფარს ორმაგი ეწოდება, ხოლო ყვავილსაფარს, რომლის ფურცლები ერთნაირადაა შეფერილი, მარტივი ეწოდება.მარტივ ჯამისებრ ყვავილსაფარს ჩვეულებრივი მწვანე ფერის ფოთლები აქვს. მარტივ გვირგვინისებრ ყვავილსაფარს კი გააჩნია ღიად შეფერილი ფოთლები.

ყვავილსაფარის სიმეტრიის მიხედვით ყვავილებს სამ ჯგუფად ყოფენ:

1. აქტინომორფული, როდესაც ყვავილი რამდენიმე სიმეტრიულ სიბრტყედ იყოფა (უმეტესობა ყვავილები).

2. ზიგომორფულ ყვავილში შესაძლებელია ერთი სიმეტრიული სიბრტყის გავლება (ივან და მარია).
3. ასიმეტრიული, როდესაც სიმეტრიის გავლება არ შეიძლება (ზამბახი).

ჯამი (Calyx). შედგება მეტნაკლებად მჭიდრო, ჩვეულებრივ მწვანე ფოთლებისაგან, რომლებსაც ჯამის ფოთლები ეწოდებათ. ზოგჯერ ჯამი კაშკაშა ფერითაა შეფერილი, მაგალითად სოსანი. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში იგი ასრულებს ან აძლიერებს გვირგვინის დანიშნულებას დამტვერავი მწერების მოსაზიდად. ჯამი უმეტესად ერთმაგია ე.ი. შედგება ჯამის ფოთლების ერთი წრისაგან. ზოგჯერ კი ჯამის გარედან წარმოიქმნება მეორე ჯამი, რომელსაც ჯამისქვეშას უწოდებენ. ჯამისქვეშა ვითარდება თანაყვავილეებისაგან - ბალბისებრთა ოჯახი, ხოლო ზოგჯერ კი თანაფოთლებისგანაც წარმოიქმნება. ჯამის ფოთლები შეიძლება იყოს თავისუფალი - ფურცლებგანცალკავებული და მეტნაკლებად, ფურცლებზეზრდილი. ზოგჯერ ჯამის ფოთლები ერთმანეთს თითქმის მთელ სიგრძეზე შეეზრდებიან -თამბაქო.

გვირგვინი (Corolla). როგორც წესი, შედგება ფერადი გვირგვინის ფურცლებისაგან, რომლებიც წარმოქმნიან უმეტესად ყვავილის მეორე, ზოგჯერ კი მესამე წრეს. ჯამის ფოთლებისაგან განსხვავებით, გვირგვინის ფურცლები დიდი მრავალფეროვნებით გამო-ირჩევიან. მათი გამტარი სისტემა ზოგჯერ წარმოდგენილია მხოლოდ ერთი ძარღვით, სხვა შემთხვევაში კი რამდენიმეთი, გარდა ამისა, გვირგვინის ფურცლები, რომელთაც წვრილი ძარღვების მთელი სისტემა გააჩნიათ. მათ ახასიათებთ დიქოტომური დატოტვა. გვირგვინის ფურცლებს ფერს აძლევენ ქრომოპლასტები ან უჯრედის წვენის პიგმენტები. ბოლო შემთხვევაში გვირგვინის ფურცლების შეფერილობა არსებითად უჯრედის წვენში არსებული მჟავებისა და მათი კონცენტრაციის ხარისხზეა დამოკიდებული. ამასთან დაკავშირებით, მცენარეთა ზოგიერთ სახეს შეიძლება ფერი შეეცვალოს დღეღამის განმავლობაში. მაგალითად, ზოგიერთ დეკორატიულ მცენარეს, დილით გვირგვინის ფურცლები თეთრი აქვს, დღისით

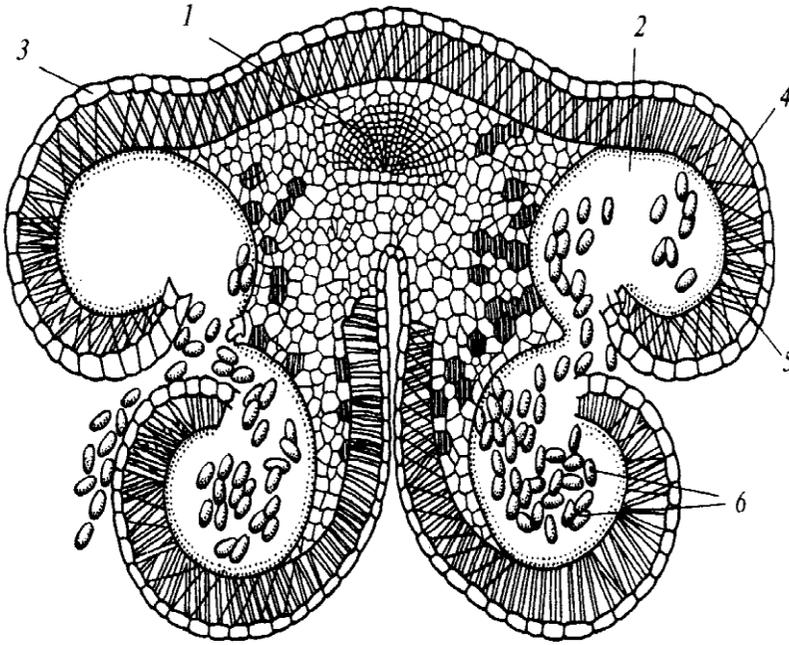
ვარდისფერი, ხოლო სადამოს კი ღია ვარდისფერი. გვირგვინის მრავალფეროვნება განუსაზღვრელია, ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან, როგორც შეფერილობის ინტენსიურობით, ასევე გვირგვინის ფურცლების რიცხვითაც, მათი ფორმითაც და ზომითაც. ყვავილის სახეთა განსაზღვრისა და დახასიათებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს გვირგვინის ფურცლების ურთიერთგანლაგებას. კიდევ უფრო საჭიროა იმის დადგენა - ისინი ერთმანეთს ნაწილობრივ მაინც შეეზრდებიან თუ განცალკავებულნი რჩებიან. ამასთან დაკავშირებით, განასხვავებენ გვირგვინის ორ ტიპს: განცალკავებულ ფურცლიან გვირგვინი მაგ. ასკილი და შეზრდილ ფურცლიან გვირგვინი, მაგ. ხვართქლა.

მტვრიანა (Androeceum). მტვრიანას დანიშნულებაა მტვრის წარმოქმნა. მტვრიანათა სტრუქტურა ძალზე სხვადასხვაგვარია, რადგანაც მტვრიანებს სხვადასხვაგვარი დამტვერვის ხერხი გააჩნიათ. მტვრიანათა რიცხვი ზოგჯერ ყვავილსაფარის ფოთლების ტოლია, მაგ. შროშანა, ხშირად მტვერიანათა რიცხვი ორჯერ ან მრავალჯერ აჭარბებს გვირგვინის ფურცლების, ანდა ყვავილსაფარის რაოდენობას. მტვრიანას ტიპური მოდელი ორი ნაწილისაგან შედგება: სამტვრე პარკი და მტვრიანას ძაფი. სამტვრე პარკს სტრუქტურის სხვადასხვაგვარობა გააჩნია, როგორც რედუქციის ფორმითა და ხარისხით, ასევე სამტვრე ძაფთან შეპირისპირების ხასიათითაც. სამტვრეს ფორმა ცოტად თუ ბევრად, ცვალებადია ხაზისებურიდან - ისრისებურამდე და ბირთვისებურამდე. მაგრამ უფრო ხშირად გვხვდება ექვსკუთხედის მსგავსი ფორმის. თითოეული, თავის მხრივ, შედგება ორი ბუდისაგან, რომლებსაც, აგრეთვე, სამტვრე პარკები ჰქვიათ, სწორედ აქ ვითარდებიან მიკროსპორები, ხოლო შემდგომში მტვერი. სამტვრე პარკი დაფარულია ერთშრიანი ეპიდერმისით, რომლის ქვედა უჯრედები ზრდის პროცესში ტიხრებით ორ შრედ იყოფა (შიგნითა და გარეთა), მის განივ ჭრილზე შეიმჩნევა შემდეგი ქსოვილები (სურათი 46): გარედან ვითარდება ეპიდერმისი, მის ქვეშ ენდოტეციუმი, რომელიც ხელს

უწყობს სამტვრე პარკის მომწიფებას და გახსნას. ენდოტეციუმის ქვეშ განლაგებულია პარენქიმული უჯრედების შრეები. სამტვრე პარკის კედლის ბოლო შრეა ტაპეტიუმი, რომელიც სპოროგენულ ქსოვილს აწვდის საკვებს, მაგრამ მიკროსპორების წარმოქმნის შემდეგ, ის როგორც წესი იშლება. ახალგაზრდა სამტვრეში თითოეული სამტვრე პარკის ცენტრში მდებარეობენ არქეოსპორიუმის უჯრედები, რომელთაგან შემდგომში მეიოზის გზით იქმნება მიკროსპორები და პირდაპირ სამტვრეში მამრობით გამეტოფიტში ღვიძებიან .

სხვადასხვაგვარი აგებულებისაა სამტვრე პარკის ძაფიც. საწყის ფარულთესლოვან პრიმიტიული ყვავილების მქონე მცენარეებში (მაგ. რანალიასებრთა მრავალი სახე) გამტარი კონის მქონე სამტვრე პარკის ძაფები გვირგვინის ფურცლის ფირფიტის სახისაა.

მნიშვნელოვანი სხვადასხვაობა შეინიშნება სამტვრე პარკის ძაფის გარეგნულ ფორმაშიც. ასე მაგალითად, ასკილის სამტვრე პარკის ძაფი ცილინდრულია და სიგრძით 10-12 მმ-ს აღწევს. სხვა მცენარეებს განივ ჰრილზე იგი ვიწრო ოვალური ფორმის აქვთ (ხახვი) და მნიშვნელოვნად უფრო დიდი ან უფრო მოკლე. იებს სამტვრე ძაფი თითქმის არ გააჩნიათ და მათ მტვრიანებს მჯდომარეს უწოდებენ. ასკილს, ისევე როგორც სხვა მცენარეთა დიდ უმეტესობას, სამტვრე პარკის ძაფი მარტივი, დაუტოტავი აქვს. მაგრამ ზოგიერთ მცენარეს (ხახვი) სამტვრე პარკის ძაფიდან გვერ-დითი ამონაზარდები აქვთ. მტვრიანას განვითარება იწყება ეპიდერმისის ჩამოყალიბებით, შემდეგ ეპიდერმისის ქვეშ უჯრედები იწყებენ გაყოფას ზედაპირის მიმართულებით, ხოლო სამტვრე პარკის კუთხეებში ყალიბდება არქესპორიუმი, შემდეგ ტ ა პ ე ტ ი უ მ ი , რომელიც სამტვრე ბუდეებს გარს ერტყმის ის რომელიც წარმო-იშვება ეპიდერმისის ქვედა უჯრედებისაგან, ხოლო შიგნითა ფენა დამაკავშირებელია პარენქიმისაგან. სამტვრე პარკში მოთავსებულია სპოროგენული ქსოვილი, რომელიც წარმოქმნის მიკროსპორებს - მტვრის მარცვლებს.



სურთი 46. სამტვრე პარკის განივი ჭრილი;

1. დამაკავშირებელი პარენქიმა, 2.სამტვრე ბუდეები,
 3.ეპიდერმისი, 4.ენდოტეციუმი, 5.ტაპეტიუმი, 6.მტვრის
 მარცვლები.

სამტვრეებში მოთავსებულია მრავალი დიპლოიდური უჯრედი, რომელიც იყოფა მეიოზის შედეგად, ყოველი დიპლოიდური უჯრედიდან წარმოიქმნება ოთხი ჰაპლოიდური უჯრედი, რომლებიც მტვრის მარცვლად გარდაიქმნება, თითოეული მტვრის მარცვლის უჯრედი კვლავ იყოფა მიტოზურად და წარმოიქმნება ორი ჰაპლოიდური უჯრედი - გენერაციული და ვეგეტაციური. გენერაციული ისევ იყოფა მიტოზურად და წარმოიქმნება ორი სპერმია, ისინი მოძრაობენ სამტვრე მილთან ერთად.

მტვრის მარცვალს გააჩნია ორი შრე ინტინა - შიგნითა და ეგზინა - გარეთა. ინტინას აქვს თხელი აპკი, ხოლო ეგზინა სქელია და გაჟ-

დენთილია ცვილითა და კუტინით. ორუჯრედიან მტვრის მარცვალში სასქესო უჯრედები წარმოიშობიან მაშინ, როცა მტვრის მარცვალი მოხვდება ბუტკოს დინგზე, დაიწყება გაღივება და წარმოშობს სამტვრე მილს.

ბუტკო (Gynoeceum) ეწოდება ნაყოფფოთოლთა ერთობლიობას, რომლებიც წარმოქმნიან თესლკვირტებს (სურათი 47). ბუტკო შედგება ნ ა ს კ ვ ი ს ა გ ა ნ, ს ვ ე ტ ი ს ა და დ ი ნ გ ი ს ა გ ა ნ. ზოგჯერ როცა სვეტი არ არსებობს, მაშინ დინგები უშუალოდ ნასკვზე არიან მოთავსებულნი (მჯდომარე დინგები მაგ. ყაყაჩოს). ბუტკო ყვავილის ყველაზე რთულად მოწყობილი ნაწილია, მისი აგებულება მიუთითებს მცენარეთა მოცემული ჯგუფის ფილოგენეტიკური განვითარების დონეზე, ამიტომ მას დიდი მნიშვნელობა აქვს სისტემატიკისათვის. გინეციუმში ანდროციუმთან და, მით უმეტეს, ყვავილსაფართან შედარებით უფრო მკაფიოდ ჩანს ცვლილებები, რომლებიც ევოლუციის მსვლელობისას ხდება, მაგალითად მისი კომპონენტების სპირალურიდან - რგოლური მდებარეობის გადახრა. ამჟამად არსებობს გინეციუმის შემდგომი კლასიფიკაცია: მ ა რ ტ ი ვ ი, ანუ ერთწვერიანი გინეციუმი შედგება ერთი ბუტკოსაგან; რ თ უ ლ ი გინეციუმი, რომელიც შედგება ორი ან მრავალი ბუტკოსაგან.

რთული გინეციუმები არ წარმოადგენენ სიძნელეებს, არც გამოსაცნობად და არც კლასიფიკაციისათვის და მათ ა პ ო კ ა რ პ უ ლ ს უწოდებენ. აპოკარპული გინეციუმი დამახასიათებელია მხოლოდ ზოგიერთი ოჯახებისათვის: მაგნოლიასებრთა, ბაიასებრთა და სხვა. მარტივი გინეციუმი კი ძალზე ხშირად გვხვდება. უფრო ადვილია მისი შესწავლა და კლასიფიკაცია. აუცილებელია ერთმა-ნეთისაგან განვასხვაოთ მარტივი გინეციუმის ორი ჯგუფი: პირველი, როცა გინეციუმი ყალიბდება, მხოლოდ ერთი ნაყოფფოთლით, ასეთ გინეციუმს აპოკარპული ჰქვია. ყველაზე ფართოდ იგი წარმოდგენილია პარკოსანთა ოჯახის სახეობებში - ბარდა, ლობიო და სხვა.



სურათი 47. ბუტკო და მტვრიანები.

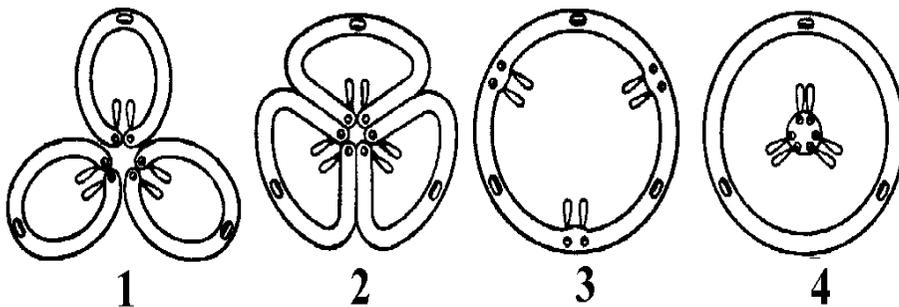
ერთი ნაყოფფოთლით გინეციუმს აპოკარპული ჰქვია. ყველაზე ფართოდ იგი წარმოდგენილია პარკოსანთა ოჯახის სახეობებში - ბარდა, ლობიო და სხვა.

მარტივი გინეციუმის მეორე ჯგუფს ც ე ნ ო კ ა რ პ უ ლ ს უწოდებენ. პირველისაგან განსხვავებით, აქ ყალიბდება რთული ბუტკო არა ერთი, არამედ ორი ან რამდენიმე ერთმანეთთან შეზრდილი კარპელისაგან. ნაყოფფოთოლთა შეზრდის ხერხებზე, და აგრეთვე, ნასკვის ბუდეთა რაოდენობაზე დამოკიდებულებით ცენოკარპულ გინეციუმებს ყოფენ შემდეგ 3 ტიპად (სურათი 48).

ს ი ნ კ ა რ პ უ ლ ი - როდესაც შეკრული კარპელები ერთმანეთს შეეზრდებიან გვერდითი ზედაპირებით. ამ შემთხვევაში ნასკვს გააჩნია რთული ტიხრები, ნასკვში ბუდეთა რიცხვი ტოლია კარპელების რიცხვისა;

პ ა რ ა კ ა რ კ უ ლ გინეციუმს გააჩნია ნაყოფფოთოლთა კიდეების შეზრდის შედეგად შექმნილი ერთბუდიანი ნასკვი - ტირიფი; ლ ი ზ ი კ ა რ კ უ ლ გინეციუმს აქვს, აგრეთვე ერთბუდიანი ნასკვი, მაგრამ იგი განუვითარებელია, ამასთან, ნასკვის ცენტრში შენარჩუნებულია ნაყოფფოთოლთა კიდეების ნარჩენებისაგან შექმნილი ღერძი - ფურისულა.

სინკარპული გინეციუმის გამოკვლევისას, საჭიროა დავადგინოთ რამდენი ნაყოფფოთლისაგან შედგება იგი. შესაძლებელია დარწმუნებით ითქვას, რომ ბუტკო შედგება იმდენი ნაყოფფოთლისაგან, რამდენი ცალკეული სვეტიც გააჩნია, რამდენი ნასკვიც გამოაქვს დინგს და რამდენ ბუდეს იკეთებს ნასკვი. ნაყოფფოთოლთა რიცხვის ზუსტი აღრიცხვისათვის მხედველობაში უნდა მივიღოთ ჩამოთვლილი ნიშნების მთელი ერთობლიობა. აპოკარპული გინეციუმის შემთხვევაში მის კომპონენტებს - ნაყოფფოთლების - შეუძლიათ განლაგდნენ ან სპირალურად ან რგოლურად. სპირალურად განლაგებული ნაყოფფოთლები,



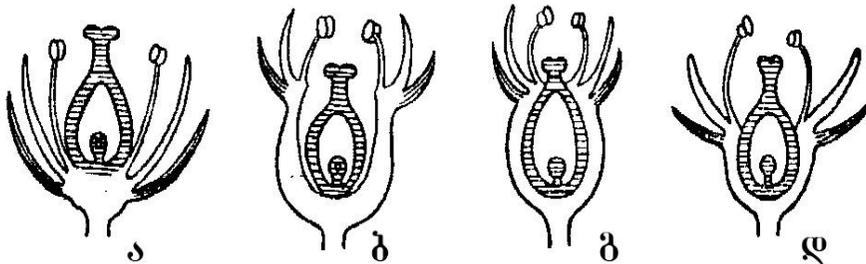
სურათი 48. გინეციუმის ტიპები:

1. აპოკარპული, 2. სინკარპული, 3. პარაკარპული,
4. ლიზიკარპული.

როგორც წესი, გვხვდება პრიმიტიულ ოჯახთა სახეობებში: მაგნოლიასებრნი, ბაიასებრნი და სხვა. ყვავილის სხვა ნაწილებთან მდე-

ბარეობისდა მიხედვით არჩევენ, აგრეთვე ზედა, ქვედა და ნახევრად ქვედა ნასკვებს (სურათი 49).

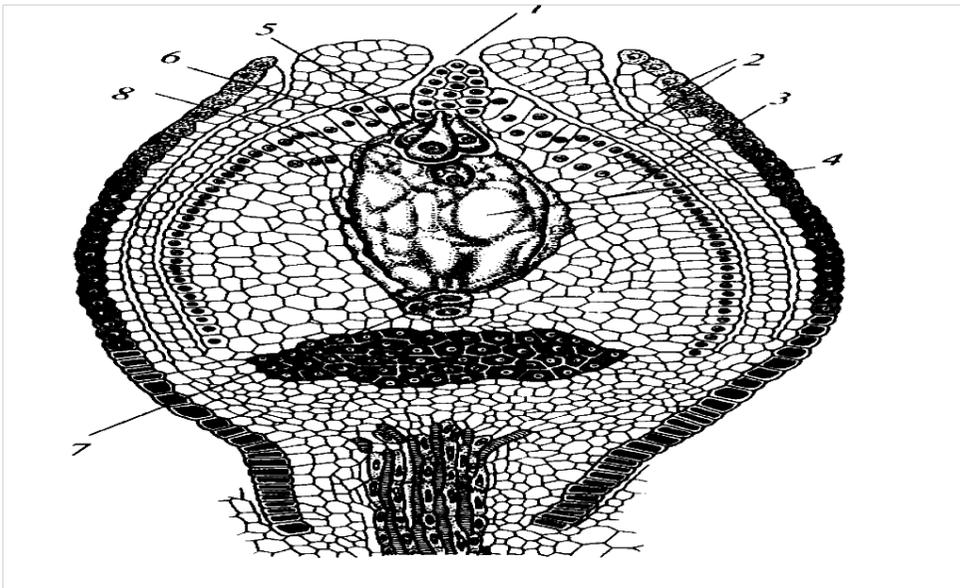
ზედა ნასკვი თავისუფლად მდებარეობს ბრტყელ, ამოზნექილ ან ჩაზნექილ ყვავილსაჯდომზე და იქმნება მხოლოდ ნაყოფფოთლებით. ასეთი ბუტკო ადვილად შეიძლება ნემსით გაიკვეთოს მაგ. ბაია, ბარდა. ზედა ნასკვიანი ყვავილები ჩვეულებრივ ქვედა ბუტკოიანი ყვავილებია, ვინაიდან მათ მტვრიანები და სხვა ნაწილები, ბუტკოს ქვემოთ აქვთ განლაგებული. ქვედა ნასკვის წარმოქმნაში გარდა ნაყოფფოთლებისა, ყვავილის სხვა ნაწილებიც მონაწილეობენ: მაგ.ყვავილსაჯდომი, ჯამის ფოთლები, გვირგვინის ფურცლები და მტვრიანები, რომლებსაც იგი შეეზრდება მაგ. ვაშლი. ქვედა ნასკვიანი ყვავილები ჩვეულებრივ ქვედა ბუტკოიანი ყვავილებია. გამოყოფენ კიდევ ყვავილების ჯგუფს, ნახევრად ქვედა ნასკვით, ამ შემთხვევაში მისი ქვედა ნაწილი შეზრდილია ყვავილსაჯდომთან ან ყვავილის სხვა ნაწილებთან. ასეთი ნასკვი აქვს ანწლს



სურათი 49. ნასკვის მდებრეობა: ა,ბ. ზედა, გ. ქვედა, დ. ნახევრად ქვედა

და სხვა მცენარეებს. არსებობენ ერთბუდიანი, ორბუდიანი და მრავალბუდიანი ნასკვები, რაც ერთმანეთთან დაუკავშირებელი ნასკვების რაოდენობაზეა დამოკიდებული. თუ ბუდეები ასე თუ ისე, უკავშირდებიან ერთმანეთს, როგორც ეს მაგალითად ყაყაჩოს აქვს, მაშინ ნასკვი ერთბუდიანად ითვლება.

თესლკვირტი. თესლკვირტი მეგასპორანგიუმის ჰომოლოგია. თესლკვირტა პლაცენტა მაგრდება თესლის ყუნწით (სურათი 50). გარედან თესლკვირტი დაფარულია ერთი ან ორი საფარით -ინტეგუმენტებით, რომლებიც წვეროზე მთლიანად არ იკვრებიან და ტოვებენ ხვრელს - მიკროპილეს, ანუ მტვერსავალს. მიკროპილეს პირდაპირ მდებარე თესლკვირტის ბოლოს - ქალაქა ეწოდება. ჩამოყალიბებული თესლკვირტის ინტეგუმენტების ქვემოთ მდებარეობს მრავალუჯრედიანი თესლკვირტის ბირთვი, რომელიც გარს აკრავს ჩანასახოვან პარკს. ჩანასახოვანი პარკის მიკროპილარულ პოლუსზე სამი უჯრედია: უფრო დიდი კვერცხუჯრედი და



სურათი 50. თესლკვირტის აგებულება: 1.მიკროპილე, 2.ინტეგუმენტები, 3.ნუცელუსი, 4. ჩანასახის პარკი, 5.კვერცხუჯრედი, 6.სინერგიდები, 7.ანტიპოდები. 8. მეორადი ბირთვი.

ორი სინერგიდი. მოპირდაპირე პოლუსზე კი ასევე სამი უჯრედია, რომელთაც ანტიპოდები ეწოდებათ. ცენტრში

მდებარეობს მეორეული ჩანასახოვანი ბირთვი, რომელიც შექმნილია ორი პოლარული ბირთვის შეერთების შედეგად.

7.4.2.ყვავილელი

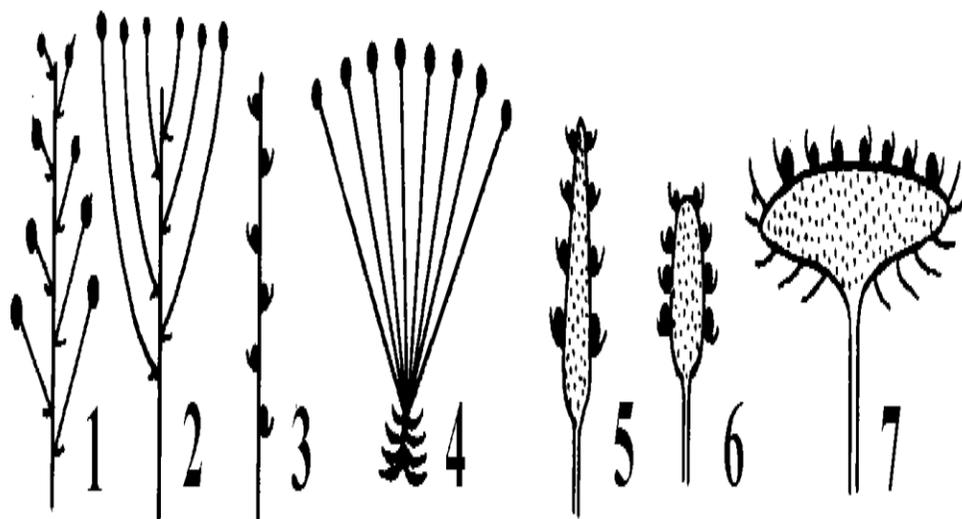
ყვავილები, როგორც წესი, ყვავილედებადაა შეკრებილი, თუმცა ზოგიერთ მცენარეს, მხოლოდ ერთი ყვავილი გააჩნია. ყვავილედებში იგულისხმება მცენარის ისეთი ტოტი, რომელსაც გააჩნია ყვავილები და სახეშეცვლილი ვეგეტაციური ფოთლები, თანაყვავლედები და თანაყვავილები. მცენარეთა მრავალ ჯგუფს სპეციალიზებული ყვავილედები აქვთ. მცენარეთა მრავალ დიდ ჯგუფს გააჩნია ყვავილედის ევოლუციის განსაკუთრებული საკუთარი გზა. დამუშავებულია კლასიფიკაციის საკმაოდ ხელოვნური ორი პრინციპი: პირველი - მცენარის ღეროზე ყვავილედების ადგილმდებარეობის მიხედვით. უმეტესად ყვავილედები კენწრულია, მეორე ტიპი დაფუძნებულია დატოტვის წესზე და ყვავილების განვითარების თანამიმდევრობაზე. ამ კლასიფიკაციაში გამოყოფენ ორ ტიპს: ბოტრიული - ზრდა განუსაზღვრელი და ციმოზურს - ზრდა განსაზღვრულ ყვავილედებს. ბოტრიული მონოპოდიალური ყვავილედია, ვინაიდან ყვავილების გაშლა და ზრდა მიმდინარეობს ფუძიდან წვეროსკენ. მკაფიოდაა გამოხატული მთავარი ღერო ე.ი. პირველი რიგის ღერძი. ბოტრიული ტიპის ყვავილედები შეიძლება იყოს მარტივი და რთული. ყვავილედებს, რომლებსაც ყვავილები უშუალოდ პირველი რიგის ღეროზე ან ყვავილსაჯდომზე ე.ი. მეორე რიგის ღერძების კენწეროზეა განლაგებული, ეწოდებათ მარტივი. მარტივ მონოპოდიალურ ყვავილედებს განეკუთვნებიან შემდეგი ფორმები(სურათი51):

თავთავი ყვავილელი, რომლის ყვავილებს არ გააჩნიათ ყვავილის ყუნწი და უშუალოდ მთავარ ღერძზე არიან მიმაგრებული, მრავალძარღვა.

მჭადა - სუსტ ღერძიანი თავთავია , რომელსაც აყვავების შემდგომ მჭადა ძირს ცვივა.მაგ.კაკლის, ჩვეულებრივი თხილის მამრობითი თანაყვავილელი.

ტარო - ძლიერ გამსხვილებული ღერძიანი თავთავი. ტაროს გააჩნია ერთი ან რამოდენიმე ფოთოლი - სიმინდის მდედრობითი თანაყვავილელი.

მტევანი - ყვავილელი, რომლის მთავარ ღერძს აშკარად გამოხატული ერთნაირი სიგრძის ყვავილის ყუნწი აქვს, ყვავილსაჯდომები გამოდიან ყვავილებიდან, მაგალითად ხანჭკოლა. არსებობს ცალმხრივი მტევანი, როცა ყვავილები განლაგებულნი არიან მხოლოდ ცალ მხარეს - კურდღლის ფრჩხილა.



სურათი 51. მარტივი ბოტრული ყვავილედის ტიპები: 1.მტევანი, 2.ფარი, 3.თავთავი, 4.ქოლგა, 5.ხორცოვანი თავთავი, 6.თავაკი, 7.კალათა

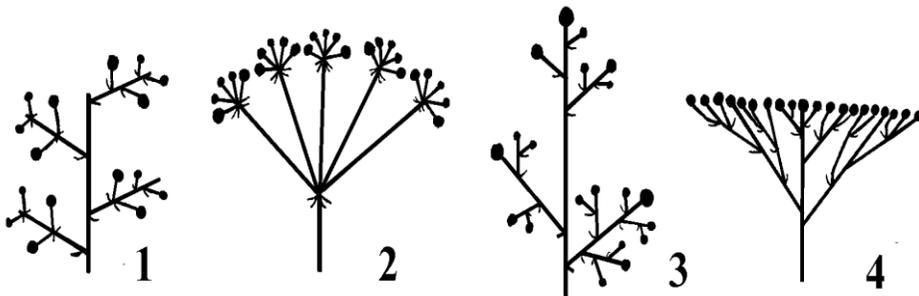
ფარი - რომელსაც ქვედა ყვავილების ყუნწი ზედაზე გრძელი აქვს მაგ. მსხალი.

ქოლგა - ყვავილედის, რომელსაც მთავარი ღერძი დამოკლებული აქვს, ხოლო ერთნაირი სიგრძის ყვავილსაჯდომები თითქოს ერთი სიბრტყიდანაა გამოსული - ფურისულა, ხახვი.

თავაკი - ყვავილედის დამოკლებულია და ქინძისთავისებურად გაფართოებული აქვს ღერძი, ყვავილს ყუნწი არ გააჩნია ან ძალზე მოკლე აქვს - სამყურა.

კალათა - ყვავილედის, რომელსაც გამოაქვს მჭიდრო შეკრული ყვავილები, ღერძის დაბოლოების გაბარდვის შედეგად ძალზე გაფართოებული საერთო საჯდომით. საჯდომი შესაძლოა იყოს თეფშისებური, კონუსისებური და ა.შ. კენწრული ფოთლები შეკრებილი და დახვეულია.

მონოპოდიალურ თანაყვავილედებს უწოდებენ რთულს, თუ მეორე რიგის ღერძები იძლევა არა ცალკეულ ყვავილებს, არამედ მარტივ თანაყვავილედებს. უშუალოდ ძირითად ღერძზე განლაგებული ყვავილები, ისე როგორც ეს მარტივ თანაყვავილედებშია, აქ არ გვხვდება. რთულ მონოპოდიალურ თანაყვავილედებს განეკუთვნებიან შემდეგი ფორმები (სურათი 52).



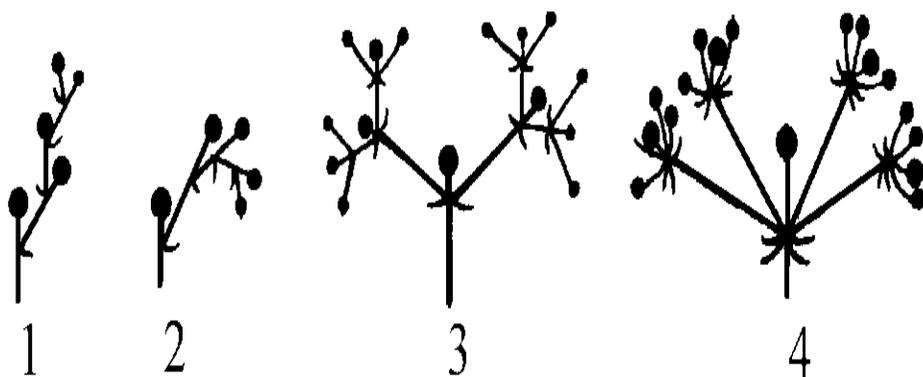
სურათი 52. რთული ბოტრული ყვავილედის ტიპები: 1. ორმაგი მტევანი, 2. რთული ქოლგა, 3. საგველა, 4. რთული ფარი.

რთული თავთავი - რომელთა ძირითად ღერძზე მოთავსებულია მარტივი თავთავები (თავთუნები) და არა ყვავილები - ხორბალი, ქერი, ტრიტიკალე.

რთული ქოლგა - რომელთაც პირველი რიგის ღერძზე მოთავსებული აქვს არა ყვავილები, არამედ მეორე რიგის ღერძები, რომლებიც მარტივ ქოლგებს ქმნიან - კამა.

საგველა - ყვავილედის, რომლის მთავარი ღერძი იძლევა გვერდით დატოტვილ, ყვავილებით დასრულებულ ღერძებს. მთლიანად თანა ყვავილედს პირამიდული მოხაზულობა აქვს და მოგვაგონებს რთულ მტვრიანას - სიმინდის მამრობითი ყვავილედის .

ციმოზური, ანუ კენწრული ყვავილედის, ზრდა განსაზღვრულია, რაც იმას ნიშნავს, რომ ჯერ კენწრული ვითარდება, ხოლო შემდეგ გვერდითი და ქვედა ყვავილები. ასეთ ყვავილებს ახასიათებთ სიმპოდიური და ცრუ დიქოტომიური დატოტვა. ციმოზური ყვავილედის სამგვარია: მონოქაზიუმი, დიქაზიუმი, პლეოქაზიუმი (სურათი 53).



სურათი 53. ციმოზური ყვავილედები: 1.ხვეულა, 2.კლაცნია (მონოქაზიუმი), 3.დიქაზიუმი, 4. პლეოქაზიუმი.

მონოქაზიუმი ორგვარია: 1.ხვეულა, როცა ყველა გვერდითი ყვავილი მოხრილია და ღერძის ერთ მხარეზეა განლაგებული, 2. კლაკნია, როცა გვერდითი ყვავილები ღერძის მარცხენა და მარჯვენა მხარეზე არიან განლაგებული - ბაია, ზამბახი. დიქაზიუმი ისეთი ყვავილედია, რომლის მთავარ ღერზე ორი ერთნაირი სიგრძის მოპირდაპირე გვერდის ტოტი ვითარდება და თვითეული მათგანი კენწრული ყვავილით ბოლოვდება - მიხაკი.

პლეიოქაზიუმის შემთხვევაში ვითარდება ორზე მეტი გვერდითი ტოტი - რძიანა.

7.4.3. ყვავილის სქესიანობა და სახლიანობა

დადგენილია, რომ ფარულთესლოვანთა სახეობების დაახლოებით 75%-ის ერთ ყვავილს უვითარდება მტვრიანა და ბუტკო, ორსქესიანი ყვავილები. დაახლოებით 25% აქვს ერთსქესიანი ყვავილები - მტვრიანნი ან ბუტკოიანი. განასხვავებენ მცენარეთა სახეობებს, რომლებსაც ერთ მცენარეზე (მაგ. სიმინდი) უვითარდებათ მტვრიანაც და ბუტკოც. ასეთ მცენარეებს ერთსახლიანები ეწოდებათ. მცენარეებს, რომელთა ზოგი ინდივიდი მხოლოდ ბუტკოიან ან მტვრიანნი ყვავილებს ინვითარებენ ორსახლიანებს უწოდებენ -ტირიფი .

ყვავილის ფორმულა და დიაგრამა. ფორმულებისა და დიაგრამების შედგენისას, იყენებენ პირობითი ნიშნების სერიას, რომლებიც განსაზღვრულ ცნებებს გამოხატავენ. ასე მაგალითად ფორმულები შედგებიან შემდეგი ნიშნებისაგან:

Ca (Calyx) - ჯამი,

Co (Corolla) - გვირგვინი,

A (Androceum) - ანდროცეუმი,

G (Gynoeceum) - გინეცეუმი,

P (Perigonium) - მარტივი ყვავილსაფარი.

ყვავილის ცალკეულ წევრთა რიცხვი გამოიხატება ციფრებით (მაგალითად, ხუთფურცლიანი ჯამი Ca_5 , ექვსწევრიანი ანდროცეუმი A_6 , ხოლო იმ შემთხვევაში, თუ მათი რიცხვი არ არის მუდ-

მივი, იმავე ყვავილებში ნიშნით. მაგალითად მრავალი ანდროცეუმი $A\infty$. ძალზე იშვიათად ანდროცეუმის (ან გინეციუმის) წევრთა რიცხვი განსაზღვრულია დაახლოებით 12-ის ფარგლებში. ასე მაგალითად, კუნელის გვარი შეიცავს 7-დან 11 -მდე (ზოგჯერ კი მეტს) მტვრიანას ასეთ შემთხვევებში ანდროცეუმის წევრთა რაოდენობა ასევე აღინიშნება განუსაზღვრელობის ნიშნით.

ყვავილის ფოთლების ერთმანეთთან შეზრდის შემთხვევაში, მათ რაოდენობაზე მიმნიშნებელი რიცხვი ჩაისმება ფრჩხილებში, მაგალითად კარტოფილი - შეზრდილი გვირგვინი დაიწერება ასე C_{∞} ან ლობიოს ანდროცეუმი $A_{\infty} + 1$.

თუ ჯამის გვირგვინის ან მარტივი ყვავილსაფარის ცალკეული ნაწილები განლაგებულნი არიან რამდენიმე რგოლად, მაშინ მათი რიცხვის მიმანიშნებელ ციფრს ცალკეულ რგოლებში აერთებენ + ნიშნით. მაგალითად, შროშანას მარტივი ყვავილსაფარი - P_{3+3}

ფორმულამ უნდა გამოხატოს ნაყოფფოთოლის რამდენი ციფრისაგან შედგება ერთი ბუტკო (ცენოკარპული გინეციუმი) ან თითოეულის ნაყოფფოთოლმა როგორ შექმნა ცალკეული ბუტკო (აპოკარპული გინეციუმი) და, აგრეთვე, რომელი ნასკვია, ზედა თუ ქვედა. მაგალითად, ქვედა ნასკვიანი ცენოკარპული გინეციუმი გოგრის ყვავილის ფორმულა ასე შეიძლება გამოვსახოთ $C(3)$, სადაც (3) აჩვენებს, რომ გინეციუმი ცენოკარპულია და შექმნილია 3 ერთმანეთთან შეზრდილი ნაყოფფოთოლით, ხოლო ზემოდან გასმული ხაზი აღნიშნავს ქვედა ნასკვს, ზედა ნასკვი შესაბამისად აღინიშნება ქვემოდან ხაზის გასმით.

7.4.4. ყვავილის დამტვერვა და განაყოფიერება

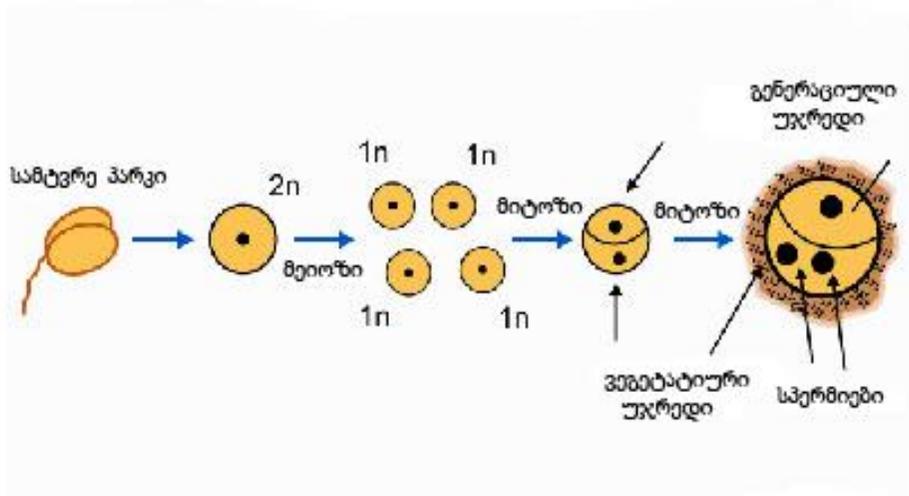
დამტვერვის არსი მდგომარეობს მტვრის სამტვერედან ბუტკოს დინგზე გადატანაში. განასხვავებენ დამტვერვის ორ, პრინციპულად განსხვავებულ ტიპს: თ ვ ი თ დ ა მ ტ ვ ე რ ვ ა და ჯ ვ ა რ ე დ ი ნ ი დ ა მ ტ ვ ე რ ვ ა. თვითდამტვერვა მხოლოდ ორსქესიან ყვავილებშია შესაძლებელი. კლასიკური მაგალითი თვითდამტვერვისა შეინიშნება გადაუშლელ ყვავილებში - ხორბალი. მცენარეთა სამყა-

როს ევოლუციისას, ჯვარედინი დამტვერვა, უფრო პროგრესიულია, რადგან ჯვარედინი დამტვერვისას შთამომავლობას შეუძლია შეითვისოს ორივე მშობლის მემკვიდრეობითი თვისებები, ეს კი მეტ შესაძლებლობებს იძლევა არსებობისა თვის ბრძოლაში. მცენარეთა უმეტესობას ახასიათებს ჯვარედინი დამტვერვა. მტვერის გადატანის ხერხები სხვადასხვანაირია: **ქართი** (ანემოფილია); **წყლით** (ჰიდროფილია); **მწერებით** (ენტომოფილია); **ფრინველებით** (ორნიტოფილია); **ჭიანჭველებით** (მირმეკოფილია) და სხვა. არსებობს ჯვარედინი დამტვერვის ორი ფორმა: 1. გ ე ი ტ ო ნ ო გ ა მ ი ა - მეზობლური დამტვერვა, ერთი ყვავილის მტვერი მოხვდება მეორეს დინგს; 2. ქ ს ე ნ ო გ ა მ ი ა -საკუთრივ ჯვარედინი, როდესაც ერთი ინდივიდის ყვავილის მტვერი გადაიტანება მეორე ინდივიდის დინგზე. ყველაზე ფართოდაა ცნობილი ყვავილთა დამტვერვა მწერებით. მაგალითად, სამყურასა და სხვა სახეობებს, გააჩნიათ გვირგვინი, რომელიც გრძელ მილადაა შეზრდილი. მხოლოდ კრაზანებს და ზოგიერთ გრძელხორთუმა ფუტკარს შეუძლიათ მათგან ნექტარის ამოღება და ამ დროს ჯვარედინად დამტვერვის განხორციელება. ამჟამად გაბატონებულია შეხედულება, რომ დამტვერვის პირველყოფილი ხერხები ენტომოფილური იყო. ანემოფილია ფართოდაა ცნობილი მაღალი რანგის, როგორც სისტემატურ კატეგორიებში, ისე პრიმიტიულებს შორისაც. მრავალი ყვავილის საერთო სტრუქტურა საოცრად ემთხვევა მწერთა დამტვერავის სხეულის აგებულებას, ამასთან ერთად, ერთნაირია მათი გეოგრაფიული გავრცელება, ტერიტორია-არეალები. ყვავილის დამტვერვის ყველაზე ფართოდ გავრცელებული წესია დ ი ქ ო გ ა მ ი ა - მტვრიანებისა და ბუტკოების სხვადასხვა დროს დამწიფება და აგრეთვე ჰ ე ტ ე რ ო ს ტ ი ლ ი ა. დიქოგამია ორი ფორმით გამოიხატება: პ რ ო ტ ა ნ დ რ ი ა, როდესაც ორივე სქესის ყვავილზე მტვრიანები ბუტკოებზე ადრე მწიფდებიან. დიქოგამიის ასეთი ფორმა შეინიშნება უფრო ხშირად პარკოსანთა ოჯახის სახეობებში და სხვ. მეორე ფორმა დიქოგამიისა - პ რ ო ტ ე რ ო გ ე ნ ი ა, როდესაც ორივე სქესიან ყვავილში ბუტკოები მწიფდებიან მტვრიანებზე ადრე. ეს

ფორმა ხშირად გვხვდება მარცვლოვანებში, მრავალძარღვასანა-
ირებში და სხვა. ჰეტეროსტილიის დროს ბუტკოს დინგი და მტვრი-
ანათა სამტვრეები სხვადასხვა დონეზე არიან განლაგებულნი. ზოგ
ეგზემპლარს ორივე სქესის ყვავილებში სვეტები ძალზე გრძელი
აქვთ, დინგი კი ძალზე ამეტებს სამტვრეების დონეს, რომლებიც
შედარებით მოკლე მტვრიანას ძაფებზე არიან განლაგებულნი. ზო-
გიერთ ეგზემპლარს კი პირიქით აქვს. ცნობილია შემთხვევები, რო-
დესაც ერთსა და იმავე სახეობაში ერთდროულად გვხვდება დიქო-
გამიაც და ჰეტეროსტილიაც. ასეთ დროს, რა თქმა უნდა უფრო ჯვა-
რედინი დამტვერვა ხდება.

განაყოფიერება. განაყოფიერებაში იგულისხმება ორი სასქესო უჯ-
რედის - მამრობითისა და მდედრობითის გამეტების შერწყმა. ყვავი-
ლოვანი მცენარეების მამრობით გამეტებს ს პ ე რ მ ე ბ ი ჰქვიათ,
ხოლო მდედრობითს - კ ვ ე რ ც ხ უ ჯ რ ე დ ი. დამტვერვასა და
განაყოფიერებას წინ უსწრებს მიკრო და მეგა სპორების, ხოლო შემ-
დგ გამეტების წარმოქმნა.

მიკროსპოროგენეზი - მიკროსპორების შექმნის პროცესია. ეს პრო-
ცესი მტვრიანების სამტვრე ბუდეებში - მიკროსპორანგიუმებში ხო-
რციელდება (სურათი 54). მიკროსპორები ვითარდებიან უჯრედე-
ბისაგან, რომლებიც სამტვრე ბუდეებში მდებარე არქეოსპორების
უჯრედებისაგან არიან წარმოქმნილი. დიპლოიდური უჯრედები გა-
ნიცდიან მეიოზურ გაყოფას, რის შედეგადაც, ყოველი უჯრედისა-
გან წარმოიქმნება ოთხი ჰაპლოიდური მიკროსპორა, ხოლო შემდ-
გომ ოთხი ჰაპლოიდური მტვრის მარცვალი. ყოველი მიკროსპორა
შეიცავს მკვირვ ციტოპლაზმას და მსხვილ ბირთვს. მიკროსპორები
ჯერ კიდევ სამტვრეში ამოიზრდებიან და იძლევიან მამრობით გა-
მეტოფიტებს, რომელსაც მტვრის მარცვალი ჰქვია. გარედან მტვრის
მარცვალები დაფარულია ორი გარსით. გარეთა - ე გ ზ ი ნ ა და ში-
და უფრო თხელი - ი ნ ტ ი ნ ა. ეგზინა ძლიერაა გაჟღენთილი ცხი-
მოვანი ნივთიერებით. ინტინა შეიცავს ცელულოზას და ინარჩუ-
ნებს ელასტიურობას. მიტოზური დაყოფის შედეგად წარმოიქმნება
პატარა - გ ე ნ ე რ ა ც ი უ ლ ი და დიდი - ვ ე გ ე ტ ა ც ი უ რ ი უჯ-



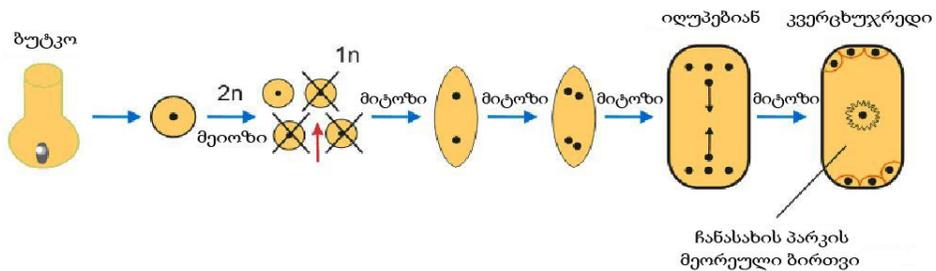
ა

სურათი 54. მომწიფებული მამრობითი გამეტოფიტის - მტვრის მარცვლის ფორმირება.

რედი. რეპროდუქციული, ანუ სპერმაგენული უჯრედი - პირველი მამრობითი გამეტოფიტის უჯრედი. დასაწყისში იგი მტვრის კედელს ეკვრის. შემდგომში სპერმაგენული უჯრედიდან წარმოიქმნება ორი სპერმა. მტვრის დაწიფების შემდგომ სამტვრეები სკდება და მტვერი რომელიმე აგენტის მეშვეობით ბუტკოს დინგზე ხვდება. მტვრის გაღვივება ბუტკოს დინგზე გრძელდება მაგ. სიმინდში 2-3 სთ-დან 2 დღემდე. მტვრის გაღვივების არსი შემდგომში მდგომარეობს: მტვრის მარცვალი საგრძნობლად დიდდება და სასქესო უჯრედები წარმოშობიან მაშინ, როცა მტვრის მარცვალი მოხვდება ბუტკოს დინგზე, დაიწყება გაღვივება და წარმოშობს სამტვრე მილს, მას წვრილი ძაფის ფორმა აქვს, რომლის სიგრძე ცალკეულ შემთხვევებში აღწევს 20-30 სმ-ს. მტვერი ავსებს სამტვრე მილს, ასე აღმოცენდება მამრობითი გამეტოფიტი. სამტვრე მილი ვითარდება და იზრდება დინგისა და სვეტის ფაშარ ქსოვილში ბუტკოს ნასკვის მიმართულელებით და ბოლოს ხვდება თესლკვირტში, სამტვრე მილი უკავშირდება ჩანასახოვანი პარკის თესლკვირტს. ჩანასახოვანი პარკის კედელი კონტაქტით ლორწოვნდება და სამტვრე მილი შიგნით

აღწევს.

მეგასპოროგენეზი. მეგასპოროგენეზის შედეგად წარმოიქმნება მეგასპორა, რისგანაც შემდგომში ვითარდება მდედრობითი გამეტოფიტი. ფარულთესლოვან მცენარეებში მათ ჩ ა ნ ა ს ა ხ ო ვ ა ნ პარკს უწოდებენ. მეგასპოროგენეზი ხორციელდება თესლკვირტებში. თესლკვირტა რიცხვი ნასკვში მცენარეთა სხვადასხვა სახეობებს განსხვავებული რაოდენობით აქვთ-ერთიდან რამოდენიმე. თესლკვირტი წარმოიქმნება ნახევრადსფერული ბორცვაკის სახით. ეს ბორცვაკი ჩნდება უჯრედების გაყოფის შედეგად, რომლებიც მდებარეობენ ან პლაცენტის ზედაპირის ქვევით ან მათი მომდევნო ფენის ქვეშ. თესლკვირტის ყველაზე არსებითი ნაწილი მისი ბირთვი, ანუ ნუცელუსია. თესლკვირტის ჩასახვისა და ნუცელუსის განვითარების შემდგომ, ერთი მისი ზედა უჯრედთაგანი იწყებს ზრდას. დედისეული უჯრედი იწყებს მეიოზურ დაყოფას (სურათი 55).



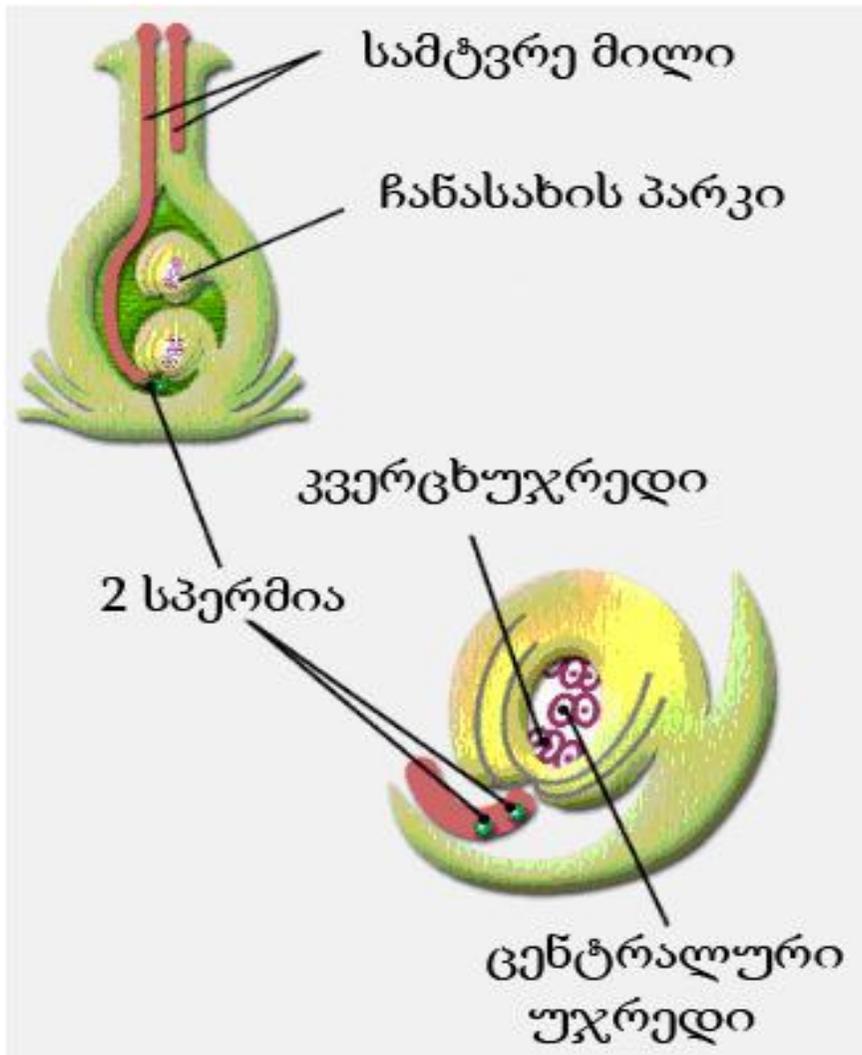
სურათი 55. მდედრობითი გამეტოფიტის - ჩანასახის პარკის ფორმირება.

მეიოზის დროს წარმოიქმნება 4 ჰაპლოიდური უჯრედი - მეგასპორები. შემდგომში სამი მათგანი კვდება და რჩება, მხოლოდ ერთი უჯრედი, სწორედ მისგან წარმოიქმნება მდედრობითი გამეტოფიტი - ჩანასახოვანი პარკი. მეგასპორა ყოველთვის ერთბირთვიანია და მონოპლოიდურია. მეგასპორის აღმოცენება და მდედრობითი გამე-

ტოფაზის განვითარება ფარულთესლოვანებში მრავალი სპეციფიური გარდაქმნით გამოირჩევა, მათგან ძირითადია შემდეგი: მეგასპორა ძლიერ იზრდება და ავიწროებს ნუცელუსის ქსოვილს ინტეგუმენტებისაკენ; პირველადი ბირთვი ჩანასახოვანი პარკისა, განიცდის სამ თანმიმდევრობით მიტოზურ გაყოფას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება რვა მონოპლოიდური ბირთვი, რომელიც ორ საწინააღმდეგო პოლუსზე ჩანასახოვანი პარკის აღმოცენებული მეგასპორით მიკროპილარულ პოლუსებზე სახლდებიან, სადაც კვლავ ხორციელდება ორი მომდევნო გაყოფა. ამის შედეგად ყოველ პოლუსზე წარმოიქმნება 4-4 მონოპლოიდური ბირთვი. ყოველი პოლუსის სამი ბირთვი უჯრედებად განცალკავდებიან მიკროსპოლარულ პოლუსზე, ერთი უჯრედთაგანი მდებრობით გამეტად - კვერცხუჯრედად იქცევა, ორი დანარჩენი კი სინერგიდებად. ერთიობლივად ისინი აყალიბებენ საკვერცხე აპარატს. ქალაძურ პოლუსზე მდებარე სამ უჯრედს ანტიპოდებს უწოდებენ. ისინი ჩანასახის პარკს ამარაგებენ საკვები ნივთიერებებით, დანარჩენი ორი თავისუფლად დარჩენილი პოლარული ბირთვი ჩანასახოვანი პარკის ცენტრისაკენ გადაინაცვლებენ, კონტაქტში ექცევიან და გარკვეული დროის გასვლის შემდგომ, ერთმანეთს ერწყმიან. ასე ყალიბდება ჩანასახოვანი პარკი. დიპლოიდური მეორეული ბირთვის ფორმირების შემდეგ გამეტოფიტის კომპონენტები მზად არიან განაყოფიერებისათვის. საბოლოოდ ფორმირებული ჩანასახის პარკი შეიცავს შემდეგ ელემენტებს: 1. ანტიპოდებს, 2. საკვერცხე აპარატს, 3. ჩანასახის პარკის ცენტრალურ, ანუ მეორად ბირთვს.

ორმაგი განაყოფიერება - დამახასითებელია ფარულთესლოვანი მცენარეებისათვის, რომელიც მიმდინარეობს შემდეგნაირად: მომწიფებული მტვრის მარცვლები დინგზე მოხვედრისას იწყებენ გაღვივებას, ამ დროს წარმოიშვება სამტვრე მილი (სურათი 56). ბუტკოს სვეტში ჩაზრდილი სამტვრე მილის საშუალებით მიემართებიან ვეგეტაციური და გენერაციული ბირთვები. გენერაციული ბირთვი იყოფა და წარმოშობს ორ სპერმია-უჯრედს. ნასკვში შესვლისას სამტვრე მილი განაგრძობს ზრდას, აღწევს თესლკვირტის

მიკროპილეს და შედის ნუცელუსში, იქედან ჩანასახის პარკში, სადაც მოხვედრილი ორი სპერმია-უჯრედის საშუალებით ხორციელდება ორმაგი განაყოფიერება - ერთი უერთდება კვერცხუჯრედს, რის შედეგად ყალიბდება დიპლოიდური უჯრედი-ზიგოტა, რომლიდანაც ვითარდება ჩანასახი, რომელიც დასაბამს აძლევს მომავალ მცენარეს, მეორე სპერმია ერწყმის ცენტრალურ უჯრედს - მეორეულ ბირთვს, რის შედეგად მიიღება ტრიპლოიდური უჯრედი. ერთდროულად ორი უჯრედის-კვერცხუჯრედის და მეორეული უჯრედის განაყოფიერებას ო რ მ ა გ ი გ ა ნ ა ყ ო ფ ი ე რ ე ბ ა ეწოდება, რომელიც მხოლოდ ფარულთესლოვანებში გვხვდება. (სურათი 56). ორმაგი განაყოფიერება აღმოაჩინა თბილისის ი.ჯავახიშვილის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორმა ს.ნავაშინმა. ორმაგი განაყოფიერების მიმდინარეობის პროცესში სამტვრე მილის შეღწევა ხდება სხვადასხვა გზით: 1. პ ო რ ო გ ა მ ი ა, როდესაც სამტვრე მილი ჩანასახის პარკში აღწევს მიკროპილეს გზით; 2. ა პ ო რ ო გ ა მ ი ა - სამტვრე მილი ჩანასახის პარკში აღწევს ნუცელუსისა და ინტეგუმენტების გზით; 3. ქ ა ლ ა ძ ო გ ა მ ი ა, როდესაც სამტვრე მილი ჩანასახის პარკში აღწევს ქალამის გზით.



სურათი 56. ორმაგი განაყოფიერების სქემა

7.5. თესლი და ნაყოფები

7.5.1. თესლი

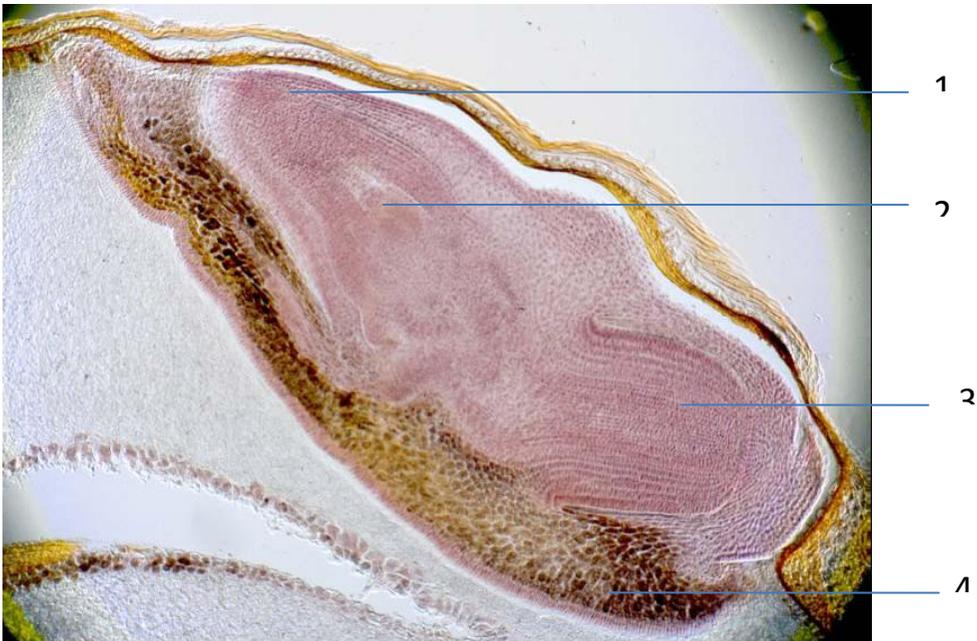
თესლი არის მოსვენების მდგომარეობაში მყოფი მომავალი მცენარე, იგი წარმოადგენს განაყოფიერებულ თესლკვირტს, რომელშიც მოთავსებულია ჩანასახი და საკვები ნივთიერებები და ის განაყოფიერების შედეგადაა სახეშეცვლილი, რაც დაკავშირებულია ზიგოტიდან ჩანასახის განვითარებასთან.

ფარულთესლოვან მცენარეებს თესლი ორმაგი განაყოფიერების შედეგად ზიგოტიდან უვითარდებათ, რომელიც წარმოქმნილია სპერმის კვერცხუჯრედთან შეერთებით - ჩანასახი, ხოლო მეორე სპერმის ჩანასახოვანი პარკის მეორეულ ბირთვთან შერწყმის შედეგად წარმოიქმნება - ენდოსპერმი. სინერგიდები და ანტიპოდები თანდათან გადაგვარდებიან და ქრებიან. თესლის ძირითადი კომპონენტი ჩანასახია. ჩამოყალიბებულ ჩანასახში დეტერმინირებულია მცენარის სამი ძირითადი ორგანო: ფესვი, ღერო და ფოთოლი, მაგრამ მცენარეთა სახეობების მთელ რიგ ოჯახებშიც კი ჩანასახები არსებითად არ არიან დიფერენცირებულნი. ზოგჯერ პარაზიტულ მცენარეებში ანდა საფროფიტებში ადგილი აქვს ჩანასახის აშკარა რედუქციას.

სქესობრივი პროცესის შედეგად თესლკვირტში და თესლშიც ერთი ჩანასახი ვითარდება. ცნობილია ორი ან მეტი ჩანასახის განვითარების შემთხვევებიც, რომელიც პოლიემბრიონის სახელწოდებით არის ცნობილი.

არჩვენ ორ ძირითად ჯგუფს: ერთლებნიან და ორლებნიანს. დასახელებულ ორ ფორმას შორის არსებობს სხვადასხვაგვარი გარდამავალი ფორმები. ზოგიერთ ტაქსონს კი, მაგალითად ორქიდეას, ჩანასახი საერთოდ სუსტად აქვს დიფერენცირებული და წარმოდგენილია პატარა მსხლის მოყვანილობის სხეულით.

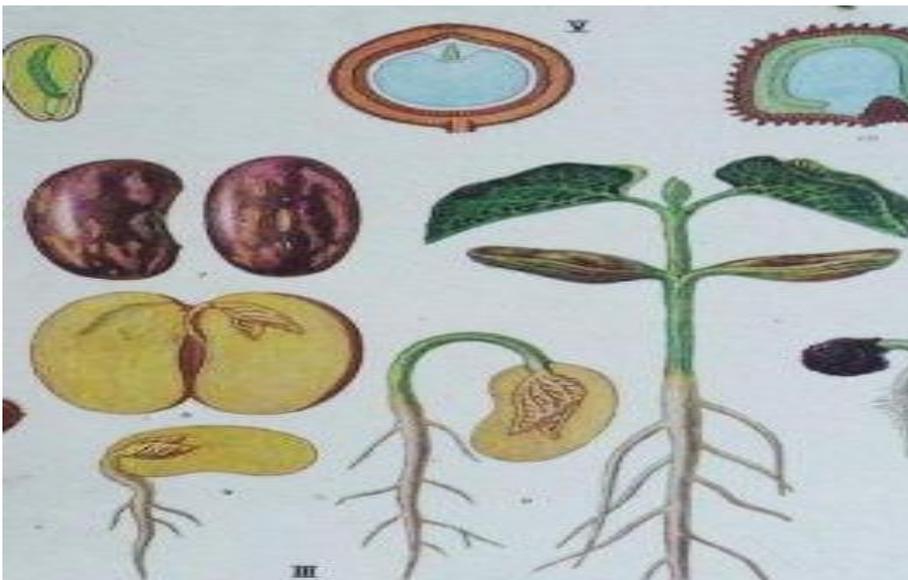
ფარულთესლოვანთა თესლი შეიცავს ენდოსპერმს. კარგად განვითარებული ენდოსპერმიანი თესლი უმეტესად ერთლებნიანებს ახასიათებთ. განვიხილოთ ერთლებნიანების ტიპური წარმომადგენლის - ხორბლის მარცვლის აგებულება (სურათი 57). თესლი შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან: თესლის კანი; ჩანასახი, რომელსაც გააჩნია ჩანასახოვანი კვირტი, საიდანაც ვითარდება მიწის ზედა ორგანოები, ხოლო მიწისქვეშა ნაწილი - ფესვი ვითარდება ჩანასახოვანი ფესვაკიდან. მარცვლოვნებში გამოკვეთილია ფარი, რომელიც იმყოფება ჩანასახის კვირტის ქვემოთ და იჭერს საზღვარს ჩანასახსა და ენდოსპერმს შორის. ფარი ასრულებს მნიშვნელოვან ფუნქციას - თესლის გაღვივების დროს ახდენს საკვების შეწოვას.



სურათი 57. ხორბლის თესლის ჩანასახის აგებულება: 1.კანი, 2.ჩანასახოვანი კვირტი, 3. ჩანასახოვანი ფესვაკი, 4.ფარი.

თუ თესლის ჩანასახს აქვს ორი ლებანი, ასეთ მცენარეებს უწოდებენ ორლებნიანებს. (სურათი 58). ორლებნიანების თესლი შედგება ორი ნაწილისაგან: თესლის კანისა და ჩანასახისაგან. საკვები ნივთიერებები გროვდება ლებნებში. (სურათი 58). ორლებლიანების თესლში (ლობიო) არჩევენ მის ორ მხარეს: ერთი მუცლის მხარე, სადაც ჭიპია მოთავსებული, ხოლო მეორე -ზურგის მხარე. დალბობის შემდეგ თესლი ორ ლებნად იყოფა, ლებნებს შორის ჭიპის არეში ჩანასახია, რომელიც შედგება ჩანასახოვანი ფესვის, ღეროსა და ფოთლისაგან.

თესლს ახასიათებს შემდეგი თავისებურებანი: გაღივებისათვის არახელსაყრელ პირობებში მას შეუძლია რამდენიმე ხანს იყოს მოსვენების მდგომარეობაში, ხოლო ხელსაყრელი პირობების დადგომისთანავე (ტემპერატურა და ტენი) თესლი შეიწოვს წყალს, ჰაერის და ტემპერატურის საკმარისი რაოდენობისას კი, იწყებს გაღივებას, საიდანაც ვითარდება მცენარე.



სურათი 58. ორლებნიანი თესლის აგებულება

7.5.2. ნაყოფი

ნაყოფი - სახეშეცვლილი ყვავილია. მისი დანიშნულებაა თესლის დაცვა და გავრცელება. შესაბამისად, ნაყოფის ყველაზე არსებითი ნაწილია მასში თავმოყრილი თესლია. ნაყოფი გინეცეუმის ცვლილების შედეგად იწყებს ჩამოყალიბებას. ეს კი ორმაგი განაყოფიერების შემდეგ ხდება. ნაყოფის შექმნაში გინეცეუმის გარდა, მასთან შეზრდილი ყვავილის ნაწილებიც მონაწილეობენ. თუ ნაყოფის შექმნაში მონაწილეობს მხოლოდ ერთი ბუტკო, ნაყოფს მ ა რ ტ ვ ი ეწოდება, ხოლო ერთი ყვავილის რამდენიმე ბუტკოთი შექმნილ ნაყოფს რ თ უ ლ ი ეწოდება. როდესაც ნაყოფის შექმნაში მარტო ნასკვი მონაწილეობს ასეთ ნაყოფს ნამდვილი ეწოდება, ხოლო თუ ნასკვთან ერთად ნაყოფის წარმოქმნაში ყვავილის სხვა ნაწილები იღებს მონაწილეობას: გვირგვინის ფურცლები, ჯამის ფოთოლაკეები, მაშინ ზოგჯერ შესამჩნევია ყვავილსაჯდომის მონაწილეობაც - მას ცრუ ნაყოფი ეწოდება. ნაყოფი შედგება ორი ნაწილისაგან-თესლის და ნაყოფსაფარისაგან.

ნაყოფსაფარი ანუ პერიკარპიუმი ყალიბდება ნასკვის კედლებისაგან და შედგება სამი ფენისაგან: 1. ეგზოკარპიუმი-გარეთა, 2. მეზოკარპიუმი - შუა, 3. ენდოკარპიუმი - შიდა. ნაყოფსაფარი შედგება გახევებული უჯრედების სკლერეიდების შრისაგან, რომელიც გარდაქმნილია თესლის გახევებულ საფარველად და მას კ უ რ კ ა ეწოდება. კურკაში მოთავსებულია თესლი, რომელიც დაცულია. ეგზო და ენდოკარპიუმს შორის მოთავსებულია მეზოკარპიუმი. იგი იზრდება, ხდება ხორციანი და წვნიანი, რის შედეგად წარმოიქმნება წვნიანი ნაყოფი. მცენარეთა სამყაროში ნაყოფთა მრავალფეროვნება ძალზე დიდია. იგი სხვადასხვა მიზეზებითაა გამოწვეული, მაგრამ ძირითადია ნაყოფთა გავრცელების თვისება, რაც ძალზე ართულებს ნაყოფის ბუნებრივ და მითუმეტეს ფილოგენეტიკურ კლასიფიკაციას, რომელიც დაკავშირებულია ფარულთესლოვანთა

საერთო კლასიფიკაციასთან. თანამედროვე ეტაპზე ვეყრდნობით მორფოლოგიურ კლასიფიკაციას, რომელიც საკმაოდ ხელოვნურია. მორფოლოგიურ ეკოლოგიაში კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს შემდეგი ნიშნები: 1. ნაყოფის კონსისტენცია - პერიკარპიუმი - მშრალი ან წვნიანი ნაყოფი; 2. მრავალთესლიანი, ერთთესლიანი ნაყოფი; 3. თვითუხსნადი ან ხსნადი.

მშრალი ნაყოფი - ნაყოფი, რომელსაც ნაყოფსაფარი გახვეებული აქვს ან ტყავისებურია და წვენს არ შეიცავს, მშრალი ნაყოფი ეწოდება, ისინი ორ ჯგუფად იყოფიან: თვითუხსნადი, რომლის ნაყოფი მომწიფებისას თვითონ იხსნება და თესლი გადმოიბნევა ფოთლურა, პარკი, ჭოტი, ჭოტაკი, კოლოფი (სურათი 59).

ფოთლურა - ერთბუდიანი ნაყოფია, შექმნილი ერთი ნაყოფფოთლისაგან. იხსნება მუცლის ნაწიბურზე ნაყოფფოთლის კიდეების შეზრდის ხაზზე - დეზურა, სოსანი. რთული გინეციუმიდან წარმოიქმნება რთული ფოთლურა.

პარკი - ერთბუდიანი ნაყოფია, წარმოქმნილი ერთი ნაყოფფოთლისაგან. იხსნება მუცლისა და ზურგის ნაწიბურებზე ორი საგდულიდან. მაგ. პარკოსანთა ოჯახი. პარკებს შეუძლიათ არა მხოლოდ ორი სიგრძივი საგდულიდან გადმოიბნევა, არამედ ზოგჯერ ორი მოპირდაპირე ნაწილადაც იშლებიან. ასეთ პარკებს დანაწევრებულ პარკებს უწოდებენ. ტიპური პარკების გარდა, არის სპირალურად დახვეული (იონჯა) ერთთესლიანი და ისეთებიც, რომლებიც არ იხსნებიან.

ჭოტი - ორბუდიანი ნაყოფია, წარმოქმნილი ორი ნაყოფფოთლისაგან. თესლი მიმაგრებულია სიგრძივ ტიხარზე იხსნება ორ ნაწიბურზე. ჭოტაკი ჭოტისაგან განსხვავდება სიგრძისა და სიგანის შეფარდებით.

კოლოფი - ნაყოფი შექმნილია ორი ან რამოდენიმე ნაყოფფოთლისაგან. სხვადასხვა მცენარეს სხვადასხვაგვარი ხერხი გააჩნია ნაყოფის გასახსნელად. ყაყაჩოს კოლოფი ნასვრეტებით ეხსნება, მიხაკსკილანებით და ა.შ. მშრალი უხსნადი ნაყოფები ერთთესლიანია, დამწიფებისას არ სკდება, თესლი არ გადმოიბნევა - კაკალი ან კაკ-

ლუჭაა -ჩვეულებრივი თხილი.



1

2

3

4

5

6

სურათი 59. მშრალი ნაყოფები: 1.კაკალი (თხილი), 2. პარკი (ბარდა), 3. კოლოფი (ყაყაჩო), 4. თესლურა (მზესუმზირა), 5.მარცვალა (ხორბალი), 6. ფრთიანი თესლურა (ნეკერჩხალი).

თესლურა - აქვს სქელკანიანი ნაყოფსაფარი, თესლი შეზრდილი არა აქვს, დამახასიათებელია რთულყვავილოვანთა უჯახის წარმომადგენლებისათვის.

ფრთიანა - თესლებს, რომლის ნაყოფსაფარს სქელი კანი უვითარდება და ფრთისებრი ამონაზარდი აქვს.მაგ.თელა,იფანი.

მარცვალა - სქელკანიანი ნაყოფსაფარი თესლთან შეზრდილია, (მარცვლოვანთა ოჯახი).

წვნიანი ნაყოფები - მიეკუთვნებიან კენკროვანები - (სურათი 60) ნაყოფი წვნიანი ენდოკარპიუმით, უკურკო, უმთავრესად მრავალთესლიანი.

კენკრა - მთელი ნაყოფსაფარი (თხელი კანის გარდა) - ეკზოკარპიუმია,წვნიანი,ხორციანი:პამიდორი,კარტოფილი.

ვაშლი - ნაყოფის წარმოქმნაში ნასკვის გარდა, მონაწილეობს ყვავილის სხვა ნაწილებიც ყვავილსაჯდომის ჩათვლით; ვაშლი , მსხალი.

გოგრულა - ნაყოფი წარმოიქმნება ქვედა ნასკვისაგან, რომელიც სამი ნაყოფფოთლისგანაა შექმნილი: (კიტრი, ნესვი, საზამთრო, გოგრა).

ნარინჯი - ციტრუსების ნაყოფი: ლიმონი, ფორთოხალი მანდარინი დასხვა.

კურკოვნები - ნაყოფი გახევებული ენდოკარპიუმით, ხშირად ერთთესლიანი. კურკიანი ნაყოფსაფარი სამ ნაწილად იყოფა, აქვს თხელი კანი - ეკზოკარპიუმი, რბილობი მეზოკარპიუმი და სქელი ფენა გახევებული ენდოკარპიუმის (კურკა) მაგ: ალუბალი, ატამი, კუნელი. იშვიათად გვხვდება ნაყოფი მშრალი. მაგალითად, ნუში და სხვა .



1

2

3

4

5

სურათი 60. წვნიანი ნაყოფები: 1.ვაშლურა (ვაშლი), 2.კენკრა (პამიდორი), 3.მრავალკაკლიანი (მარწყვი), 4. კურკა (ატამი), 5.მრავალთესლიანი.

7.5.3. თესლების და ნაყოფების გავრცელება

თესლების და ნაყოფების გავრცელებას, აქვს უდიდესი მნიშვნელობა მცენარეული საფარის და, კერძოდ, კულტურული ფლორის განვითარებისათვის.

ნაყოფიდან გამოთავისუფლებული ან შიშველი მომწიფებული თესლები სხვადასხვა გზით ვრცელდებიან. გავრცელების ძირითად რეაგენტებად ითვლება :

ქარი-ანემოქორია - (Anemo-ქარი. ქორეო - გავრცელება ბერძ.), ქარის საშუალებით ვრცელდებიან, პატარა ზომის თესლები და ნაყოფები.

ცხოველები-ზოოქორია-(Zoo-ცხოველი, ბერძ.). ცხოველებით ვრცელდებიან ის თესლები, რომლებიც სხეულზე მიეკვრებიან და ცხოველის საშუალებით გადაადგილდებიან, აგრეთვე საკვებთან ერთად ხვდებიან მათ ორგანიზმში, ხოლო თესლები გარეთ გამოყოფის შემდეგ ინარჩუნებენ გამრავლების უნარს.

ფრინველები-ორნითოქორია (Ornis-ფრინველი, ბერძ.). ფრინველებს სხეულზე მიმაგრებული ან კუჭნაწლავში მოხვედრილი თესლები გადააქვთ შორ მანძილზე, რაც გავრცელების დიდ შესაძლებლობას იძლევა.

წყალი-ჰიდროქორია (Hidro-წყალი, ბერძ.). წყლის ნაპირებზე ან ჭაობებში მცხოვრები მცენარეების თესლებსა და ნაყოფებს უვითარდებათ საჰაერო გამონაზარდები ბუმტების სახით, რომლებიც წყალთან ერთად გადაადგილდებიან.

ადამიანი-ანტროპოქორია (Antropos-ადამიანი ბერძ.). ადამინის მიერ თესლების და ნაყოფების გავრცელებამ დიდად შეუწყო ხელი კულტურულ მცენარეთა გამრავლებას და მრავალფეროვნებას, რასაც უდიდესი მნიშვნელობა აქვს .

ავტოქორია (Autos-თვითონ, ბერძ.) თესლები და ნაყოფები რეაგენტების გარეშე ვრცელდებიან, ამ მოვლენას ავტოქორია ეწოდება. მაგ. მცენარე კიტრანას მომწიფებული ნაყოფი ადვილად სცილდება

ყუნწს და გახსნილი ნაყოფიდან თესლები შორს გადაიტყორცნებიან.

თავი 8. მცენარეთა გამრავლება

ცოცხალი ორგანიზმის ერთ-ერთი აუცილებელი თვისებათაგანია შთამომავლობის მომრავლება. მცენარეთა ზოგიერთ სახეობებში დროთა განმავლობაში შეინიშნება ინდივიდთა რიცხვობრივი ზრდა. ამასთან მათ ძალუბთ სწრაფი გავრცელება და ახალი ადგილების დაკავება. ზოგიერთ სახეს ახასიათებს, დაახლოებით, ინდივიდების მუდმივი რიცხვი და მათი გავრცელების არეალი, არც იზრდება და არც მცირდება, დანარჩენებში კი შეინიშნება ინდივიდთა რიცხვის შემცირება და, შესაბამისად, არეალის შევიწროებაც. გამრავლების პროცესი განუყოფლადაა დაკავშირებული მომდევნო განსახლებასთან. გამრავლებაში იგულისხმება მოცემული სახის ინდივიდთა რიცხვის გაზრდა ტერმინი გამრავლება გამოხატავს, უწინარეს ყოვლისა, ხარისხობრივ მხარეს. გამრავლების შედეგად ინდივიდთა საერთო რიცხვი ზოგჯერ შეიძლება შემცირდეს კიდეც. ამის კარგი მაგალითია სქესობრივი გამრავლება დიატომურ წყალმცენარეებში, როდესაც ორი ეგზემპლარის პინულარიების შერწყმის შედეგად, ყალიბდება ნორმალური ზომის ერთი ინდივიდი.

გამრავლების არსი მდგომარეობს ერთი ცალკეულად აღებული ინდივიდის უნარში საწყისი მისცეს თავის მსგავსთა მთელ შთამომავლობებს. გამრავლება, როგორც ცოცხალი მატერიის თვისება, მისი განვითარების ჯერ კიდევ ადრეულ ეტაპზე შეიმჩნეოდა. ამავე დროს მცენარეთა ევოლუციის შესაბამისად თავდაპირველი ერთგვაროვანი სიცოცხლის ფორმებიდან სხვადასხვაგვარ თანამედროვე ფორმებამდე ევოლუციას განიცდიდა და სხვადასხვა ფორმას იძენდა გამრავლების ხერხებიც. გამრავლების ევოლუცია სერიოზულ მამოძრავებელ ძალას წარმოადგენს მცენარეთა სამყაროს საერთო

ევოლუციისა, სწორედ მან მიგვიყვანა ახალ სპეციალიზებულ ორგანოთა წარმოქმნამდე.

ცოცხალი ბუნების ობიექტების გამრავლების განუსაზღვრელი სხვადასხვაგვარი ფორმა შეიძლება ორ კატეგორიად გავყოთ, რომლებიც პრინციპულად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან- სქესობრივი და უსქესო გამრავლება.

სქესობრივი გამრავლების დროს, ტიპიურ შემთხვევებში ყალიბდება მცენარეთა ყოველი ცალკეული ჯგუფისათვის დამახასიათებელი სქესობრივი გამრავლების სპეციალური ორგანოები. წყალმცენარეთა ზოგიერთ ჯგუფს სქესობრივი გამრავლების ორგანოები არ გააჩნიათ, თუმცა ისინი სქესობრივ პროცესს საკმაოდ რეგულარულად ახორციელებენ. სქესობრივი პროცესის არსი ორი უჯრედის შერწყმაში მდგომარეობს, რომლებიც სპეციალიზებულია ტიპური შემთხვევებისათვის, მათ **გ ა მ ე ტ ე ბ ი** ეწოდებათ.

ბირთვებისა და გამეტების ციტოპლაზმების სრული შერწყმის შედეგად მიიღება **ზ ი გ ო ტ ა**. ზიგოტის პრინციპული განსხვავება კოპულარული გამეტებისაგან იმაში მდგომარეობს, რომ იგი შეიცავს ქრომოსომათა ორმაგ ნაკრებს.

მცენარეთა სამყაროს ევოლუციის დროს და სქესობრივი პროცესის განვითარებისას, უსქესო გამრავლება სულ უფრო პროგრესული და მრავალმხრივი ხდებოდა. სქესობრივ გამრავლებასთან ერთად, იგი ფართოდაა წარმოდგენილი მცენარეთა ჯგუფში, მათ შორის უფრო მაღალგანვითარებულ ფარულთესლოვანებშიც. მაღალგანვითარებულ მცენარეებში უსქესო გამრავლება უფრო მეტადაა გავრცელებული.

უსქესო გამრავლების დროს შთამომავლობა წარმოიშობა მხოლოდ დედისეული ორგანიზმიდან, ასეთ შთამომავალს კლონი ეწოდება. უსქესო გამრავლების რამდენიმე სახეს გამოყოფენ:

გაყოფით გამრავლება - ახასითებთ ერთუჯრედიან პროკარიოტულ და ეუკარიოტულ ორგანიზმებს, ამ პროცესს პროკარიოტებში წინ უძღვის ნუკლეოტიდის, ხოლო ეუკარიოტებში ბირთვის გაყოფა,

წარმოიშობა ორი შვილეული უჯრედი (ერთუჯრედიანი წყალმცენარეები).

შიზოგონია - ამ დროს დედისეული უჯრედის ბირთვი რამდენიმედ იყოფა თანმიმდევრულად, სწრაფად ყალიბდება ერთბირთვიანი შვილეული უჯრედები (ერთუჯრედიანი წყალმცენარეები).

დაკვირტვა - დედისეულ ორგანიზმს უჩნდება გამონაზარდი - კვირტი, ის თანდათან იზრდება და შორდება მას და იწყებს დამოუკიდებელ არსებობას (საფუარა სოკოები).

სპორების წარმოქმნა - სპორულაცია დამახასიათებელია ისეთი ორგანიზმებისათვის, რომლებსაც უვითარდებათ სპორები, ისინი ქარის ან სხვა რეაგენტების საშუალებით ადვილად ვრცელდებიან (სოკოები, ხავსები, გვიმრები).

8.1. ვეგეტაციური გამრავლება

ვეგეტაციური გამრავლება უჯრედამდელი ცოცხალი სხეულების ყველაზე ადრინდელ ეტაპებზე შეიმჩნევა. ვეგეტაციური გამრავლების ხერხები სხვადასხვაგვარია და ფართოდაა გავრცელებული მცენარეთა ყველა ჯგუფში. იგი ხორციელდება ვეგეტაციური სხეულის ნაწილებით. ე.ი. სომატური უჯრედებით -თალუსის, ფესვის, ღეროს, ფოთლის საშუალებით.

ერთუჯრედიან წყალმცენარეებში ვეგეტაციური გამრავლება მარტივი თანმიმდევრობით ერთი უჯრედის ორად გაყოფით, ხოლო მრავალუჯრედიანებში ან კოლონიურ წყალმცენარეებში იგი შრეთა დანაწევრებით ხდება.

ყოველი დიდი, ბუნებრივი ჯგუფი ხასიათდება ხშირად მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი ვეგეტაციური გამრავლების ფორმებით: ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები მრავლდებიან მრავალუჯრედიანი ჰორმოგონიუმებით, ღვიძლის ხავსები ჩეკია კვირტებით.

ყველაზე მრავალფეროვანი ფორმა ვეგეტაციური გამრავლებისა შეინიშნება უმაღლეს მცენარეებში. ფარულთესლოვანებში იგი ხორ-

ციელდება ვეგეტაციური ორგანოს ნაწილებით (ფესვი, ღერო, ფოთოლი), მაგრამ განსაკუთრებით ხშირად მათი მეტამორფოზებით. მოცემულ შემთხვევაში ვეგეტაციური გამრავლება ხშირად დაფუძნებულია მცენარის რეგენერაციის უნარზე. რეგენერაციაში იგულისხმება აღდგენა. ცალკეულ შემთხვევებში, რომელიმე ორგანოს, უჯრედების ჯგუფსაც კი შეუძლია მთელ მცენარედ რეგენერაცია. მცენარის რეგენერაციის უნარი უდევს საფუძვლად სამოვრებისა და სათიბების სამეურნეო მოხმარებას. ვეგეტაციური გამრავლება ფართოდაა გავრცელებული ბუნებაში და გამოყენებულია ადამიანის მიერ. ყვავილოვან მცენარეებს, რომელსაც განეკუთვნება მრავალი სასოფლო-სამეურნეო კულტურა და, აგრეთვე საკვები ბალახების ძირითადი მასა, ვეგეტაციური ორგანოების სპეციალური ორგანოები აქვთ, ასეთებია, გორგლები, ბოლქვები, და კვირტები.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში შემუშავებულია ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლების სხვადასხვა ხერხების მთელი სერია, ყველაზე ხშირად მიმართავენ გამრავლების შემდეგ სახეებს: გორგლით (კარტოფილი); ფესურებით (ზამბახი); ულვაშებით (მარწყვი); ბოლქვებით (ხახვი); ფესვის ამონაყარით (ალუბალი).

მრავალი კულტივირებული მცენარე მრავლდება კალმით, გადაწვენიით და აგრეთვე მყნობით. ვეგეტაციური გამრავლება მრავალ შემთხვევაში უზრუნველყოფს ფარულთესლოვანების მცენარეული საფარის სიმჭიდროვეს. ამის კარგი მაგალითია მარცვლოვანები. მათი მრავალი წარმომადგენელი ხასიათდება ვეგეტაციური გამრავლების ძალზე მაღალი პოტენციით და ხშირად ველების, სტეპების და აგრეთვე ჭაობების მცენარეული საფარის საფუძველს წარმოადგენს. ბალახეული საფარველის სტრუქტურაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს მრავალ ორლებნიან ბალახს, ბუჩქებსა და ნახევრადბუჩქებს, რომლებსაც ვეგეტაციური გამრავლების დიდი ენერგია გააჩნიათ. ვეგეტაციური გამრავლების ერთ-ერთი პოპულარული სახეა კალმით გამრავლება. კალამი მშობლიური მცენარიდან მოჭრილი ღეროს მონაკვეთია ფოთლისა და კვირტებით, ფესვით ან ფოთლით.

ღეროს კალამი - გამოიყენება ვაზის გასამრავლებლად, საჭიროა ზამთრის ღეროს უფოთლო კალმები 20-30 სმ. სიგრძის. კალმით გამრავლებისას აუცილებელია პოლარულობის კანონის გათვალისწინება. ყოველ კალამს ორი პოლუსი გააჩნია: ბაზალური მორფოლოგიურად ქვედა ბოლო, რომელიც ხელსაყრელ პირობებში იძლევა დამატებით ფესვებს და ტერმინალური -გაშლილი ყლორტების მომცემი მორფოლოგიურად ზედა ბოლო.

ფოთლის კალამი - ფოთლის კალმებით გამრავლებას დიდი თეორიული მნიშვნელობა აქვს. ფოთოლს შეუძლია წარმოქმნას ორი ორგანო- დამატებითი ფესვები და ყლორტი. ბეგონიას დამატებითი ფესვები უმეტესად ფოთლის მორფოლოგიურად ქვედა მხარეს უჩნდება - მსხვილი ძარღვების დატოტვის ადგილებში. მცენარეთა სახეობების მხოლოდ მცირე რაოდენობა მრავლდება ფოთლის კალმებით. შროშანები, ბეგონიები და სხვა.

ფესვის კალმებით - ამრავლებენ მცენარეთა იმ სახეებს, რომელთა ფესვებს გააჩნიათ დამატებითი კვირტები. ამ ხერხით პრაქტიკაში საკმაოდ ხშირად ამრავლებენ ჟოლოს, ალუბალს, ქლიავს, და სხვა. ფესვის კალმებს ამზადებენ შემოდგომით, იშვიათად გაზაფხულზე. მათ ჭრიან მცენარის გვერდითი ფესვებიდან, რომელთა ასაკი არ აჭარბებს 2-3 წელს. კალმის ზომა 10-15 სმ. სიგრძისა და 0,6-1,5 სმ. დიამეტრისაა. მას ჩარგავენ ნიადაგში 2-3 სმ-ზე და ვერტიკალურად ასობენ ოდნავ დახრილი კუთხით, პოლარულობის კანონის გათვალისწინებით.

მცნობით გამრავლება - მცნობა, ანუ ტრანსპლანტაცია, როგორც ვეგეტაციური გამრავლების ხერხი დიდი ხანია ცნობილია. მცნობის არსი წარმოადგენს ერთი მცენარის მოჭრილი კვირტების ან კალმების მეორეზე გადანერგვასთან. ამ შემთხვევაში კალამს ან კვირტს ს ა ნ ა მ ყ ე ნ ე ს უწოდებენ, ხოლო მცენარეს, რომელზედაც ამყნობენ - ს ა მ ი რ ე ს. ტრანსპლანტაციით გამრავლება განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული მეზღეობაში. დამცნობა ყველა მცენარის შეიძლება, მათ შორის უმდაბლესი მცენარეებისაც. მეზღეობები მცნობის გამოყენებით აღწევენ სხვადასხვა მიზანს. მაგალითად,

გასამრავლებელ მცენარეს უვითარებენ ყინვაგამძლეობას, მათ რიცხვს განეკუთვნება ლიმონი და სხვა.

ცნობილია მცნობის სხვადასხვაგვარი ხერხი:

დასახლოება - ეს ხერხი სხვებისაგან იმით განსხვავდება, რომ სანამყენე არ გამოირჩევა დედა მცენარის საძირესთან მთლიანად შეზრდამდე;

კოკულირება, ანუ კალმით მცნობა - ეს ხერხი უამრავ ვარიანტს მოიცავს და სხვადასხვაგვარი მიზნით გამოიყენება, მაგრამ უმთავრესად ხეხილოვანი კულტურების ძვირფასი ჯიშების გასამრავლებად მიმართავენ.

ხეებსა და ბუჩქებს ხშირად არ ემთხვევათ სანამყენეს კალამი და ღეროს საძირეს დიამეტრები. ასეთ შემთხვევაში მცნობას ადარებენ ქერქის ქვეშ გაპობით, მიდებით ან სხვა ხერხებით (სურათი 61).



სურათი 61.კალმით მცნობა.

ოკულირება, ანუ კვირტით მცნობა. სანამყენედ გამოიყენება კვირტი, რომელიც გამოყოფილია გასამრავლებელი მცენარეების ყლორტის შუა ნაწილიდან. ჩვეულებრივ ოკულირებას ზაფხულში მიმართავენ (სურათი 62).



სურათი 62. კვირტით მცნობა

მცნობის წარმატება, შეზრდის სისწრაფე და საიმედოობა დამოკიდებულია სხვადასხვა პირობებზე: მცნობის დროზე, ტექნიკაზე, პოლარულობის პრინციპის დაცვაზე და სხვა. ყველაზე მნიშვნელოვანი პირობათაგანია - მცნობის კომპონენტების ნათესაური დამოკიდებულება. ყველაზე კარგად ის ინდივიდები ხორცდებიან, რომლებიც ერთი სახეობის ან ერთ გვართან ახლოს მდგომ მცენარეს მიეკუთვნებიან, სხვადასხვა გვარის ინდივიდთა შეზრდა, უფრო მწელია, მაგალითად ალუბალი მწელად დასამცნობია გარგარზე, თუმცა ორივე გვარი ერთსა და იმავე ვარდისებრთა ოჯახს და ტყემლოვანთა ერთ ქვეოჯახს განეკუთვნება.

სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკაში ტრანსპლანტაციის მნიშვნელობა ძალზე დიდია. როდესაც საქართველოში ფილოქსერა გავრცელდა კულტურული ვაზის ფესვებზე და დალუპვას უქადდა ვენახებს, მასთან ბრძოლაში გადაწყვეტი როლი შეასრულა მცნობამ - ევროპული ჯიშებისა ამერიკულ ველურ საძირესთან, რომლებიც ფილოქსერასადმი გამძლე აღმოჩნდნენ.

8.2. საკუთვრივ უსქესო გამრავლება

საკუთვრივ უსქესო გამრავლება ხორციელდება სპეციალური ნაყრით (კვირტი), ზოოსპორებით ან სპორებით, ისინი უსქესო უჯრედებია. სპორები ჩნდებიან უსქესოდ გამრავლების ორგანოებში, ანუ სპორანგიუმებში. სპორების კლასიფიკაცია მათი წარმოშობისა და დანიშნულების საფუძველზე უნდა შეიქმნას. ტიპურ შემთხვევაში სპორები, როგორც უსქესო გამრავლების უჯრედი მიტოზური დაყოფის საფუძველზე წარმოიქმნებიან. ამოზრდის შემდგომ მათ შეუძლიათ უშუალოდ წარმოშვან დედისეულის მსგავსი ახალი ინდივიდები. სქესობრივი გამრავლების დროს სპორები მეიოზის შედეგად ჩნდებიან. ორივე შემთხვევაში გამრავლებაში მონაწილეობს მხოლოდ ერთი დედისეული ინდივიდი. წყალმცენარეების უმეტესობას სპორებზე აქვთ მოძრაობის ორგანოები-მოლტები (ზოოსპორები). მრავალ წითელ წყალმცენარეს და ზოგიერთ მწვანესაც, სპორები სპორანგიუმებში როდი უვითარდებათ, არამედ ისინი უშუალოდ ზიგოტიდან წარმოიქმნებიან. ასეთი სპორები სქესობრივი პროცესის პროდუქტებს წარმოადგენენ. ბუნებრივია, რომ არ შეიძლება ისინი ვეგეტაციური გამრავლების ნაყრებად (კვირტებად) მივიღოთ. სპორების განსაკუთრებული ტიპი გააჩნიათ თესლოვან მცენარეებს, სადაც სპორას, დაკარგული აქვს გამრავლებისა და გავრცელების ფუნქცია.

8.3. სქესობრივი გამრავლება

სქესობრივი გამრავლების არსი მცენარის მიერ მდედრობითი და მამრობითი სასქესო უჯრედების - გამეტების ჩამოყალიბებაში და წყვილ-წყვილად შერწყმაში მდგომარეობს, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ზიგოტა. ზიგოტისაგან კი ვითარდება ახალი ორგანიზმი. სქესობრივი გამრავლების განმსაზღვრელი ყველაზე არსებითი მო-

მენტი სასქესო უჯრედია, რომლის ბირთვი მონოპლოიდურ ქრომოსომათა რიცხვს მოიცავს. დედისეული მცენარე გამეტებს აპროდუცირებს თავისი ინდივიდუალური განვითარების, მხოლოდ განსაზღვრულ ეტაპებზე. გამეტები ერთმანეთისაგან გამოირჩევა როგორც სიდიდით, ისე ფიზიოლოგიურად ე.ი. სქესითა და მემკვიდრეობითობით. მამრობითი და მდედრობითი გამეტები ხშირად წარმოქმნიან სხვადასხვა ინდივიდებს, ამიტომ გამეტების შერწყმის შედეგად ორგანიზმი ორ მემკვიდრეობას ღებულობს - დედისეულსა და მამისეულს. აი რატომაა, რომ სქესობრივი გამრავლებიდან შთამომავლობა იღებს უფრო მდიდრულ და უფრო სხვადასხვაგვარ მემკვიდრულ მასალას. მაშასადამე, სქესობრივი გამრავლება არ უნდა განვიხილოთ, როგორც მხოლოდ ინდივიდთა რიცხვითი გადიდება, სქესობრივი პროცესის შედეგად წარმოიქმნებიან ინდივიდები ოდნავ შეცვლილი, მაგრამ მშობლებზე უფრო მდიდარი მემკვიდრული შესაძლებლობების მქონე. კონკრეტულად მათ შეუძლიათ ჰქონდეთ მაგალითად, უფრო ფართო შესაძლებლობანი ახალ ადგილსამყოფელთან შეგუებისა და სხვა. სქესობრივი გამრავლება წარმოიშვა ისტორიული განვითარების ძალზე ადრეულ ეტაპებზე, მაგრამ ზოგიერთ თანამედროვე, მაგრამ დაბალგანვითარებულ მცენარეთა პრიმიტიული ჯგუფებისათვის სქესობრივი პროცესი უცნობია. ამასთან ეჭვგარეშეა, რომ ზოგიერთ ბუნებრივ ჯგუფს (ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები) არასდროს არ გააჩნდა სქესობრივი გამრავლების უნარი, სხვებმა კი სავარაუდოა, რომ დაკარგა იგი. სქესობრივი პროცესის დაკარგვის ფაქტები ცნობილია ზოგიერთ მაღალგანვითარებულ უმაღლეს მცენარეებში - ფარულთესლოვანებში. დადგენილია, რომ მცენარეთა სხვადასხვა ბუნებრივ ჯგუფს, რომლებიც ისტორიული განვითარების სხვადასხვა დონეზეა, სქესობრივი პროცესი გამოხატული აქვს ზოგჯერ პრიმიტიულ, ზოგჯერ კი მაღალგანვითარებული ფორმით. მაშასადამე უეჭველია, რომ სქესობრივი პროცესიც განვითარებას განიცდის. სქესობრივი პროცესის ევოლუცია უდაბლეს მცენარეებშიც, მაგალითად წყალმცენარეებშიც შეინიშნება. ევოლუციის დონის მაჩვენებელს გამე-

ტების სპეციალიზაცია წარმოადგენს. დადგენილია, რომ სქესობრივი გამრავლება თავისთავად როდი ვითარდებოდა - უსქესო გამრავლებისაგან იზოლირებულად და მასთან ურთიერთკავშირში. უმდაბლეს მცენარეებში, რომლებშიც პირველად გაჩნდა სქესობრივი პროცესი, მკაფიოდაა გამოხატული გამრავლების ხერხების რითმულობა. მცენარეთა ყოველი ბუნებრივი ჯგუფი ხასიათდება თავისი რითმით, თავისი გამრავლების მონაცვლეობის კანონზომიერებებით. გამოყოფენ სქესობრივი გამრავლების ორ სახეს: 1. კონიუგაცია და 2. კოპულაცია.

კონიუგაცია - სქესობრივი გამრავლების თავისებური ფორმაა, იგი გვხვდება ზოგიერთ წყალმცენარეში, ამ დროს ორი უჯრედი უახლოვდება ერთმანეთს და ციტოპლაზმური ხიდაკის გავლით ხდება მიგრირებადი ბირთვების მიმოცვლა, რის შედეგად ინდივიდები ერთმანეთს ცილდებიან და თითოეული მათგანი იწყებს უსქესო გამრავლებას. კონიუგაციის დროს ინდივიდთა რიცხვი უცვლელია, მხოლოდ ხდება გენეტიკური მასალის გაცვლა.

კოპულაცია - სქესობრივი გამრავლების ისეთი ფორმაა, რომლის დროს ერთმანეთს ერწყმის ორი განსხვავებული სქესის გამეტები. არსებობს კოპულაციის სხვადასხვა ფორმა:

იზოგამია - ამ დროს ერთმანეთს ერწყმის მორფოლოგიურად მსგავსი და ფიზიოლოგიურად განსხვავებული გამეტები, რომელიც ახასიათებთ ზოგიერთ მწვანე წყალმცენარეს და უმდაბლეს სოკოებს.

ზიგოგამია - მორფოლოგიურად და ფიზიოლოგიურად მსგავსი გამეტების შერწყმაა, რომელიც დამახასიათებელია მწვანე წყალმცენარეებისათვის.

ჰეტეროგამია - როდესაც მდედრობითი გამეტა უფრო დიდია, ვიდრე მამრობითი, რომელიც ნაკლებდ მოძრავია. ახასიათებთ წყალმცენარეს და უმდაბლეს სოკოებს.

ოოგამია - ითვლება სქესობრივი პროცესის უმაღლეს დონედ, ამ დროს მდედრობითი გამეტა ძალზე დიდია, ბირთვისებური და უმოძრაო, მამრობითს კი გააჩნია შოლტები, რომელიც მოძრავია და

ზომითაც ნაკლებია მდედრობითზე. ოოგამიური სქესობრივი პროცესი გვხვდება მცენარეთა სამყაროს ნებისმიერ დონეზე, ფარულთესლოვანების ჩათვლით.

8.4. სქესობრივი გამრავლება შიშველთესლიანებში

შიშველთესლოვანებს უვითარდებათ მდედრობით ორგანო თესლკვირტი, რომელიც შიშველია და მისგან განვითარებული თესლიც ასევე შიშველია. თესლკვირტი არის მაკროსპორანგიუმი, მასში არსებული ერთი მაკროსპორა ჩანასახის პარკს, ანუ მდედრობით წინაზრდილს წარმოადგენს. მიკროსპორა (მტვრის მარცვალი) ქართ ან სხვა რეაგენტებით გადაიტანება თესლკვირტზე, ამ პროცესის შემდეგ კი ხდება კვერცხუჯრედის განაყოფიერება. მაკროსპორანგიუმი (მეგასპორანგიუმი) გადაიქცევა ჩანასახისა და საზრდო ნივთიერებებისაგან შემდგარ თესლად.

შიშველთესლოვნებში უფრო დაბალ საფეხურზე დგანან საგოვანები. საგოვანების ტიპური წარმომადგენელია ციკასი (Cycas), რომლის თესლკვირტი (მეგასპორანგიუმი) შედგება ცენტრალური ნაწილისაგან. მას ნუცელუსი („ნუცელუს“-პატარა კაკალი) ეწოდება. ნუცელუსი გარედან დაფარულია საფარი კედლებით, ანუ ინტეგუმენტებით („ინტეგუმენტუმ“-საბურველი), რომლებიც თესლკვირტის ზედა ნაწილში ქმნიან პატარა ნასვრეტს, ანუ მიკროპოლეს („პილე“-კარები). ნუცელუსში ერთი დიდი უჯრედი - ჩანასახის პარკი ვითარდება (წინაზრდილი). ჩანასახის პარკის ზედა ნაწილში ორი ან მეტი არქეგონიუმია. იგი შედგება მუცლის უჯრედისა და ყელისაგან. მიკროპილისაკენ მიმართულია ნუცელუსის ერთი ჩაღრმავებული ადგილი, რომელსაც სამტვრე კამერა ეწოდება, ციკასის მტვრის მარცვლები ხვდება სამტვრე კამერის გამონაჟონ ლორწოში, შემდეგ კი თვით კამერაში. მტვრის მარცვალი, რომელიც შედგება გარეთა სქელი შინაგან - ეგზინისაგან („ეგზო“-გარედან) და შიგნით თხელი შრისაგან ინტინისაგან („ინტუს“-შიგნით) განვითარების პირველ სტადიას აღწევს კამერაში მოხვედრისთანავე. ჯერ წარმო-

შობს სამ უჯრედს, რომელთაგანაც ერთი ვეგეტატიურ უჯრედად ვითარდება, მეორე შუა უჯრედიდან ორი სპერმატოზოიდი მრავალი შოლტებით, მესამედან კი ჰაუსტორიუმი ან სამტვრე მილი. სპერმატოზოიდები გაივლიან სამტვრე კამერას და ჩანასახის პარკში არქეგონიუმისაკენ მიემართებიან. სპერმატოზოიდის ბირთვი უერთდება არქეგონიუმის კვერცხუჯრედის ბირთვს და ხდება განაყოფიერება რის შემდეგაც წარმოიქმნება თესლი, რომელიც შედგება ჩანასახის ენდოსპერმისა და კანისაგან. შიშველთესლოვანებში ფართოდ გავრცელებული უმაღლესი ჯგუფია გირჩოვანები, რომელთაც მიკროსპოროფილები და მაკროსპოროფილები მჭიდროდ აქვთ განლაგებული ღერძზე და მათ გირჩებს უწოდებენ. სპირალურად განწყობილი მიკროსპოროფილები მამრობით გირჩად არიან შეკრებილი, ხოლო მეგასპოროფილები მდედრობით გირჩად. გირჩა მეგასპოროფილებზე ორ-ორ თესლკვირტს ივითარებს. თესლკვირტი შედგება ინტეგუმენტებისაგან, რომლის შიგნით ნუცელუსია, ამ უკანასკნელის უჯრედებისაგან რედუქციული დაყოფის გზით ვითარდება ჩანასახის პარკი. ჩანასახის პარკის ზედა ნაწილში არქეგონიუმები წარმოიქმნებიან, რომელიც შეიცავს ერთ კვერცხუჯრედს. თესლკვირტის მიკროპილზე მოხვედრილი მტვრის მარცვალი გადადის ნუცელუსში და იწყებს განვითარებას. მტვრის მარცვალი ზრდის შემდეგ, ჯერ დიდი ზომის ანთერიდიალურ უჯრედს წარმოქმნის, ხოლო მის შიგნით ვეგეტაციურ უჯრედს. ვეგეტაციური უჯრედი ეგზინის გახსნით ქმნის სამტვრე მილს, რომელიც იჭრება ნუცელუსში და ნელა ვითარდება მის ქსოვილში. ანთერიდიალური უჯრედი იყოფა გენერაციულ და ბაზალურ უჯრედებად, რომლებიც სამტვრე მილში ექცევიან, აქ გენერაციული უჯრედი იყოფა ორ მამრობით უჯრედად სპერმიებად. სპერმიები მილს გადააქვს არქეგონიუმში, რის შემდეგ სპერმია უერთდება კვერცხუჯრედის ბირთვს და განაყოფიერებს მას. განაყოფიერებული დიპლოიდური ბირთვისაგან წარმოიქმნება ჩანასახი. მთელი თესლკვირტი გადაიქცევა თესლად, რომელიც მომწიფებას მეორე წელს

იწყებს, ის შიშვლად ზის, აქედან წარმოდგება სახელწოდება შიშველთესლიანები.

8.5. სქესობრივი გამრავლების არა რეგულარული ფორმები

პართენოგენეზი (აპომიკსისი) (parthenogenesis ბერძნ.parthenos – ქალწულიდა genesis–განვითარება) გაუნაყოფიერებელი უჯრედი-საგან ჩანასახის განვითარებას პარტენოგენეზი, ანუ აპომიკსისი ეწოდება. ამასთან, როგორც წესი, შენარჩუნებულია მორფოლოგიურად გამობატული მეტაფაზისა და სპოროფაზის მონაცვლეობა. ის შეიმჩნევა სხვადასხვა ჯგუფებში - დაწყებული წყალმცენარეებიდან ფარულთესლოვანებამდე. აპომიკსისის ფორმები ერთმანეთისაგან იმის მიხედვით განსხვავდებიან თუ თესლკვირტის როგორი კომპონენტებისაგან წარმოიქმნება ჩანასახი. აპომიკსისის ფაქტები ყველაზე ხშირად შეინიშნება უმაღლესი დონის სისტემა-ტიკური ჯგუფების ევოლუციური განვითარებისას -რთულყვავილოვანთა ოჯახის წარმომადგენლებში და სხვა. აქ აპომიკსისი წარმოდგენილია ფორმათა უსასრულო მრავალფეროვნებით, რომლებიც კლასიფიკაციას ძნელად ექვემდებარებიან.

ბუნებაში ყველაზე გავრცელებულია პართენოგენეზის ორი სახე : ფ ა კ უ ლ ტ ა ტ უ რ ი, რომელიც მხოლოდ ცხოველებში გვხვდება (მწერები) და ო ბ ლ ი გ ა ტ უ რ ი - მცენარეებში (ბაბუაწვერა,თამბაქო და სხვ.).ობლიგატურში გამოყოფა ორი სახე: გ ი ნ ო გ ე ნ ე ზ ი და ა ნ დ რ ო გ ე ნ ე ზ ი .

გ ი ნ ო გ ე ნ ე ზ ი ს (gynogenesis ბერძნ.gyne – ქალი და genesis – განვითარება, ტერმინი შემოიღო ვილსონმა 1913 წ.) დროს მონაწილეობენ სპერმატოზოიდები, რომლებიც კვერცხუჯრედში აღწევენ, მაგრამ არ ხდება მდედრობითი და მამრობითი პრონუკლეუსის შეერთება. მამრობითი მხოლოდ მასტაბილიზებელ როლს ას-

რულებს და შემდეგ ილუპება. ჩანასახის ფორმირება ხდება მხოლოდ მდედრობითი პრონუკლეოსის ხარჯზე, ამ მოვლენას ცრუ განაყოფიერება, ანუ ფ ს ე ვ დ ო გ ა მ ი ა ეწოდება.

ანდროგენეზი (androgenesis ბერძნ. aner, andros – მამაკაცი, genesis – განვითარება, ტერმინი შემოიღო 1913 წ გერტვინგმა) გინოგენეზის საპირისპირო მოვლენაა, ამ დროს ჩანასახი ვითარდება მამრობითი პრონუკლეოსის და კვერცხუჯრედის ციტო-პლაზმის ხარჯზე. ანდროგენეზი მიმდინარეობს, როდესაც კვერცხუჯრედის ბირთვი ილუპება სხვადასხვა მიზეზის გამო.

გაუნაყოფიერებელი გამრავლების სახეებია, აგრეთვე აპოგამია და აპოსპორია.

აპოგამიის (apogamos -ბერძ.apo-დან gamos ქორწინება) დროს ჩანასახი ვითარდება არა კვერცხუჯრედიდან, არამედ რომელიმე სხვა გამეტოფიტის გაუნაყოფიერებელი უჯრედისაგან. აპოგამიის სხვადასხვა ფორმები ცნობილია ფარულთესლოვანებში: მაგ. ხახვში ჩანასახი ვითარდება ანტიპოდებისაგან; მარმუქში სინერგიდისაგან, ცნობილია აპოგამიის შემთხვევები მრავალძარღვაში და სხვა.

აპოსპორია (aposporos ბერძ. apo-დან, sporos-თესლი, ნაყოფი.) არის მოვლენა, როდესაც გამეტოფიტი ვეგეტაციური (დიპლოიდური) უჯრედებისაგან განაყოფიერების გარეშე ვითარდება. ფარულთესლოვანებში ცნობილია აპოსპორიის შემთხვევები, მაგალითად, როდესაც ჩანასახი წარმოიქმნება ნუცელიუსის დიპლოიდური უჯრედებისაგან, ზოგჯერ კი თესლკვირტის ან ქალამის საფარველიდან.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. გუგავა ე. რუხაძე თ. ხატიაშვილი ლ. ვადიანი ე. ყარალაშვილი ი. მცენარეთა მორფოლოგია და ანატომია, თბილისი 1988.
2. გუგავა ე. რუხაძე თ. ვადიანი ე. მცენარეთა სისიტემატიკა, თბილისი 1992.
3. გუგავა ე. მელაძე გ. მცენარეთა ეკოლოგია თბილისი 2003.
4. გუგავა ე. ხატიაშვილი ლ. ვადიანი ე, ყარალაშვილი ი, ლ.ტაბიძე კალატოზიშვილი დ. ბოტანიკა, მცენარეთა ანატომია და მორფოლოგია, თბილისი 2005.
5. გუგავა ე. ვადიანი ე, ყარალაშვილი ი, ბოტანიკა, მცენარეთა სისიტემატიკა, თბილისი 2010.
6. ზარქუა მ. მცენარეთა ანატომიის და მორფოლოგიის პრაქტიკული კურსი, თბილისი 2012.
7. კემბელი ნ.რისი ჯ. ბიოლოგია, ელექტოვერსია თბილისი 2009,
8. კურსანოვი და სხვ. ბოტანიკა ტომი I თბილისი 1955.
9. ლორთქიფანიძე ა. ბოტანიკა ნაწილი I თბილისი 1972.
10. ლორთქიფანიძე ა. ბოტანიკა II ნაწილი თბილისი 1972.
11. ტუტაიუკი ვ. მცენარეთა ანატომია და მორფოლოგია თბილისი 1984.
12. Бавтуто Т.А. Еремин В.М. Ботаника: морфология и анатомия растений. Минск: Высш. Школа.1997.
13. Борозова И.А. Самсель Н.В. Чистякова О.Н. Морфология растений в определение растений. Методическое пособие к практическому курсу. М., 1997.
14. Васильев А.Е. Воронин И.С. Еленевский А.С. Серебрякова Т.Н. Ботаника, Анатомия и морфология растений. М. 1976.
15. Лархер В.-Экология растений. М.: Мир, 1978

16. Лотова, Л. И. Ботаника : Морфология и анатомия высших растений:учеб. М: КомКнига, 2007. .
17. Рейвн П. и др. Современная ботаника. - М.: Мир, 1990. - Т.1-23..4.
 - 18.Хржановский В.Г. и друг. БОТАНИКА М. 1975.
 - 19.Barnhart J. H. Biographical notes upon botanists, v. 1-3. — Boston, 1966.
 - 20.Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. — 29 Aufl. — Jena, 1967
 - 21.Hill J. B. Botany. — 4 ed. — N. Y., 1967
 - 22.Raven P. H., Evert R. F, Eichhorn S. E. Современная ботаника: В 2 т. — М.: Мир, 1990

შინაარსი

შესავალი	3
თავი 1. ბოტანიკის დარგები	5
თავი 2. მცენარეთა წარმოშობა და განვითარება	9
თავი 3. მცენარეთა მნიშვნელობა	20
თავი 4. ბოტანიკა და სოფლის მეურნეობა	24
თავი 5. უჯრედის სწავლების საფუძვლები	27
5.1. უჯრედის შესწავლის ისტორია	27
5.2. ცოცხალი ორგანიზმების ორგანიზაციის ფორმები	33
5.3. მცენარეული უჯრედის მმრავალფეროვნება	36
5.4. მცენარეული უჯრედი	38
5.4.1. უჯრედის მემბრანა	40
5.4.2. ციტოპლაზმა და მისი ორგანელები	42
5.4.3. ბირთვი	56
5.4.4. უჯრედის გაყოფა	60
5.5. ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები	71
5.6. ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტები	72
5.7. მცენარეული უჯრედის	74
თავი 6. ქსოვილები (ჰისტოლოგია)	79
6.1. ქსოვილთა კლასიფიკაცია	80
6.1.1. წარმომშობი ქსოვილი (მერისტემა)	80
6.1.2. მფარავი ქსოვილი	83
6.1.3. ძირითადი ქსოვილი	91
6.1.4. მექანიკური ქსოვილი	93
6.1.5. გამტარი ქსოვილები	96
6.1.6. გამომყოფი ქსოვილები	106
თავი 7. ორგანოგრაფია, მცენარის ვეგეტაციური ორგანოები	109
7.1. ფესვი	109
7.1.1. ფესვთა კლასიფიკაცია, ფესვთა სისტემები	111
7.1.2. ფესვთა ანატომიური აგებულება	113

7.1.3. ფესვის პირველადი ანატომიური აგებულება -----	116
7.1.4. ფესვის სახეცვლილებები -----	120
7.2. ღერო -----	126
7.2.1. ღეროს დატოტიანება -----	132
7.2.2. ღეროს ანატომიური აგებულება-----	136
7.2.3. ღეროს ზრდის კონუსი -----	137
7.2.4. ღეროს პირველადი აგებულება-----	138
7.2.5. ერთლებნიანი მცენარის ღეროს ანატომიური აგებულება -----	140
7.2.6. ორლებნიან მცენარეთა ღეროს ანატომიური აგებულება-----	142
7.2.7. ორლებნიანი ბალახოვანი მცენარეების ღეროს ანატომიური აგებულება -----	144
7.2.8. მერქნიან მცენარეთა ღეროს ანატომიური აგებულება -----	146
7.2.9.წრიული რგოლები-----	151
7.2.10. ღეროს სახეცვლილებები -----	152
7.3. ფოთოლი -----	157
7.3.1. ფოთოლთა კლასიფიკაცია-----	160
7.3.2.ფოთლის ანატომიური აგებულება -----	168
7.3.3.ფოთლის სახეცვლილებები(მეტამორფოზები) -----	171
7.4 . რეპროდუქციული ორგანოები-----	174
7.4.1. ყვავილი -----	175
7.4.2.ყვავილენი -----	188
7.4.3. ყვავილის სქესიანობა და სახლიანობა-----	191
7.4.4. ყვავილის დამტვერვა და განაყოფიერება-----	192
7.5. თესლი და ნაყოფები-----	200
7.5.1. თესლი -----	200
7.5.2.ნაყოფი -----	203
7.5.3. თესლების და ნაყოფების გავრცელება -----	207
თავი 8. მცენარეთა გამრავლება -----	209

8.1. ვეგეტაციური გამრავლება-----	210
8.2. საკუთრივ უსქესო გამრავლება -----	215
8.3. სქესობრივი გამრავლება -----	215
8.4. სქესობრივი გამრავლება შიშველთესლიანებში -----	218
8.5. სქესობრივი გამრავლების არა რეგულარული ფორმები-----	220
გამოყენებული ლიტერატურა-----	222

კომპუტერული მომსახურეობა

მართა მეზურიშვილი

ტექნიკური რედაქტორი

ეთერი ხომერიკი

tiraJi 200

გამომცემლობა შპს „არდი“
