

42929

ა. ლორთქიფანიძე



გოგენიკა

განათლება

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

ბოტანიკა ბერძნული სიტყვიდან Botane-დანაა წარმოებული და ნიშნავს ბალახს, მცენარეს (მწვანეს), ბოსტნულს.

ბუნების მწვანე ფონი, განსაკუთრებით ხმელეთის ყველა განედზე, (როგორც პორიზონტალურად, ისე ვერტიკალურად) და, ნაწილობრივ, წყლის პირობებში, წარმოდგენილია მცენარეებით (უდაბლესი და უმაღლესი) და მცენარეულობით.

ბუნების შეცნობა და მისი გამოყენება ადამიანის ძირითადი მიზანი იყო, რის შედეგადაც ადამიანმა ბუნების დიდი ნაწილი და მოვლენა თავის ყოველდღიურ ცხოვრებას დაუკავშირა.

ადამიანის მიერ ბუნების შეცნობა წარმოადგენდა მისი აზროვნების განვითარების ერთ-ერთ ეტაპს.

საუკუნეთა მანძილზე ადამიანი თანდათანობით ეცნობოდა ბუნებას, ერკვეოდა მის მოვლენებში და სწავლობდა მცენარეულ სამყაროს მისი გამოყენების მიზნით.

ადამიანი პირველყოფილი მდგომარეობიდანვე იყენებდა მცენარეს საკვებად, სამოსად და ბინად, ხოლო შემდგომში, განვითარების შემდეგ ეტაპზე, თანდათანობით შექმნა მცენარეთა მრავალი კულტურული ასორტიმენტი, ისინი თავის მხარდ მოთხოვნილებებს დაუმორჩილა და უფრო რაციონალურად გამოიყენა.

ადამიანმა ასეული და ათასეული წლების მანძილზე გამოიყვანა კულტურულ მცენარეთა მრავალი სახეობა. კულტურულ მცენარეთა სახეობებისა და ჯიშთა სიმრავლემ, ერთი მხრივ, და ადამიანის შრომის შედეგად ინტენსიური მეურნეობის განვითარებამ, მეორე მხრივ, ხელი შეუწყო სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგის ჩამოყალიბებას, რომელთაგან, პირველ რიგში, უნდა აღინიშნოს: მემინდერეობა, მებალეობა, მებოსტნეობა და ა. შ.

ბოტანიკა ადამიანს აიარაღებს მცენარეული ორგანიზმების გამოყენება-გარდაქმნისათვის. წარსულში მცენარეების შესახებ სწავლებას დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა; დღესაც მას დიდი როლი ენიჭება, განსაკუთრებით, სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა დარგის განვითარების საქმეში.

მცენარეები და მცენარეულობა, ბუნების ცოცხალი ნაწილები, ბოტანიკის მეცნიერების შესწავლის ძირითადი ობიექტებია.

ბუნების შესწავლისას ვარჩევთ მის ცოცხალ და არაცოცხალ ნაწილს.

ცოცხალ და არაცოცხალ ბუნებას შორის მსგავსებისა და განსხვავების საკითხი დიდი ხანია ბიოლოგიის შესწავლის საგანია. ცოცხალ და არაცოცხალ ბუნებას ქიმიური შედგენილობა აკავშირებს: როგორც ერთს, ისე მეორეს, საფუძვლად უდევს ერთნაირი საწყისი ქიმიური ელემენტები, მაგრამ მათ შორის გარკვეული განსხვავება ისაა, რომ ცოცხალ სხეულებში ქიმიურ

ელემენტთა რაოდენობრივი მდგომარეობა და მათი ურთიერთკავშირი განაპირობებს იმ თვისობრივი ხასიათის მოვლენებს, რაც მხოლოდ ცოცხალი მატერიისათვის არის დამახასიათებელი. ამავე დროს გარემო პირობებთან ნივთიერებათა ცვლა ძირითადი განმასხვავებელი ნიშანია ცოცხალსა და არაცოცხალს შორის. ცოცხალ ორგანიზმს არ შეუძლია არსებობა გარემოს გარეშე და თუ ის გამოეთიშა გარემოს, იგი თანდათანობით კარგავს სასიცოცხლო ნიშნებს და კვდება. ბუნების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაწილი მცენარეული ორგანიზმებია და მათ წარმოშობას სიცოცხლის წარმოშობას უკავშირებენ. პირვანდელი ცოცხალი ორგანიზმების გარემო პირობებთან ურთიერთმოქმედებამ და თანდათანობით შეგუებამ წარმოქმნა სხვადასხვა სახეობის მცენარეული ორგანიზმი — ჯერ წყლის არეში და შემდეგ კი — გზიან, ხმელეთზე.

ნივთიერებათა ცვლა და გარდაქმნა ბუნებაში მცენარეული ორგანიზმების მონაწილეობით ხდებოდა და ხდება. ნივთიერებათა მიმოქცევის შედეგად განსაკუთრებით მწვანე (ქლოროფილიანი) მცენარეების სასიცოცხლო პროცესების დროს იქმნება აზოტოვანი და უაზოტო ორგანული ნაერთები, რომლებსაც მცენარეები მარტივი აზოტოვანი ნივთიერებისაგან ქმნიან.

ბუნების ცოცხალი ნაწილი, რომელიც მცენარეებისა და ცხოველებისაგან შედგება, ბიოსფეროს სახელწოდებით არის ცნობილი. მცენარეები და ცხოველები, ბუნების არაცოცხალ ნაწილთან შედარებით, მცირეაერიანი, მაგრამ დიდ გავლენას ახდენენ ბუნების არაცოცხალ ნაწილზე, მეტადრე მცენარეები, ვინაიდან ეს უკანასკნელნი რიცხობრივად სჭარბობენ ცხოველებს და უშუალოდ, მჭიდროდ დაკავშირებული არიან გარემოსთან.

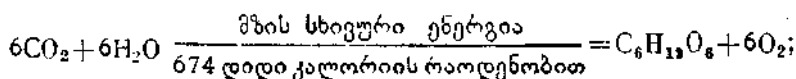
ძირითადი განსხვავება მცენარეებსა და ცხოველებს შორის იმაში მდგომარეობს, რომ მცენარეებს უნარი აქვთ მათთვის საჭირო საზრდო ნივთიერება შექმნან (უმთავრესად ქლოროფილისა და სხივური ენერგიის გამოყენებით, აზოტოვანი ნივთიერებისაგან) ნახშირორჟანგისაგან, წყლისაგან და ნიადაგში არსებული აზოტოვანი ნივთიერებებისაგან. ეს თავისებური პროცესი ცხოველებს არ ახასიათებს და ისინი იკვებებიან მცენარეების მიერ შექმნილი ორგანული ნივთიერებებით; ეს განსხვავებული ნიშანთვისება აშკარაა მცენარეთა და ცხოველთა უშაღლეს ტიპებში. სხვა ნიშანთვისებებიდან ყურადღების ღირსია მოძრაობა. ეს ცხოველების უმეტეს წარმომადგენლებს ახასიათებს, მაგრამ ზოგიერთი უდაბლესი ცხოველი მოძრაობის უნარს მოკლებულია და ერთ ადგილზეა მიმაგრებული (ზღვის ღრუბელი, მარჯანი და მრავალი სხვა). ერთი შეხედვით უნალღეს მცენარეებში მოძრაობას თითქოს არ უნდა ჰქონდეს ადგილი, მაგრამ ზოგიერთ მათგანსაც მოძრაობა ახასიათებს. მზესუმზირას ყვავილედი კალათად შეკონილი მოძრაობს. ულვაშებით მოძრაობენ თერო, ბარდა და სხვ., ხავსებისა და გვიმრანაირი მცენარეების მამრობითი უჯრედები — სპერმატოზოიდები. უდაბლესი მცენარეების როგორც ერთუჯრედიანი, ისე მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები მოძრაობენ მთელი სხეულით (ამეზასებრი მოძრაობა), ანდა მოძრაობენ მათი სპერმატოზოიდები და ზოოსპორები (უსქესო გამრავლების უჯრედები); აღსანიშნავია, რომ ცხოველებისათვის დამახასიათებელი მგრძნობიარობა და გაღიზიანება გვხვდება აგრეთვე როგორც უნალღეს, ისე უდაბლეს მცენარეებში. მაგალითად, მორცხვი მიმოზა (*Mimosa pudica*) შეხების დროს ღიზი-

ანდება, მისი ფოთლები იხრება და იკეცება; ბუზიკერიას (*Dionaea muscipula*) სახეშეცვლილი ფოთოლი ფრთიანი ყუნწისაგან და ორნაკეთიანი ფიჭიტისაგან შედგება, ნაკეთებს შორის სამ-სამი მგრძნობიარე ბეწვია, კიდეებზე კი გრძელი კბილები აქვს განვითარებული. მოხვდება რა მწერი გადაშლილი ფოთლის ბეწვებს, ფოთოლი სწრაფად იკეცება, კბილები ერთმანეთში ჩაჯდება და მწერი შიგ ექცევა.

აღნიშნულს გარდა, მრავალი სხვა ნიშანთვისებითაც ემსგავსებიან ერთმანეთს მცენარეები და ცხოველები, მაგრამ ამ ორი სამყაროს ორგანიზმებს შორის განსხვავებაა საზრდოობის თავისებურებით: მცენარეები, უმეტესად, არაორგანული ნივთიერებიდან ქმნიან ორგანულ ნივთიერებას და მით იკვებებიან; ცხოველები კი—მზა ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან.

ბუნებაში მცენარეთათვის დამახასიათებელი პროცესი ფოტოსინთეზია: ფოტოსინთეზი მცენარის მიერ მზის სხივური ენერგიის მონაწილეობით, ნახშირორჟანგისა და წყლის ელემენტებისაგან ორგანულ ნივთიერებათა ნახშირწყლების წარმოშობის პროცესია. ამ პროცესის ძირითადი ელემენტი ქლოროფილია, რომელიც მცენარის ფოთლებსა და სხვა მწვანე ნაწილებშია დაგროვილი და იწვევს მცენარეების მწვანე შეფერადებას. ქლოროფილს მზის სხივური ენერგიის შთანთქმის დიდი უნარი ახასიათებს, რის გამოც იგი ფოტოსინთეზის პროცესში აქტიურად მონაწილეობს. ცხოველურ ორგანიზმებს ქლოროფილი არა აქვს და მათ ფოტოსინთეზი არ ახასიათებს. სწორედ ამით განსხვავდებიან ისინი მცენარეებისაგან.

ქლოროფილს მოკლებულია მცენარეების საკმაოდ დიდი ჯგუფი: სოკოები, ბაქტერიები და უმაღლესი მცენარეების პარაზიტული და სპაროფიტული ფორმები. ქლოროფილი არამყარი ქიმიური ნაერთის სახით ნახშირორჟანგთან და წყალთან ერთად მონაწილეობს ფოტოსინთეზის პროცესში, რის შედეგადაც წარმოიშობა ნახშირწყლები. ფოტოსინთეზის რეაქცია სქემატურად შეიძლება შემდეგნაირად იყოს წარმოდგენილი:



ფოტოსინთეზის (ასიმილაციის) პროცესში მცენარის მიერ გამოყენებული მზის სხივური ენერგია ქიმიურ ენერგიად გარდაიქმნება. ამის შედეგად წარმოქმნილ რთულ ორგანულ ნივთიერებებს სხვა ცოცხალი ორგანიზმები იყენებენ. ადამიანი იყენებს რა მცენარულ და ცხოველურ საკვებს, ითვისებს მზის სხივურ კონცენტრირებულ ენერგიას („მზის სხივების კონსერვს“). შორეულ წარსულში ნახშირბადის დიდი მარაგი, უმთავრესად, მცენარეების მონაწილეობით, ფოტოსინთეზის შედეგად შეიქმნა; ასეთებია ქვანახშირის, ნავთობის, ტორფისა და სხვადასხვა ორგანული ნივთიერების სახით დედამიწის წიაღში დაგროვილი სიმდიდრე.

მცენარე ადამიანისა და სხვა ცოცხალი ორგანიზმის არსებობის აუცილებელი ფაქტორია; იგი სხვადასხვა ენერგიის წყაროა (ქიმიური, მექანიკური, სითბური და სხვ.); მცენარეების ქიმიური ელემენტი, ძირითადად, ცილებია—მარტივი და რთული—პროტეინებისა და პროტიდების სახით; ამ ცილებს იგი იღებს ატმოსფეროდან და ნიადაგიდან. ნიადაგიდან ფესვით მოწოდებული საზრდო ნივთიერება ფოტოსინთეზით ფოთლების მიერ გადამუშავდება სხვადა-

სხვა ორგანულ ნივთიერებად—ცილებად, სახამებლად, შაქრად, ცხიმებად და სხვ.

სიცოცხლის მთავარი მამოძრავებელი რგოლი ფოტოსინთეზის პროცესია, რომლის არსი შესანიშნავად აქვს განმარტებული დიდ რუს მეცნიერს კ. ტიმირიაზევი.

აოდესლაც, სადღაც ღედამიწაზე დაეცა მზის სხივი, მაგრამ ის დაეცა არა უნაყოფო ნიადაგზე, არამედ ხორბლის მწვეანი აღმონაცენზე; უკეთ რომ ვთქვათ, იგი დაეცა ქლოროფილის მარცვალს. მოხვდა რა მას, ჩაქრა, აღარ ანათებდა, მაგრამ არ გაუჩინარებულა; ის მხოლოდ შინაგან მუშაობას დასჭირდა, გააპო, გაარღვია კავშირი ნახშირორქანგად შეერთებულ ნახშირბადისა და ჟანგბადის ნაწილაკებს შორის. განთავისუფლებული ნახშირბადი შეუერთდა წყალს და წარმოქმნა სახამებელი, რომელიც ხსნარ შაქრად გარდაიქმნა და მცენარეში ხანგრძლივად ყოფნის შემდეგ პურის მარცვალში სახამებლის ან წებოვანას სახით დაილექა“.

ფოტოსინთეზის დროს მცენარე გარემოდან ნახშირორქანგს იღებს და ამავე მოცულობით თავისუფალ ჟანგბადს გამოყოფს. ასეთი ნივთიერებების ცვლა ფოტოსინთეზის დროს მეტად ძლიერია და მცენარის ერთ სავგვებტაციო პერიოდში დიდი რაოდენობით მიმოიქცევა. მცენარეები ატმოსფეროში არსებული ნახშირორქანგის მთელი რაოდენობიდან დაახლოებით 1/4-ს ითვისებენ. ასე, მაგალითად, ერთი საშუალო ზომის ხემცენარის ზრდა-განვითარებისათვის საჭიროა CO_2 ჰაერის 12 000 000 მ³-ის გამოყოფა. ამის შემდეგ ატმოსფერო უნდა დაცლილიყო CO_2 -საგან, მაგრამ ბუნებაში მისი რაოდენობა რამდენიმე კილოგრამს აღწევს. ამის გარდა, ბუნებაში მრავალი ისეთი პროცესია, რომლებიც აღადგენენ და ამდიდრებენ CO_2 -ს. ეს პროცესებია—სუნთქვა, დუღილი, ლპობა, წვა, ბაქტერიებისა და სოკოების აქტიური მოქმედება და ა. შ. მათი მოქმედებით ატმოსფეროში ნახშირორქანგის რაოდენობის რეგულირება ხდება, მაგრამ წარსულში (ქვეანახშირის პერიოდში), როგორც ირკვევა, ატმოსფეროში— CO_2 -ს რაოდენობა უფრო მეტი იყო, ვიდრე O_2 -ისა. ჟანგბადის დაგროვებას შემდგომში ხელი შეუწყო მცენარეთა ფოტოსინთეზმა და ნახშირორქანგის ნაწილობრივი დაშლის შედეგად მისი რაოდენობა, ახლანდელი მონაცემებით, 21%-მდე აღწევს. ჟანგბადის რაოდენობის ზრდამ მეტად გააძლიერა ჟანგბადით სუნთქვა, რაც ცოცხალი ორგანიზმებისათვის აუცილებელი სასიცოცხლო პირობაა.

აღამიანი პირველყოფილი თემური საზოგადოების დროს, ჯერ კიდევ ქვის ხანის ადრეული პერიოდიდან—პალეოლითიდან („პალაიოს“—ძველი, „ლიტოს“ ქვა, ბერძნ.) იწყებს ველურად მოზარდი მცენარეების გამოყენებას საკვებად, ბინისათვის, სამოსად, საწვავად, სამკურნალოდ და ა. შ., ხოლო გვიანდელი—ქვის ხანის პერიოდში—ნეოლიტში („ნეოს“—ახალი, ბერძნ.); როცა აღამიანის ცხოვრების საზოგადოებრივი ფორმა თანდათან ვითარდებოდა, ველური მცენარეების უშუალოდ გამოყენებასთან ერთად აღამიანმა დაიწყო მათი მოშენება, პრიმიტიული საშეურნეო იარაღების (თხი, გუთანის) გამოყენებით. პალეოლიტში არსებობდა მიწათმოქმედების ჩანასახი, მაგრამ შემდგომში მისი განვითარება ნეოლიტში მოხდა, რაც იმდროინდელი საწარმოო იარაღების ნაშარხი ნაშთებითაა დადასტურებული.

ზოგიერთ ქვეყანაში, ბევლთაგანვე, კულტურული მცენარეების საკმაოდ

რაოდენობა იყო გავრცელებული. ძველი ქვეყნების მეურნეობის ისტორიიდან ჩანს, რომ ჩინეთში ორი ათასი წლის წინათ კულტურული მცენარეებიდან დანერგული იყო ბამბა, პარკოსნებისა და მარცვლოვნების მრავალი წარმომადგენელი. ეგვიპტეში ჩვენს ერამდე კარგად იცნობდნენ ვაზსა და მის კულტურას. ძველ საბერძნეთსა და რომში გავრცელებული იყო მრავალი კულტურული მცენარე.

მცენარეთა სამყაროში ყველა მცენარე წარმოდგენილია 500000-მდე სახეობით. ყველა ეს მცენარე თანამედროვე სისტემის მიხედვით პირობით გაყოფილია ორ კრებად ჯგუფად: პირველია უდაბლესი მცენარეების ანუ ტელოფიტების 13 ტიპი (თალუსი—სხეული—არაა დიფერენცირებული. ე. ი. არა აქვს ფესვი, ღერო და ფოთოლი). ამ უდაბლესი მცენარეების ძირითადი გარემო წყალია, ნაწილობრივ კი—ხმელეთი.

მეორე ჯგუფში გაერთიანებულია უმაღლესი მცენარეების ანუ კორმოფიტების 7 ტიპი. ყველა ამ ტიპს (გარდა ხავსნაირებისა და ზოგიერთი გვიმრანაირებისა) აქვს ძირითადი ორგანოები—ფესვი, ღერო და ფოთოლი. უმაღლესი მცენარეებისათვის ძირითადი გარემო ხმელეთია, ნაწილობრივ კი წყალი.

პირველ ჯგუფში 9 ტიპი წყალმცენარეები თანა წარმოდგენილი. მათი რიცხვი 40 ათასსა და მეტ სახეობას აღწევს. ესენი ერთუჯრედიანი, უუჯრედო კოლონიური და მრავალუჯრედიანი, მეტწილად მწვანე, ავტოტროფული ორგანიზმებია. მათი გავრცელების ძირითადი არეალი წყალია. გამრავლების პროცესი სქესობრივი და უსქესოა. ასევე საქმოდ გამოსახულია თაობათა მორიგეობა.

მე-10 ტიპი ბაქტერიებია, რომლებიც ერთუჯრედიანი ან უჯრედთა კოლონიებისაგან უქლოროფილო ორგანიზმებია. უჯრედების ფორმა სფეროსებრია, ჩხირისებრი ან ძაფნაირი. ზოგჯერ გადაადგილებისათვის შოლტებით არიან აღჭურვილნი. ისინი მრავლდებიან უჯრედის დაყოფით. ბაქტერიები ნიადაგს აზოტით ამდიდრებენ, ხელს უწყობენ მისი ნაყოფიერების ზრდას და ჟანგბადით მდიდარ გარემოში სახლდებიან. ასეთ ბაქტერიებს აერობული ბაქტერიები ეწოდება, ხოლო მცირეჟანგბადიანი ან უჟანგბადო არეში გავრცელებულნი ანაერობული ბაქტერიებია. ბაქტერიებს ბუნებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს. მათი მონაწილეობით ხდება ნივთიერებათა ცვლა, ისინი იწვევენ სხვადასხვა დუღილს, რომელთაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის ცხოვრებაში.

მე-11 ტიპი მიკოსომიცეტები ანუ ლორწოიანი სოკოებია, რომელთაც საპროფიტული ორგანიზმები ეკუთვნის. ისინი გავრცელებულია ტყეში, ძველ ჯირკვებზე, ჩამოცვენილ ტოტებზე, ფოთლებზე და ა. შ. ყვითელი, წითელი, მოწაბლისფრო შეფერადების სხეულაკების სახით. მათი გამრავლება უსქესოა—პლაზმოდუმიის ნაგლეჯებითა და სპორებით.

მე-12 ტიპია მრავალრიცხოვანი, 70 000-ზე მეტი სახეობის სოკოები. ეს ტიპი უქლოროფილო ერთუჯრედიანი ან მრავალუჯრედიანი პარაზიტული ან საპროფიტული მცენარეებითაა წარმოდგენილი. სოკოები მიცელიუმისაგან, ჰიფებისაგან და სანაყოფე სხეულებისაგან (უმაღლესი სოკოები) შედგებიან. სქესობრივი გამრავლება უფრო მეტად ერთუჯრედიან, უდაბლეს სოკოებში ხდება, უსქესო გამრავლება კი—ხშირად მრავალუჯრედიან უმაღლეს სოკოებში. სოკოების

ზოგიერთ ჯგუფს ადამიანისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს. ეს ჯგუფია მრავალი საჰმელი, საფუარი, სამკურნალო სოკოები და სხვ. სოკოების ერთი ჯგუფი სარეველა მცენარეებია და ხშირად იწვევენ სოფლის მეურნეობის სხვადასხვა კულტურის დაავადებას.

მე-13 ტიპს ლიქენები ანუ მღიერები—სიმბიონტური ორგანიზმები ეკუთვნის. ლიქენების ორგანიზმი სოკოებისაგან (უმალღესი სოკოები) და წყალმცენარეებისაგან (ლურჯი, მწვანე ან მწვანე წყალმცენარეები,—აქედან კი რიგი პროტოკოკოვანნი) შედგება. წყალმცენარე სოკოების მიცელოუმისაგან მიღებულ წყალს და მასში გახსნილ მინერალურ ნივთიერებას ამუშავებს და გადამუშავებულის ნაწილს სოკოს აწვდის. ლიქენები ფორმით ქერქისებრი, ფოთლისებრი და ბუჩქისებრია. სოკოების მონაწილეობის მიხედვით ლიქენები ორგვარია: ასკიანი ანუ ჩანთიანი და ბაზიდიუმიანი. წყალმცენარეების მონაწილეობითაც ლიქენები ორგვარია: ჰომომერული და ჰეტერომერული. ლიქენებს ახასიათებს უსქესო (სპორებით და ვეგეტაციური) გამრავლება.

მე-14 ტიპი ხმელეთის პირველი ტიპია—ხავსნაირი. ხავსნაირთა ტიპი უფესვო მცენარეებია და მარტივი აგებულების ღერო და ფოთლები აქვთ. ეს ორგანიზმებიც არაა დიფერენცირებული მკვეთრად გამოსახული ქსოვილებით. გამრავლება თაობათა მორიგეობის გზით ხდება. ხავსნაირთა საინტერესო და ფართოდ გავრცელებული მცენარეები ტორფის ხავსებია; იგი ტორფს ქმნის და ფართოდ არის გამოყენებული როგორც სასუქი, საწვავი და საშენი მასალა. ღედამიწაზე ხავსი 20000-ზე მეტი სახეობისაა.

მე-15, 16 და მე-17 ტიპებია ფსილოფსიდები, ლიკოფსიდები და სილფოთლოვანები ანუ არტიკულატები.

მე-18 ტიპი—გვიმრანაირი—ხმელეთის ტიპური მცენარეებია—კარგად გამოსახული ორგანიზმები. ამ ორგანიზმების გარკვეული წყება ქსოვილებისაგან შედგება. ამ ტიპს, მეტწილად, მაკროფილია ახასიათებს. აშკარად გამოსახულია სქესობრივი და უსქესო თაობათა მორიგეობა. გვიმრანაირების ტიპი ფართოდ იყო გავრცელებული. ახლა კი 10 ათას სახეობას აღწევს.

მე-19 ტიპი—შიშველთესლოვანი მცენარეებია. ეს მცენარეები, მეტწილად, ხეები ან ბუჩქებია მონოპოდური ღეროთი. მათ ახასიათებს მეორეული მერქანი ტრაქეიდების სახით, ნამდვილი ჭურჭლები კი არა აქვთ. ამ ტიპიდან უფრო გადარჩენილია გირჩოვანები, რომელთაც მიკროფილია ახასიათებს.

მე-20 ტიპი ფარულთესლოვანი მცენარეებია; მათ აქვთ ტიპური ყვავილი ბუტკოთი და ყვავილსაფრით. ამიტომ მათ აგრეთვე ყვავილოვან და ბუტკოიან მცენარეებს უწოდებენ. ეს ტიპი, ყველა არსებულ ტიპთან შედარებით, მრავალრიცხოვანია: 200 ათასზე მეტი სახეობით ფართოდ არის გავრცელებული და ნაირგვაროვან გარემოსთან კარგადაა შეგუებული.

ახლა სოფლის მეურნეობის ყველა დარგი ფარულთესლოვანი ანუ ყვავილოვანი კულტურებითაა წარმოდგენილი. ფარულთესლოვანების ველური მცენარეებიდან ადამიანმა შეარჩია და გამოიყენა რამდენიმე ათასი კულტურული მცენარის სახეობა და ჯიშ, რომელთაგანაც, პირველ რიგში, აღსანიშნავია: საკვები მარცვლოვანები (ხორბალი, სიმინდი, ქერი, ჭვავი, ბრინჯი, ლობი, ფეტვი, შვრია და სხვ.); შემდეგ უნდა აღინიშნოს ხეილოვანი კულტურების მრავალი წარმომადგენელი, როგორც კონტინენტური ზონის (ვაშლი, მსხალი,

ატამი, ბალი, ყურძენი, განსაკუთრებით, სუფრის ჯიშები და მრავალი სხვა), ისე სუბტროპიკული ზონის (ლიმონი, ფორთოხალი, მანდარინი, თურინჯი, იაპონური ხურმა და სხვა), აგრეთვე ბოსტნეულ-ბაღიერი (პომიდორი, ბადრიჯანი, წიწკა, კიტრი, კომბოსტო, ხახვი, ბოლოკი, საშამთრო, ნესვი და სხვ.). განსაკუთრებით აღსანიშნავია კარტოფილი (ზეთოვანი და ეთეროვანი), მზესუნზირა, კაკალი, წიფელი, აბუსალათინი, არაქისი, ზეთისხილის ხე, ტუნგო, ყაზანლაცის ვარდი, როზმარინი, გერანი, ლავანდი, შირბახტი და სხვ. სურნელი და სანელებელი მცენარეები (დაფნა, კამა, ნიახური, ტარხუნა, ქინძი, ზაფრანი, პიტნა, ქონდარი, ოშბალო და სხვა), შაქრის ქარხალი, სართავი მცენარეების მრავალი წარმომადგენელი (ბამბა, სელი, კენაფი, რამი, ქენდირო, კუთი და სხვა); მცენარეები, რომლებიდანაც ადამიანი სხედასხვა სასმელს ამზადებს (ღვინო, ჩაი, ყავა, კაკაო); ნიკოტინის შემცველი (თამბაქო, წეკო), მრავალი სამკურნალო, დეკორატიული, თაფლოვანი, საღებავი და მთრთლავი მცენარე. ადამიანის ეკონომიკაში აგრეთვე ფართოდაა გამოყენებული მრავალი წაგარი და რბილმერქნიანი მცენარე, როგორც საშენ, ისე საწვავ ნასალად. ბოლოს კი მცენარეები მრეწველობის ამა თუ იმ დარგის ძირითადი ნედლეულია.

პირველი ლიტერატურული ცნობები მცენარეთა შესახებ ბერძენ ფილოსოფოს არისტოტელეს და მის მოწაფეს თეოფრასტეს (სურ. 1) ეკუთვნის (IV—III საუკ. წ. ძვ. აღრიცხვად). განსაკუთრებით აღსანიშნავია თეოფრასტეს თხზულებანი, რომლებშიც 500 მდე მცენარეთა სახეობის შესახებ მრავალი ცნობაა მოცემული. თეოფრასტეს განხილული აქვს როგორც ადგილობრივი, ისე სხვა ქვეყნების მცენარეებიც, განსაკუთრებით იმ ქვეყნებისა, რომლებთანაც საზღვრნეთს სავაჭრო ურთიერთობა ჰქონდა.

თეოფრასტეს თხზულებებში განხილულია მცენარეთა გამრავლება და მათი გავრცელება კლიმატურ პირობებთან დაკავშირებით. მან პირველმა აღწერა ღეროს ანატომია; შეისწავლა სხედასხვა მცენარის ფოთლები და აგრეთვე ფესვის, ყვავილის, თესლისა და ნაყოფის მნიშვნელობა. მის თხზულებებში მოცემულია ცნობები ბოტანიკის სხედასხვა დარგის შესახებ. თეოფრასტემ მცენარეთა სამყაროს შესწავლას 18 ტომი მიუძღვნა. აქედან: „მცენარეთა ბუნებრივი ისტორია“ — 10 ტომი და „მცენარეთა მიზეზების შესახებ“ — 8 ტომი. თეოფრასტე ბოტანიკის მეცნიერების მამამთავრად ითვლება.

თეოფრასტეს შემდეგ (I საუკ. ახალ. წ. აღრ.), განსაკუთრებით რომში — იმპერიის დასაწყისში, ზოგიერთი რომაელი სწავლული კომენტარებს



სურ. 1. თეოფრასტე

უკეთებს და აფართოებს თეოფრასტეს მონაცემებს მცენარეთა შესახებ. მათ შორის, პირველ რიგში, აღსანიშნავია რომელი ფილოსოფოსი პლინიუს დიდის მისი შრომები — „ბუნებისმეტყველება“ — 37 ტომია: აქედან 16 ტომი მცენარეების შესწავლას ეხება. მიუხედავად ამ თხზულებებში დაშვებული შეცდომებისა, იმ დროს ის დიდ ენციკლოპედიურ შრომად ითვლებოდა ბოტანიკაში.

გარდა აღნიშნული თხზულებებისა, ბევრ, მაშინდელ ბუნების მოვლენებში გაცნობიერებულ მოღვაწეთა შრომებშიაც ასევე მრავლად იყო ახალი ცნობები, განსაკუთრებით, პრაქტიკულად გამოსაყენებელ მცენარეთა (საკვები, სამკურნალო, სართავი და სხვა) შესახებ. ამგვარად, დაგროვილმა დიდმა ფაქტიურმა მასალამ საფუძველი შეუქმნა მცენარეთა შემდგომ სისტემატურ შესწავლას.

თუ ანტიკურ ხანაში ადამიანი თავისი დაკვირვებებითა და შესწავლით თანდათანობით ითვისებდა და იყენებდა მცენარეებს, შუა საუკუნეების მანძილზე სწავლებას მცენარის შესახებ — ბოტანიკას — მეცნიერულად წინსვლა არ განუცდია. ამის მიზეზი იყო შუა საუკუნეების ფეოდალური საზოგადოების რელიგიურ-იდუალისტური ფილოსოფიური მოძღვრება, რომელიც ემყარებოდა მაშინდელი ღვთისმეტყველების დოგმებს და ბუნებასა და მის მოვლენებს აბსტრაქტულად განიხილავდა. ეს ბიოლოგიის განვითარებას ძალიან ზღუდავდა.

ხოლო შემდეგ, ათასი და მეტი წლების მანძილზე, ძველი სამყაროს პერიოდისა და დაგროვილი ცოდნა და წარმოდგენები მცენარეული სამყაროს, და მათი ორგანიზმების შესახებ თანდათანობით იცვება და ვითარდება.

XVI საუკუნის პირველი პერიოდი მცენარეული სამყაროს მეცნიერული შესწავლით — მცენარეთა ინვენტარიზაციით იწყება. გამოდის მრავალტომიანი თხზულებები, ე. წ. „ბალახთა კრებულები“, ანუ „ცოცხალი ჰერბარიუმი“. ამგვარ თხზულებებში სათანადო ჩანახატებით მოცემული იყო სხვადასხვა მცენარის აღწერები. მასთან მოხაზული იყო პირველი ცდები მცენარეთა კლასიფიკაციის შესადგენად. ამავე პერიოდში იწყება მცენარეების კოლექციების შეგროვება — ჰერბარიზაცია, რამაც ხელი შეუწყო სხვადასხვა ქვეყნის მცენარეების შეცნობასა და შესწავლას.

მცენარეთა კლასიფიკაციის პირველი ცდები ჩაატარეს XVI საუკუნის მეცნიერებმა, რომელთა რიცხვს ეკუთვნის მაშინდელი დიდი ნატურალისტი და ფილოსოფოსი ა. ცეზალპინო. მცენარეთა ეს პირველი კლასიფიკაცია უფრო ყვავილოვან (ფარულთესლოვან) მცენარეებს ეხება და შედგენილია თესლებისა და ნაყოფთა მორფოლოგიური თავისებურებების საფუძველზე. მისი კლასიფიკაცია ყვავილოვან მცენარეთა 15 კლასს მოიცავს, ხოლო მე-16 კლასში გაერთიანებულია ყველა უყვავილო მცენარე (წყალმცენარეები, სოკოები, გვიმოები და ა. შ.). ცეზალპინოს ეს პირველი სისტემა ხელოვნური იყო, მაგრამ მან მისი შემდგომი სისტემების შექმნით დიდი როლი შეასრულა. ცეზალპინოს ეკუთვნის მეცნიერული დებულება მეტამორფოზის შესახებ — ჩვეულებრივი მწვანე ფოთლებისა და ყვავილსაფრის ერთიანობის შესახებ (მწვანე ფოთლების გადაქცევა ყვავილის ნაწილებად).

XVI და XVII საუკუნეების მიჯნაზე, ახლად წარმოშობილი კაპიტალიზმი ხელს უწყობს სავაჭრო კაპიტალის განვითარებას. შემდეგ კი თვით სავაჭ-

რო კაპიტალის განვითარებამ საქონლის ბრუნვის გადიდებისა და სასაქონლო ბაზრების დაპყრობის მიზნით ძველსა და ახალ ქვეყნებში გამოიწვია დიდი მოგზაურობანი. ამ დიდი მოგზაურობის შედეგად ძველი და ახალი ქვეყნებიდან შემოტანილ და აღვილზე დაგროვილ მცენარეთა (ცოცხალი მცენარეებისა და ჰერბარიუმის სახით) შესწავლამ გამოიწვია მათი ჯერ მორფოლოგიური, ხოლო შემდეგ სისტემატური აღწერა. მორფოლოგიურად მსგავსი მცენარეების დადგენის შემდეგ ხდებოდა გაერთიანება ერთ ჯგუფში. მორფოლოგიური მსგავსების დადგენას საფუძვლად დაედო ჯერ სავეგეტაციო ორგანოების, შემდეგ კი გასამრავლებელი ორგანოს—უვავილის, თესლისა და ნაყოფის საერთო მსგავსი ნიშნები. ასეთმა შედარებითმა მორფოლოგიურმა აღწერილობამ საფუძველი ჩაუყარა მცენარეთა სისტემის შექმნას და უკვე XVI საუკუნის ბოლოს და XVII საუკუნის დასაწყისში ბოტანიკოს—სისტემატიკოსებმა შექმნეს მცენარეთა მრავალი სისტემა.

ამ სისტემიდან, პირველ რიგში, აღსანიშნავია დიდი შვედი ბუნების-მეტყველის—კარლ ლინეის (1707—1778 წ) მცენარეთა სისტემა (სურ. 2). მიუხედავად იმისა, რომ კ. ლინეის პყავდა წინამორბედი სისტემატიკოსები და პირველ რიგში ცეზალპინო, პრიორიტეტი, მცენარეთა შედარებით სრული სისტემის შექმნაში, მას მიეკუთვნება.

კ. ლინეის სისტემა ხელოვნური აღმოჩნდა, ვინაიდან მისი სისტემის საფუძველს წარმოადგენს მტვრიანების განლაგება, აგებულია. მათი რიცხვი ყვავილებში და სხვ. მათი მორფოლოგიურ ანატომიური აღწერით კ. ლინეიმ პირველმა, მცენარეთა სამყაროში შემავალი როგორც უმაღლესი, ისე უდაბლესი მცენარეები, ერთად აღებული, 24 კლასად გააერთიანა (უფრო ზუსტად აღწერა, ვიდრე მისმა წინამორბედებმა და თანამედროვეებმა). ეს კლასები ტაქსონომიური ერთეულების მიხედვით რიგებად, ოჯახებად, გვარებად და სახეობებად დაყო. კ. ლინეიმდე ტაქსონომიური ერთეულები ჩამოაყალიბა ინგლისელმა ჯ. რეიმ. კ. ლინეის ეკუთვნის ბინალური ნომენკლატურის შექმნა—მცენარის ამა თუ იმ სახეობის ორი ლათინური სახელით აღნიშვნა. კ. ლინეის სისტემა ემყარებოდა სახეობათა უცვლელობას, რომელიც სახეობას განიხილავდა, როგორც უცვლელს—„იმერტის“ შერე შექმნილს. იგი აღიარებდა, რომ მცენარეთა არსებული სახეობებში (ორგანიზმები) იმდენივეა, რამდენიც სამყაროს დასაწყისში შექმნა „ყოველისშემძლე შემოქმედმა“. კ. ლინეის და მის თანამედროვე ბუნებისმეტყველთა აზროვნებაში გამჟღავნებული იყო მეტაფიზიკის გამოსავალი დებულება მცენარეული (ცოცხალი) ორგანიზმების უცვლელობის შესახებ. მაგრამ კ. ლინეის სისტემაში, როგორც უფრო სრულყოფილმა, იმდროინდელ სისტემებს შორის, დიდი როლი შეასრულა შემდეგში მცენარეთა ბუნებრივი



სურ. 2. კ. ლინეი

სისტემების შექმნის საქმეში და ამ სისტემამ დიდი გავლენა იქონია მცენარეთა სისტემატიკის განვითარებაზე.

XVIII და, განსაკუთრებით, XIX საუკუნეში მეტაფიზიკური თეორია ორგანულ სამყაროს უცვლელობის შესახებ თანდათანობით უკან იხევს და თავის პოზიციებს ბუნების განვითარების ევოლუციურ მოძღვრებას უთმობს.

XIX საუკუნის დასაწყისში დიდმა ფრანგმა ბუნებისმეტყველმა ჟან-ბატისტ ლამარკმა (სურ. 3) სცადა მოეცა მოძღვრება ორგანიზმთა ევოლუციურ განვითარებაზე. ლამარკის შეხედულებები მოცემულია მის ცნობილ თხზულებაში („ზოოლოგიის ფილოსოფია“).



სურ. 3. ჟ. ლამარკი

ლამარკის ევოლუციური დებულებებიდან ძირითადია ის, რომ იგი ორგანიზმთა (ცხოველისა და მცენარის) ევოლუციის ერთ-ერთ ფაქტორად გარემოს აღიარებს, რომლის გავლენის შედეგად ხდება ორგანიზმის ბუნების გამკვიდრული ცვლილებები. მეორე ფაქტორად, „შინაგან ლტოლვას“ თვლის, რომელიც ორგანიზმში „უშაღლესმა“ ძალამ გამოიმუშავა. ორგანიზმში შინაგანი ლტოლვა ლამარკს ევოლუციის მამოძრავებელ ძალად მიაჩნია; ეს მისი მოძღვრების მცდარი და

იდეალისტური დებულებაა. ლამარკის ევოლუციური მოძღვრების კეშვარიტ დებულებას მიეკუთვნება აგრეთვე ორგანოთა ვარჯიში და უვარჯიშობით გამოწვეული ცვლილებების აღიარება. ლამარკის ევოლუციური მოძღვრების როლი ორგანული სამყაროს განვითარების საქმეში თვალსაჩინოა. მისი მოძღვრების თანამედროვე დებულებები, რომლებითაც აღიარებულია გარემო პირობების აქტიური როლი ცოცხალი სხეულის ფორმირებაში და შეცნობილ თვისებათა გამკვიდრებაში, შეცნობილად სწორად უნდა ჩაითვალოს.

XIX საუკუნის დიდმა ბუნებისმეტყველმა ჩარლზ დარვინმა მატერიალისტურ საფუძველზე შექმნა ორგანულ სამყაროს წარმოშობისა და განვითარების ევოლუციური თეორია.

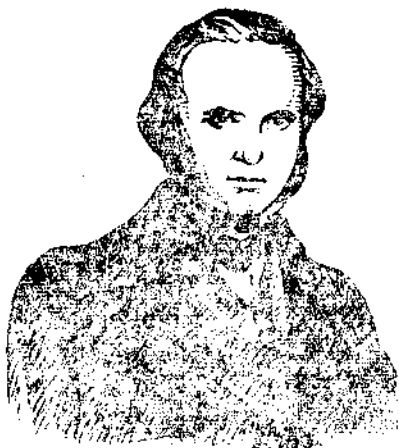
ჩარლზ დარვინი დაიბადა 1809 წელს, ინგლისში (ქ. შრუსბერგი). საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ სწავლა განაგრძო ედინბურგის უნივერსიტეტში სამედიცინო ფაკულტეტზე. მას მედიცინა არ იზიდავდა, ამიტომ იგი გადავიდა კემბრიჯის უნივერსიტეტში ღვთისმეტყველების ფაკულტეტზე, თუმცა მას არც ღვთისმეტყველება მოსწონდა. უნივერსიტეტი დაამთავრა 1831 წ.; იგი თავიდანვე გაიტაცა ბუნებისმეტყველებამ და დიდი მონდობით მუშაობდა ამ დარგში. 1831 წლიდან მონაწილეობს ბოტანიკურ და გეოლოგიურ ექსკურსიებში. აქვეყნებს რამდენიმე მეცნიერულ შრომას.

დარვინი, როგორც ბუნებისმეტყველი, მოგზაურობს დედამიწის გარშემო და მოგზაურობის შედეგად მრავალი მცენარისა და ცხოველის კოლექციები შეაგროვა. სხვადასხვა კონტინენტის ბუნების გაცნობამ, დაკვირვებებმა,

შეგროვილი მასალების დამუშავებამ და შესწავლამ დარვინი დიდი ბუნების-მეტყველი გახადა. 20 წლის დაუღალავი მუშაობით მის მიერ დაგროვილ ფაქტიურ მასალებზე მან შექმნა ორგანული სამყაროს ისტორიული განვითარების თეორია.

დარვინის თეორია ორგანული სამყაროს ევოლუციის შესახებ, მოცემულია მის ძირითად შრომაში — „სახეობათა წარმოშობა“ (1859 წ.).

მის წინამორბედებთან შედარებით, დარვინმა დამაჯერებლად დაადგინა ევოლუციური განვითარების პროცესები და ახსნა მისი მიზეზები. დარვინის ევოლუციური მოძღვრების ძირითადი ფაქტორებია: ცვალებადობა, მემკვიდრეობითობა და გამორჩევა. დარვინი არჩევდა სასარგებლო და უსარგებლო ცვალებადობას სხვადასხვა გარემო პირობებში და აქედან ცვალებადობის ერთ-ერთ მიზეზად ორგანიზმზე გარემო პირობების ზეგავლენას სახედა. ბუნებრივ, და, განსაკუთრებით, კულტურული ფორმების ცვალებადობის მიზეზად დარვინი აგრეთვე ადამიანის ზემოქმედებას თვლიდა და ხსნიდა ცვალებადობას, როგორც ორგანიზმის ბუნებისა და გარემო პირობების ურთიერთქმედების შედეგს. გარემო პირობებით გამოწვეული ცვალებადობის თაობიდან თაობაზე გადაცემას დარვინი მემკვიდრულად თვლის და ცვალებადობის მემკვიდრეობას გარემო ბუნების მრავალ თაობაზე სანგრძლივი ლოქმედებით ხსნის.



ხურ. 4. ჩ. დარვინი

ბუნებაში ორგანიზმთა მრავალფეროვნებას დარვინი გამორჩევის მოქმედებას მიაწერს და გამოყოფს გამორჩევის ორ სახეს — ბუნებრივსა და ხელოვნურს.

ბუნებრივი გამორჩევა უფრო ხშირი მოვლენაა; ის ფორმებში იწვევს ისეთი ორგანიზმების გადარჩენას, რომლებსაც გარემო პირობებთან მეტი შეგუებითი ცვალებადობები ექნებათ. ხელოვნური გამორჩევა ადამიანის ჩარევის გზით ხდება.

მიუხედავად იმისა, რომ დარვინს ბევრი მოწინააღმდეგე ჰყავს, — მისი მოძღვრება ორგანული სამყაროს ისტორიული განვითარების შესახებ, იმ პერიოდში საყოველთაოდ იქნა აღიარებული. მაშინდელი იდეალისტურად მოაზროვნე ბუნებისმეტყველები ვერ ერკვეოდნენ ბუნებრივი შერჩევის მატერიალისტურ საფუძვლებში და ამდენად უარყოფდნენ დარვინის ევოლუციურ მოძღვრებას.

დარვინის მოძღვრების ძირითადი იდეები ფართოდ გავრცელდა რუსეთის მატერიალისტურად მოაზროვნე მეცნიერთა შორის. დარვინიზმის გავრცელებას და დამკვიდრებას ხელს უწყობდა რუსეთში ბოტანიკის განვითარების წინაისტორიული პირობები.

რუსეთში XVII საუკუნის დასაწყისში ჩამოყალიბებული იყო „სააფთიაქო ბალები“ ანუ „სააფთიაქო ბოსტნები“, სადაც უმეტესად ზრდიდნენ და აკვირდებოდნენ სამკურნალო მცენარეებს; ამავე დროს იქვე მოწყობილ სათბურებში გამოჰყავდათ სითბოს მომთხოვნი მცენარეები; ეს „სააფთიაქო ბალები“ შემდგომში, XVIII საუკუნის დასაწყისში, გადაკეთდა ბოტანიკურ ბალებად. მოსკოვისა და პეტერბურგის მაშინდელი ბალები (1706—1713) გადაიქცნენ ბოტანიკური მეცნიერების ცენტრებად.

რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის დაარსებიდან, საფუძველი ჩაეყარა რუსეთის იმპერიის ფლორის სისტემატურ შესწავლას. მიუხედავად იმისა, რომ მაშინდელი აკადემიის პირველ შემადგენლობაში უცხოელი მეცნიერები სჭარბობდნენ— ს. გმელინი, ი. კელრეიტერი, პ. პალასი და სხვა, შემდგომში თანდათანობით იზრდებოდა და ივსებოდა რუსი ბოტანიკოსების ბირთვი, რომლებთაგანაც პირველ რიგში, უნდა მოვიხსენიოთ კამჩატკისა და პეტერბურგის ფლორის მკვლევარი, რუსეთის სინამდვილეში პირველი ბოტანიკოსი პ. კრაშენინკოვი, რუსულ ენაზე ბოტანიკის სახელმძღვანელოს პირველი ავტორი იყო ვ. ზუევი.



სურ. 5. კ. ტიმირიაზევი

აკადემიაში XVIII საუკუნის დასასრულს და XIX საუკუნის დასაწყისში ბოტანიკურ გამოკვლევებში ძირითადი საშუალები ფლორისტული გზით მიემართებოდა. დიდ ფლორისტულ მუშაობას ეწეოდნენ— რუპრეხტი, ი. ტურჩანინოვი და

ს. ლედებური, ამ უკანასკნელს ეკუთვნის პირველი კაპიტალური ოთხტომიანი შრომა— „რუსეთის ფლორა“.

XIX საუკუნის მეორე ნახევრიდან ვითარდება ბოტანიკის სხვადასხვა დარგი; ფართოდება ბოტანიკური მიმართულების სხვადასხვა გამოკვლევა. მკვლევართა იმდროინდელ პლეადას მიეკუთვნებიან: უდაბლესი მცენარეების დიდი მკვლევარი, პროფესორი ლ. ცენკოვსკი და მისი მოწაფე, რუსული მიკოლოგიის მამამთავარი, პროფესორი მ. ვორონინი, დიდი ევოლუციონისტი და ფიტოგეოგრაფი ა. ბეკეტოვი, პირველი სისტემატიკოსი პ. გორიანინოვი, აკადემიკოსი ა. ფამინცინი და მისი თანამედროვენი ი. ბარანცკი, ი. ბოროდინი, როტერტი, ს. ვინოგრადსკი და სხვა. რუსეთში დარვინიზმის პირველი პოპულარიზატორი და მისი მოძღვრების გამგრძელბელი იყო კ. ტიმირიაზევი (სურ. 5). გამოჩენილმა ფიზიოლოგმა, ფოტოსინთეზის პროცესის დიდმა მკვლევარმა თავის წიგნში „ჩარლზ დარვინი და მისი მოძღვრება“, ღრმა ანალიზი გაუკეთა დარვინის მოძღვრებას ძირითად პრინციპებს: ცვალებადობას, მემკვიდრეობას და ბუნებრივ შერჩევას. ტიმირიაზევი მეცნიერებაში, როგორც მებრძოლი მატე-

რიალისტი, ფოტოსინთეზის პრობლემის სრული დამუშავებით, კმნის თავის ფიზიოლოგიურ სკოლას.

ტიმირიაზევის, როგორც მეცნიერსა და დიდ მოქალაქეს, ერთ-ერთი პირველი ადგილი ეკუთვნის რუსეთში ბოტანიკისა და აგრონომიული მეცნიერების განვითარებაში.

XIX საუკუნის დასასრულსა და XX საუკუნის დასაწყისში რუსულ და შემდეგ საბჭოთა ბიოლოგიურ მეცნიერებას ავითარებენ და ამდიდრებენ მეცნიერების ისეთი კორიფეები, როგორიც იყვნენ: ვ. პალადინი, დ. პრიანიშნიკოვი, ს. კოსტიჩევი, ი. გოროჯანკინი, ი. ჩისტიაკოვი, ვ. ბელიაევი, ი. გერასიმოვი, ს. ნავაშინი, ნ. კუზნეცოვი, ვ. კომაროვი, ნ. ბუში ვ. სუკარჩევი, ვ. ალიოხინი და სხვ.

მეცნიერთა ამ პლეადიდან აკად. ს. ნავაშინი (სურ. 6) იყო თბილისის უნივერსიტეტის ბოტანიკის

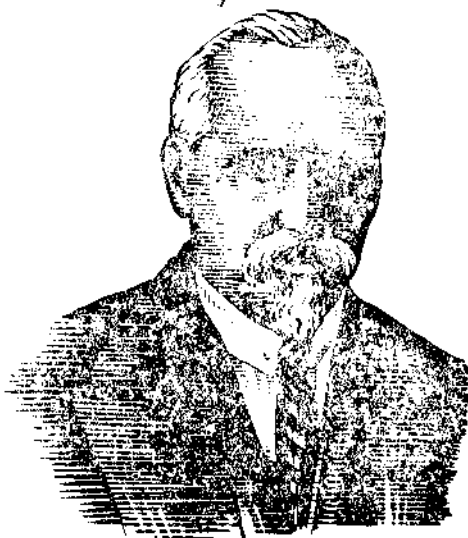


სურ. 6. ს. ნავაშინი

კათედრის პირველი გამგე, რომელმაც ორმაგი განაყოფიერების პროცესი აღმოაჩინა 1898 წელს, რასაც ნავაშინის თეორიას უწოდებენ.

ბოტანიკის საბჭოთა სკოლის ხელმძღვანელი იყო აკად. ვ. კომაროვი (სურ. 7); მისი ხელმძღვანელობით დაიწყო მრავალტომიანი „საბჭოთა კავშირის ფლორის“ გამოცემა.

საბჭოურმა მეცნიერებამ რუსეთის მოწინავე მეცნიერების მემკვიდრეობა გაწმინდა ძველი, რეაქციული იდეოლოგიისაგან და საბჭოთა ბიოლოგიის შეუქმნა მატერიალისტური მყარი საფუძველი, ამის დადასტურებაა ი. ვ. მი-



სურ. 7. ვ. კომაროვი

ჩურინის (სურ. 8) მოძღვრება და მის მიერ ჩატარებული სამუშაოები.

მიჩურინმა 60 და მეტი წლის მანძილზე დაუღალავი შრომით 300-ზე მეტი ხეხილის ძვირფასი ჯიშა გამოიყვანა. ამ ახალი ჯიშების შექმნისა და

მცენარეთა ბუნების გარდაქმნის საქმეში მან ჩამოაყალიბა აკლიმატიზაციის ჰიბრიდიზაციის, შუამავლის, ნარევი მტერით დამტვერიანების, მენტორის, ვეგეტაციური ჰიბრიდიზაციის და სხვ. მეთოდები. მიჩურინის მუშაობის დევიზი იყო: „ჩვენ ვერ დავვლოდებით ბუნების მოწყალებას, ჩვენი ამოცანაა-- წავართვათ იგი მას“.



სუო. მ. ი. მიჩურინი

მიჩურინის ძირითადი მოძღვრება მემკვიდრულობისა და მისი ცვალებადობის შესახებ, განაზოგადა აკად. ტ. დ. ლისენკომ, (სურ. 9).

მიჩურინის ძირითადი მეთოდების გამოყენებით ლისენკომ მცენარეთა ინდივიდუალური განვითარების, იაროვიზაციისა და სინათლის სტადია შეიმუშავა, სტადიური განვითარების თეორიული საფუძვლებიდან გამომდინარე ლისენკოს მიერ ჩატარებული მუშაობის მეთოდების გამოყენებამ შექმნა წრავალი იაროვიზებული მცენარე.

იაროვიზებული ხორბლისა და კარტოფილის ახალი ჯიშები შეიქმნა სამხრეთის გვალვიანი და ჩრდილოეთის სუსხიანი რაიონებისათვის.

* * *

საკუთარ ფესვებზე იზრდებოდა და რუსული მოწინავე მეცნიერების ტრადიციებზე ვითარდებოდა ბიოლოგიური და კერძოდ, ბოტანიკური მეცნიერება საქართველოში.

საქართველოს ფლორის შესწავლის ისტორია XVIII საუკუნის პირველი ნახევრიდან იწყება, სახელდობრ, იმ დროიდან, როდესაც ვახუშტი ბატონიშვილმა „საქართველოს გეოგრაფია“-ში პირველად აღწერა ჩვენი ქვეყნის მცენარეულობა. მოუხედავად იმისა, რომ ვახუშტის „გეოგრაფიამდე“ საქართველოს სხვადასხვა ისტორიულ თხზულებაში გაბნეული იყო საკმაო ცნობები მცენარეულობისა და ფლორის შესახებ, ლიტერატურულად გაფორმებული ცნობები მათ შესახებ მაინც მას ეკუთვნის.

საქართველოს ფლორის მრავალფეროვნება და სიმდიდრე ძველთაგანვე



სურ. 9. ტ. ლისენკო

იპყრობდა რუსეთისა და უცხო ქვეყნების მრავალ ბოტანიკოსსა და მოგზაურს. ამ მხრივ უცხოელ მეცნიერთაგან, რომელთაც საქართველოში იმოგზაურეს, პირველი ფრანგი ბოტანიკოსი ე. ტურნეფორი იყო და მასვე ეკუთვნის პირველი მეცნიერული ცნობები მსოფლიო ლიტერატურაში საქართველოს ფლორის შესახებ (ნ. კეცხოველი). საქართველოს ფლორას აგრეთვე სწავლობდნენ: პ. პალასი, მარშალი ბი-ბერშტეინი, რ. ტრაუტვეტერი, ს. გმელინი, ე. ბუასიე, კ. კოხი, სომიე, ლევიე და სხვ.

XIX საუკუნის 80-იანი წლებიდან საქართველოს ფლორის უფრო სისტემატურ კვლევას შეუდგნენ გამოჩენილი რუსი ბოტანიკოსები: ი. მედვედევი, ნ. კუზნეცოვი, ვ. ლიპსკი, ნ. ალბოვი, ნ. ბუში, ა. ფომინი, ი. გორონოვი, პ. ჟუკოვსკი და სხვ.

XX საუკუნის პირველ ნახევარში საქართველოს ფლორის შესწავლას და კვლევას სათავეში ჩაუდგნენ გამოჩენილი ბოტანიკოსები: ა. გროსჰეიმი, დ. სოსნოვსკი, ნ. ტროიცი და სხვ.

ამ მეცნიერებთან ერთად ნაყოფიერ მუშაობას იწყებენ ქართველი ბოტანიკოსები: ზ. ყანჩაველი, ლ. კემულარია—ნათაძე, ე. ქიქოძე და სხვ.

საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების შემდეგ ბოტანიკური სამუშაოები უფრო ფართოდ გაიშალა და თბილისის ბოტანიკურ ბაღთან ერთად ამ დიდ მუშაობაში ჩაება თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეცნიერთა დიდი კოლექტივიც: ნ. კეცხოველი, ქ. ცხაკაია, ა. მაყაშვილი, ლ. ყანჩაველი, ლ. ჯაფარიძე, ო. კოპელერი, თ. სულაკაძე და სხვ.

საქართველოში მომუშავე ბოტანიკოსებიდან დიდ მოწონებას იმსახურებს ნ. ბუშის (სურ. 10) და ე. ბუშის შრომები საქართველოს ზოგიერთი რაიონის შესახებ. საქართველოს ფლორის შესწავლას დიდი ღვაწლი დასდო დ. სოსნოვსკიმ (სურ. 11).

საქართველოს ფლორის დიდი მკვლევარი ზ. ყანჩაველი ბოტანიკის სახელმძღვანელოს ავტორი იყო. მანამდე საშუალო სასწავლებლებისათვის ბოტანიკის ორი სახელმძღვანელო დაწერეს მ. ზაალიშვილმა (1918 წ.) და ა. ჩხენკელმა (1928 წ.).

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში ბოტანიკის კათედრას 1923 წლიდან 1932 წლამდე, აკად. ს. ნავაშინის შემდეგ, პროფ. ზ. ყანჩაველი (სურ. 12) ხელმძღვანელობდა. ხანმოკლე მოღვაწეობის მიუხედავად, მან დიდი შემკვიდრება დაუტოვა ქართულ ბოტანიკურ მეცნიერებას.

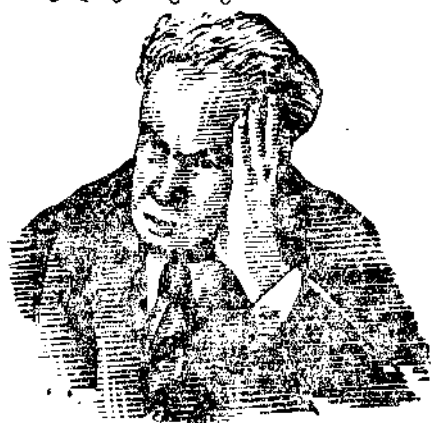
შემდგომში ბოტანიკური მეცნიერების ზრდასა და განვითარებას სათავეში ჩაუდგა ცნობილი ქართველი ბოტანიკოსი ნ. კეცხოველი (სურ. 13). ნ. კეცხოველმა საკმაოდ სრულად განსაზღვრა ქართული ბოტანიკური მეცნიერების განვითარების გზები.

2. ა. ლორთქიფანიძე



სურ. 10. ნ. ბუში

საბჭოთა კავშირის ბოტანიკური საზოგადოების საპატიო პრეზიდენტმა, გეობოტანიკის სკოლის მოთავემ, ჩვენი დროის დიდმა ბოტანიკოსმა ვ. ნ. სუკაჩოვმა დიდი შეფასება მისცა ნ. კეცხოველის მეცნიერულ-პედაგოგიურ და საზოგადოებრივ საქმიანობას.



სურ. 11. დ. სოსნოვსკი

თავანაც აღსანიშნავია: ს. ქურდიანი, ვ. გულისაშვილი, ვ. მირზაშვილი, გ. ბრეგვაძე, ი. აბაშიძე, ი. ჩხუბინაშვილი, შ. ნადარეიშვილი, ლ. მახათაძე, ვ. ფარჯანაძე, ნ. მარგველაშვილი, კ. თარგამაძე, ლ. ჩაბურდანიძე, ლ. აბში-ფარაშვილი, ვ. მათიკაშვილი, ვ. სხიერელი, ი. ვაჩიძე, დ. მანჯავიძე, კ. მანაგაძე, ნ. ტატიშვილი, ვ. დარახელიძე, დ. სარაჯიშვილი, პ. მეტრეველი, გ. ლობჯინძე, გ. გიგაური, ლ. ჩიხლაძე და სხვ.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ის, რომ ვ. გულისაშვილმა (სურ. 14) ჩვენი ტყეების მრავალმხრივი კვლევა მეცნიერულ საწყისებზე დააფუძნა და ამით მან ქართული მეტყვეობის მეთავეობა იკისრა.

ბოტანიკის, როგორც ბიოლოგიური მეცნიერების, ისტორიული განვითარების შედეგად შორეული წარსულიდან დღემდე ჩამოყალიბდა სხვადასხვა მეცნიერული დისციპლინა.

ბოტანიკის მეცნიერულ დისციპლინებს (დარგება) ეკუთვნის: მცენარეთა მორფოლოგია („მორფე“ — ფორმა, „ლოგია“ — სწავლება, ბერძნ.), როჰელიკ სწავლავს მკენარის გარეგან ფორმას გარემო პირობებთან დაკავშირებით, ორგანოების აღნაგობის კანონზომიერებას მათი განვითარების ონტოგენეზსა და ფალოგენეზში და ამ ორგანოების მეტამორფოზებს.

ბოტანიკია ამ მეცნიერულ დისციპლინასთან უშუალო კავშირშია მცენარეთა ანატომიკა („ანატომიკა“ — აგება, ბერძნ.), როჰელიკ მკენარის

წინა თაობების მიერ დაწყებულ ბოტანიკურ კვლევას აგრძელებენ ბოტანიკოსები: ა. დოლუხანოვი, ი. თუმაჯანოვი, ზ. იაბროვა, თ. კეზელი, ა. კალაკოვსკი, ი. მანდენოვა, ა. მიტელანე, შ. ნახუტრიშვილი, ვ. პაპაევა, პ. რუხაძე, მ. საპოკია, ს. ტერხაჩატუროვა, მ. ქუთათელაძე, ლ. ყაბრიშვილი, ა. შხიანი, პ. ცაგარელი, მ. ცერცვანე, ა. ხარაძე, ა. ჯავახიშვილი და სხვ.

საქართველოს მეცნიარეულობის შესწავლას დიდი ამაგი დასდეს ქართველმა მეცნიერ-მეტყველებმა, რომელ-



სურ. 12. ზ. ყანჩაველი

შინაგან აგებულებას სწავლობს მიკროსკოპის საშუალებით. მისი შესწავლის ძირითადი ობიექტებია—უჯრედები, ქსოვილები და ორგანოების შინაგანი აგებულება. XIX საუკუნის ბოლოს ანატომიიდან ცალკე დარგად გამოიყო მეცნიერება უჯრედის სწავლების შესახებ—ციტოლოგია („ციტოს“—უჯრედი, ბერძნ.). ციტოლოგიის ძირითადი მოძღვრების უჯრედული თეორიის განვითარებამ მიკროსკოპისა და მისი ტექნიკის გაუმჯობესების ბაზაზე ხელი შეუწყო მეცნარეთა ემბრიოლოგიის („ემბრიონ“—ჩანასახი, ბერძნ.) მეცნიერული დარგის ჩამოყალიბებას, რომელიც მეცნარის ჩანასახსა და მის განვითარებას სწავლობს.

მეცნარეთა მორფოლოგიას ეკუთვნის ბოტანიკური კატეგორიის დარგები: პალინოლოგია („პალინე“—მტვერი, ბერძნ.), რომელიც სწავლობს მტერის მარცვალსა და სპორებს, და კარპოლოგია („კარპოს“—ნაყოფი, ბერძნ.), რომელიც სწავლობს ნაყოფებს და თესლებს.

მეცნარეთა მორფოლოგიამ მეცნარის ორგანოების გარეგანი აღნაგობისა და შინაგანი აგებულების შესწავლით ხელი შეუწყო მეცნარეთა დაჯგუფება-სისტემატიზაციას.



სურ. 14. გ. გულისაშვილი



სურ. 13. ნ. კეცხოველი

მეცნარეთა მორფოლოგია ბოტანიკის ძველი დარგია, რომელიც სისტემატიკასთან ერთად პარალელურად ვითარდებოდა (ამას ქვემოთ მეცნარეთა სისტემატიკის განსაზღვრა აღასტურებს).

მეცნარეთა სისტემატიკა, ემყარება რა მეცნარეთა მორფოლოგიის მონაცემებს, მათი წარმოშობისა და საერთო მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით ახდენს მეცნარეთა დაჯგუფებას, მეცნარეთა ინდივიდუალების ერთობლიობის საფუძველზე აღდგენს სისტემატიკურ ჯგუფებს (კატეგორიებს) და მეცნარეთა სამყაროს სისტე-

მას ქმნის. მეცნარეთა სისტემა ხელს უწყობს მეცნარეთა სამყაროს და მისი

მრავალფეროვნების წარმოშობისა და განვითარების შეცნობას ადამიანის მზარდ ეკონომიურ მოთხოვნათა დასაკმაყოფილებლად. მცენარეთა სისტემატიკა სწავლობს მცენარეთა სამყაროს ორ დიდ ჯგუფს: უდაბლეს მცენარეებს (უდაბლეს მცენარეთა სისტემატიკა) და უმაღლეს მცენარეებს (უმაღლეს მცენარეთა სისტემატიკა).

მცენარეთა სისტემატიკის კურსიდან თანდათანობით გამოიყო ცალკეული ტიპების (უდაბლესი და უმაღლესი მცენარეების) შემსწავლელი დარგები: ალგოლოგია („ალგა“—წყალმცენარე, ლათინ.)—წყალმცენარეების შემსწავლელი დარგი.

მიკოლოგია („მიკეს“—სოკო, ბერძნ.)—მეცნიერება სოკოების შესახებ. მიკოლოგიასთან ერთად აღსანიშნავია ცალკე დარგი ფიტოპათოლოგია („ფიტონ“—მცენარე, „პათოს“—ტანჯვა, ბერძნ.), რომელიც სწავლობს სოკოების მიერ გამოწვეულ მცენარეთა დაავადებებს.

ბრიოლოგია („ბრიონ“—ხავსი ბერძნ.)—მეცნიერება ხავსების შესახებ.

ლიქენოლოგია („ლიქენ“—ლიქენი, ბერძნ.) ლიქენების ანუ მლიერების შემსწავლელი მეცნიერებაა.

მცენარეთა ეკოლოგია („იოკონ“—სახლი, სადგომი, ბერძნ.) მეცნიერებაა, რომელიც სწავლობს მცენარისა და მცენარეულობის ურთიერთდამოკიდებულებას გარემოსთან და ამ დამოკიდებულების კანონზომიერებებს.

მცენარეთა ფიზიოლოგია („ფიზის“—ბუნება, ბერძნ.) შეისწავლის მცენარეთა სასიცოცხლო პროცესებს (კვებას, ნივთიერებათა ცვლას, ზრდას, განვითარებასა და სხვ.).

მცენარეთა გეოგრაფია ანუ ფიტოგეოგრაფია მეცნიერებაა, რომელიც სწავლობს მცენარეთა და მცენარეულობის ისტორიულ და თანამედროვე დასახლებას და გავრცელებას ხმელეთზე და წყლის პირობებში—გარემო პირობებთან დაკავშირებით.

პალეობოტანიკა ანუ ფიტოპალეონტოლოგია („პალიოს“—ძველი, ბერძნ.) სისტემატიკის მონათესავე დარგია, რომელიც სწავლობს წარსული გეოლოგიური პერიოდების ნამარხ მცენარეებს, მათ სისტემატიკას, მორფოლოგიას, ანატომიას, გეოგრაფიას და ა. შ.

გეობოტანიკა—ფიტოცენოლოგია („გეო“—მიწა, „კონოს“—საერთო, ბერძნ.), როგორც დამოუკიდებელი მეცნიერება, შეისწავლის მცენარეულობას.

ასტრობოტანიკა მეცნიერებაა, რომელიც სწავლობს სხვადასხვა პლანეტის მცენარეებს.

ზემოხსენებული დარგების გარდა, ბოტანიკა მოიცავს სხვა დამხმარე დარგებსაც: ბაქტერიოლოგიას, ბიოგეოგრაფიას, მცენარეთა ბიოქიმიას, ბიომეოცენოლოგიას, ფიტოგენეტიკას, ფენოლოგიას, მიკრობიოლოგიას, ვირუსოლოგიას და ა. შ.

უ ჯ რ ე დ ი

უჯრედის შესწავლის ისტორია. უჯრედის, როგორც ორგანიზმის უმცირესი ბიოლოგიური ერთეულის, შესწავლას დიდი და ხანგრძლივი ისტორია აქვს. XVI—XVII საუკუნეების მიჯნაზე პოლანდიელმა ოპტიკოსებმა—ზ. და ჰ. იანსენებმა გამოიგონეს პირველი პრიმიტიული მიკროსკოპი. მიკროსკოპის მეშვეობით საფუძველი ჩაეყარა თვალთ უჩინარი და უცნობი მიკროსხეულების შესწავლას.

მცენარეში უჯრედული აღნაგობა პირველად შენიშნა ინგლისელმა მეცნიერმა, ფიზიკოსმა რობერტ ჰუკმა. რ. ჰუკმა მიკროსკოპში შეიტანა კონსტრუქციული გაუმჯობესება და გასინჯა სხვადასხვა უმცირესი სხეული (მწერები, ფრთის ნაწილები და სხვ.); დაკვირვებათა შედეგები აღწერა და 1665 წელს გამოაქვეყნა შრომაში—„მიკროგრაფია ანუ ზოგიერთი აღწერილობა უმცირესი სხეულებისა;“ მრავალ ობიექტთა შორის № 17 ცდაში დაკვირვება ჩაატარა კორპის თხელ ანათალზე. მიკროსკოპში გადიდებულ გამოსახულებაში შენიშნა მრავალრიცხოვანი „ბუშტულები“ კარგად გამოსახული კედლებით. ეს გამოსახულებები განლაგებული იყო ფუტკრის ფიჭის ფორმით. მანვე, პირველმა, ამ ბუშტულისებრ გამოსახულებებს უჯრედი უწოდა. მან განაგრძო თხელი ანათლების დამზადება სხვა მცენარეების (დიდგულას, კამას, სტაფილოს, ბოლოკის) ნაწილებიდან და დაასკვნა, რომ უმეტეს შემთხვევაში კორპისებრი სახის უჯრედებთან გვაქვს საქმე.

რობერტ ჰუკს ეს აღმოჩენა აღარ განუმტკიცებია შემდგომი მეცნიერული კვლევით. მიკროსკოპი მიატოვა. იგი გაიტაცა სხვა გამოგონებამ (ზამბარიანმა საათმა, კომპასის გაუმჯობესებამ და სხვ.). მიკროსკოპული გამოკვლევები ხალისით დაუთმო ნეემთა გრიუსსს.

გრიუსმ მცენარეთა ნაწილების გამოკვლევა ჩაატარა მრავალ ობიექტზე და მოგვცა შინაგანი აგებულების საკმაოდ რთული სურათები. ზოგიერთი მის მიერ შესრულებული სურათი დღესაც არ კარგავს თავის ღირსებას. გრიუს უკვე განასხვავებს ვერტიკალური და პორიზონტალური ბოჭკოებისაგან შემდგარ რბილსა (პარენქიმას) და მკვრივ ქსოვილებს. ტერმინი „ქსოვილი“ პირველად იხმარა გრიუსმა.

ამავე პერიოდში იტალიაში მსგავს მუშაობას აწარმოებდა მარჩელო მალპიღი; მან შეიმუშავა მცენარის სხეულის შინაგანი ელემენტების „ზუსტი“ კლასიფიკაცია. გამოყო: 1) ბუშტულები, უმეტესად წვენით სავსე და გარსით შემოფარგლული, 2) ბოჭკოები, 3) ჭურჭლები (ტრაქეები).

მიუხედავად იმისა, რომ გრიუს და მალპიღი ერთმეორისაგან დამოუკიდებლად მუშაობდნენ, სხვადასხვა ქვეყანაში და, სხვადასხვა მცენარეს იკვლევდნენ, თითქმის მსგავს დასკვნამდე მივიდნენ, ორივემ კვლევის შედეგები თითქმის

ერთდროულად წარმოადგინა ლონდონში; მათი მოხსენებები მოისმინეს ერთ დღეს 1672 წ. 29 დეკემბერს; ეს დღე ითვლება მცენარეთა ანატომიის დაბადების დღედ. 1672 წელი მიჩნეულია მცენარეთა ანატომიის მეცნიერების ჩამოყალიბების თარიღად და მის მამამთავრებად გრიუ და მალპიგი ითვლებიან.

1675 წ., როდესაც ლევენჰუკი გამადიდებელი შუშით ათვალიერებდა კასრში რამდენიმე დღის ნადგომი წვიმის წყლის წვეთს, მან შეამჩნია, რომ ამ წვეთში მოძრაობს მეტად პატარა ორგანიზმების დიდი რაოდენობა. ამ აღმოჩენით ნათელი გახდა, რომ ბუნებაში არსებობენ აგრეთვე თვალისთვის უხილავი ორგანიზმები, რომელთაც ასევე უჯრედოვანი აგებულება აქვთ. ლევენჰუკსვე ეკუთვნის მწვანე წყალმცენარის პიროვირაში მწვანე ქრომატოფორის ზონარის აღწერა (1676 წ.); მანვე შენიშნა პირველად მწვანე ბურთულები — ქლოროპლასტები.

მკვლევართა შემდგომმა პოედიამ მთავარი ყურადღება უჯრედის შიგთავის შესწავლას მიაქცია. 1831 წ. რ. ბროუნმა მცენარეული უჯრედის შიგთავსში შეამჩნია და აღწერა მკვრივი სხეული, რომელსაც ბირთვი უწოდა.

1831 წელს ჰუგო მოლმა გამოთქვა აზრი, რომ მცენარის სხეული ერთი ან მრავალი უჯრედისაგან შედგება, რომელთაგან მცენარის ქსოვილები იქმნება. იგი აღნიშნავდა, რომ უჯრედში მთავარია არა გარსი, არამედ შიგთავსი. მოლმა მოამზადა ნიადაგი, რომელზედაც შემდეგ თანდათანობით ჩამოყალიბდა უჯრედული თეორია ანუ მოძღვრება იმის შესახებ, რომ ყველა ცოცხალი ორგანიზმი უჯრედებისაგან შედგება.

1834 წ. რუსი მეცნიერი პ. გორიანინოვი (სურ. 15) ავითარებს მოსაზრებას, რომ ცოცხალ ორგანიზმებს ახასიათებს უჯრედული აღნაგობა, ხოლო არაცოცხალ სხეულებს იგი არა აქვთ. ამის საფუძველზე გორიანინოვი აღნიშნავდა, რომ ყველა ცოცხალი ორგანიზმი უჯრედისაგან შედგება და მისგან წარმოიშობა.



სურ. 15. პ. გორიანინოვი

მ. შლეიდენმა (სურ. 16, 1838 წელს თავის შრომაში — „მასალები მცენარეთა განვითარების შესახებ“ — გამოთქვა აზრი, რომ უჯრედში ლორწოსა და მარცვლების შემჟივროების გზით ჯერ ბირთვია წარმოიშობა, შემდეგ ბირთვი, ხოლო ცალკე ლორწოსაგან გარსი. შლეიდენის ეს შეხედულება შემდეგ უფრო განავითარა თ. შვანი (სურ. 17). 1839 წ. მან წამოაყენა დებულება, რომ უჯრედოვანი აღნაგობა მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმების

დამახასიათებელი ნიშანია. შლეიდენი და შვანი ციტოლოგიის ფუძემდებლები არიან.

1839 წელს ჩეხმა მეცნიერმა იან პურკინიმ უჯრედის შიგთავსს პროტოპლაზმა უწოდა. ეს ტერმინი დამკვიდრდა ლიტერატურაში.

უმაღლეს მცენარეებში კორტანას ბუსუსებში უჯრედების დაჯგოფის პროცესი პირველად აღწერა ნ. ეილენჰოვმა 1840 წ.

1861 წელს შულცმა უჯრედის შიგთავსის მთავარ ნაწილებად პროტოპლაზმა და ბირთვი აღიარა. მან აღნიშნა, რომ: „ყველა სასიცოცხლო თვისებების მქონე პროტოპლაზმის ნაგლეჯი ბირთვთან ერთად წარმოადგენს უჯრედს“.

ამგვარად, XVIII საუკუნის ბოლოს და XIX საუკუნის პირველ ნახევარში მოღის, გორიანინოვის, შლეიდენისა და შვანის მოძღვრების საფუძველზე უჯრედის შესახებ სწავლებამ განვითარების მაღალ საფეხურს მიაღწია. ამავე დროს აღსანიშნავია ის, რომ, თანდათანობით იხვეწებოდა რა მიკროსკოპული ტექნიკა, თანდათან ღრმავდებოდა მეცნიერული გამოკვლევები უჯრედის ბუნების შესახებ.

XIX საუკუნის მეორე ნახევარში სხვა მკვლევარებთან ერთად უჯრედის შესწავლის საქმეში დიდი და მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს რუსმა მეცნიერებმა. რუსულმა ციტოლოგიამ თავისი ასალი გამოკვლევებით, აღმოჩენებითა და ახალი თეორიებით გაამდიდრა ბიოლოგიური მეცნიერება.

პირველად ბირთვის დაყოფა-კარიოკინეზი შეიტანა აღმოაჩინა და აღწერა ი. ჩისტიაკოვმა (სურ. 18) (1874 წ.). ქრომოსომების შესწავლა ო. ბარანცკის ეკუთვნის, პლაზმოდესმების აღმოჩენა ი. გორიანინს (1877 წ.). ბირთვის რედუქციული დაყოფა ე. ბელიაევს (1891 წ.). თომაგი განაყოფიერების აღმოჩენით ს. ნავაშინმა (1898 წ.)

ბირთვის კარიოკინეზულ და რედუქციულ დაყოფაში მეცნიერული კორექტივები შეიტანა. უჯრედების ორგანოიდების ფიზიოლოგიური თავისებურებების შესწავლის ავტორად ი. გერასიმოვი (1904 წ.) ითვლება. რუსული ციტოლოგიის მდიდარი ნემკვიდრობა უფრო განავითარეს და მაღალ საფეხურზე აიყვანეს საბჭოთა ციტოლოგებმა—მ. ნავაშინმა, გ. ლევიტსკიმ, ა. პროკოფიევამ, ს. ფლოროვმა, და სხვ.)

[უჯრედის ფორმა და ზომა. უჯრედი, როგორც უმცირესი ბიოლოგიური სხეული, ერთუჯრედიან მცენარეებში დამოუკიდებელი ორგანიზმია, ხოლო მრავალუჯრედიან მცენარეებში—ორგანიზმის უმცირესი ნაწილი. ორივე შემთხვევაში უჯრედს რთული ფიზიოლოგიური, ბიოქიმიური და ბიოფიზიკური პროცესები ახასიათებს.

უჯრედის ფორმა სხვადასხვაგვარია, რაც სხვადასხვა პირობებზეა დამო-



სურ. 16. მ. შლეიდენი



სურ. 17. თ. შვანი

კიდებული. ცალკეული უჯრედის ფორმა შეიძლება იყოს სფერული, ოვალური, იაფისებრი და ა. შ. უჯრედების გარკვეულ წყებებში, მაგალითად, ქსოვილებში, გაერთიანებული უჯრედების



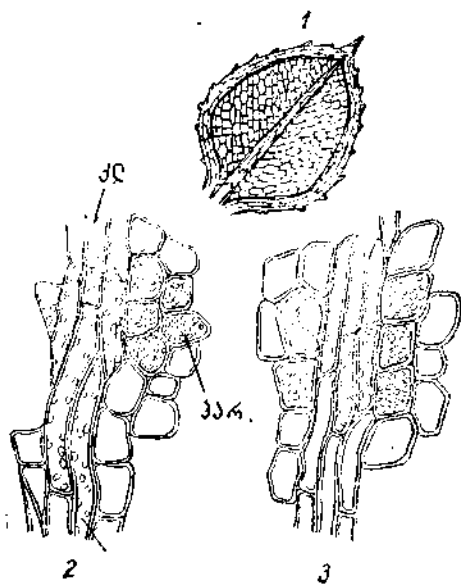
სურ. 18. ი. ჩხტიაკოვი

პულია და განისაზღვრება მილიმეტრის მეათასედით. უჯრედის ზომა კი მეტრზე მეტსაც აღწევს. ასეთია, მაგ., რძიანას (*Euphorbia*) ერთუჯრედიანი სარძევე მკვლელები (რძე-წვენი). ხშირი და ჩვეულებრივია უჯრედის ისეთი ზომა, რომელიც რამდენიმე მილიმეტრს უდრის. (მცენარეთა ტიპური უჯრედი შედგება ცოცხალი ნივთიერებისაგან, რომელსაც პროტოპლასტი ეწოდება. პროტოპლასტი შემდეგ ორგანოიდებს შეიცავს: პროტოპლაზმას ანუ ციტოპლაზმას, ბირთვისა და პლასტიდებს (სურ. 20).

პროტოპლაზმა ანუ ციტოპლაზმა, რომელსაც ცვალებადი კიმიური შედგენილობა და ფიზიკური სტრუქტურა ახასიათებს, რთული კოლოიდური მასაა და მატერიის მოძრაობის ისეთი ფორმაა, როგორიცაა სიცოცხლე.

ფორმა ასევე სხვადასხვაგვარია, რაც დამოკიდებულია მათ მდებარეობაზე, განლაგებასა და ფუნქციებზე. უჯრედების მრავალგვარ ფორმას შორის სწავრობს: 1). უჯრედის ისეთი ფორმა, როცა უჯრედის ყველა განზომილება დაახლოებით ერთნაირია, მომრგვალო ან ბლაგვი ბოლოებით: მათ პარენქიმული („პარ“—თანაბარი, ლათინ., „ენქიმა“—გავსებული, ბერძნ.) უჯრედი ეწოდება (სურ. 19). 2). როცა უჯრედი ერთი მამართულებითაა განზიდული და წვეტიანი ბოლოები ახასიათებს, ასეთი უჯრედი პროზენქიმულია („პროს“—მიმართული, ბერძნ.)

ფორმასთან ერთად უჯრედის ზომა ძალიან მერყეობს. ზოგიერთი უჯრედის ზომა ულტრამიკროსკოპიკონების, ზოგიერთი უჯ-



სურ. 19. ხაესი მნიშვნის ფოთოლი

1. მნიშვნის ფოთოლი მკირე გადილებით, 2. ფოთლის კიდე დიდი გადილებით. პარ—პარენქიმული უჯრედები, პრო. პროზენქიმული უჯრედები. ქლ.—ქლოროფილის მარცვლები, 3. ძირლვი პარენქიმული უჯრედებით. მას, როგორც უჯრედის ძირითად ცოცხალ

ნაწილს, ახასიათებს ყველა ძირითადი სასიცოცხლო ფუნქცია—გაღიზიანება, მოძრაობა, კვება, ზრდა, გამრავლება და ა. შ.

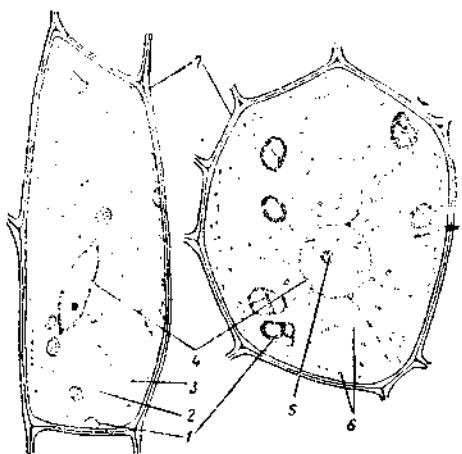
პროტოპლაზმა უჯრედის ცოცხალი ნივთიერებაა და უფერული, გამჭვირვალე, წვრილმარცვლოვანი, კიშკად-ლორწოვანი სითხეა. იგი რთულ ნივთიერებათა კომპლექსისაგან შედგება და 80% და მეტ წყალს შეიცავს.

პროტოპლაზმის შედგენილობა ლაბორატორიულ პირობებში, ქიმიური ანალიზის შედეგად შეიძლება მხოლოდ მიახლოებით დადგინდეს, ვინაიდან ქიმიური ანალიზის დროს გარსებიდან პროტოპლაზმის დაცილება და პროტოპლაზმიდან დანარჩენი ორგანოიდების გამოჯენა ტექნიკურად ძნელია. პროტოპლაზმის მშრალი ნივთიერების მნიშვნელოვან პროცენტს ცილოვანი ნივთიერება შეადგენს. უჯრედის ცილოვანი ნივთიერება რომ სასიცოცხლო მოვლენების საფუძველია, ამას ადასტურებს ფ. ენგელსის განმარტება სიცოცხლის შესახებ. სიცოცხლე არის ცილოვანი ნივთიერებების არსებობის ფორმა, რომლის არსებითი ნიშანია მათ გარემომცველ ბუნებასთან ნივთიერებათა მუდმივი გაცვლა-გამოცვლა. ამ მიმოცვლის შეწყვეტისთანავე წყდება სიცოცხლეც, რისი შედეგიც არის ცილების დაშლა.

ცილოვანი ნივთიერებები რთული შედგენილობისაა, მათში შედის 55%-მდე ნახშირბადი, 19—24%-მდე ენგბადი, 15—20%-მდე აზოტი, 6,5—7,5%-მდე წყალბადი, 0,4—1,5%-მდე გოგირდი და 0,1—5%-მდე ფოსფორი.

პროტოპლაზმის ცილოვანი ნივთიერებანი 50—60° ტემპერატურის დროს განიცდის კოაგულაციას („კოაგულაცია“—შედლება, ლათ.), რის შემდეგ პროტოპლაზმა და უჯრედის მთელი შიგთავსი კედება. ცილების ასეთ შედეგებას ეწოდება აგრეთვე ცილების დენატურაცია, რომელიც შებრუნებული პროცესია და მიმდინარეობს სხვა ფაქტორების ზეგავლენითაც. ზოგიერთი უმაღლესი მცენარის პროტოპლაზმის ცილოვანი ნივთიერებები 50—60°C ტემპერატურას კარგად არიან შეგუებული. ზოგი ბაქტერიის სიცოცხლისუნარიანობა 70—80 და მეტი ტემპერატურის დროსაც არ ეცემა და ჩვეულებრივ მოვლენად ითვლება. მშრალ მდგომარეობაში პროტოპლაზმა 100°-ზე მეტ ტემპერატურას იტანს; ასეთია უდაბლეს მცენარეთა სპორები და ზოგიერთი მცენარის თესლები.

პროტოპლაზმის ელემენტარული ანალიზის შედეგად გამოირკვა, რომ მის შედგენილობაში მონაწილეობენ შემდეგი ელემენტები: ნახშირბადი, ენგბადი, წყალბადი, აზოტი, კალციუმი, ფოსფორი, კალიუმი, გოგირდი და მიკროელემენტები: რკინა, მანგანუმი, ნატრიუმი, ქლორი, მაგნიუმი, სპილენძი, კობალტი, თუთია, ბრომი, იოდი (ზოგიერთ წყალმცენარეებში) და სხვა. ყველა ეს ელემენტი ერთიმეორესთან რთულ კავშირშია ან თავისუფალი იო-



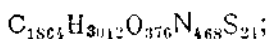
სურ. 20. მცენარული უჯრედი:

- 1—ქლოროპლასტი, 2—ციტოპლაზმა, 3—ვაკუოლი,
- 4—ბირთვი, 5—ბირთვანი, 6—მიტოქონდრიები,
- 7—გარსი.

ნების სახითაა. პროტოპლაზმაში წარმოდგენილია კოლოიდური ხასიათის ორგანული ნაერთები: ცილები, რიბონუკლეინის მჟავა და ლიპოიდები. აღინიშნა, რომ პროტოპლაზმა საშუალოდ შეიცავს 80% წყალს. კოლოიდების ნაწილაკები—მიცელები არ იხსნებიან წყალში, მაგრამ უკანასკნელის დიდ რაოდენობას შთანთქმევენ თავიანთ ზედაპირზე, რამაც შეიძლება იმდენად დიდად გაზარდოს მიცელის მოცულობა, რომ მინის ჭურჭლის გასკდომაც კი გამოიწვიოს. ასეთ მოვლენასთან გვაქვს საქმე თესლების გაღვივებისას. პროტოპლაზმის მიცელებს აქვთ მოგრძო ფორმა, რომელთა ზედაპირი მცირე მოცულობის ფონზე საერთო ჯამში ძალიან დიდი გამოდის, რაც ხელს უწყობს ფერმენტების მოქმედების გაძლიერებას. მაგალითად, წყალმცენარეების უჯრედებში წყლის რაოდენობა გაცილებით მეტია.

ციტოპლაზმაში ცილების რაოდენობა საშუალოდ 12%-ია.

ცილები უჯრედის ქიმიურ გარდაქმნათა მთავარი მამოძრავებელი ფაქტორია. ცილებს აქვთ უნარი შეიკავშირონ სხვადასხვა სახის მარტივი თუ რთული მოლეკულები და აწარმოონ მათი გადაჯგუფებანი. გადაჯგუფებათა კომბინაციების რიცხვი 2,5 სექტილიონამდე აღწევს. ამის გამო შეიძლება მარტივი ანალიზით შედარებით მსგავს უჯრედებთან გვექნოდეს საქმე, სინამდვილეში კი ისინი ერთიმეორისაგან საფუძვლიანად განსხვავდებოდნენ, რაც თავის მხრივ, მცენარის ფიზიოლოგიური ბუნების შემცველი შეიძლება გახდეს. ამით უნდა აიხსნას ის ფაქტი, რომ ერთი სახეობის მცენარეებში შეიძლება ენახოთ ბიოქიმიურად სრულიად სხვადასხვა ტიპის ინდივიდები, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს სელექციაში ახალი ჯიშების გამოყვანისას და სხვა. მცენარეში არსებული ფერმენტები, რომლებიც დიდ როლს ასრულებენ უჯრედში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებში, ასევე წარმოდგენენ ცილებს. ცილის ემპირიული ფორმულა:

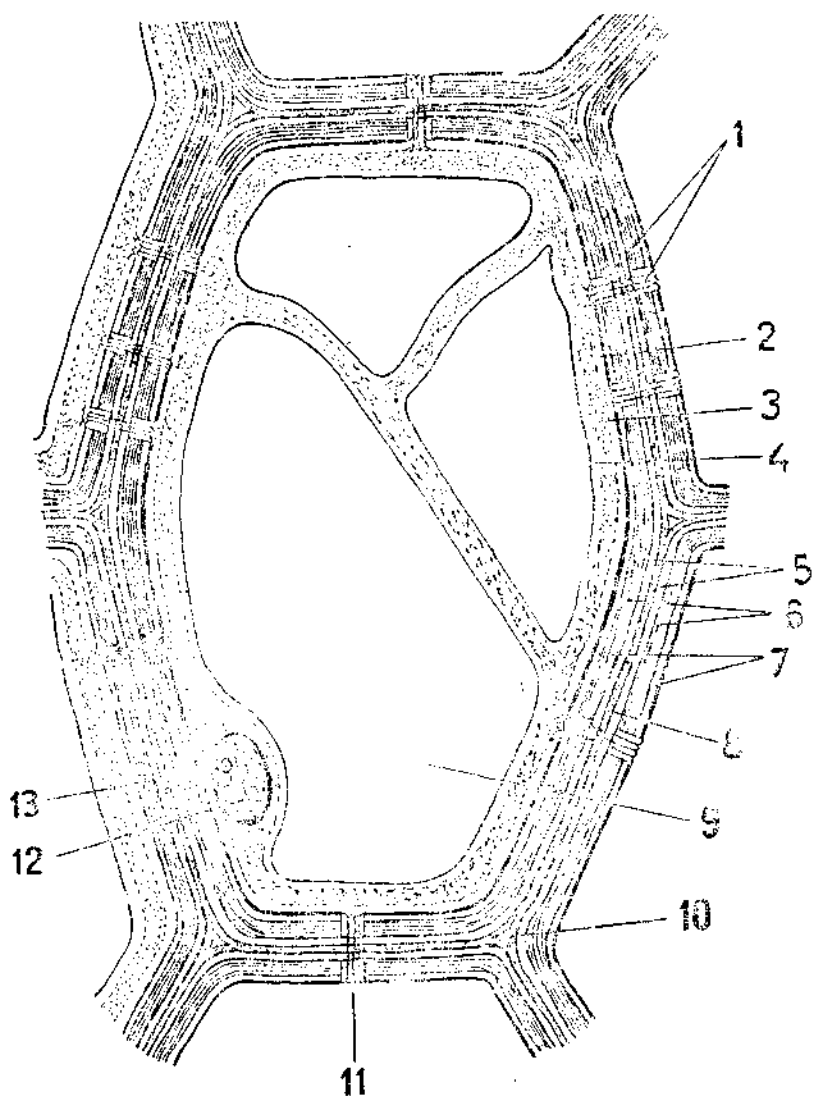


დიდი როლი ეკისრებათ ნუკლეინის მჟავებს. მათი რაოდენობა ციტოპლაზმაში აღწევს საშუალოდ 2%-ს. ისინი შეიცავენ ნახშირბადს, ჟინჯბადს, წყალბადსა და ფოსფორს. ეს ნივთიერებანი პირველად აღმოაჩინეს ბირთვში (nucleus); მას მჟავე რეაქცია აქვს. არსებობს ნუკლეინაჲ მჟავების მრავალი სახე, რომელთაგან გამოკვეთილად ცნობილია ორი: რიბონუკლეინის მჟავა (რნმ) და დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავა (დნმ). ამათგან ციტოპლაზმა შეიცავს პირველს.

პროტოპლაზმაში, ცილებთან ერთად, მონაწილეობენ ფოსფორშენცევილი ცხიმმჟავარი ნივთიერებები—ლიპოიდები. ლიპოიდების მოქმედებით განისაზღვრება პროტოპლაზმის შეღწევადობა და პროტოპლაზმაში სხვადასხვა ნივთიერების განაწილება.

ლიპოიდები აგრეთვე აძლიერებენ პროტოპლაზმის ზედაპირულ დაჭიმულობას ან მოლეკულურ მიზიდულობას, აღსორბციას („ად“-ზე, თან. „სორბეო“—ვთანთქავ, ლათ.).

პროტოპლაზმის ძირითადი მასა შედგება წვრილი მარცვლებიანგან, რომელთაც მიკროსომები („მიკროს“—პატარა, „სომა“—სხეული, ბერძნ.) ეწოდება; მიკროსომები ხან მეტი, ხან კი ნაკლები რაოდენობითაა და ამის მიხედვით პროტოპლაზმა მარცვლოვანია (მიკროსკოპში, განსაკუთრებით დი-



სურ. 21. მცენარეული უჯრედის სქემა.

1—პლაზმოდესმები; 2—პლაზმოლემა; 3—მეზოპლაზმა; 4—ტონოპლასტი; 5—პირველადი გარსი; 6—მეორადი გარსი; 7—მესამედი გარსი; 8—უჯრედშორისი ნივთიერება; 9—ვაკუოლი; 10—უჯრედშორისი სივრცე; 11—მარტივი ფორმა; 12—ბირთვი; 13—ბარტეკი.

დი გადიდების დროს (ზრდადამთავრებულ უჯრედში) პროტოპლაზმის სამი შრე გამოიყოფა (სურ. 21):

1) პროტოპლაზმის გარეთა შრე (მემბრანა), რომელიც უშუალოდ უჯრედის გარსს ეკვრის—პლაზმალემა („ლემა“—ნაჭუჭი, კანი. ბერძნ.). პლაზმალემა მეტ ლიბოიდებს და მცირე რაოდენობით ცილოვან ნივთიერებებს შეიცავს. იგი სტრუქტურით აპკისებრია, რომელშიაც წყლისა და მასში გახსნილი სხვადასხვა ნივთიერების გატარება ძნელად ხდება.

2) პროტოპლაზმის შიგნითა შრე, რომელიც ვაკუოლს ესაზღვრება,—ტონოპლასტიკა („ტონოს“—დაჭიმული, ბერძნ.). ტონოპლასტიკა ლიბოიდების ორმაგ შრეს შეიცავს და გახსნილ ნივთიერებათა გაცილებით ნაკლებგანტარებას, ვიდრე პლაზმალემა.

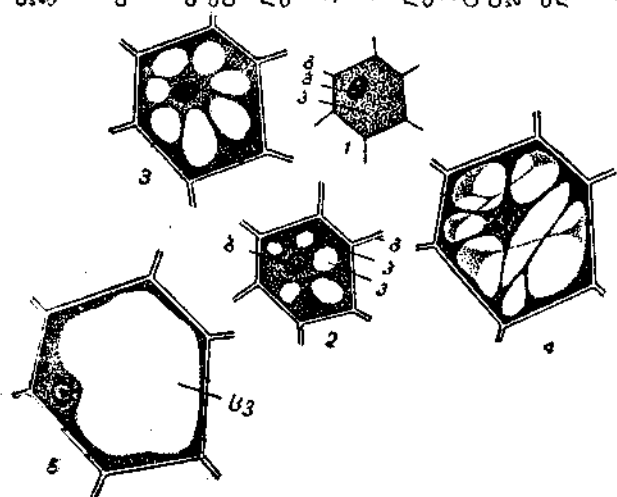
3) პროტოპლაზმის შუა, ძირითადი შრე მეზოპლაზმა („მეზოს“—შუა, ბერძნ.). მეზოპლაზმა წვრილმარცვლოვანი შრეა. იგი მდიდარია ცილოვანი ნივთიერებებით და ღარიბია ლიბოიდებით. მეზოპლაზმა წყლისა და მასში გახსნილი ნივთიერებების მეტი გამტარუნარიანობით ხასიათდება, ვიდრე პლაზმალემა და ტონოპლასტიკა. პლაზმალემა და ტონოპლასტიკა დიდ გამძლეობას ამჟღავნებენ უჯრედის შინაგანი მოვლენების მიმართ, ვიდრე მეზოპლაზმა. მეზოპლაზმის მეშვეობით ხდება უჯრედში ნივთიერებათა შესვლა-გამოსვლა.

პროტოპლაზმის ცხოველშოკმედების შედეგად უჯრედში გამოიყოფა სითხე, რომელიც პროტოპლაზმას არ შეეხება. ამ სითხეს უჯრედის წვენი ეწოდება. უჯრედის წვენი გარედან შემოფარგლულია პროტოპლაზმის მინისებრი აპკით. უჯრედში იმ ადგილს, სადაც უჯრედის წვენია მოთავსებული, ვაკუოლი ეწოდება.)

ზრდადამთავრებულ, ახალგაზრდა უჯრედში ძალიან წვრილი მომრგვალო, ზოგჯერ მოგრძო ვაკუოლებია, რომლებიც უჯრედის ზრდის შესაბამისად ერთდებ-

იან და უფრო დიდი ზომის ვაკუოლებს ქმნიან. ხშირად უჯრედში ერთი დიდი ცენტრალური ვაკუოლი იქმნება (სურ. 22). უჯრედის წვენი გახსნილი ნივთიერებები ქმნიან ამ წვენის გარკვეულ კონცენტრაციას და განაპირობებენ გარემოდან წყლის შეწოვას. ამის შედეგად უჯრედის წვენის რაოდენობა იზრდება, რაც იწვევს ჰიდროსტატიკური წნევის განვითარებას უჯრედში.

ჰიდროსტატიკური წნევის შედეგად



სურ. 22. უჯრედის განვითარების სქემა.

1—ემბრიონალური სტადია: გ—გარსი, პ—პროტოპლაზმა, ბ—ბირთვი ზრთფეკით; 2—ვაკუოლის წარმოქმნა (გ); 3—ვაკუოლი დიდდება და ბიტულოზს; 4—ვაკუოლები ერთდებიან და პროტოპლაზმის ნაწილი ქმნის კიებს; 5—ვაკუოლები შეერთდნენ ერთ ცენტრალურ ვაკუოლად (გვ).

პროტოპლაზმა იჭიმება და აწევს გარსს, რომელიც, თავის მხრივ, ასევე დაჭიმულ მდგომარეობას ღებულობს.

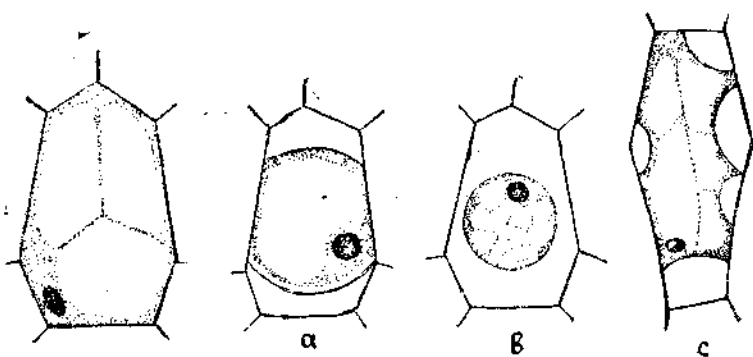
უჯრედის დაჭიმულ მდგომარეობას ტურგორი ეწოდება (ტურგორე — გაღუნთა, ლათინ.).

უჯრედში წყლის შესვლის პროცესი, რომელშიც დიდ როლს ოსმოსური წნევა ასრულებს, დამოკიდებულია უჯრედის შემწოვ ძალაზე. უჯრედის შემწოვი ძალა ტურგორისა და ოსმოსური წნევის არსებული სხვაობის დროს წარმოიქმნება. უჯრედში წყლის შესვლა უფრო ძლიერია მაშინ, როდესაც შემწოვი ძალა დიდია.

პროტოპლაზმას ახასიათებს შერჩევითი ქონვადობა, რაც ხსნარიდან მხოლოდ გამხსნელის თავისუფლად გატარებაში გამოიხატება.

ესე ცოცხალ უჯრედზე ოსმოსურად მოქმედი ნივთიერებით, მაგალითად შაქრის ან სხვადასხვა მარილის ხსნარით ვიმოქმედებთ და რომელიმე ამ ხსნარის კონცენტრაცია უფრო მაღალი იქნება უჯრედის წვეწმის კონცენტრაციაზე, მაშინ შესაძლებელია გამოვიწვიოთ პროტოპლაზმის უჯრედის კედლები-საგან ჩამოშორება და მისი შეკუმშვა. ჯამ დროს ხსნარი შედის მხოლოდ უჯრედის გარსში და შიგნით ღრმად ვერ აღწევს. გარე ხსნარი უჯრედის ეპიუთლიდან შეიწოვს წყალს. წყლიდან განთავისუფლებული ეპიუთლი ზომით პატარავდება და პროტოპლაზმასთან ერთად მოცულობაში მცირდება. პროტოპლაზმა უჯრედის კედლებს სცილდება დაღამ მოვლენას პლაზმოლიზი ეწოდება (სურ. 23).

პლაზმოლიზის უნარი ბევრადაა დამოკიდებული უჯრედის ხოვანებაზე.



სურ. 23. პლაზმოლიზი.

ამოზნექილი.

ჩაზნექილი.

ახალგაზრდა მონარდი უჯრედების პროტოპლაზმის სიბლანტე გაცილებით დიდია და ამ დროს იგი მჭიდროდ ეკვრის გარსს, ხოლო ზრდა-დამთავრებული უჯრედის პროტოპლაზმის სიბლანტე მცირეა და ადვილად სცილდება გარსის კედლებს, ე. ი. პლაზმოლიზის სრული პროცესი სწრაფად მიმდინარეობს. პლაზმოლიზის ისეთ ფორმას, როცა შეკუმშულ პროტოპლაზმას ამოზნექილი ფორმა აქვს მიღებული, ამოზნექილი პლაზმოლიზი ეწოდება (სურ. 23).

როცა პროტოპლაზმა გარსს არათანაბრად სცილდება და იგი პლაზმური კიმებით დაკავშირებულია გარსთან, ასეთ პლაზმოლიზს ჩაზნექილი პლაზმოლიზი ეწოდება (სურ. 23).

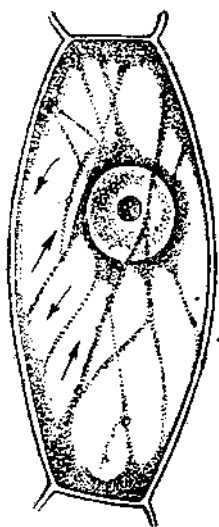
პლაზმოლიზებული უჯრედის წყლის ხსნარში მოთავსებისას წყლის ხელახალი შეწოვით პლაზმა იღებს ისევ ძველ ფორმას და მოცულობას, პროტოპლაზმა ისევ გარსს მიეკვრის. იმ მოვლენას, როცა პროტოპლაზმა პირვან-

დელ მდგომარეობას უბრუნდება პლაზმოლიზის შემდეგ. დე პლაზმოლიზი ეწოდება.]

ნაღალ სიცოცხლისუნარიან უჯრედებში ხშირი პლაზმოლიზისა და დე-პლაზმოლიზის შედეგად (არაშხამიანი ხსნარების შემთხვევაში) უჯრედი ცოცხალი რჩება, ხოლო დაბალ სიცოცხლისუნარიან უჯრედებში პლაზმოლიზის დროს პროტოპლაზმა ადვილად ზიანდება და კვდება. უჯრედის ცხოველმოქმედების ხარისხის დასადგენად მიმართავენ პლაზმოლიზისა და დეპლაზმოლიზის გამომწვევ საშუალებებს. იმავე პლაზმოლიზით შეიძლება დავადგინოთ უჯრედის წვენიკ კონცენტრაცია.

პროტოპლაზმის მოძრაობა. პროტოპლაზმის სიცოცხლისუნარიანობაზე ლაპარაკობს მისი ერთ-ერთი დამახასიათებელი თვისება—უგარსო პროტოპლასტური ორგანიზმების მოძრაობა. ქლოროფიანი სოკოების (მიქსომიციტების) მაგალითი საუკეთესოა იმის დასადასტურებლად, რომ პროტოპლაზმა მოძრაობს. ამ შემთხვევაში შიშველი პლაზმოდიუმი ამგვასებრად მოძრაობს. ასევე, მხოლოდ მეტი ინტენსივობით, მოძრაობენ უდაბლეს მცენარეთა ზოოსპორები, გამეტები და სპერმატოზოიდები, რომლებიც მოძრაობენ პროტოპლაზმის გამონაზარდებით, ე. წ. შოლტებით.

გარსიან ცოცხალ უჯრედებში განასხვავებენ პროტოპლაზმის ორგვარ მოძრაობას—პირველადს და მეორედს. პირველადი მოძრაობა ისეთი მოძრაობაა, რომელიც დაუზიანებელ უჯრედში ხდება, ხოლო მეორადი მოძრაობა ხდება იმ შემთხვევაში, როცა პროტოპლაზმა ხელოვნური ზემოქმედების შედეგად ვადიზანებულ მდგომარეობაშია. პლაზმის მოძრაობის კარგი მაგალითი ქორტანას *Tradescantia* (სურ. 24) სამტვრე ძაფის ბეწვების უჯრედებია.]



სურ. 24.

პროტოპლაზმის ნაკადისებური მოძრაობა ქორტანას ბეწვის უჯრედში.

მიკროსკოპით დიდი ვადიდებისას შესაძლებელია შევამჩნიოთ, რომ პროტოპლაზმა მოძრაობს სხვადასხვა მიმართულებით—მრავალი წვრილი ნაკადის სახით. ასეთი მოძრაობის დროს პროტოპლაზმა კედელურია და ჰიმებით ცენტრალურ ვაკუოლს კვეთს, დროგამოშვებით ესა თუ ის ნაკადი მიმართულებას იცვლის. წვრილი ნაკადების სახით პროტოპლაზმის მოძრაობას ნაკადისებრი მოძრაობა (ციკულაცია) ეწოდება. ნაკადისებრი მოძრაობა შეიძლება შევამჩნიოთ აგრეთვე გოგრის ელორტის ბეწვის უჯრედებში, ვალისნერიას *Vallisneria* (სურ. 25) და ელოდეას (*Elodea*) ფოთლებში. მიკროსკოპის ქვეშ შეიმჩნევა, თითქოს უჯრედში ბირთვი და ქლოროპლასტები მოძრაობენ, მაგრამ დაკვირვების შედეგად აშკარა ხდება, რომ მოძრაობს პროტოპლაზმა, რომელსაც მოძრაობაში მოჰყავს ბირთვი და პლასტიდები.] პროტოპლაზმა მოძრაობს ერთი მიმართულებით, გარსის გასწვრივ, ცენტრალური ვაკუოლის გარშემო.

ამ მოძრაობას ბრუნვითი (როტაციული) მოძრაობა ეწოდება.

ბირთვი. ბირთვი, პროტოპლაზმასთან ერთად, უჯრედის ძირითადი ნაწილი—ორგანოიდია. მიუხედავად იმისა, რომ ბირთვი ყოველთვის პროტო-

პლაზმაშია მოქცეული, მისგან მაინც მკვეთრადაა გამოყოფილი. უჯრედში ერთი ბირთვია ან მრავალი. უმეტესად ერთბირთვიანი უჯრედები სჭარბობენ, თუმცა საკმაო რაოდენობითაა წარმოდგენილი მრავალბირთვიანი უჯრედები — როგორც უმაღლეს, ისე უდაბლეს მცენარეებში.

ზოგიერთ მცენარეულ ორგანიზმში, ბაქტერიებსა და ლურჯ-მწვანე წყალ-მცენარეებში ტიპური ბირთვის მაგიერ არაფორმირებული ბირთვული (დიფუზური ბირთვები) სხეულაკები.

ბირთვს, როგორც ძირითად ელემენტს, უჯრედის ცხოველმოქმედებაში დიდი როლი ენიჭება. ბირთვში პროტოპლაზმის გზით შედის სხვადასხვა ნივთიერება, რის შემდეგ ხდება მათი ასიმილირება, გადამუშავება ისევე პროტოპლაზმაში გადასვლით. ბირთვში მიმდინარეობს ქანგვა-აღდგენითი პროცესები.

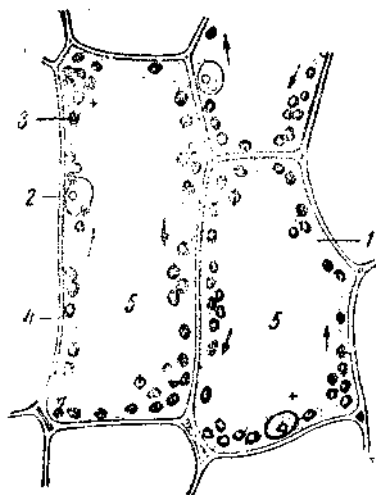
ბირთვს აქვს ოთხი ნაწილი: ბირთვის გარსი, ნუკლეოლამა, ქრომოსომები, ბირთვაკები.

ბირთვის გარსი ძალიან თხელი, ორშრიანი ფენაა, რომელიც პროტოპლაზმის მემბრანებივით ნახევრად გამტარი თვისებებისაა. გარსში ელექტრონული მიკროსკოპით შენიშნულია წვრილი ფორმები, რომლებითაც ხდება ცი-ტოპლაზმისა და ბირთვის შიდა ნაწილების ურთიერთდაკავშირება.

ნუკლეოლამა (ქარიოლაზმა) — შეიცავს სხვადასხვა ტიპის, მაღალ-მოლეკულური ხასიათის ცილებს.

ქრომოსომები — შეიცავენ დიდი რაოდენობით დეზოქსირიბონუკლეინის მკვას (დნმ), რომელიც დაკავშირებულია პროტეინებთან და რიბონუკლეინის მკვასთან (რნმ). იმის გამო, რომ ქრომოსომის ნივთიერება ადვილად იფერება საღებავებით, მას ქრომატინს უწოდებენ. ქრომოსომები ბირთვის 25%-ია და მოსვენებულ მდგომარეობაში მათ გრძელი, დაგრეხილი ან გორგლებად დახვეული ძაფების ფორმა აქვთ.

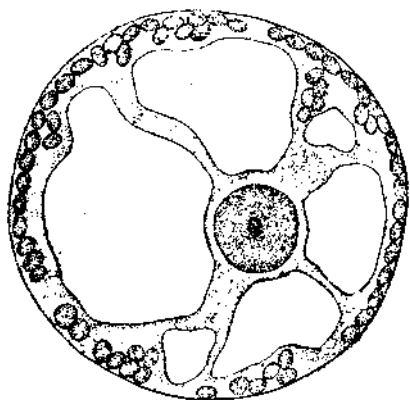
ბირთვაკები ბირთვში ერთი, ორი ან ზოგჯერ მეტი რაოდენობითაა. ისინი მომრგვალო სხეულებია და შეიცავენ რიბონუკლეინის მკვას და სხვადასხვა ცილებს: ფოსფოპროტეიდებს, მარტივ და რთულ ცილებს. ბირთვაკების სხეულს გორგლისებრი, ძაფისებრი აგებულება აქვს, უკანასკნელი შეხედულებით ბირთვაკებში ბირთვის ცილების სინთეზი უნდა ხდებოდეს. ბირთვის ფორმა (მოყვანილობა) და ზომა სხვადასხვაა ერთი და იმავე მცენარის ორგანოების უჯრედებშიაც კი. უდაბლესი მცენარეების უჯრედებში ბირთვის ზომა მეტად მცირეა და რამდენიმე მიკრონით განისაზღვრება (მიკრონი 1 მმ-ის 0,001-ია). უმაღლეს მცენარეებში დიდი ზომის ბირთვებია, რომელთა ზომა ათეულ მიკრონს უდრის. მოყვანილობითაც ბირთვი მრავალნაირია: მრგვალო, წაგრძელებული (სურ. 26), ძაფისებრი, თითისტარისებრი, ვარსკვლავისებრი და ა. შ. უმეტესად კი ბირთვის მოყვანილობა მომრგვალოა. ბირთვის მოყვანილობა (ფორმა)



სურ. 25. პროტოპლაზმის ბრუნვითი მოძრაობა ვალსნერიას ფოთლის უჯრედში.

ბევრად და დამოკიდებული უჯრედის ფორმაზე. ასე, მაგალითად, პარენქიმულ უჯრედებში ბირთვი ხშირად მრგვალია, პროზენქიმულში კი—მოგრძო ფორმისაა.

ბირთვი პროტოპლაზმაშია მოქცეული და არც ერთ შემთხვევაში (და ზიანების გარდა) ვაკუოლში არ გადადის. ბირთვის შესწავლა უმჯობესია—

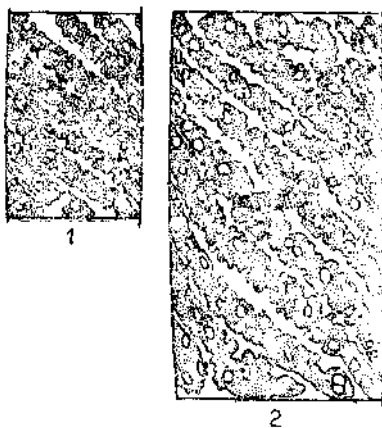


სურ. 26. ცილინდრული უჯრედის განივი კრილი მრგვალი ბირთვით.

ხდებოდეს ცოცხალ უჯრედში, სადაც მას შენარჩუნებული აქვს თავისი დამახასიათებელი სტრუქტურა და თვისებები; უნდა აღინიშნოს, რომ ბირთვის გამოყოფა პროტოპლაზმიდან საკმაოდ ძნელია; ამიტომ ბირთვის სტრუქტურის, მისი ფიზიკურ-ქიმიური შედგენილობისა და ფიზიოლოგიური თვისებების შესასწავლად უმთავრესად ფიქსირებულ, შეღებილ უჯრედებს იყენებენ. ბირთვის შესაღებად სხვადასხვა საღებავს ხმარობენ, როგორიცაა ჰემატოქსილინი (დელაფილდის), ფუქსინი და სხვა.

უჯრედის ფიქსაციისათვის განსა-

კუთრებით ფართოდაა გამოყენებული ოსმიუმშეჯავა და ფორმალინი. ასეთი ფიქსატორების მოქმედებით ფიქსირებული ბირთვი ცოცხალ ბირთვს ემსგავსება და უფრო იღებება, ვიდრე პროტოპლაზმა. უჯრედის ცხოველმოქმედებაში რომ ბირთვს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება, ამაზე მიგვითითებს ბევრი გამოკვლევა, უმთავრესად ი. გერასიმოვის შრომები. ი. გერასიმოვმა შეისწავლა ბირთვის როლი უჯრედში წყალმცენარე სპიროგირას მაგალითზე. მან უჯრედზე დაბალი ტემპერატურის მოქმედებით გამოიწვია მისი არანორმალური დაყოფა, რის შედეგად მიიღო ერთი უბირთვო უჯრედი, სოლო მეორე—ორი ბირთვისაგან შერწყმული დიპლოიდური, ბირთვიანი უჯრედი (სურ. 27). უბირთვო უჯრედმა ჯერ გარსი განივითარა, მაგრამ შემდეგ თანდათანობით შეწყვიტა ყოველგვარი სასიცოცხლო პროცესი. ორბირთვიანმა უჯრედმა კი მეტი ზრდისა და სიცოცხლის უნარი გამოამჟღავნა. ბირთვი პროტოპლაზმის გარეშე თანდათანობით კარგავს ცხოველმოქმედებას, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, იგი მეტი გამძლეობით ხასიათდება, ვიდრე პროტოპლაზმა. ბირთვი უჯრედის ყველა სასიცოცხლო პროცესში მონაწილეობს, განსაკუთრებით მისი როლი გამრავლების პროცესში ჩანს. უჯრედის გამრავლება უმთავრესად ბირთვისა და პროტოპლაზმის დაყოფის პროცესია.



სურ. 27. ი. გერასიმოვის ცდა Spirogyra-ს (სპიროგირა) უჯრედზე 1—უბირთვო; 2—დიპლოიდური ბირთვიანი უჯრედი.

ბირთვის დაყოფა. უჯრედის დაყოფის ტიპები შეისწავლეს რუსმა მეცნიერებმა (ი. ჩისტიაკოვმა, კ. ბელიაევა, ი. გერასიმოვმა, ა. მაკაროვმა და სხვ.). როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ბირთვი ფიზიკურ-ქიმიური სტრუქტურითა და ქიმიური შედგენილობით პროტოპლაზმაშია, მაგრამ იგი მაინც მისი თავისებურებებით გამოირჩევა, რაც იმაში გამოიხატება, რომ ბირთვი წარმოქმნება ბირთვისაგან დაყოფის გზით და არა პროტოპლაზმისაგან. ბირთვის დაყოფა ორი სახისაა:

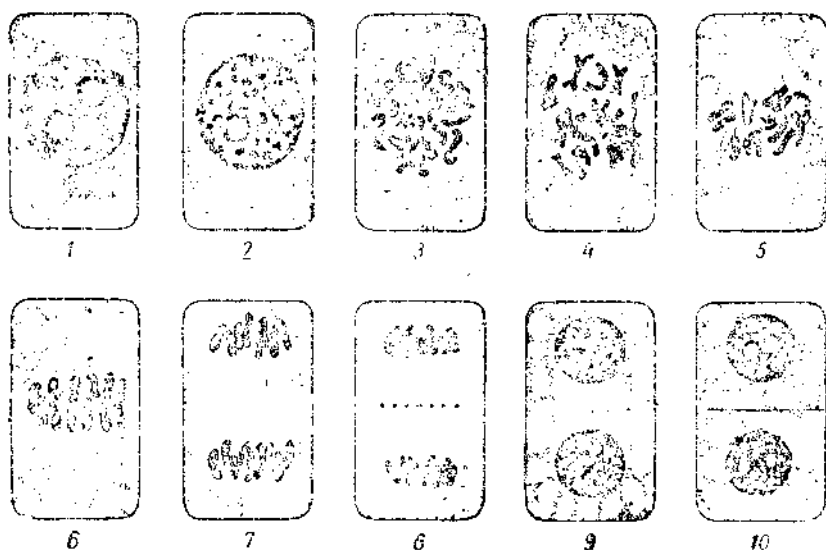
1) პირდაპირი, ანუ ამიტოზი და 2) არაპირდაპირი, ანუ კარიოკინეზი (მიტოზი).

პირდაპირი დაყოფა, ანუ ამიტოზი („ა“—უარყოფის ნაწილაკი, „მიტოს“—ძაფი, ბერძნ.).

პირდაპირი დაყოფის წინ უჯრედში ბირთვი ჯერ გრძელდება, შემდეგ გადაიჭიმება და ორ თანაბარ ან უთანაბრო ნაწილად გაიყოფა. ბირთვის დაყოფასთან ერთად პროტოპლაზმაც განივი ტიხრების წარმოქმნით ორად იყოფა, რასაც საბოლოოდ მთელი უჯრედის გაყოფა მოსდევს. პირდაპირი დაყოფა მცენარეში ნაკლებ გავრცელებული სახეა, გაყოფის ასეთ სახეს ადგილი აქვს, მაგ., წყალმცენარე ხარას (Chara) მუხლთშორისების უჯრედებში, კორტანასა და სხვა მცენარეების ზნიერ უჯრედებში; იგი ხშირი მოვლენაა ბაქტერიებშიც.

კარიოკინეზი („კარიონ“—ბირთვი, „კინეზის“—მოძრაობა, ბერძნ.), ანუ მიტოზი აღწერა რუსმა მეცნიერმა ი. ჩისტიაკოვმა (1871—1874) (სურ. 28)]

მანვე ბირთვის დაყოფის სტადიაში შენიშნა ქრომატინის მარცვლების



სურ. 28. კარიოკინეზი (მიტოზი).

1—ენტერკინეტული ბირთვი; 2—3—პროფაზი; 4—5—მეტაფაზი; 6—7—ანაფაზი; 8—9—ტელოფაზი; 10—უჯრედის დაყოფა.

უმცირესი ნაწილაკები—ქრომოსომები. ერთი წლის შემდეგ, 1875 წელს, ე. სტრასბურგერმა, ჩისტიაკოვისაგან დამოუკიდებლად, შენიშნა ქრომოსომები და უფრო გააღრმავა კარიოკინეზის შესწავლა. ქრომოსომი მცენარეული უჯ-
3. ა. ლორთქიფანიძე

რედის ბირთვის სტრუქტურული ელემენტი და მას უჯრედის ცხოველმოქმედებაში არსებითი მნიშვნელობა აქვს. უჯრედის სხვა ძირითად ნაწილებთან ერთად (პროტოპლაზმა, პლასტიდები) ქრომოსომები მემკვიდრული ნიშნების მატარებელი ელემენტებია.

ქრომოსომები ძლიერი სხივტების უნარს ამჟღავნებენ და კოლოიდური ბუნებით ხასიათდებიან. ფუძიანი საღებავებით ინტენსიურად შეღებვის უნარის გამო გერმანელმა მეცნიერმა ვ. ვალდერიერმა მას უწოდა ქრომოსომი, რაც ბერძნული სიტყვისაგან წარმოდგება („ქრომა“ — საღებავი, ფერი, „სომა“ — სხეული). ქრომოსომები ბირთვის საერთო მასის 25%-ს შეადგენენ და თითქმის ავსებენ ბირთვს: ქრომოსომის საშუალო მოცულობა 1^3 მიკრონს უდრის.

მემკვიდრული თვისებების გადაცემაში (თაობიდან თაობაში) მთავარი დნ მ. ქრომოსომის ფორმა სხვადასხვა მცენარეში სხვადასხვაა. თუმცა, მეტწილად ძაფისებრი ფორმა აქვთ და ხშირად მოღუნული და დაგროვილი არიან. მათი რიცხვიც სხვადასხვაა მცენარის სახეობის მიხედვით. თითოეული სახეობისათვის ქრომოსომების ფორმა და რიცხვი სპეციფიკური თვისებაა, რასაც სისტემატიკოსები იყენებენ, როგორც ერთ-ერთ ნიშანს მცენარეთა კლასიფიკაციის დროს. ქრომოსომები გენერაციული უჯრედის მომწიფებისა და განაყოფიერების დროს უზრუნველყოფენ უჯრედთა თანმიმდევრულ თაობათა და აგრეთვე ორგანიზმთა თაობების მორიგეობას, რის გამო შეიქმნა აზრი, რომ ქრომოსომები მემკვიდრეობის მატერიალური საფუძველია.

ქრომოსომთა ერთობლიობას უჯრედში, ჩვეულებრივ ქრომოსომთა ნაკრებს — კომპლექსს უწოდებენ და აქედან ორ მთავარ ტიპს გაასხვავებენ: 1. ერთმაგს, ანუ პაპლოიდურს — გენერაციულ უჯრედებში (გამეტოციტში) და 2) ორმაგს, ანუ დიპლოიდურს — სوماتურ უჯრედებში (სპოროციტში), რომელიც ორ მსგავს (პომოლოგ) დედისეულ და მამისეულ ქრომოსომებს შეიცავს.

შემდგომი გამოკვლევებით XX საუკუნის დასაწყისში ქრომოსომთა ნაკრებში აღმოჩნდა ე. წ. სასქესო ქრომოსომი X ქრომოსომის სახელწოდებით. ეს X ქრომოსომი ამერაკელი მეცნიერის — უ. სიეტონისა და სხვათა გამოკვლევების შედეგად შეიქმნა მემკვიდრეობის ქრომოსომური თეორიის შემუშავების საფუძველზე.

მრავალი გამოკვლევის საფუძველზე (ს. ნავაშინი, ლ. დელინი, ი. სოკოლოვი, უ. ტეილარი, ს. დარლინგტონი, კ. ბელარი და სხვ.) დღემდე გამოვლენილია ქრომოსომის აგებულების თავისებურებანი, მისი ქცევა მიტოზის პროცესში და ცვლილებანი ორგანიზმთა ონთოგენეზსა და ფილოგენეზში.

არჩევნ (პირობით) კარიოკინეზის 4 ფაზას: 1) პროფაზს, 2) მეტაფაზს, 3) ანაფაზს და 4) ტელოფაზს.

1. პროფაზი („პრო“ — წინა, „ფაზა“ — გამოჰყვანება, ბერძნ.) დასაწყისში ძაფისებრი ფორმის ქრომოსომები მსხვილდებიან, მოკლდებიან და ქმნიან მკადრო გორგალს, რომელიც თანდათანობით ფაზარი ხდება. ბირთვის ქრომატინის ნივთიერებებიდან საბოლოოდ ქრომოსომები წარმოიშობა. ნაწილობრივ დაშლილი ბირთვი კარგავს თავის ძველ მდგომარეობას და მისი მასიდან ქრომოსომებთან ერთად ბირთვის წვენი წარმოიქმნება. შემდეგ კი ბირთვის დაშლა გრძელდება და უჯრედის ორ პოლუსზე იქმნება ე. წ. პოლა-

რული ჩაჩები, ხოლო მისი ბირთვები იშლებიან და ქრებიან. პროტაზის ბოლოს ქრომოსომები უწყსრიგოდ გაბნეული.

2. მეტაფაზის („მეტა“—შემდეგ, ბერძნ.) წინ უწყსრიგოდ გაბნეული ქრომოსომები უჯრედის ეკვატორულ სიბრტყეზე წესიერად ლაგდებიან. ამ დროს ქრომოსომები მოხრილია ნალისებრად და ვარსკვლავისებრ ფორმას იღებენ. მოხრილი მხარე უჯრედის ცენტრისაკენაა მიმართული, ხოლო ბოლოები—პოლუსებისაკენ. პოლუსებთან ორნაირი პროტოპლაზმური ძაფები იქმნება. ამ ძაფების ერთი წყება ერთი პოლუსიდან მეორე პოლუსამდე გასდევს და მთლიან ძაფს წარმოადგენს; ეს ძაფები შუაში ისეა მოხრილი, რომ თითისტარისებრ ფორმას ქმნიან. ძაფების მეორე წყება პოლუსებიდან მხოლოდ ქრომოსომებამდე მიდის და მოლუნულ ადგილებში ეკდობა ქრომოსომებს. მეტაფაზის დასასრულს ქრომოსომები სიგრძეზე ორად იყოფიან, რაც მათი ზემოცვლი ნუკლეოპროტეიდების სიგრძივი განლაგებითაა გამოწვეული.

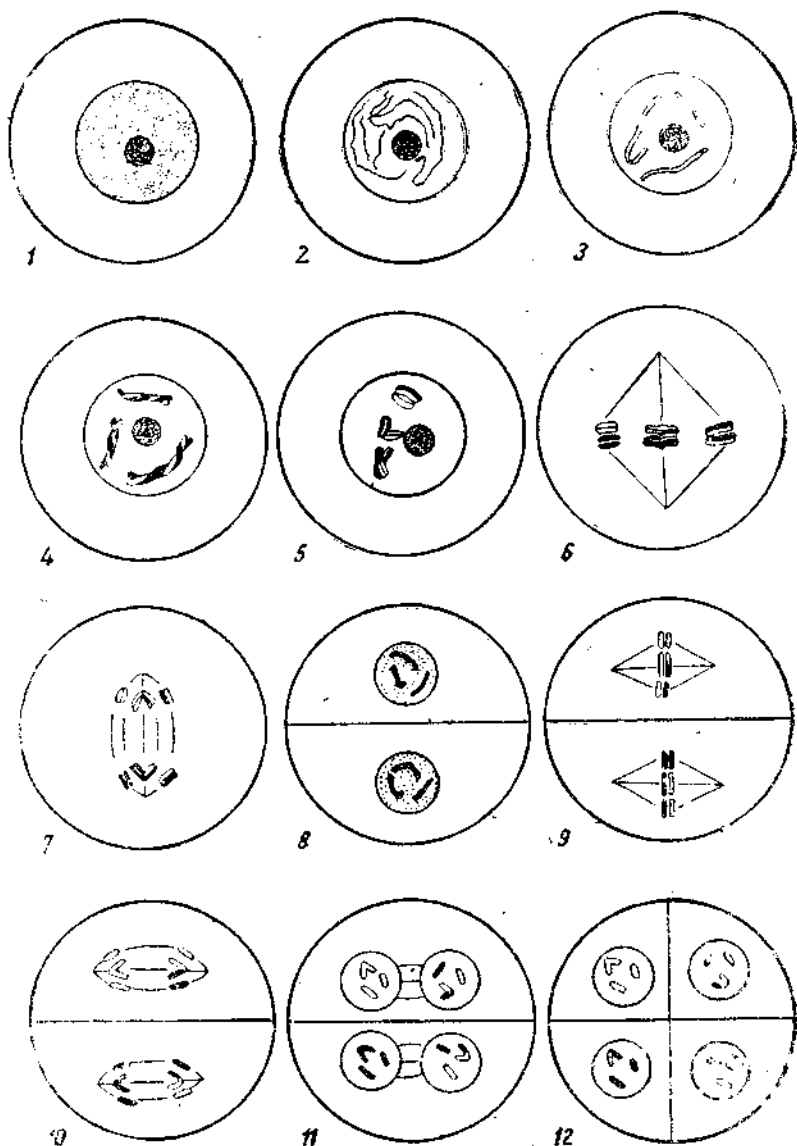
3. ანაფაზის („ანა“—ზევით, ბერძნ.) დროს სიგრძეზე გაყოფილ ქრომოსომთა ნახევრები უჯრედის პოლუსებისაკენ მიემართებიან და თითოეული ნახევრებით ერთმანეთს ეკდებიან, რასაც ხელს უწყობს ქრომოსომებისაკენ მიმართული ძაფები.

4. ტელოფაზის („ტელოს“—ბოლო, ბერძნ.) დასაწყისშივე თითოეული პოლუსში ქრომოსომების ნახევრები მკიდროდ შეერთდებიან ერთმანეთს და ახალ ბირთვებს წარმოშობენ; პოლარული ბირთვების წარმოშობასთან ერთად ქრომოსომები იშლებიან. ამის შემდეგ უჯრედის ეკვატორულ ნაწილზე იქმნება უჯრედის გადამტიხრავი გარსი, რომლითაც დასაწყისი ეძლევა ორი ახალი უჯრედის წარმოქმნას. ამით მთავრდება კარიოკინეზის პროცესი. ბირთვის კარიოკინეზული დაყოფა ფართოდაა გავრცელებული მცენარეებში.

სპორებისა და სასქესო უჯრედების წარმოქმნის წინ, როგორც წესი, ადგილი აქვს ე. წ. რედუქციულ დაყოფას (სურ. 29).

რედუქციული („რედუქციო“—შემცირება, უკან დაბრუნება, ლათინ.) დაყოფის, ანუ მეიოზის („მეიოზ“—მცირე, ბერძნ.) პროცესის აღმოჩენა და შესწავლა რუს ბოტანიკოს ვ. ი. ბელიაევს ეკუთვნის (1894 წ.). რედუქციული დაყოფა უშუალო კავშირშია სქესობრივ გამრავლებასთან. სქესობრივი პროცესი ორი სასქესო უჯრედის—გამეტების შერწყმას.

მცენარის ვეგეტაციურ უჯრედთა კარიოკინეზური დაყოფის ვარსკვლავა საფეხურზე ბირთვში გამოიკვეთება ქრომოსომთა გარკვეული რაოდენობა. ეს რაოდენობა არის მუდმივი დამახასიათებელი რიცხვი მოცემული სახეობის მცენარის ყველა უჯრედისათვის. ზრდის პროცესში რამდენჯერაც არ უნდა მოხდეს უჯრედების კარიოკინეზურად დაყოფა—ყოფელ ახალ უჯრედში იქნება ერთი და იგივე რაოდენობის ქრომოსომიანი ბირთვები. მცენარის ყვავილობისას სასქესო ორგანოებში (სამტკრე პარკი, ბუტკო) წარმოიშობა განსაკუთრებული უჯრედები, ე. წ. სასქესო უჯრედები—გამეტები (გენერაციული უჯრედი, კვერცხუჯრედი), რომელთა ბირთვში ქრომოსომთა რაოდენობა რიცხობრივად განახევრებულია. განაყოფიერების დროს ორი (დედისა და მამის) გამეტის შეერთებისას ადგილი აქვს ახალი ტიპის უჯრედის—ზიგოტის (განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი) მიღებას ბირთვში გაორკეცებული რაოდენობის ქრომოსომებით. ესე იგი, აღდგება პირვანდელი რიცხვი ბირთვის



სურ. 29. ბირთვის რედუქციული დაყოფა (მიოზისი). სქემა.

1—დღლა უჯრედი; 2—5—პირველი დაყოფის პროფაზა; 6—მ—პირველი დაყოფის მეტაფაზა;

9—მეორე დაყოფის მეტაფაზა; 10—მეორე დაყოფის ანაფაზა; 11—ტელოფაზა;

12—ტეტრაღების წარმოქმნა.

ქრომოსომებისა იმ განსხვავებით, რომ ზიგოტის ბირთვში მოცემულია მამისა და დედის ნიშნები.

სასქესო უჯრედის წარმოქმნისას, რომ წინასწარ არ ხდებოდა ქრომოსომთა რიცხვის შემცირება-განახევრება, ყოველი მომდევნო განაყოფიერებისას ზიგოტაში მიიღებოდა ქრომოსომთა რიცხვის არითმეტიკული პროგრესიით გაზრდა. ასე რომ, თუ საწყის მცენარეს ბირთვში ჰქონდა 42 ქრომოსომი, სქესობრივი უჯრედების შეერთებით მიიღებოდა ახალი თაობა ბირ-

თქმი 84 ქრომოსომით, შემდგომ მოდგმაში იქნებოდა 168, შემდეგ 336 და ასე ამგვარად დაუსრულებლად. ეს შეუძლებელია, რადგან მაშინ ქრომოსომთა რიცხვი აღარ იქნებოდა მემკვიდრული ნიშანი. ბუნებაში არ არსებობს ზღაპრული რაოდენობის მქონე ქრომოსომიანი ბირთვიანი უჯრედი. სინამდვილეში, უმეტესად განაყოფიერების წინ ან უფრო ადრე სასქესო უჯრედების წარმოქმნაში ორგანიზმში ადგილი აქვს უჯრედის ისეთი ხასიათის დაყოფას, რომლის დროსაც მაილდება ორი უჯრედი—ქრომოსომების განახევრებული რაოდენობით თითოეულში. მაგალითად, თუ მცენარის ყველა უჯრედში 42 ქრომოსომიანი ბირთვია, სქესობრივი უჯრედების ბირთვებში იქნება 21 ქრომოსომა. ასეთ დაყოფას უწოდებენ რედუქციულს, ანუ მეიოზისს. რედუქციული დაყოფის შედეგად მიღებული უჯრედები იქნება სასქესო უჯრედები—გამეტები. ამგვარად, სასქესო უჯრედებს ახასიათებს ქრომოსომთა ჰაპლოიდური („ჰაპლოს“—მარტივი, მარტოული „ეიდოს“—სახე, ბერძნ.) კრებადობა. ზიგოტაში კი იქნება ქრომოსომთა გაორკეცებული რაოდენობა, ანუ დიპლოიდური („დიპლოს“—ორმაგი, ბერძნ.) კრებადობა.

შემდგომში ზიგოტის უჯრედის მრავალჯერ კარიოკინეზური (მიტოზური) დაყოფის შედეგად გაიზრდება მცენარე, რომლის ვეგეტატიური უჯრედების ბირთვში ყველგან იქნება ქრომოსომების გაორკეცებული რაოდენობა, ე. ი. მიიღება დიპლოიდური თაობის მცენარე (მაგალითად, შიშველი და ფარულთესლოვანი მცენარეები). დიპლოიდური თაობის მცენარე განიცითარებს ჰაპლოიდურ სქესობრივ უჯრედებს, მოხდება განაყოფიერება—მიიღება ისევ დიპლოიდური ზიგოტა და ასე შემდეგ.

რასაკვირველია, დიპლოიდური თაობის მცენარიდან ჰაპლოიდური სქესობრივი უჯრედების მიღების აქ მოყვანილი წესი და სქესობრივი პროცესის მსვლელობა უსათუოდ სქემატურია. იგი წარმოდგენილია გამარტივებულად მოვლენის არსში უკეთ გარკვევისათვის. სინამდვილეში ეს პროცესები გვევლინება უფრო რთულად. იგი ამა თუ იმ ტიპის მცენარეში გამოხატულია სხვადასხვაგვარი მოდიფიკაციით. მცენარეთა სამყაროს ძირითადი ტიპების ერთ-ერთი განმასხვავებელი კრიტერიუმი ჰაპლოიდურ და დიპლოიდურ უჯრედთა განვითარების ციკლის სპეციფიკურობაა. თვით გამეტების შერწყმის მოვლენა მეტად რთული ბიოქიმიური და ბიოფიზიკური პროცესია.

ამას უნდა დაემატოს ისიც, რომ ბუნებაში არსებობს ქრომოსომების ჰაპლოიდურა კრებადობის ბირთვიანი უჯრედები, რომლებიც არ არიან სქესობრივი ბუნების და დიპლოიდურ მცენარესავით შეუძლიათ დამოუკიდებლად არსებობა (ნაგისი, გვიმრის წინაზრდილი). რედუქციული დაყოფის შედეგად ყოველთვის არ წარმოიშობა სქესობრივი უჯრედები, არამედ წარმოიშობიან უსქესო უჯრედები—სპორები.

რედუქციული დაყოფა შედგება ერთმანეთის მომდევნო ორი ფაზისაგან. ამ ორი ფაზის შედეგად ერთი დიპლოიდური ბირთვიანი უჯრედისაგან ოთხი ჰაპლოიდური ბირთვიანი უჯრედი წარმოიქმნება. პირველი ფაზა, საკუთრივ, რედუქციულ დაყოფას მოიცავს, რის შედეგადაც მიღებული ორი უჯრედის ბირთვი ქრომოსომთა ერთმაგი რაოდენობით ხასიათდება. რედუქციული დაყოფის მეორე ფაზა არსებითად კარიოკინეზს წარმოადგენს. ქრომოსომთა რიცხვი არ იცვლება. რედუქციული დაყოფის ორივე ფაზის შემდეგ ყოველთვის ჰაპლოიდური ბირთვებიანი ოთხი უჯრედი წარმოიქმნება, მაგრამ, ზოგჯერ, აქედან სამი უჯრედი კარგავს სიცოცხლის უნარს და იშლებიან—ხდება ობლიტერაცია.

1. პლასტიდები. უჯრედის პროტოპლასტი, პროტოპლაზმისა და ბირთვის გარდა, შედგება განსაკუთრებული ცოცხალი სხეულებისაგან—პლასტიდებისაგან. პლასტიდების ქიმიური ბუნება პროტოპლაზმის ქიმიურ ბუნებას უანალოვდება, ხოლო პროტოპლაზმისაგან მეტი სიმკვრივით განსხვავდება. პლასტიდები ზომით უჯრედის ბირთვზე უფრო პატარებია (დიამეტრი 1-დან რამდენიმე მიკრონამდე). მიუხედავად იმისა, რომ პლასტიდები პროტოპლაზმაშია, ისინი უჯრედის დამოუკიდებელი ცოცხალი ნაწილებია და პლასტიდებიდანვე წარმოიქმნებიან. პლასტიდები დამახასიათებელია მხოლოდ მცენარეებისათვის, ცხოველებს კი არა აქვთ. იგი არ გააჩნია ზოგიერთ მცენარესაც, მაგალითად, სოკოს.

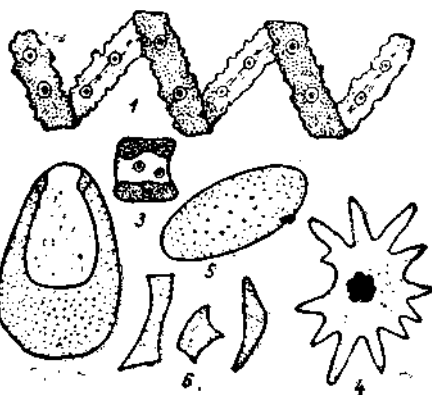
განასხვავებენ სამი სახის პლასტიდებს:

1) ქლოროპლასტებს („ქლოროს“ მწვანე, ბერძნ.), მწვანე ფერის პლასტიდებს;

2) ქრომოპლასტებს („ქრომა“—საღებავი, ფერი, ბერძნ.), წითელ, ყვითელ და სხვა ფერის პლასტიდებს.

3) ლეიკოპლასტებს („ლეიკოს“—თეთრი, ბერძნ.)—უფერულ პლასტიდებს.

ქლოროპლასტები ყველა მწვანე მცენარისთვისაა დამახასიათებელი და მათგანაა გამოწვეული მწვანე შეფერილობაც. უმაღლეს მცენარეებში ქლო-



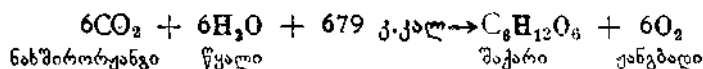
როპლასტი ოსპის (ლინზის) მაგვარი მოყვანილობისაა, ხოლო უდაბლეს მცენარეებში—მრავალნაირი ფორმისა: ფირფიტისებრი, თასისებრი რგოლური. გარსკვალვისებრი და სხვ. (სურ. 30).

უმაღლესი მცენარეების ქლოროპლასტებს ქლოროფილის მარცვლებს უწოდებენ, ხოლო უდაბლეს მცენარეებში — ქრომატოფორების („ქრომატოს“—საღებავი, ფერი, „ფორის“—მატარებელი, ბერძნ.) სახელწოდებითაა ცნობილი.

სურ. 30. პლასტიდის სხვადასხვა ფორმა: მწვანე წყალმცენარეების ქლოროპლასტები: 1—სპიროგირა (Spirogyra); 2—ქლამიდომონადა (Chlamydomonas); 3—ულოთრიქსი (Ulothrix); 4—ზიგნემა (Zygnema); 5—ყვავილოვანი მცენარის ქლოროპლასტი; 6—ქრომოპლასტი.

ქლოროპლასტი ცილოვანი ნივთიერებებისაგან შედგება და რამდენიმე პიგმენტს შეიცავს. აქედან, პირველ რიგში, ალსანი-შნავია ორი მწვანე პიგმენტი:

ქლოროფილი A („ქლოროს“—მწვანე, „ფილინ“—ფოთოლი, ბერძნ.) და ქლოროფილი B. ორივე სახეობის ქლოროფილს უნარი აქვთ შთანთქან სხივური ენერგია და წარმართონ ის ნახშირორჟანგისა და წყლის მოლეკულებსაგან ორგანულ ნივთიერებათა წარმოსაქმნელად. ეს პროცესი ასეთი ზოგადი ფორმულით შეიძლება წარმოვიდგინოთ:



ფოტოსინთეზის რეაქცია სინამდვილეში რამდენიმე ფაზად და საკმაოდ რთულ ვითარებაში მიმდინარეობს.

ნახშირორქანგი ფოთოლში შედის ფოთლის კანის უწვრილესი ხერგელების—ბაგეების საშუალებით. წყალი, უმთავრესად, ფესვების მეშვეობით მიიღება ნიადაგიდან, გაივლის ღეროს და მიაღწევს ფოთლამდე.

ამგვარად, მცენარეში ქლოროპლასტების მეშვეობით მიმდინარეობს ფრიალ მნიშვნელოვანი მწვანე მცენარეთა სამყაროსათვის დამახასიათებელი პროცესი—ფოტოსინთეზი. ფოტოსინთეზში იგულისხმება ნახშირწყლების (მაკრებას) სინთეზი, რომელიც მიმდინარეობს ქლოროპლასტებში წყლისა და აცრიდან შთანთქმული ნახშირორქანგის ხარჯზე სინათლის ენერგიის უნაყოფო მოქმედებით.)

ფოტოსინთეზის პირველადი პროდუქტი—შაქარი ხშირად სახანძრავად გარდაიქმნება. ფოტოსინთეზის შესწავლის საქმეში დიდი ღვაწლი მიუძღვის კ. ტიმირიაზევს, რომელმაც ზუსტად განსაზღვრა ქლოროფილის როლი; მან პირველმა მიიღო ქლოროფილის ზუსტი სპექტრი და დამტკიცა, რომ მას ახასიათებს სხივების შერჩევითი შთანთქმის უნარი. სახელდობრ, ის ინტენსიურად შთანთქმავს წითელ, ნარინჯისა და ლურჯ ფერს.

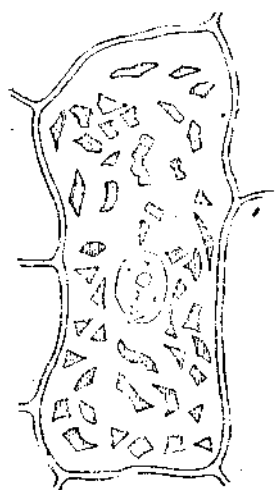
ქლოროპლასტები, ქლოროფილის გარდა, შეიცავენ: მონარინჯო-მოწითალო ფერის პიგმენტს—კაროტინს („კაროტა“—სტაფილო, ლათინ.) და ყვითელი ფერის პიგმენტს ქსანთოფილს („ქსანტოს“—ყვითელი, ბერძნ.).

ელექტრონული მიკროსკოპით გამოიკვეთა, რომ ქლოროპლასტის აგებულება შეტად რთულია. იგი გარედან დაფარულია ორფეროვანი მემბრანით, შიგნით მთელი პლასტიდი უკავია მარცვლოვან ნივთიერებას—სტრომას. მასში ჩაბნეულია მწვანედ შეფერილი, ფორმიანი სხეულები—გრანები. მწვანე შრეები შეიცავენ ქლოროფალს, კაროტინოიდებს და ლიპოიდებს. მწვანე შრეებს შორის მდებარეობს შედარებით სქელი, უფერო შრე, რომელიც შედგება ცილოვანი ნივთიერებისაგან. გრანები, თავის მხრივ, შედგებიან დისკოსებრი ფირფიტებისაგან. ლამელების რიცხვი ცვალებადია, რაც დამახასიათებელია ყოველი სახეობისათვის. ერთი ქლოროპლასტი შეიცავს ორ მილიონზე მეტ ქლოროფილის მოლეკულას. ქლოროფილი უკვე მიღებულია სინთეზის გზით.

საბოლოოდ ჯერ კიდევ არაა შესწავლილი საკითხი ქლოროფილის წარმოქმნის შესახებ, მაგრამ მისი წარმოქმნისათვის სინათლე აუცილებელი პირობაა. სიბნელეში მყოფი მცენარეები ქლოროფილს ვერ ივითარებენ და მოყვითალო ან თეთრი შეფერადებით ხასიათდებიან. ასეთ მცენარეებს ეთიოლირება უწევი („ეთიოლი“—უფერული, ფრანგ.) მცენარეები ეწოდება. სინათლეზე მოაგვდრალი ეთიოლირებული მცენარეები წარმოქმნიან ქლოროფილს და თანდათანობით მწვანდებიან. სინათლის გარდა, ქლოროფილის წარმოსაქმნელად საჭიროა ნიადაგში რკინის არსებობა. თუ ნიადაგიდან მცენარის მიერ რკინის შეთვისება არ მოხდა, ქლოროფილი არ წარმოიქმნება და იგი ყვითელ ფერს ღებულობს. ამ მოვლენას ქლოროზი („ქლოროს“—მომწვანო-ყვითელი, უფერული, ბერძნ.) ეწოდება. ქლოროზის მოვლენა შეიძლება ვაზზე, ხეხილზე და სხვა, რის შედეგადაც მცენარე ზიანდება, ხმება. ქლოროფილის მარცვლები შეიძლება გამრავლდეს გაყოფით.

ქლოროპლასტებს ყვითელი, წითელი, ნარინჯისფერი და სხვა შეფერადება ახასიათებს. ეს შეფერადებანი გამოწვეულია ქლოროპლასტებში პიგ-

მენტების—კაროტინისა და ქსანთოფილის—არსებობით. კაროტინი დიდი რაოდენობითაა მცენარის სხედასხვა ორგანოსა და ნაწილში, მაგ., სტაფილოს, სახამთროს გულში, მწიფე პომიდორისა და ვაშლის კანის უჯრედებში, ასკილის, გარგარის, ცერცველას და სხვა ნაყოფებში (სურ. 31).



სურ. 31. ღებოფლის ყვავილის (Tropaeolum majus) კანის უჯრედი კრომოპლასტებით.

კეთესო მაგალითს სტაფილო წარმოადგენს. სტაფილოს სახეშეცვლილი ფესვი ნიადაგი მონარიხო-მოწითალო ფერისაა, ნიადაგის ზევით მისი ამოზრდილი ნაწილი კი მწვანეა. ასევე შესაძლებელია ქლოროპლასტების გადაქცევა კრომოპლასტებად. მაგ., პომიდორის ნაყოფი მომწიფებაჲდ მწვანეა, ხოლო მომწიფების შემდეგ—წითელი.

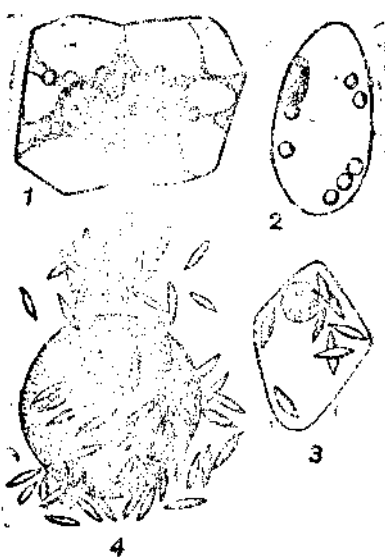
ლეიკოპლასტები (ნახ. 32). ლეიკოპლასტები ისეთი უფერული პატარა ზომის პლასტიდებია, რომლებიც პიგმენტებს არ შეიცავენ და უმალეს მცენარეთა ორგანოების უფერულ ნაწილებშია. ლეიკოპლასტები ღივი ოაოფენობითაა წარმომშობ ქსოვილებში, თესლებსა და მიწისქვეშა ორგანოებში. მათი ფორმა ხშირად სფერულია, თითისტარისებრი და ნემსისებრი.

ერთი წყება ლეიკოპლასტიდების წონაწილებით მცენარეთა ორგანოებში არსებული გლუკოზიდან სახანებელი წარმოიქმნება. ლეიკოპლასტიდებში სახანებელი ღიდი ოდენობით გროვდება, უმაფრესად, ტუბერებში (კარტოფილი), ფესურებსა და გასხვილებულ ევსებში. ისეთ ლეიკოპლასტებს, რომლებიც სახანებელს წარმოქმნიან და აგროვებენ, ამილოპლასტები („ამილონ“—სახანებელი, ბერინ.) ეწოდება, ხოლო იმ ლეიკოპლასტიდების როლი, რომ-

ქსანთოფილი, უმაფრესად, სხედასხვა მცენარის გვირგვინის ფურცლებშია დაგროვილი. ყვავილებისა (ძირითადად გვირგვინის ფურცლების) და ნაყოფების კრომოპლასტებით გამოწვეული შეფერადება ხელს უწყობს მცენარეების დამტევრვას (მწერების საშუალებით).

კრომოპლასტების ფორმა, განსაკუთრებით უჯრედში არსებული პიგმენტების და კრისტალების გამო, სხედასხვანაირია, უმეტესად, ნემსისებრი, კუთხოვანი, სამკუთხედისებრი და ა. შ. კრომოპლასტების ზომაჲ სხედასხვაა, 4—12 მიკრონამდე.

კრომოპლასტები წარმოიქმნებიან დაყოფის გზით კრომოპლასტებიდანვე. კრომოპლასტები შეიძლება ქლოროპლასტებად გადაიქცნენ, რის საუკეთესო მაგალითს სტაფილო წარმოადგენს. სტაფილოს სახეშეცვლილი ფესვი ნიადაგი მონარიხო-მოწითალო ფერისაა, ნიადაგის ზევით მისი ამოზრდილი ნაწილი კი მწვანეა. ასევე შესაძლებელია ქლოროპლასტების გადაქცევა კრომოპლასტებად. მაგ., პომიდორის ნაყოფი მომწიფებაჲდ მწვანეა, ხოლო მომწიფების შემდეგ—წითელი.



სურ. 32. ლეიკოპლასტები: 1. Philodendron grandifolium-ის კანის უჯრედში; 2, 3—Melandrium macrocarpum-ის თესლის უჯრედებში; 4—Phajus grandifolius-ის ფესვის უჯრედებში.

ლებიც ეპიდერმისის უჯრედებში მდებარეობითი სასქესო ორგანოების პროტოპლაზმასა და სპორებშია მოთავსებული, ჯერ კიდევ დაუდგენელია.

ლეიკოპლასტები დაყოფის გზით წარმოიქმნება ისევე, როგორც სხვა პლასტიდები. ზოგჯერ ლეიკოპლასტები ქლოროპლასტებად და ქრომოპლასტებად გარდაიქმნებიან და ამდენად ისინი ამ პლასტების საწყის ფორმად ითვლებიან.

სამივე სახის პლასტიდებს (ქლოროპლასტები, ქრომოპლასტები და ლეიკოპლასტები) შორის მკვეთრი საზღვრის გატარება არ ხერხდება, ვინაიდან, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ერთი სახეობის პლასტიდი მეორე სახეობის პლასტიდად იქცევა. ქლოროპლასტი ქლოროფილის დაკარგვის შემთხვევაში ქრომოპლასტად გარდაიქმნება, ქრომოპლასტი ლეიკოპლასტად და ლეიკოპლასტი — ქრომოპლასტად.

პლასტიდებს ახასიათებს მოძრაობა, მაგალითად, ქლოროპლასტები დღისით ფოთლის ზედაპირის პარალელურად ლაგდებიან, ღამით კი — უჯრედის პლაზმის შიგნით. პლასტიდები, როგორც აღვნიშნეთ, დაყოფით მრავლდებიან.

პირენოიდები. პლასტიდების გარდა, უჯრედები შეიცავენ პროტოპლაზმური წარმოქმნის სხეულაკებს — პირენოიდებს („პირენ“ — კურკები ნაყოფებში, „კილოს“ — სახეობა, ბერძნ.). პირენოიდები მხოლოდ წყალმცენარეებს და ზოგიერთი ღვიძლის ხავსს (*Anthoceros*) ახასიათებს. პირენოიდი მომრგვალო ან კუთხოვანი ფორმისაა, ის ცილოვანი ნივთიერებისაგან შედგება და ბლანტი, თხევადი სხეულაკია. პირენოიდები დაყოფის გზით მრავლდებიან.

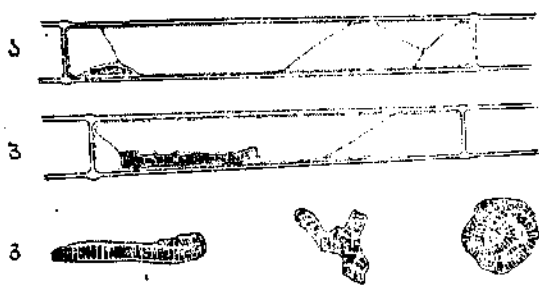
ქონდრიოსომები. მრავალი მცენარეული უჯრედის პროტოპლაზმაში, პაქტერიებისა და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებს გარდა, პატარა ზომის ფორმის სხეულაკები — ქონდრიოსომებია („ქონდრიოს“ — ნამცეცი, „სომა“ — სხეული, ბერძნ.). ქონდრიოსომების ქიმიური ბუნება პროტოპლაზმის მსგავსია. მათი ფორმა მრავალგვარია: სფერული, ანუ მარცვლის მსგავსი — მიტოქონდრიების სახეულობებითაა ცნობილი. ღაფისებრს ან ჩხირისებრს — ქონდრიოკონტებს, ხოლო ძეწკვების მსგავსებს — ქონდრიომიტებს უწოდებენ.

კონსისტენციით ქონდრიოსომები ნახევრად თხევადი სხეულაკებია, ისინი შედგებიან ცილოვანი ნივთიერებებისაგან — ფოსფატიტებისაგან, გლიცერიდებისა, რიბონუკლეინის მჟავასაგან და მგტი სიბლანტე ახასიათებთ, ვიდრე პროტოპლაზმას. ფარადობენ, რომ ერთ ქონდრიოსომაში უნდა იყოს 1 ნილიონამდე ცილის მოლეკულა. ქონდრიოსომების გამრავლება, ჩვეულებრივ, გაყოფით ხდება. მათი როლი უჯრედის ცხოველუნარიანობაში დიდია; ისინი ხელს უწყობენ სხვადასხვა ნივთიერების წარმოქმნას და დაგროვებას, მონაწილეობენ სუნთქვის, ჟანგვა-აღდგენის პროცესებში და ა. შ.

უჯრედის ორგანული და არაორგანული ნივთიერებანი (ერგასტული ნივთიერებები). ნივთიერებათა ცვლის შედეგად უჯრედში ხშირად წარმოიქმნებიან, გროვდებიან ან იშლებიან ფორმის, ზოგჯერ უფორმო (ამორფული) ნივთიერებანი. ეს ნივთიერებები წარმოშობისთანვე მონაწილეობენ უჯრედის ცხოველმოქმედებაში, რის შემდეგ იშლებიან (ქრებიან) ან ფარავი ნივთიერების სახით გროვდებიან უჯრედში. ამ ნივთიერებებს ერგასტული ნივთიერებები ეწოდება ერგასტული ნივთიერებებიდან, პირველ რიგში, ალსანიშნავია ცილოვანი ნივთიერებანი. უჯრედში ცილოვანი

ნივთიერებანი წარმოდგენილია ამორფული ან კრისტალური ნივთიერებების სახით, მაგარი ან რბილი კონსისტენციით.

ჩვეულებრივი კრისტალებისაგან განსხვავებით, ცილების კრისტალებს



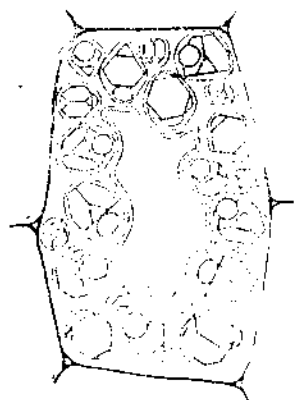
სურ. 33. ცილოვანი კრისტალები სანთლას (*Melanopyrum nemorosum*) ჯამის ფოთლების ზედაპირის უჯრედებში: ა — უჯრედი უკრისტალიდო ბირთვით; ბ — უჯრედი მსხვილი ბირთვით, რომელიც შეიცავს ცილოვან კრისტალებს; გ — კრისტალების განლაგების სხვადასხვა ტიპი.

ბი (სურ. 34) გარედან თხელი ცილოვანი შრეებითაა დაფარული, ხოლო შიგნიდან ამორფული ცილოვანი მასისაგან შედგებიან. ალვირონის მარცვლები შეიცავენ სფერული ფორმის გლობოიდებს („გლობუს“ — სფერო, ლათინ. „ვიდოს“ — სახეობა, ბერძნ.). გლობოიდების შედგენილობაში შედის კალციუმი, მავნიუმი და ფოსფორი, ერთი ალვირონის მარცვალში ერთი ან რამდენიმე გლობოიდი.

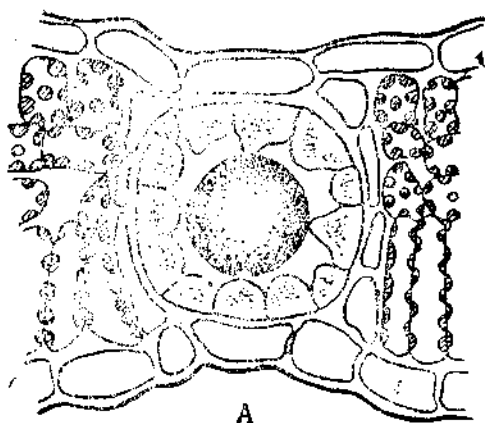
ცხიმით მდიდარი თესლების გალივებისა და წყლის შეწოვის დროს ალვირონის მარცვლები ზოგჯერ წარმოქმნიან ვაკუოლებს, რომლებიც შემდეგ ერთმანეთს უერთდებიან და ქმნიან ამინომჟავებით სავსე ერთ ცენტრალურ ვაკუოლს.

ცილოვან ნივთიერებებთან ერთად უჯრედის ერვასტულ ნივთიერებებს მიეკუთვნება ცხიმები; ცხიმები, უმეტესად, ცხიმმჟავებისაგან შედგება და თხელი ემულსიის ან წვეთების სახითაა პროტოპლაზმაში, ასევე პლასტიდებში. ცხიმოვანი ზეთები მდიდარია ზოგიერთი თესლი და ნაყოფი.

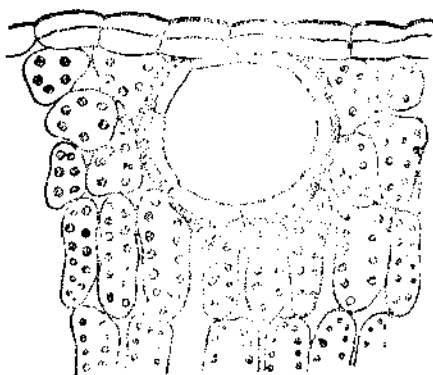
ზეთიანობით მდიდარ თესლებში მათი რაოდენობა მშრალი ნივთიერების მიმართ ზოგჯერ 70%-მდეა. თესლებიდან მიღებული ზეთი საკვებად გამოიყენება (ზეთისხილი, მზესუმზირა, კაკალი, თხილი, წიფელი და სხვ.); მისგან მზადდება მარგარინი, ხალვა, შოკოლადი, კარგი ხარისხის საპონი. ოლიფისა და ლაქების დასამზადებლად იყენებენ ტუნგოს ზეთს. სხვა ტექნიკური ზეთების მისაღებად, პირველ რიგში, ზეთის საღებავის მისაღებად, იყენებენ აბუსალათინის, სელის, კანაფისა და სხვა მცენარეების თესლებს. ცხიმზეთებთან ერთად მცენარის ვეგეტაციური ორგანოების უჯრედები შეიცავენ ეთერზეთებს (სურ. 35). ეთერზეთები განსხვავდებიან ცხიმზეთებისაგან აქროლადობითა და ძლიერი სხივოტევადობით. ეთერზეთებს ახასიათებს



სურ. 34. აბუსალათინის (*Psidium communis*) ენდოსპერმის უჯრედი ალვირონის მარცვლებით.



A



B

სურ. 35. ეთერზეთების სათესოები:

ა—კრაზანას (*Hypericum perforatum*) ფოთლის განივი კრილი; ბ—მირტის (*Myrtus ceylonica*).

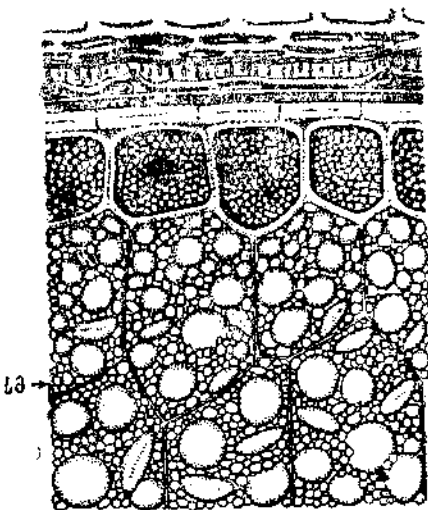
ძლიერი სურნელება, არომატულობა; ფართოდაა გამოყენებული ლიქიორის, სხვა სასმელებისა და პარფიუმერიულ წარმოებებში.

მაღალხარისხიანი ეთერზეთებით გამოირჩევიან ვარდის, ლავანდის, ფანჩხის, გერანისა და სხვა მცენარეთა ყვავილები, ფოთლები და თესლები.

მარაგ ნივთიერებათა სახით უმეტეს მცენარეებში, სოკოების გარდა გროვდება სახამებელი—ქარგად გამოსახული მარცვლების სახით. სახამებელი უმთავრესად პლასტიდებში წარმოიქმნება. სახამებელი გროვდება თესლებში ღეროში, ფოთლებში და ა. შ. (სურ. 36).

სახამებელი ქიმიურად რთული ნახშირწყალია, რომლის ემპირიული ფორმულაა ($C_6H_{10}O_5$). სახამებლის მარცვლის შიგა მასას ამილოზი ეწოდება, ხოლო გარესს—ამილოპექტორი. 65—75°-მდე გათბობის დროს სახამებლის მარცვალი ადვილად გაჯირჯდება, რის შედეგადაც გამოიყოფა ამილოპექტინი და მიიღება წებოსებრი მასა, ე. წ. ბუბკო (კლეისტერი). სახამებლის მარცვალი შედგება ერთმანეთთან მჭიდროდ მიჯრილი ნემსისებრი კრისტალებისაგან, რომელთაც სფეროკრისტალები ეწოდება. სახამებლის მარცვლის ზომა დიდად მერყეობს—2 მიკრონიდან დაწყებული 275 მიკრონამდე აღწევს, ზოგიერთი მცენარის სამარაგო ნაწილებში სახამებელი მშრალი მასის თითქმის 75%-ია (მაგ., ბრინჯი).

სახამებლის მოლეკულის პიდროლიზის დროს ხდება წყლის მოლეკულათა შემოერთება, გლუკოზის წარმოქმნა; პირიქით, გლუკოზის მოლეკულების მიერ წყლის მოლეკულის დაკარგვისას მათგან სახამებელი წარმოიქმნება.



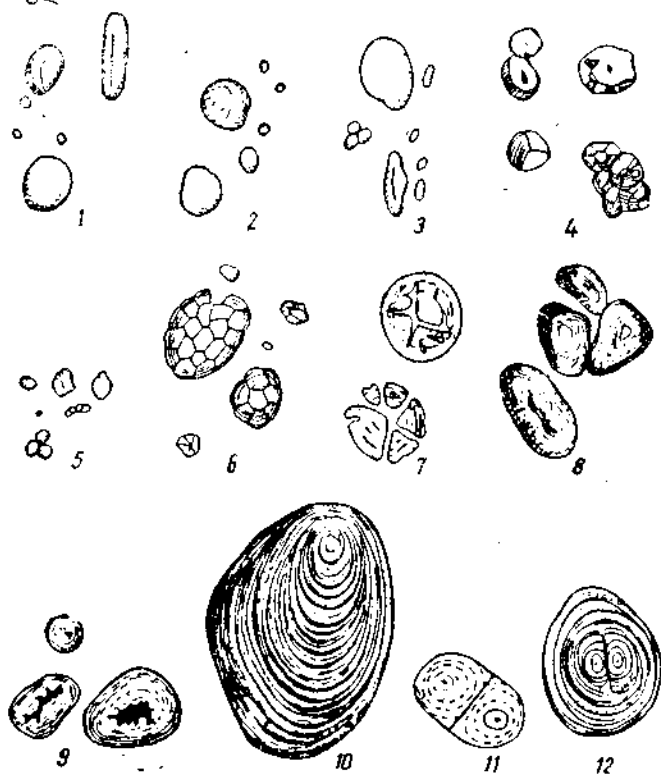
სურ. 36. ხორბლის მარცვლის პერიფერიული უბნის განივი კრილი სმენდოსპერმის თხელ-გარსიანი უჯრედი სახამებლის მარცვლებით.

სახამებლის მარცვლების ფორმა და ზომა სხვადასხვანაირია არა თუ სხვადასხვა მცენარეში, არამედ ერთი მცენარის სხვადასხვა ორგანოშიც კი.

ქლოროპლასტიდებიდან ფოტოსინთეზის შედეგად, ფოთლის ან ყლორტის საასიმილაციო ქსოვილებში წარმოშობილ სახამებელს პირველადი, ანუ ასიმილაციური ეწოდება. ეს სახამებლის მარცვლები, უმეტესად, ჩხირისებრი ფორმისაა. ასიმილაციური სახამებელი მცენარის სხვადასხვა სასიცოცხლო პროცესისათვის გამოიყენება.

ისეთ სახამებელს, რომელიც ფოთლებიდან ღეროს ქსოვილებში ხსნადი ნახშირწყლების გადაადგილების შედეგად გროვდება წვრილი მარცვლების სახით, მეორეული, ანუ ტრანზიტორული („ტრანზიტუს“—გადასვლა, ლათინ.) სახამებელი ეწოდება. მეორეული სახამებელი ხშირად დიდი რაოდენობით გროვდება გორბლის, ფესურის, ნაწილობრივ კი თესლებისა და ღეროების სამარაგო ქსოვილებში და მათ სამარაგო სახამებელი ეწოდება. სამარაგო სახამებლის მარცვლებს, ასიმილაციური და მეორეული სახამებლის მარცვლებთან შედარებით, სხვადასხვა ფორმა აქვთ. ასე, მაგალითად, ხორბლის სახამებლის მარცვლები მომრგვალო ფორმისაა, სიმინდის—პოლიგონალური, ლობიოს—ელიფსური, კარტოფილის—ოვალური და ა. შ. (სურ. 37).

სახამებლის მარცვლების სამ ფორმას არჩევენ: მარტივს, რთულსა და ნახევრად რთულს.



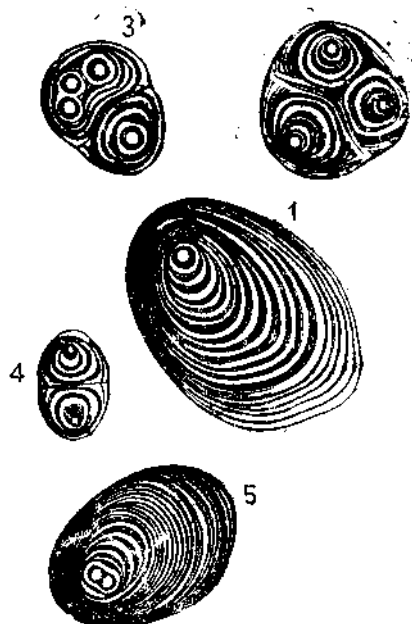
სურ. 37. სახამებლის მარცვლები:

1—ბორბლის; 2—ტყევის; 3—ჭერის; 4—სიმინდის; 5—წიწიბურას; 6—მერის; 7—ხორბლის; 8—მარცვლის; 9—ლობიოს; 10, 11, 12—კარტოფილის; 1—9—თესლის სახამებლები; 10—12—ტუბერის სახამებლები.

1) თუ პლასტიდის შიგნით სახამებლის თითო-თითო მარცვლი წარმოიქმნება, მაშინ მარცვლებს მარტივი ეწოდება, 2) როდესაც ერთი პლასტიდის შიგნით ორი ან რამდენიმე სახამებლის წარმოშობის ცენტრია და თითოეულ მათგანს საკუთარი სახამებლის შრე აქვს განვითარებული, წარმოიქმნება სახამებლის რთული მარცვლები (სურ. 38). თუ რთულ სახამებელს ახალი შრეები შემოეზარდა გარშემო—სახამებლის ნახევრად რთული მარცვლი წარმოიქმნება (სურ. 38).

სახამებლის მარტივი მარცვლები რთული ან ნახევრად რთული მარცვლები. ერთ მცენარეს შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა სახეობის მარცვლები. მაგალითად, კარტოფილის ტუბერში მოიპოვება მარტივი, რთული და ნახევრად რთული მარცვლები. პლასტიდის შიგნითა ნაწილს, რომელშიც სახამებლის წარმოშობა იწყება, სახამებლის წარმოშობის ცენტრი ეწოდება, რომლის ახალი ფენების წარმოშობის გზით სახამებლის მარცვლი იზრდება. სახამებლის მარცვლის ზრდა ხდება ორგვარად: 1) წარმოშობის ცენტრის გარშემო სახამებლის მარცვლის შრეები ყველა მიმართულებით თანაბრად ან განაწილებული, სახამებლის მარცვლის სწორი ზრდადობით ხასიათდება და მას კონცენტრული (კონ—ერთად,

უფრო ხშირია, ვიდრე სახამებლას



სურ. 38. სახამებლის მარცვლები კარტოფილის ტუბერში: 1—მარტივი მარცვლი; 2—ნახევრად რთული; 3—4—რთული მარცვლები

„ცენტრული“—ცენტრი, ლათ.) სახამებლის მარცვლი ეწოდება, 2) წარმოშობის ცენტრის გარშემო შრეები არათანაბრად ვითარდება და არათანაბრად განაწილებული ცენტრის სხვადასხვა მხარეზე,—ასეთ სახამებელს ექსცენტრული („ექს—გარე, ლათ.) სახამებლის მარცვლი ეწოდება.

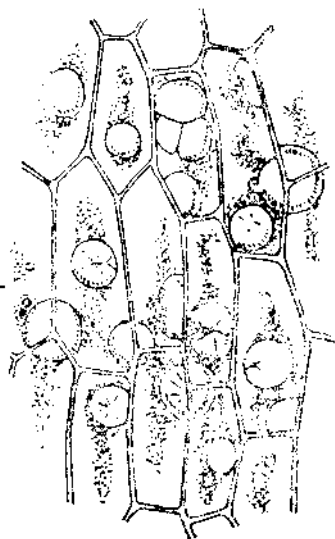
ზემოაღნიშნული ნივთიერებების (ცილა, ცხიმი, სახამებელი) გარდა უჯრედში სხვა ნივთიერებებიც არის.

უჯრედის წვენი. უჯრედის წვენი ცოცხალი უჯრედის ვაკუოლშია მოთავსებული. წვენის შეღვენილობაში, წყალთან ერთად, მრავალი ნივთიერებაა (ნახშირწყლები, გლუკოზიდები, ორგანული მჟავები, ალკალოიდები, კოლოიდური ხასიათის ნივთიერებები (ფიბრა, კაუჩუკი, გუტაპერჩი, მარილები და სხვ.).

ნახშირწყლებიდან უჯრედის წვენში ფართოდაა გავრცელებული რთული პოლისაქარიდი ინულინი („ინულია“—მზიურა, ლათინ. სურ. 39). ინულინი დამახასიათებელია რთულყვავილოვნების ბევრი წარმომადგენლისათვის, მაგალითად—ბაგეზიურა.

სპირტით გამოლესვის შემდეგ მიკროსკოპულად ინულინი სფერო-კრისტალების სახითაა უჯრედში. უჯრედის წვენის ნახშირწყლებს მიეკუთვნება აგრეთვე მონოსაქარიდები და დისაქარიდები. დისაქარიდებიდან უჯრედის წვენში აღსანიშნავია საქაროზა, ანუ ლერწმის შაქარი. საქაროზით მდიდარია

შაქრის კარხალი და შაქრის ლერწამი, ის, ხშირია აგრეთვე სხვადასხვა მცენარის ნაყოფებში (ნესვი, სახამთრო და სხვა). მცენარეებში მონოსაქარიდებიდან უმთავრესად გვხვდება გლუკოზა და ფრუქტოზა. გლუკოზა, ანუ ყურძნის შაქარი მეტად გავრცელებული მონოსაქარიდია და ხშირად ვხვდებით ნაყოფების უჯრედების წვენი (ყურძენი). ფრუქტოზა მონოსაქარიდებს მიეკუთვნება და ხშირად სხვადასხვა ნაყოფის უჯრედებში გვხვდება. უჯრედის წვენი წარმოიქმნება აგრეთვე სხვადასხვა პიგმენტი („პიგმენტუმი“ — საღებავი, ლათინ.) ანთოციანისა და ანთოქლორის სახით.



სურ. 29. ბურბუშელას ფესვის უჯრედში წითლის სფეროციტები.

ანთოციანები ფართოდ გავრცელებულია მაღალი მთისა და ჩრდილოეთის მცენარეებში (ე. რაზდორსკი). ანთოციანთან კიმიური ბუნებით ახლოა უჯრედის წვენის ყვითელი პიგმენტი — ანთოქლორი („ქლორისა“ — მომწვანო-ყვითელი, ბერძნ.), რომელიც ხშირად გვირგვინის ფურცლებშია (მაგ. ფურისულა; სელიჭა და სხვ.), იშვიათად — ნაყოფებში (ციტრუსები) და უფრო იშვიათად — ფოთლებსა და ლერწებში.

ცალკე დაგროვების სახით მცენარის სხვადასხვა ორგანოში ან უჯრედის წვენი ვხვდებით მთრიმლავ ნივთიერებებს. მთრიმლავი ნივთიერებანი ძველთაგანვე ცნობილი იყო ადამიანისათვის ტყავის გამოსაქნელად. მთრიმლავი ნივთიერების შემცველ მცენარეებში (თრიმლი, მუხა, თუთუბო, მოცვი, ღვია, დათვის კენკრა, წაბლი, კაკალი და სხვ.) ნივთიერებები მოიპოვებიან ფოთლებში, ქერქის უჯრედებში, ფესვებში, ნაყოფებში და სხვ.

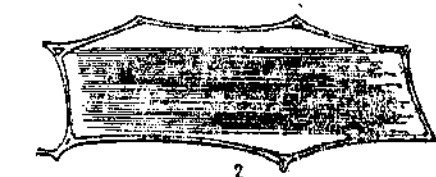
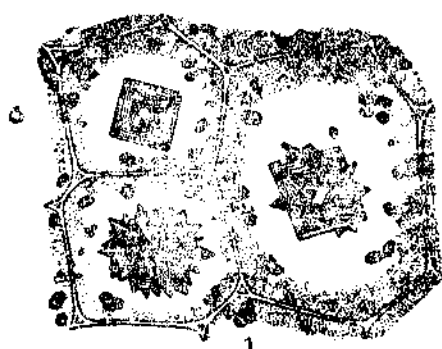
უჯრედის წვენის შედგენილობაში შედის ორგანული მჟავები სხვადასხვა სახით, მათ შორის ფართოდაა გავრცელებული: მჟაუნმჟავა, რომლის საუკეთესო მაგალითია მცენარე მჟაუნა, ვაშლმჟავა — ვაშლის მკვახე ნაყოფებში, ღვინისმჟავა — ვაშის ნაყოფებსა და ფოთლებში, ლიმონმჟავა თვით ლიმონისა და სხვა ციტრუსოვანთა ნაყოფებში. უჯრედის წვენი საკმაოდაა წარმოდგენილი ამინომჟავებით, მაგალითად, ასპარაგინი, რომლითაც მდიდარია სატაცური (Asparagus). ზოგიერთი მცენარის უხვწვენიანი ნაყოფის უჯრედის წვენი გროვდება წყალში ხსნადი პექტინოვანი ნივთიერებები. პექტინოვანი ნივთიერებები კოლოიდური ხასიათისაა და კიმიურად ნახშირწყლებს ემსგავსებიან. პექტინოვანი ნივთიერებებით მდიდარი ნაყოფების მოხარშვისას (ცი-

ტრუსების, ვაშლის, კომშისა და სხვათა ნაყოფები) მიიღება ლაბისებრი სითხე, ე. წ. „შელე“.

უჯრედის წვეწვში ხშირად წარმოიქმნება ტუტე თვისებების აზოტმემცველი ნივთიერებები—ალკალოიდები, ადვილად ხსნადი მარილების სახით. ალკალოიდებს ეკუთვნის ბევრი მცენარეული წარმოშობის სამკურნალო ნივთიერება, როგორიცაა: ქინაქინი, ატროპინი, მორფინი, კოდეინი და სხვ. ზოგიერთ ალკალოიდს იყენებენ მცენარეთა მავნებლების წინააღმდეგ, მათ შორის ანაბაზინსა და ნიკოტინს. ალკალოიდებით მდიდარია ზოგიერთი ოჯახის (ძალუფურძენასებრთა, ყაყაჩოსებრთა, ბაიასებრთა და ენდროსებრთა) წარმომადგენლები.

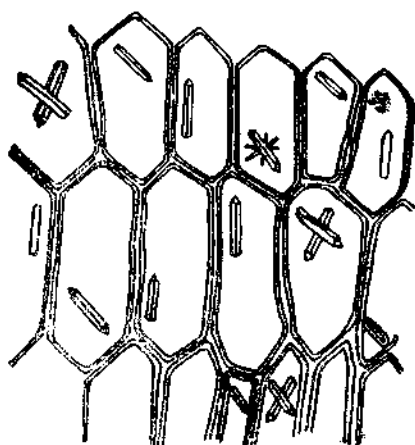
უჯრედის წვეწვში ვპოულობთ მინერალურ ელემენტებს, კერძოდ კალიუმს, კალციუმს, მაგნიუმსა და სხვ. ხშირად მასში აგრეთვე ნიტრატული იონებია (ნაცარქათამაში, ჯიჯილაყაში და სხვ.).

კალიუმის მარილებს ხშირად ვხვდებით მცენარის მჯარდ ნაწილებში. მცენარეთა უჯრედებში ვპოულობთ კალციუმს მგაუნმეავე კალციუმის კრისტალების სახით. ასეთი კრისტალების წარმოქმნა მგაუნმეავეს მომწამვლელი მოკმედების განეიტრალებას მოასწავებს და ხშირად ამაშია კალციუმის ერთერთი დადებითი მნიშვნელობა მცენარისათვის.



სურ. 41. 1ა—დრუზა ბეგონიას (Begonia) ფოთლის უჯრედში; 2—რაფიდიების კონა.

ზემოაღნიშნული მარილების—კრისტალების გარდა, უჯრედში სხვა კრისტალებიცაა—თაბაშირი, მგაუნმეავე მაგნიუმი და კაფოვანა (სილიციუმმეავე);



სურ. 40. კრისტალები და მისი შენაზარდები ხახვის ქერქში.

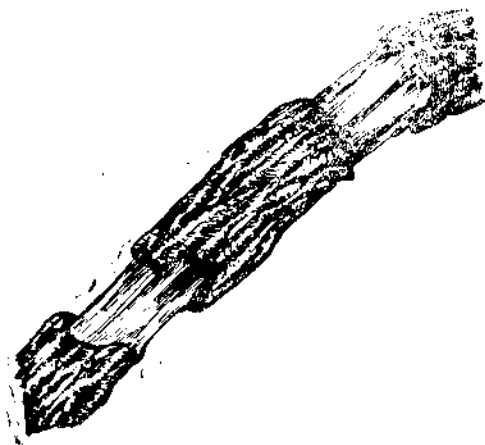
მგაუნმეავე კალციუმი, ანუ კალციუმოქსალატი სხვადასხვა სახითაა წარმოდგენილი; ეს კრისტალები (სურ. 40) წაგრძელებული პრიზმის, ზოგჯერ რომბის ფორმისაა.

რაფიდეები (სურ. 41) ეწოდება ბოლოებწაწვეტილ, ნემსისებრ კრისტალებს, რომლებიც ერთმანეთთან პარალელურად არიან განლაგებული. დრუზები მრავალი პირამიდული ფორმის ერთმანეთთან შენაზარდი კრისტალებია. სფეროკრისტალები ნემსისებრად განლაგებული კრისტალებია, რომლებიც სფერულ სხეულებს ქმნიან.

ისინი მაგარი კრისტალური სხეულებია; მათ შრიანობა და რადიალური ზოლიანობა ახასიათებს.

მცენარეთა დიდ უმრავლესობას აქვს რძეწვენი გაყოფის თვისება. განსაკუთრებით სხვადასხვა დაზიანების დროს; რძეწვენი თეთრი, ყვითელი, ღია-ყვითელი, მონარინჯო და წითელი ფერისაა. რძეწვენს, უმთავრესად: რძიანასებრთა, რთულყვავილოვანთა, ძალყურთენასებრთა, ყაყაჩოსებრთა, მაჩიტისებრთა და სხვა ოჯახების წარმომადგენლები შეიცავენ.

რძეწვენში არის სახამებლის მარცვლები, კაუჩუკი და გუტაპერჩი. კაუჩუკიანი მცენარეებიდან აღსანიშნავია: ქოქ-სალიზი, ყირიმ-სალიზი, ტაუ-სალიზი (სურ. 42) და სხვა რთულყვავილოვნები; გუტაპერჩი დიდი რაოდენობითაა ჭანჭყატის ფესვებსა და ევკომიის ფოთლებში.



სურ. 42. კაუჩუკის ტიპი ტაუ-სალიზის (Scorzonera tansaghyz) ფესვზე.

ფერმენტები ანუ, ენზიმები. ფერმენტები („ფერმენტუმ“ — შედგენილი, ლათინ.) ცილოვანი ბუნების ჰიდროფილური კოლოიდებია და კატალიზატორის როლის შემსრულებელ ნივთიერებებს წარმოადგენენ. ფერმენტები პროტოპლაზმისაგან არიან წარმოქმნილი. მათი როლი ბიოქიმიური პროცესების დაჩქარებაში გამოიხატება. ფერმენტების მცირე ოდენობას შეუძლია დიდი რაოდენობის ორგანული

ნივთიერება გარდაქმნას და მიღებულ პროდუქტში ისინი უკვე აღარ არიან. ფერმენტები, მათ მიერ გამოწვეული რეაქციების მიხედვით, რამდენიმე ჯგუფად იყოფა: 1) ჰიდროლაზებად, 2) დამშლელ და 3) დამეანგველ-აღმდგენელად. ასე მაგალითად, ჰიდროლაზების ჯგუფის ფერმენტი ინვერტაზა („ინვერტანე“ — გადამბრუნება, ლათინ.) საქაროზის ჰიდროლიზის დროს გლუკოზას და ფრუქტოზას წარმოქმნის. დამშლელი და დამეანგველ-აღმდგენელი ფერმენტების ჯგუფიდან აღსანიშნავია: კატალაზა („კატალაზის“ — დაშლა, ბერძ.), რომელიც წყალბადის ზეჟანგს წყლად და მოლეკულურ ჟანგბადად შლის, და პეროქსიდაზა („პერ“ — ძლიან, „ოქსი“ — შეაფე, ლათინ.), რომელიც წყალბადის ზეჟანგით ორგანული ნივთიერების დაჟანგვას იწვევს.

ეს ფერმენტები (კატალაზა და პეროქსიდაზა) აქტიურად მონაწილეობენ სუნთქვისა და დუღილის პროცესებში.

ვიტამინები. ვიტამინები („ვიტა“ — სიცოცხლე, „ამინი“ — სიცოცხლისათვის აუცილებელი, ლათინ.) ისეთ ორგანულ ჯგუფს მიეკუთვნებიან, რომლებსაც დიდი მნიშვნელობა აქვთ ადამიანის ცხოვრებაში. ვიტამინებთან საკვები ნივთიერების ან მზა ვიტამინების გამოყენება ხელს უწყობს ადამიანის ორგანიზმის ზრდასა და განვითარებას.

თუ ადამიანის ორგანიზმში მცირე დოზით მანძი არ ღებულობს ვიტამინებს (საკვებში ან ცალკე), იგი ავადდება ისეთი სნეულებით, როგორცაა,

სურავანდი, პელაგრა, რაქიტი და სხვა. ვიტამინებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ აგრეთვე ცხოველების ზრდა-განვითარებისათვის. ვიტამინების მიუღებლობა ცხოველებშიც სხვადასხვა ავადმყოფობას იწვევს.

ჯერჯერობით ოცზე მეტი სხვადასხვა ვიტამინია ცნობილი და შესწავლილი. ვიტამინებიდან აღსანიშნავია შემდეგი: ვიტამინი A, რომელიც წარმოქმნილია პროვიტამინ-კაროტინისაგან—ჩნდება ადამიანისა და ცხოველის ღვიძლში. კაროტინი მაღალმოლეკულური უჯვრი რიგის ნახშირწყალია. კაროტინით მდიდარია ასკილის, პომიდორის, მოცხარის, ცირცველის ნაყოფები, სტაფილოს ფესვები, ისპანახის, სამეურას, ჭინჭრის ფოთლები და ა. შ.

ვიტამინი A აზუთებს და ახორციელებს სიღამწვრეს და ჭრილობებს. ხელს უწყობს მხედველობის მეტ უნარიანობას. ვიტამინი B ჯგუფის ვიტამინებს მიეკუთვნება B₁, B₂, B₃, B₁₂ და სხვა ვიტამინები. ვიტამინი B₁ შედგება ნახშირბადის, წყალბადის, ჟანგბადის, აზოტისა და გოგირდშეგვასაგან, ვიტამინი B₁ ხელს უწყობს ნერვული სისტემისა და ზრდის პროცესების რეგულირებას. ვიტამინი B₁ მოიპოვება თესლის კანსა და ჩანასახში, მარცვლოვანთა ღივში, ლუდის საფუარში და სხვ. ვიტამინი B₂ მცენარის სუნთქვის პროცესებში მონაწილეობს.

ვიტამინი C ნახშირბადის, წყალბადისა და ჟანგბადისაგან შედგება და ასკორბინის შეგვას წარმოადგენს. ეს ვიტამინი, უმეტესად, ასკილის, ვაშლის, მოცხარის, ღიმონისა და ფორთოხლის ნაყოფებში, ბოსტნეულობიდან—კომბოსტოში, ხახვსა, ნიორსა და პირშუშხას ფესვებშია, აგრეთვე ნაძვისა და ფიჭვის წიწვებშიც. ეს ვიტამინი ხელს უწყობს დამჟანგველი ფერმენტების მოქმედებას.

უჯრედის ზრდისა და ფორმათა წარმოქმნის პროცესებში დიდ როლს ასრულებენ ე. წ. ზრდის სტიმულატორები („სტიმულატორ“—გაღვიძება, გასწრება, ლათ.), რომლებიც ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებია. ზრდის სტიმულატორებს ფიტო-ჰარმონებსაც („ფიტონ“—მცენარე, „ჰარმონ“—გამოწვევა—ბერძნ.) უწოდებენ.

პირველი მეცნიერული ცნობები, ზრდის სტიმულატორების, ანუ ჰორმონების შესახებ აკადემიკოსმა ნ. ხოლოდნიმ მოგვაწოდა, თუმცა ჯერ კიდევ ჩ. დარვინი ვარაუდობდა ამ ნივთიერების არსებობას. მიკროორგანიზმებიდან გამოყოფილ პეტეროაუქსინიდან („პეტეროს“ სხვა, ბერძნ.) თავისებური ფიზიოლოგიური ქმედებით დიდ მსგავსებას ამჟღავნებს მცენარის მიერ გამომუშავებული აუქსინი („აუქსინო“—ვიზრდები, ბერძნ.).

აუქსინი, უმთავრესად, ემბრიონულ ქსოვილებშია. იგი აძლიერებს საკვებში ნივთიერების დაგროვებას, რითაც ხელს უწყობს არსებული უჯრედების ზრდას. აუქსინი ცნობილია ა და ბ აუქსინის სახით. ქიმიის თანამედროვე მიღწევების საფუძველზე მიღებულია სინთეზური აუქსინი, რომელსაც პეტეროაუქსინი ეწოდება, რადგან იგი საფუძვლით არ ჰგავს ბუნებრივ აუქსინს.

პეტეროაუქსინი და სხვა ზრდის ნივთიერებები (ინდოლილმარმეა, ნაფტალენმარმეა; 2—4 დიქლოროფენოქსილმარმეა, 2, 4, 5—ტრიქლოროფენოქსილპროპიონისმარმეა და სხვა) ფართოდ გამოიყენება სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში კალმების დაფესვიანების სტიმულაციისათვის, ნაყოფსამოიარობის გასაძლიერებლად, უთესლო ნაყოფების მისაღებად და სხვ.

დიდი ხანი არაა, რაც ნიადაგის სოკოებში აღმოაჩინეს ზრდის ნივთიერება—გიბერელინი, რომელიც მთელ რიგ მცენარეებზე

იძლევა კარგ შედეგებს მწვანე მასის, ნაყოფის რაოდენობის გაზრდის მხრივ. გიბერელინებით შეიძლება დავაჩქაროთ მცენარის ზრდა, ორწლოვანი მცენარეები გადავაქციოთ ერთწლოვანად და სხვ.

ანტიბიოტიკები. ანტიბიოტიკები („ანტი“—საწინააღმდეგო, „ბიოტიკუს“—სასიცოცხლო, ბერძნ.) მცენარეული წარმოშობის თხევადი და აქროლადი ნივთიერებებია. ანტიბიოტიკებს ზრდის შეჩერების, ბაქტერიებისა და მიკრობების სიკვდილიანობის გამოწვევის უნარი აქვთ, თუმცა ზოგიერთი მათგანი, თუ ერთი წყება მიკრობებისათვის გამანადგურებელია, მეორე წყება მიკრობებისათვის შეიძლება უვნებელი იყოს. ანტიბიოტიკებს, როგორც სამკურნალო საშუალებებს, ფართოდ იყენებენ სხვადასხვა ინფექციური დაავადების წინააღმდეგ. ცნობილი ანტიბიოტიკებია: პენიცილინი—ობის სოკოებისაგან და სტრეპტომიცინი—აქტინომიცეტებისაგან.

უმაღლეს მცენარეებში (უმათავრესად ყვავილოვნები) ანტიბიოტიკების ქიმიური მსგავსი ნივთიერებები პირველად შეისწავლა საბჭოთა მეცნიერმა—ბ. ტოკინმა. ამ ნივთიერებებს მან ფიტონციდები უწოდა („ფიტონ“—მცენარე, ბერძნ. „ცედერი“—მოკვლა, განადგურება, ლათია.). ფიტონციდები, ჩვეულებრივ, აქროლადი ნივთიერებებია, რომლებიც უარყოფითად მოქმედებენ სხვადასხვა მიკრობსა და პარაზიტზე. ფიტონციდებით მდიდარი მცენარეებიდან აღსანიშნავია: ხახვი, ნიორი, პირშუშხა, წიწკა, მღოფი და სხვა.

უჯრედის გარსი. ყველა მცენარის (ზოგიერთი უდაბლესი მცენარის განოჯლებით) უჯრედს აქვს გარსი, რომელიც პროტოპლაზმის ცხოველმოქმედების შედეგია. უჯრედის გარსი, ძირითადად, შედგება ცელულოზისაგან და პექტინოვანი ნივთიერების მინარევებისაგან. ცელულოზა ხასიათდება მოლექულების რთული აღნაგობითა და კოლოიდური ბუნებით; იგი წარმოადგენს გელს და პოლისაქარიდებს მიეკუთვნება. გარსი სტრუქტურულად ცელულოზის მიცელებისაგან შემდგარი სხეულია.

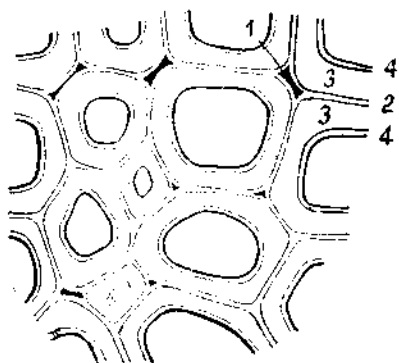
უჯრედის გარსი წყალში არ იხსნება, მაგრამ წყლისა და მასში გახსნილი ნივთიერების გამტარია. ცელულოზა იხსნება სპილენძის ჟანგის ამონიაკურ ხსნარში (შეეცერის რეაქტივი), ქიმიურად ინდიფერენტული ნივთიერებია, ნეიტრალური რეაქციის, მაღალი ტემპერატურისადმი მდგრადია. გარსებს შორის არსებული პექტინოვანი ნივთიერებებით გარსები ერთმანეთს უკავშირდებიან. პექტინოვანი ნივთიერება შედგება ორი ნაწილისაგან: უხსნადი პექტინისაგან ანუ პროტოპექტინისაგან და ხსნადი პექტინი—ჰიდრატოპექტინისაგან. მკვახე ნაყოფის სიმავრე გამოწვეულია პროტოპექტინით, დამწიფების დროს პროტოპექტინი ფერმენტების მოქმედებით გარდაიქმნება ჰიდრატოპექტინად, გადადის უჯრედის წვენიში და რბილდება. ახალგაზრდა უჯრედის გარსი უმეტესად პექტინოვანი ნივთიერებებითაა მდიდარი, ხოლო ხნიერი უჯრედების გარსში იგი მცირე რაოდენობითაა.

უჯრედის გარსის შედგენილობაში. ცელულოზასთან და პექტინებთან ერთად, მოიპოვება ჰემიცელულოზა, რომელიც ისე, როგორც ცელულოზა—პოლისაქარიდია. აგებულებით ცელულოზას და სახამებელს უახლოვდება. იგი ცელულოზასთან შედარებით ქიმიური აგენტებისადმი ნაკლებ მდგრადობას ამჟღავნებს. ენზიმ ციტაზას მოქმედებით განიცდის ჰიდროლიზს, რის შედეგადაც მცენარის მიერ გამოიყენება როგორც სამარაგო ნივთიერე-

ბა. ჰემიციტულოზა თესლებში (სიმინდი, პალმები), მერქანში ან ზოგჯერ კვირტებში გროვდება.

ციტულოზას, რომელსაც, უმთავრესად, მერქნიდან იღებენ, დიდი გამოყენება აქვს ტექნიკასა და მრეწველობაში. სათანადო დამუშავების შედეგად მისგან მიიღება ხელოვნური აბრეშუმი — „ვისკოზი“ (ციტულოზაზე მწვავე ნატრიუმისა და გოგირდნახშირბადის მოქმედებით). ცელულოზისაგან აგრეთვე ღებულობენ პიროქსილინს (წყალბადატომების ჩანაცვლებით ნიტროჯგუფთან), რომელიც ფეთქებად ნივთიერებას წარმოადგენს. ცელულოზაზე სხვადასხვა მგავას მოქმედებით მიიღება ამილოიდი, ხოლო ამილოიდიდან — პერგამენტის ქაღალდი. ცელულოზიდან სხვადასხვაგვარი დამუშავებით ღებულობენ აგრეთვე საფილტრავ და საწერ ქაღალდს; ბამბისა და სელის ბოჭკოები, რომლებიც საფეიქრო მრეწველობაში გამოიყენება, ცელულოზას წარმოადგენენ.

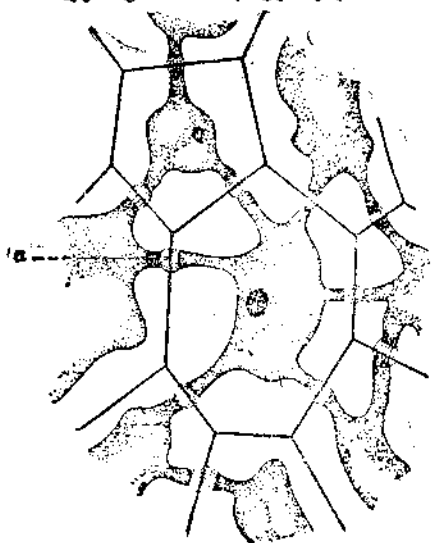
უჯრედის გარსი ზრდის პირველ ხანებში სქელდება ან ოდნავ იწყებს გასქელებას, უფრო კი ხდება სიგრძეზე გაწევა და ცელულოზის შემომატება ე. წ. ინტუსუსცეპციით („ინტუს“ — შიგნით, სუსცეპციით — აღვიქვამ, ბერძნ.). ინტუსუსცეპცია ეწოდება ისეთ ზრდას, როდესაც პროტოპლაზმის მიერ წარმოქმნილი ახალი ნივთიერებები ძველ ნაწილებს შორის თავსდება. ასეთ მოვლენას, როცა ზრდადამთავრებული უჯრედის გარსს შიგნიდან ცელულოზის ახალი ფენები ემატება და გარსი თანდათანობით სქელდება, აპპოზიციის („აპპოზიციო“ — მიმატება, ლათ.) ეწოდება. გარსის გასქელების დროს წარმოიქმნება რამდენიმე შრე (სურ. 43). ამ შრეებიდან ყველაზე ახალგაზრდა შრეა შიგნითა, ხოლო ძველი — გარეთა; გარეთა შრეს პირველადი გარსი ეწოდება; პირველადი გარსის შიგნით მეორადი შრეა, რომელსაც მეორად გარსს უწოდებენ. მეორადი გარსი უჯრედის გარსის მთავარი ნაწილია. უჯრედის გარსის ყველაზე შიგა ნაწილს — შრეს მესამეულს გარსი ეწოდება. ასე რომ, მეორადი გარსი პირველ და მესამეულ გარსს შორის მდებარეობს. გარსის სისქეზე ზრდა, უმთავრესად, გარსის ზედაპირული ზრდის შედეგად მიმდინარეობს. გარსს ახასიათებს გარეგანი და შინაგანი გასქელება. პირველად გარსს პროტოპლაზმიდან ახალი შრეები ეფინება მეორადი და მესამეული გარსების სახით. ამ შრეების დაფენა (დალაგება) ყველგან არ ხდება მის შინაგან ზედაპირზე, არამედ რჩება გარსის გაუსქელებელი თხელი ადგილები. ამ ადგილებს ფორები ეწოდება. ფორებში გამავალი პროტოპლაზმური დაფენების — პლაზმოტეცემების (სურ. 44) საშუალებით — მეზობელი უჯრედები ერთმანეთს უკავშირდებიან.



სურ. 43. გახეხილი გარსის აგებულების სქემა: 1 — უჯრედშორისი ნივთიერება, 2 — პირველადი გარსი, 3 — მეორადი გარსი, 4 — მესამეული გარსი.

ფორების ფორმა სხვადასხვანაირია, მაგალითად, პარენქიმული ქსოვი-

ლის უჯრედებში მომრგვალო, ხოლო პროზენქიმულში გრძელი ფორმები, რომლებიც ხშირად უჯრედში ირიბად არიან განწყობილი, რის გამო უჯრედები ირიბად დასერილია. წიწვოვანი მცენარეების უმეტესობას უჯრედების რადიალურ კედლებზე გარემოიანი ფორები (სურ. 45) აქვს. უჯრედის გარსი ზრდისა და განვითარების სხვადასხვა სტადიაში ღრმა ცვლილებებს განიცდის. ეს ცვლილებებია: გარსის გახევება—ლიგნიფიკაცია, კუტინით გაფენთვა—კუტინიზაცია, გაკორპება—სუბერინიზაცია, გალორწოება და ლინერალიზაცია;



სურ. 44. ფინიკის პალმის (*Phoenix dactylifera*) თესლის ეპიდერმისის უჯრედების პლასმოდესმები.

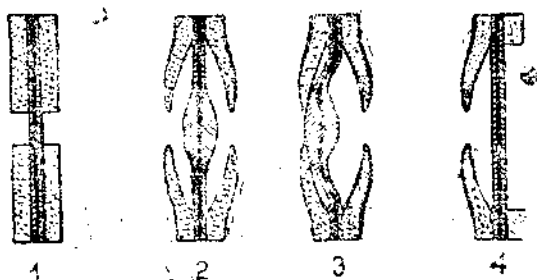
უმთავრესად ნახშირბადის, წყალბადისა და ფანგბადისაგან. ყვითელი ფერის მწელად ხსნადი ამორფული ფხვნილია. გახევება მეტად ზღუდავს გარსის

ელასტიკურობას, სამაგიეროდ აძლიერებს მის სიმგრტეს, სიმკვრივეს. ასე, მაგალითად, სართავი მცენარეების ბოჭკო რბილი და ელასტიკურია დასაშუშავებლად, ვინაიდან გაუხვევებელია, მაგრამ ხე და ბუჩქ-მცენარეების მერქნის უჯრედები გახვევებულია და ამდენად მათ ფართოდ იყენებენ სამშენებლო და საავეჯო მრეწველობაში. გახვევების საწინააღმდეგო პროცესია დელიგნიფიკაცია, ე. ი. ლიგნინის გამოყოფა და დაშლა.

გაკორპება. ამ პროცესს იწვევს გარსის განსაკუთრებული ნივთიერებით—სუბერინით („სუბერ“—კორპი, ლათინ.) გაფენთვა: სუბერინი ცხიმოვანი ნივთიერებების ნარევი; გაკორპებული გარსი წყალსა და ჰერს არ ატარებს. გაკორპება ცელულოზის ქიმიური ცვლილებების შედეგია.

გარსის სრულმა გაკორპებამ შეიძლება უჯრედის სიკვდილი გამოიწვიოს. სუბერინით გაფენთვითი უჯრედებისაგან შედგება *Quercussuber*-ზე (კორპის მუხა) განვითარებული კორპის სქელი ფენა; მას ფართოდ იყენებენ მრეწველობაში.

უმალეს მცენარეებში (ხავსების გარდა) გარსის გახევება მნიშვნელოვანი პროცესია. გარსის გახვევების შემთხვევაში მისი ცელულოზა ლიგნინით იფლნთება, რასაც ლიგნიფიკაციას („ლიგნონი“—„ფაცერე“—კეთება, ლათ.) უწოდებენ. ლიგნინი რთული ორგანული ნივთიერებაა და არიმატული რიგის ნაერთებს შეიცავს. იგი შედგება



სურ. 45. ფორმების ტიპები.
1—მარტივი, 2—გალეომორფი, 3—სასქერადგარემოიანი

უჯრედის გარსის ზედაპირზე ხშირად გამოიყოფა ცხიმმაგვარი ნივთიერება, რომელსაც კუტინი ეწოდება, ხოლო ამ მოვლენას—კუტინიზაცია („კუტის“—კანი, ლათინ.); კუტინიზებული გარსი არ ატარებს არც წყალს და არც ჰაერს. კუტინიზაციას განიცდის მეტწილად ფოთლისა და ყლორტის კანი. კუტინის შრეს, რომელიც ორგანოს გარედან ეკვრის—კუტიკულა ეწოდება. მისგან გაჯღენთილი უჯრედებით დაფარვის გამო მცენარე ნაკლებ წყალს კარგავს და უარყოფითი ფაქტორების ზემოქმედებისაგან შედარებით დაზღვეულია.

გარსის გაღორწოიანება. ამ დროს გარსიდან გამოიყოფა ე. წ. გუმფისი, რასაც გარსის ცელულოზა და პექტინოვანი ნივთიერებების ქიმიური ცვლილებები იწვევენ. ლორწოსა და გუმფისის ქიმიური ბუნება არაა ზუსტად ცნობილი. აქედან გუმფისს აკუთვნებენ ბენინების ტიპის ჰემიცელულოზას. გარსის გაღორწოიანება გამოწვეულია მცენარის გარემო პირობებით, რაც მრავალი მაგალითით დასტურდება. ასე, მაგალითად, სელისა და კომშის თესლები დასველების დროს ლორწოს გამოყოფენ; ეს ლორწო წებოვნების გამო ამავრებს თესლს ტენიან ადგილზე ნიადაგში, რითაც ხელს უწყობს თესლს წყლის შეწოვაში.

უდაბნოების ზოგიერთი მცენარის ფოთლის კანის უჯრედებიდან გამოყოფილი ლორწო მცენარეს იცავს ზედმეტი აორთქლებისაგან. მცენარის პათოლოგიური მოვლენების—გუმოზისის (ბაქტერიებისა და სოკოების მოქმედებით) დროსაც უჯრედები ლორწოს გამოყოფენ, როგორც საბურველს წყლის დასაზოგადად.

სხვადასხვა მცენარის უჯრედის გარსი მინერალური მარილებით, უმთავრესად კაჟოვანას და კალციუმის ნალექებით, არის გაჯღენთილი. გარსში მარილები ამორფული ან კრისტალური ფორმის არიან.

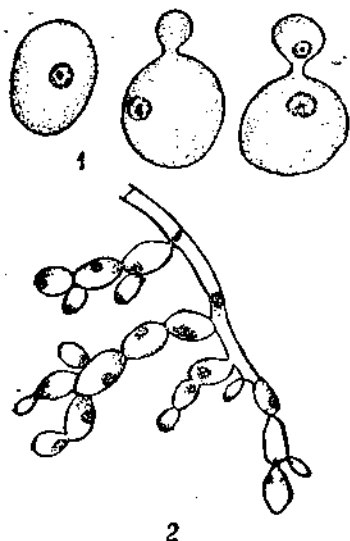
სილიციუმმაგვარი მდიდარია (შვიტების) მარცვლოვნებისა და სხვა ზოგიერთი მცენარის ღეროს (ბამბუკი) და ფოთლების უჯრედების გარსებში. აქ განსაკუთრებით აღსანიშნავია კაჟოვანი წყალმცენარეები (Diatomae). კალციუმი მრავალი მცენარის უჯრედების გარსებში ნახშირმაგვა და მჟაუნმაგვა კალციუმის სახითაა, კრისტალური ფორმის ნახშირმაგვა კალციუმი მსუსხავი ბეჭეების უჯრედებში, ფოთლის სირბილეში გვხვდება, მათ ცისტოლოგიები ეწოდება. გარსებში ან მათ ზედაპირზე მინერალური მარილების გამოყოფას გარსის მინერალიზაციას უწოდებენ.

მრავალუჯრედიანი მცენარეების უჯრედები ზოგჯერ ერთმანეთს უშუალოდ გარსებით კი არ ეხებიან, არამედ მათ შორის უჯრედშორისი სივრცეები რჩება. ზოგჯერ ისინი ერთდებიან და გრძელ ზოლებს ქმნიან და მათ უჯრედშორისი სავალები ეწოდება.

უჯრედშორისი სავალები ხშირად ფოთლის ბაგეებით ატმოსფეროს ჰაერს ეხებათ და ასიმილაციის დროს მცენარე ამ ჰაერით სარგებლობს. უჯრედშორისებში იმყოფება ჰაერი, რომელიც შეიძლება ძალიან გაჯღენთილი იყოს წყლის ორთქლით; ასევე შესაძლებელია, რომ უჯრედშორისებში იყოს თვით უჯრედებიდან გამოყოფილი ზოგიერთი ნივთიერება. თუ სივრცეები უჯრედების ერთმანეთისაგან დაცილებით წარმოიქმნებიან, მაშინ ისინი სქიზოგენურია („სქიზი“—ვყოფ, ბერძნ.), მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში

სივრცეების წარმოსაშობად უჯრედების წყება იშლება, მაშინ მათ ლიზიგენური („ლიზის“—გახსნა, დაშლა, ბერძნ.) უჯრედშორისები ეწოდება.

უჯრედის წარმოქმნა. ახალი უჯრედების წარმოქმნის გავრცელებულ ფორმას წარმოადგენს უჯრედის პირდაპირი დაყოფა (ამიტოზი). პირდაპირი დაყოფის დროს ხდება ბირთვების, შემდეგ კი უჯრედების დანარჩენი ნაწილების გადანაწილება და ორად გაყოფა.



სურ. 46. უჯრედის გამრავლება დაკვირვებით.

1—პურის საფუარის უჯრედის დაკვირვება (*Saccharomyces cerevisiae*).

2—ჩანთიანი სოკოს (*Endomyces fibuliger*) მიცელიუმის უჯრედებისაგან დაკვირვებით წარმოქმნილი კრიალოსნისმაგვარი სხეული.

უჯრედების წარმოქმნის არანაკლებ გავრცელებული ფორმაა—დაკვირტვა. დაკვირტვის დროს დედა-უჯრედი ივითარებს ბატარა გამონაზარდს, რომელიც თანდათან იზრდება. შემდეგ კი გამონაზარდი სცილდება მას და ახალი დამოუკიდებელი უჯრედი ვითარდება. ზოგჯერ ეს ახალი უჯრედი, დედა უჯრედივით იკვირტება. დედა უჯრედი ერთ ან რამდენიმე გამონაზარდს იკეთებს და დაკვირტვა ისე სწრაფად ხდება, რომ უჯრედები (გამონაზარდები) ერთმანეთისაგან განცალკევებას ვერ ასწრებენ და ხშირად „კრიალოსნისმაგვარი“ (სურ. 28) ძაფები ჩნდება; ასეთი დაკვირტვის საუკეთესო მაგალითია საფუარა სოკოები (სურ. 46).

უჯრედის წარმოქმნის ერთ-ერთი ფორმა აგრეთვე კოპულაციაა. კოპულაციის პროცესი მდგომარეობს ორი გამეტის შეერთებაში, რის შედეგადაც ზიგოტა წარ-

მოიქმნება. ზიგოტა თავისი განვითარების პროცესში ისევ ახალ უჯრედებს წარმოშობს.

ქ ს ო ვ ი ლ ე ბ ი

მორფოლოგიურად ერთნაირი აგებულებისა და ფიზიოლოგიურად ერთნაირი ფუნქციების შემსრულებელ უჯრედების კომპლექსს ქსოვილი ეწოდება. არსებობს ქსოვილთა მრავალი სახე, რომლებიც მრავალგვარი შეხამებით განაპირობებენ ამა თუ იმ მცენარის ორგანოს შინაგანი აგებულების მრავალფეროვნებას.

უდაბლესი მცენარეების ერთუჯრედიან და მრავალუჯრედიან ფორმებში უჯრედი უპირატესად დამოუკიდებელი ორგანიზმია, ხოლო უმაღლეს მცენარეებში უჯრედი უმცირესი ბიოლოგიური სტრუქტურული სხეულია, რომელიც ყოველთვის იმყოფება სხვა მსგავს უჯრედებთან ურთიერთკავშირში. ამავდროს უჯრედთა ეს კომპლექსები—ქსოვილები მთელი მცენარის სხვადასხვა ორგანოს ცალკეულ ფიზიოლოგიურ პროცესთა საერთო შეთანაწყობაშია. ბუნებაში არსებული ერთუჯრედიანები დამოუკიდებელი ორგანიზმის სახით გვევლინება, ხოლო უჯრედი უმაღლესი მცენარის ორგანიზმში მთელი მცენარის სასიცოცხლო ფუნქციებს ექვემდებარება. ამასთანავე, გარკვეულ შემთხვევაში უმაღლესი მცენარის რომელიმე ამათუიშ უჯრედს აქვს მთელი მცენარისათვის დამახასიათებელი ყველა ნაწილის განვითარებისა და აღდგენის უნარი.

უდაბლესი ტიპებიდან წყალმცენარეები უფრო მეტად ერთუჯრედიანი ან კოლონიური მცენარეებია. ამ ტიპების არც ერთი წარმომადგენლის სხეული არ არის ორგანოებად დიფერენცირებული. უმაღლეს მცენარეებში კი ხავსნაირების, გვიპრანაირების, შიშველთესლოვანებისა და ფარულთესლოვანების ყველა წარმომადგენელი (გარდა პარაზიტ ფორმებისა) ორგანოებისაგან შედგება.

თუ უდაბლესი მცენარეების ძირითადი საარსებო გარემო წყალია, უმაღლესი მცენარეების უპირველესი საარსებო გარემო—ხმელეთია—წყალთან და პაერთან ერთად თავისი მრავალმხრივი ფაქტორებით. წყალი, როგორც პირველადი გარემო, თავისი, შედარებით ერთსახოვანი ფაქტორებით, ნაკლებად იწვევს მცენარის მორფოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ დიფერენციაციას და წყალში მცხოვრები მცენარეები შედარებით მარტივი ორგანიზმებია. ამ მარტივ ორგანიზმებს ეკუთვნის წყალმცენარეების სხვადასხვა ტიპის ერთუჯრედიანი მრავალი წარმომადგენელი, მათ შორის: ქლამიდომონადა, ქლოროკოკუმი, ბოტრიდიუმი, დიატომეა, კაულერპა. იმის გამო, რომ წყლის გარემო თუნდაც სხვადასხვა გეოგრაფიულ პუნქტებში არ შეიძლება იყოს სავსებით ერთგვარი, იგი უსათუოდ იწვევს იმავე ერთუჯრედიანი უდაბლესი მცენარეების ზოგიერთ გართულებას. ასეთებს მიეკუთვნებიან წყალმცენარეები: ხარა, ლამინარია, დიქტიოტა და სხვა. წყალმცენარეების სხეულის ცალ-

კეთლ ორგანოებად დიფერენცირება მკვეთრად არაა გამოსახული, რაც ხმელეთზე მცხოვრებ უმაღლეს მცენარეებში შესამჩნევია. თუ მხედველობაში მივიღებთ დებულებას, რომ ცოცხალი ორგანიზმები წყლის ცხოვრებიდან ხმელეთის ცხოვრებაზე გადადიან, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ წყალში მცხოვრები პირვანდელი მცენარეებიდან წარმოიშვნენ ხმელეთის მცენარეები. აქედან ყველაზე ჰეშმარიტი ვარაუდია, რომ ხარალების, ლამინარიალების, დიქტიოტალეებისა და წყალმცენარეების სხვა წარმომადგენლებიდან ხმელეთის პირობებში მოხედრის შემდეგ წარმოიქმნენ ლეროფოთლიანი მცენარეები, ხავსნაირი, ფსილოფსიტები, ლიკოჟსიტები, რომელთა უმრავლესობას ფესვი არ გააჩნია. შემდეგ განვითარდნენ გვიმრანაირნი (ტელომოფიტები), რომელთა ძირითადი ორგანოები შედარებით დაბალი სპეციალიზაციის ქსოვილები-საგან არიან შედგენილნი. ბოლოს კი თესლოვანები, სახელდობრ, შიშველ-თესლოვანნი და ფარულთესლოვანნი, რომელთა ყველა წარმომადგენელი ორგანოებისაგან შედგება, ხოლო ორგანოები უფრო მაღალი სპეციალიზაციის ქსოვილებისაგან არიან შემდგარი.

ხმელეთის პირობებში პირველად წარმოშობილ ზოგიერთ ტიპს — ხავსნაირებს, ფსილოფსიდებს და სხვ. ფესვი არა აქვს. ეს შემდეგი გარემოებით უნდა აიხსნას: წყლიდან ხმელეთზე გადმოსული ზოგიერთი წყალმცენარიდან ახალ გარემოსთან (ხმელეთი) შეგუებით წარმოიშვნენ ხავსნაირნი ხმელეთის იმ პირველ პერიოდში, როცა ჯერ ნიადაგი არ იყო განვითარებული; ეინაი-დან ფესვი ნიადაგის პირობებთან დაკავშირებული ორგანოა, ამიტომ ხავსებსა და ხმელეთის ზოგიერთ მცენარეთა პირველად ტიპებსაც ფესვი არ გააჩნიათ. კარგად გამოსახული ფესვი უკვე თესლოვან მცენარეებს აქვთ.

უმაღლეს მცენარეებს სამი ძირითადი ორგანო აქვთ: ფესვი, ღერო და ფოთოლი. ყოველი ორგანო სხვადასხვა ტიპის ურთიერთშეპირობებულ ქსოვილთა ერთობლიობაა. ამიტომ მთელი მცენარის შინაგანი აგებულების შესწავლისათვის საჭიროა პირველ რიგში შევისწავლოთ ცალკეულ ორგანოში შემაგალი ქსოვილის აღნაგობა, დავადგინოთ მათი ურთიერთკავშირი, სპეციფიკურობა და ბოლოს განვიხილოთ ისინი ერთ მთლიანობაში.

ქსოვილში უჯრედები ურთიერთთან შეწყებულნი არიან უჯრედშორისი ნივთიერებათ, რომლის ქიმიური შედგენილობა განსხვავებულია გარსის ცელულოზისაგან, ლიგნინისაგან თუ სუბერინისაგან. მაშასადამე, უჯრედის ურთიერთდაკავშირება არ ხდება ერთიმეორეზე გადაგრებით, გადახლართვით. როგორც ეს ადრე წარმოედგინათ მკვლევარებს, რომლებმაც იხმარეს სიტყვა „ქსოვილი“ (ისინი აღარებდნენ ნაქსოვს). მართალია, მცენარეული ქსოვილი არ შეესაბამება ნაქსოვს, მაგრამ ტერმინი ისტორიულია და დარჩა ისევე ხმარებაში — თუშკა დღეს მას სხვანაირად განმარტავენ. ერთმანეთთან მჭიდროდ გადახლართულ უჯრედებს გვხვებით უდაბლეს მცენარეებში (სოკოებში, წითელ წყალმცენარეებში); მათ ცრუ ქსოვილა ანუ პლექტენქიმას („პლექტო“ — ხლართი, „ენქიმა“ — ჩასხმული, ბერძნ.). უწოდებენ.

უჯრედშორისი ნივთიერება, მეტწილად, პექტინისაგან შედგება. სხვადასხვა წესით შეიძლება გაგხსნათ უჯრედშორისი ნივთიერება და უჯრედები დავაცილოთ ერთიმეორეს. ამ მოვლენას მაცერაცია („მაცერაცია“, შერბილება, ლათინ.) ეწოდება. მაცერაცია ორგვარია: ბუნებრივი და ხელოვნური. ბუნებრივი მაცერაცია მიმდინარეობს ნაყოფების დამწიფებისას (მსხალი,

საზანთრო, პამიდორი), ფოთლის ყუნწის ბაზისში, რაც აადვილებს ფოთოლ-
ცვენას. ხელოვნური მაცერაცია, თავის მხრივ, ორგვარია: ქიმიური და ბიო-
ლოგიური. პირველი შეიძლება გამოვიწვიოთ ტუტეების ან მჟავების მოქმე-
დებით ან კიდევ სანგრძლივი ხარშვით. ხელოვნური მაცერაცია ფართოდ გა-
მოიყენება ბოჭკოების გამოსაძალკევებლად (სართავ მცენარეებში: რამი, კენა-
ფი, ქენდირი), მერქნის დასაშლელად და სხვა. ბიოლოგიური მაცერაცია,
ტარდება მცენარეების წყალში დაღობობით ზაფხულში. აქ ვითარდება მიკრო-
ორგანიზმები, რომლებიც იკვებებიან უჯრედშორისი ნივთიერებით — პექტინით.
ეს წესი ფართოდ გამოიყენება სელის ბოჭკოს წარმოებაში. პექტინოვანი ნივ-
თიერებებს ფართოდ იყენებენ აგრეთვე საკონდიტრო წარმოებაში.

ამა თუ იმ ქსოვილის უჯრედები ერთმანეთთან მჭიდროდ არიან დაკავ-
შირებული. ზოგჯერ მჭიდრო განლაგება არაა, განსაკუთრებით კუთხეებში
და ჩნდება უჯრედშორისი სივრცეები ანუ უჯრედშორისები. უჯრედშორისე-
ბის გადიდებისას წარმოიქმნება უჯრედშორისი საეალები ანუ არხები.

უჯრედშორისებში, უპირატესად, ჰაერია და წყლის ორთქლი. ქსოვილი
შეიცავს შედგებოდეს ცოცხალი ან მკვდარი უჯრედებისაგან. მიუხედავად
იმისა, რომ ზოგიერთი ქსოვილი მკვდარი უჯრედებისაგან შედგება, მცენარე-
სათვის იგი გარკვეული მნიშვნელობის ფაქტორია. ასეთებია: კორპი, მერქანი,
ნექანიკური ქსოვილები, კურკა და სხვა.

უჯრედის განხილვის დროს შევეხეთ პროზენქიმულ და პარენქიმულ
უჯრედებს. გრძელი უჯრედებისაგან იქმნება პროზენქიმული ქსოვილები; მომ-
რგვალო უჯრედებისაგან შემდგარი ქსოვილი პარენქიმულია. ქსოვილების
უჯრედი თხელი ან სქელგარსიანია. ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებულ
უჯრედებიან ქსოვილებს მკვრივი ქსოვილები ეწოდება; კარგად განვითა-
რებულ უჯრედშორისებიან ქსოვილებს კი ფაშარ ქსოვილებს უწოდებენ.

შარტივი ქსოვილი ეწოდება იმ ქსოვილს, რომლის შექმნაში ერთნა-
ირი აგებულებისა და ფუნქციების მქონე უჯრედები მონაწილეობენ; სხვადა-
სხვა აგებულებისა და ფუნქციის მქონე უჯრედებისაგან შექმნილ ქსოვილს
რთული ქსოვილი ეწოდება.

მცენარის ზრდასა და განვითარებას განაპირობებს შემდეგი სახის ქსო-
ვილები: წარმომშობი, მფარავი, მექანიკური, გამტარი და ძირითადი.

წარმომშობი ქსოვილი. წარმომშობი ქსოვილი ანუ მერისტემა დასაწყისს
აძლევს დიფერენცირებულ ქსოვილებს, ორგანოებს და შემდეგ მთლიანი ორ-
განიზმის ჩამოყალიბებას. წარმომშობი ქსოვილი მდებარეობისა და მოქმედე-
ბის მიხედვით ცნობილია სხვადასხვა სახელწოდებით, მაგ., კენწრული მერის-
ტემა (ზრდის კონუსი) და გვერდითი (კამბიუმი) მერისტემა. არჩევენ ღეროს
ზრდის კონუსისა და ფესვის წვერის წარმომშობი ქსოვილებს.

ზრდის კონუსი მოთავსებულია კვირტსა და თესლის ჩანასახში.

ზრდის კონუსი (სურ. 47) შედგება სამი ნაწილისაგან. პირველი სულ
გარეთა შრე — დერმატოგენია, რომლისაგანაც წარმოიშობა მფარავი
ქსოვილი.

დერმატოგენის შიგნით მდებარეობს მრავალრიგიანი შრე — პერიბლემა,
საიდანაც წარმოიშობა პირველადი ქერქის ძირითადი ქსოვილი. სულ შიგნი-
თა, ასევე მრავალშრიანი ნაწილია — პლერომა; იგი თავისი ბუნებით რამ-
დენადმე განსხვავებულია დერმატოგენისა და პერიბლემისაგან; პლერომა წარ-

მოშობს—პროკამბიუმს და პერიციკლს. პროკამბიუმიდან შემდგომში ვითარდება გამტარი კონები, ხოლო პერიციკლიდან—ბოჭკოები (ფესვში—გვერდითი ფესვები). პლერომიდან წარმოიშობა აგრეთვე ქსოვილი—გულგული.

ზრდის კონუსის მერისტემებს კიდევ კენწრულ ანუ აპეკალურ მერისტემებს უწოდებენ. არსებობს კიდევ ჩამატებითი ანუ ინტერკალარული მერისტემა, ბაზალური მერისტემა და გვერდითი ანუ ლატერალური მერისტემები.

ჩამატებითი მერისტემა კარგად გამოხატულია მარცვლოვან მცენარეთა მუხლში და ღეროს სიგრძეზე ზრდაში უწყობს ხელს. ბაზალური მერისტემა მდებარეობს ფოთლის ძირში (სიმინდი) და ფოთლის სიგრძეზე ზრდას უწყობს ხელს.

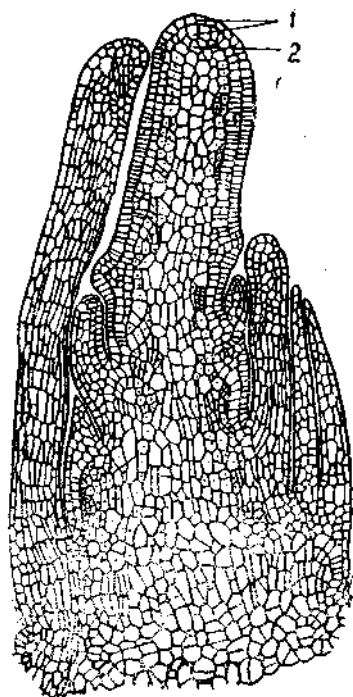
გვერდითი მერისტემები ღეროს მთელ სიგრძეზე მიჰყვებიან და სიგანეზე ზრდაში ხელს უწყობენ. ესენია: კამბიუმი, ფელოგენი, გამსხვილების რგოლი, პერიციკლი. კამბიუმიდან წარმოიქმნება მერქანი და ლაფანი, ფელოგენიდან—კორპი. გამსხვილების რგოლიდან კონცენტრული ტიპის გამტარი კონები (დრაცენა, ალოე და სხვა.), ხოლო პერიციკლიდან წარმოიშობა დამატებითი ფესვები.

მერისტემები, ჩვეულებრივ, განაწილებულია მცენარის ყველა ორგანოში, ყველაზე მეტი ტიპის მერისტემები მოდის ღეროზე. ეს გასაგებია, რადგან ყველა ორგანოთა შორის უფრო რთულად აგებულია ღერო.

მრავალწლოვან მცენარეს ახასიათებს მისი საცოცხლის მთელ მანძილზე—წლის ზოგიერთი სეზონის გამოკლებით—ზრდა სიგრძეზე და სიგანეზე. პირველს, ძირითადად, ახორციელებენ ყველა კენწრული მერისტემები, ჩამატებითი და ბაზალური მერისტემები; მეორეს—კამბიუმი, გამსხვილების რგოლი, ფელოგენი, ნაწილობრივ, პერიციკლი.

მფარავი ქსოვილი. როგორც სახელწოდებიდან ჩანს, ამ ქსოვილის ძირითად ფუნქციას შეადგენს დაფაროს მცენარე სხვადასხვა უარყოფითი ზემოქმედებისაგან, მათ შორის: ტემპერატურის ცვალებადობისაგან, ნალექებისაგან, ბოტური და მექანიკური დაზიანებისაგან და ა. შ.

მფარავი ქსოვილი შეზღუდული ქსოვილების სისტემას მიეკუთვნება და წარმოშობის მიხედვით ორგვარია—პირველადი და მეორადი. პირველად მფარავი ქსოვილებს ეკუთვნის კანი ანუ ეპიდერმისი, ხოლო მეორად მფარავი ქსოვილებს—კორპი ანუ საფეფი.



სურ. 47. ღეროს წვერის სიგრძეზე კრილი:
1—ტუნეკა, 2—კორპუსი.

კანი, ანუ ეპიდერმისი („ეპი“—ზე, კანი, ბერძნ.) პრომერისტემა დერმატოგენისაგან წარმოშობილი მფარავი ქსოვილია.

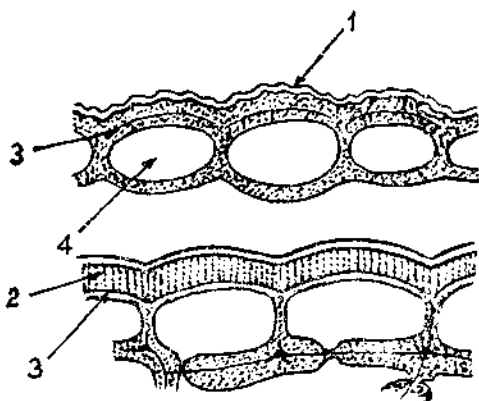
კანი ერთკმის მცენარის ყველა მზარდ ნაწილებს მათი სიცოცხლის მთელ მანძილზე. იგი ერთ წყებად განწყობილი ცოცხალი უჯრედებითაა წარმოდგენილი.

თითოეული უჯრედის პროტოპლასტი შედგება: კედლური პროტოპლაზმისაგან, ბირთვისაგან, მცირერიცხოვანი ლეიკოპლასტებისაგან, ზოგჯერ ქლოროპლასტებისაგან (მხოლოდ სპოროფანებში, ყვავილოვნებში არაა). კანის უჯრედში დიდი ზომის ვაკუოლია, რომელიც ამოვსებულია სხვადასხვა შეფერადების უჯრედის წვენით. ზოგიერთი მცენარის კანის უჯრედში აღინიშნება აგრეთვე ცისტოლითი („ცისტოს“—ბუშტი, „ლიტოს“—ქვა, ბერძნ.). ცისტოლითები უჯრედის შიგნითა გარსის პარკისებრი გამონაზარდებია და გარსზე ყუნწით არიან მიმაგრებული. პარკისებრ გამონაზარდებში გროვდება ნაზირ-მეავაკალციუმი, ყუნწში კი—კაჟოვანა. კანის უჯრედები დაყოფის ზნარს დიდხანს ინარჩუნებენ და ისინი ერთმანეთთან მჭიდროდ მიჯრილნი არიან. კანის უჯრედების ფორმა იცვლება იმის მიხედვით, თუ რომელ მცენარეებს მიეკუთვნებიან, სწრაფმზარდ მცენარეებში კანის უჯრედები წაგრძელებულნი არიან, ხოლო ნელამოზარდ მცენარეებში—შედარებით ოთხკუთხისებრია. კანის უჯრედის გარსი გარედან უფრო გასქელებულია, ვიდრე შიგნით. გასქელება უფრო მეტია მშრალ პირობებში მოზარდ მცენარეებში (ქსეროფიტებში); კანის უჯრედის გარსის გარეთა ნაწილი გაჟღენთილია კუტიკულით.

კუტიკულა კანსხედა თხელი გამჭვირვალე ფენაა, რომელიც ფოთლებისა და ყლორტების კანს ზევიდან ფარავს (სურ. 48).

კუტიკულა უჯრედის გარსის გარეთა შრის ცხიმმაგვარი ნივთიერებით—კუტინით გაჟღენთვის შედეგად წარმოიქმნება და ამ პროცესს კუტინიზაცია ეწოდება. კუტიკულა აირებისა და წყლის გაუმტარია და ამდენად, მცენარეს კარგად იცავს ზედმეტიაოროტქლებისაგან.

კუტიკულის უფითარდება ცვილისებრი ნაფიფქი. ეს ცვილისებრი ნაფიფქი შესამჩნევია, მაგალითად, ქლიავის, ყურძნის ნაყოფზე, ზოგიერთ წიწვებზე, მარცვლოვანთა ფოთლებზე და სხვა. ნაფიფქის ფენის სისქე ზოგიერთ მცენარეში დიდია, მას აკლიან სამრეწველო და ტექნიკური მიზნებისათვის. ზოგი მცენარის კანის უჯრედების გარსი კალციუმით იქლანთება. ტენიან პირობებში მოზარდ მცენარეებს კუტიკულა თითქმის არა აქვთ, მშრალ ადგილებში მოზარდ მცენარეებს კი კუტიკულა კარგად აქვთ განვითარებული. კანის დაცვითი როლი უფრო იზრდება, როდესაც კანს უფითარდება სხვადა-



სურ. 48. 1—კუტიკულა, 2—კუტიკულარული ფენები, 3—ცელულოზური ფენები, 4—უჯრედის ღრუ.

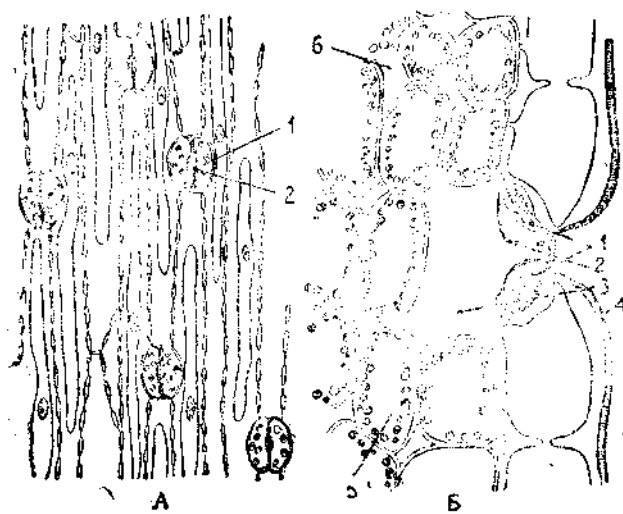
სხვა გამონაზარდი სხვადასხვანაირი ბუსუსების—ტრიქომების (.ტრიქონა—ბეწვები, ბერძნ.) სახით.

ბუსუსები ხშირია ფოთლებზე. ბუსუსები ერთ-ან მრავალუჯრედია. ნათი ფორმა, ზომა და აგებულება მეტად ნაირგვაროვანია, მაგრამ მაინც განიყოფა მარტივი და ჯირკვლოვანი ბუსუსები. მარტივია ფესვის შემწოვი ბუსუსები, რომლებიც ნიადაგიდან იწოვენ წყალს და მასში გახსნილ ნივთიერებებს. ფოთოლს, ყვავილის ზოგიერთ ბუსუსს განსაკუთრებით ზედა კენწოვლი ნაწილი ამოზრტული აქვს და ამოზრტულებში უჯროვდება სხვადასხვა ნივთიერება (ეთერზეთები). ასეთ ბუსუსებს ჯირკვლოვანი ბუსუსები ეწოდება. სპეციალური აგებულების ჯირკვლოვანი ბუსუსები აქვს ჭინჭარს. მისი ბუსუსები ერთუჯრედიანია. მას წვერის ნაწილში მახვილი დაბოლოება აქვს და გარსი გაქვნილია სილიციუმის ნაერთით, რის გამოც იგი მსხვრევადია. შეხების დროს წვერის ნაწილი ადვილად ტყდება და მასში დაგროვილი ნაზიანი ნივთიერება იღვრება, ხვდება რა ადამიანის კანს, იწვევს დასუსტებას. ამ ჯირკვლოვან ბუსუსებს მსუსხავი ბუსუსები ეწოდება. ბუსუსების მსგავსად კანის გამონაზარდებია—ქაცვები, შეჭმები, ქერქლები, ჯაგრები და სხვ. ბუსუსების სიცოცხლის ხანგრძლივობა დიდია, იგი კანთან ერთად ცვივა.

კანის გარეთა გამონაზარდს ეკუთვნის აგრეთვე ქაცვი, რომელიც მრავალუჯრედიანი სხეულია და შედგება გახევებული უჯრედებისაგან. ქაცვი ზოგჯერ ეპიდერმისის უჯრედებისაგან არის წარმოქმნილი, ზოგჯერ კი მის წარმოშობაში ღეროს პარენქიმული უჯრედები მონაწილეობენ. ქაცვი გარედან კანითა და ბეწვებითაა დაფარული და ამავე დროს ბაგეებსაც შეიცავს.

წყლის შეთვისების, აორთქლებისა და აირმიმოცვლის პროცესებისათვის კანის უჯრედებს შორის იქმნება დამახასიათებელი წარმოქმნანი—ბაგეების სახით. კანის ცალკეულ უჯრედს უვითარდება რკალისებრი კედლები; ეს კედლები ყოფენ ამ უჯრედებს. ცენტრალური უჯრედი ბაგის შეჭმის საწყისი უჯრედი. ეს საწყისი უჯრედი იყოფა ორად სიგრძივი სატიხრით, რომელიც შენდვს იხლიჩება და ჩნდება ნაპრალისებრი ხერელი ბაგე.

ბაგეები მცენარის ყველა ახალგაზრდა ორგანოშია, განსაკუთრებით ფოთოლში; მეტწილად ბრტყელი ფოთლის ქვედა მხარეზე ბაგეები დიდი რაოდენობით არიან განლაგებულნი, ხოლო ვერტიკალურად განზიდულ ფოთლებს ბაგეები ორივე მხარეზე აქვთ. წყლის ზედაპირზე მოტივტივე ფოთლების მქონე ზოგიერთ მცენარეს (თეთრსა და ყვითელ ღუმფარას, წყლის ზამბახს, წყლის სუროს და სხვ.) ბაგეები ზედა მხარეზე აქვს განლაგებული, ბაგეები არა აქვთ წყალში ჩაყურსულ ფოთლებიან მცენარეებს (წყლის მრავალძარღვას, ისარას და სხვ.). ბაგეები ფოთლის ზედაპირზე თითო-თითო და თანაბრად, ან გასწვრივ რიგებად (სურ. 49) არიან განლაგებული ან ჯგუფებად არიან შეკრებილნი. ფოთლის 12 მმ-ზე ბაგეების რიცხვი 300-ზე მეტია, ხოლო მაღლიანად ფოთოლზე ხშირად ერთ მილიონს აღწევს. ბაგე ორი უჯრედისაგან შედგება და რკალივით მოხრილი ეს ორი უჯრედი ქმნის ძალზე წვრილ სანათურს—ბაგის ხერელს. ბაგის ხერელი გარშემორტყმულია ორი უჯრედით და მათ მკეტავი უჯრედები ეწოდება. ბაგის ხერელის გარეთა გავანერებულ ნაწილს, ბაგის წინა ეზო, ხოლო ბაგის ხერელის შიგნით გავანერებულ ნაწილს, ბაგის უკანა ეზო ეწოდება. ბაგის ხერელის ქვეშ ე. წ. საპარო ღრუა. ბაგის მეტადი უჯრედები სხვადასხვა პირობების მოქმედებით



სურ. 19. ბაგეები ფოთლის ჯიფერისზე. A—სიბრტყივი პრილი.
B—გასივი პრილი, 1—მეტევი უჯრედები, 2—ბაგის ხერელი,
3—საპაერო ღრუ, 4—კუტიკულა, 5—პარენქიმის უჯრედები
კლოროპლასტებით, 6—უჯრედშორისი სკრეები.

არეგულირებენ ბაგეების ხერელის გახსნასა და დაკეტვას. მეტევი უჯრედები მეტწილად ნახევრადმთვარიანებრი ფორმისა არიან და შეიცავენ ქლოროპლასტებს, რის გამოც მწვანე შეფერადება აქვთ. ბაგის ხერელის გაღება და დაკეტვა—ეს ორი საწინააღმდეგო პროცესი—დამოკიდებულია, ერთი მხრივ, მკვებავი უჯრედების გარსის არათანაბარ გასქელებაზე და, მეორე მხრივ, ტურგორულ მდგომარეობაზე. მეტევი უჯრედებს მიკრო ბაგეების გაღებასა და დაკეტვას ტურგორის შემცირება ან გაზრდა იწვევს.

ეს ორივე პროცესი მაშინ ხდება, როდესაც მეტევი უჯრედების ოსმოტური წნევა მაღალია; მაშინ უჯრედები ტურგორულ დაძაბულ მდგომარეობას ღებულობენ და ბაგეს აღებენ. როდესაც უჯრედების ტურგორული დაძაბულობა მცირდება, ოსმოტური წნევა ეცემა, მაშინ ბაგეები იკეტება.

გარდა ჩვეულებრივი ბაგეებისა, ზოგიერთ მცენარეს, განსაკუთრებით ტენკარბიანებს, ფოთლის კიდეებზე და წვერზე უფითარდება წყლის ბაგეები ანუ ჰიდატოდები („ჰიდატოს“—წყალი, „იდოს“—გზა, ბერძნ.). ასეთი ბაგეების საშუალებით ხდება წყლის წვეთების გამოჟონია ფოთლებიდან გარეთ და ამ პროცესს ვუტყვი („გუტა“—წვეთი, ლათინ.) ეწოდება. ამ ბაგეების ქვეშ პარენქიმული უჯრედებისაგან შემდგარი წყლის შემცველი ქსოვილია.

თუ კანის ასაკი ერთწლოვანი მცენარეებისათვის მეტწილად ერთ წლამდე (რამდენიმე თვე) განისაზღვრება, მრავალწლოვანებში იგი ვეგეტაციის პირველ წელს აჩერებს ზრდას, შემდეგ ეცემა ან ხეს შეაზდება და მეორადი მფარავი ქსოვილით—კორპით იცვლება.

კორპი ანუ ფელემა („ფელოს“—კორპი, ბერძნ.) კანისაგან განსხვავებით მკვდარი პარენქიმული უჯრედებისაგან შედგება.

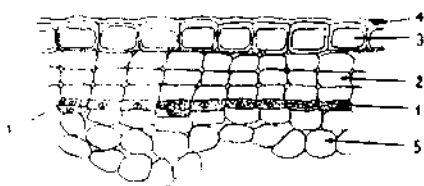
კორპი მრავალწლოვან, იშვიათად, ერთწლოვან მცენარეებში მეორადი მერისტემისაგან, კორპის წარმოშობი კამბიუმისაგან ვითარდება, რომელსაც ფელოგენსაც („ფელოს“—კორპი, „გენოს“—დაბადება) უწოდებენ.

ფელოგენი შეიძლება წარმოიშვას: 1) კანის უჯრედის ტანგენტალური ტიხარის ორად გაყოფის გზით წარმოშობილი შიგნითა წყება უჯრედისაგან, 2) კანის შიგნით მდებარე ქერქის პარენქიმული უჯრედებისაგან და 3) ქერქის შიგნითა ქსოვილებისაგან.

ფელოგენიდან გარეთ წარმოქმნილი კორპის უჯრედები მალე კვდებათ, რადგან მათი გარსები იჟლინთებიან სუბერინით, რის გამოც უჯრედების კვება წყდება.

იგივე ფელოგენი შიგნით პარენქიმული ცოცხალი უჯრედებისაგან შემდგარ ქსოვილს—ფელოდერმას ქმნის, რომლის უჯრედების დამახასიათებელია ქლოროპლასტების თანაპოვნოებობა.

მაშასადამე, ღეროსა და ფესვის საფარი სისტემა სამი ქსოვილისაგან შედგება: გარედან კორპისაგან ანუ ფელემისაგან, კორპის კამბიუმისაგან



სურ. 50. პერიდერმის წარმოქმნა:

- 1—ფელოგენი (კორპის კამბიუმი); 2—კორპი;
3—პერიდერმისი; 4—ქუტკიულა; 5—ფელოდერმა.

ანუ ფელოგენისაგან და შიგნიდან ფელოდერმისაგან (სურ. 50). ეს სამივე ქსოვილი ერთად ცნობილია პერიდერმის („პერო“—ახლო, ბერძნ.) სახელწოდებით. სწორედ ამ პერიდერმის ძირითადი ელემენტია კორპი და როგორც მთარავი ქსოვილი უფრო უკეთესად იცავს მცენარეს, ვიდრე კანი. იგი იცავს მცენარეს წყლის ზედმეტი აორთქლებისაგან,

ტენზოტურის მერყეობისაგან (გადახურება, მოყინვა), სხვადასხვა მიკროორგანიზმის მავნე მოქმედებისაგან (ვინაიდან კორპის მკვდარი უჯრედები ამ ორგანიზმებისათვის არ წარმოადგენენ საკვებ არეს) და კორპზე ვერ სახლდება სოკოს, ბაქტერიებისა და ვირუსის ტიპის მავნეობის გამოშვებები ორგანიზმები. კორპის უჯრედი ჰაერითაა სავსე. კორპის პარენქიმული თხელგარსიანი უჯრედები ერთმანეთთან მჭიდროდაა დაკავშირებული და უჯრედშორისები არა აქვთ. კორპის გარსი გაჟღენთილია ცხიმმავარი ნივთიერებით—სუბერინით („სუბერ“—კორპი, ლათინ.), რაც გაკორპებას ანუ სუბერინიზაციას იწვევს; ამის გამოც გაკორპებული ზედაპირი სავსებით გაუმტარი.

ზოგიერთ მცენარეს, რომელთაგანაც ტიპურია კორპის მუხა, *Quercus suber*-ს კორპი სქელ ფენად უვითარდება, მისი სისქე რამდენიმე სანტიმეტრს აღწევს. კორპს პერიოდულად თლიან და ჭურჭლების საცობად, საიზოლაციო მასალად იყენებენ.

კორპში ბაგეების ნაცვლად ვითარდება თავისებური წარმონაქმნები—მეჭეჭები. მეჭეჭები პერიდერმის ხვრელებია. ამ ხვრელების საშუალებით შედის ჰაერი. ფელოგენისაგან წარმოშობილი ზოგიერთი ცოცხალი უჯრედი ჩამოყალიბების შემდეგ აღწევს კანს და გამოეფინება გარეთ მურა ან ნაცრის-

ფერი სხვადასხვა ფორმის ბორცვების სახით (მუხა, მეჭეჭებიანი არყი, მეჭე-
ჭებიანი ჭანჭყატი და სხვ.).

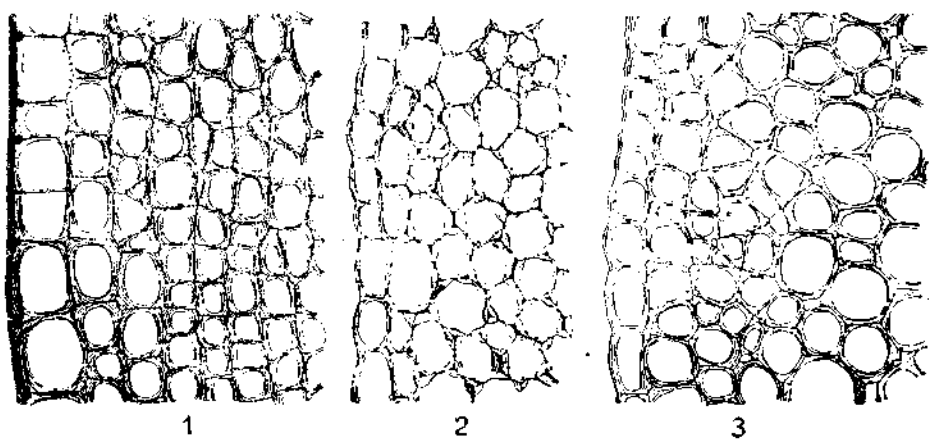
ზოგჯერ ფელოგენი კვდება. ქერქის ძირითად ქსოვილში წარმოიქმნება
ახალი ფელოგენი, მაშინ პერიდერმა ლაგდება რგოლისებრ ფენებად და იქმნე-
ბა რგოლისებრი ფუტი.

ფელოგენი ზოგჯერ მთლიანად არა რგოლებად, უბნებად ლაგდება, რის
გამოც პერიდერმის განლაგებაც არამთლიანია და ამ შემთხვევაში ფუტი ქერ-
ცლოვანია.

მექანიკური ქსოვილები. ამ ქსოვილების ძირითადი ფუნქციაა მცენარის
სიმაგრე, სიმტკიცე, გამძლეობა სხვადასხვა ზემოქმედების მიმართ (ქარი, ნა-
ლეჩები, ცოცხალი ორგანიზმები და სხვა); მექანიკური ქსოვილები ყველა უმა-
ღლესი მცენარის ძირითად ორგანოებშია (ფესვი, ღერო, ფოთოლი და მათი
ნაწილები). მექანიკური ქსოვილის უჯრედების დამახასიათებელი ნიშანია გარ-
სის ამა თუ იმ ხარისხით გასქელება.

უჯრედის ფორმისა და გარსის გასქელების ტიპის მიხედვით არჩევენ
მექანიკური ქსოვილების სამ სახეს: კოლენქიმას, სკლერენქიმას ანუ ბოჭკოს
და სკლერეიდას.

კოლენქიმა („კოლა“ — წებო, „ენქიმა“ — ავსებული, ბერძნ.) მარტივი
ქსოვილია. მის ცოცხალ უჯრედებში პროტოპლაზმასთან ერთად ქლოროფი-
ლისა და სახამებლის მარცვლებია. უჯრედის გარსი არათანაბრადაა გასქელე-
ბული. გარსის გასქელების მიხედვით არჩევენ კოლენქიმის შემდეგ სახეებს:
თუ მხოლოდ გარსის კუთხეებია გასქელებული, ეს იქნება კუთხური კოლენქი-
მა; როდესაც ტანგენციალური გარსებია გასქელებული, ეს ფირფიტოვანი
კოლენქიმაა, მაგრამ როცა ადგილი აქვს აგრეთვე კუთხეებისა და გვერდების
გასქელებასაც, მაშინ შერეული კოლენქიმა იქნება (სურ. 51).



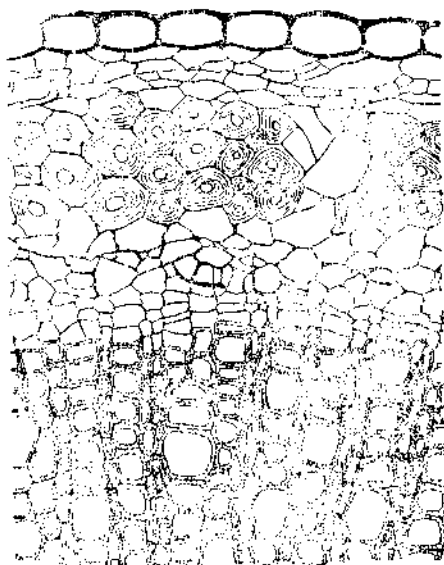
სურ. 51. კოლენქიმა

1—ფირფიტოვანი სატილიას (*Pedicularis comosa*) განივი კრილი; 2—კუთხური კოკონ-მეფავს
(*Rumex acetosella*) (განივი კრილი); 3—კუთხური (სიგრიდოვი კრილი).

კოლენქიმის უჯრედის შიგთავსის სიცოცხლისუნარიანობა დამოკიდებუ-
ლია მცენარის ასაკზე. ერთწლოვანებში ერთი სიცოცხლი სუნარიანობა სავეგე-

ტაციო პერიოდით განისაზღვრება, ხოლო მრავალწლოვანებში—რამდენიმე წლით. ღეროს სისქეში ზრდასთან ერთად კოლენქიმა კვდება და ღეროს კანთან ერთად ცვივა. კოლენქიმა, უპირატესად, ორლენბიაჩებს ახასიათებს, იშვიათად ერთლენბიანებშიაც მოიპოვება—ღეროების მესხლებში; ეს ქსოვილი, ნეტწილად, ახალგაზრდა მცენარის ღეროს კანის ქვეშაა, ჩვეულებრივია ყუნწსა და ფოთლის ძარღვში.

სკლერენქიმა („სკლერო“—მაგარი, ხეშეში, ბერძნ.) კარგადაა გამოსახუ-



ხურ. 52. სელს (Linum usitatissimum) ღეროს განვი კრილი.

ლი ღეროში (ხურ. 52), იშვიათად კი—ფესვებში. მისი პროტენქიმიული უჯრედების ბოლოები შევიწროებულია. გარსი ძლიერ გასქელებული და გახევებულია. ზოგჯერ კი ცელულოზოვანი (სართავი მცენარეები). შიგთავსი ადრე კვდება და უჯრედი ჭაერით ივსება. ბოჭკოს უჯრედის გარსი შედგება პირველადი, მეორადი და მესამეული შრეებისაგან. პირველადი შრე პროტოპლაზმიდან განვითარებული ყველაზე გარეთა შრეა, ამ შრის შემდეგ ვითარდება მეორეული შრე, ხოლო ყველაზე შიგნითაა მესამეული შრე. მეორადი შრეებითაა გამოწვეული გარსის გასქელება. ზოგიერთ ავგილებში პირველად შრეებზე მეორადი შრეები წყვეტილია, გა-

ქელება არ ხდება, ჩნდება ნაპრალისებრი ფორები.

ბოჭკო წარმოშობით ორგვარია: პირველადი, როდესაც იგი ვითარდება პროკამბიუმისაგან და პერიციკლისაგან, ხოლო მეორადი, როდესაც კანსა და მისაგან ვითარდება. მეორადია ლაფანში ლაფანის ბოჭკო და მერქანში მერქნის ბოჭკო ანუ ლიბრიფორმი („ლიბენ“—ნათ. ბერძნ. „ლიბრმ“—ხრალი ბერძნ.). ლაფანის ბოჭკოს თანაბოვნიერებით ცნობილია ბოჭკოვანი მცენარეები, რომლებიც გამოიყენება საფეიქრო მრეწველობაში.

ლაფანის ბოჭკოს უჯრედი განსაკუთრებით გრძელია, მისი სიგრძე ხო-ბით 2—200-მმ-სა და მეტს აღწევს; ლაფანის ბოჭკოს უჯრედის გარსი შეიცავს ცელულოზას ან შეიძლება გახევებული იყოს.

წმინდა ცელულოზური გარსების მქონე უჯრედებისაგან შემდგარი ლაფანის ბოჭკოები აქვს სელს, რამს, ქენდირს და სხვ. გახევებული გარსიანი ბოჭკოები აქვს, მაგალითად, ცაცხვს, თელას და სხვ. ბოჭკოს დიდი რაოდენობაა, მაგ., ახალზელანდიური სელის ფოთლებში. ბოჭკო ქსოვილებიდან მაცერაციის გზით გამოიყოფა.

ბოჭკო დიდ წინააღმდეგობას უწევს მცენარის სხედასხვა ნაწილის გა-

დალუნვას, გამოწვეულს ამა თუ იმ ფაქტორის მოქმედებით (მეტწილად ქარის).

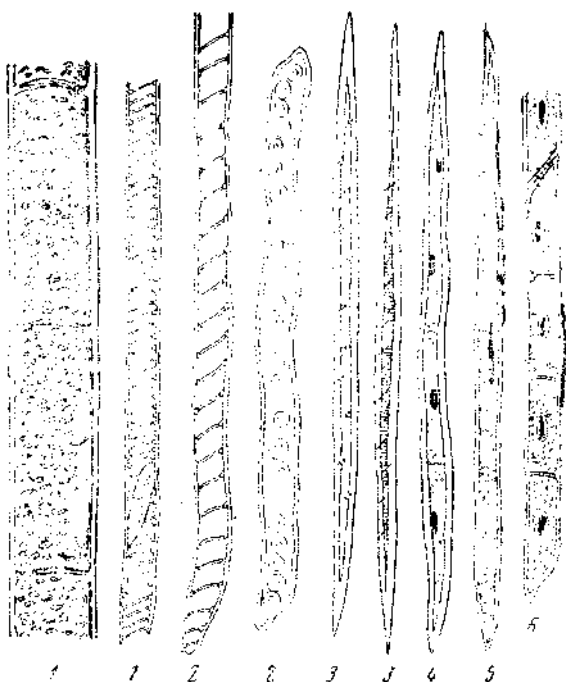
ლაუნისა და მერქნის ბოჭკო რთულ ქსოვილთა სისტემაში შემავალი ნაწილებია და მეორად ლაუნისა და მერქანშია განლაგებული.

მერქნის ბოჭკო (სურ. 53) გახევებულგარსიანი უჯრედებით შესაფერად ეწინააღმდეგება ხის ტანისა და ვარჯის მასის სიმძიმის ზეგონიდან დაწოლას, ამიტომ იმ ხის მერქანი, რომელშიაც მერქნის ბოჭკოები დიდი რაოდენობითაა, მეტად მყარია და განსაკუთრებული მდგრადობით ხასიათდება (მუხა, ურთხელი, წაბლი, ბზა, რცხილა, ვეკალიპტი).

ს კ ლ ე რ ე ი დ ე ბ ი
(„სკლეროს“—მაგარი, ხეში „ეიდოს“—სახე, ბერძნ.) ანუ გაქვავებული უჯრედები ფორმით სხვადასხვანაირია: მომრგვალო, წაგრძელებული, დაკუთხული, წახანაგოვანი და ვარსკვლავისებრი (სურ. 54); სკლერეიდა მარტივ ქსოვილებს ეკუთვნის და მისი ცოცხალი უჯრედის შიგთავსი შედგება პროტოპლაზმისაგან, ბირთვისაგან და ზოგჯერ სახამებლის მარცვლებისაგან.

მომრგვალო და დაკუთხული უჯრედებისაგან იქმნება გროვა გაქვავებული უჯრედებისა, რომლებიც დიდი რაოდენობითაა მსხლისა და კომშის ნაყოფის რბილობში (სურ. 55). მათი უჯრედების გარსები თანაბარი და ძლიერ გასქელებულია; ისინი გახევებული არიან. გახევებული გარსი ზოგჯერ კაჟოვანასაგან და კირისაგან შედგება, აქვთ დიდი ზომის უჯრედები და დიდი ზომის ხერელისებრი ფორნები. სკლერეიდის უჯრედები ჯგუფებად, ან ერთეულების სახით მეტწილად ხის ქერქში, თესლისა და ნაყოფის გამაგრებულ ნაწილებშია გაბნეული (კურკა).

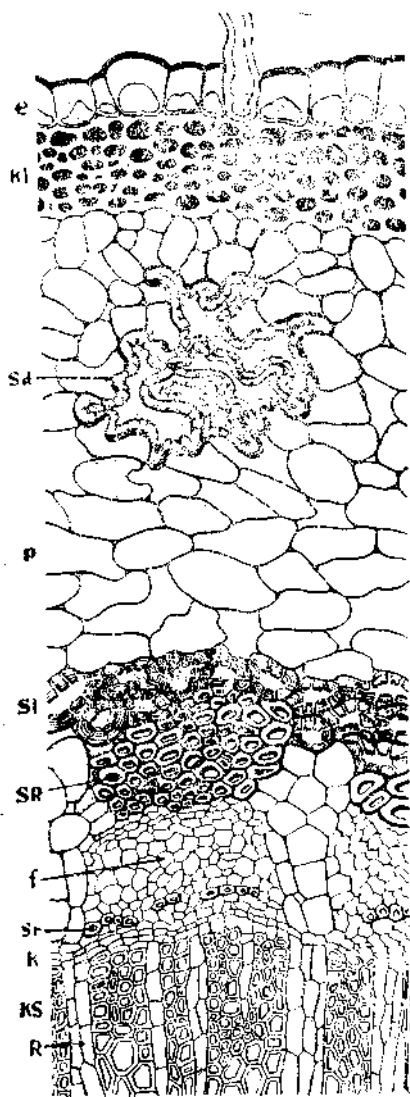
გამტარი ქსოვილები. ამ ქსოვილების ძირითადი ფუნქციაა გადაუმუშავებელი—გვევიდან ზევით (აღმავალი დენი) და გადამუშავებული—ზევიდან ქვევით (დაღმავალი დენი) საზრდო ნივთიერებისა და წყლის გატარება. ფესვი იღებს წიადაგიდან (ძირითადად, შემწოვი ბუსუსებით) წყალს და მასში გახსნილ სხვადასხვა ნივთიერებას, რაც გადაეცემა ზევით ღეროს საშუალებით ფოთლებს, სოლო ფოთლების მიერ გადამუშავებული ნივთიერებები გადადის



სურ. 53. ქსილემის ელემენტები:

- 1—ტურჭლები, 2—ტრაქეიდები, 3—ლიბრიფორმი,
- 4—დატბრული ლიბრიფორმი, 5—შენცვლილი ბოჭკო,
- 6—მერქნის პარენქიმა.

ქვევით და უნაწილდება მცენარის ყველა ორგანოს. აღმავალი ღერის ვატარება ხდება ნერქის ანუ ქსილემის ელემენტებით — ტრაქეებითა და ტრაქეიდებით. დამავალ ღერს არეგულირებს ლაფნის ანუ ფლოემის ელემენტები —



სურ. 54. მექანიკური ქსილილი მავნოლის ღეროს ქერქში (ნ. ანელის).

Kl—კოლენქიმა; Sd—სკლერეიდა;
Sl—გაქვავებული უჯრედები;
SR—ბერიცელოვანი ბოჭკოები;
Sr—ლაფნის ბოჭკოები.

საცრიანი მილები და თანამგზავრი უჯრედები. გაიტარი ქსილილების სისტემას მიეკუთვნება ავოგადე ტრაქეიდები და საოცეცეცები ანუ სარცეცე მილები.

ტრაქეები (ტრაქეა) სასუნთქი ყელი, მერქი) ანუ ჭურჭლები ვიწრო კაპილარული მილებია; ისინი წარმოიშობიან ერთ წყება სიგრძეად განლაგებულ უჯრედებს შორის განივი ტახტების ჩაშლის გზით. მათი გარსი გახეხილია და გასქელებული. გასქელება არაა მთლიანი, რაც იწვევს ჭურჭლის კედლების ნაირფერობას.

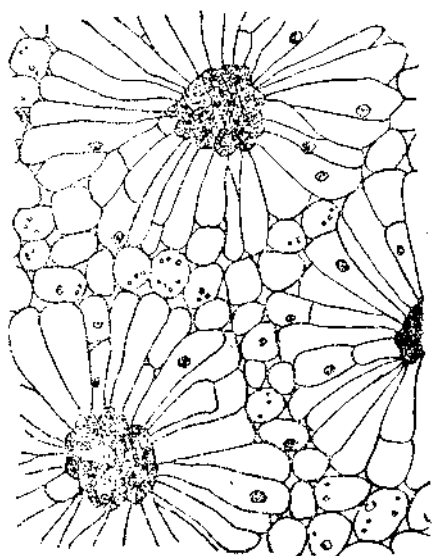
გასქელების ფორმის მიხედვით ჭურჭლები სხვადასხვანაირია: რგოლური, სპირალური, ბადისებრი, დაწერტილი და კიბისებრი (სურ. 56). ჭურჭელი რგოლურია მაშინ, როცა გარსის გასქელების ადგილები ერთმანეთისაგან საგრძნობლად დაშორებული და მათ რგოლური ფორმა აქვთ; სპირალურია — ჭურჭლის კედლის სპირალურად გასქელების შემთხვევაში (კედლის მთლიანად გასქელებისას), მაგრამ, როცა ალაგ-ალაგ დარჩენილია გაუსქელებელი ადგილები, მაშინ ასეთ ჭურჭელს ბადისებრი ეწოდება. ბადისებრია დაწერტილი ჭურჭლები, რომელთა მთლიანად გასქელებულ გარსში გაუსქელებელი ადგილები ფორების სახით წერტილებითი ჩანს, — მათ ფორვან ჭურჭლებსაც უწოდებენ; როდესაც ჭურჭლის კედლის გარდღივარდმო გასქელებულ ნაწილს გაუსქელებელი ნაწილი ცვლის საფეხურებით, — მას კიბისებრი ჭურჭელი ეწოდება. ჭურჭლის გასქელება ხდება კედლების შიგნით.

რგოლური და სპირალური გასქელება მეტად მარტივია. ასეთი ჭურჭლები ორგანოებში ამ ორგანოების გან-

ვითარების აღრეულ სტადიაში წარმოიშობა. ჭურჭლების ზრდასთან ერთად მისი გაუსქელებელი ადგილები იჭიმებიან და ერთმანეთს სცილდებიან; ჭურჭლის კედლებზე არსებული მრავალი გაუსქელებელი უბანი გათვმოიან ფო-

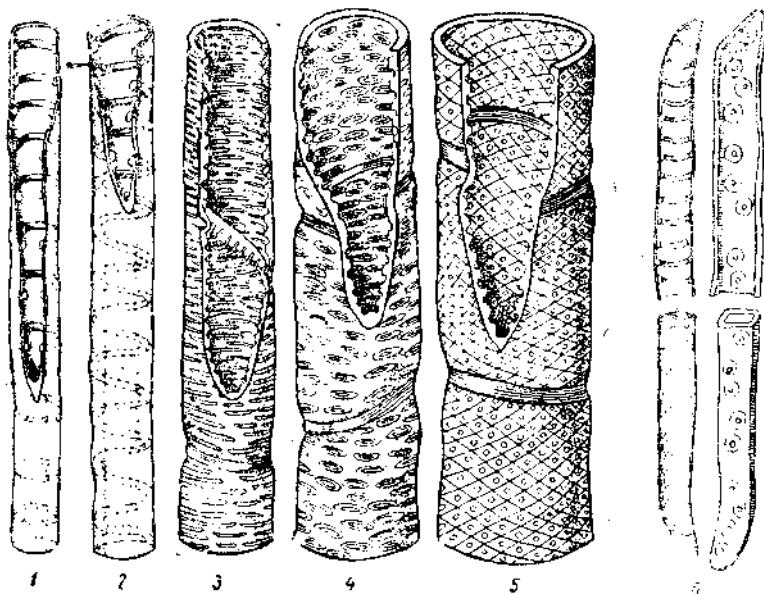
რებს წარმოადგენენ, რომელთა ფორმა და ზომა სხვადასხვა მცენარეში განსხვავებულია. ჭურჭლები ერთმანეთს ამ გარემოიანი ფორებით უკავშირდებიან.

კედლების ძლიერი გასქელება და გახევების გამო ჭურჭლებს დიდი გამძლეობა აქვთ. ჭურჭლების სიგრძე, ჩვეულებრივ, 10—20 სმ-ია. დიდი ზომის მცენარეებში, ხეები, ბუჩქები და ა. შ. 2—3 მ-მდე აღწევს. ლიანებს გრძელი ჭურჭლები აქვთ, მათ შეიძლება მიაღწიონ 5 მ-ს და მეტ სიგრძეს. ზოგიერთი მცენარის ზრდადარულეხლი ჭურჭლები ველარ ატარებენ წყალს იმის გამო, რომ მათი ღრუ ამოვსებულია ე. წ. თიღებით (სურ. 57). („თიღის“ — გაბერილობა, სიმსივნე, ბერძნ.). ჭურჭლების მოსაზღვრე პარენქიმული უჯრედები ჩაიზრდება ფორების მეშვეობით ჭურჭლის ღრუში და ამ გამონაზარდებით, ე. ი. თიღებით, ხდება ღრუს დაცობა პთელ სიგრძეზე. ჭურჭლები აქვთ ფარულთესლოვანებს (ყვავილოვნებს).



სურ. 55. გაქვავებული უჯრედები მსხლის ნაყოფის რბილობში, თხელგარსიანი უჯრედებით შემოფარგლული.

წიწვოვანი მცენარეების ღეროებში ტრაქეიდებია („ტრაქვი“ — სასუნთქი,



სურ. 56. ჭურჭლებისა და ტრაქეიდების ტიპები: 1—გრძელური ჭურჭელი, 2—სპირალური, 3—კიბისებრი, 4—დაწერტილი, 5—ბადისებრი, 6—ტრაქეიდები.

„ეიდოს“—ყელი, ბერძნ.). ტრაქეიდები პროზენქიმული უჯრედებია და წყლის გამტარ ელემენტებს ეკუთვნიან. ერთმანეთთან მიჯრილი ტრაქეიდები განლაგებული არიან ორგანოების, განსაკუთრებით ღეროს სივრცის გასწვრივ.

ტრაქეიდები წყალს ნაკლებად ატარებენ, ვიდრე ქურჭლები, ვინაიდან მათ შორის მდებარე გასწვრივი კედლები მხოლოდ ფორებიან ალტურვლი და ჩაშლას არ განიცდიან. ამ ფორების მეშვეობით ხორციელდება ტრაქეიდების ურთიერთკავშირი.

ტრაქეიდების მკვდარი უჯრედები გახევებული და სქელგარსიანებია, თუმცა მათი გასქელება არათანაბარი შეიძლება იყოს.

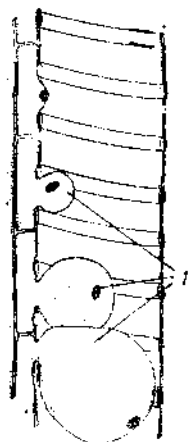
გასქელების მიხედვით, ისე როგორც ქურჭლები ტრაქეიდები შეიძლება იყოს: რგოლური, სპირალური, ბადისებრი, დაწერტილი და კიბისებრი.

ტრაქეიდების სიგრძე უფრო მცირეა და მილიმეტრის მეანელებით განისაზღვრება.

საცრიანი მილები. პროკამბიუმისაგან და კამბიუმისაგან წარმოიქმნება და ძლიერ წაგრძელებულ, ცოცხალი უჯრედებისაგან შექმნილ მილებს წარმოადგენენ (სურ. 58); თხელგარსიანი ცელულოზოვანი უჯრედები გაუხევებელი რჩებიან მილების სიცოცხლის მთელ მანძილზე.

გარსების დიდი რაოდენობა ნახევარხვრელების წარმოქმნით ძალზე დაჩერებულია საცერივით და ამიტომ მას საცრიანი მილები ეწოდება. მილები, მეტწილად, კონებად არიან განლაგებული. მილების სიგრძე ძალზე მცირეა—03—05 მმ, ლიანებში მათი სიგრძე 1 ან 2 მმ-ს ძლივს აღწევს. საცრიან მილებს, სხვა გამტარი ელემენტებისაგან განსხვავებით, უხდებათ ორგანულ ნივთიერებათა გადაადგილება ფოთლებიდან ქვევით პლანზმოდესმების საშუალებით. ამ პლანზმოდესმებით მყარდება ერთმანეთთან კავშირი საცრიან მილებს შორის; საცრიანი მილების ცხოველმყოფელობის უნარი მრავალწლოვან ერთლებნიან მცენარეებში რამდენიმე წლით განისაზღვრება, ხოლო ორლებნიანებში—1—2 წლის შემდეგ—უმოქმედონი ხდებიან და მათი მილების ღრუები თილებით (ქურჭლების მილების მსგავსი) იხშობიან.

საცრიან მილებს შორის მდებარეობს გამყოფი საცერი—ფირფიტა. ეს ფირფიტა ზოგიერთ მცენარეში ზამთრის წინ სქელდება, საცრები დაიცობა თავისებური ნახშირწყლოვანი ნივთიერებებით, იქმნება კალუსი („კალიუს“—კოური, ლათინ.). გაზაფხულზე კალუსი იხსნება და საცრიანი მილებით იწყება ნივთიერებათა მოძრაობა. საცრიან მილებს გვერდით ვსაზღვრება მისგან გამოყოფილი თანამგზავრი უჯრედები (სურ. 59). თანამგზავრები თხელგარსიანი, წაგრძელებული, ბოლოებწაწვეტილი ცელულოზოვანი უჯრედებია. მათ გარსებს, რომლებიც ეხებიან საცრიანი მილებისა და ფლოემის პარენქიმის უჯრედებს, ახასიათებს გაფანტული პლანზმოდესმური არხები ანუ ფორები.



სურ. 57. თილების ჩაზრდა ცრუ აკაციის (*Robinia pseudoacacia*) ქურჭლებში; ქურჭლების სიგრძე და განივი კრილი. 1—თილები.

თანამგზავრები წარმოიქმნებიან საცრიანი მილების სიგრძეზე გაყოფით და განიცდიან განივი ტიხარებით გაყოფას. თანამგზავრების ფუნქცია საბოლოოდ არაა განსაზღვრული. ზოგი ავტორის აზრით, თანამგზავრები ფერმენტების დაგროვების ცენტრია, ხოლო ზოგნი ვარაუდობენ, რომ მათი მონაწილეობით ხდება საცრიან მილებში პროტოპლაზმის კოაგულაციის თავიდან აცილება.

სარძევეები ანუ სარძევე მილები. სარძევეები ცოცხალი წვრილი უჯრედების კომპლექსია, რომელთა შეკავშირებით იქმნება მილების ბადე: მათი გარსი თხელია, ძლიერ ჭიმვადი და ღრეკადი. სარძევეებში გროვდება რძე წვენი ანუ ლატექსი („ლატექს“—სითხე, ლათინ.). რძეწვენი სარძევეების უჯრედის წვენია. რძეწვენი მეტწილად რძისფერია და აქედანაა მისი სახელწოდებაც, თუმცა რძეწვენის ფერი ზოგჯერ ყვითელია (ქრისტესისხლა—*Chelidonium majus*) ან მოწითალო. ეს სხვადასხვა შეფერადება გამოწვეულია სხვადასხვა პიგმენტის მოქმედებით. სარძევეების ურთიერთკავშირი მცირდება ფორების საშუალებით.

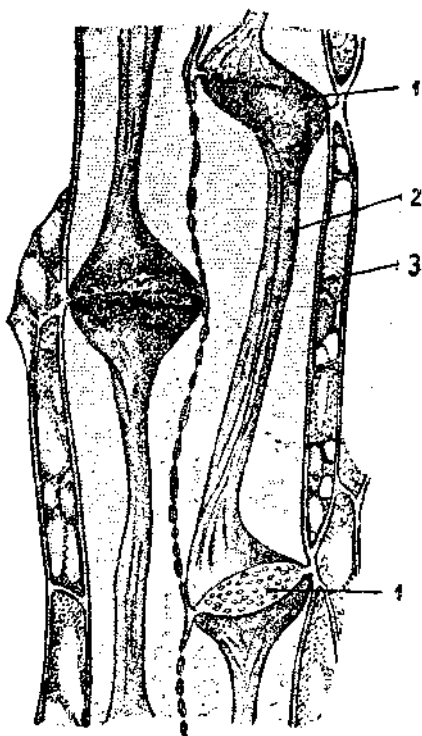
რძეწვენის შემცველ მცენარეებს ეკუთვნის რძიანა, ლეღვი, თუთა, ხაშ-ხაში, ტაუ-სალიზი, ქოქ-სალიზი, ყირიმ-სალიზი, ფამფარულა, ფამფარა, ღორის ქადა, ბაბუაწვერა და სხვ.

სარძევე მილები ორგვარია: დანაწევრებული და დაუნაწევრებელი; როდესაც სარძევე მილების შექმნაში მონაწილეობს რამდენიმე უჯრედი და ამ უჯრედებს შორის გარსები იშლებიან, მაშინ იქმნება სარძევეების გრძელი მილები, —ესაა დანაწევრებული სარძევე მილები. დანაწევრებული სარძევეები ახასიათებთ: რთულყვავილოვნებს, ხეართქლასებრთ, მაჩიტასებრთ და სხვ.

ზოგიერთი სარძევე მილების წარმოქმნა თესლის გაღივებისთანავე იწყება, აქედან მცენარის ზრდასთან ერთად ისიც იზრდება, იტოტება და წარმოიქმნება ძალიან გრძელი მილების დატოტვილი უჯრედი, —ესაა დაუნაწევრებელი სარძევე მილები. ასეთი დაუნაწევრებელი სარძევეები ახასიათებთ: რძიანასებრთ, ღველკეცისებრთ, ქენდრისებრთ და სხვა ოჯახების წარმომადგენელთ.

სარძევეებში კოლოიდურ მდგომარეობაში ემულსიების ან სუსპენზიების სახით მოიპოვება სხვადასხვა ნივთიერება.

რძეწვენის შედგენილობიდან ძირითადი ელემენტებია: კაუჩუკი-დან („კაუჩუკ“ ინგლისურად) და გუტაპერჩი („გუტა“—ფისი, „პერჩა“ — კუნძულ სუმატრას სახელწოდება მალაიურად). ზოგჯერ კაუჩუკისა და გუტა-



სურ. 58. საცრიანი მილები. 1—საცრისე-
ბური ფირფიტა; 2—პლასტიკურ ნივთიერ-
ებათა კიმები; 3—თანამგზავრი უჯრედი.

პერჩის ნაწილაკები განიცდიან შედედებას — კოაგულაციას. კაუჩუკით მდიდარია ისეთი კაუჩუკოვანი მცენარეები, როგორიცაა: ბრაზილიური პევეა, (კაუჩუკის ხე—*Hevea brasiliensis*), მანიპოტი (*Manihot utilisima*), ქოჭ-სალიზი, ტაუ-სალიზი და სხვ.). გუტაპერჩი შედედებული რეწვენია, რომლითაც

მდიდარია თვით გუტაპერჩის ხე—*Palagium guile* Sapotaceae-ების ოჯახიდან, მეგეპიანი ზანჭუტაი (*Conium verrucosa*) და სხვ. ვუტაპერჩი გამოიყენება ელსადენების კაბელების საიზოლაციოდ.

სარეწვევების წვენი შეიცავს აგრეთვე შხამიან ნივთიერებებს, მათ შორის ცნობილ ოპიუმს („ოპიუმ“-ყავაშოს წვენი, ბერძნ.), გლუკობიდებს, შორიძლავ ნივთიერებებს, ალკალოიდებს და სხვ.

სარეწვევების ფუნქცია არაა დაზუსტებული. იმ ნივთიერებებიდან, რომლებიც წვენის სახითაა მასში დაგროვილი, მეტ წილს მღენარე გამოიყენებს.

სარეწვევებს ვაშტარ ქსოვილით სისტემის აკუპუნგენ. რადგან ისინი ზოგიერთი ნივთიერების გამტარი ფუნქციონირებენ, მაგრამ სიკვამლეში სარეწვევებს გამოიყენებენ ქსოვილ ელში განსხილვად.

გამტარი კონები. გამტარი ქსოვილები, განაკუთრებით ყვავილოვან მცენარეებში, სხვა ქსოვილებთან კომპლექსშია და ქსოვის გამტარ კონებს.

გამტარ კონებს შეადგენენ შემდეგი ქსოვილები: გამტარი (ტურტლები, ტრაქეიდები, საკრიანი მილები, თანამგზავრები), მექანიკური (ლატისის ბოჭკოები, ტრაქეიდები), ძირითადი.

გამტარი კონები ორგვარია: მარტივი, როცა კონები მარტო მთარი წვრილი ძარღვები და რთული, როცა ძირითადი და მექანიკური ქსოვილები-

ქსოვილებსაგან შედგება (ფოთლის კონები გამტარ ქსოვილებთან ერთად საგან შედგება.

გამტარი კონების შემადგენელი ქსოვილები სხვადასხვა წარმოშობისაა: პირველადი პროკამბიუმისაგანაა წარმოშობილი, ხოლო მეორადი—კამბიუმისაგან.

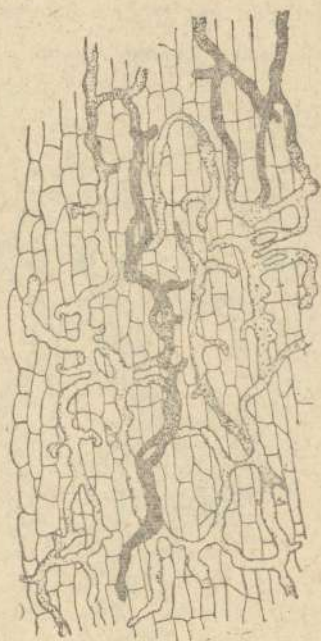
გამტარ კონებს მომრგვალო ან რამდენადმე მოგრძო ფორმა აქვს. ისინი წარმოიქმნებიან ზრდის კონუსის პლერომის ნაწილში პირველად წარმოშობი-

ქსოვილისაგან—პროკამბიუმისაგან. გამტარი კონა შედგება ორინაწილის აგან ლაფნისა და მერქნისაგან, რომლებიც ატარებენ წყალს და სხვადასხვა ნივთიერებას. ფესვის ბუსუსის მიერ შეწოვილი წყალი და მასში გახსნილი მინერალური ნივთიერებანი მერქნის საშუალებით აღწევს ფოთოლში. ფოთლებში წარმოქმნილი პლასტიკური (ორგანული) ნივთიერებები ლაფნის მეოხებით მიედინება მცენარის ყველა ნაწილამდე. ნივთიერებები ხმარდება მცენარის ზრდისა და განვითარების პროცესებს ან მათი ნაწილი მარაგად გროვდება, რომელსაც ისევ მცენარე იყენებს.

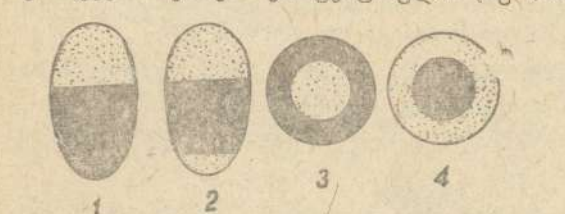
ქსილემის („ქსილონ“—ხე, ბერძნ.) ანუ მერქნის (ქვევით ყველგან მერქანი იქნება მოხსენებული) სისტემას ეკუთვნის ჭოჭ-ლები, ტრაქეიდები, მერქნის ბოჭკო და მერქნის პარენქიმა.

ფლოემის („ფლოოს“—ქერქი, ხრალი, ბერძნ.) ანუ ლაფნის შემადგენლობაშია: საცრიანი მილები თანამგზავრებით, ლაფნის ბოჭკო და ლაფნის პარენქიმა.

სხვადასხვა მცენარეში მერქნისა და ლაფნის განლაგება განსხვავებულია. ერთ შემთხვევაში მერქანს ყველა მხრიდან ლაფანი აკრავს (გვიმრანაირები) ანდა პირუკუ—ლაფანს მერქანი (ფარულთესლოვანნი). ორივე შემთხვევაში კონები კონცენტრულია (სურ. 62).



სურ. 60. სარძევეები.



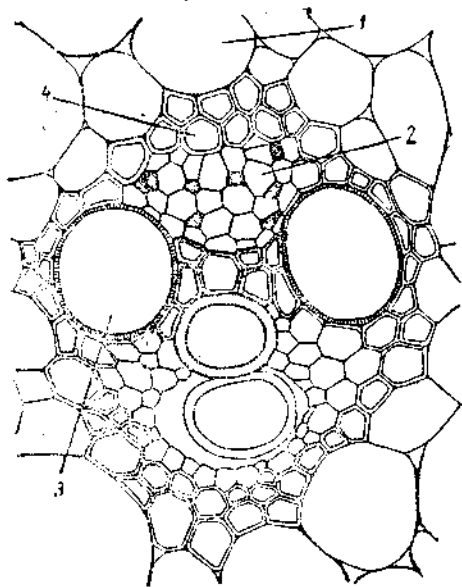
სურ. 61. სხვადასხვა გამტარის კონების ტიპების სქემა (განივი ჭრილი): 1—კოლატერალური; 2—კოლატერალური შიგნითა ფლოემით; 3, 4—კონცენტრული ორმხრივი (გარეთა და შიგნითა ქსილემით). შავად არის ქსილემა, თეთრად—ფლოემა.

ანებისა და ფარულთესლოვანების ფესვებს განსაკუთრებით პირველადი აგებულების დროს.

გამტარ კონებს, რომელთაც არა აქვთ კამბიუმი და არ გააჩნიათ ზრდის უნარი, დახურული კონები ეწოდება. იმ კონებს, რომელთაც კამბიუმი ახასიათებს და აქვთ ზრდის უნარი—ღია კონები ეწოდება (სურ. 63).

გამტარი კონები ყველა ორგანოშია და ქმნიან გამტარი ელემენტების

რთულ სისტემას, განსაკუთრებით ღეროში; ღეროში გამოირჩევა სპეციალური კონები, რომლებიც მარტო ღეროშია და ღეროს ზრდასთან ერთად იზრდება. არის აგრეთვე ისეთი კონები, რომლებიც საერთო კონებია—ღეროდან ფოთლებში გადმოსული. თუ კონა მერქნისა და ლათნის ელემენტებისაგანაა შედგენილი, მაშინ იგი სრული კონაა, მაგრამ, როდესაც კონა ცალკე მერქანს ან ცალკე ლათნის შეიცავს—იგი არასრული კონაა.



სურ. 62. სიმინდის დახურული გამტარი კონა:
1—ძირითადი ქსოვილი, 2—საცრიანი მილები,
3—ქსილემის ტრეჩიდეები, 4—სკლერენჩიმა.

ბალი უჯრედები გამოყოფენ სხვადასხვა სიმაღლეს და ფერმენტებს.

შეწოვის პროცესი, ძირითადად, ფესვებში მიმდინარეობს შემწოვ ზონაში. ფესვის შემწოვი ზონა ფესვის ეპიდერმისის უჯრედების გამონაზარდები—ბუსუსებია და ფესვის ამ შემწოვ ნაწილს ეპიბლემა („ეპებლემა“—საბურავი, ბერძნ.) ეწოდება.

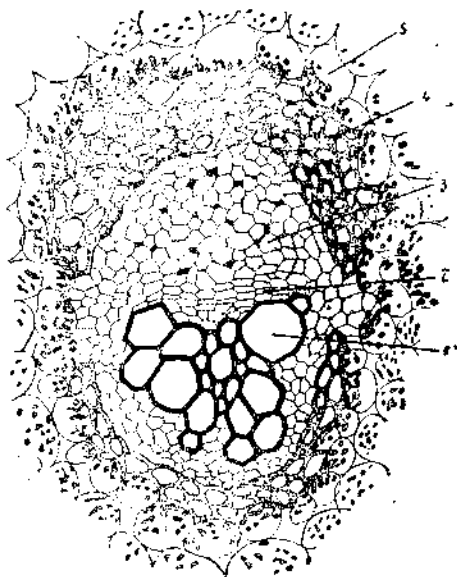
სამარაგო ნივთიერებათა დამაგროვებელი ქსოვილები. სამარაგო ქსოვილი შედგება პირველადი მერისტემებისაგან. ეს ქსოვილი ღეროს პერიოდრმა-სა და გამტარი კონების რკალს შორისაა. სამარაგო ქსოვილს მიეკუთვნება აგრეთვე გულგული და გულგულის სხივები.

ამ ქსოვილის უჯრედები განლაგებულია თანაბრად, ვინაიდან აქეთ უჯრედშორისები.

სავეგეტაციო პერიოდში საკვები ნივთიერების ზედმეტი ნაწილი დაგროვებას იწყებს მცენარის სხვადასხვა ნაწილში (გორგლში, ბოლქვში, ღეროს მერქნის პარენქიმაში და სხვ.) როგორც ზამთრის მარაგი.

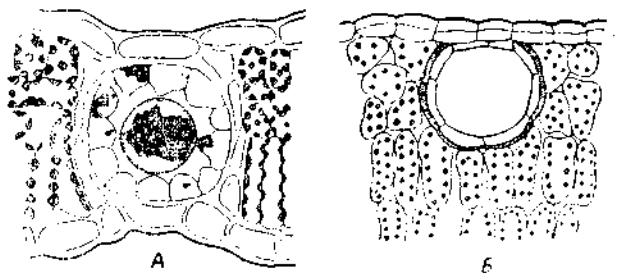
პარენქიმულ უჯრედებში ხშირად არის საზრდო ნივთიერება, ასე, მაგალითად, სახამებელი (კარტოფილი), შაქარი (ჭარხალი), ზეთი (მზესუმზირა, თხილი) და სხვ. გაზაფხულზე ეს ნივთიერებები ხმარდება ვეგეტატიური ორგანოების წარმოქმნას.

სასიმილაციო ქსოვილები. ეს ქსოვილები მკვეთრად გამოსახულია ფოთლებში და, ნაწილობრივ, ღეროში (უფრო ყლორტში). მისი ძირითადი ფუნქციაა ჰაერის ნახშირჟანგის ასიმილაცია და ორგანული მასის შექმნა. სასიმილაციო ქსოვილის დამახასიათებელია ქლოროფილის მარცვლებით ამოვსებული პარენქიმული უჯრედები. უკანასკნელნი ფოთოლში კმნიან ფოთლის რბილობს. აქ უჯრედები შეერთებულია დიდი ზომის უჯრედშორისებით ფაშარად. მეტწილად ფოთლის რბილობი შედგება ორი წყება უჯრედისაგან: ფოთლის ფირფიტას ზედა კანის ქვეშ მ.ი.ჯრილი, წაგრძელებული უჯრედებია და ისინი კმნიან მესერი-სებრ პარენქიმას. ამ პარენქიმაში მიმდინარეობს, ძირითადად, ასიმილაცია. ქვედა კანის ქვეშ მომრგვალო, ფაშარად განლაგებული უჯრედებია და კმნიან ღრუბლისებრ პარენქიმას.



სურ. 63. ღია კონა. 1—ქსილემის გურტლები, 2—კამბიუმი, 3—ფლოემა, 4—სკლერენქიმა, 5—ძირითადი ქსოვილი.

გამომყოფი ქსოვილები. ამ ქსოვილებში გამოიყოფიან ნივთიერებათა ცვლის შედეგად წარმოქმნილი პროდუქტები.



სურ. 64. ეთერზეთის სათავსოები.
ა—სქიზოგენური, ბ—ლიზიგენური.

როგორც სარძევეებში, ასევე ორგანოების შიგნითა ნაწილებში, განსა-
ჯუთრებით გამომყოფ უჯრედებში და ხშირად უჯრედშორისებშია სხვადასხვა
ნივთიერებები და მათი პროდუქტები, როგორიცაა ეთერზეთები, მთრიმლაკე,
შხამიანი ნივთიერებები, ფისები და სხვ. (სურ. 64, 65, 66). უჯრედშორისე-
ბი, რომლებშიაც ეს ნივთიერებებია, გამომყოფი სათავსოებია. გამომყოფი
სათავსოები უჯრედების დაშლის შედეგად (ლიზიგენური) მიიღება, მაგალითად,
ნარინჯოვანთა ნაყოფების კანში გამოყოფილი ეთერზეთების საცავები. ზოგ-

ჯერ კი ერთმანეთთან მიჯრის უჯრედები ერთმანეთს სცილდებიან (სქიზოგენური) და წარმოემნილ უჯრედშორისებში ჩნდება ე. წ. გამომყოფი სავალები.

ხშირად ეს სათავსოები გამოფენილია ეპითელური უჯრედებით, რომლებიც სხვადასხვა ნივთიერებას გამოყოფენ.

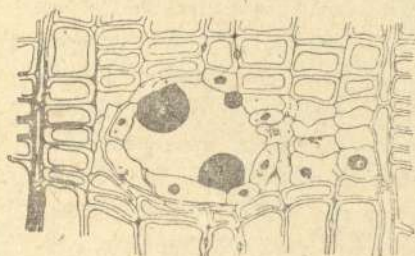


A



B

სურ. 65. ჯირკვლავიანი
ქერქლები ეთერზეთებით.



სურ. 66. ფისის სავალი
ფიჭვის მერქანში.

გამომყოფ სავალებში, როგორცაა ფისის სავალები, წელვადი სითხის სახით ძივთი ან ბალზამია, საიდანაც მიიღება: ფისი, კოლოფონი, სკიპიდარი (წიწვოვანები); ასეთივე შინაგან გამომყოფ სათავსოებს ეკუთვნის სანექტრეები, რომლებიც განსაკუთრებულ ჯირკვლებს წარმოადგენენ და რომლებშიაც გროვდება მოტკბო წვენი—ნექტარი. ნექტარი ყვავილის სხვადასხვა ნაწილებში გროვდება და ამიტომაც მას მწერები ეტანებიან.

მეცნიერების ძირითადი მნიშვნელობა

როგორც შესავალ ნაწილში აღინიშნა, ბოჩანიკის ამ დარგს, რომელიც სწავლობს მეცნიარის ფიქრებს, სტრუქტურას (გარეგნო პირობებთან დაკავშირებით), მის წარმოშობასა და განვითარებას ფილოგენეზსა და ეთნოგენეზში („ეილოსი“ — ტომი, გვარი, „ენტიკი“ — ინდივიდი, პერსონაჟი, „გენეზისი“ — წარმოშობა, ბუნება), მეცნიარება მათემატიკითა და ფიზიკით. მოთვალთვალებისათვის ერთად განსხილვება ახსენებია, რომელიც სწავლობს მეცნიარის შინაგან აგებულებას (ბიოგენეტიკის საზღვარებში) და მასში მოხდინარე ცვლილებებს. მეცნიარება ანატომიის კვლევის მათემატიკური თეორიის მეცნიარის ფიზიკური და ქიმიური (I და II თავი) და, ბოლოსა, გრძელ, მეცნიარის ძირითადი ორგანოების (ფესვის ღეროსა და ტოთოლის) შინაგანი აგებულება (III თავი).

მეცნიარება მათემატიკის საწყისები შემოქმედებული წარსულადანვე სიმბოლურად, როცა აღნიშნა მეცნიარების ყოველდღიური გამოყენება ციფრით (საგვერდო, ს. შოსაღ, ს. შიქაღ, ს. შიქაღ და ს. შიქაღ).

მეცნიერების მათემატიკის ძირითადი პირობებებია: 1) ალგებრაში ფორმალური წარმოქმნის განახლებების შესწავლა; 2) მეცნიარისა და მისი ორგანოების ფორმალური წარმოქმნის განახლებების დადგენა ორგანოებისა და 3) მეცნიარება აგებულებების კომპლექსური განახლებების შესწავლა (ფიზიკის, ბიოლოგიის, ფიზიკის, ბიოლოგიის და მეცნიარის სხვა ნაწილების თანმიმდევრული განახლების განახლებების შესწავლა).

ამ ძირითადი საკითხების შესასწავლად მეცნიარება მათემატიკითა და ფიზიკით დაკავშირებისა და შედარების მეშვეობით და ანა თუ იმ ენებზეა დაკავშირებული; ბუნებრივი პირობებში ამ მეთოდების გასვითარებას ხელი შეუწყო მეცნიარების და ექსპერიმენტული მორცოდობის გამოყენებებმა.

თანამედროვე მათემატიკითა მეცნიარება სისრულეშია და საკმარისი მუშაობის საფუძველია.

მეცნიარება მათემატიკითა, უმადლესი მეცნიარების გარდა, რომელიც ძირითად ორგანოებად (ფესვი, ღერო და ტოთოლი) დაფიქრებულია ანათომიკურად, უმადლესი მეცნიარის სხეულის ფორმალური განახლებების, უმადლესი მეცნიარების ფორმების განხილვა აუცილებელი პირობაა უმადლესი მეცნიარის ფილოგენეზის (საწყისი ფორმებიდან უმადლეს ფორმებამდე) შესწავლისათვის.

როდესაც მეცნიარეს ვსწავლობთ, ვიკვლევთ, ან ვიყენებთ მას სხვადასხვა მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად, ძირითად ობიექტს უმადლესი მეცნიარები წარმოადგენენ, მაგრამ ბუნებაში ამ დიდი ზომისა და მასის მქონე

მცენარეების გარდა, არსებობს პატარა ზომისა და ხშირად თვალთ უჩინარი სხეულები, რომლებიც უდაბლეს მცენარეებს მიეკუთვნებიან. მცენარეთა მორფოლოგია თავისი შესწავლის ობიექტად უდაბლეს მცენარეებსაც იყენებს, განსაკუთრებით ფილოგენეზის დროს. ცნობილია, რომ მცენარეთა სამყარო ორ დიდ ჯგუფად იყოფა: ერთია უდაბლესი მცენარეების ჯგუფი, რომელთა სხეული თალუსი ან არაუჯრედული აგებულებისაა ან ერთუჯრედიანი, ანდა მრავალუჯრედიანია. ეს ორგანიზმები დამოუკიდებლად ან კოლონიურად არსებობენ და ძირითად ორგანიზმად (ფესვი, ღერო და ფოთოლი) დიფერენცირება მათ არ ახასიათებს. ამ ჯგუფს თალუსიანი მცენარეები, ანუ ტალოფიტები („ტალოს“—ბრტყელი ყლორტი, ამონაყარი, „ფი ტონ“—მცენარე, ბერძნ.) ეწოდება. ტალოფიტების ძირითადი გარემო წყალია, ზოგჯერ კი სხვა სუბსტრატი. მეორე ჯგუფია უმაღლესი მცენარეები, ანუ ლეროფოტოლოგანი მცენარეები, რომლებიც (პირველ ჯგუფთან შედარებით) გაცილებით დიდ ჯგუფია და მათ კოროფიტებს („კორმოს“—ხის ტანი, შტამბი, ბერძნ.), ხმელეთის მცენარეებს უწოდებენ. ფილოგენია უდაბლეს მცენარეთა ჯგუფებს (ტალოფიტებს) განიხილავს როგორც საწყის ჯგუფს, საიდანაც უმაღლესი მცენარეები (კორმოფიტები) წარმოიქმნენ.

უდაბლესი მცენარეების წარმომადგენლებია: წყალმცენარეები, ბაქტერიები, სოკოები და ლიქენები. წყალმცენარეებიდან მათი ორგანიზმების თანდათანობითი განვითარებით უნდა წარმოშობილიყო უმაღლესი (ხმელეთის) მცენარეები. ამიტომ საჭიროა ზოგიერთი ტიპისა და მათი ორგანიზმების აღწერით წარმოვიდგინოთ, თუ როგორ ხდებოდა მარტივი ორგანიზმებიდან რთული ორგანიზმების წარმოქმნა და განვითარება. ამ მარტივი ტიპის მცენარეული ორგანიზმების მაგალითზე შესაძლებელი იქნება განვითარების ზოგიერთი საფეხურის გაცნობა.



სურ. 67. ქლოროკოკუსი (Chlorococcum).

მტკნარ წყლებში და ტენიან ნიადაგებზე ხშირად სახლობს სფერულუჯრედიანი მცენარე ქლოროკოკუსი—Chlorococcum (სურ. 67); მისი შიგთავსი შედგება ბირთვისაგან, ჯამნაირი კედლური ქრომატოფორისაგან და პირენოიდისაგან.

ასეთივეა პურის ან ლუდის საფუარი Saccharomyces (სურ. 68); მისი ცალკეული ერთბირთვიანი უჯრედი სფერული ან ოვალურია. დაკვირვებას დროს საფუარი ხშირად ერთმანეთისაგან დაუცილებელი უჯრედების ბეჭკვს ქმნის, ორივე ორგანიზმს, ქლოროკოკუსს და საფუარს, როგორც ერთუჯრედიანების სფერულ სხეულებს, არავითარი დანაწილება არ ახასიათებს და გამოსახული არა აქვთ ფეხი და წვერი.

სხვა ორგანიზმებს შორის აღსანიშნავია ერთუჯრედიანების სფერული ან ოვალური მოყვანილობის წყალმცენარე ქლამიდომონადა—Chlamydomonas (სურ. 69). მისი მოძრავი უჯრედის ერთ-ერთ ბოლოზე შოლტებია გამოზრდილი, ეს ადგილი მის ზედა ნაწილად ითვლება. ქლამიდომონადას ახასიათებს სხეულის დანაწილება.

სხეულის შედარებითი დანაწილების მაგალითია წყალმცენარე ბოტრიდიუმი (Botrydium, სურ. 70); ბოტრიდიუმი ორი, ერთმანეთისაგან გან-

სხვაგვარი მიწისზედა და მიწისქვედა ნაწილისაგან შედგება. მისი მიწისზედა ნაწილი მწვანე ბუშტისებრ სხეულს წარმოადგენს. ქვედა ნაწილი, რომელიც ნიადაგში გართხმულ, დატოტიანებულ ფესვს მიაგავს (ბოტრიდიუმის სხეული), გარკვეულ დიფერენცირებას ამჟღავნებს და ზედა და ქვედა ნაწილების განსხვავებით აშკარად აღვლი აქვს სრულ პოლარობას.

ასევე არაუჯრედული აგებულებით ხასიათდება წყალში მცხოვრები წყალმცენარე კაულერპა (*Caulerpa*, სურ. 71). იგი სხეულის გარეგანი აღნაგობით უმაღლეს მცენარეს ემსგავსება. კაულერპას სხეული ისეა დანაწილებული, რომ თითქოს მას აქვს ჰორიზონტალური ღერო მასზე განლაგებული ფოთლებით.

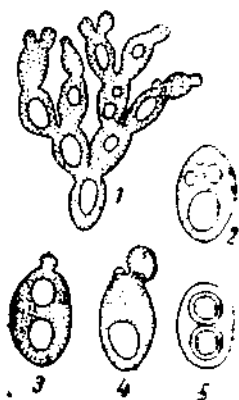
ზემოგანხილული მცენარეები არაუჯრედულ ან ერთუჯრედიან ორგანიზმებს წარმოადგენენ და ზოგიერთ მათგანს (ბოტრიდიუმსა და კაულერპას) კარგად ეტყობა სხეულის დანაწილება. ამ ორგანიზმებთან შედარებით სხვანაირი აგებულებისაა კოლონიური ორგანიზმები.

კოლონიურ ორგანიზმებს მიეკუთვნება ზოგიერთი მრავალუჯრედიანი. მათ ზორის ევდორინა (*Eudorina*, სურ. 72), ვოლვოქსი (*Volvox*, სურ. 73).

ევდორინა შედგება 32 მრგვალი უჯრედისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან თავისუფლად არიან განლაგებული, ვინაიდან მთელი კოლონია საერთო ლორწოთა შემოფარგლული. კოლონიაში უჯრედების განლაგება თავისებურია: წინა ნაწილით უჯრედი პერიფერიისკენაა მიმართული და გარსის გარეთ შოლტები აქვს გამოშვებული, რომლებითაც ორგანიზმში მოძრაობს. უკანა ნაწილი მიმართულია ცენტრისკენ.

ვოლვოქსი. ვოლვოქსის სფეროსებრი, შედარებით დიდი ზომის კოლონია რამდენიმე ათეული ათასი უჯრედისაგან შედგება. უჯრედების ზომა სხვადასხვაა; უმეტესობა პატარა ზომისაა და გეგმატაქსურ უჯრედებს წარმოადგენს. მცირე რაოდენობისა და დიდი ზომის უჯრედები გასაპრავლებელი უჯრედებია. ეს უჯრედები დაკავშირებულია ერთმანეთთან პროტოპლაზმური გამონაზარდებით. ამის გარდა, ვოლვოქსში მხოლოდ უჯრედების გარკვეული ჯგუფი მონაწილეობს გამრავლებაში; მდებარეობით და მამრობითი უჯრედები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან. ვოლვოქსისა და ზემომოყვანილი (ევდორინა და სხვ.) წყალმცენარეების მაგალითები ცხადყოფენ, რომ კოლონიური ორგანიზმები სხვადასხვა ფუნქციას ასრულებენ და ისინი მორფოლოგიურადაც განსხვავდებიან. სხვა მრავალი მაგალითი მოჰმოხს, რომ კოლონიური და მრავალუჯრედიანი მცენარეების ფორმათა ევოლუცია ხდებოდა სხეულის დანაწევრებით, შედაპირის გადიდებით, დატოტიანებით (მარტივი) და ა. შ.

წყალში ცხოვრებიდან ხმელეთის ცხოვრებაზე გადასვლამ წარმოქმნა მცენარის გეგმატაქსური ორგანოები. ხმელეთის პირვანდელ მცენარეებში



სურ. 68. საფუარი (*Saccharomyces*). 1—დაკვირტული საფუარი; 2, 3, 4—უჯრედის დაკვირტვა; 5—ასკოსპორების წარმოქმნა.

ვერტკალურად წაზრდილი სხეულიდან წარმოიქმნა ღერო მასზე განლაგებული ფოთლებით. ხმელეთის ამ პირვანდელ მცენარეთა ჯგუფებს ფესვის მაგივრად რიზოიდები („რიზა“—ფესვი, „ეიდოს“—სახე, ფორმა, ბერძნ.) ექონდათ, რაც ხავსებსა და ზოგიერთ ფსილოფსილებს დღესაც აქვს.

თანამედროვე შეხედულებით ფესვი, როგორც ორგანო, უფრო გვიანდელი წარმოშობისაა, ხოლო ღერო და ფოთოლი უფრო ადრეული; ამათგან ჯერ ღერო წარმოიქმნება, ხოლო მისი გვერდითი გამონაზარდებიდან — ფოთლები. მაშასადამე, მცენარეთა მორფოლოგიის შესასწავლი ობიექტი უმთავრესად, მცენარეთა გვეგეტაციური ორგანოებია.

ყველა ორგანოს (ფესვს, ღეროს და ფოთოლს) გარკვეული აღნაგობა, აგებულება და ფუნქციები ახასიათებს, რაც შედეგია ორგანიზმის ფილოგენეზური განვითარებისა განსაზღვრულ გარემო პირობებში.

ძირითადი ორგანოები — ფესვი და ფოთლები უმთავრესად განსაზღვრული თანმიმდევრობით ვითარდება — ფუძიდან წვერისაკენ (ქვევიდან ზევით) და მას აკროპეტალური („აკროს“ — ზედა, „პეტორია“ — მივისწრაფი, ბერძნ.) განვითარება ეწოდება. მაგალითად, ფესვისა და ღეროს კენწრული ზრდის შედეგად ღეროზე ტოტები და ფოთლები ვითარდება. იშვიათია, მაგ-

რამ ადგილი აქვს განვითარების მეორე სახეს, რომელსაც ბაზიპეტალური („ბაზის“ — ფუძე, ბერძნ.) ეწოდება, როდესაც განვითარება (წვერიდან ფუძისაკენ, ზევიდან ქვევით) მიმდინარეობს. არჩევენ აგრეთვე ინტერკალარულ („ინტერკალარე“) ანუ ჩამატებით ზრდას, რომელიც გვხვდება ზოგიერთ წყალმცენარეში, უმაღლესი მცენარეების ფოთლისა და მარცვლოვან მცენარეთა ღეროებში. ბევრ უმაღლეს და ასევე უდაბლეს მცენარეში ადგილი აქვს სხეულის დანაწევრებას, რაც გამოწვეულია გარემოსთან უკეთ შეგუებით, მეტი მზის სხივებისა და საზრდო ნივთიერებების შთანთქმით.

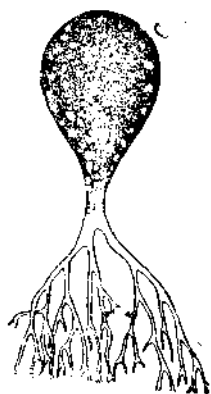
სხეულის დანაწევრება, უმთავრესად, დატოტოვებაში მდგომარეობს. დატოტოვების ესა თუ ის ტიპი მცენარეს ამა თუ იმ იერს — ჰაბიტუსს („ჰაბიტუს“ — სახე, აგებულება, გარეგნობა, ლათინ.) აძლევს.

ტოტოვანდება არა მარტო ღერო, არამედ მცენარის სხვა ორგანოებიც და ნაწილებიც (ასე, მაგალითად, უდაბლესი მცენარეების სხეული, უმაღლესი

სურ. 69. ქლამიდომონადა (chlamydomonas).

- 1 — წყალმცენარის აგებულება: ბ — ბირთვი, ქრ. ქრომატოფორი, თვ. წითელი თვალი;
- 2 — უსქესო გამრავლება; 3 — სქესობრივი გამრავლება; 4 — იზოგამეტები; 5 — კოპულაცია; 6 — ზიგოტა; 7 — ზიგოტიდან ახალი ქლამიდომონადის წარმოქმნა.

მცენარეების ქსოვილები, ფესვები, ყვავილელები და სხვ.). ზუნებაში დატოვების რამდენიმე ტიპი არსებობს: ღიქაქოჭოჭოური, ცრუღიქაქოჭოჭოური, მონაპოდიური (ნახ. 74). სიმკვრივე მცენარის მრავალ ფორმას სიმეტრიულობა („სიმეტრია“ — თანაზომიერება, ბერძნ.) კარგად აქვს გამოხატული, აუშკარა ასიმეტრიულობაც ახასიათებს. მცენარის სიმეტრია რამდენიმე სახისაა: თუ მცენარის რომელიმე ნაწილს სამი ან მეტი სიმეტრიის სიბრტყე აქვს, მაშინ ასეთი სიმეტრია პოლისიმეტრიული („პოლის“ — მრავალი, ბერძნ.) იქნება. პოლისიმეტრიის მაგალითები მცენარეებში მრავალია: ვაშლის, ყაყაჩოს, კომპოსტოს და სხვა ყვავილების გვირგვინები პოლისიმეტრიულია, ხოლო ხშირად ასეთ ყვავილებს აქტივომორფული („აქტის“ — სხივი, ბერძნ.) ყვავილები ეწოდება. მცენარეების ზოგიერთ ნაწილს ორი სიმეტრიის სიბრტყე აქვს და ასეთი სიმეტრიის მეორე სხვადასხვა ნაწილს ბისიმეტრიულია („ბის“ — ორჯერ, ლათინ.) ანუ ბილატერალური („ლატერალის“ — გვერდითი, ლათინ.) ეწოდება. ასეთი სიმეტრია აქვს მრავალ მცენარეს და მათ შორის ზამბახის ფოთლებს, კაქტუსების სიბრტყელ და ზოგიერთი მარცვლოვანის ღეროებს. სიმეტრიის მესამე სახე მონოსიმეტრიულია („მონოს“ — ერთი, ბერძნ.); ეს სიმეტრიის ისეთი სა-

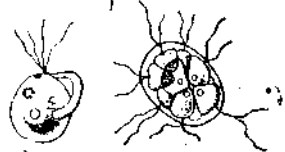
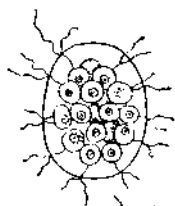


სურ. 70. ბოტრიდიუმი (Botrydium).



სურ. 71. კაულერპა (Caulerpa).

ხეა, როცა მცენარის რომელიმე ნაწილს სიმეტრიის ერთი სიბრტყე ახასიათებს. მონოსიმეტრიულია ფოთლების უმრავლესობა, სადაც მთავარი ძარღვი ფოთოლს ორ თანაბარ ნაწილად ყოფს. ზოგიერთი ყვავილის გვირგვინი მონოსიმეტრიულია, მაგრამ მათ ხშირად ზიგომორფულს („ზიუგონ“ — წყვილი, ბერძნ.) უწოდებენ. ასეთ-



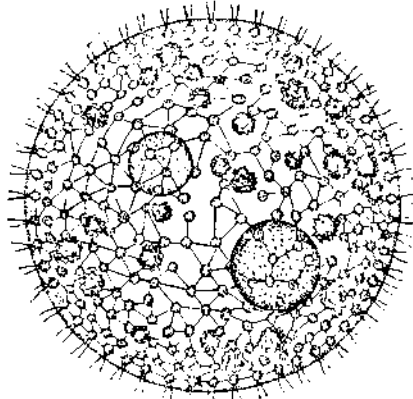
სურ. 72. ედორინა (Eudorina).

ბია პარკოსნების, ტუჩოსნებისა და იასებრთა ყვავილების გვირგვინი. იშვიათად, მაგრამ გვხვდება ასიმეტრიული ნაწილებიც, სადაც არც ერთი სიბრტყის გავლება არ შეიძლება. მაგალითად, ცაცხვისა და თელას ფოთლები.

პორიზონტული მდებარეობის მცენარეულ ორგანიზმებს — ლიქენებს, ანუ მღიერებს, ღვიძლის ხავსებს და ზოგიერთ ორგანოს — ფოთლებს, მსოხავ ღეროებს, დორზოვენტრალური („დოზუმ“ — ზურგი, „ვენტრუმ“ — მუცელი, ლათინ.) აგებულება აქვს. ფოთლის ზედა ზურგის მხარე განსხვავდება ქვედა მუცლის მხარისაგან.

ზოგიერთი ფოთოლი ვერტიკალური მდგომარეობის გამო იზოტოპურა („იზოს“ — თანაბარი, ბერძნ. „ლატუს“ — ნათ. ბრუნვა, „ლატერიზ“ — გვერდი, ლათინ.) აგებულიებისაა.

ორგანოებს, რომელთაც ვერტიკალური მდგომარეობა აქვთ, ორთო-



სურ. 73. ვოლვოქსი (Volvox).

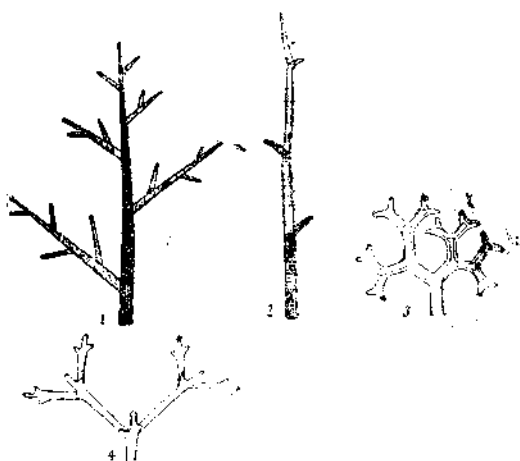
ტროპული („ორთოს“ — პირდაპირი, „თროპოს“ — მოსახვევი) ორგანოები ეწოდება, ხოლო პერიზონტული მდგომარეობის მქონეთ — პლაგიოტროპული („პლაგის“ — ირიბი, ბერძნ.).

ვეგეტაციური ორგანოები — ფესვი, ღერო და ფოთოლი მცენარეთა კვებასა და ზრდას ემსახურებიან. მცენარეების, უმეტესად მწვანე მცენარეების კვება არაორგანულ ნივთიერებათა ორგანულ ნივთიერებად გარდაქმნის ხარჯზე ქლოროფილის მონაწილეობით მიმდინარეობს და ასეთ

კვებას ავტოტროფული („ავტოს“ — თვითონ, ბერძნ.) კვება ეწოდება, ხოლო იმ მცენარეებს — რომლებსაც ასეთი კვება ახასიათებს — ავტოტროფული მცენარეები.

ავტოტროფული კვების დროს მცენარე ნიადაგიდან და ჰაერიდან იღებს სხვადასხვა ნივთიერებას ფესვის, ღეროსა და ფოთლების საშუალებით, რამდენადაც ამ ორგანოების აგებულების თავისებურებანი კარგადაა შეხამებული გარემოსთან.

უმალეს და უდაბლეს მცენარეებში საკმაოდ გავრცელებულია მცენარეთა ისეთი ორგანიზმები, რომელთაც ქლოროფილი არა აქვთ. ამ ორგანიზმების (მეტნაწილს) სხეულში იყო ქლოროფილი (განვითარების პირველ საფეხურზე მაინც), მაგრამ კვების თავისებური არის გამოცვლამ



სურ. 74. დატოტიანების ტიპების სქემა: 1 — მონოკოტილოური; 2 — სიმპოდითური; 3 — დიკოტონიური; 4 — ცრუდამოკონიური.

გამოიწვია ქლოროფილის უმოქმედობა, თანდათანობით გააქრო ქლოროფილი და ისინი უქლოროფილო ორგანიზმებად გარდაიქმნენ. უქლოროფილო ორგანიზმების ახალ გარემო პირობებთან შეგუებით გამოუმუშავდება მეორე თავისებური სახე — ჰეტეროტროფული („ჰეტეროს“ — სხვა, ბერძნ.) კვება.

ჰეტეროტროფული კვების დროს მცენარე მზა ორგანული ნივთიერებებით იკვებება. მათ არა აქვთ ქლოროფილის გარეშე არაორგანული ნივთიერების

ორგანულ ნივთიერებად გარდაქმნის უნარი. ასეთ ორგანიზმებს ჰეტეროტროფული ორგანიზმები ეწოდება. ჰეტეროტროფული ორგანიზმებია ბაქტერიები, სოკოები და ზოგიერთი ყვავილოვანი მცენარე; ჰეტეროტროფული მცენარეები ორ ჯგუფად იყოფა: პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება ისეთი მცენარეები, რომლებიც ცოცხალი (პატრონი) მცენარის მიერ გადაამუშავებული ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან. მათ პარაზიტები („პარაზიტოს“—მუქთახორა, ბერძნ.) ეწოდება. მეორე ჯგუფი კი ისეთი მცენარეებია, რომლებიც მკვდარი სუბსტრატებიდან მზა ორგანული ნივთიერებებით იკვებებიან და მათ სპროფიტები („სპროს“—დამბალი, „ფოტონ“ — მცენარე, ბერძნ.) ეწოდება.

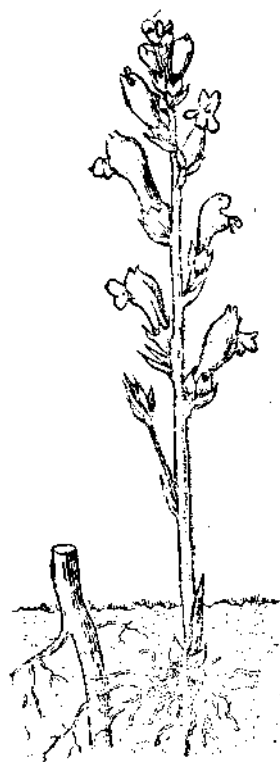
მესამე სახეა მიქსოტროფული („მიკსის“—შერეული, ბერძნ.), ანუ შერეული კვება. როდესაც ორგანიზმი ავტოოიტოტულ კვებასთან ერთად მიმართავს სპროფიტულსაც. ასეთ მიქსოტროფულ მცენარეებს მიეკუთვნება მხოლოდ უდაბლესი მცენარეები (ლუფ-მწვანე წყალმცენარეები, შოლტონები და ზოგიერთი მწვანე წყალმცენარე).

ყვავილოვანი მცენარეების პარაზიტების დიდი უმრავლესობა უქლოროფილო მცენარეებია, სხვადასხვა შეფერადება ახასიათებთ და ტიპურ პარაზიტებს წარმოადგენენ. პარაზიტების ერთ ნაწილს კი ქლოროფილი აქვს, ასიმილაციასაც ახდენს და ამიტომ მათ ნახევრად პარაზიტები ეწოდება.

პარაზიტ მცენარეებს ეკუთვნის კელეპტარასებრთა ოჯახის წარმომადგენელი კელეპტარა—*Orobanchie* (სურ. 75), რომელიც სხვადასხვა კულტურული მცენარის მავნე პარაზიტია. ასე, მაგ., თამბაქოს კელეპტარა *O. ramosa*, კომპოსტოს კელეპტარა *O. brassicae*, მზესუმზირას კელეპტარა *O. cumana* და სხვ. კელეპტარასებრთა მეორე წარმომადგენელია ჩაწყობილა *Lathraea erecta*, რომელიც თავისი მოწითალო ფერის ღეროთი და ფოთლებით უმეტესად თხილის ფესვებზე პარაზიტობს.

ამ ოჯახის მესამე პარაზიტ მცენარეს ეკუთვნის აგრეთვე პირინზე *Phelipaea Releuae*, რომლის ღერო და ქერქლები მუქი წითელი ფერის ჯირკვლებითაა დაფარული. რთულყვავილოვნების ზოგიერთ გვარზე პარაზიტობს ცნობილი პარაზიტი აბრეშუმა *Cuscuta* (სურ. 76). იგი პარაზიტობს როგორც სარველა, ისე კულტურულ მცენარეებზე. აბრეშუმას მრავალი სახეობიდან ფართოდ გავრცელებული პარაზიტია *C. europaea*.

6. ა. ლორთქიფანიძე



სურ. 75. პარაზიტი კელეპტარა.

ნახევრადპარაზიტებიდან, პირველ რიგში, აღსანიშნავია ფითრი—*Viscum album* (სურ. 77). ფითრის ცრუდიქტომიურად დატოტვილ ღეროზე განვითარებული ხორციანი მოგრძო ელიფსური ფოთლები არ სცვივა. ფითრი სხვადასხვა მერქნიან მცენარეზე პარაზიტობს თავისი საწოვრებით (პაუსტორიებით)—ქერქსა და მერქანს შორის. სხვა ნახევრად პარაზიტებს ეკუთვნის ყანებსა და მდელოებზე მოზარდი სათელა—*Melampyrum*, კორდისკბილა—*Euphrasia*. რომელიც მთის შუა სარტყლიდან ალპიურ სარტყლამდე ვრცელდება, უმთავრესად მდელოებსა და ჟვრდობებზე; საყურე—*Rhynchosorus orientalis*, უვრო ხშირად ტყეებში მოზარდი მცენარე და სხვ.



სურ. 76. პარაზიტი აბრეშუმა (*Cuscuta*).

ნიადაგში პორიზონტულ ფესურას ივითარებს. ნიადაგს ზემოთ კი ღეროს. მასზე განლაგებული წაბლისფერ-ქერქლისებრი ფოთლებით. მას, საპროფიტული კვების გარდა, ახასიათებს პარაზიტული კვება, ფესურებზე განვითარებული სოკოების საშუალებით.

ნახევრად საპროფიტულ მცენარეებს ეკუთვნის მწერიჭამია მცენარეები (დროზერა, კოთანა, ბუშტოსანა და სხვ.).

კვების ეს ორივე სახე, როგორც უდაბლეს, ისე, განსაკუთრებით, უმაღლეს მცენარეებში, საერთოდ ორგანიზმისა და მისი ძირითადი ორგანოების სრულ გამარტივებას იწვევს.

ჩვენს მიერ განხილული პარაზიტი და საპროფიტი

მცენარეების ძირითადი ორგანოები გამარტივებულია. ზოგიერთებს ფოთლების სრული რედუქცია ახასიათებს ან სრულიად უფოთლო ორგანიზმებია. ფესვის მაგიერ საწოვრები უფითარდებათ ან ნორმალური ფესვი სრულიად არ გააჩნიათ. ჩვეულებრივი ღეროც ხშირად რედუცირებულია, პარაზიტული და საპროფიტული ცხოვრების შედეგად. ძირითადი ორგანოების სრული რედუ-



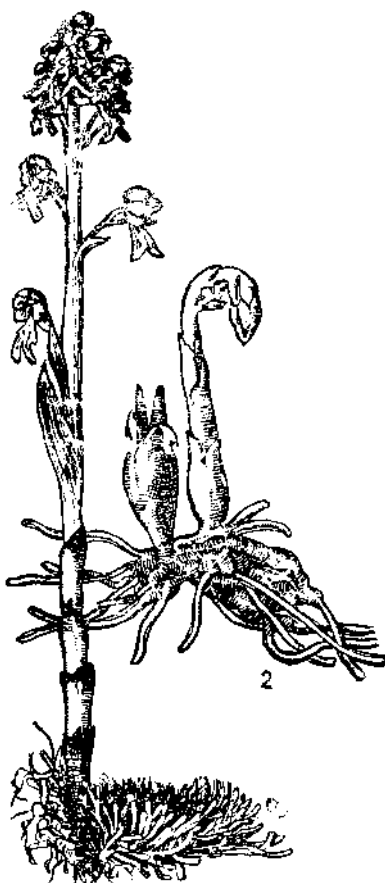
სურ. 77. ნახევრად პარაზიტი ფითრი (*Viscum album*).

ქციის კიდევ ერთი მაგალითია ტროპიკული მცენარე, პარაზიტი რაფლესია *Raphlesia Arnoldi*. რაფლესიას ღერო იმდენად რედუცირებულია, რომ სოკოს მიცელუუმის მსგავსია; ფესვი და ფოთოლი არა აქვს. პარაზიტობს ამა თუ იმ მცენარის ღეროსა და ფესვზე, იქ ჩამჯდარია ღეროდან განვითარებული ძაფებით, რომლებიდანაც საყვავილე კვირტები და ამ კვირტებიდან დიდი ზომის (1-მდე) ყვავილები ვითარდება. ყვავილებს მძორის სუნი აქვთ, რითაც მძორის მწერებს იზიდავენ. თუ პარაზიტი და საპროფიტი მცენარეების ძირითადი ორგანოები სრულადაა რედუცირებული (უმეტეს შემთხვევაში ფოთლები), მათ გენერაციული ორგანო—ყვავილი—სრულიად ნორმალური უფითარდებათ.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ ძირითადი ორგანოების ასეთი რედუქცია, პარაზიტული ან საპროფიტული ცხოვრების დროს, მზამზარეული საკვები ნივთიერებების მიღებით არის გამოწვეული, ე. ი. ძირითადად ორგანოებმა დაკარგეს თავისი ძირითადი ფუნქციები, გაპარტივდნენ და რედუქცია განიცადეს.

ორგანოების რედუქციას, ამ შემთხვევაში ფესვის რედუქციას, აღვილი აქვს ზოგიერთი მცენარის სიმბიოზის („სიმ“—ერთად, „ბიო“—ცხოვრობ, აქედან „სიმბიოზის“—თანაცხოვრება, ბერძნ.) დროს, სიმბიოზის ერთი მაგალითი პარკოსნებისა და ბაქტერიების ურთიერთკავშირია. ბაქტერიები პარკოსნების ფესვებს შიგნით იჭრებიან და გარედან ფესვის კოჩრებს ქმნიან. ასეთივე მსგავსი მოვლენაა მიკორიზა („მიკეს“—სოკო, „რიძა“—ფესვი, ბერძნ.)—უმალესი მცენარეების ფესვებზე დასახლებული სოკოები. მცენარეებისათვის კოჩრები და მიკორიზა უარყოფითი მოვლენა არაა, მაგრამ ასინი მაინც იწვევენ ფესვის არანორმალურ განვითარებას. ასეთი ფესვები ნორმალური ფესვებისაგან საკმაოდ განსხვავდებიან ანატომიური აგებულებით. ასეთ ფესვს ბეწვები არ უვითარდებათ, მეორეულ გამსხვილებას არ განიცდიან, შალითა არა აქვთ ან სუსტად აქვთ განვითარებული და ა. შ.

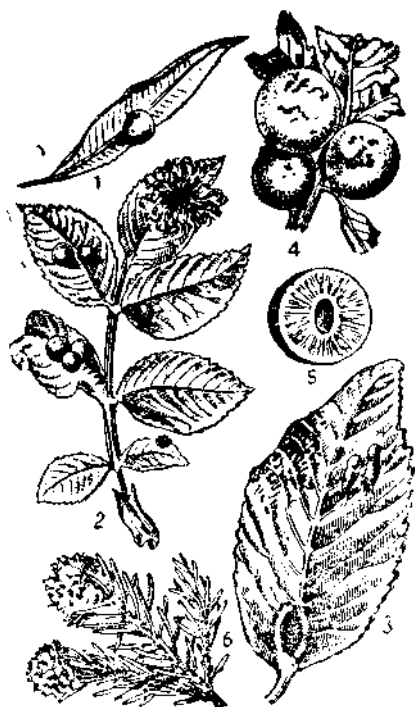
რედუცირებული ფესვები აქვთ ეპიფიტურ მცენარეებს, განსაკუთრებით ოჯახ ჯადვარისებრთა (Orchidaceae) წარმომადგენლებს. ეპიფიტები, მეტწი-



სურ. 78. საპროფიტები:
1. ჩიტისბულა (*Neottia nidus avis*);
2. ეპიპოგონი (*Epipogon*).

ლად, სახლდებიან სხვა მცენარეების ღეროზე და ტოტებზე, მაგრამ სრულიად არ პარაზიტობენ და მხოლოდ ავტოტროფულად იკვებებიან.

ფესვთან ერთად ფოთლებიც თავისებურ მორფოლოგიურ ცვლილებას განიცდიან. ხშირად ამა თუ იმ მცენარის ფოთლებზე ვითარდება სხვადასხვა ფორმის გამონაზარდები. ეს გამონაზარდები, უმეტესად, ეპიდერმისიდან ვითარდება და მათ ბეწვები, ანუ ტრიქომები („ტრიქომა“ — ბეწვი, ბერძნ.) ეწოდება.



სურ. 79. გალები: 1. ტირიფის ფოთოლზე, 2. ვარდის ფოთოლზე, 3. თელას ფოთოლზე, 4. მუხაზე, 5. ვალის განაპერი, 6. გალი ნაძვზე.

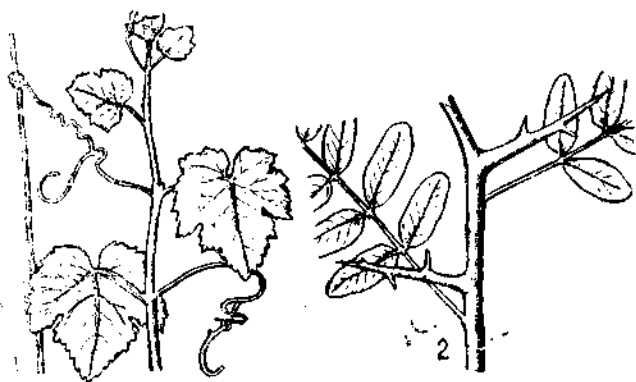
ხშირად ფოთლებსა და ღეროებზე ჩნდება სხვადასხვა ფორმის ეპიდერმისეული გამონაზარდი; ამ გამონაზარდებში იბუდებს სხვადასხვა მწერი, პატარა ცხოველების კვერცხები, რომლებიც დასახლების ადგილებზე გარკვეული ქსოვილების არანორმალურ ზრდას იწვევენ. ცხოველური ორგანიზმების გარდა, ასეთი არანორმალური გამონაზარდები ბაქტერიებისა და სოკოების დასახლებით (ფოთლებსა და ღეროზე) არის გამოწვეული, — მათ გალები („გალა“ — მელნის კაკალი, ლათინ.) (სურ. 79) ეწოდება.

მცენარის ძირითადმა ორგანოებმა გარემო პირობების ზეგავლენით, განსაკუთრებით ონთოგენეზური განვითარების პროცესში, განიცადეს ფორმისა და მათთვის დამახასიათებელი ფუნქციების დიდი ცვლილება — ორგანოების სახეცვლილება — მეტამორფოზი („მეტამორფოზის“ — ერთი ფორმის გარდაქმნა სხვა ფორმად, ბერძნ.). მეტამორფოზის მაგალითები უამრავია მცენარეებში. მაგალითად, ზოგიერთს მცენარის ფესვი საზრ-

დო მასალით აქვს საესე; მასაზრდოებელი ფესვები, ფოთლები, ეკლებად უვითარდებათ (კოწახური და დედინაცვლის ენა), ღერო — ბოლქვად (ხახვი) და გორგლად (კარტოფილი). ვახის ულვაშები ღეროს მეტამორფოზის შედეგია, ხოლო ბარდასი კი — ფოთლისა და ა. შ. მეტამორფოზის რთული სახეა — ყვავილი. ყვავილი ყლორტის მეტამორფოზია, სადაც ჯამი და გვირგვინი, მტვრიანა და ბუტკო ფოთლის სახეცვლილებებია. ყვავილის მაგალითზე შეიძლება აღინიშნოს, რომ ფოთლის მეტამორფოზი აქ იმდენად რთულია, განსაკუთრებით ბუტკოსა და მტვრიანას შემთხვევაში, რომ ძნელი ხდება ამ ნაწილების მორფოლოგიური დაკავშირება ჩვეულებრივ ფოთლებთან.

კოწახურის ეკალი, მტვრიანა და ბუტკო ფოთლის სახეცვლილებებია. ზოგიერთი მწერიკამია მცენარის თავისებური ფოთლები ჩვეულებრივი (ნორ-

მალური) ფოთლებიდან წარმოიქმნენ. მტვრიანა და ბუტკო ყვავილის გენერაციული ნაწილებია. ეკალი მცენარის დასაცავი საშუალებაა, განსაკუთრებით მწერებისაგან. მწერიჭამიას ფოთლები ორგანული ნივთიერების მისაღები მოწყობილობაა. მაშასადამე, ყვავილი ფოთლისეული წარმოშობისაა, მაგრამ ფუნქციებით და, როგორც ვხედავთ, ფორმითაც (ეკალი, ბუტკო) ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან და მათ ჰომოლოგიური („ჰომოლოგია“—თანხმობა, ბერძნ.) (სურ. 80) ორგანოები (ნაწილები) ეწოდება.



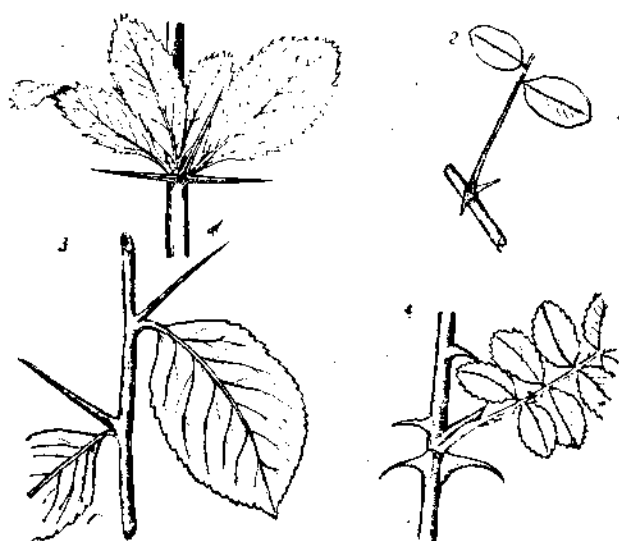
სურ. 80. ჰომოლოგიური ორგანოები: 1. ყურძნის ულვაშები, 2. გლეხიანის ეკლები (ორივე ღეროსეულია).

გარეგნულად ამა თუ იმ ერთნაირ ორგანოს ან ნაწილს ერთნაირი ფუნქციები აქვთ და წარმოშობით კი ისინი განსხვავებულნი არიან, მათ ანალოგიური ორგანოები

(„ანალოგია“—შესაბამისობა, შესატყვისობა, ბერძნ.) (სურ. 81) ეწოდება. ამის კარგი მაგალითია კოწახურის ეკალი, როგორც ფოთლის სახეცვლილება, ხოლო კვრინჩხის ეკალი—ღეროს სახეცვლილებაა. მაშასადამე, ორივე ეკალი გარეგნულად და ფუნქციებით ერთნაირია, მაგრამ სხვადასხვა წარმოშობისა არიან

(ფოთლისეული და ღეროსეული).

ანალოგიურ ორგანოებთან ერთად ანალოგიურია მცენარეთა ჯგუფები, რომლებიც სისტემატიკურად ძალიან და-

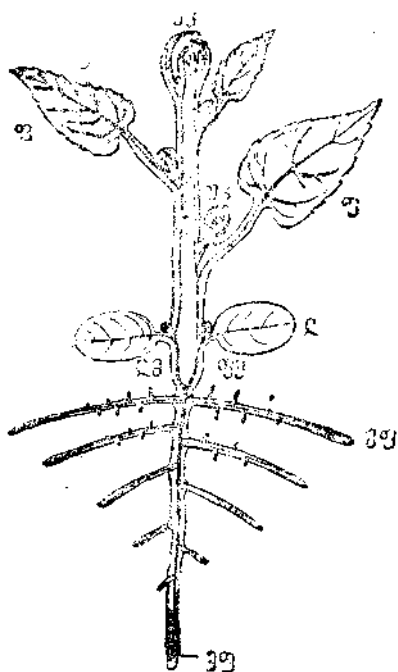


სურ. 81. ანალოგიური ორგანოები: 1. კოწახურის ფოთლისეული ეკლები, 2. თეთრი აკაციის თანაფოთლისეული ეკლები, 3. კუნელის ღეროსეული ეკლები, 4. ასკილის ქაცვი.

შორებულნი არიან, მაგრამ ერთსა და იმავე გარემო პირობებში მოხვედრილნი, გარეგნულად ერთმანეთს ემსგავსებიან. ამ მოვლენას კონვერგენციას უწოდებენ („კონვერგენცია“—მიახლოება, შეხვედრა, ლათინ.). კონვერგენციის მაგალითია ერთად მცხოვრები კაქტუსები და ამერიკული რძიანა. არის შემთხვევები, როცა რომელიმე ორგანო განუვითარებელი რჩება, კარგავს თავის ფუნქციურობას და ხდება რედუცირებული („რედუცირებული“—ჩანასახი, ლათინ.). ასეა, მაგალითად, პარაზიტი მცენარის უქლოროფილო ფოთოლი.

მცენარის მემბრანული ორგანოები

უმალეს მცენარეებში ყველაზე რთული გარეგანი აღნაგობისა და შინაგანი აგებულების მემბრანული ორგანოები შიშველი და ფარულთესლო-



სურ. 82. ორლებნიანი მცენარის მემბრანული ორგანოების განლაგების სქემა.

მფ—მთავარი ფესვი, გფ—გვერდითი ფესვები; ფყ—ფესვის ყელი; ლმ—ლემბანქვეშა მუხლი; ლ—ლებნები; ფ—ფოთლები; უკ—უბის კვირტი; კკ—კენჭრული კვირტი და ღეროს ზრდის კონუსი.

ვანი მცენარეებისთვისაა დამახასიათებელი (ზოგიერთების გამოკლებით, როგორცაა წყლის მცენარეები და პარაზიტები). მემბრანული ორგანოები წარმართავენ მცენარეთა ინდივიდუალურ განვითარებას. თესლოვანი მცენარეების თესლშივე, ჩანასახის სახით, მოცემულია სამივე ორგანო: ფესვი, ღერო და ფოთოლი (სურ. 82). ფესვი მცენარის ის ორგანოა, რომელიც მას სუბსტრატზე ამაგრებს, სუბსტრატიდან იღებს წყალსა და მასში გახსნილ საზრდო ნივთიერებებს. ღერო საზრდო ნივთიერებების გამტარებელია, რომელზედაც ფოთლებია განლაგებული სივრცეში. ფოთოლი ფოტოსინთეზის, ტრანსპირაციისა და აირების მიმოცვლის ორგანოა.

ფესვი

ფესვი უმალესი მცენარეების მიწისქვეშა ორგანოა და თესლშივე არსებული ჩანასახიდან ვითარდება.

ფესვი მცენარის ძირითადი ორგანოა, რომელიც ფოთლებს არ ივითარებს. იგი იზრდება წვეროს საშუალებით. წვეროს ხშირად შალითითაა დაფარული, რათა ფესვი დაზიანებისაგან დაიცვას.

ფესვის ძირითადი დანიშნულებაა მცენარის დამაგრება ნიადაგში და ნიადაგიდან წყლისა და მასში გახსნილი სხვადასხვა მინერალური ნივთიერების შეწოვა, მარაგ საკვებ ნივთიერებათა წარმოქმნა და დაგროვება; გარდა ამისა

სა, ფესვი უკან აბრუნებს ნიადაგში იმ ნივთიერებებს (შხამებსა და მჟავებს), რომლებიც გამოიყოფა მცენარის მიწისზედა ნაწილებში და რომელთა დაგროვება გამოიწვევდა ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას ან სიკვდილიანობას. სამაგიეროდ, ეს გამოყოფილი ნივთიერებები (მჟავები შლიან მაგარ სხეულებს) ხელს უწყობენ ფესვს სხვადასხვა წინააღმდეგობათა—კლდიანი, ქვიანი ადგილების, ნიადაგში არსებული მინერალებისა და სხვა მაგარი სხეულების დაძლევაში. ფესვები სხვა დანიშნულებასაც ასრულებენ: ზოგიერთი ფესვი მცენარის საზრდო ნივთიერების სამარაგო სხეულია (სტაფილო, ჭარხალი, თაღამი, ბოლოკი და სხვ.). ფესვებზე განვითარებული დამატებითი კვირტებისაგან წარმოქმნილი ამონაყართ მცენარეები ვეგეტაციურად მრავლდებიან (ტირიფი, მურყანი, ალუბალი, ხვართქლა, პირშუშა, სელიჭა, მინდვრის ნარი და სხვ.). მცენარის სახეშეცვლილი ფესვები აწარმოებენ ასიმილაციის, სუნთქვის, აორთქლებისა და სხვა პროცესებს, რაც ნორმალური ფესვის ფუნქციებში არ შედის. ფესვი არა აქვთ ხავსნაირთა ტიპის მცენარეებს, რომელთაც ნორმალური ფესვის ნაცვლად სუბსტრატზე მისამაგრებლად და აქედან საზრდო ნივთიერების შესათვისებლად—რიზოიდები („რიძა“—ფესვი, „ეიდოს“—სახე, გარეგნობა, ბერძნ.) უვითარდებათ. ფესვი არა აქვთ ფსილოფიტიების ტიპს. უფესვო მცენარეებს ეკუთვნის აგრეთვე წყლის გვიმრა-სალვინია, (*Salvinia natans*), რომლის წყალში ჩაშვებული ფოთოლი ძაფისებურად დატოტიანებულია და ფესვის როლს ასრულებს.

ყვავილოვანი (ფარულთესლოვანი) მცენარეების ზოგიერთ წარმომადგენელს, როგორიცაა, უმთავრესად, პარაზიტი მცენარეები, ფესვები არ უვითარდებათ. ასეთებია: აბრეშუმა (აბრეშუმისებრთა *Cuscutaceae* ოჯახიდან, კელეპტარა, პირიმზე, ჩაწყობილა (კელეპტარასებრთა *Orobanchaceae* ოჯახიდან) და სხვ., რომლებიც სხვადასხვა ყვავილოვან მცენარეზე პარაზიტობენ და სახეცვლილი ფესვებით—საწოვრებით ითვისებენ პატრონი მცენარის მიერ გადამუშავებულ საზრდო ნივთიერებებს. ფესვები არ გააჩნია ჯადვარისებრთა (*Orchidaceae*) ზოგიერთ საპროფიტ მცენარესაც.

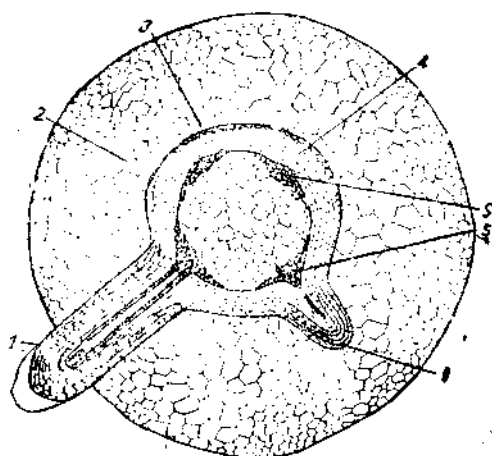
გალიეებუი თესლიდან განვითარებული ახალგაზრდა ფესვი (სურ. 83), რომელიც ნიადაგში სიგრძეზე წვერით იზრდება, ჯერ მთავარ ფესვად ვითარდება, შემდეგ კი მისგან გვერდითი ფესვები წარმოიქმნება.

წარმოშობის მიხედვით არსებობს სამი ტიპის ფესვი: მთავარი, გვერდითი და დამატებითი.

მთავარი ფესვი თესლიდან განვითარებული ღეროს გაგრძელებაა. ფესვის იმ ნაწილს, რომლითაც იგი ღეროს ესაზღვრება, ფესვის ყელი ეწოდება. ფესვის ყელიდან ლეხნების მიმაგრების ადგილამდე ღეროს ის ნაწილია, რომელსაც პიპოკოტილე („პიპო“—ქვეშა, „კოტილედონ“—ლეხანი, ბერძნ.)—ლეხნის ქვეშა მუხლი ეწოდება.

მთავარი ფესვი თესლშივე არსებული ჩანასახოვანი ფესვის განვითარების შედეგია და მას შეიძლება პირველი ფესვიც ეწოდოს. ჩანასახიდან განვითარებული მთავარი ფესვი წვერით ვერტიკალურად იზრდება და ნიადაგის ქვედა ფენებში ეშვება. ნიადაგის ამა თუ იმ ფენაში ჩალწეული მთავარი ფესვი ზრდის შედეგად მსხვილდება და ტოტიანდება (შიშველთესლოვანი, ფარულთესლოვანი—ორლებნიანები). მთავარი ფესვისათვის დამახასიათებელია დედამიწის ცენტრისაკენ მისწრაფება და ამ მოვლენას დადებითი გეო-

ტროპიკში ეწოდება (.გეო—მიწა, „ტროპოს“—მიმართულება, ბერძნ.), რაც დედამიწის მიზიდულობის კანონით უნდა აიხსნას. მთავარი ფესვის ეს დატოტიანება მიმდინარეობს აკროპეტალური („აკროს“ — წვერი, „პეტომაი“ —ვისწრაფვი, ბერძნ.) წესით (შემწოვი ზონის ზეით). პერიციკლიდან გვერ-



სურ. 83. ფესვის ენდოგენური განვითარება.

1—ორი გვერდითი ფესვი განვითარებას იწყებს ცენტრალური ცილინდრიდან; 2—ფესვის ქერქის პარენქიმა; 3—ლერძისებრი ცენტრალური ცილინდრი; 4—ლაფანი; 5—ფესვის მერქნის უცნები.

დითი ფესვები წარმოიქმნებიან. მთავარი ფესვის გვერდებზე წარმოქმნილი გვერდითი ფესვები, თავის მხრივ, წარმოქმნიან მეორე, მესამე და ა. შ. რიგის გვერდითი ფესვებს, რომლებიც მთავარი ფესვის სიგრძეზე უმთავრესად წესიერ რიგებად არიან განლაგებული. გვერდითი ფესვების განვითარება მთავარი ფესვის ზრდის სიძლიერეზეა დამოკიდებული.

გვერდითი ფესვები ჯერ ჰორიზონტულად არიან გართხმული, შემდეგ კი, თანდათანობით ეშვებიან რა უფრო ღრმად, დედამიწის ცენტრისაკენ, ისეთი სიძლიერის გეო-

ტროპიკში არ გააჩნიათ, როგორც მთავარ ფესვს ახასიათებს. მესამე, მეოთხე და ა. შ. რიგის გვერდითი ფესვებს სრული ჰორიზონტული განლაგება ახასიათებთ და გეოტროპიზმს მოკლებულნი არიან. ხშირად მთავარი ფესვის დაზიანებით (დაზიანებას სხვადასხვა ფაქტორი იწვევს) ხდება მისი სიგრძეზე ზრდის შეჩერება, რის გამოც ძლიერდება მისი დატოტიანება, ხოლო დატოტიანების შედეგად გვერდითი ფესვები ძლიერ ვითარდებიან.

დამატებითი ფესვები ეწოდება ისეთ ფესვებს, რომლებიც უმთავრესად ღეროდან (ნაწილობრივ ფოთლებიდან) წარმოიქმნებიან. დამატებითი ფესვები, ძირითადად, ერთლებიან მცენარეებს, ხოლო ორლებიანებიდან—ბრავეალწლოვან ბალახოვან მცენარეებს აქვთ. დამატებითი ფესვებს ისეთივე აგებულება აქვთ და შედარებით იგივე ფუნქციებს ასრულებენ, როგორსაც მთავარი და გვერდითი ფესვები. დამატებითი ფესვებიც ენდოგენური წარმოშობისაა და ისინი ხშირად პერიციკლიდან, ან იშვიათად, უფრო ხშიერ ღეროებში, მეორეული ფლოემიდან ვითარდებიან. ჩვეულებრივი ღეროს გარდა, დამატებითი ფესვები წარმოიქმნება მიწისქვეშა ღეროებიდან. ფესურებიდან (ქანგა, გლერტა) დამატებითი ფესვები უვითარდებათ ხშირად ბოლქვიან მცენარეებს, რომლებიც ასევე მიწისქვეშა ღეროს წარმოადგენენ. ფოთლისებრი წარმოშობის დამატებითი ფესვების კარგი მაგალითია მცენარე ბეგონია.

დამატებითი ფესვების მონაწილეობით, მთავარ და გვერდით ფესვებთან ერთად, მცენარე უფრო ძლიერ დაფესვიანდება ნიადაგში. არის შემთხვევები,

როდესაც მთავარი და გვერდითი ფესვების ზრდის შეჩერების დროს მათ მაგვირად დამატებითი ფესვები ვითარდება.

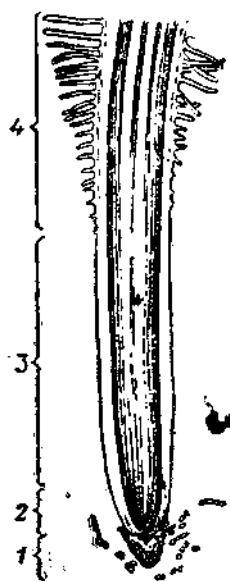
მცენარის ზრდა-განვითარების საქმეში დამატებითი ფესვების მნიშვნელობა მეტად დიდია. ისინი აღიღებენ ფესვის შეზღუდვის არეს ნიადაგში და ფესვთა სისტემის გაძლიერებით მის შემწოფუნარიანობას. დამატებითი ფესვები ხელს უწყობენ აგრეთვე მცენარეთა მეტ მდგრადობას, კვების გაძლიერებასა და ვეგეტაციურ გამრავლებას.

ფესვის წვერო, რომელიც შედგება მერისტემისაგან, უმეტესად დაფარულია ერთი წყება მფარავი უჯრედებით, რომლებიც ქმნიან ფესვის შალითას, ანუ დარს (სურ. 84). ფესვის შალითა იცავს ფესვის წვეროს ნაზ ნაწილებს (უჯრედებს) ნიადაგში არსებული მაგარი სხეულებით დაზიანებისაგან და ხელს უწყობს ფესვის ნორმალურ ზრდას წვერით. შალითა არ უვითარდებათ წყლის მცენარეებს; ასე, მაგალითად, იგი არა აქვს წყლის კაკალს, წყლის სუროს, წყლის პერს (ლემნას) და სხვ., რომელთაც შალითას მაგივრად ფესვის წვერო ჩაბოთ აქვთ დაფარული. ხორბლოვანებს ფესვის წვერო დაფარული აქვთ წარმოშობი ქსოვილით—კალიპტროციტებით („კალიპტრა“—საბურველი, „გენოს“—წარმოშობა, ბერძნ.), რომელიც ფესვის ზრდის წერტილის უჯრედების გარეთა შრეებიდან წარმოიქმნება და შალითას მაგიერ საფარს, ანუ კალიპტრას ქმნის. შალითას გარეთა უჯრედები მათი თანდათანობითი მოქმედებით აშლებიან, ხოლო მათ ნაცვლად შიგნითა ახალი წყება უჯრედები ვითარდებიან.

შალითას შიგნით, ფესვის წვერთან, ფესვის ზრდის კონუსია (წერტილი), რომელიც ემბრიონული ქსოვილისაგან—მერისტემისაგან შედგება. ზრდის წერტილის უჯრედები იყოფიან, მრავლდებიან და წარმოქმნიან ახალ-ახალ წყება უჯრედებს, რომლებითაც ფესვი სიგრძეზე იზრდება; ფესვის წვერო და ზრდის წერტილი შალითით არის დაფარული და ფესვის ახალგაზრდა ნაწილს წარმოადგენს; ამ ნაწილით იზრდება ფესვი

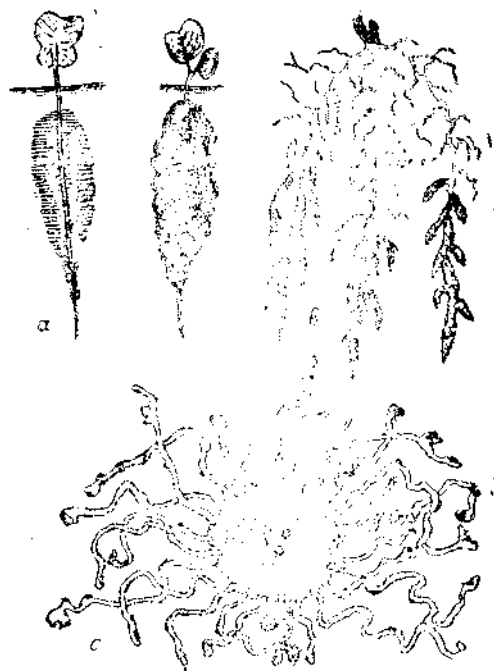
და მას ზრდის ზონა ეწოდება. ფესვის წვეროს ზემოთ, რამდენიმე სანტიმეტრის დაშორებით, ვითარდება ფესვის ბეწვები (სურ. 85). ამ ბეწვებით ფესვი მჭიდროდ არის დაკავშირებული ნიადაგის ნაწილაკებთან. ბეწვები ფესვის შიგა უჯრედებისაგან არიან წარმოქმნილი და ეპიდერმისის გამონაზარდებს წარმოადგენენ. ისინი ფესვის ზედაპირის გარკვეულ ადგილზე ვითარდებიან, ამიტომ ფესვების დიდ ნაწილს სიგრძეზე ბეწვები არა აქვს.

ბეწვების ძირითადი ფუნქციაა ნიადაგიდან წყლისა და წყალში გახსნილ საკვებ ნივთიერებათა შეთვისება ოსმოსის გზით. ბეწვებს ამა თუ იმ ნივთიერების გატარების ან გაუტარებლობის უნარი აქვთ. ბეწვების მეშვეობით ძლიერ იზრდება ფესვების შემწოვი ზედაპირი. ერთი რომელიმე მცენარის ყველა ბეწვის სიგრძე 2—3 მმ-ს აღწევს. დაახლოებით გამოანგარიშებულია, რომ ხორბლის ფესვის ყველა ბეწვის სიგრძე 20 კგ-ს აღწევს, მაშინ, როცა



სურ. 84. 1—ფესვის შალითა, 2—უჯრედების დაყოფის ზონა, 3—უჯრედების ზრდის ზონა, 4—შემწოვი ზონა.

ყველა ფესვის საერთო სიგრძე 500 ან 600 მ-ს უდრის. ბეწვების რაოდენობა ბევრადაა დამოკიდებული გარემო პირობებზე. კარბტენიან პირობებში მოზარდ მცენარეთა ფესვის ბეწვების რაოდენობა შესამჩნევად მცირდება. ბეწვები არ უვითარდებათ წყლისა და ჰაობის მრავალი მცენარის ფესვებს, არა აქვთ ბეწვები იმ ფესვებს, რომლებზედაც სოკო სახლობს (მიკორიზულ ფესვებს). ბეწვები არა აქვს აგრეთვე საპაერო ფესვების უმრავლესობას.



სურ. 35. ფესვის ბეწვები.

ა—რაფსის. ბ—მარცლოვანების. ც—ფესვის ვანივი კრილი ბეწვების ზონაში.

ფესვის იმ ნაწილს, სადაც ბეწვებია განლაგებული, ფესვის შემწოვი, ანუ ბეწვების ზონა ეწოდება. ბეწვების ზონას მოსდევს საზრდო ნივთიერების გამტარი ზონა. მაშასადამე, ფესვი შედგება: 1) ფესვის წვეროსაგან, რომელიც შალითით არის დაფარული, 2) ზრდის; 3) შემწოვი და 4) გამტარი ზონებისაგან.

მთავარი, გვერდითი და დამატებითი ფესვებისაგან იქმნება ფესვთა სისტემა (ასე მაგ., მთავარღერძიანი, ფუნჯა და სხვ.). წარმოშობისა და ფორმის მიხედვით, მთავარ, გვერდით და დამატებით ფესვებთან ერთად ბუნებაში გვხვდება ფესვის შემდეგი ტიპები:

მთავარღერძიანი (სურ. 36), რომლის კარგად განვითარებული მთავარი ფესვი (ღერძი) სიგრძითა და სიგანით ბევრად აღემატება მის გვერდით

და დამატებით ფესვებს (უმრავლესობა ორლებნიანი მცენარეები); მთავარღერძიანი ფესვი დატოტვილია ან დაუტოტავი. ფესვას ამ სისტემას ეკუთვნის ფესვის შემდეგი ფორმები: თითისტარისებრი (სტაფილო, ჭარხალი), თალგამისებრი (სურ. 36) (ბოლოკი, თალგამი) და სხვ.

მთავარი ფესვის განუვითარებლობის ან ზრდის შეჩერების დროს დამატებითი ფესვები, გვერდით ფესვებთან ერთად, ერთნაირი სიგრძისა და სიგანის არიან,—ასეთ ფესვებს ფუნჯა ფესვები (სურ. 36) ეწოდება (ერთლებნიანები). ფუნჯა ფესვების სისტემა ხშირად დამატებითი ფესვებისაგან იქმნება.

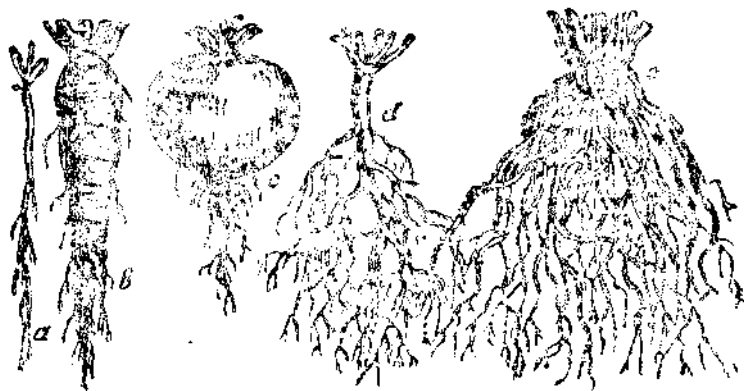
არც თუ ისე იშვიათად, პერიციკლის უჯრედებიდან ვითარდება დამატებითი, უწყვრივოდ განლაგებული კვირტები. ამ დამატებითი კვირტებიდან ნიადაგის ზემოთ ყლორტი ვითარდება; ასეთ ყლორტს ფესვის ამონაყარი ეწოდება (ასე, მაგ., გერხვის, მურყანის, ტირიფის, იასამნის, მაყელის, ალუბლისა და სხვ. ამონაყარი). მცენარის ჯირკვზე გადაჭრილ ადგილას ხშირად დამატებითი კვირტებიდან ჯირკვის ამონაყარი ვითარდება. ბევრ სარე-

ველა მცენარეს უნდა ჰქონდეს ფესვის ნაწილებზე მრავალი დამატებითი კვირტი, საიდანაც მცენარე ვითარდება.

როგორც აღვნიშნეთ, გაღვივების დროს თესლიდან გამოსული ფესვი ჯერ მთავარ ფესვად ვითარდება, შემდეგ კი ფესვი თანდათანობით მსხვილდება ან ტოტოვდება და გვერდით ფესვებს, რიგ შემთხვევაში, დამატებით ფესვებსაც ივითარებს. ამ ფესვების ერთობლიობით იქმნება სხვადასხვა ფორმის ფესვთა სისტემა (მთავარღერძიანი, ფუნჯა და ა. შ.).

ნიადაგის ტიპი, მისი ფიზიკური და ქიმიური სტრუქტურა, ნიადაგის ტენიანობა, ტემპერატურა და აერაცია, სხვადასხვა მცენარის ცენოზები, — აი, ის ძირითადი პირობები, რომლებიც განსაზღვრავენ ფესვის ფორმებს.

ზრდისა და განვითარების ამა თუ იმ პერიოდში ფესვთა სისტემა ნიადაგში თანდათანობით მეტ არეს იკავებს, როგორც სივრცეზე — ვერტიკალურ-



სურ. 36. ფესვის ფორმები: a—ძაფისებრი; b—თითისტარისებრი; c—თალგამისებრი; d—მთავარღერძიანი; e—ფუნჯა.

რად, ისე სივრცეზე — ჰორიზონტალურად, რაც ფესვთა სისტემის გავრცელების გარემოა — რიზოსფეროა („რიძა“ — ფესვი, „ფაირა“ — სფერო, ბერძნ.); ფესვთა სისტემა მცენარის მიწისქვეშა მასაა, ზოგჯერ იგი მცენარის მიწისზედა მასის თანაბარია, უფრო ხშირად კი სჭარბობს მას. მიწისქვეშა და მიწისზედა მასის ასეთი შეფარდება არა მარტო ბალახოვან მცენარეებს, არამედ ხემცენარეებსაც ახასიათებს.

რიზოსფერო, ანუ ფესვთა სისტემის ნიადაგში გავრცელების გარემო, დამოკიდებულია ნიადაგის თავისებურებებზე და მცენარის სახეობრივ შემადგენლობაზე. მაგალითად, თავიანი კომპოსტოს ფესვთა სისტემის დიამეტრი თუ 1 მ-მდე ან ზოგჯერ ცოტა მეტია, მაშინ სიღრმეზე 1,5 მ-მდე ჩადის. სტაფილოს ფესვთა სისტემა 2 მ-ს და უფრო მეტ სიღრმეს აღწევს, მისი დიამეტრი კი 1,5 მ-ს უღრის.

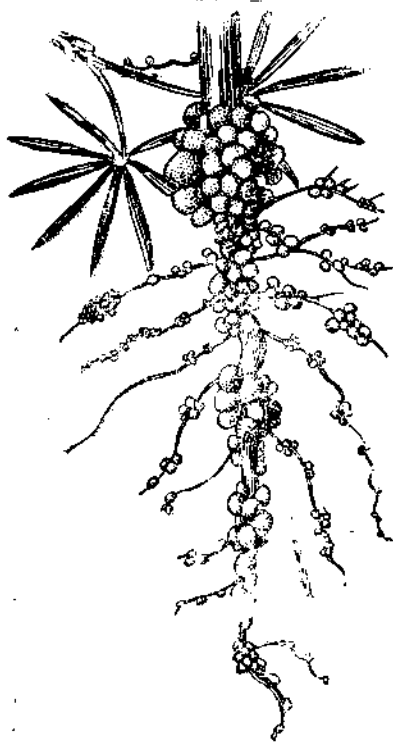
ხემცენარეების ფესვთა სისტემის დიამეტრი რამდენჯერმე აღემატება ვარჯის დიამეტრს.

მაშასადამე, მცენარის მიწისქვეშა მასის სივრცე, ე. ი. სიღრმე, დიამეტრი და მშრალი მასის წონა ბევრად აღემატება მიწისზედა მასას, მაგრამ ფესვთა სისტემის სიმძლავრე როდით გამოხატავს მის მიერ ნიადაგში არსებული საზრდო ნივთიერების შთანთქმა-შეწოვისუნარიანობას, ვინაიდან შეწოვის

უნარი მხოლოდ ფესვის ბეწვებით დაფარულ ნაწილს აქვს. მაგალითად, თუ ჩვეულებრივ ხორბლის ყველა ფესვის ზედაპირი 4 მ²-ია, მაშინ მის შემწვრ ზედაპირს მხოლოდ 1 მ² უკავია, რომელიც ექვსჯერ მაინც აღემატება მიწის-ზედა ნაწილების ზედაპირს. შემოდგომის კვავის ფესვთა სისტემის ზედაპირი 120-ჯერ და მეტჯერაც დიდია მიწისზედა ნაწილების ზედაპირზე.

ფინელი ბოტანიკოსის ი. პაჩოსკის დაკვირვებით, მინდვრის ნარის, როგორც სარეველა ბალახის, მთავარი ფესვი 6 მ-სა და კიდევ უფრო მეტ სიღრმეს აღწევს ხოლმე, ხოლო მისი მიწისზედა ნაწილების ზედაპირული ფართობი 1,5 კმ-ით განისაზღვრება.

ხშირად მიწისქვეშა ნორმალურ ფესვებზე, მის შიგა თუ გარე ნაწილებზე, სახლდებიან სოკოს და ბაქტერიების ორგანიზმები. მაგალითად, უმადლესი მცენარეებიდან პარკოსანი მცენარეების ფესვებს ტუბერისებრ წარმონაქმნი სხეულაქები—კოფრები უვითარდებათ (სურ. 87). ამ კოფრებში კი ბაქ-



სურ. 87. კოფრები პარკოსანი მცენარის ფესვზე.

ტერიები სახლდებიან. ეს ბაქტერიები ბაქტერია რადიციოლას (*Bacterium radicola*) სახეობის სხვადასხვა ფორმა და პარკოსნების მრავალი წარმომადგენლისათვის დამახასიათებელია. ბაქტერიები კოფრების უჯრედებში არსებული ჰაერიდან აგროვებენ აზოტს, ამ აზოტს პარკოსანი მცენარეები ითვისებენ. ფესვის კოფრებითა და კოფრებში ბაქტერიების მოქმედებით ნიადაგი აზოტით მდიდრდება, აზოტს სხვა მცენარეებიც იყენებენ. ბაქტერიები და პარკოსანი მცენარეები სიმბიონტებია და სიმბიოზურ („სიმბიოზის“—თანაცხოვრება, ბერძნ.) ცხოვრებას ეწევიან.

შიშველთესლოვნებისა და ფარულთესლოვნების ჰემიცენარეებს და ხშირად, განსაკუთრებით, ტყის ბალახოვანი მცენარეების ფესვებს, ფესვის წვერო და ზედაპირიც დაფარული აქვთ სოკოს მიცელური სხეულიდან განვითარებული წვრილი, ძაფისებრი ჰიფებით („ჰიფე“—ქსოვილი, ბერძნ.). ასეთ ფესვებს, რომლებზედაც სოკოები სახლდებიან და ცხოვრობენ, სოკო-ფესვა ანუ მიკორიზა („მიკეს“—სოკო, „რიზა“—ფესვი, ბერძნ.) ეწოდება. მიკორიზების ბუ-

ნება პირველად შეისწავლა რუსმა მეცნიერმა ფ. კამენსკიმ (1881 წ.), ტყის სანთელას (*Hypopytys monotropa*) მაგალითზე, რომელიც ჩვენი ტყეების მრავალწლოვანი საპროუიტული მცენარეა და მკვეთრად გამოსახული ნიკორიზა ახასიათებს. ტყის სანთელას ფესვები, უფრო მეტად ფესვის წვერო, დაფარულია სოკოს ჰიფების ხლართვით. ამ მაგალითით კამენსკიმ დაადგინა ფესვსა და სოკოს შორის ურთიერთობით გამოწვეული სიმბიოზი.

მიკორიზული ფესვები (სოკო-ფესვა) ფორმით საკმაოდ განსხვავდებიან ჩვეულებრივი ფესვებისაგან. მათი ფესვები უმეტესად ძლიერ დატოტიაანებულია და ფესვის ბეწვებს არ ივითარებენ; შალითაც სუსტად ან სრულიად არ უვითარდბათ.

მიკორიზა ყველა ფესვზე როდი ჩნდება. იგი, უმთავრესად, გვერდითი ფესვზე ვითარდება; ეს მიკორიზიანი ფესვები შემდეგში სივრცეში არ იზრდებიან, მოკლდებიან, მსხვილდებიან და ხორცოვანი ხდებიან. მიკორიზა მრავალმერქნიანი და ბალახოვანი მცენარეების გვერდითი და დამატებითი ფესვებისათვის არის დამახასიათებელი, სოკოებიდან მის წარმოშობაში, უმეტესად, ქუდიანი სოკოები მონაწილეობენ. სოკოები თავისი ვეგეტაციური სახეულებით—ჭიფებით—ამა თუ იმ ფესვზე გარედან სახლდებიან, ხოლო მეორე წყება სოკოებისა, ფესვის უჯრედების შიგნით იჭრებიან; სოკოების მესამე წყება კი თავისი ჭიფებით ფარავს ფესვს და ფესვის წვერს და ამავე დროს ფესვის შიგა უჯრედებშიც ბინადრობენ. იმის მიხედვით, თუ სოკო რა გზით სახლობს და ცხოვრობს ფესვზე, ბუნებაში მიკორიზას სამი ტიპია ცნობილი: 1) გარეგანი, ანუ ექტოტროფული („ექტო“—გარეთ, კვება, ბერძნ.), 2) შინაგანი, ანუ ენდოტროფული („ენდო“—შიგნით, ბერძნ.) და 3) შინაგან-გარეგანი, ანუ ენდოექტოტროფული.

ექტოტროფულია მიკორიზა (სურ. 88) მაშინ, როდესაც სოკოს ჭიფები გარედან ეხვევიან ფესვებს და მათი ხლართებიდან ქმნიან მკერავ სხეულს, რომელსაც ჩაჩი ეწოდება. ამ ჩაჩიდან გამოსული მრავალგზით დატოტიაანებული ჭიფები იჭრებიან ნიადაგში და მჭიდროდ ეკვრიან ნიადაგის ნაწილაკებს. ჭიფების ზოგიერთი დატოტიაანებული ნაწილი იჭრება ფესვის ქერქის უჯრედებში და მათი მასის დაშლის შედეგად, ამავე უჯრედების მიერ, გამოიყენება საზრდო მასალად. ექტოტროფული მიკორიზიანი მცენარეებია: ფიჭვი, არყი, წიფელა, მუხა და სხვ.



ენდოტროფულ მიკორიზას (სურ. 89) დროს სოკოს ჭიფები იჭრებიან ფესვის პარენქიმული უჯრედების შიგნით და ქმნიან ჭიფების გორგალს. უჯრედში შეჭრილი ჭიფების ნაწილი იშლება და ამ დაშლილ მასას შემდეგ უჯრედები ითვისებს საზრდო ნივთიერებად (ასეთი მიკორიზიანი ფესვები აქვთ, უმთავრესად, ჯადვარისებრთა ოჯახის წარმომადგენლებს).

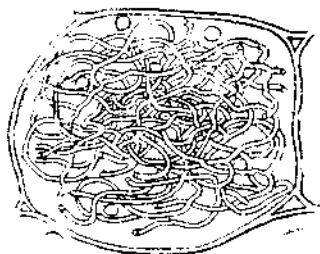
სურ. 88. ექტოტროფული მიკორიზა.

ექტოენდოტროფული ისეთი მიკორიზაა, როდესაც სოკო თავისი ჭიფებით ფესვის გარეთაც სახლდება და ფესვის უჯრედების შიგნითაც იჭრება.

სამივე ტიპის მიკორიზას, ე. ი. ფესვისა და სოკოს ურთიერთმოქმედების დროს, სოკო ფესვიდან ითვისებს სხვადასხვა ორგანულ ნაერთს (ნახშირწყალს), ფესვს კი აწვდის წყალს, წყალში გახსნილ მინერალურ და ნიადაგში არსებულ აზოტოვან ნივთიერებებს.

იმ მცენარეებს, რომელთაც მიკორიზა ახასიათებთ და მიკორიზებული წარმოშობის ნივთიერებებით საზრდოობენ, მიკოტროფული მცენარეები ეწოდება.

ბუნებაში ფართოდ გავრცელებულ ავტოტროფულ მცენარეებთან ერთად საკმაო რაოდენობითაა მიკოტროფული მცენარეები. მიკორიზიანი მცენარეების ფესვთა სისტემა ძლიერია, რის შედეგადაც ღიღდება მისი შეწოვითი უნარიანობა და მცენარის ზრდა-განვითარება ძლიერდება დაგროვილი მინერალური ნივთიერებების ხარჯზე.



სურ. 89. ენდოტროფული მიკორიზა.

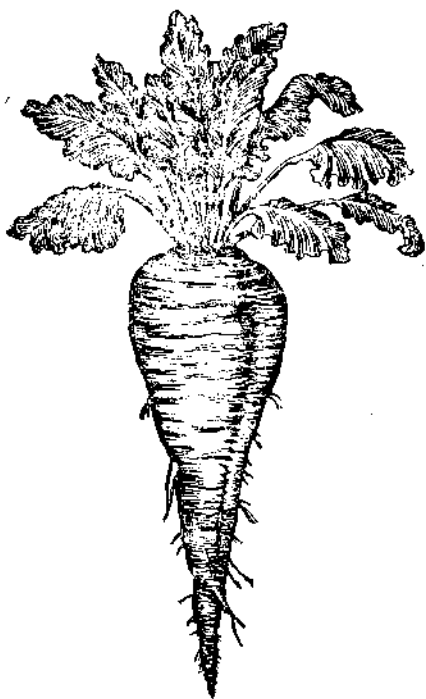
მიკორიზის მნიშვნელობა მეტად ღიღია სატყეო მეურნეობაში, ვინაიდან წიწვოვანი და ფოთლოვანი ტყეების თითქმის ყველა მერქნიან მცენარეში მიკორიზა ძალიან გავრცელებულია.

ტყის ძველი მასივების განახლებისა და ახალი ტყეების გაშენების დროს რეკომენდებულია ნიადაგის მიკორიზით უზრუნველყოფა (ხელოვნურად).

სხვადასხვა გარემოში მოხვედრილი ფესვები, ძირითად ფუნქციებთან ერთად, ზოგჯერ სრულიად ახალ ფუნქციებს ასრულებენ, რის გამოც ფესვები ხშირად განიცდიან მორფოლოგიურ, ანატომიურ და სხვა ცვლილებებს. ამ მოვლენას საერთოდ მცენარეებში მეტამორფოზი ეწოდება.

მიწის ქვეშ მცენარის ტიპურ ფესვებთან ერთად, მთავარი, გვერდითი და დამატებითი ფესვებიდან წარმოიქმნებიან გასქელებული, ხორცოვანი ფესვები; ასეთ ფესვებშია სხვადასხვა შედგენილობის ნივთიერებები იქმნება და გროვდება, ამიტომ მათ ნივთიერებათა სამარაგო ფესვებს, ანუ მასაზრდოებელ ფესვებს უწოდებენ.

ამ ფესვების ფორმა თითისტარისებრია (თითისტარა ფესვი), თალგამისებრი (თალგამა ფესვი) და ტუბერისებრი (ფესვტუბერი). ასეთი ფორმის ფესვებს ძირხეუნებს უწოდებენ. ისინი უვითარდებათ, უმთავრესად, ორწლიან მცენარეებს, რომლებსაც განვითარების პირველ წელს გამსხვილებული ფესვის ყელიდან ჯერ როზეტად გადაშლილი ფოთლები, ხოლო შემდეგ წელს დამატებითი კვირტებიდან საყვავილე ღერო უვითარდებათ.



სურ. 90. პარსლის მასაზრდოებელი ფესვი.

ათიხტარა და თალგამა ფესვები აქვთ სტაფილოს, კარხალს (სურ. 90), ბოლოკს და სხვ.

ეს გასქელებული ხორცოვანი ფესვები სამა ნაწილისაგან შედგება:

1) ფესვის ქვედა ნაწილისაგან, რომელზედაც გვერდითი ფესვები ვითარდება და ამ ნაწილით იგი ნამდვილი ფესვია, 2) შუა გამსხვილებული ნაწილი ლებნის ქვეშა მუხლია და 3) ზედა ნაწილი კი, რომელზედაც ფოთლებია განვითარებული, შემოკლებული ყლორტია.

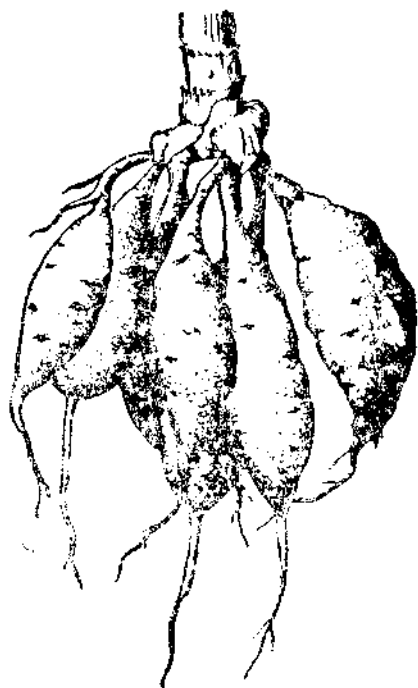
ფესვტუბერი ისეთი გასქელებული ხორცოვანი ფესვია, რომელიც წარმოქმნილია გვერდითი ან დამატებითი ფესვებისაგან და ნივთიერებათა სამარაგო ფესვს წარმოადგენს. ფესვტუბერს, განსაკუთრებით ვეგეტაციური გამრავლებისათვის, დამატებითი კვირტები უჩნდება. ფესვტუბერს შალითა და ფესვის ბეწვები უვითარდება, მაგრამ განვითარების ადრეულ პერიოდში სცივია.

ფესვტუბერიანი მცენარეებია: ბატატი, გეორგინი (სურ. 91) ჯადვარი, ჩაწყობილა, ბაია და სხვ.

სახეცვლილი ფესვებია ის დამატებითი ფესვები, რომლებიც ზოგიერთ მცენარეს უვითარდება ღეროს ქვედა მუხლიდან, ხაჯ., სიმინდს, განსაკუთრებით გათონის შემდეგ, რაც მცენარის საზრდოობას, უფრო კი მის მდგრადობას აძლიერებს. ასეთი საყრდნობი ფესვები უვითარდებათ ბიჯგის ანუ ბოძკინტის (სურ. 92) სახით.

სასუნთქი ფესვები ისეთი ფესვებია, რომლებიც წყლისა და ლამიანი ნიადაგის ზევით წვევრებით არიან ამოზრდილი. ასეთ ფესვებს თხელი ქერქი და ფშარი უჯრედებისაგან შემდგარი მრავალი დიდი ზომის მექეჭი უვითარდება; ამავე ღეროს იგი დაფარულია კორპის კამბიუმიდან წარმოშობილი ღრუბლისებრი ქსოვილით—პარენქიმიტ, რომლის უჯრედშორისები პარის დამგროვებელნი არიან.

კარგად განვითარებული, მსხვილი სასუნთქი ფესვები უმთავრესად ტროპიკული ქვეყნის ხეებს — მანგოს ხეებსა და ბუჩქებს აქვთ. ისინი გავრცელებულია ზღვის სანაპიროებზე და მდინარეების შესართავებთან; ხშირად ქმნიან თავისებურ ე. წ. მანგოს მცენარეულობას, რომელიც ხშირად წყლით იფარება, წყალში პაერის ნაკლებობის გამო წყლის ზემოთ ამოშვებული ფესვებით სუნთქავს და ხელს უწყობს ამ მცენარეების აერაციას. სასუნთქფესვებიანი მცენარის კარგი მაგალითია ჭაობის კვიპაროსი (*Taxodium distichum*). სასუნთქ ფესვებს, პნეუმატოფორებსაც („პნემა“—სუნთქვა, „ფოროს“—ვატარებ, ბერძნ., (სურ. 93) უწოდებენ.



სურ. 91. გეორგინის ფესვტუბერიანები.

ტროპიკულ ტყეებში მოზარდ ლიანებსა და ეპიფიტებს ძირს ჩამოკიდებული ე. წ. საპაერო ფესვები უფითარდებათ. ლიანა („ლიარ“ — შემოხვევა, ხევეა, ესპანურად) მცენარეები ისეთი სასიცოცხლო ფორმებია, რომელთაც, სწორმდგომი ღეროების ნაცვლად, მხვიარა და მცოცავი ღეროები აქვთ. ეპიფიტები („ეპი“ — ზედ, „ფიტონ“ — მცენარე, ბერძნ.) ისეთი მცენარეებია, რომლებიც სხვა მცენარეებზე, განსაკუთრებით ღეროებსა და ტოტებზე ბინადრობენ და მათ მისამაგრებლად იყენებენ. ეწვეიან არა პეტეროტროფულ, არამედ ავტოტროფულ ცხოვრებას. ეპიფიტებით მდიდარია ჯადვარისებრთა, მანანასებრთა, ნიუქასებრთა ოჯახები, რომლებიც საპაერო ფესვებს ივითარებენ. ამ ფესვებს გარედან რამდენიმე წყება მკვდარი უჯრედები ფარავს. ეს უჯრედები ერთი-



სურ. 92. ბოქინტი ფესვები.

მეორესთან დაკავშირებული არიან ფორგბით და ატმოსფეროდან წყალს ნალექების სახით ისრუტავენ.

ჯადვარისებრთა ბევრი წარმომადგენელი საპაერო ფესვებთან ერთად ივითარებს მწვანე საასიმილაციო ფესვებს. ამ ფესვებს ბრტყელი, თასისებრი ფორმა აქვთ; უქლოროფილო მხარით მიმაგრებული სუბსტრატიდან წყალს და წყალში გახსნილ მინერალურ ნივთიერებას ითვისებენ, ხოლო ქლოროფილიანი მწვანე მხარით ასიმილაციას ახდენენ. საასიმილაციო ფესვები ჩვენში წყლის კაკალს (Trapa natans) აქვს. მისი სავარცხლისებრი დატოტინებული წვრილი ფესვები, რომლებიც ძაფისებრი ღეროდან და ლებნისქვეშა მუხლიდან ვითარდებიან, მწვანეებია და ამ ფესვებით ნორმალურ ფოთლებთან ერთად ნაწილობრივ ასიმილაციას ახდენენ. ტროპიკებში ზღვის ნაპირებზე, ხშირად წყლით დაფარულ და ლამიან ადგილებში, მოზარდ ხეებს საპაერო (სურ. 94) დამატებითი ფესვები უვითარდებათ, ასეთი ფესვები ღეროს ქვედა



სურ. 93. სასუნთქი ფესვები — პნემატოფორები.

სურ. 94. დამატებითი ფესვები უვითარდებათ, ასეთი ფესვები ღეროს ქვედა



სურ. 94. საპერო ფესვები: 1. მონსტერა—*Monstera deliciosa*
2. ბასანი—*Ficus benghalensis*;

ნაწილიდან წარმოიქმნებიან და მათ ოჩოფეხა ფესვს უწოდებენ. ოჩოფეხა ფესვები ჩაღიან ნიადაგში, იქიდან იღებენ საზრდო ნივთიერებებს და ამით აძლიერებენ მცენარის კვებას, მაგრამ, რაც მთავარია, ისინი მცენარის ძლიერ განვითარებულ ვარჯს ამაგრებენ.

ზომიერი თუ ტროპიკული სარტყლის ლიანებზე უმრავლესობას მოსაკიდი ფესვები უერთარდებათ. მოსაკიდი ფესვებიანი ლიანა მცენარეები სხვა მცენარეებს ან რომელიმე სუბსტრატს ეკიდება (ემაგრება); ასეთ ლიანას ეკუთვნის ჩვენი სურო (*Hedera*) (სურ. 95), რომლის წვრილი ღეროები მოსაკიდი ფესვებით ხის ღეროებს, ტოტებს, კლდეებს, ქვის ლოდებს, კედლებს ეკიდებიან ან მიწაზე დაცოცავენ. მოსაკიდი ფესვები ჩვენში გავრცელებულ დეკორატიულ მცენარეს—ვახის-ტანასაც (*campsis radicans*) უერთარდება.



სურ. 95. მოსაკიდი
ფესვები სუროზე.

ზოგიერთი ტროპიკული ხემცენარის დამატებითი საპერო ფესვები გადგმულია ნიადაგში, საიდანაც ისინი დამატებით მინერალურ საკვებს აწვდიან ხემცენარეს და ამავე დროს პორიზონტალურად განლაგებული გრძელი ტოტებისათვის საბუჯნის როლს ასრულებენ. ასეთ ფესვებს სვეტიცებრი ანუ საბუჯნი ფესვები ეწოდება. ასეთ სვეტიცებრ ფესვებს ივითარებს ინდოეთის ბანანი (*Ficus benghalensis*). ჯერ იგი, როგორც ეპიფიტი, სხვა მცენარეებზე იზრდება, შემდეგ მისი დიდი ზომის ვარჯი სვეტიცებრ (საბუჯნი) ფესვებს ეყრდნობა და საზრდო მასალასაც ამ ფესვებიდან იღებს. საპერო ფესვებს ივითარებს ტროპიკებში მოზარდი ორქიდეა (*Orchis*) (სურ. 96), რომელიც ხეზე სახლდება. ყვავილოვანი მცენარეების პარაზიტების უმრავლესობას მიწისქვეშა ფესვი არა აქვს: მათ ფესვის მაგივრად საწოვრები, ანუ პაუსტორები („პაუსტორ“—მსმელი, მელაპავი, ბერძნ.) უერთარდებათ.

ასეთი საწოვრები ახასიათებს ცნობილ პარაზიტს — აბრეშუმას (*Cuscuta*) და ნახევრად პარაზიტ მცენარეს — ფითრს (*Viscum album*) (სურ. 97).



სურ. 96. პიფიტორი ორქოდას საპარტო ფესვები.

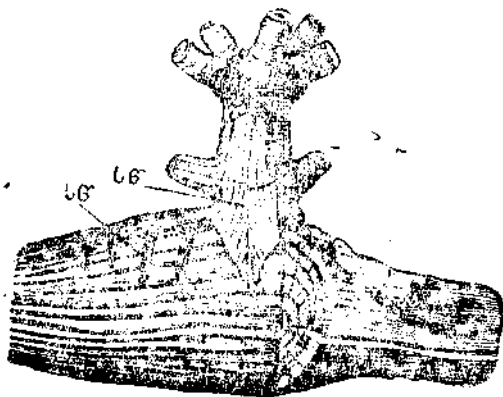
ზოგიერთი მცენარის ფესვები ეკლებად გადაიქცევა ან ჩვეულებრივ ფესვებზე ეკლებს სვითარებს. მაგ., ერთ-ერთ პალმას *Acanthorrhiza triarctus*-ს ზოგიერთი ფესვი ეკლების სახით უფითარდება.

ფესვის შინაგანი აგებულება. ფესვის ორგანოა, რომელიც მცენარის მიწაზე და ნაწილებს ნიადაგიდან აკავშირებს, ნიადაგიდან იწოვს წყალს და წყალში გახსნილ ნივთიერებებს, ამ ნივთიერებებს ღეროს გზით აწვდის ფოთლებს გადასამუშავებლად. ეს ფიზიოლოგიური ფუნქციები მისი შინაგანი აგებულებით ხორციელდება.

ფესვს აქვს წარმოშობი, მჯერავი, მექანიკური გამტარი და სხვა მთელი რიგი ქსოვილების სისტემები. ფესვები ამ ქსოვილებისა და მათი სისტემების განლაგებაც

მისი ფუნქციების განმსაზღვრელია.

გალიფებული თესლიდან გამოსული ფესვი მიემართება ნიადაგში და იწყებს ზრდასა და განვითარებას. ფესვის ზრდა მიმდინარეობს მისივე წვერიით (სურ. 98), რომელიც მეტწილად დაფარულია შალითით და იგი ზრდის კონუსის ქსოვილებს დაზიანებისაგან იცავს. შალითის უჯრედებს ახასიათებს ძლიერი ტურგორი, ეს უჯრედები შლიან ნიადაგის მაგარ ნაწილებს და ხელს უწყობენ სხვადასხვა გზით ფესვის სიღრმეში ჩაღწევას. ფესვის ზრდასთან ერთად შალითის



სურ. 97. ფითრის (*Viscum album*) საწოვრები.

გარეთა უჯრედები ნიადაგის მექანიკური ნაწილების გავლენას განიცდიან და თანდათანობით ივლიჯებიან, ზიშლებიან, მაგრამ მათ სანაცვლოდ მის შიგნით ახალი უჯრედები ვითარდებიან, რომლებიც წარმოიქმნებიან ზრდის კონუსის გარეთ არსებული მერისტემული უჯრედებისაგან და აღადგენენ შალითას.

შალითა არა აქვს წყლის ზოგიერთი მცენარის ფესვებს (ლემნას), წყლის სუროს, წყლის ვახს და სხვ. შალითის წარმოშობა ქსოვილს კალიპტროგენი („კალიპტრო“ — საბურველი ბუდე, „გენოს“ — წარმოშობა, ბერძნ.) ეწოდება.

მრავალი მცენარის ფესვის ზრდის კონუსი შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან: დერმატოგენისაგან, პერიბლემისაგან და პლერომასაგან.

დერმატოგენი კონუსის გარეთა უჯრედების კომპლექსია, მისგან ვითარდება პირველადი ზედაპირი ქსოვილი—ეპიდერმისი.

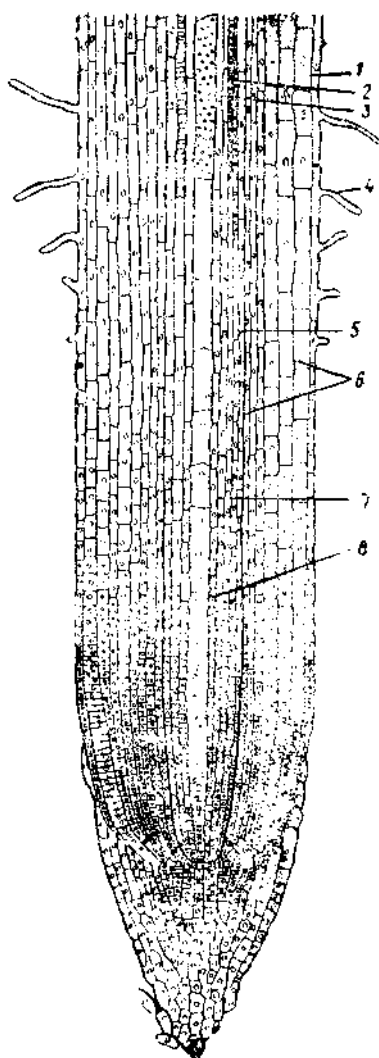
პერიბლემა შედგება ერთი ან რამდენიმე შუა ურეუჯრედისაგან და მისგან პირველადი ქერქი ვითარდება.

პლერომა კონუსის შიგნითა უჯრედების კომპლექსია და ამ უჯრედებისაგან ფესვის ცენტრალური ცილინდრი ვითარდება.

ზემოთ აღნიშნული იყო, რომ ფესვს გარედან კანი ანუ ეპიდერმისი აკრავს. ფესვის კანი თავისებური აღნაგობით ხასიათდება და განსხვავდება ღეროსა და ფოთლის კანისაგან იმით, რომ მას არ გააჩნია კუტიკულა და ბაგეები და წყლის მეტი გამტარუნარიანობა ახასიათებს. კანის უჯრედები ფესვის განსაზღვრულ ზედაპირზე წარმოიბეჭდებიან ბუჩქსებს. ამ ბუჩქსებით დაფარული ფესვის კანის ნაწილს ეპიბლემა ეწოდება.

ბუჩქსები წარმოიშობიან ეპიბლემის უჯრედებისაგან და მათი გაგრძელებაა. უჯრედის გარსის გარეთა ნაწილი გამოიბერება და ეს გამოიბერილი ნაწილი გადაუტიხრავად გაიზრდება, შენდევ იჭიმება, ღებულობს წვრილი მილის ფორმას მომრგვალო ბოლოებით.

ბუჩქების უჯრედების გარსი თხელია, ცელულოზოვანია, რაც ბუჩქის შეწოვის უნარს ზრდის. პროტოპლაზმა უფრო მეტად ბუჩქის წვერშია მოქცეული, სხვა ნაწილებში კედლურია და დიდ ვაკუოლს აკრავს. ბუჩქის სიგრძე 0,15-დან 1 სმ-მდეა, სიგანე მისი მესხედით განისაზღვრება. გრძელი ბუჩქები თითქმის 1 სმ-მდეა, მაგალითად, შაქრის ჯიშები. ზოგჯერ ბუჩქის გარსები შეიძლება გასქელდეს, მაგრამ წყლის შეწოვის უნარს არ კარგავს და მაშინ ბუჩქის ასაკმა შეიძლება ჯერ წლამდე მიაღწიოს. შემწოვი ზონის ქვედა ნაწილში ბუჩქები პატარა ზომისაა, შუა ნაწილში საგრძნობლად დიდებია, ზედა ნაწილში დამოკლებულია ან სულაც არ ვითარდებიან. ფესვის ზედაპირის მშ-ზე ბუჩქების რიცხვი 500-დან 600-მდე მერყეობს. ბუჩქები დიდი ხნოვანების



სურ. 98. ქერის ფესვის წვერის სიგრძევი კრილი: 1—ეპიდლემა; 2—სპირალური ქურჭლები; 3—ცენტრალური დაწერტილული ქურჭლები; 4—ფესვის ბუჩქები; 5—ენდოდერმა; 6—ქერქის პარენქიმა; 7—პერიციკლი; 8—პროკამბიუმი.

არ არიან, 10—20 დღის შემდეგ ისინი კვდებიან, სცვივიან და ფესვის ახალ მოზარდ ნაწილზე ახალი ბუსუსები ვითარდებიან. ბუსუსები ზოგჯერ გაჟღენთილია ლორწოვანი ნივთიერებებით. მრავალი მცენარის ბუსუსები პექტინოვანი ნივთიერებების შემცველობით ხასიათდებიან, რითაც ხდება ნიადაგის ნაწილებთან ბუსუსების შეწყება. ნიადაგიდან ამოღებულ ფესვს ამოყვება მასზე ჩამოკიდებული, ბუსუსებზე მჭიდროდ მიკრული მიწის კოშტები: ნიადაგის მაგარი ნაწილაკების გავლენით ბუსუსები განიცდიან დეფორმაციას, რასაც ხელს უწყობს მისი ელასტიკურობა. ასეთი კავშირი ბუსუსებსა და მიწის მასას შორის აღიღებს ბუსუსების შეწოვისუნარიანობას. აგრეთვე ბუსუსები გამოყოფენ სხვადასხვა მჟავას, რომლებიც ხსნიან ნიადაგის მაგარ ნაწილებს და აადვილებენ ნივთიერებათა შეწოვას. ბუსუსები ფესვთა სისტემას ამაგრებენ ნიადაგში და ამდენად ისინი მექანიკურ როლსაც ასრულებენ.

თესლიდან გამოსული ახალგაზრდა ფესვი, როგორც უკვე აღინიშნა, სიგრძეზე შედგება მორფოლოგიურად და ფიზიოლოგიურად ერთმანეთისაგან განსხვავებული ზონებისაგან: 1) მერისტემულ უჯრედთა დაყოფის ზონებისაგან, რომლებისგანაც ფესვის წვერზე ფარი ვითარდება, მის ზემოთ 2) უჯრედთა ზრდის ზონისაგან, —სწორედ ამ ზონით იზრდება ფესვი. ეს ზონა ცილინდრული ფორმისაა, რომლის უჯრედები სიგრძეზე იჭიმებიან, მსხვილდებიან და შემდეგი დიფერენციაციით ფესვის სხვადასხვა ქსოვილებს აძლევენ დასაწყისს, 3) უჯრედთა სპეციალიზაციის ზონისაგან, ანუ ბუსუსოვანი ზონისაგან. ამ ზონის ზედაპირი დაფარულია წვრილი ბუსუსებით და ეს ზონა ნიადაგიდან საზრდო ნივთიერებას შეიწოვს. შემწოვი ზონის ზემოთ გამტარი ზონაა, რომლის დანიშნულებაა შეწოვილ ნივთიერებათა გატარება ღეროში და შემდეგ ფოთლებში; ამ ზონაში ხდება გვერდითი ფესვების ჩასახვა და წარმოქმნა.

ფესვის პირველადი აგებულება. როგორც აღნიშნული იყო, ეპიბლემა ფესვის მთარავი ქსოვილია. მის შიგნით მოთავსებულია პირველადი ქერქი და იგი ფესვის მთავარ მასას წარმოადგენს. პირველადი ქერქი შედგება პარენქიმული სპელგარსიანი უჯრედებისაგან. ეპიდერმისთან მჭიდროდ მიკრულ გარეთა შრეს ეგზოდერმა ეწოდება („ეგზო“ — გარეთა, „დერმა“ — კანი, ბერძნ.). ეგზოდერმა შედგება მრავალწახნაგოვანი, დიდი ზომის უჯრედებისაგან და ქმნის მთლიან საფარ ფენას. ვინაიდან ეგზოდერმა განიცდის გაკორპებას ეპიბლემის ბუსუსებთან ერთად კვდომის დროს, ის მთარავ როლს ასრულებს, ეგზოდერმა ზოგჯერ ზოგიერთ მცენარეებში მრავალშრიანია.

ფესვის პირველადი (სურ. 99) ქერქის მთავარ ნაწილს შეადგენს ქერქის პარენქიმა, რომელსაც მეზოდერმაც („მეზო“ — შუა, ბერძნ.) უწოდებენ. მისი ცოცხალი უჯრედები თხელგარსიანებია და უჯრედშორისები პერიტაა ამოვსებული.

პირველადი ქერქის სულ შიგნითა შრე, რომლითაც გარემოცულია ცენტრალური ცილინდრი — ენდოდერმა („ენდო“ — შიგნით, ბერძნ.). ენდოდერმა ერთი ან ორი წყება უჯრედისაგან შედგება. ორწყება ენდოდერმა იშვიათია.

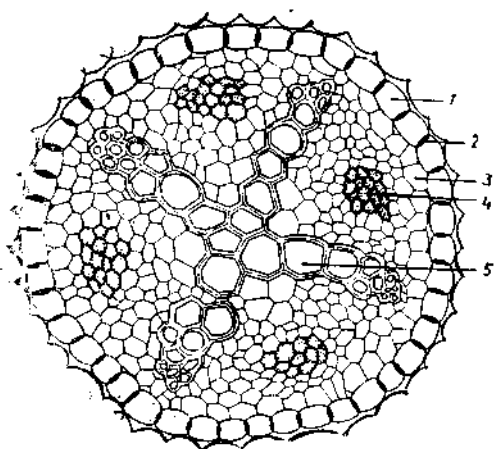
ენდოდერმის უჯრედები ერთმანეთთან მჭიდროდ არიან მიჯრილნი და ამდენად უჯრედშორასებს მოკლებულნი არიან; მათი უჯრედების შიგნითა და რადიალური კედლები გასქელებული და გახეცებულია, ხოლო გარეთა.

ქერქის მხარეს მიმართული კედლები თხელია. განვითარების პირველ სტადიაში სქელდება რადიალური კედლები და ეს გასქელება მრავალმხრივია. აქ მრავალმხრიანობა გამოწვეულია უჯრედების არათანაბარი და არაერთდროული გასქელებით და ამ უბნებს კასპარის ლაქები ეწოდება. ენდოდერმა მეტწილად დამახასიათებელია ერთლებნიანი მცენარეებისათვის და იგი გარკვეული ფიზიოლოგიური პროცესის მატარებელია.

ენდოდერმის სქელგარსიან უჯრედებს შორის განლაგებულია თხელგარსიანი გაუხეხებელი უჯრედები. მათ გამშვებ უჯრედებს უწოდებენ. გამშვები უჯრედებით ხდება წყლის შეღწევა ქერქის უჯრედების გზით ცენტრალურ ცილინდრში, სადაც განლაგებულია ქსილემის ელემენტები. გამშვები უჯრედები ქსილემის პირდაპირ მდებარეობენ.

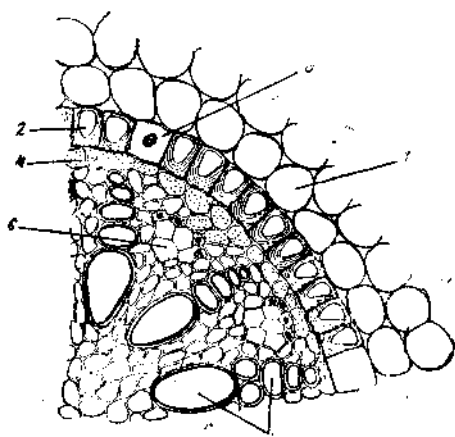
ცენტრალური ცილინდრი. (სურ. 82). ფესვის ცენტრალური ნაწილი პლერომიდან ვითარდება. ცენტრალური ცილინდრი გარედ-

დან შემოფარგლულია უჯრედებით, რომელსაც პერიციკლი („პერი“ — გარშენო, „ციკლოს“ — შრე, ბერძნ.) ეწოდება.



სურ. 100. ბაიას ფესვის ცენტრალური ცილინდრის განივი კრილი: 1—ენდოდერმა; 2—კასპარის ლაქები; 3—პერიციკლი; 4—ფლოემა; 5—ქსილემა.

და ხევდება. პერიციკლის ცოცხალი უჯრედები იყოფიან პერიოდულად და



სურ. 99. ზამბახის ფესვის შემწოვი ზონის ნაწილის განივი კრილი: 1—პირველადი ქერქის უჯრედები; 2—ენდოდერმა; 3—გამშვები უჯრედები; 4—პერიციკლი; 5—მერქნის ელემენტები; 6—პირველადი ფლოემა.

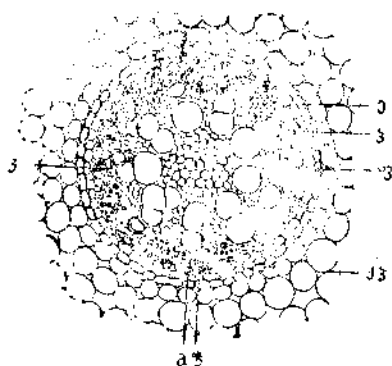
პერიციკლი შემდგარია ერთი ან, იშვიათად, რამდენიმე წყება ცოცხალი უჯრედისაგან და განლაგებულია ენდოდერმის ქვეშ რგოლურად. მეტწილად გავრცელებული სახეა ერთშრიანი, ანუ ერთწყება უჯრედებისაგან შემდგარი პერიციკლი, თუმცა არაა გამონაკლისი, რომ იყოს ორი და მრავალშრიანი. მისი უჯრედები თხელგარსიანია, ცელულოზოვანი. ზოგიერთი მცენარის (განსაკუთრებით ერთლებნიანების) ფესვების პერიციკლის ცოცხალი უჯრედების გარსი სქელდება

მისგან, როგორც წარმოშობი ქსოვილიდან, გვერდითი ფესვები ვითარდებიან (სურ. 100); პერიციკლი აგრეთვე დასაწყისს აძლევს სარეველებს, ფელოგენს და სკლერენქიმას. ფესვის ცენტრალური ცილინდრის შემადგენლობაში მერქანი და ლაფანი მონაწილეობენ. მერქნის ტურჭლების რადიალური განლაგების გამო ცენტრალურ ცილინდრს ვარსკვლავისებრი ფორმა აქვს და სხივების სხვადასხვა რიცხვით ხასიათდება. მრავალი მცენარის მერქანში ხშირად 2-დან 10-მდე ტურჭლების სხივია (სურ. 100, 101), ზოგიერთ მცენარეში კი მათი რიცხვი ბევრად დიდია (პალმები). სხივები დაბოლოებული არიან რგოლური და სპირალური ტურჭლებით, რომლებიც პროტოქსილემას ქმნიან და პერიციკლს ესაზღვრებიან. დანარჩენი მეტაქსილემის ტურჭლები დაწერტილი, პადისებრი და კიბისებრია.

ასეთივე მდებარეობა აქვს ლაფანს; იგი შედგება პროტო და მეტაფლოემისაგან; აქაც პროტოფლოემა პერიციკლს ესაზღვრება. ცენტრისაკენ კი მეტაფლოემაა.

ცენტრალური ცილინდრის შიგნითა ნაწილში სუსტად განვითარებული მრავალკუთხისებრი უჯრედებისაგან შემდგარი გულგულია. თუმცა გულგული ფესვის ცენტრალურ ცილინდრში ძალზე იშვიათია, მაშინ ამ ადგილზე დიდი ტურჭელია, ხოლო ამ დიდი ტურჭლიდან რადიალურ სხივებად განლაგებულია პატარა ზომის ტურჭლები.

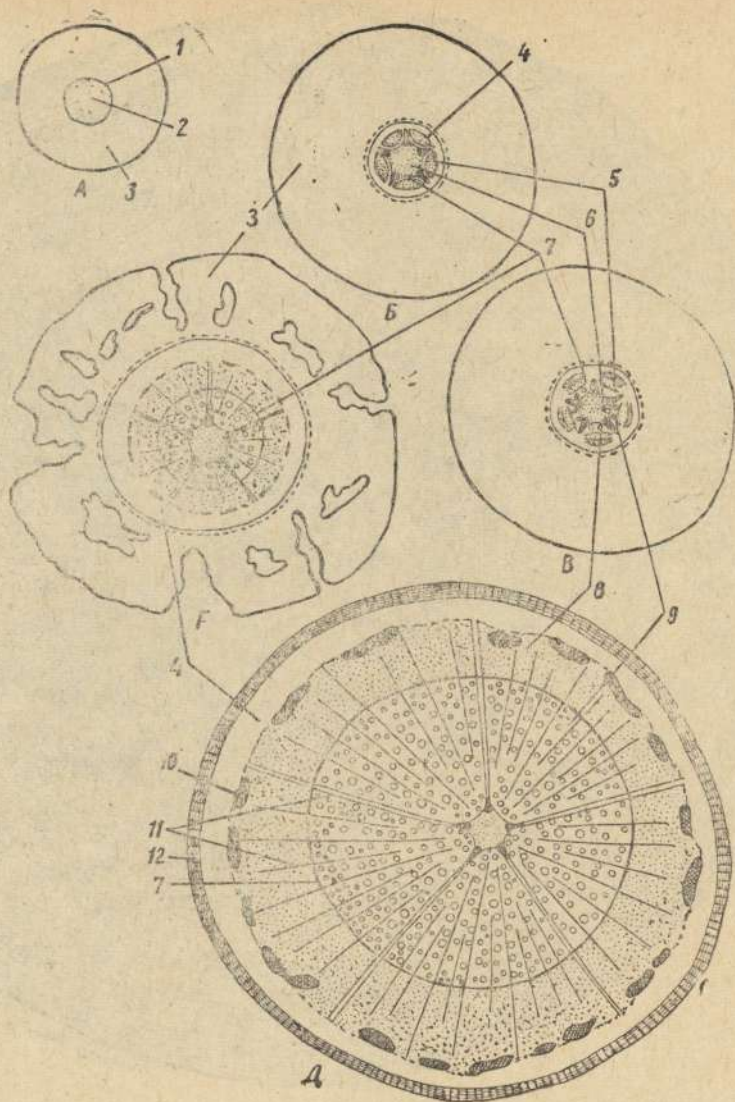
ცენტრალურ ცილინდრში შეიძლება განვითარდეს მექანაქური ქსოვი-



სურ. 101. კოთხუჯი (*Acorus calamus*) ფესვის რადიალური გამტარი კონის განაწილება: კ—კონები შემდგარია ქსილემის ჯგუფისაგან, ქ—დიდი დაწერტილული ტურჭლებით და ფლოემის ჯგუფებით; პ—კონების გარშემო პერიციკლია და პირველადი ქერქის ცენტრალური ნაწილი; ე—ენოდერმა და ჟ—ქერქის პარენქიმა. 2—ლიკოპოდუმის ღეროს რადიალური გამტარი კონის კრილი; ქს—ქსილემის ჯგუფი, მასში პქ—პროტოქსილემა, ფლ—ფლოემის ჯგუფი მისში, პფ—პროტოფლოემა.

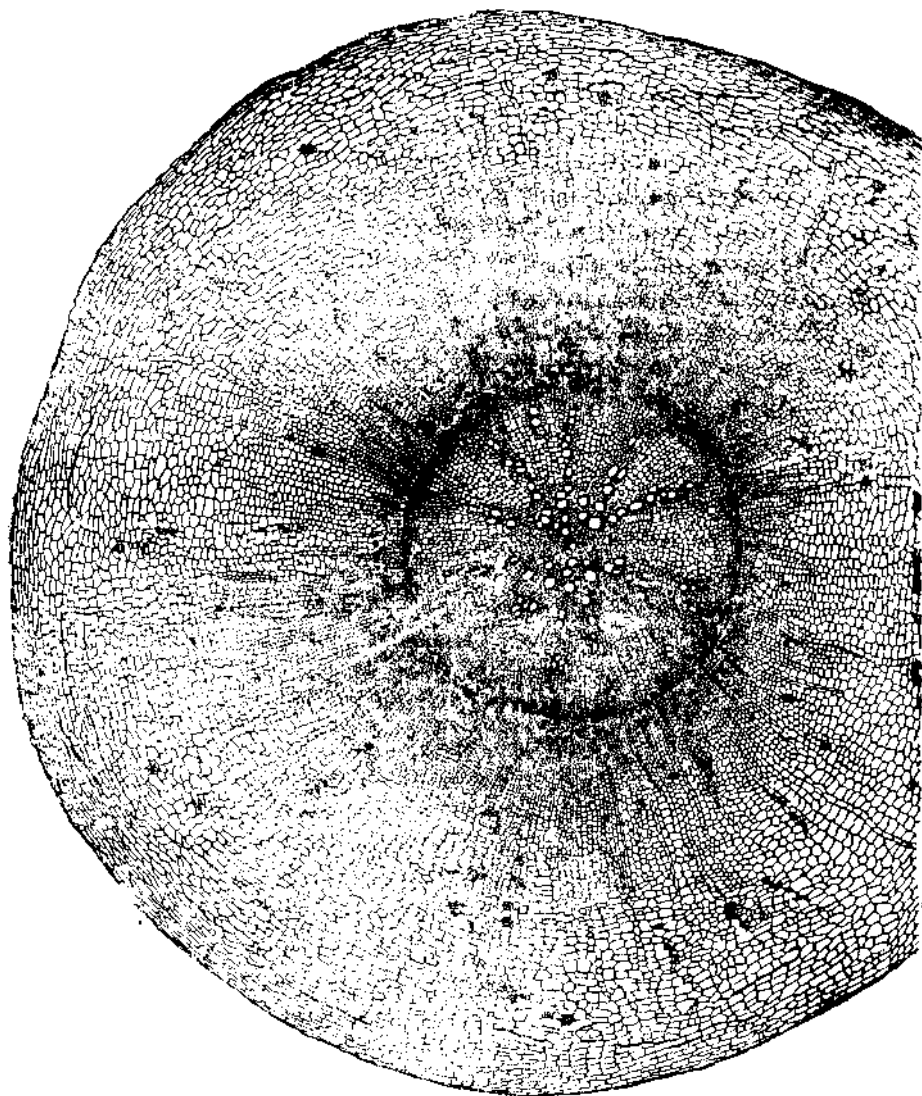
ლის ელემენტები: ბოჭკოები, ლიბრიფორმი, რომლებიც მჭიდროდ არიან ერთმანეთთან შეკავშირებული და ამით ეწინააღმდეგებიან ფესვის სიგრძეზე გაწვევას.

ფესვის მეორადი აგებულება. ფესვის პირველადი აგებულება ერთლებნიან და ორლებნიან მცენარეებში გამოხატულია მხოლოდ შემწოვ ზონაში, რომელაც შემწოვი ზონის ზემოთ, შიშველთესლიანი და ფარულთესლიანი მცენარეების უმრავლესობაში მეორად აგებულებაში გადადის.



სურ. 102. მსხლის ფესვის პირველადი აგებულების გადასვლა მეორეულ აგებულებაში: 1—ფლოემის პროკამბიუმი; 2—ქსილემის პროკამბიუმი; 3—პირველადი ქერქი; 4—პერიციკლი; 5—პირველადი ფლოემა, 6—პირველადი ქსილემა; 7—კამბიუმი; 8—მეორეული ფლოემა; 9—მეორეული ქსილემა; 10—პირველადი ფლოემის ბოჭკოები; 11—სხივები; 12—პერიდერმა.

კამბიუმი წარმოიშობა ფესვის ძირითად—პარენქიმული ქსოვილების ნაწილში. პარენქიმის უჯრედებს ყოფს სიგრძეზე ცენტრალური ტიხარები და ჯერ ვითარდება კამბიუმის პირველი შრეები. კამბიუმის ქსოვილი ვითარდება ძირითადი ქსოვილის იმ ნაწილში, რომელიც მდებარეობს პირველადი ქსილემისა და პირველადი ფლოემის ელემენტებს შორის. საბოლოოდ განვითარებული კამბიუმიდან იქმნება კამბიალური რგოლი, შემდეგში ამ რგოლიდან ცენტრისაკენ მეორადი ქსილემა ვითარდება, გარეთ კი—მეორადი ფლოემა.

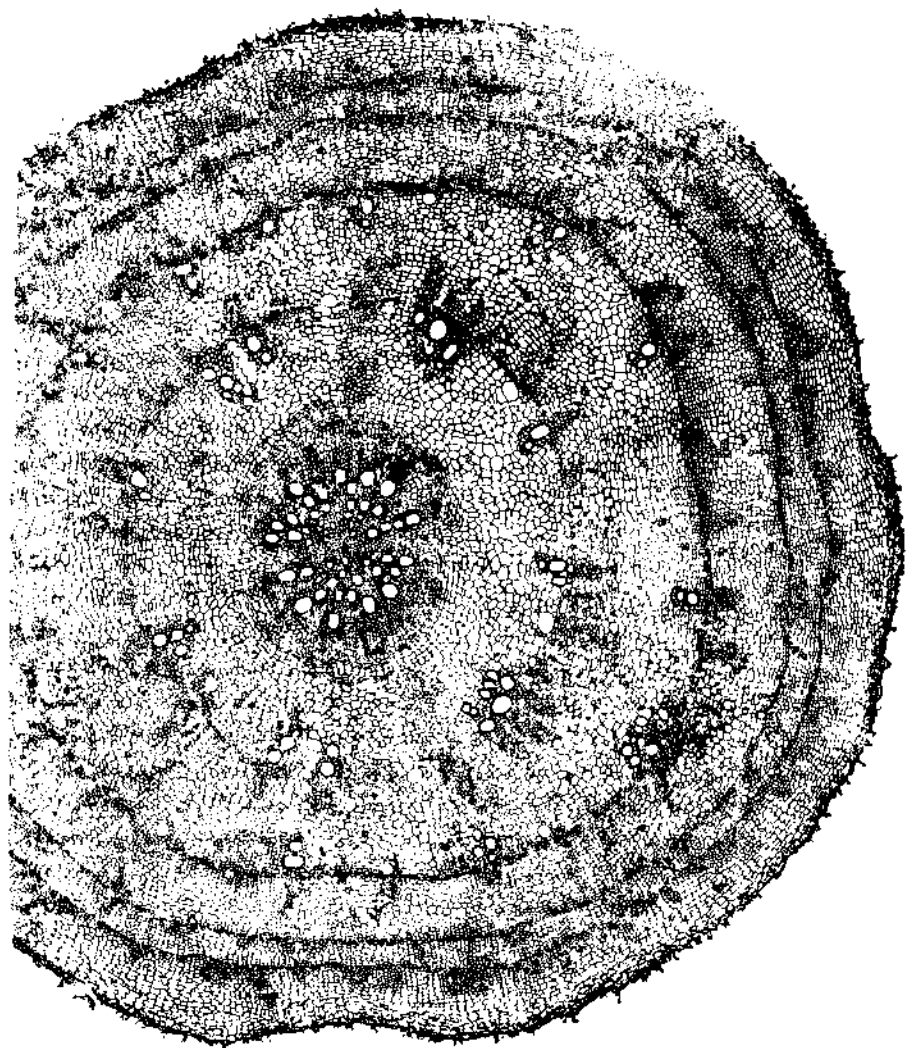


სურ. 103. სტაფილოს ფესვის მეორეული იგებულება.

მეორადი ფლოემა პირველადი ფლოემის ქვეშ ლაგდება და პირველადი ფლოემა თანდათანობით იხევს გარეთ — პერიფერიისაკენ. კამბიალური რგოლი განვითარების პირველ სტადიაში ტალღისებრია, შემდეგ თანდათან სწორდება და იწყებს ფესვის სწორ და თანაბარ გამსხვილებას (სურ. 102, 103).

მეორად ქსილემში ჭურჭლები, ტრაქეიდები, მერქნის პარენქიმა და ნაწილობრივ ლიბრიფორმა („ლიბერ“ ნათ. ბრუნვა, „ლიბრი“ — ხრალი, „ფორმა“ — სახე, ლათინ.); ლიბრიფორმა მერქნის მექანიკური ბოჭკოა და ქსილემის მეტი ნაწილი (ფოთლოვანები) უჭირავს. იგი ჭურჭლებს აკრავს გარშემო. ლიბრიფორმი არ უვითარდება წიწვოვანებს.

მეორადი ფლოემა, რომელიც ფლოემის პარენქიმის მნიშვნელოვანი მასისაგან შედგება, მეორადი ქერქია.



სურ. 124. შაქრის კარსლის ფსევდაგებულება (მესამეული) დამატებითი კამბიალური
რგოლებით.

მეორად ქერქში გროვდება სხვადასხვა სამარაგო ნივთიერებები—შაქრები, სახაშებელი, ცილები, ცხიმები; მასში აგრეთვე შეიძლება წარმოიშვას ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები: ვიტამინები, ალკალოიდები, ტანიდები, გლუკოზიდები, მეორე რიგის ნივთიერებანი: კაუჩუკი, გუტაპერჩი, ფისები და სხვ.

მეორად ფლოემაში სკლერენქიმული ბოჭკოები ვითარდება, ქსილემისა და ფლოემის განლაგება ქმნის კოლატერალურ კონებს, სადაც ფლოემა უშუალოდ ეკვრის ქსილემას გარედან.

პერიციკლიდან შეიძლება წარმოიქმნას ფელოგენი, შრე, რომელიც იძლევა პერიდერმას და რამაც შეიძლება გამოიწვიოს პირველადი ქერქის მო-

ცილება, იგივე პერიოდული: ამის შემდეგ წარმოქმნის პირველადი ქერქის-პარენქიმის ახალ უჯრედებს.

ერთლებნიან მცენარეებს (მცირე გამონაკლისი) არა აქვთ მეორადი აგებულების ფესვი. ეს გარემოება ანაზღაურებულია პირველადი ქერქის შიგნითა და შუა ნაწილებით. ერთლებნიანებს არ უვითარდებათ ფელოგენი, მაშასადამე, არც პერიდერმა.

სხვადასხვა ტიპის ფესვების ანატომიური აგებულების თავისებურებანი

პირველ რიგში აღსანიშნავია ზოგიერთი ძირხვენა მცენარის ე. წ. ხორცოვანი ფესვები, რომლებშიაც სხვადასხვა საკვები ნივთიერება გროვდება. ეს ნივთიერებები ამ ფესვებში შეაძლება დაგროვდეს ან ფლოემის პარენქიმაში, ან ქსილემაში. ასეთი ფესვები აქვს სტაფილოს, ბოლოკს, ქარხალს (სურ. 104), თაღგანს, თაღგამურას; სტაფილოს ფესვი შედგება ორი ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსაზღვრული ნაწილისაგან: გარეთ ფლოემა და შიგნით ქსილემა. აქ ლათანა უფრო მეტადაა განვითარებული, ვიდრე ქსილემა: მისი დიდი ნაწილი უჭირავს დიდ უჯრედებიან პარენქიმას, რომელშიც გროვდება საკვებ ნივთიერებათა ძირითადი მასა. ლათნის შიგნითა ნაწილი უფრო რბილია, წვნიანი, ტკბილი გემოსი, ნარინჯისფრად შეფერილი. ქსილემა უფრო სუსტად არის განვითარებული და კონუსის ფორმითაა გამოსახული. შემდარებით მკვერივია და მკრთალი ფერის.

ქარხლის ფესვს ახასიათებს კონცენტრული რგოლებისაგან შექმნილი შრეები და ეს შრეები წარმოშობილია კამბიალური რგოლების ხარჯზე. კამბიალური რგოლები ფესვის ცენტრიდან დაშორებით უფრო ახლოს არიან ერთმანეთთან განლაგებული.

შაქრის ქარხლის აგებულება ცნობილია ფესვის მესამე წყების აგებულების სახელწოდებით.

მესამე წყების აგებულებას დროს მოქმედებაშია ძველი და ახალი კამბიალური რგოლები. უფრო ინტენსიურად მოქმედია ახალი რგოლები, რომლებიც იწყვევენ ფესვის დილად გაზრდას სიმსხოში. მერისტემული ყველა რგოლის ერთობლივი მოქმედებითა წარმოიქმნება ხორცოვანი ფესვი, სადაც ძირითად მასას პარენქიმული ქსოვილი წარმოადგენს. ამ ქსოვილში ხდება მეტწილად საქაროხას, ნაწილობრივ, ცილებისა და სხვა მარაგ საკვებ ნივთიერებათა დაგროვება. ფესვთანური ფოთლების მოქმედებითა ახალი კამბიალური რგოლები წარმოიქმნება და მათი რიცხვი მუდამ ფოთლების რიცხვის ჯერადია. ქარხლის ფესვების რგოლებს შორია არსებული გამტარი კონები ფესვთანური ფოთლების ნაკვალევია.

ზოგიერთ მცენარეში, განსაკუთრებით კაუჩუკოვანი მცენარეების ფესვების მეორად ქერქში წარმოიქმნებიან სარძევე მილები. დანაწევრებულ სარძევე მილებს, რომლებიც წარმოიქმნებიან პერიციკლიდან, პირველადი სარძევეები ეწოდება, ხოლო კამბიუმიდან წარმოშობილთ—მეორადი. დაუნაწევრებელი სარძევე მილები თესლიდანვე იწყებენ წარმოშობას და ფესვის ზრდასთან ერთად დიდ ზომას აღწევენ. სარძევე მილები მდიდარია რძის წვეთით—კაუჩუკით (მაგ. ქოქ-სალიზი, ტაუ-სალიზი და სხვ.)

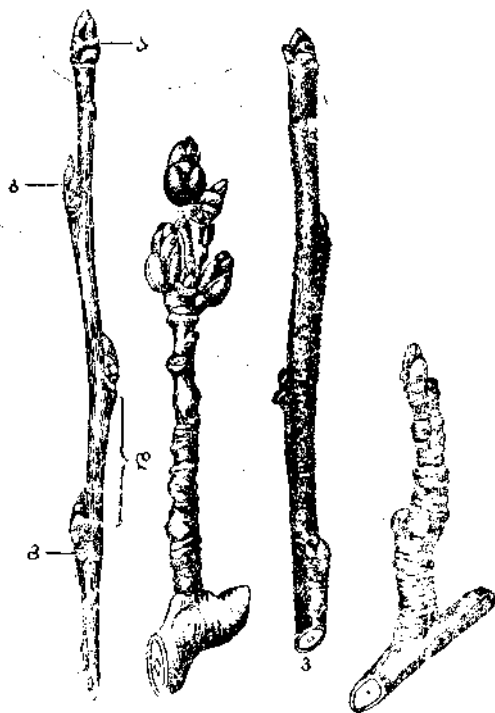
ღერო მცენარის მიწისზედა ძირითადი ორგანოა, რომელსაც ახასიათებს კენწრული ზრდა.

ნორმალურად განვითარებულ ღეროზე ვითარდება ფოთლები, როგორც მისი გვერდითი ორგანოები, ყვავილები და ნაყოფები. მისი ძირითადი ფუნქციებია: 1) ნიადაგიდან ფესვების მიერ შეწოვილი წყალი და წყალში გახსნილი მინერალური ნივთიერებები გაატაროს (ქვემოდან ზემოთ) და გააქსცეს ფოთლებს, 2) ხოლო ფოთლების მიერ გადამღეწავებული და ფოტოსინთეზის შედეგად მიღებული პროდუქტები მცენარის მთელ ორგანიზმში გაანაწილოს. ხშირად ღერო, ე. წ. მიწისქვეშა ღეროებიც, მაგ., ტუბერი მარაგ ნივთიერებათა დამაგროვებელია. იგი მცენარის სხვადასხვა ნაწილის წარმოშობი ორგანოცაა. ღერო აკავშირებს ფესვსა და ფოთოლს ერთმანეთთან და მცენარეში ტრანსპორტის როლს ასრულებს. ღერო, ისე როგორც ფესვი, ჩანასახიდან ვითარდება; მას ზრდის ადრეულ პერიოდში ტოტები არა აქვს და გვერდებზე აღმაგალ რიგზე განლაგებულ ფოთლებს სვითარებს. ფოთლის უბეებში კი კვირტი ან კვირტები სხედან; ასეთ ღეროს ყლორტი ეწოდება.

ყლორტის იმ ადგილს, სადაც ფოთოლი და კვირტი ზის, მუხლი ეწოდება, ხოლო მუხლებშორის მდებარე ნაწილს — მუხლთ შორისი. ხშირად მცენარე ორნაირ ტოტს ივითარებს: როდესაც მუხლთშორისები გრძელია, გრძელ ტოტს და თუ მუხლთშორისები მოკლეა, — მოკლე ტოტს (სურ. 105). ყლორტზე განლაგების მიხედვით კვირტები ორგვარია: კენწრის კვირტი და გვერდითი კვირტი (სურ. 105); კვირტები ვითარდება აგრეთვე მცენარის ფესვებზე, ფოთლებზე, მუხლთშორისებზე და ღეროს სხვა ნაწილებზე.

ფოთლის უბეში ერთი ან რამდენიმე კვირტი ვითარდება, ე. ი. კვირტები ღეროზე ერთმანეთის მიყოლებით სიგრძეზე არიან განლაგებულნი და მათ სე-

რიალური კვირტები („რიგი, ლათინ.) ეწოდება; ზოგჯერ კი უბეში განვითარებული კვირტები ერთმანეთის გვერდით სხედან. ასეთი კვირ-

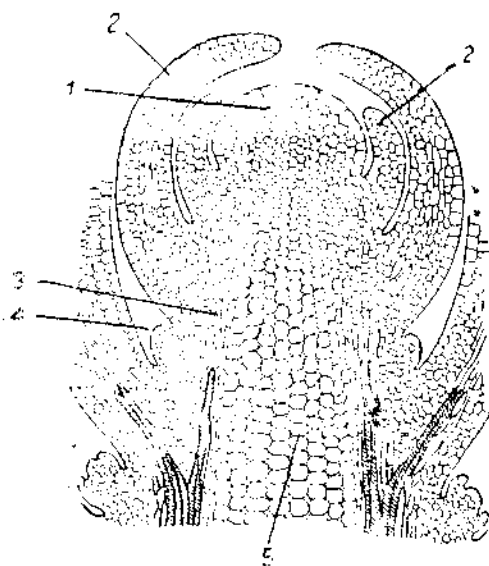


სურ. 105. 1 — ერთწლიანი დაგრძელებული ტოტი; 2 — თიჩქლიანი დაოკლებული ტოტი; 3 — დაგრძელებული ერთწლიანი ვაშლის ტოტი; 4 — ნრავილწლიანი დაშოკლებული ვაშლის ტოტი. ა — კენწრის კვირტი; ბ — გვერდითი კვირტი; გ — მუხლი; დ — მუხლთშორისი.

ტები კოლატერალურია („კონ“ — ერთად, „ლატერალის“ — გვერდის, ლათინ.); კვირტიდან ვითარდება ყლორტი და კვირტი მომავალი ყლორტის ჩანასახია.

კვირტი გარედან ხშირად დაფარულია ფოთლისებრი წარმოშობის მფარავი ქერქლებით, რომლებიც იცავენ კვირტის შიგა ნაზ ნაწილებს დაზიანებისაგან, რასაც სხვადასხვა უარყოფითი ფაქტორი იწვევს (ყინვა, გვალვა და სხვ.). ტროპიკულ სარტყელში მოზარდი მერქნიანი მცენარეების კვირტებს მფარავი ქერქლები არ უვითარდებათ. ისინი აგრეთვე არ უვითარდებათ ზომიერი სარტყლის მცენარეებს, როგორიცაა, მაგ., ზეთისხილი, უხანი, ხეჭრილი, კოწახური და სხვ. ერთწლოვან ბალახოვან მცენარეებს ტიპური მფარავი ქერქლები არა აქვთ, მწვანე, ნაზი ფოთლებით არიან დაფარული; ვინაიდან ამ ფოთლების უბეებში კვირტები სხედან, იმ ფოთლებს, რომელთა უბეებში კვირტებია, მფარავი ფოთლები ეწოდება. კვირტების გაშლის დროს მფარავი ქერქლები სცივია და იმ ადგილს, სადაც ეს ქერქლები იყვნენ მიმაგრებული, კვირტის რგოლებს უწოდებენ, ამ რგოლებით შესაძლებელია ღეროს წლიური ნამატის გამოანგარიშება.

კვირტის შიგა, ცენტრალურ ნაწილს ღეროს ჩანასახი აქვს და წვერით



ხურ. 106. ღეროს წვერის სივრცევი განაწილება:

1—ზრდის კონუსი; 2—ფოთლის ჩანასახი;

3—პროკამბიუმი; 4—კვირტის ჩანასახი;

5—გულგული.

ბოლოვდება. ეს წვერი კონუსისებრი მოყვანილობისაა და მას ზრდის კონუსს უწოდებენ (სურ. 106); ზოგჯერ ზრდის კონუსი სხვადასხვანაირია: ბრტყელი, ჩაზნექილი, სფერული და სხვ.

ზრდის კონუსის ქვემოთ, ორივე მხარეზე, აღმავალ რიგზე ფოთლების ჩანასახები ვითარდება ბორცვების სახით. ფოთლის უბეებში კი ასევე აღმავალ რიგზე განლაგებული გვერდითი კვირტები წარმოიქმნებიან.

ფოთლის ჩანასახები კიდევადგეული ან დაკეცილი სახით სხედან კვირტში, რასაც ფოთლოთგანლაგება ეწოდება. ფოთლოთგანლაგება შეიძლება იყოს ბრტყელი ან დაკეცილი, დახვეუ-

ლი ან ნოქებიანი, მარაოსებრი და ა. შ.

კვირტში ფოთლები ზოგჯერ კრამიტებივითაა ჩაწყობილი ისე, რომ შიგა წვება ფოთლები, მთლიანად ან ნაწილობრივად, გარეთა წვება ფოთლებითაა დაფარული.

კვირტი ფორმით შეიძლება იყოს კვერცხისებრი, მომრგვალო, კონუსისებრი, მოგრძო და ა. შ. მრავალწლოვანი მცენარეების კვირტები ზომით შედარებით დიდები და მსხვილებია, ხოლო ერთწლოვანებს ძალზე პატარა კვირტები აქვთ, ხშირად უჩინარი; ბუნებაში არჩევენ სავეგეტაციო, ანუ ზრდის

კვირტებს, რომლებიდანაც შეფოთლილი ყლორტები ვითარდება, და საყვავილე კვირტებს, საიდანაც საყვავილე ყლორტი წარმოიქმნება.

ღეროზე განლაგების მიხედვით, კენწრისა და გვერდითი კვირტების გარდა, მცენარეებს სხვადასხვა ნაწილზე, ვეგეტაციის სხვადასხვა პერიოდსა და პირობებში, უვითარდება მოზამთრე, მშინარა, დამატებითი და ზეკია კვირტები. ზომიერი განედების მერქნიანი მცენარეების კვირტებს ახასიათებთ შესვენების პერიოდი — შემოდგომიდან გაზაფხულამდე, ე. ი. გაზოზამთრება. გაზაფხულის დასაწყისში ამ კვირტებიდან ვითარდებიან ახალი ყლორტები და მათ მოზამთრე კვირტები ეწოდება.

შესვენების პერიოდში ეს კვირტები გარედან დაფარულია მკვრივი მუზა ფერის ქსოვილებით, რომლებიც ერთმანეთთან ისე მჭიდროდ არიან მიტკეცილი, რომ სრულიად ფარავენ კვირტის ნაზ ნაწილებს. მოზამთრე კვირტებად შეიძლება გარდაიქმნან როგორც კენწრული, ისე გვერდითი კვირტები. გვალვიან პერიოდში მოზამთრე კვირტები ტროპიკებში მოზარდ მცენარეებსაც ახასიათებთ.

ხშირად გვერდითი კვირტები ყლორტის მერქნის კამბიუმში ჩასახულია მოზამთრე კვირტების მსგავსად, მაგრამ ზოგჯერ რამდენიმე წლითაც კი გადადიან შესვენების პერიოდში და განუვითარებელი რჩებიან. ასეთ კვირტებს მშინარა კვირტები ეწოდება (სურ. 107). მშინარა კვირტები მაშინ იწყებენ ზრდას, როდესაც კენწრული კვირტები არ ვითარდებიან და მრავალ ახალ გვერდით ყლორტს ქმნიან, ღეროს ყოველწლიურ ზრდასთან ერთად, ამ კვირტების ღეროს ჩანასახიც იზრდება იმდენად, რამდენი წლიური ნამატიც აქვს ღეროს. ზოგჯერ ტოტების გადაჭრის, კრილობის ან მოყინვის დროს, ყლორტის ქვემოთ მოსვენებაში მყოფი მშინარა კვირტებიდან მრავალი ახალი გვერდითი ყლორტი წარმოიქმნება.

კენწრული კვირტების ზრდის შეჩერება ან მისი სრული განუვითარებლობა იწვევს იმ გვერდითი მშინარა კვირტების სწრაფ და ძლიერ განვითარებას, რომლებიდანაც შემდეგ მრავალი ყლორტის წარმოქმნით ხენცენარის კარგად გაშლილი და ხშირი ვარჯი იქმნება.

ზოგჯერ მშინარა კვირტებიდან ვითარდებიან ე. წ. ლუტუ, ანუ ბაყილო ყლორტები; ხშირად ასეთი ყლორტები აჭვს ტირიფს; ვერხვს, ალვის ხეს, მუხას, თელას და სხვა მერქნიან მცენარეებს. ხეხალოვანი მცენარეების გასხვლის დროს (ხშირად მიმართავენ მეხილეობაში მსხმოიარობის გასადიდებლად) მშინარე კვირტებიდან ახალი ყლორტები წარმოიქმნება; მშინარა და მოზამთრე კვირტები ღორმალური და, უმეტესად, მსვენარა გვერდითი და კენწრული კვირტებია. ხშირად ფესვებზე, ღეროსა და ტოტებზე და ზოგჯერ ფოთლებზე დამატებითი კვირტები ვითარდება. დამატებითი



სურ. 107. მშინარა კვირტები მუხის ხეზე (ერთი მშინარა კვირტიდან გამოსული ყლორტით).

კვირტები ნორმალური კვირტებისაგან იმით განსხვავდებიან, რომ ისინი ფოთლის უბებში არ ვითარდებიან.

ღამატებითი კვირტები როგორც ენდოგენური, ისე ეგზოგენური წარმოშობისაა. ფესვებისა და ღეროს ქვედა ნაწილების შიგა ქსოვილებიდან (პერიციკლიდან ან კამბიუმიდან) განვითარებული ღამატებითი კვირტები ენდოგენურია. ეგზოგენური წარმოშობისაა ღეროს ზედა ნაწილების და ფოთლების ზედა ქსოვილებზე განვითარებული ღამატებითი კვირტები.

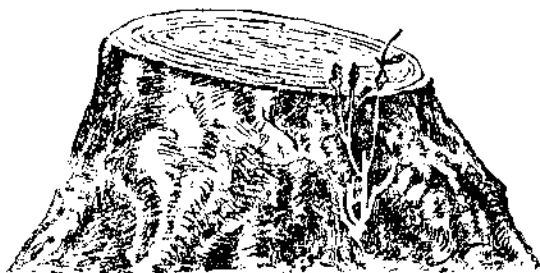
ფესვებზე უწყვეტიანად განლაგებული ღამატებითი კვირტებიდან ღამატებიანი ყლორტები ანუ ფესვის ამონაყრები წარმოიქმნება.

ხშირად ტოტების გადანაჭერის ადგილზე ჩნდება კორძები, რომელთა ზემოთ განვითარებული ღამატებითი კვირტებიდან ღამატებითი ყლორტები ვითარდებიან. ასეთ ქირურგიას ხშირად მიმართავენ დეკორაციულ მებაღეობაში, სხვადასხვა დეკორაციული ხისა და ბუჩქის ფორმირებისათვის. ხის ძირზე გადაჭრის დროს მის ძირკვებზე ღამატებითი კვირტები ჩნდება, ხოლო ამ კვირტებიდან ყლორტები, რომელთაც ძირკვის ამონაყარი უწოდებენ (სურ. 108).

წვირებისა და პარაზიტი სოკოების მოქმედებით ბევრი მცენარის ტოტი ზიანდება და დაზიანების ადგილებზე წარმოიქმნებიან მრავალი ღამატებითი კვირტები, რომლებიდანაც ამ ტოტებზე მრავალი წვრილი ყლორტი ვითარდება. ამ წვრილი ყლორტების გამო, ამა თუ იმ მცენარის ზოგიერთი დაზიანებული ტოტი კვლავ მრავალჯერ ცოცხისებრ იტოტება და იქმნება დატო-

ტიანების არანორმალური სახე ქაჯის ცოცხას სახელწოდებით. დატოტიანების ეს თავისებური ფორმა აქვს ფიჭვს, არყს, მურყანს, რცხილას, ბალს, ქლიავს და სხვ.

მცენარის ვეგეტაციური გამრავლების ერთ-ერთი სახე ღამატებითი კვირტებით გამრავლებაა. ის ფართოდ არის გამოყენებული



სურ. 108. ბუხის ძირკვის ამონაყარი.

შემცენარეობაში, განსაკუთრებით ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლების დროს. თუმცა იშვიათად, მაგრამ ზოგჯერ მცენარეს ღამატებითი კვირტები ფოთლებზე უვითარდება, მაგ., ოთახის დეკორაციულ მცენარეს—ბეგონიას ფოთლებზე განვითარებული ღამატებითი კვირტებიდან უვითარდება ღამატებითი ფესვები და ყლორტები, რომლებიც ბეგონიის ახალ ეგზემპლარებს აიღვვენ დასაწყისს.

ერთი წყება მცენარეების ფოთლების უბებში ბოლქვაკების მოყვანილობის ჩვეულება კვირტები ვითარდება.

ეს ჩვეულება კვირტები უმთავრესად ე. წ. ცოცხალშობ მცენარეებს აქვთ. მონიჭებისას ეს კვირტები ძირს სცივია და, თუ შესაფერის პირობებში მოხვდა, ახალ მცენარეებად ვითარდებიან. ასეთ ცოცხალშობ მცენარეებს მიეკუთვნებიან: ბოლქვიანი თივაქასრა *Poa bulbosa* var. *vivipara*, ტყის ბო-

ლოჯა—*Dentaria bulbifera*, მატიტელა—*Polygonum bulbiferum*, შროშანა *Lilium bulbiferum* და სხვ.

კვირტისაგან, განსაკუთრებით გვერდითი კვირტისაგან, განვითარებული გვერდითი ყლორტის წვეროს მთავრდება კვირტით, რომელიც კიდევ ახალ ყლორტს ივითარებს. დატოტიანებული ყლორტი, რომელიც პირველი, მეორე, მესამე რიგისა და შემდეგი რიგის გრძელი და მოკლე ტოტებისაგან შედგება, ნორმალურ ღეროდ ითვლება.

ღერო ყველა უმაღლეს მცენარეს უვითარდება. ნას უარყოფითი გეოტროპიზმი ანუ მზისკენ მისწრაფება—*ჰელიოტროპიზმი* („ჰელიოს“—მზე, ბერძნ.) ახასიათებს. ფესვებზე ფოთლები არ ვითარდება (ქერქებიც სახითაც კი). ღეროზე სხვადასხვანაირად განლაგებული ფოთლებია, რომლებიც მის გვერდით ორგანოებად ითვლებიან, ზოგიერთ ღეროს მხოლოდ ფესვის ყელთან უვითარდება ფოთლების როზეტი, სე და ბუჩქმცენარეთა უმრავლესობას კარგად და ძლიერ განვითარებული ღერო აქვს, ხოლო ზოგიერთ ბალახოვან მცენარეში ღერო ძნელად შესამჩნევია.

ტიპურ მიწისზედა, სწორმდგომ ღეროებთან ერთად ბუნებაში მოიპოვება ნიადაგის ზედაპირზე გართხმული ღეროები, რომელთაც ნიადაგში მუხლებიდან განვითარებული დამატებითი ფესვები უვითარდებათ,—მათ მხოთავი ღეროები ეწოდება; ნიადაგზე გართხმულ ღეროებს, რომლებიც ნიადაგში დამატებით ფესვებს არ ივითარებს, მწოლიარე ან გართხმულ ღეროებს უწოდებენ. მოიპოვებიან აგრეთვე მცოცავი და ხვიარა ღეროები; უმთავრესად ასეთი ღეროები ე. წ. ლიანა მცენარეებს აქვთ.

ლიანები მცენარეთა ისეთ ჯგუფს მიეკუთვნებიან, რომელთაც წვრილი, დაგრესილი დრეკადი და ამავე დროს არასწორმდგომი ღერო ახასიათებთ. ასეთი ღეროების მექანიკური ელემენტები სუსტადაა განვითარებული და სწრაფი წილის გამო ღერო წვრილი და გრძელი მუხლთშორახიანი ხდება. ის მცენარეებს, რომელთაც ასეთი, უმთავრესად ხვიარა და მცოცავი ღერო უვითარდებათ, სწორმდგომის უნარი არ გააჩნიათ და სხვა მცენარეებს ან რაიმე სხვა საყრდნობს ემაგრებიან.

ლიანები, უმეტესად, ტროპიკულ ჰარბტენიან ტყეებში მზარდი მცენარეებია. ისინი მზის სხივურ ენერგიას ნაკლები რაოდენობით ითვისებენ, ამიტომ ლიანები ხვიარა და მცოცავი ღეროებით სინათლისაკენ ისწრაფვიან. სხვადასხვა ტიპის ლიანა ღეროსეული და ფოთლისეული წარმოშობის სხვადასხვა გამონაზარდით (როგორიცაა ულვაში, პწკალი, ქაცვი ან მოსაკიდი ნაწილებით—დამატებითი და მოსაკიდი ფესვებით) ეხვევა ან ეკიდება რომელიმე მცენარის სუბსტრატს.

უმეტესად ლიანა ხან მარჯვნივ ეხვევა (მაგ., სვია, ყანის ჭლექი), ხან მარცხნივ (ლობიო, ხვართქლა, ძირმწარა და სხვ.).

ლიანებს ხშირად ყოფენ სამ ტიპად, იმის მიხედვით, თუ რა გზითა და რა საშუალებით ემაგრებიან ამა თუ იმ სუბსტრატს:

1) ხვიარა ლიანები ლიანების ისეთი ტიპია, რომლებიც სხვა მცენარეს ეხვევიან. ზოგჯერ ამ ხვიარა ღეროებს უვითარდება ეკლებით გამონაზარდები—კაუჭები; ეს კაუჭები ხელს უწყობენ ღეროს შემოხვევას და დამაგრებას საყრდენ მცენარეზე. ლიანების ამ ტიპს ეკუთვნის, მაგ., სვია (სურ. 109).

2) მცოცავი ლიანები ეკლებიანი ღეროებით, ქაცვებით ან ბეწვებით ეკიდება საყრდენს. ასეთი ლიანებით მდიდარია ტროპიკული ტენიანი ტყეები. ჩვენში ამ ტიპს მაყვლის ზოგიერთი სახეობა მიეკუთვნება: მცოცავი ლიანების ტიპურ წარმომადგენლად სურო ითვლება, რომელიც საყრდენ სუბსტრატს დამატებითი ანუ მოსაკიდი ფესვებით ემაგრება;

3) ლიანების მესამე ტიპი საყრდენ სუბსტრატს ულვაშებით ან პწკალე-ბით ეკიდებიან. ასეთი ლიანებია: ეკალიოჭა, კატაბარდა, ვაზი (სურ. 110), ყანის მატყვარცანა და სხვ.

ღეროს ფორმა უმეტესად ცილინდრულია, რომელიც მცენარეების უმ-რავლესობისთვისაა დამახასიათებელი. ხშირად გვხვდება წახნაგოვანი, სამწახ-ნაგოვანი (ისლისებრთა ოჯახი), ოთხწახნაგოვანი (ტუჩოსანნი) და მრავალ-

წახნაგოვანი ღერო (კაქტუსისებრნი). ზოგჯერ ღერო გაბრტყელებულია ისე, როგორიც აქვს დედი-ნაცვლის ენას (*Opuntia ficus indica*), წყლის ვახს (*Potamogeton natans*) და სხვ. ღერო გარეგან შიშველია ან დაფარულია ბუსუსებით, ბეწვებით, ჯირკვლებით, მეჭეჭებით და სხვ.

ღეროს ზომა მეტად განსხვავებულია რო-გორც სიმაღლითა და სიგრძით, ისე სისქითა და სიგანით. ღეროს ზომა მეტად მერყევია, დაწ-ყებული რამდენიმე მმ-ით და დანთავრებული რამდენიმე ათეული მ-ით. დიდი ზომის ღეროიანი მცენარეებია ავსტრალიური ევკალიპტი (*Eucalyptus amygdalina* 55 მ) და ამერიკული სეკვოია (*Sequoia gigantea* 142 მ); სიგრძით ყველას აღემა-ტება ლიანა მცენარის ესპანური ღერწმის (*Calli- mus rotang*) მცოცავი ღერო, რომლის სიგრძე 300 მ-მდეა. ჩვენში ყველაზე მაღალი ღეროები აქვთ წიწვოვანიდან—სოჭს, ნაფეს, ფიჭვს და ა.შ., რომელთა სიმაღლე საშუალოდ 60 მ-ია, ფოთ-ლოვანებიდან კი—ხეალოს, ალვის ხეს, მუხას, ჭა-დარს და სხვ. მათი საშუალო სიმაღლეა 40 მ.

დიდი დიამეტრის მცენარეებია იგივე ამერიკული სეკვოია 10—15 მ დიამეტ-რით და აფრიკული ბაობაბი (*Adansonia digitata*) 10—20 მ დიამეტრით.

ღერო ხნოვანების მიხედვით მრავალნაირია: ზოგიერთი მცენარის სავე-გეტაციო პერიოდში რამდენიმე დღით განისაზღვრება. მაგრამ მსოფლიოში გვხვდება ისეთი მცენარეები, რომელთა ღერო 5000 წლისაა. ახლა დიდი ხნოვანების ღეროიანი მცენარეა ბაობაბი, რომლის ზოგიერთი ეგზემპლარი 5000 წელს და მეტ ხნოვანებას აღწევს. აგრეთვე დიდი ხნოვანების ღეროი-ანი მცენარეებია, მაგალითად, კვიპაროზის (*Cupressus fastigiata*) და ურთიე-ლის, ანუ უთხოვარის (*Taxu baccata*) ზოგიერთი ეგზემპლარი, რომელიც 3000 წელს აღწევს. 2000-წლიან მცენარეებს ეკუთვნის წაბლი (*Castanea sativa*); მუხა 1000 წელზე მეტ ხანს ძლებს, ნაცვის, ცაცხვის, წიფელას და სხვა მცე-ნარეების ხნოვანება 600—1000 წელს აღწევს.



სურ. 109. სვია.

ღეროს ან ყლორტების მიხედვით მცენარეები შემდეგ სასიცოცხლო ფორმებად იყოფა: ხეებად, ბუჩქებად, ნახევრად ბუჩქებად და ბალახებად.

ხეები ისეთი ფორმებია, რომელთაც 5—6 მ-დან დაწყებული რამდენიმე ათეული მ-ის ღერო უვითარდებათ. მთავარი ღერო მრავალწლოვანია და მისი ტანის ზედა ნაწილს ძლიერი, სხვადასხვა დატოტიანებით კარგად განვითარებული ვარჯი (კრონა) აქვს.

ბუჩქები ისეთი მცენარეებია, რომელთა ღეროს სიმაღლე 2-დან 6-მ-მდე აღწევს; მთავარი ღერო კარგად არა აქვთ გამოსახული, ვინაიდან ღერო ნიადაგის ზედაპირიდანვე იტოტება.

ნახევრად ბუჩქები მიგუთვნებიან ისეთი მცენარეების ფორმას, რომელთაც 1 და 1,5 მ-ის ზომის ღერო უვითარდებათ. ღეროს ქვედა ნაწილი მრავალწლოვანია და უხევდებათ, ხოლო ზედა ნაწილი ვეგეტაციის ბოლოს ხდება.

ბალახები ისეთი ფორმის მცენარეებია, რომელთაც რამდენიმე სმ-დან დაწყებული (დაბალი ტანის ბალახები) ერთიდან ორი მ-ის სიმაღლემდე სუსტი, უმერქნო ღერო აქვთ (მაღალი ბალახები). ბალახოვანი მცენარეებია:

- 1) ერთწლოვანნი, რომლებიც ზრდისა და განვითარების მთელ ციკლს გადიან და ამთავრებენ ერთ სავეგეტაციო პერიოდში; ესენი შედარებით პატარა ზომის მცენარეებია;
- 2) ორწლოვანნი, რომელთაც ვეგეტაციის ორი პერიოდი ახასიათებთ. ვეგეტაციის პირველ წელს მათ ფესვი და ფესვის ყელთან, ნიადაგის ზემოთ, ფოთლების როზეტი უვითარდებათ, ხოლო ვეგეტაციის მეორე წელს—ღერო—ყვავილებითა და ნაყოფებით;
- 3) მრავალწლოვანნი კი ისეთი ფორმებია, რომელთაც მრავალწლოვანი მიწისქვეშა ფესვები, ფესურები, ტუბერები და ბოლქვები ახასიათებთ, ხოლო მიწისზედა ნაწილებით (ღეროთი და ფოთლებით) ერთ წელს ამთავრებენ ვეგეტაციას—ყვავილობას, თესლის განვითარებას და ნაყოფშესხმოიარობას.

მცენარეთა სასიცოცხლო ფორმების პირობითი ნიშნებია:



სურ. 110. ვისის ყლორტი.
ა—პყვალენი.

ხეები — 5 ბუჩქები და ნახევრად ბუჩქები — 1 მრავალწლოვანი — 2/

ორწლოვანი — ⊙ და ერთწლოვანი — ⊙.

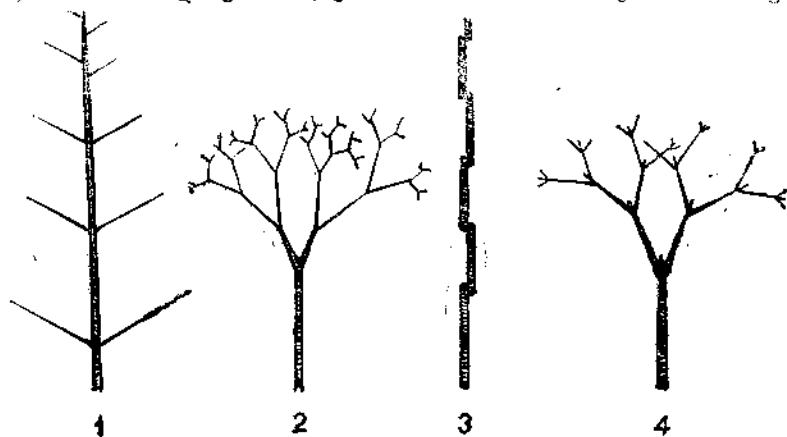
ღეროს კენწრული და გვერდითი კვირტების თანდათანობითი განვითარება იწვევს ღეროზე ტოტების წარმოქმნას. მრავალი მცენარის ღეროს ზოგჯერ მარტო კენწრული კვირტი უვითარდება და მისი ზრდა მხოლოდ სიგრძეზე ხდება. ზოგჯერ ღეროზე გვერდითი კვირტები არაა ან, თუ არის, ეს

კვირტები განუვითარებელი რჩება, ე. ი. გვერდით ტოტებს არ იძლევა და ამდენად ღერო დაუტოტავია; ასეთ ღეროს შორი ეწოდება.

უფრო ხშირად კი ღეროს კენწეროს კვირტიდან ან გვერდითი კვირტებისაგან ვითარდება გვერდითი ტოტები, რომელთა წვერსა და გვერდებზე ახალი კვირტები, აქედან მეორე რიგისა და ასე თანდათანობით შემდეგი რამდენიმე რიგის ტოტები წარმოიქმნებიან, რასაც თან მოსდევს ღეროს დატოტიანება. მაშასადამე, ღეროს დატოტიანება დამოკიდებულია კვირტების განლაგებასა და განვითარებაზე. დატოტიანების სამი ძირითადი ტიპია:

1) დიქტომიური („დიხე“—ორ ნაწილად, „ტომეს“—განაკვეთი, ბერძნ.) ისეთი დატოტიანებაა, როცა ღეროს ზრდის წერტილი ორ ან უფრო ზრდის წერტილად იყოფა და აქედან ორი ერთნაირი და თანაბარი განვითარების ტოტს წარმოქმნის. თითოეული ტოტის ზრდის წერტილი შემდეგ კვლავ იყოფა ორ ტოტად. დატოტიანების ეს ტიპი უძველესად უდაბლეს მცენარეებს ახასიათებს. ამ ტიპის კარგ მაგალითად უნდა ჩათვალოს წყალმცენარეებიდან წაბლა წყალმცენარე—დიქტიოტა (*Dicella dichotoma*) და ფუკუსი (*Fucus* sp.), რომელთა სხეულის ზედა უჯვრედების ორად გაყოფით დატოტიანებული ორი თაღუსი (ტოტი) წარმოიქმნება. ზოგიერთ სოკოს სანაყოფე სხეული დიქტომიურად აქვს დატოტიანებული. უნაღლესი მცენარეებიდან დიქტომიური დატოტიანება ღვიფლის ხაგსებასა და ლიკობოდიუმებს ახასიათებთ. დიქტომიას ორთით ისევე დატოტიანებასაც უწოდებენ (სურ. 111).

2) მონოპოდიური (სურ. 111) („მონო“—ერთი, „პოდ“—ნათ.



სურ. 111. სხვადასხვა ტიპის დატოტიანების სქემა. 1—მონოპოდიური, 2—დიქტომიური, 3—სიმპოდიური, 4—ცრუდიქტომიური.

ბრუნვა, „პოლოს“—ფეხი, ტოტი, ბერძნ.) დატოტიანების ისეთი ტიპია, როდესაც მთავარი ღერძის კენწერის კვირტი სიგრძეზე, ვერტიკალურად იზრდება, გვერდითი კვირტებიდან ნაკლები სიძლიერის ტოტების რამდენიმე რიგს ივითარებს. მონოპოდიური დატოტიანება როგორც უდაბლესი, ისე უმაღლესი მცენარეებისთვისაა დამახასიათებელი, განსაკუთრებით ხშირია წიწვიან მცენარეებში, როგორიცაა ურთხელი (ურთხოვარი), ნაძვი, ფიჭვი, სოჭი, კედარი, კვიპაროსი და სხვ.

ფოთლოვანებიდან მონოპოდიურად დატოტიანებულია: ვერხვი, ოფი, ალვის ხე, წიფელა, მუხა და ნეკერჩხალი. მონოპოდიური დატოტიანების დროს მთავარი ღერძი სიგრძეზე იზრდება, მაგრამ არის შემთხვევები, როცა ეს მთავარი ღერძი ზრდას აჩერებს და კენწურის კვირტის ქვემოთ ორი მოპირდაპირე გვერდითი კვირტიდან ორი თანაბარი გვერდითი ტოტი ვითარდება. ასეთ დატოტიანებას ცრუ დიქოტომიური დატოტიანება ეწოდება. ასეთი დატოტიანების დროს გვერდითი ტოტები უფრო ძლიერი ზრდით ხასიათდებიან, ვიდრე მთავარი ღერო. ცრუდიქოტომიური დატოტიანება მონოპოდიური დატოტიანების სახეშეცვლილი ტიპია და იგი ახასიათებს ნახევრად ბარბატ ფაქტის ხემცენარე ცხენისწაბლას (*Aesculus hippocastanum*), იასამანს (*Syringa crilgaris*) და სხვ.

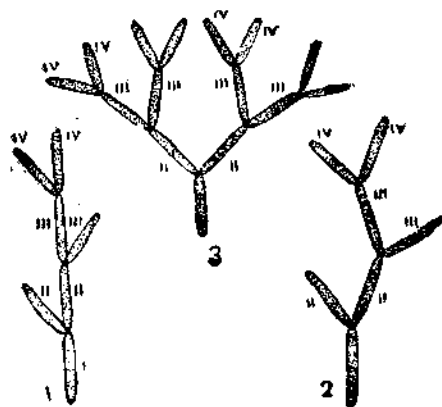
3) სიმპოდიური დატოტიანება (სურ. 111) („სიმ“—ერთად, ბერძნ.), რომელიც მეტად გავრცელებული ტიპია, ისეთი დატოტიანებაა, როდესაც მთავარი ღერძი განვითარების პირველ პერიოდში კენწურის კვირტიდან ნორმალურად იზრდება, მაგრამ შემდეგ აჩერებს ზრდას და მის მაგივრად კენწურის კვირტთან ახლო მდებარე გვერდითი კვირტიდან გვერდის ტოტი ვითარდება.

სიმპოდიური დატოტიანების დროს მთავარ ღერძს გვერდითი ტოტი ცვლის და იგი თვითონ იქცევა მთავარ ტოტად. ამ მთავარ ტოტს ისევ შემდეგი ტოტი ცვლის, რაც იწვევს ღეროს ძლიერ დატოტიანებას. დატოტიანების ეს ტიპი შეიძლება დიქოტომიური (სურ. 112) ან მონოპოდიური დატოტიანების მცირე სახეცვლილებებით წარმოიქმნას.

სიმპოდიური დატოტიანება ძალიან ხშირია ხეზე, ბუჩქებზე და ბალახოვან მცენარეებზე. მაგალითისათვის ავიღოთ: თელა, რცხილა, ცაცხვი, ვაშლი, მსხალი, ატამი, ბალი და სხვა მრავალი. სიმპოდიური დატოტიანებიდან ამა თუ იმ მცენარისათვის მხოლოდ ერთი სახის დატოტიანებაა დამახასიათებელი, თუმცა გამოირიცხული არ არის დატოტიანების ორი სახე, მაგალითად, დიქოტომიური და მონოპოდიური, ერთი რომელიმე მცენარისათვის (ბამბა).

მუხლთშორისები გრძელი და მოკლეა, უმთავრესად გრძელი. მუხლთშორისიან ყლორტს დაგრძელებული ყლორტი ეწოდება. ზოგიერთი მცენარის, ხშირად ხეხილოვნების, ასეთი ყლორტები უნაყოფო ან მცირენაყოფიანია. დაგრძელებული ყლორტები კენწურული ან მის ახლო მდებარე გვერდითი კვირტებიდან ვითარდება და ვერტიკალური ზრდა ახასიათებთ.

ბევრ მცენარეს, განსაკუთრებით ხე-და ბუჩქმცენარეებს გვერდითი კვირტებიდან დამოკლებული ყლორტები უფითარდებათ მოკლე მუხლთშორისე-



სურ. 112. სიმპოდიური დატოტიანების წარმოქმნა (1,2) დიქოტომიურიდან (3).

ბით. ასეთ დამოკლებულ ყლორტებს სიგრძეზე ძალზე ნელა ზარდა ახასიათებთ. მათი წლიური ნამატი რამდენიმე მილიმეტრით განიხილავრება და იშვიათად ტოტიაწდება. ფოთლები ასეთ ყლორტებზე მჭიდროდ და ჯგუფებად სხედან. ზოგიერთი მცენარე ფოთლებს მხოლოდ დამოკლებულ ყლორტზე ივითარებს (კოწახური). ხშირად ხეხილოვანი და სხვა მცენარეები დამოკლებულ ყლორტებზე ყვავილებს ივითარებენ, ხოლო ყვავილობას შედეგად — ნაყოფებს; ასეთ ყლორტებს სანაყოფე ყლორტებს უწოდებენ. მცენარეებში კარგად განვითარებული ვარჯი, ხშირი და თანაბარი ზეგოთვლით, უმთავრესად დამოკლებული ყლორტების ძლიერი განვითარებითაა გამოწვეული.

დამოკლებული ყლორტები მრავალ მცენარეს ახასიათებს. დამოკლებული ყლორტებია აგრეთვე ჭარხლის, სტაფილოს, ფურისულას, ბურბუშელას, ვაშფარას, ვარდკაჭკაჭას და სხვ. მცენარეთა ფოთლების როზეტი. დამოკლებულ ყლორტად ითვლება კომბოსტოს თავიც.

უფრო მეტად დამოკლებული ან სხვა სახის ყლორტების სახეცვლილებები, რაც დაკავშირებულია სხვადასხვა ფუნქციის შესრულებასთან, ცნობილია ყლორტის (ღეროს) მეტამორფოზის სახელწოდებით. ახალ ფუნქციებთან ერთად იცვლება მათი ფორმაც.

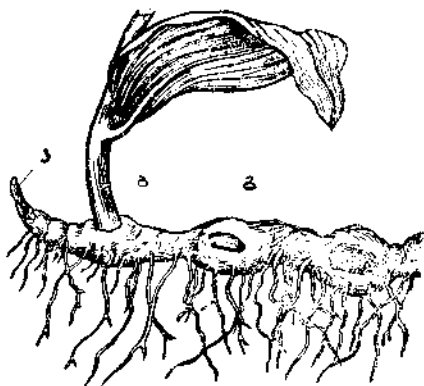
ღეროს მეტამორფოზი ორგვარია: მიწისზედა და მიწისქვეშა.

მიწისქვეშა ღეროს სახეცვლილებებს ეკუთვნის: ფესურა. ტუბერი (გოგლი) და ბოლქვი.

ფესურა (სურ. 113) მიწისქვეშა ღეროა, რომლის დანიშნულებაც:

- 1) უარყოფით პირობებთან შეგუება,
- 2) ვეგეტაციური გაზრდელა და 3) ზოგჯერ საზრდო ნივთიერებათა დაგროვებაც.

ფესურა დაფარულია ქერქლებით. ქერქებზე ფოთლის სახეცვლილებაც; ამ ქერქების უბებში კვირტები ვითარდება. ფესურას, როგორც მიწისქვეშა ყლორტს, მუხლები და მუხლთშორისები აქვს. უბის ან გვერდითი კვირტების გარდა, ფესურას წვერზე კენწრის კვირტები უვითარდება. ამ ორივე გაწყობის კვირტებიდან, ვეგეტაციის მეორე წელს, ნიადაგის ზემოთ შეფოთლილი და საყვავილე ყლორტები წარმოიქმნებიან. ფესურა, როგორც მცენარის მიწისქვეშა ნაწილი, ზოგჯერ



სურ. 113. სინტრის (*Polygonatum multiflorum*) ფესურა: ა—მოძიელი წლის კვირტი; ბ—მიწისზედა ყლორტი; გ—ძველი წლის ღეროს ნაკვალევი.

ფესვს წაავას, უფრო კი ჰორიზონტალურ ფესვებს, ვინაიდან ფესურას ნიადაგში უმეტესად ჰორიზონტალური (ზოგჯერ ირიბი) განლაგება ახასიათებს.

ფესურა, ფესვისაგან განსხვავებით, ივითარებს ფოთლებს (უმთავრესად ქერქლების სახით) და წესიერად განლაგებულ კვირტებს, ხოლო შალითას მოკლებულია. ფორმით ფესურა თასმისებრია, წვრილი და გრძელი, დაგრძე-

ლებული მუხლთშორისებით, რაც ისლისებრთა და მარცვლოვანთა (სურ. 114) მრავალ წარმომადგენელს ახასიათებს.

შროშანისებრთა და ზამბახისებრთა ზოგიერთი მცენარე მოკლე და მსხვილფესურაანია, აქვთ დამოკლებული მუხლთშორისები. ფესვს ზოგჯერ დაუტოტავია, ხშირად კი დატოტვილი, უმეტესად ქვედა მხარე, ზოგჯერ ზედაც. მუხლთშორისებიდან და მუსლებიდან ფესურას დანატებითი ფესვები უვითარდება. ამ დანატებითი ფესვებით და მრავალმხრივ დახლართული ტოტებით ფესურიანი მცენარეები საგან მკვერივი კორდი აქვსება.



სურ. 114. მარცვლოვანთა ფესურის მიწისზედა ყლორტები.

ფესურა ნიადაგის სხვადასხვა სიღრმეზეა გართხმული, რაც ფესურიანი მცენარეებისა და ნიადაგის თავისებურებებზეა დამოკიდებული.

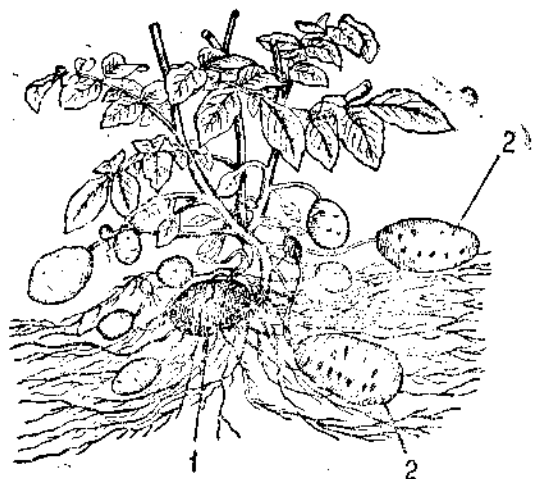
ფესურა წვერით იზრდება და ნიადაგში სხვადასხვა მაგარ ფენაში კენჭოვანი კვირტით აღწევს. ეს კვირტი ქერქლებითაა დაფარული, რის გამო აღვილად არ ხიანდება. ზოგჯერ ფესურას წვერის ქვედა ნაწილი, რომელიც წვერთან შედარებით ხნიერია და გახევებული, იზრება და ამ მოხრილი ნაწილით მიისწრაფის წინ.

ფესურის ზოგა და ზრდის შედეგად მიწისზედა ყლორტების წარმოქმნა იშვიათია: პირველ შემთხვევაში ერთ ერთი ტოტი უფრო მძლავრად ვითარდება; გვერდზე გადასწევს მეორეს, რომელიც გადაიქცევა გვერდითი ტოტად და იღებს მთავარი ღერძის მიმართულებას; მიიღება ერთი მთავარი ღერძი და პინაპოლიურს ენაგავსება. ასეთ ფესურას მონოპოდიური ეწოდება. მონოპოდიური ფესურას კარგი მაგალითია ჩალაგავილა (*Bulmus umbellatus*).

მეორე შემთხვევაში მთავარი ღერძი წვერტს ზრდას ან გადაიხრება გვერდზე; მის მაგივრობას ასრულებს წვერის ქვევითა წარმოქმნილი გვერდითი ტოტი და იზრდება მთავარი ღერძის მიმართულებით; შემდეგ ეს ტოტიც წვერტს ზრდას ან გვერდზე გადაიწევა, მას ცვლის ახალი გვერდითი ტოტი და ა. შ. ასეთ ფესურას სიმპოდიური ეწოდება. მაგ., სიმპოდიურია პინტრის (*Polytrichum*) ფესურა. ფესურიანი მცენარეები ნიადაგში ძლიერი დატოტვაწებითა და ნიადაგის ზევით მრავალი ყლორტის განვითარებით ხასიათდება, რაც მათი ევეტაციურა გამრავლების შედეგია. იგი უმეტესად ერთღებნიანებს (მარცვლოვანთა, ისლისებრთა, შროშანისებრთა, ზამბახისებრთა და სხვათა ოჯახების) და ზოგიერთი ორღებნიანის (მრავალწლოვანი ბალახოვანი, იშვიათად ხემცენარეებისათვის), ბამბუკისებრთათვის არის დამახასიათებელი.

ზოგიერთი მაწისქვეშა ყლორტი მრავალ საზრდო ნივთიერებათა სათავე-

სოდ (სხეულად) ვითარდება და ვეგეტაციურ გამრავლებასაც ემსახურება. ასეთაა, მაგალითად, ტუბერი ანუ გორგლი. ტუბერი ლებნისქვეშა მუხლის გამსხვილების შედეგად წარმოიქმნება ან ლებნისქვეშა მუხლთან ახლო მდებარე ფესვის ნაწილიდან ვითარდება. ლებნისქვეშა მუხლიდან განვითარებული ტუბერი, მაგ., ყოჩივარდას (*Cyclamen*) ახასიათებს. ლებნისქვეშა მუხლთან ერთად, ფესვიდან წარმოშობილი ტუბერის მაგალითებია: ჭარხლის, სტაფილოს, თაღამის ტუბერები. მათ ზოგჯერ ძირხვენებს ანუ ნაყოფიანებსაც უწოდებენ არასწორად, ვინაიდან ასეთ მიწისქვეშა ყლორტებს არაფერი აქვთ საერთო ჩვეულებრივ ნაყოფთან.



სურ. 115. კარტოფილის ტუბერი: 1—მიწისზედა ნაწილი; 2—მიწისქვეშა ნაწილი ტუბერებით.

ტუბერები, უმეტესად გრძელი, ჰორიზონტულად განლაგებული მიწისქვეშა ყლორტებია, თუმცა ბევრ მცენარეს ტუბერები მიწისზედა სავეგეტაციო ნაწილებზე უვითარდებიან.

ხშირად მიწისქვეშა გრძელ ყლორტებს, რომელთაც სტოლონები („სტოლოს“—ლათ. ბპ. „სტოლოს“—ამონაყარი, ყლორტი, ლათინ.) ეწოდება, გამსხვილებულ ბოლოებზე ტუბერები წარმოიქმნებათ. ასეთი წარმოშობის ტუბერის ტიპურ მაგალითად კარტოფი-

ლის ტუბერი ითვლება (სურ. 115).

ტუბერებზე პატარა ზომის ქერქლისებრი ფოთლებია, რომლებიც ადრე სცვივა და მათ უბევრში ე. წ. თვალების სახით კვირტები სხედან. ტუბერის თითოეული თვალის ჩაღრმავებულ ადგილში სამ-სამი კვირტია (კარტოფილი), ზოგჯერ მეტიც ან ერთი (ყოჩივარდა). ტუბერი წარმოშობით ორგანოა: ფესვისეული და ლეროსეული. ტუბერის ლეროსეული წარმოშობა შეიძლება დამტკიცდეს კარტოფილის მაგალითზე. კვირტები შესაფერის პირობებში იზრდებიან და საზრდოობენ ტუბერის შიგნით დაგროვილი ნივთიერებებით და ახალ ინდივიდებად ვითარდებიან.

კარტოფილის მიწისქვეშა სტოლონები ტუბერების განვითარებაზე მიწის ზემოთ ამოდიან და ყლორტებს ივითარებენ. ეს ყლორტები შევოაკლის შემდეგ საყვავილე ყლორტებზე ნაყოფებს გამოისხამენ, თუ კარტოფილის ტუბერი გრძელ ყლორტებზე ვითარდება; ხშირად მოკლე ყლორტებზე ვითარდება ტუბერი, რომლის მაგალითი მიწავაშლა (*Helianthus tuberosus*); კარტოფილის ტუბერი ფორმით მრავალნაირია, მაგრამ მათი ჯიშების მიხედვით გამოირჩევა—მრგვალი, ოვალური, გრძელი, მობრტყო და ა. შ.

მიწისზედა ლეროსეული ტუბერი მიწისზედა ყლორტის გვერდითი კვირტიდანაა განვითარებული, ხელს უწყობს მცენარის ვეგეტაციურ გამრავლებას. ასეთი ტუბერები უვითარდებიან ე. წ. ცოცხალშვშო მცენარეებს, ჩვენს ალ-

პებსა და სუბალპებში მოზარდ მატიტელას, ტყის ბოლოკას და ბოლქვიან თი-
ვაქასრას. ეს ტუბერები ანუ, როგორც მათ უწოდებენ, ჩეკია კვირტები, ჩა-
მოცვივა ხოლმე და ახალ, ნორმალურ მცენარედ ვითარდება; მიწისზედა ტუ-
ბერი უვითარდება აგრეთვე ხვიტს (კოლრაბი—*Brassica oleracea* var *gongy-
lodes*), რომელსაც დამოკლებულ და გამსხ-
ვილებულ ღეროზე ჩვეულებრივი ფოთლები
უვითარდება.

ფესურასთან და ტუბერთან ერთად,
მრავალი მცენარე ივითარებს როგორც
მიწისქვეშა, ისე მიწისზედა ღეროს (ყლორ-
ტის) სახეცვლილებებს ბოლქვების სახით
და მათ ბოლქვიან მცენარეებს უწო-
დებენ (სურ. 116).

ბოლქვი უმეტესად დამახასია-
თებელია ერთლებნიანი ბალახოვანი მცენა-
რებისათვის. ბოლქვს, განსაკუთრებით
მშრალ პირობებში, მოზარდი მცენარეები ივი-
თარებენ და ამდენად იგი ღეროს ისეთი
სახეცვლილებაა, რომელიც გარკვეულ შეგუ-
ებას აბეზღენებს უარყოფით საარსებო პირობებთან. ამავე დროს ბოლქვი
მცენარის ვეგეტაციური გამრავლების ერთ-ერთი საშუალებაა, ზოგჯერ კ
საზრდო ნივთიერებების დამგროვებელია.

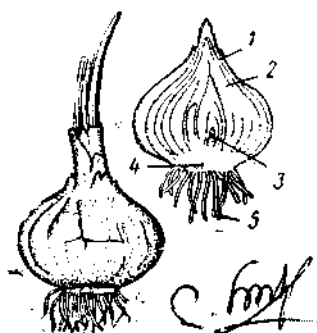
ბოლქვი შედგება ზრდაშეზღუდული და და-
მოკლებული ღეროსაგან. მას ბოლქვის ძირი
ეწოდება.

ბოლქვის ძირზე განლაგებულია ორი წყება
ფოთლები ქერქლების სახით. ერთი წყება გარეთა
მშრალი სიფრიფანა ფოთლები ბოლქვის მფარავი
ქერქლებია, ხოლო შიგა ხორცოვანი ფოთლები
წარმოადგენენ მარაგ-საზრდო ნივთიერებათა სა-
თესოს. გარეთა მფარავი და შიგნითა შედარებით
ნაზი ქერქლები მწვანე, ნორმალური ფოთლების
გაფართოებული ფუძეებია.

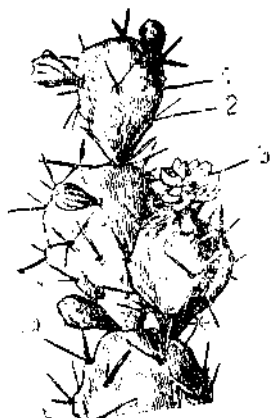
ბოლქვის ცენტრში ოქროს ზრდის კონუსია,
რომელიც ნაზი, სიფრიფანა ფოთლებით არის და-
ფარული. ამ ფოთლებისაგან მეორე წელს, ვეგე-
ტაციის წინ მიწისზედა ყლორტის ჩვეულებრივი
ფოთლები ვითარდება. ეს მიწისზედა ყლორტი კი
ასევე ვეგეტაციის მეორე წელს წარმოქმნილია

ბოლქვის ძირის წვერის კვირტიდან, რომლისგანაც შემდეგ ახალი მცენარე
წარმოიშობა.

შიგა ბორცოვანი ქერქლების უბებში ხშირად კვირტები სხედან. ამ
კვირტების ზრდის შედეგად შეიღეული პატარა ზომის ბოლქვები ანუ ბოლ-
ქვის კბილები ვითარდება. თვით ბოლქვის კბილებიდან დამატებითი გვერდი-



სურ. 116. ხახვის ბოლქვი:
1—ქერქლები; 2—ხორცოვანი
ფურცლები; 3—კვირტი; 4—ბოლ-
ქვის ძირი; 5—დამატებითი ფესვები.



სურ. 117. დუნიაცელს ენა
(Opuntia): 1—სახეცვლილო
ღერო—კლადოდუმი; 2—ვე-
ლები (სახეცვლილო ფოთ-
ლები); 3—ყვავილი.

თი ყლორტები წარმოიქმნება (ასეთი კბილებისმაგვარა ბოლქვი ახასიათებს ნიორს). ბოლქვის ძირი დიდი რაოდენობით იკეთებს დამატებით ფესვებს, რომელთა საშუალებით იგი ნიადაგს ემაგრება და ნიადაგიდან აწვდის მცენარეს წყალსა და წყალში გახსნილ მინერალურ ნივთიერებებს.

მფარავი ქერქლების მიხედვით არჩევენ ბოლქვის ორ სახეს:

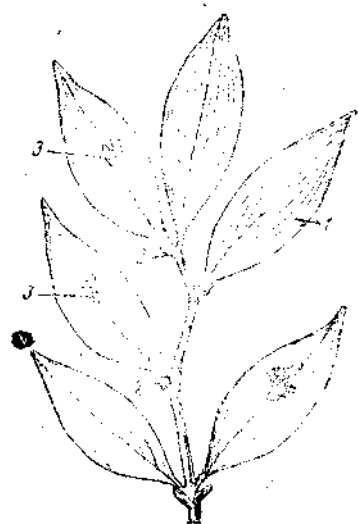
1) სიფრიფანაანს, — მათი მფარავი ქერქები სიფრიფანაა და მშრალი, მთლიანად ფარავენ ბოლქვის შიგა, ნახ ქერქებს. 2) ქერქლოვანს, — მათი მშრალი, მცირე ზომის ფოთლები ბოლქვებს მთლიანად ვერ ფარავენ და ქერქლები კრამიტებისმაგვარადაა ჩაწყობილი; ბოლქვი შეიძლება იყოს მონოპოდიური და სიმპოდიური. ბოლქვად ზოგიერთ მცენარეს ხშირად მიწისზედა ყლორტი უვითარდება და ბოლქვი მიწისზედაა. ასეთი ბოლქვი ყლორტზე განვითარებული ყვავილედებში ან ზოგჯერ ფოთლის უბეში ვითარდება (ნიორი, ტყის ბოლოკა). ზრდადამთავრებული ბოლქვი წყდება ყლორტს, ახალ ინდივიდად ვითარდება, ე. ი. გეკეტაციურად მრავლდება.



სურ. 113. თავიგარა (Rusens Pontiens). 1 — ფოთლი; 2 — გვილი-კალდილი; 3 — ყვავილი.

მიწისქვეშა სახეშეცვლილი ყლორტის მეოთხე ტიპად უნდა ჩაითვალოს გორგლისა და ბოლქვის კომბინირებული სახე — გორგლბოლქვი. გორგლბოლქვის მთავარა ნაწილი ბოლქვის ზოგად და გამსხვილებული ძირია, რომელშიაც ხშირად მარავი საზრდო ნივთიერება გროვდება, ხოლო მათ გარშემო მშრალი სიფრიფანა ფოთლებია, რომლებიც გეკეტაციის შემდეგ ჩვეულებრივ სცივიათ. გორგლბოლქვების მაგალითია: სარისძირა, ზატრანა, ხმალა და სხვ.

ზოგიერთ მცენარეს, რომელსაც გვალვიან და ცხელ ადგილებში უხდება ცხოვრება და წყლის ნაკლებობას განიცდის, ხშირად ღერო უბრტყელდება. ეს გაბრტყელებული ნაწილები ვარგნულად ზოგჯერ ჩვეულებრივ ფოთოლს წაგავს. ასეთი გაბრტყელებული ღეროები მკვანე ფერისა არიან, ფოთოლს ფუნქციებს, ე. ი. ასიმილაციას და ტრანსპირაციას ასრულებენ. ასეთ მეტამორფოზულ ღეროებს კლადოდოუმები ანუ ფილოკლადოუმები („კლადოს“ — ტოტი, „ფლონ“ — ფოთოლი, ბერძნ.) ეწოდება და ღეროს მიწისზედა სახეცვლილებებს მიეკუთვნებიან. გაბრტყელებული ღერო

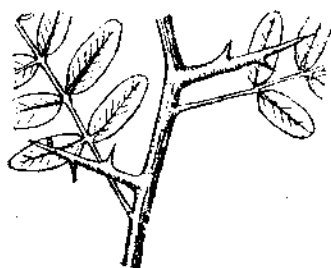


სურ. 114. მებრტ. (Phyllocladus). 1 — კლადოდიტი; 2 — ფოთოლი; 3 — ყვავილი.

ფეითარდება, მაგ., კაკტუსებს (სურ. 117). კაკტუსის სხეული რამდენიმე ერთმანეთის ზემოთ, გაბრტყელებული მწვანე ნაწილისაგან შედგება და ამ ნაწილებში წყალი გროვდება, ვინაიდან კაკტუსი ცხელ ადგილსამყოფელოში მოზარდი მცენარეა.

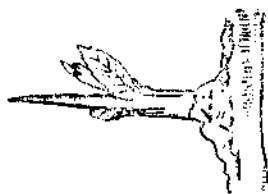
თითოეული გაბრტყელებული ნაწილი მუხლებისაგან შედგება და ამ მუხლებში ეკლებია. ეს ეკლები სახეშეცვლილი ფოთლებია, რიოაც ფილოკლადიუმის ღეროსეული წარმოშობა მტკიცდება. ფილოკლადიუმის ტიპური ნაგალითია ჩვენს კოლხეთის ტყეებში მოზარდი მარადმწვანე ბუჩქბალახა — თავვისარა (Ruscus ponticus). თავვისარას ზედა წვება ტოტები ფოთლების მსგავს კლადოდიუმებად აქვს გარდაქმნილი. მისი ხეშეში ტოტები — ფილოკლადიუმები თავში წაწვეტილებულია და წვრილი ეკლებით ბოლოვდება (სურ. 118).

ფილოკლადიუმის შთაფარ ძარღვს შუა ადგილას ყვავილები უფითარდება, ხოლო დასუავილების შემდეგ — წითელი ნაყოფები. ფილოკლადიუმებზე ყვავილებისა და ნაყოფების წარმოქმნა ისევე ფილოკლადიუმების ღეროსეულ ბუნებას ადასტურებს, ვინაიდან ყვავილები და ნაყოფები ფოთლებზე არ ვითარდება. ფილოკლადიუმის კარგი მაგალითია აგრეთვე ძმერხლი (Ruscus hypophyllum) (სურ. 119). ბევრ ბალახოვან და მერქნიან მცენარეს აქვს ეკლებად ქცეული სახეშეცვლილი ყლორტები.



სურ. 120. გლედიჩია ღეროსეული ეკლებით.

ეკალი დამოკლებული ყლორტის მეტამორფოზია. ამ ეკლებით მცენარე თავს იცავს მწერებისაგან და ცხოველებსაგან. ეკლებით მოუვნილი მცენარეები ნაკლები რაოდენობით აორთქლებენ წყალს, განსაკუთრებით ქსეოროფილურ პირობებში.



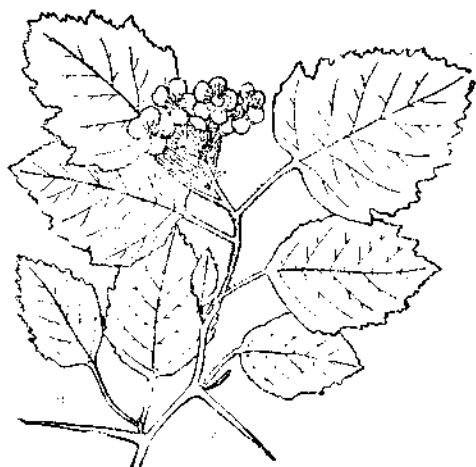
სურ. 121. კაბჭასა (Prunus spinosa) ეკალი.

ეკლის ქვედა ნაწილი შეფოთლილია ან ზოგჯერ უფოთლოა. ეკალი ფოთლის უბეში ზის და ამდენად იგი ღეროსეული წარმოშობისაა და არა ფოთლის (იხ. ქვემოთ, ფოთლი). ტენიან პირობებში მოხვედრილი ეკლიანი მცენარეები ეკლების ჩაახვის ადგილებიდან ნორმალურ შეფოთლილ ყლორტებს ივითარებენ; ეკლებიანი მცენარეებიდან აღსანიშნავია: პანტა, მაგალო, ცშარი, გლედიჩია (სურ. 120), კვრიწხა (სურ. 121), კუნელი (სურ. 122), ჭეპავი და სხვ.

სწრაფი მრავალი მცენარის დასასაგებელი ნაწილებია ფლვაშები. ფლვაშები ზოგჯერ ტოტებისაგან ან მუხლათშორისებისაგან ვითარდებიან და უპირადად იტოვებიან. ფლვაშები ასასიათებს გოგრისებრთა უმრავლესობას, ვაზს (სურ. 123), ლეშურას და სხვ.

ულვაშების საშუალებით ზოგიერთი მცოცავი ლიანა საყრდენ სუბსტრატს ემაგრება.

მიწაზე გართხმულ ან მწოლარე ღეროებს მუხლებში ყლორტები უვითარდებათ. ასეთი ყლორტებისაგან მცენარის სხედასხვა მისამაგრებელი მეტამორფოზული ნაწილი ვითარდება. მოკლე მუხლთშორისიან ყლორტებს ღერწები ან ლართხები ეწოდება, ხოლო დაგრძელებულ მუხლთშო-



სურ. 122. კუნელის (*crataegus*) ყალი.

რისიან ყლორტებს—პწკალე-ბი. პწკალიანი მცენარეებია მარწყვი, მარწყვბალახი, ხახამი (*Rubus saxatilis*, ოშოშა — *Glechoma lederacea*) და სხვ.

ეს ორივე მისამაგრებელი სხეული, პწკალი და ღერწი ღეროსეული წარმოშობისა არიან, მათ, როგორც ყლორტებს, ფოთლები აქვთ.

ღეროს შინაგანი აგებულება. ფესვის შემდეგ ღერო ვანიხილება, მაგრამ ეს იმას როდინიშნავს, რომ ღერო თავისი მნიშვნელობით მეორეხარისხოვანია.

აქ მხოლოდ ონტოგენეზური

თანამიმდევრობაა დაცული. მცენარეების უმეტესობას თესლის გადიგების შემდეგ პირველად ფესვი უვითარდება. ევოლუციურად კი ბოტანიკოსთა ერთი ნაწილი იზიარებს იმ აზრს, რომ ღერო, სხვა ორგანოებისგან განსხვავებით, უფრო ადრეული წარმოშობისაა. ისტორიულ წარსულში ჯერ განვითარდა ღერო, შემდეგ ფოთლები და ბოლოს ნამდვილი ფესვები.

ღეროს მეშვეობით ერთმანეთს უკავშირდებიან ფესვები და ფოთლები. ამ დაკავშირებით ხორციელდება სხედასხვა ხასიათის ნივთიერებათა გატარება ქვევიდან ზევით (ფესვებიდან ფოთლებისაკენ, ყვავილებისაკენ) და ზევიდან ქვევით (ფოთლებიდან ფესვებისაკენ) არა უბრალოდ. მექანიკურად, არამედ ღეროს უშუალო აქტიური მონაწილეობით.

ისევე, როგორც ფესვები, ღეროშიც მიმდინარეობს სასიცოცხლო პროცესები: ფოტოსინთეზი, სუნთქვა, ტრანსპირაცია, ნივთიერებათა მოძრაობა, მაღალმოლეკულურ ნაერთთა წარმოქმნა, გადამუშავება და დაგროვება.

ღერო მთელი თავისი სირთულით უშუალოდ დაკავშირებულია ჯერო



სურ. 123. ულვაშები:
ა—ვახი; ბ—გოგრის.

მეტად ცვალებად და დიდი ძალით მოქმედ გარემოსთან. ღერო წინააღმდეგობას უწევს ქარის მოძალებას. იგი სივრცეში ტოტების, ფოთლების, ყვავილებისა და ნაყოფების მთელი მასის სიმძიმის ძალის შემკავებელია. ყველაფერი ეს განაპირობებს ღეროს ფუნქციების მრავალსახიანობას. ფუნქციათა მრავალსახიანობა სასიცოცხლო პროცესების გართულებასა და ინტენსივობის გაზრდას იწვევს. უკანასკნელთან კი განპირობებულია შინაგანი აგებულების მდიდარი არქიტექტურული ფორმების თანაპოვნიერება. შეიძლება გადაჭრით ითქვას, რომ ანატომიურად ყველაზე რთულად აგებული ორგანო ღეროა.

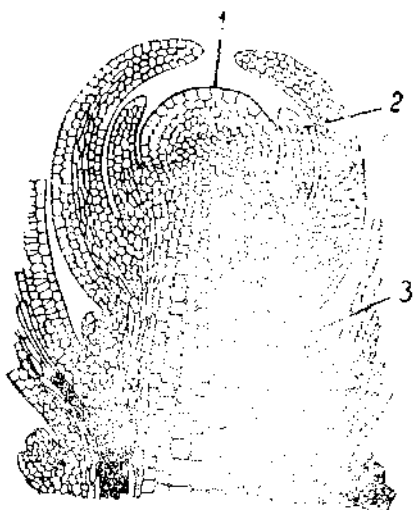
ღეროს შინაგან აგებულებაში ძლიერადაა წარმოდგენილი გამტარი ელემენტები—გამტარი ქსოვილის სახით, თუმცა სხვა ქსოვილები: წარმომშობი, ძირითადი, მუარავი და შექანიჭურიც საკმაოდ მოიპოვება.

ღეროს რთული ანატომიური თავისებურებანი იმაშიც ბდგომარეობს, რომ ქსოვილთა წარმოშობის თანმიმდევრობითი ხასიათის მიხედვით ღერო შეიძლება პირველადი და მეორადი აგებულებისა იყოს. ერთლებნიანებში ბალახოვანი და ხემცენარეების ღერო ერთიმეორისაგან აგებულებით განსხვავებულია. ორლებნიანი ბალახოვანი და მერქნიანი მცენარეების ღეროებიც განსხვავებულია ქსოვილთა შემადგენლობით, განლაგებითა და სხვა ნიშნებით; ამავდროს ღეროში მცენარის სიცოცხლის მთელ მანძილზე იცვლება მისი შინაგანი სტრუქტურა. ვინაიდან მცენარის ზრდისა და განვითარების პროცესში ღეროს აგებულებაში შესაფერისი სტრუქტურული ცვლილებები ხდება.

მეტწილად ღეროს მთავარი ღერძისა და შემდეგ მისი გვერდითი ტოტების წარმოქმნა კენწრულ კვირტში არსებული ზრდის კონუსიდან იწყება. ზრდის კონუსი შედგება (სურ. 1, 124) მრავალი ინიციალური უჯრედისაგან. ზრდის კონუსში ქვემოთ, ბორცვების სახით განწყობილია ფოთლების ჩანასახები, ხოლო ამ ბორცვების უბებში კვირტების ჩანასახია.

სწორედ ზრდის კონუსიდან წარმოიშობა ღეროს შინაგანი აგებულების განმსაზღვრელი ძირითადი ელემენტები, პირველ რიგში წარმომშობი ქსოვილი პროკამბიუმი, რომლის მოქმედების ერთობლიობით წარმოიქმნება ცენტრალური ცილინდრი. უკანასკნელის შემდგომი განვითარება და სრული სახით ჩამოყალიბება დამოკიდებულია კამბიუმზე. კამბიუმი კი, როგორც ვიცით, პროკამბიუმის სახეცელილებაა. ამგვარად, მრავალწლოვანი მცენარის ღეროს ცენტრალურ ცილინდრს პროკამბიუმის გარდა საბოლოო სახეს აძლევს კამბიუმი.

პროკამბიალური წარმოშობის ცენტრალური ცილინდრის შემადგენელი ნაწილებია—კომპლექსური გამტარი სისტემა მერქნისა და ლათნის სახით,



სურ. 124. ღეროს წვერის სივრცეში
ინტერპ. 1—ზრდის კონუსი;
2—ღეროს ღერძი;
3—კვირტის მანძილი.

რონლებიც ჩვეულებრივად შეადგენენ გამტარ კონებს. გამტარი კონები ერთი-მეორისაგან დაცილებული არიან და წირს ქმნიან. ახლად წარმოშობილი კონების მერქანი და ლაფანი დაბალი სპეციალიზაციის ელემენტებისაგან (სპირალური ტურქლები, არატიპური საცრიანი მილები) შედგება.

შემდგომში პროკამბიუმის ერთი წყება უჯრედებიდან წარმოიქმნება ანალი ტიპის წარმოშობი ქსოვილი—კამბიუმი. კამბიუმის უჯრედების გაძლიერებული დაყოფით როგორც ცენტრიდანული, ისე ცენტრისკენული ცენტრ-გამტარი მიმართულებით ისევე მერქანი და ლაფანი წარმოიქმნება, მაგონ ჯგეფ შედარებით მაღალი სპეციალიზაციის ელემენტებით (ფოროვანი ტურქლები, ტიპური საცრიანი მილები).

ისეთ მცენარეებში, რომელთა ღეროს გამტარ კონებში არ ვითარდება კამბიუმი, კონები არ განიცდიან მნიშვნელოვან ცვლილებებს; ანატომიური ელემენტები, ძირითადად, პრიმიტიული სახისა რჩებიან. ხოლო კამბიუმის წარმოშობა და მოქმედება გამტარი კონების საგრძნობ გაზრდას იწვევს რაოდენობრივად და თვისობრივად. ვითარდება უპირატესად მაღალი ორგანიზაციის ელემენტები. ახალ-ახალი ანატომიური ელემენტების წარმოქმნა კონაში შეიძლება იმდენად ვადიერდეს, რომ კონების პოზიზულობა მოისპოს და ცენტრალურმა ცილინდრმა სრულიად ახალი სახე მიიღოს. აღნიშნულს დაემატება ცვლილებები ცენტრალური ცილინდრის გარეთ—პირველად ქერქში და შიგნით, გულგულში მდებარე ქსოვილებში.

ღეროს აგებულება საკმაოდ რთულია. კამბიუმიდან წარმოშობილი ელემენტები იმდენად ფართოდ ადგილს იკავებს ღეროში, რომ შემდგომში პროკამბიუმიდან წარმოქმნილი ელემენტები მნიშვნელობას კარგავენ და შეიძლება სრულიადაც მოიხსნონ.

სხვადასხვა ოჯახის თუ გვარის მცენარეებში ცენტრალური ცილინდრი ნაირგვარი აგებულებისაა, ოას გამოც მცენარეთა ღეროს შინაგანი აგებულების კლასიფიკაცია გ.ნისსანდერება ცენტრალური ცილინდრის სპეციალური არქიტექტურით.

ღეროს ანატომიური აგებულების პირველადი ვაცნობის გაადვილების მიზნით ანა ად არქევეს ბალასოვიან და ნერქნიან ერთლებნიანებს, წიწვოვანებს, ბალასოვიან და ნერქნიან ორლებნიანებს.

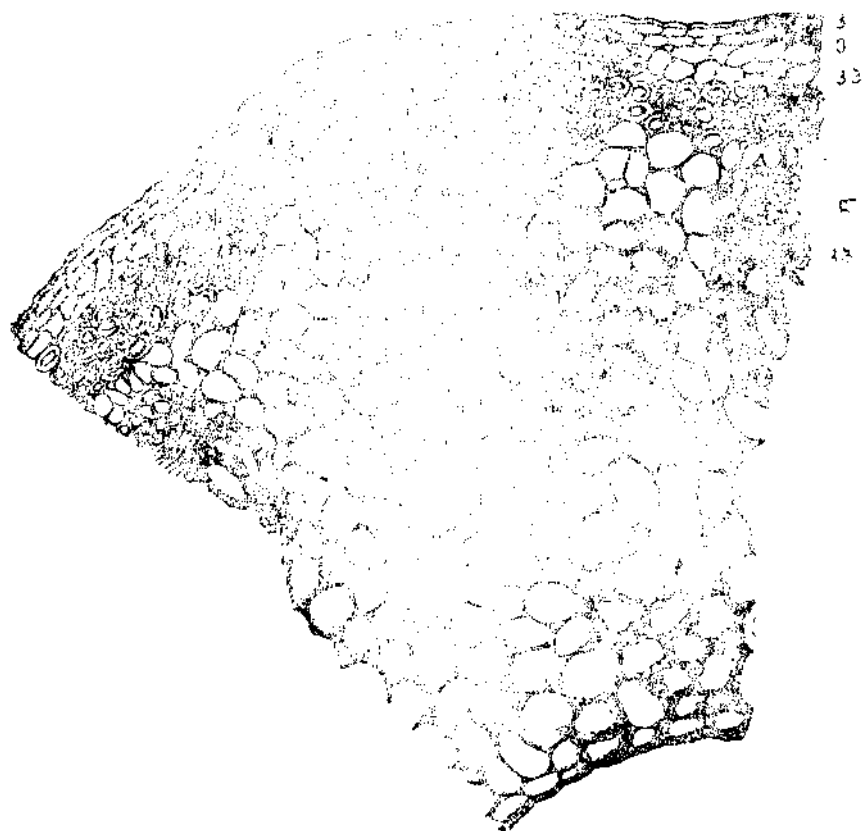
ბალასოვიან ორლებნიან მცენარეთა ღერო, ღერო გარედან დაფარულია კანით, რომელიც შედგება გრძელწიფი ოთხ მჭიდროდ მიჯრილი პარენქიმული უჯრედებისაგან. კანში ბაგეები შედარებით მცირე რაოდენობითაა. კანის ზედაპირი კლტოვანაა დაფარული. კანის უჯრედების გარის ზედაპირულ სიბრტყეში შემტებად გასტეულია. კანის ქვეშ მდებარეობს რამდენიმე წყებად განლაგებული მარცხივლი ღეროვანი გვარის ბირველადი ქერქი (სურ. 122, 123). მისი უჯრედები აკრებენ საჭირო რაოდენობით ქლოროფილის მარცვლებს ფოტოსინთეზის და სინთეზის მიზნით. ბირველადი ქერქი აკრებს მრავალფეროვან უჯრედების შესაფერისი ცვლილებების შეტებად. მათგანა ოჯახის ან გვარების სახით წარმოიქმნება კოლენქიმა, კოლენქიმა ოჯახის ან გვარების სახით წარმოიქმნება კოლენქიმა, კოლენქიმა ოჯახის ან გვარების სახით წარმოიქმნება კოლენქიმა, კოლენქიმა ოჯახის ან გვარების სახით წარმოიქმნება კოლენქიმა.

პირველადი ქერქის სულ ღერო შიგნითა, უკანასკნელ, კარგად გამოხატულ შრეს უწოდებენ ენდოდერმას, რომელიც ხოგჯერ სასამელოვანი

შრის სახელითაა ცნობილი (სურ. 127). ენდოდერმის შიგნით ღეროს მთავარი ნაწილი — ცენტრალური ცილინდრი მდებარეობს.

ცენტრალური ცილინდრის ყველაზე გარეთა შრე პერიციკლია. იგი შედგება ერთ ან ორ რიგად განლაგებული პარენქიმული უჯრედებისაგან. პერიციკლიდან იქმნება პირველადი ლათნის ბოჭკოები. პერიციკლის შიგნით გამტარი ქსოვილებია. ცენტრალური ცილინდრის შუა ნაწილი შედგება პარენქიმული უჯრედებისაგან, რომლებიც ქმნიან გულგულს.

გულგულის უჯრედები ღეროს ცენტრისაკენ ზომით უფრო დიდებაა, ასაკში შესვლისას ფაზაში ხდებიან და უჯრედები კედებიან, ააგრეთ ივსებიან

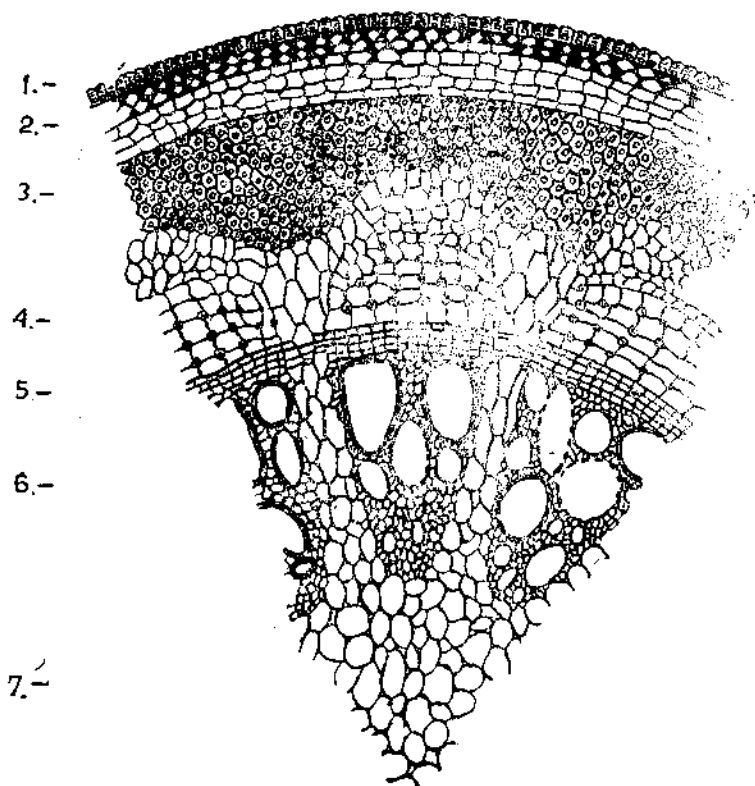


სურ. 125. ღეროს განივი კბილი: კ—კანი კუტიკულით; ე—ეპიდერმისი; კპ—ქერქის პარენქიმა; ლ—ლათნი; კპ—კანბიუმი.

და გულგული თეთრ ფერს ღებულობს. ხშირად ღეროს მუხლებში გულგული მთელი სიციცხლის მანძილზე ცოცხალია, ხოლო ზოგიერთი მცენარის მუხლთშორისებში იგი ჩაიშლება და ღეროს უჩნდება ღრუ (გოვრა).

სხვადასხვა ღეროს გულგულში შეიძლება ვიპოვოთ გამოშვები დიდი ზომის უჯრედები — იდიობლასტები, სარძევე მილები, სკლერეიდები, ლათნის კონები და სხვ. გულგული რადიალური სხივებით დაკავშირებულია პირველად ქერქთან. ცენტრალური ცილინდრი აგებულია გამტარი კონებისაგან. გამტარი კონები პროკაპშიუმიდან ვითარდებიან და იგი საერთოა ფოთლები-

ბა და ლეროსთვის. ფოთლებიდან კონები ლეროში გადასვლისას მიემართებიან ლეროს სიგრძის გასწვრივ. ასეთი კონები საერთო კონებადაა ცნობილი, ე. ი. მოიპოვებიან ფოთლებსა და ლეროში. მარტო ერთ ორგანოში მოთავსებულ კონებს სპეციალური კონები ეწოდება. ამგვარად, კონები ორგვარია: 1) საერთო, რომელიც ერთი ორგანოდან მეორეში გადადის, და 2) სპეციალური, რომელიც მხოლოდ ერთ ორგანოშია. კონის იმ ნაწილს, რომელიც ფოთლიდან ლეროში გადადის—ფოთლის კვალი ეწოდება, ხოლო ტოტიდან ლეროში გადასულ კონის ნაწილს—ტოტის კვალს უწოდებენ. ფოთლის კვლები ლეროში გადიან ლეროს ქერქს, ქვემოთ უერთდებიან ერთმანეთს და ქნიან სინთეზურ კონებს. ფოთლის კვლების ჩამკვიდრება



სურ. 126. ძირმწარას ლეროს სიგრძივი ჭრილი: 1—კანი კუტიკულით;
2—კოლენქიმა და ქერქის პარენქიმა; 3—მექანიკური რგოლი; 4—საცარიანი
ელემენტები; 5—კამბიუმი; 6—მერქნის ელემენტები; 7—გულგული.

ლეროში, ჩვეულებრივ, მუხლის არეში ხდება. მუხლის განივი განაკვეთის ანატომიური შესწავლისას დავინახავთ, რომ ყველა მცენარის ფოთლის კვლების რიცხვი ერთი და იგივე არ არის. გამოიჩენება, რომ მცენარეთა ერთ ჯგუფს მუხლში ფოთლიდან შემოსული გამტარი კონები ლეროს ცენტრალურ ცილინდრს ერთი ხერხელის მეშვეობით უკავშირდებიან. ესენი არიან ერთ-ლაკუნნიანი მცენარეები: დაფნა, ოლეანდრე, ბზა, ჭანჭყატა, ხურმა, ფშატი, სელი, ევკალიპტი, ზეთისხილი, მოცვი, ბროწეული. არის სამლაკუნ-

ნიანი მცენარეები: მუხა, წიფელი, ნეკერჩხალი, არყი, კანაფი, შინდი, გოგრა, რკინის ხე, აკაცია, ასკილი, ტირიფი, ცაცხვი, ჰინკარი.

არის კიდევ მრავალლაქუნიათი მცენარეები: მაგნოლია, ჭადარი, სურო, კოწახური, ბეგონია (სურ. 128).

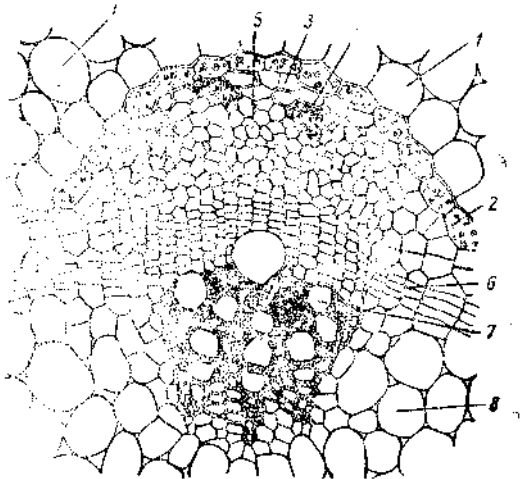
ლაქუნიაზობა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნიშანია მცენარეთა დახასიათებისათვის (სისტემატიკისათვის).

ღეროს ცენტრალური ცილინდრის გამტარი კონები ორლებნიან მცენარეებში ერთ წყება სარტყელად არიან განლაგებული. კონათა რიცხვი დამოკიდებულია პროკამბიუმის კონათა რიცხვზე, რაც ყოველი მცენარისათვის დამახასიათებელი მაჩვენებელია. კონათა რიცხვი ღეროში გარკვეულ მომენტამდე იზრდება ფოთლის კვლების შემატებით. შემდგომში ზედა სართულის ფოთლებიდან შემოსული გამტარი კონები ღეროში არსებულ კონებს შეუერთდებიან და კონათა რიცხვი აღარ იზრდება. კონების შემატება და დაკლება თანაბრდება. ღეროს ქვედა სართულში შეიძლება ცენტრალურ ცილინდრში კონათა რიცხვის შემცირებაც კი მოხდეს, სამაგიეროდ თითოეული კონის ფართობი საგრძნობლად იზრდება.

ტოტების კვლები უეცარადება დატოტანებულ ღეროებს, ტოტების კვლები, ჩვეულებრივ, წინ უსწრებს ფოთლის კვლეს, სწრაფად დამკვიდრდება ცენტრალურ ცილინდრში ერთი ხერგლით და მათი კვალი ქრება სრულიად. ფოთლის კვალის ინდივიდუალური სახე შედარებით დიდხანს შეიმჩნევა, ზოგჯერ ორ-სამ მუხლთშორისშიაც კი შემონახულია (კურდლის ცოცხა, სურ. 129).

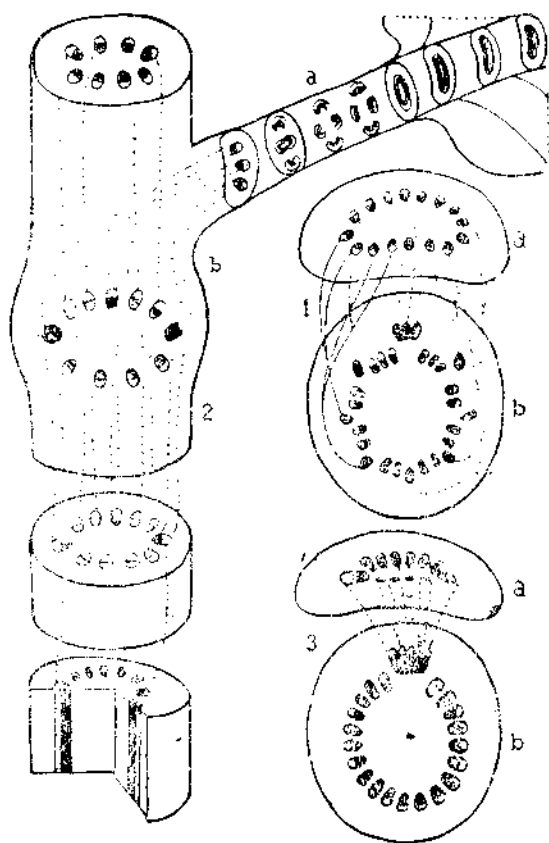
გამტარი კონა ღეროში იმდევარად არის განლაგებული, რომ მისი ლაფნის ნაწილები პერიფერიულ სარტყელს ქმნიან, ხოლო პერქნის ღეროს ცენტრალური მიმართულება უკავია. ლაფანში არჩევენ ორ ნაწილს: სულ გარეთა შრეს, — პროკამბიუმიდან ყველაზე ადრე წარმოშობილ პროტოფლოემას, რომელიც შედგება პრიმიტიული აგებულების ანატომიური ელემენტებისაგან, და შედარებით გვიან წარმოშობილს — მეტაფლოემას (შედგება რამდენიმე რთული აგებულების ანატომიური ელემენტისაგან); ასევე პერქანშიც პროტოქსილემა და მეტაქსილემა.

როგორც პროტოფლოემა და მეტაფლოემა, ისე პროტოქსილემა და მეტაქსილემა ბალახოვან ორლებნიან მცენარეებში კარგადაა გამოხატული და შეიძლება საკმაოდ დიდხანსაც იქნეს შენარჩუნებული.



სურ. 127. აბუსალათინის (*Ricinus communis*) გამტარი კონის განივი ჭრილი: 1—პირველადი ქრქის პარენქიმა; 2—ენდოდერმა; 3—პერიციკლი; 4—პირველადი სკლერენქიმა; 5—კონის ფლოემა; 6—კამბიუმი; 7—კონის ქსილემა; 8—ქსილემის პარენქიმის უჯრედები.

გამტარი კონას რამდენადმე სახეს უცვლის მერქანსა და ლაფანს შორის არსებული კამბიუმი (სურ. 130), რომელიც, ერთი მხრივ, ზრდის ლაფანს ელემენტებს და, მეორე მხრივ, უმატებს მერქანს. ბალახოვან მცენარეებში კამბიუმის მოქმედება არაა ხასგრძლივი და ვეგეტაციის დამთავრებამდე აღარეფე ისპობა. ასეა, მაგალითად, რთულყვავილოვანთა მრავალ წარმონაქვენ-



სურ. 128. ლაცენიანობა ღეროს ზეხლში:
1—მრავალაკენიანობა, 2—ფოთლის ყუნწი,
3—მუხლი; 2—სამლაკენიანობა, 4—ფოთლის
ყუნწი, 5—მუხლი; 3—ერთლაკენიანობა
(ნ. ანელის).

ელში. ღია კონა ფაქტობურად გადაიცემა დახურულ კონად. გამტარი კონები არ არიან მჭიდროდ განლაგებული, მათ შორის რჩება ძირითადი ქსოვილისაგან შემდგარი არე, რომელსაც რადიალურ ან გულგულის სხივებს უწოდებენ. გამტარი კონების სარტყელის შივნიით მდებარე ძირითადი ქსოვილი ქმნის გულგულს, ხოლო გარეთა—პირველად ქერქს. ამრიგად, ქერქი შედგება ორი ნაწილისაგან: პირველადი ქერქისა და მეორეადი ქერქისაგან (ლაფნისაგან). ქერქს მერქნიდან სასღვრავს კამბიუმი.

ზოგიერთი ბალახოვანი მცენარის ქერქი მდიდარია სამრეწველო მნიშვნელობის ბოჭკოებით. გაუხეხებელ ან ნაკლებად გახეხებულ ბოჭკოებს ძვირფასი ქსოვილების, ტილოების, ძაფის, კანაფის დასამზადებლად (რავი, სელი, კანაფი, ქენდირი) იყენებენ. გახეხებულგარსიან ბოჭკოებს უხეში ქსოვილების, ტომრების,

თოკების დასამზადებლად (ჯუტი, კანაფი, დრაცენა) იყენებენ.

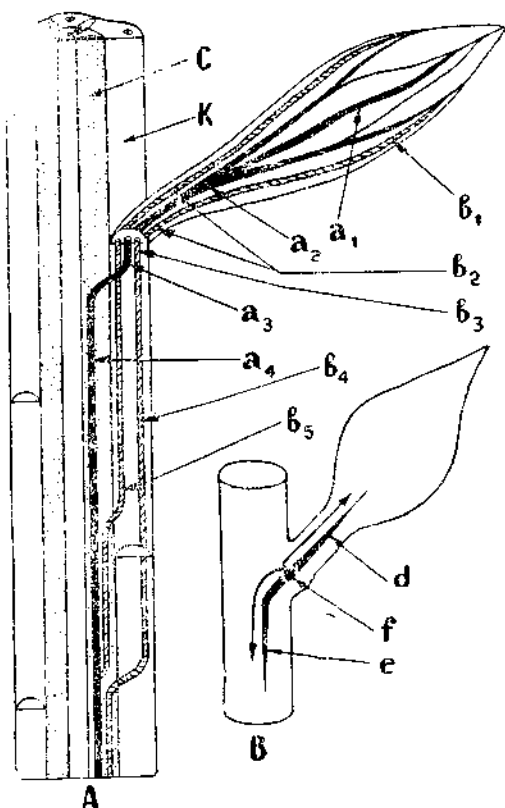
ბოჭკოები შეიძლება იყოს ორგვარი წარმოშობის—პერიციკლოვანი და კამბიუმოვანი. პერიციკლოვანი ბოჭკოები ხშირად ცელულოზოვანია. მერქანშიაც შეიძლება იყოს ბოჭკოები, რომლებიც შედარებით (ლაფნის ბოჭკოებთან) მოკლენი და ყოველთვის გახეხებული არიან. მათი გამოყენება შეიძლება ქაღალდის წარმოებაში.

მერქნიან ორლებნიან მცენარეთა ღეროს აგებულება. მერქნიანი ორლებნიანი მცენარეები მრავალწლოვანები არიან, რასაც სრულიად ახალი თავისებურებები შეაქვს ღეროს შინაგან აგებულებაში. განვიხილოთ ტოტი. ერთ-

წლიანი ტოტის აგებულებაში, განსაკუთრებით მისი შუა ნაწილიდან ზევით ენახულობთ ერთწლოვან ბალახოვან მცენარეთა ღეროს ტიპის აგებულებას. იქ თუ კამბიუმის მოქმედებას ჰქონდა მოკლედროული—ეფემერი ხასიათი, აქ პირიქით, კამბიუმი მძლავრმოქმედი ფაქტორია, რაც ძირფესვიანად ცვლის ღეროს სტრუქტურულ აგებულებას და მასში შეაქვს მრავალი ახალი წარმონაქმნი. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ პროტოფლოემა, მეტაფლოემა, პროტოქსილემა და მეტაქსილემა შეიძლება რამდენიმე ხანს კიდევ იყოს შემორჩენილი ორ-სამ წლიან ტოტში, მაგრამ შემდეგში ისინი თანდათან იშლებიან, განიცდიან ობლიტერაციას და მცენარის სასიცოცხლო პროცესში დიდმნიშვნელოვან როლს აღარ ასრულებენ; ამრიგად, მრავალწლოვანი მერქნიანი მცენარის ნორჩი ტოტის აგებულებას აღარ შეეხებით და განვიხილავთ კამბიუმის მოქმედებით მიღებულ სტრუქტურათა თავისებურებებს. კამბიუმის უჯრედები ვიწრო პრიზმული, ოთხწახნაგოვანი ფორმის უჯრედებია. ამ უჯრედების სიგრძე დიდად აღემატება სიგანეს. საშუალოდ სიგრძე 0,6 მმ-ს (ერთლებნიანებში) და 3,6 მმ-ს (შიშველთესლოვანებში) უდრის. კამბიუმის უჯრედს ერთი ცენტრალური ბირთვი აქვს. დაყოფა მიმდინარეობს ტანგენტალური მიმართულებით; კამბიუმის უჯრედებიდან ხშირად დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ქსილემა თავისი მრავალფეროვანი ელემენტებით. ამიტომ ღეროს დიდი ნაწილი, ძირითადად, შედგება ქსილემისაგან, ხოლო ფლოემა შედარებით ნაკლები რაოდენობით წარმოიშობა. ამიტომ ღეროს პერიფერიუმში ფლოემის ვიწრო ზოლია გამოსახული და მთელი ცენტრალური ნაწილი უჭირავს ქსილემას (სურ. 131).

კამბიუმი ღეროს შიგნით ქმნის მეორად ზერქანს—მეორადი რადიალური სხივებით, ხოლო გარეთ, ღეროს პერიფერიისაკენ ქმნის მეორად ქერქს—იგივე ლაფანს—მეორადი რადიალური სხივებით.

მერქნის შემადგენელი ჰისტოლოგიური ელემენტებისათვის დამახასიათე-

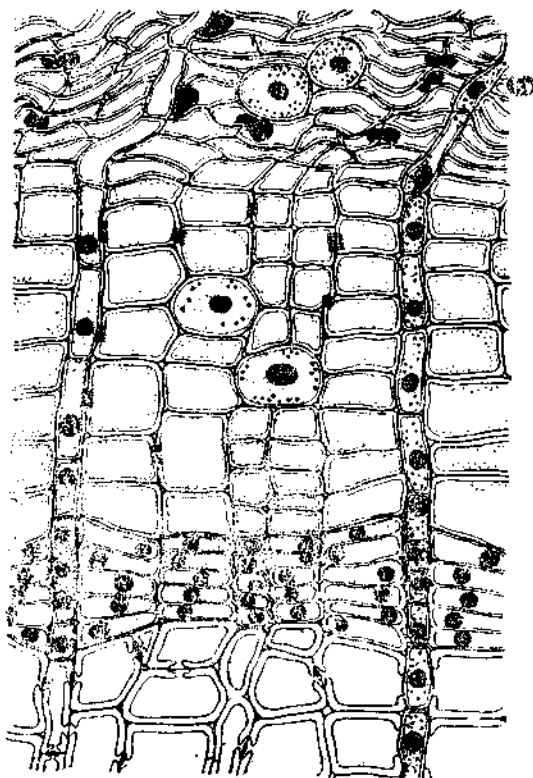


სურ. 129. ფოთლისა და ღეროს დამაკავშირებელი გამტარი კონეები კურდღლის ცოცხაში. k—ქერქი; a₁, a₂—ფოთლის ძარღვები, c—ღეროს ცენტრალური ცილინდრი; a₃, a₄—მუხლის რაიონი; b₁, b₂—გამტარი კონების განლაგება ქერქში; a₃—ფოთოლთან დამაკავშირებელი გამტარი კონა ცენტრალურ ცილინდრში; d—ფოთლისა და c—ღეროს გამტარი სისტემის წარმოშობის ცენტრი; f—მუხლი (ნახ. ნ. ანელის).

ბელია გახევება. გახევეების მოვლენა ხელს არ უშლის მერქნის ზოგიერთი ქსოვილის უჯრედების პროტოპლასტი ცოცხალი დარჩეს და, ამასთან ერთად, უჯრედის სიცოცხლეს შენარჩუნებული იყოს.

მერქნის ძირითადი ქსოვილი წარმოდგენილია მერქნის პარენქიმიითა და რადიალური სხივებით. მერქნის პარენქიმის უჯრედებიც წარმოიქმნება კამბიუმის შვილეული უჯრედების დაყოფის შედეგად.

ამ უჯრედებში, მეტწილად ზამთარში, გროვდება სამარაგო ნივთიერებები ცხიმოვანი ზეთის ან სახამებლის სახით. მეორადი მერქნის რადიალური სხივები შედგებიან დიდი ზომის პარენქიმული გახევებული გარსიანი უჯრედებისაგან. მათ ახასიათებთ უჯრედშორისი სავალები და ამ სავალებით მყარდება აირ-მიმოცვლა გარემოსთან. პირველადი რადიალური სხივები, პირველადი ქერქიდან დაწყებული, გაჭიმულია ცენტრამდე — გულგულამდე, ხოლო მეორადი სხივები წყვეტილად ან მოკლე სიგრძეზე მოთავსებულია მხოლოდ მეორად მერქანსა და ლაფანში და ცენტრამდე ვერ აღწევენ. ამ სხივების ძირითადი ფუნქციაა წყლისა და ორგანული ნივთიერებების გატარება რადიალური მიმართულებით — პორიზონტალურ სიბრტყეში.

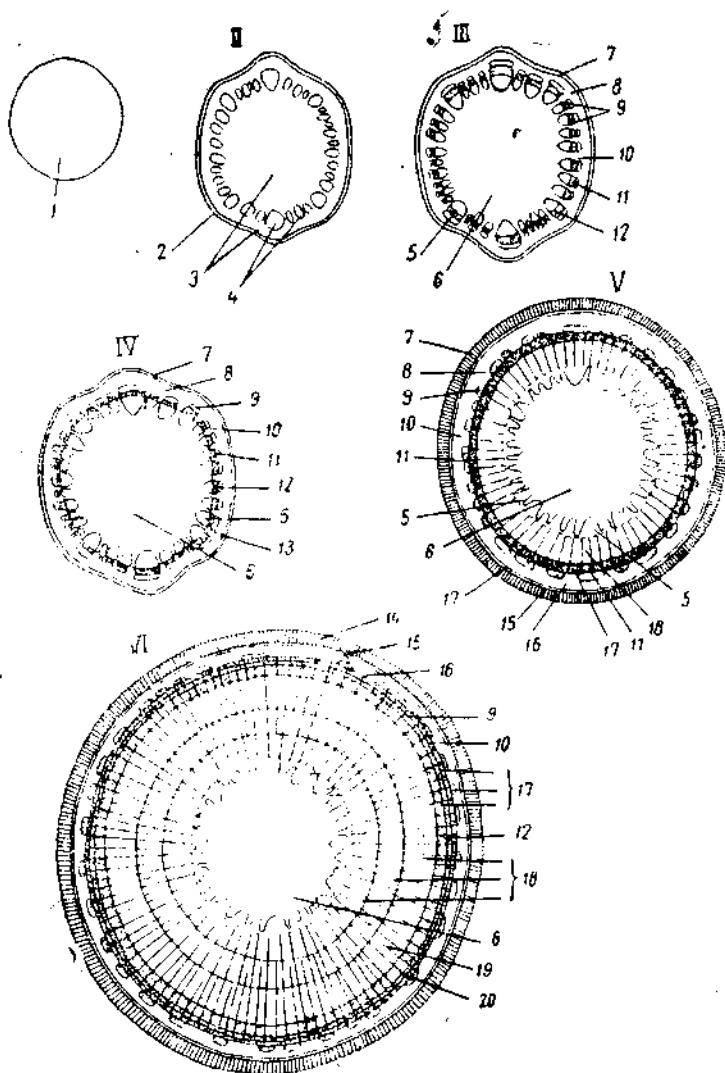


სურ. 130. ფიჭვის ქსილების, ფლოემისა და კამბიუმის კრილი.

მეორად მერქანში მექანიკური ქსოვილი ლიბრი-

ფორმის სახითაა, რომლის ვიწრო პროზენქიმული ბოლოებით წაწვეტებული უჯრედები სქელგარსიანი და გახევებულია. გვხვდება აგრეთვე ტიხრებიანი ლიბრიფორმიც. მერქანში ლიბრიფორმს, სხვა ქსოვილებთან ერთად, დიდი ადგილი უჭირავს, განსაკუთრებით, ხემცენარეებში და მათ ღეროებს აძლევს სიმტკიცეს. გამტარი ულემენტები მერქანში წარმოდგენილია ქურჭლებით და ტრაქეიდებით. წიწვოვნების მერქანში არ არის ლიბრიფორმი და არც ქურჭლები. მათ მაგიერ ტრაქეიდები ვითარდება. იგი ემსახურება გატარებას და მექანიკურ ღანძნულებასაც ასრულებს. კამბიალური რგოლის პერიოდულად არაერთგვარი მოქმედების შედეგად მეორად მერქანში წარმოიქმნება წლიური რგოლები (შრეები). თითოეული წლიური რგოლი შედგება ადრეული და გვიანი მერქნისაგან (სურ. 132). ადრეულ მერქანში წარმოდგე-

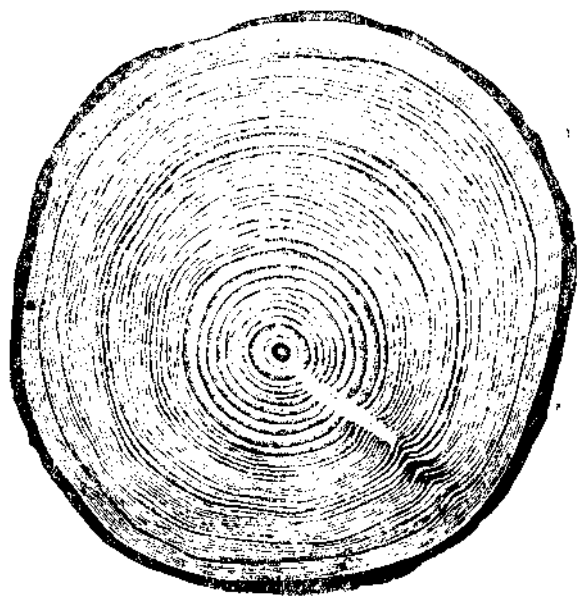
წილია დიდი ზომის თხელგარსიანი ჭურჭლები და სხვა ელემენტები (სურ. 133). გვიანა მერქანში ჭურჭლები მცირე რაოდენობითაა ან სრულიად არაა,



სურ. 131. ანწლის ღეროს განივი კრილის სქემა (პირველადი და მეორეული აგებულება): 1—პრომერისტემა; 2—ტუნიკა; 3—კორპუსი; 4—პროკამბიუმი; 5—პირველადი ქსილემა; 6—გულგული; 7—კანი; 8—ჭერქი; 9—პირველადი სკლერენქიმა; 10—პარენქიმა; 11—პირველადი ფლოემა; 12—კამბიუმის კონის ნაწილი; 13—კონათაშორის კამბიუმის ნაწილი; 14—კორპი; 15—კორპის კამბიუმი; 16—ფელოდერმა; 17—მეორეული ფლოემა; 18—მეორეული ქსილემა; 19—გულგულის სხივის ქსილემური ნაწილი; 20—გულგულის სხივის ფლოემური ნაწილი; I—II—III—IV—V—VI—ღეროს თანდათანობითი განვითარების ფაზები.

განვითარებულია სქელგარსიანი ვიწრო გაბარიტის ელემენტები. ხშირად ამ წლიური რგოლებით არკვევენ ღეროს ასაკს, ვინაიდან თითოეული რგოლი

ერთი წლისაა. წლიური რგოლების გამოთვლით დადგინდა, რომ, მაგალითად, სექვოია ცოცხლობს 5000 წლამდე. უთხოვარი—3000, წაბლა—2000, მუხა—1200, ცაცხვი—1000, წიფელი—900, ფიჭვი—500, კაკალი—400, ვაშლი—200



სურ. 132. წლიური რგოლები ნაძვის განივპრილზე.

წლამდე და სხვ. სხვადასხვა მიზეზის გამო შეიძლება ერთ წელს წარმოიქმნას რამდენიმე რგოლი, რომელთაც სეზონური რგოლები ეწოდება. ხნოვანობასთან დაკავშირებით ზოგი მცენარის მერქანი განიცდის ღრმა ცვლილებებს. მისი დიდი ნაწილი კედება და გატარების უნარს კარგავს. ასეთი მერქნის ცოცხალ და მოქმედ ნაწილს ცილა ეწოდება; მას ღია ფერი აქვს. მკვდარ ნაწილს შეადგენს მერქნის გული, რომელიც მუქი შეფერილობისაა.

ხემცენარეების ღეროს ლაფანში, გამტარი ქსოვილის გარდა, მოცემულია ლაფნის პარენქიმა, კამბიფორ-

მი (პროზენქიმა) და რადიალური სხივები. ყველა მათ ცელულოზოვანი ვარსი აქვთ. ლაფნის პარენქიმის უჯრედებში ხშირად მოიპოვება მთრიმლაფი ნივთიერებანი—კაუჩუკი, ალკალოიდები, გლუკოზიდები, საპონინები, ეთეროვანი ზეთები და სხვ.

ლაფანში კამბიფორმი იგივე დანიშნულებისაა, როგორისაც ლაფნის პარენქიმა—განსხვავება არის ფორმაში, იგი პროზენქიმულია. რადიალური სხივები მეორად ქერქში ლაფნის უბნებს შორის თავსდება. მექანიკური ქსოვილებიდან აქ ლაფნის ბოჭკოებია. გამტარი ელემენტებიდან გვხვდება საცრიანი მილები თანამგზავრი უჯრედებით, ზოგიერთი მცენარის ქერქი სარძევე მილსაც შეიცავს. იასამნის ყლორტში, ბოჭკოების ზოლთა რიცხვი შეესაბამება მერქნის რგოლთა რაოდენობას. ეს შეთანაწყობა შემჩნეულია 20 წლამდე.

ზოგჯერ ხემცენარის ღეროზე ერთსართულიანი პერიდერმის ნაცვლად წარმოიქმნება მრავალსართულიანი პერიდერმა ძირითადი ქსოვილის მორიგეობით, რასაც ფუტი (ქერქებინა) ეწოდება (სურ. 134). ფუტი ღეროს მკვდარი ნაწილია, რომლის შემადგენლობაში შეიძლება შედიოდეს ღეროს სხვადასხვა ქსოვილი: ძირითადი, გაქვავებული უჯრედები, კორპი. ფუტი შეიძლება დასკდეს და მოსცილდეს ხეს პერიოდულად (ჰადარი, ეგალიპტი), მაგრამ პირველადი ქერქის ძირითადი ქსოვილიდან ხელახლა ფელოგენი წარმოიშობა. უკანასკნელიდან კი წარმოიქმნება ახალი პერიდერმა. პერიდერმის ასეთი წარმოქმნა შეიძლება მრავალჯერ მოხდეს.

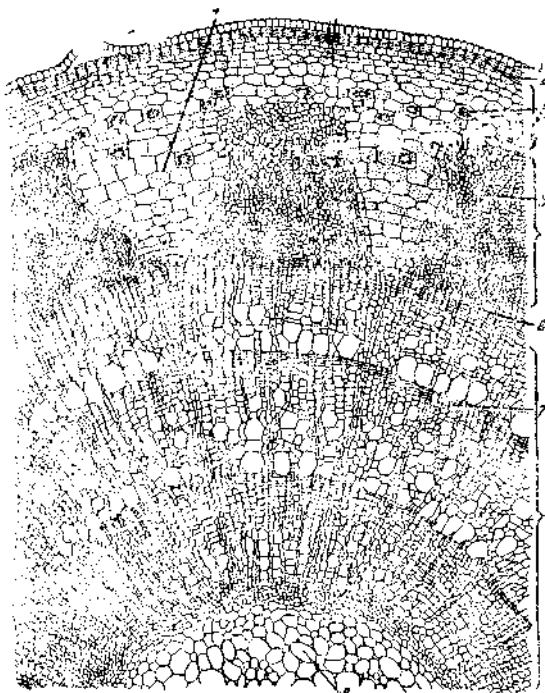
ფუტს, ისევე როგორც პერიდერმას, მცველის როლი ენიჭება. იგი იცავს

მის ქვეშ განლაგებულ ქსოვილებს სხვადასხვა უარყოფითი ფაქტორის მოქმედებისაგან. ხშირად კანის კვდომის შემდეგ ბაგეების სანაცვლოდ ღეროს ზედაპირზე ვითარდებიან მექეჭები.

ერთლებნიან მცენარეთა ღეროს აგებულება. ერთლებნიანების ღეროს აგებულება მეტად თავისებურია. ერთლებნიანებიდან სიმინდის ღერო შედარებით ტიპურია (სურ. 135). განსხვავებული აგებულებით ხასიათდებიან სხვა დანარჩენი მარცვლოვნები და ერთლებნიანი ხემცენარეების წარმომადგენლები.

სიმინდის ღერო (ხალა) შედგება მუხლთშორისებისა და მუხლებისაგან; მუხლებში ხალთიანი ფოთლებია. ღერო კანითაა დაფარული, კანი კი დაფარულია კუტიკულით. კანში მოთავსებულია ბაგეები, თუმცა ნაკლები რაოდენობით, ვიდრე ფოთლებში. კანის ქვეშ განლაგებულია მექანიკური ქსოვილი—სტერეიდეები; ისინი გარშემო ერტყვიან ღეროს.

მექანიკური ქსოვილის რგოლის შიგნით ძირითადი ქსოვილია; მისი უჯრედები ღეროს პერიფერიულ ნაწილში პატარა ზომისაა, პატარა უჯრედშორისებით, ღეროს ცენტრისაკენ თანდათანობით მატულობენ. ხდებიან დიდი ზომისა და აქვთ დიდი უჯრედშორისები. ძირითად ქსოვილში დიდი რაოდენობით გაბნეულია ოვალური ფორმის (განივ კრილზე) გამტარი კონები.

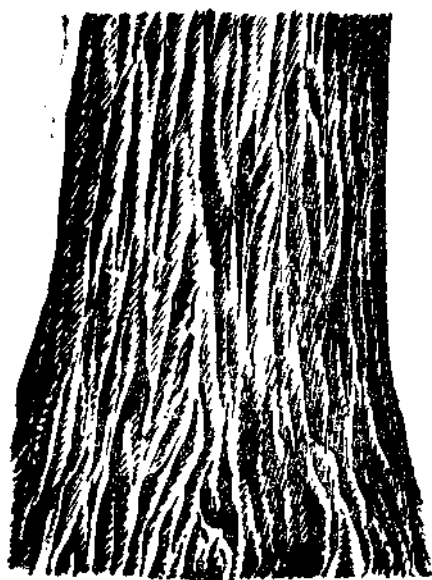


სურ. 133. ცაცხვის (*Tilia*) სამწლიანი ტოტის განივი კრილი: 1—ეპიდერმისი; 2—კორპი; 3—პირველადი ქერქი; 4—გულგულის სხივი; 5—ლაფანი (მეორეული ქერქი); 6—კამბიუმი; 7—მერქანი სამწლიანი რგოლით; 8—გულგული.

კოლატერალური ტიპის კონები დახტურულია და თითოეული კონა შედგება: ქსილემისაგან, რომელიც ღეროს ცენტრისაკენ მდებარეობს და ღეროს პერიფერიისაკენ მდებარე ფლოემისაგან. მის ქსილემურ ნაწილში მკვეთრად გამოიყოფა ორი დიდი წერტილოვანი ჭურჭელი. ამ ორი წერტილოვანი ჭურჭლის ქვემოთ განლაგებულია კიდევ ორი ჭურჭელი—ჯერ სპირალური, ხოლო მის ქვემოთ—რგოლური. ამ ორი ჭურჭლის ქვემოთ მოთავსებულია საპაერო ღრუ, რომელიც კონებს გასწვრივ გასდევს (სურ. 136).

კონის ფლოემური ნაწილი შედგება საცრიანი მილებისაგან, თანამგზავრი უჯრედებისაგან და პარენქიმისაგან. კონების ირგვლივ მექანიკური ქსოვილია.

დახურული გამტარი კონები ღეროში გაფანტულია ისე, რომ ცენტრში დიდი ზომის კონებია, ხოლო პერიფერიისაკენ — დიდი რაოდენობის პატარა ზომის კონები ერთმანეთთან ახლო-ახლოა განლაგებული (სურ. 137).



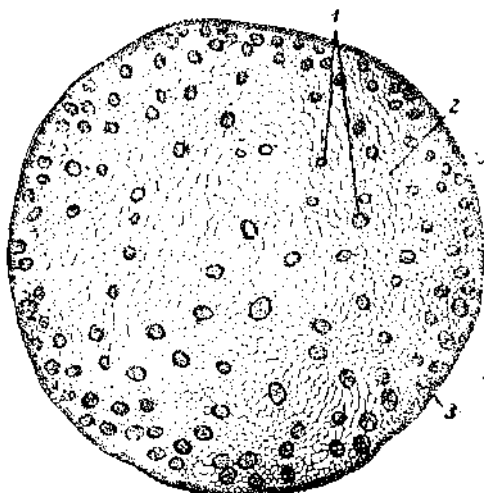
სურ. 134. ფუტე მუხის ღეროზე.

გან. ხორბლის ღეროში კონები თითქმის რგოლურად არიან განლაგებული და ისიც მეტწილად პერიფერიისაკენ. ხორბლის ღეროს ცენტრში ძირითადი ქსოვილი იშლება ღეროს ზრდის დროს და ამიტომ შიში ღერო ღრუიანი ხდება. ღეროს ცენტრალური ღრუ სიმიდში არ მოიპოვება. ხორბლის ღეროს (განივ კრილზე) გარედან ფარავს კანი ბაგეებით. კანის ქვეშ მდებარეობს მექანიკური ქსოვილი — სტერეიდები ფართო რგოლის სახით. სტერეიდების სქელგარსიან უჯრედებს შორის მოთავსებულია ქლოროფილით ამოვსებული თხელგარსიანი უჯრედებისაგან შემდგარი პარენქიმა — ქლორენქიმა.

ცენტრისაკენ მდებარეობს დიდი ზომის მრავალკუთხა, გახევებული უჯრედებისაგან შემდგარი ძირითადი პარენქიმა, რომელშიც გაფანტულია გამტარი დახურული კონები. ეს კოლატერალური კონები

ღეროში კონების განლაგება პალმისებურია (სიგრძივი კრილი). ეს ისეთი განლაგებაა, როდესაც თითოეული ფოთლიდან ღეროში გადადის დიდი რაოდენობით კონები; ღეროში გადასვლის დროს კონები ჯერ მიემართებიან ცენტრისაკენ და შემდეგ უახლოვდებიან პერიფერიას და უერთდებიან განლაგებულ კონებს. რადგანაც სიმიდის ღეროს დახურულ კოლატერალურ კონებს კამბიუმში არა აქვთ, ამიტომ მათი ღერო გამსხვილების უნარს მოკლებულია.

მარცვლოვნების სხვა წარმომადგენლების, მაგ., ხორბლის ღეროს აგებულება რამდენადმე განსხვავდება სიმიდის ღეროსა-



სურ. 135. სიმიდის ღეროს აგებულება:
1 — გამტარი კონები; 2 — ძირითადი ქსოვილი;
3 — ეპიდერმისი.

ორგვარია: დიდი და პატარა ზომის. აქედან დიდი კონები პატარა კონებს შორიგეობენ. კოლატერალური ტიპის კონები დახურულია. კონა შედგება ცენტრისკენ მდებარე ქსილემისაგან და გარეთა ფლოემისაგან. ქსილემურ ნაწილში ორი დიდი წერტილოვანი ჭურჭელია, ხოლო ამ ორი ჭურჭლის ქვემოთ სპირალური ჭურჭელია, მის ქვემოთ კი—რგოლური. ისე როგორც სიმინდის შემთხვევაში, მარცვლოვნებს და, მათ შორის, ხორბლის ღეროსაც, არ ახასიათებს გამსხვილება, ვინაიდან მათ გამტარ კონებს არ გააჩნიათ კამბიუმი.

თავისებური აგებულებისა არიან ხისმაგვარი ერთლებნიანი მცენარეების (დრაცენა, ალოე, იუკა) ღეროები, რომელთაც ახასიათებთ მეორადი გამსხვილება გამსხვილების რგოლის მონაწილეობით (სურ. 138).

გამსხვილების რგოლი წარმოიქმნება ძირითადი ქსოვილის გარეთა ნაწილში. მის შიგნით კი დახურული კოლატერალური კონებია გაფანტული. გამსხვილების რგოლიდან ახალ-ახალი კონებისა და, მათ შორის, ძირითადი ქსოვილის წარმოშობის შედეგად, ამ მცენარეების ღერო მსხვილდება.

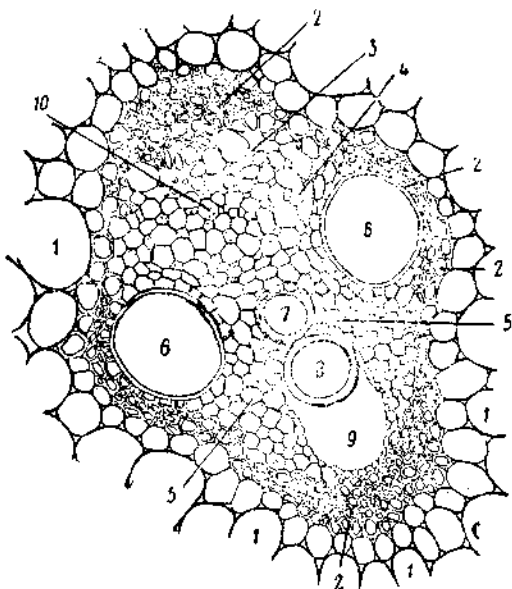
მათი კონები ორგვარია: ცენტრალურ ნაწილში მოთავსებულია პროკამბიუმისაგან წარმოშობილი პირველადი კონები, პერიფერიულ ნაწილში კი გამსხვილების რგოლიდან მეორადი კონებია წარმოშობილი.

პირველადი კონები კოლატერალურია, სეორადი—კონცენტრიული.

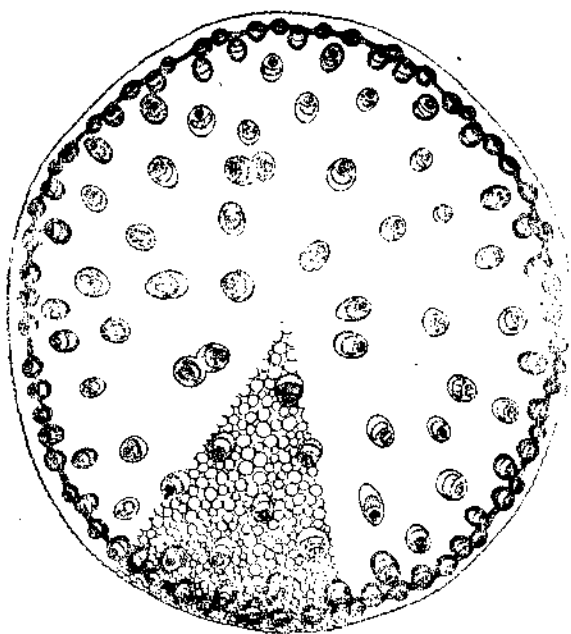
მეორად კონებში ფლოემა განლაგებულია შიგნით, ქსილემა კი მას ირგვლივ აკრავს. პირველად კონებში ქსილემა ჭურჭლებითაა წარმოდგენილი, მეორადში—ტრაქეიდებით.

ალსანიშნავია პალმების ღეროს გამსხვილება, რომელიც ძირითადად, პარენქიმის უჯრედების ზრდის ხარჯზე ხდება.

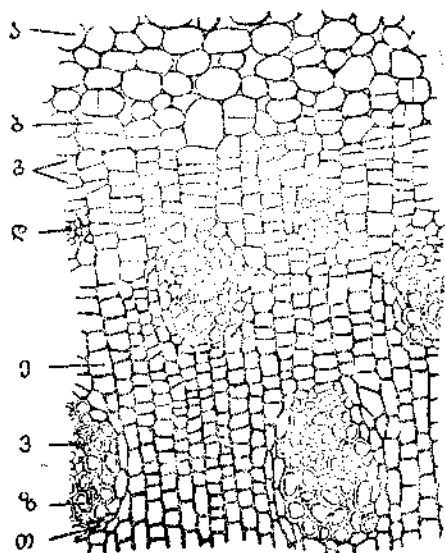
წიწვოვან მცენარეთა ღეროს აგებულება. წიწვოვან მცენარეთა ღერო ორლებნიანი მცენარეებასაგან განსხვავებულია გაცილებით მარტივი აგებულებით. ახალგაზრდა ყლორტი გარედან ისევეა დაფარული ეპიდერმისით, მას მოსდევს პერიოდერმა, პირველადი ქერქი და ლაფანი. პირველად ქერქსა და



სურ. 136. სიმინდის ღეროს დახურული კონის განივი ჭრილი: 1—თხელგარსიანი ძირითადი პარენქიმა კონის გარშემო; 2—სკლერენქიმის ბუდე; 3—პროტოფლოემის უმოკმელო ნაწილი; 4—ფლოემა; 5—ქსილემის პარენქიმა; 6—დაწვრილული ჭურჭლები; 7—რგოლური ჭურჭელი; 8—სპირალური ჭურჭელი; 9—საპაერო ღრუ; 10—საცარიანი ფირფიტა.

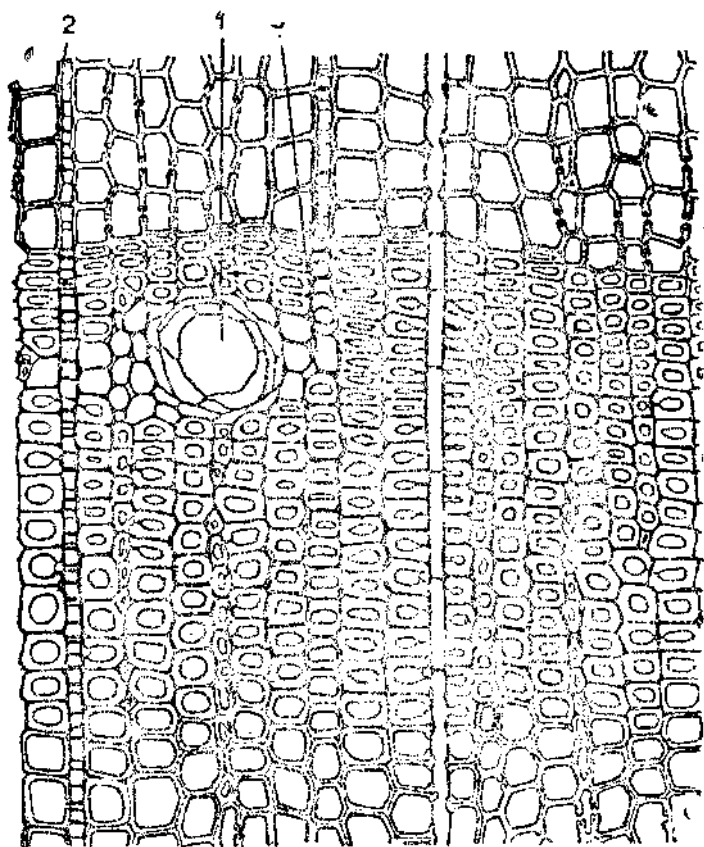


სურ. 137. განტარი კონების განლაგება სუნტარის ღეროში
განივ განაკერზე (ნ. ანელ-ს).



სურ. 138. ღრაცენის ღეროს ნაწილის განვი კრილი:
ა—ქერტის პარენქიმა; ბ, გ—წარმოშობი ქსოვილ-ს
ზონა; დ—კონების წარმოქმნა; ე—გასეცხული პარენ-
ქიმა; ვ—კონის ბოჭკო; ზ—ტრაქეიდები; თ—კონის სე-
ცრაიანი ნაწილი.

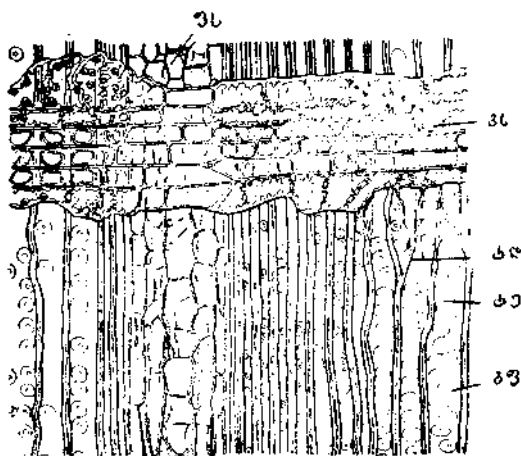
ლაფანს შორის დიფერენცირება ძალიან სუსტად ან სრულიად არა ჩანს. თვით ლაფანშიაც უმეტესად თანაბარი მარტივი აგებულების სურათია: რადიალურად განლაგებული ლაფანის ელემენტები, ქერქს მოსდევს კამბიუმის გიწრო ზოლი, რომელიც მის შიგნით მთლიანად რადიალურად დალაგებული ტრაქეიდებისაგან არის შედგენილი. არც ერთი ტიპის ჭურჭელი ლიბრიფორ-



სურ. 139. ფიჭვის მერქნის განილი კრილი:
1—ფისის საეალი; 2—რადიალური სხივი;
3—მეორეული სხივის ზოლი.

მი არაა. ალაგ-ალაგ შეიძლება ვნახოთ მერქნის პარენქიმისაგან შედგენილი ღრუ, რომელშიაც ჩვეულებრივი ფისია. იგი მერქნის პარენქიმისაგან გამოიშვა. ცოცხალი ელემენტებიდან მერქანში განლაგებულია რადიალური სხივები: მათი ნაწილი აღწევს გულგულამდე. წლიური ზრეები გამოხატულია ტრაქეიდების არათანაბარი სიდიდით და გარსის გასქელებით. ადრეულა მერქანი შედგება თხელგარსიანი და დიდი ზომის ტრაქეიდებისაგან. გვიანა მერქანი კი, პირიქით, შედგება თხელგარსიანი და პატარა ზომის ტრაქეიდებისაგან (სურ. 139). ვინაიდან მერქნის აგებულება განივ განაჭერში მარტივ სურათს იძლევა, ამიტომ სხვადასხვა სახეობების გამოსაცნობად საჭირო ხდება მერქნის ელემენტების შესწავლა სამ სიბრტყეში: განივ, სიგრძივ რადიალურ

(სურ. 140) და სიგრძივ ტანგენტალურ სიბრტყეში (სურ. 141). აქ განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა რადიალური სხივების აგებულებას, ტრაქეიდების გარემოიან ფორებს.

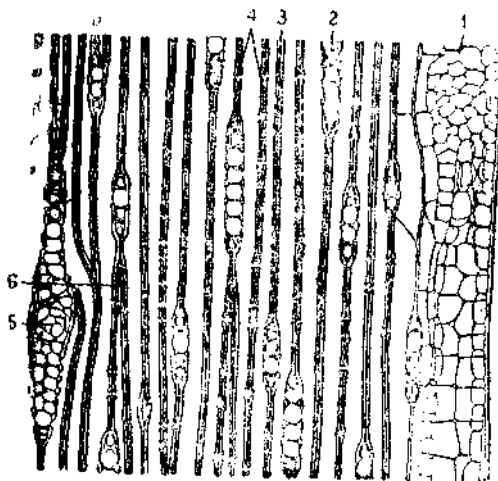


სურ. 140. ფიჭვის მერქნის სიგრძივი კრილი: ფს—ფისის სავალი; ტდ—ტრაქეიდების დაბოლოებანი; გფ—გარემოიანი ფორები; ტუ—ტრაქეიდის უკრედეები; გს—გულგულის სხივების სახამებლოვანი უკრედეები.

საერთოდ მერქნიანი მცენარეების (ფარულთესლოვანი და წიწვოვანი) მერქნის გამოცნობა შეიძლება მერქნის სამივე სიბრტყიდან ანათლების მომზადებით და მისი ანატომიური ელემენტების ანალიზით, რისთვისაც არსებობს სათანადო სარკვევები, ცხრილები, მიკროფოტოგრაფიები და სიფრიფანა ნიმუშები.

ორლებნიან მცენარეთა ღეროს ჩამოყალიბების მსვლელობის დახასიათებისას განხილული იყო ისეთი შემთხვევა, როდესაც ღეროს ზრდის კონუსის კორპუსში

პროკამბიუმი ჩაისახება წრიულად დალაგებული კუნძულების სახით, რომელთაგან წარმოიქმნება გამტარი კონები. მართალია, გამტარი სისტემის კონობრები სახით ჩამოყალიბდება ახასიათებს როგორც მთელ რიგ მერქნიან, მაგალითად: მაგნოლიას (სურ. 142), ლირიოდენდრონს, კადარს, წიფელს, ისე ბალახოვან მცენარეებს, სახელდობრ, ბაიას, ფრინტას, მინდვრის გვირილას, მაგრამ არიან ისეთი მცენარეებიც, რომლებშიც ზრდის კონუსში პროკამბიუმი ყალიბდება მთლიანი უწყვეტი რგოლის სახით (სურ. 143). მთლიანი პროკამბიუმიდან შესაბამისად წარმოიქმნება მთლიანი ლაფანი, უწყვეტი მერქანი და კამბიუმი. ასეთ შემთხვევაში ღეროში კონობრები აგებულება არსადაა აღნიშნული.

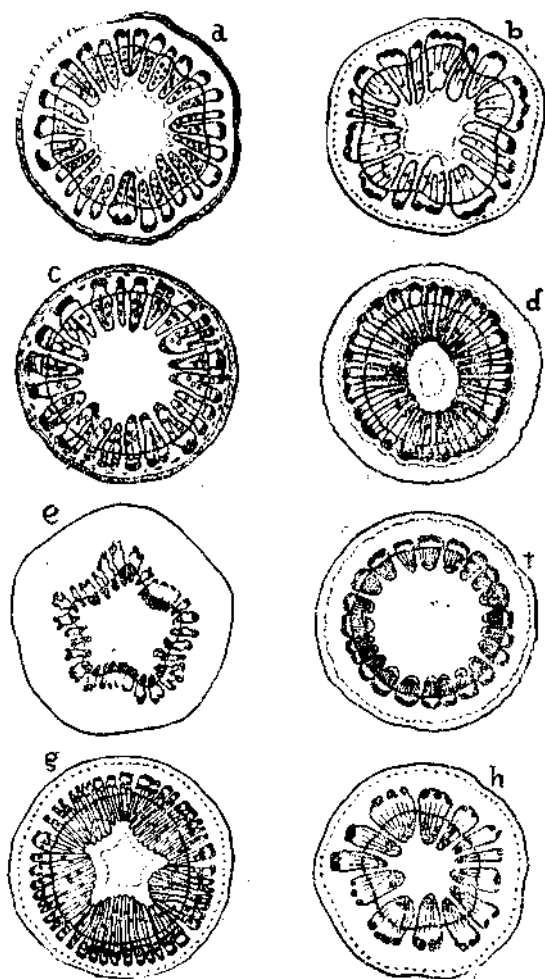


სურ. 141. ფიჭვის მერქნის სიგრძივი კრილი:

- 1—ფისის სავალი; 2—გულგულის სხივი;
- 3—შეალური ფირფიტა; 4—გარემოიანი ფორები; 5—ტრაქეიდების დაბოლოებანი;
- 6—ფისის სავალი გულგულის სხივში.

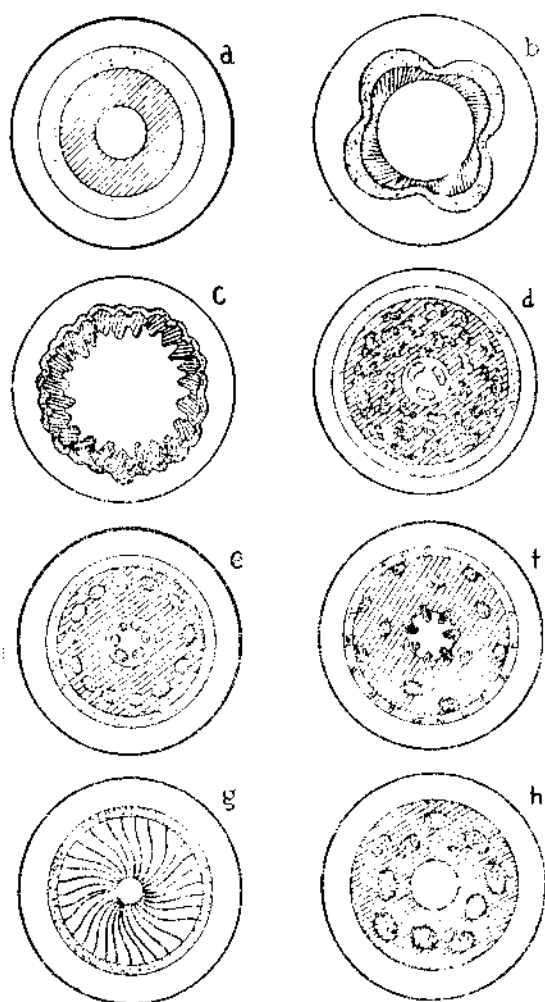
მერქნიანი მცენარეებიდან უკონო აგებულების ლაფანი და მერქანი აქვთ: რკინის ხეს, ჩაის, ევკალიპტს, ბროწეულს, ფშატს, მოცვს, ხურმას და სხვ. ბალახოვა—

ნი მცენარეებიდან ტუჩოსანთა ოჯახის მრავალ წარმომადგენელს (როზმარი-
ნუსს, პერილას, მინდვრის ნემსას, კრაზანას, ნალეელას, მიხაკს და სხვ.), წი-
წვოვანებიდან ფიჭვს, ნაძვს, სოკს და სხვ.



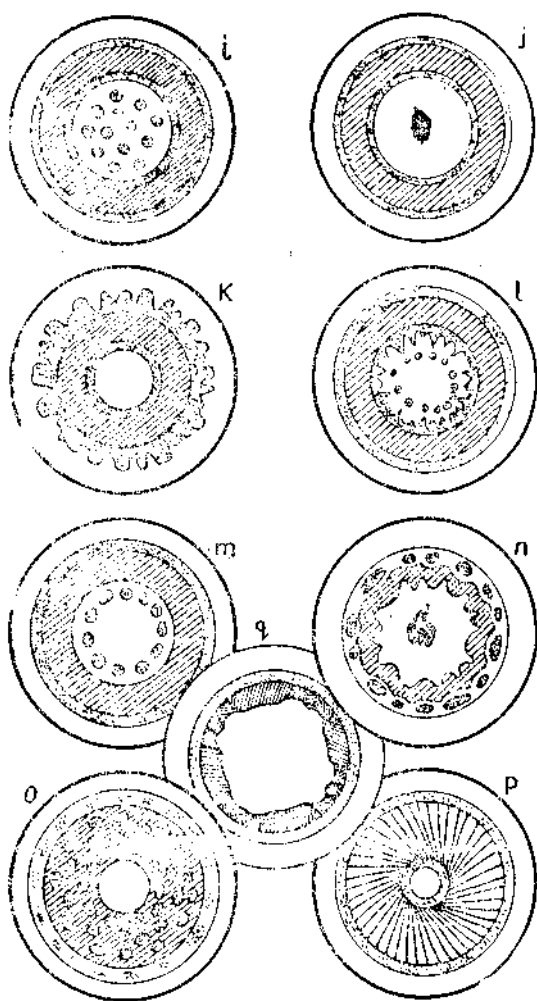
სურ. 142. ერთწლიანი ყლორტის მუხლთ-
შორისის აგებულება განივ განაკერზე
(ნ. ანელის): a—ჭადარი, b—მუხა, c—მაგ-
ნოლია, d—დაფნა, e—ვერხვი, f—ტროქო-
დენდრონი, g—კარია, h—კრიკინა.

ამრიგად, აღწერილი იყო, ძირითადად, ხუთი ჯგუფის მცენარეების ღე-
როს შინაგანი აგებულება. სინამდვილეში ღეროს ცენტრალური ცილინდრი-
ს სხვადასხვა მცენარეში მრავალსახოვანი არქიტექტურული სურათოვნებით ხა-
სიათდება და მრავალი ტიპითაა წარმოდგენილი (სურ. 144).



სურ. 143. ახალგაზრდა კლორტის მუხლთ-
შორისის აგებულება განივ განაკერზე (ნ. ანელის).
სხვადასხვა ტიპის ღეროები. ორლებნიანი
მცენარეები. დაწერტილული ადგილები—
ლაღანი, შტრიხები—მერკანი.

ანავე დროს ყურადღება უნდა შეექცეს იმას, რომ შინაგანი სტრუქტურა გეოგრაფიულ-ეკოლოგიური პირობების ძლიერი ცვალებადობის გამო განიცდის ძლიერ ვარიაციებს. სპეციფიკური და მეტად თავისებური შინაგანი აგებულება ახასიათებს ლიანებს, სუკულენტებს, ეპიფიტებს, პარაზიტებს, წყლის, უდაბნოს, პიკოპებისა და სხვა ადგილების მცენარეებს. ყველა მათგანში შეიძლება ვნახოთ ორლებნიან თუ ერთლებნიან მცენარეთა შინაგანი აგებულების ზოგადი ულენეტები, ანავე დროს მათში შეიმჩნევა მხოლოდ მათთვის დამახასიათებელ ნიშანთა მთელი კომპლექსი.



სურ. 144. ახალგაზრდა ყლორტის
მუხლთშორისის აგებულება განივ განა-
ვერზე. სხვადასხვა ტიპის ღეროები. ორ-
ლებნიანი მცენარეები. დაწერტილული
იდეილები. ლაფანო, შტრიხები—მერქანი
(ნ. ანელის).

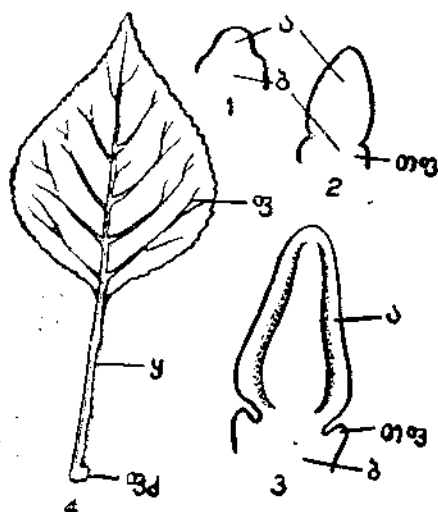
ფოთოლი

ფოთოლი მცენარის ის ძირითადი ორგანოა, რომელიც ღეროზე გარკვეული წესით არის განლაგებული; ფესვზე იგი სულ არ ვითარდება. ფოთალი წველა უმაღლესი მცენარის დამახასიათებელი ორგანოა, რომლის ძირითადი ფუნქციებია ფოტოსინთეზისა და ტრანსპირაციის პროცესი. მცენარის სხვა ნაწილებთან ერთად, ფოთოლს დაჟანგვის (სუნთქვის) პროცესიც ახასიათებს.

ფოთლის ზოგიერთი ფორმა (უმათავრესად სახეცელი ფოთლები) სხვა ფუნქციებსაც ასრულებს. ზოგიერთი მცენარე (მწერიჭამია მცენარეები) ორ-

განული ნივთიერებებით საზრდოობს თავისი ფოთლის საშუალებით. ზოგჯერ ფოთლებში წყალი და სხვადასხვა ნივთიერება გროვდება. ფოთლისეული წარმოშობის ულვაშებით მცენარე სხვადასხვა სუბსტრატს ემაგრება.

ფოთლი, ისე როგორც ფესვი და ღერო, თესლშია ჩასახული და თესლის გაღივებისთანავე ვითარდება. თესლიდან განვითარებული ე. წ. პირველადი ფოთლების შემდეგ, შემდგომი წყება ფოთლები კვირტში ჩასახული ზრდის კონუსში წარმოიქმნება. ზრდის კონუსზე ფოთლების ჩანასახი ბორცვების სახითაა, რომელსაც პრიმორდიუმი („პრიმორდიუმ“—თავდაპირველი, ლათინ.) ეწოდება (სურ. 145). განვითარების წინ ეს პრიმორდიული ფოთლი იყოფა ქვედა და ზედა ნაწილებად. ქვედა ნაწილი ჯერ იზრდება, შემდეგ კი აჩერებს ზრდას და ამ ნაწილიდან ზოგჯერ ფოთლის ხალ-



სურ. 145. მარტივი ფოთლის განვითარება.

1—3 ფოთლის განვითარების სხვადასხვა სტადიები. 4—ზრდადისრებული ფოთლი. ა—პრიმორდიუმის ზედა ნაწილი; ბ—პრიმორდიუმის ქვედა ნაწილი; თფ—თანაფოთლები; ფ—ყუნწი; ფდ—ფირფიტა; ფდ—ფუძე.

თა (ვაგინა) ან თანაფოთლები წარმოიქმნებიან. პრიმორდიუმის ზედა ნაწილიდან ფოთლის ფირფიტა ვითარდება. ფირფიტა ჯერ წვერით იზრდება, შემდეგ კი მისი ფუძე და ბოლოს ფოთლის ფუძე იქმნება. ზედა და ქვედა ნაწილებს შორის ინტერკალური ზრდის შედეგად ფოთლის ყუნწი ყალიბდება (სურ. 145); ფოთლის მთავარი ნაწილი ფირფიტაა, რომელშიაც მცენარის სასიცოცხლო პროცესები მიმდინარეობენ. ფოთლები, ხშირად, ღეროზე მიმაგრებულია ყუნწით; ყუნწი ხელს უწყობს მზის მიმართ ფოთლების უკეთ განლაგებას. ყუნწი ფოთლის ფუძის შევიწროებული ნაწილია და ასეთ ფოთლს ყუნწიანი ფოთლი ეწოდება. ზოგჯერ ფოთლს ყუნწი არ უვითარდება, მაშინ შეიძლება ფოთლა იყოს მჯდომარე ან მიზრდილი, ხალთიანი ფოთალი ან ღერომხვევი და გაჩერებული (სურ. 146). ხალ-

თიანი ფოთალი ეწოდება ისეთ ფოთლს, რომლის ქვედა ნაწილი გამსხვილებული ან გაბრტყელებულია, ფორმით მეტწილად მილისებრია და ღეროს ეხვევა, ამ ნაწილს ხალთა (სურ. 129) ეწოდება, ხოლო ზედა თავისუფალ ნაწილს—ფირფიტა. ხალთასა და ფირფიტის საზღვარზე შიგნითა მხრიდან ხშირად სიფრიფანისებრი ან ბეწვისებრი გამონაზარდი—ენა (ენაკი) ვითარდება (სურ. 147), ზოგიერთ მცენარეს უვითარდება მხოლოდ ხალთა, რომელიც ჩვეულებრივი ფოთლების მაგიერობას სწევს.

ფოთლის ხალთა ღეროს მუხლებისა და მუხლთშორისების საფარველია, ხალთიანი ფოთლები ენაკით უმეტესად მარცვლოვნებს ახასიათებს, ხოლო გაბრტყელებული ხალთიანი ფოთლები ქოლგოსნებს უვითარდება (სურ. 147).

ზოგიერთ მცენარეს, ჩვეულებრივი ფოთლის ფორფიტის მაგივრად, ყუნ-
წი უფართოვდება, ფორფიტის ფორმას იღებს და მის დანიშნულებას ასრუ-
ლებს. ასეთი ფოთლის მსგავს ყუნწს ფილოდიუმი („ფილიონ“— ფოთო-
ლი, „ეიდოს“—სახე, ბერძნ.) ეწოდება (სურ. 148). მცენარეთა უმრავლესობას
ფოთლის ფუძის გვერდებზე წყვილ-წყვილად უვითარდება თანაფოთლები
(სურ. 149). თანაფოთლების დანიშნულებაა: ჯერ განუვითარებელი ნაზი ფო-
თლების დაცვა, ზოგჯერ კი, ისე როგორც მწვანე ფოთლებში, ფოტოსინთე-
ზის, ტრანსპირაციისა და სხვა პროცესი.

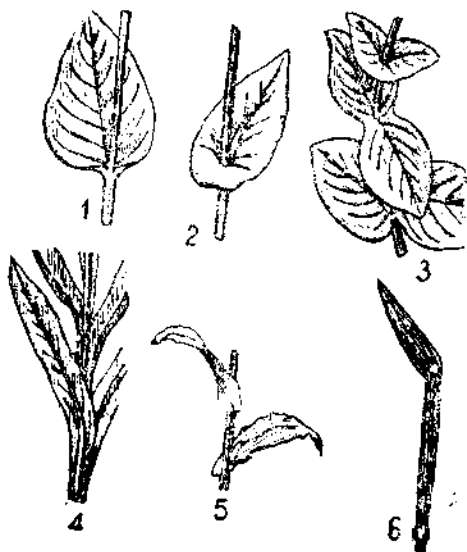
ფოთლის ფორმის თანაფოთლები მცირე ან დიდი ზომის არიან. რთულ
ფოთლებში ისინი ფოთოლაკის
მაგიერობას ეწევიან.

თანაფოთლები შეიძლება
იყოს: სიფრიფანისებრი, ჯაგრი-
სებრი, ქერქლისებრი, ეკლისებრი
ან სხვაგვარი. სიფრიფანისებრი
თანაფოთლები ზოგჯერ ერთმა-
ნეთს ეზრდებიან და, ეხვევიან რა
ღეროს, ქმნიან ე. წ. ლოლუ-
ებს, რაც მათიტელასებრთა
ოჯახისათვის მეტად დამახასია-
თებელია. ზოგიერთ მცენარეს
თანაფოთლები მთელი ვეგეტა-
ციის პერიოდში ზედვე რჩება,
ზოგს კი სცივია. ასეთებია ხეშე-
ნარეების უმეტესობა (არყი, ვერ-
ხვი, მუხა, წაბლი, რცხილა და
სხვ.).

ფორფიტა, როგორც ფოთ-
ლის მთავარი ნაწილი, მეტად
მრავალფეროვანია: ფორმით, ზო-
მით, ხნოვანებით, სიმეტრიით, მისი ძირითადი ნაწილების—ფუძის წვერის,
კიდების, ძარღვებისა და შებუსვის თავისებურებებით.

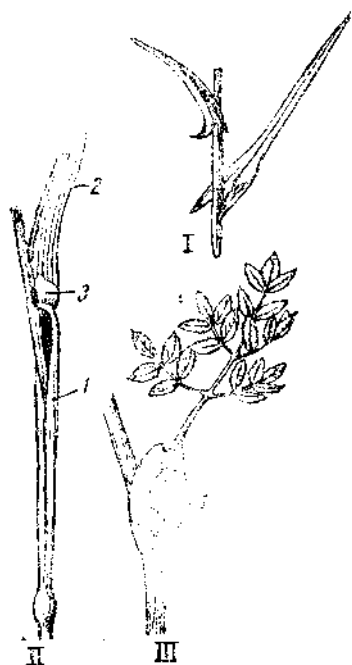
მარტივი ფოთოლი და რთული ფოთლის ფოთოლაკები ფორმით მრავალ-
გვარაა, მათ შორის ძირითადი ფორმებია: ნემსისებრი, ანუ წიწვი. რომე-
ლიც წიწვოვანებს ახასიათებს (ფიჭვი, ნაძვი, კედარი და სხვ.), ხაზურა (ხორ-
ბალი), ლანცეტისებრი (ტირიფი), მოკრძო ელიფსური (წყაფი), მომრგვალო
(ვერხვი), კვერცხისებრი (წიფელა), გულისებრი (ცაცხვი), თირკმლისებრი
(იუდას ხე), ისრისებრი (ისარა), ფარისებრი (დედოფლის ყვავილი), შუბისებ-
რი (ლოლო), რომბისებრი (ოფი) და სხვ. (სურ. 150). ამ ძირითად ფორმებს
შორის გარდამავალი ფორმებიც გამოირჩევა. მაგალითად, ვიწრო და განიე-
რი ლანცეტისებრი, უკულანცეტისებრი, უკუკვერცხისებრი და ა. შ.

ფოთლები და ფოთოლაკები ზომითაც მეტად განსხვავებულია. ზოგიერ-
თი ფოთლის ზომა სიგრძით და სიგანით რამდენიმე მმ-ით განისაზღვრება,
ზოგიერთების კი რამდენიმე მ-ს აღწევს. ყველაზე დიდი ზომის ფოთლები აქვს
ამაზონის პალმა-რაფიას (*Raphia taegiera*), რომლის სიგრძე 20—22 მ-ია,



სურ. 146. 1—ღერონხვევი ფოთოლი; 2—განგრეტილი; 3—შეზრდილი; 4—ძირ-
მიზრდილი; 5—ყურებიანი; 6—ხალთიანი.

ხოლო სიგანე 12 მ. 15 მ სიგრძის ფოთლებიანი მცენარეა აფრიკული ღვინის პალმა (*Raphia vinifera*). თუ ფოთლების ხნოვანება ერთი სავსეგეტაციო პერიოდით განისაზღვრება, მაშინ ეს ფოთლები სცივია და ასეთ მცენარეებს



სურ. 147. I—მცენარე ფოთლი;
II—მცენარეო ნაწილის ხაზით;
III—ფოთლის ნაწილი. 1—ხა-
ლი; 2—ფოთლი; 3—ნაწილი.

ფოთოლცვენია მცენარეები ეწოდება. მაგრამ ბუნებაში ბლომად მოიპოვება ისეთი მცენარე, რომლის ფოთლების სიცოცხლის ხანგრძლივობა ერთ ვეგეტაციას და მეტ პერიოდს აჭარბებს. ასეთი ფოთლები რამდენიმე წელიწადს ცოცხლობენ. ასეთი ფოთლები უფითარდება მარადმწვანე მცენარეებს. მარადმწვანობა შედარებითია, ვინაიდან ეს ფოთლები მორიგეობით სცივია, ხოლო მათ ნაცვლად, ასევე მორიგეობით, ფოთლების ახალი წყება ვითარდება ისე, რომ ჩამოცვენილი ფოთლების მაგივრად ახალი ფოთლებია განლაგებული და ა. შ. შთაბეჭდილება კი იქმნება, თითქოს მცენარე მარადმწვანეა.

წიწვოვანი მცენარეებიდან: ფიჭვის ფოთლების — წიწვების ხანგრძლივობა 2—3 წელს უდრის, ურთხელის 6—10 წელს, ნაძვისა—8—12 წ., ბრაზილიის არაუჯარისა 10—15 წ. და სხვ. ფართოფოთლოვანების (დაფნის, წყავის, სუროს, წითელი შოკვის და სხვ.) ფოთლების ხანგრძლივობა 1—4 წლამდე აღწევს.

ფოთლის ფირფიტა შეიძლება იყოს სიმეტრიული მაშინ, როდესაც მთავარი

ძარღვის მიხედვით ფირფიტა ორ თანატოლ ნაწილად იყოფა (ვაშლი, თუთა, ნეკერჩხალი). თუ ფირფიტა ორ თანატოლ ნაწილად არ იყოფა, ასეთი ფოთოლი ასიმეტრიულია (სურ. 151) (ბეგონია, თელა ცაცხვი). ფირფიტის ფუძე სხვადასხვა ფოთოლს სხვადასხვანაირი აქვს. ფუძის ფორმის მიხედვით ფოთოლი შეიძლება იყოს: მრგვალი, სელისებრი, გულისებრი, ისრისებრი და შუბისებრფუძიანი. ზოგიერთ ფოთოლს ბლაგვი ან მახვილი ფირფიტის წვერი აქვს. ზოგიერთის წვერი კი წაწვეტილი, წვეტიანი ან ამოკვეთილია. ამა თუ იმ ფოთლის კიდე ზოგჯერ მთლიანია და დაკბილული, ან ეკლიანი.

კიდემთლიანია (სურ. 152) ფოთოლი მაშინ, როდესაც მისი კიდეები სრულიად არაა ამოკვეთილი. ზოგიერთი ფოთლის კიდე ზოგჯერ ოდნავ არის ამოკვეთილი; მიუხედავად ამისა, ასეთ ფოთლებს მაინც მთლიანი ფოთოლი ეწოდება.

თუ კიდეები სოლივითაა ამოკვეთილი და ამოკვეთილის ორივე წვერი მახვილია, კიდე კბილებიანია, ანუ ფოთოლი დაკბილულია (სურ. 152). კიდედაკბილული ფოთოლი ზოგჯერ ხერხებილია (სურ. 152) (ორჯერ ხერხებილი), ზოგჯერ კი მრგვალებილია. ფოთლის კიდე ზოგჯერ ისეა და-

ბილული, რომ ეს კბილები ფორმით ეკლების მსგავსია; ასეთ ფოთოლს კი-
დე ეკლებიანი ფოთოლი ეწოდება.

ხშირად ფოთლები დანაკვეთული, დაყოფილი ან განკვეთილია (სურ. 152).
დანაკვეთული ფოთოლი ისეთი ფოთოლია, როცა მისი ფირფიტის
კიდე სიგანეზე 1/4-მდეა ამოკვეთილი. დანაკვეთული ფოთლის ნაწილაკებს
ფოთლის ნაკვეთები ეწოდება.

დანაკვეთული ფოთლებიდან განირჩევიან: ფრთისებრდანაკვეთული, თათი-
სებრდანაკვეთული და სამყურასებრდანაკვეთული ფოთლები.

დაყოფილი ფოთოლი ისეთი ფოთოლია, რომლის ფირფიტის კიდე
სიგანეზე 1/4-ზე უფრო ღრმადაა ამო-
კვეთილი. ეს ფოთლები სამი სახისაა:
ფრთისებრ, თათისებრ და სამყურასებრ
დაყოფილი. თუ ფირფიტის კიდე შუა
ძარღვამდე ან ფუძემდეა ამოკვეთილი
და ფოთლის ნაწილაკები სეგმენტებს
წარმოადგენენ, ამ შემთხვევაში ასეთ
ფოთოლს განკვეთილ ფოთოლს
უწოდებენ. განკვეთილი ფოთლებიც
სამგვარია: ფრთისებრი, თათისებრი
და სამყურასებრი.

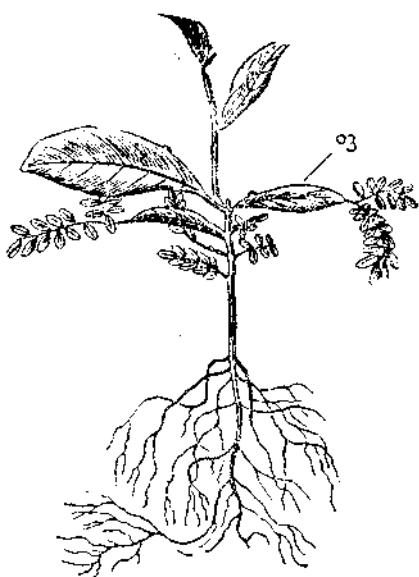
როცა ფოთოლი ფრთისებრგან-
კვეთილია და ზედა სეგმენტები ზომით
თანდათანობით სკარბობენ ქვედა სეგ-
მენტებს, მაშინ ფოთლები ჩანგისე-
ბრია (თაღგამი, შალგი). ფრთისებრ-
განკვეთილი ფოთლიდან ცალკე ფორ-
მად თვლიან წყვეტილ ფრთისებრგან-
კვეთილ ფოთოლს (კარტოფილი).

ფოთოლს, უფრო ხშირად ქვედა,
ან ზოგჯერ ზედა მხარეზე, კარგად გა-
მოსახული გამტარი კონები აქვს ძარღვების სახით. ამ ძარღვების დანი-
შნულებაა: 1) ღეროდან ფოთოლში გადაშუშავებული არაორგანული ნივთიე-
რებების გადაცემა და ფოთლის მიერ გადამუშავებულ ორგანულ ნივთიერება-
თა უკან გამოტანა, 2) ფოთლის სირბილის დაცვა სხვადასხვა უარყოფითი
ფაქტორისაგან, რის გამოც ძარღვები ფოთლის ჩონჩხს წარმოადგენენ.

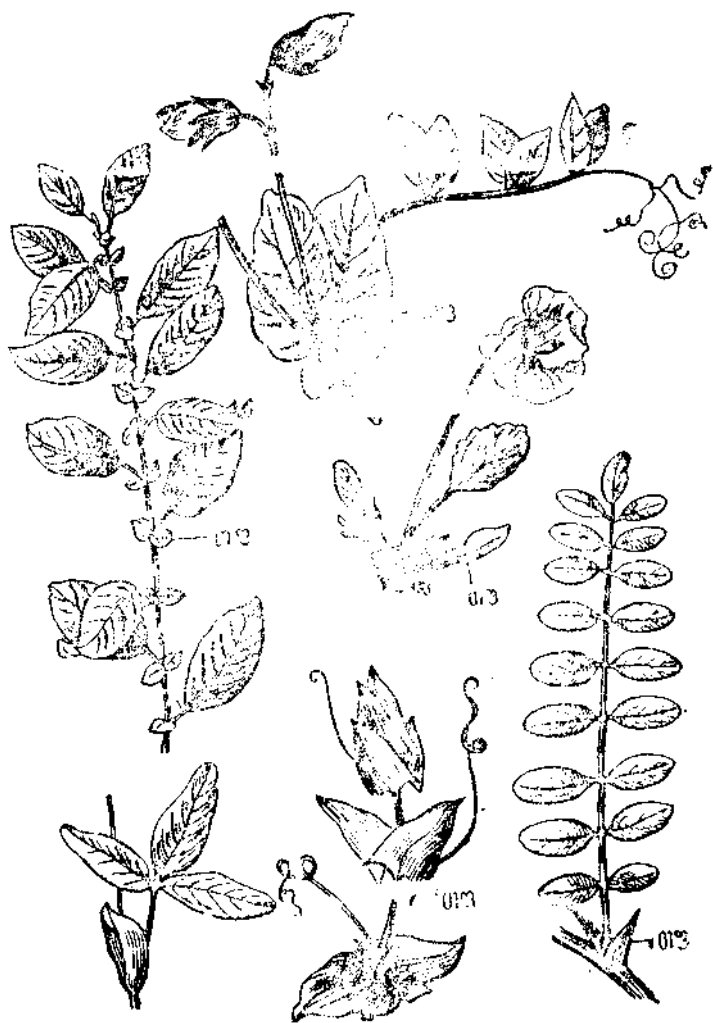
ცნობილია ფოთლის ძარღვის შემდეგი ტიპები (სურ. 153): ბადისებრი,
ფრთისებრი, თათისებრი, პარალელური, რკალისებრი, ფარისებრი, დიქოტო-
მიური და სხვ.

ბადისებრი ტიპის ფოთოლს მთავარი ძარღვი მსხვილი აქვს და კარ-
გად არის გამოსახული, მისი გვერდითი ძარღვები კი შედარებით წვრილია,
მეორე წყება უფრო წვრილი და მცირეა და ა. შ. ბადისებრი დაძარღვის
ღროს ძარღვები ბადისებრ დაქსაქსულია და ერთმანეთს უერთდებიან. ბადი-
სებრი დაძარღვა ორგვარია: თათისებრძარღვიანი და ფრთისებრ-
ძარღვიანი.

ფრთისებრძარღვიანია ფოთოლი მაშინ, როცა ერთ მთავარ ძარღვს



სურ. 148. აკაციის აღმონაცენი.
ფ—ფილოდიუმი.



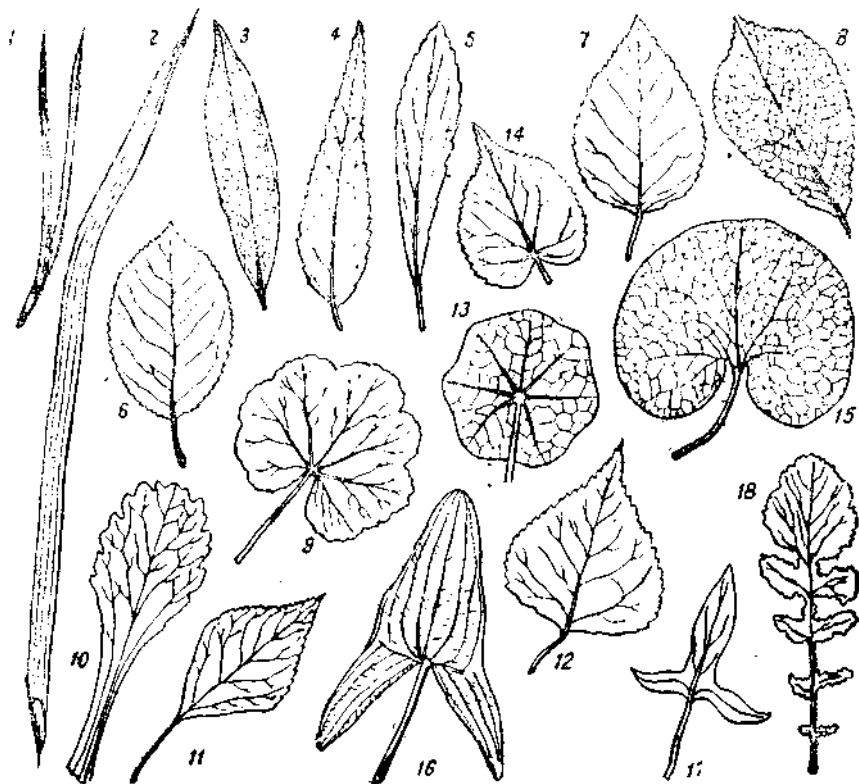
სურ. 14^ა. თანადოთლები (თფ).

გვერდითი ძარღვები აქვს. როცა ფოთოლში რამდენიმე ძარღვი თათისებრად თანაბრად ვითარდება და მთავარი ძარღვი არაა გამოსახული, მაშინ ფოთოლი თათისებრძარღვიანია. ხშირად ფოთოლში რამდენიმე თანაბარი ძარღვი სიგრძით და სიშსხოთი ერთმანეთისადმი პარალელურადაა განლაგებული; ასეთი ფოთოლი პარალელურძარღვიანია.

თუ რკალისებრი თანაბარი ძარღვი ფოთლის ფუძესთან და წვერში ერთმანეთს უერთდება, მაშინ ფოთოლი რკალძარღვიანია. ზოგჯერ ფოთლებში ძარღვები რადიუსის მიხედვით არიან განლაგებული და თითო რადიალური ძარღვი პირველ, მეორე წყება გვერდითი ძარღვებისაგან შედგება და ა. შ. ასეთ დაძარღვას ფარისებრი დაძარღვა ეწოდება. ზოგიერთ მცენარეს მაგ., შიშველთესლოვნების წარმომადგენელს გინკგოს (*Ginkgo biloba*) დიქოტომიური დაძარღვა ახასიათებს. დაძარღვის ეს იშვიათი სახე იმა-

ში მდგომარეობს, რომ ფოთლის ფუძიდან დაწყებული ყველა ძარღვი რამდენიმეჯერ ორად იყოფა.

ბადისებრი, ფრთისებრი, თათისებრი და ფარისებრი დაძარღვის ტიპები უფრო ხშირად ორლებნიანი მცენარეებია. ერთლებნიანებს კი უმეტესად პარალელური და რკალნიერი დაძარღვა ახასიათებთ. ორლებნიან მცენარეებს ბადისებრი, უმეტესად ფრთისებრძარღვიანი ფოთლები აქვთ, ზოგიერთს კი თათისებრძარღვიანი (ნეკერჩხალს, ქორაფს, ბოყვს, ჭადარს, ვაზს, სუროს, ჰამბას და სხვ.); პარალელურძარღვიანი ფოთლების მქონე მცენარეებია ერთლებნიანის უმეტესობა (მარცვლოვანების, ჭალისებრთა და ისლისებრთა წარ-



სურ. 150. მარტივი ფოთლები: 1—ნემსისებრი; 2—ხაზურა; 3—მოგრძო; 4—ლანცეტა; 5—უკულანცეტა; 6—ელიფსური; 7—კვერცხისებრი; 8—უკუკვერცხისებრი; 9—მომრგვალო; 10—თათისებრი; 11—რომბული; 12—ღელტისებრი; 13—ფარისებრი; 14—გულისებრი; 15—თიკმლისებრი; 16—ისრისებრი; 17—შუბისებრი; 18—ჩანვსებრი.

მომადგენლები), ერთლებნიანების საკმაო რაოდენობას რკალძარღვიანი ფოთლები აქვს (შროშანას, სვინტრს, ტიტას და სხვ.). ფოთლები ღეროზე შედარებით პერიზონტულად არიან განლაგებული და ამდენად, ასეთი ფოთლების ზედა და ქვედა მხარე ერთმანეთისაგან აშკარად განსხვავებულია, ე. ი. ფოთლები დორზივენტრალური („დორზუმი“—ზურგი, „ვენტერ“—მუცელი, ლათინ.) არიან.

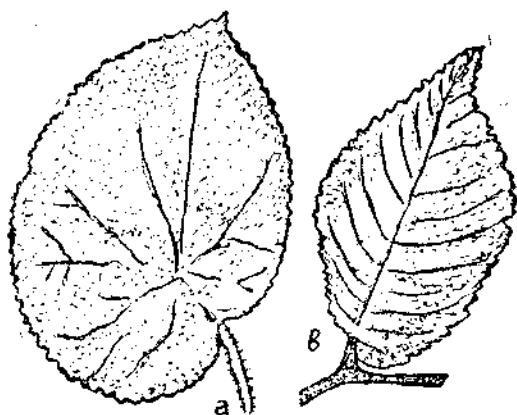
ანატომიური თავისებურებების გარდა, მისი ორივე მხარე მორფოლოგიური ნიშნებითაც განსხვავდება: ზედა მხარე უმეტესად შიშველია, ნაკლებ

გამოსახულია დაძარღვა და უფრო მწვანეა. ქვედა მხარე უმეტესად დაფარულია ბუსუსებით, ბეწვებით ან სხვა გამონაზარდებით; ძარღვიანობა კარგად აქვს გამოხატული და შედარებით მკრთალი მწვანე ფერი ახასიათებს. საკმაოდ ბევრ მცენარეს (მაგალითად, ზამბახს, თეთრყვავილას, ხმალას და სხვ.) პორიზონტალურად განლაგებული ფოთლების მაგივრად, ვერტიკალურად განლაგებული აღმამდგომი ფოთლები უვითარდება. ასეთ ფოთლებს, რასაკვირველია, ზედა და ქვედა მხარე არ გააჩნიათ და მათ იზოლატერალური („იზოს“—თანაბარი, ბერძნ. „ლატუს“ ნათ. ბრუნვა, „ლატერის“—გვერდი, ლათინ.) ეწოდება.

ფოთოლი თავისი კონსისტენციით (თხელსიფრიფანა, ხეშეშტყავისებრი, სქელხორცოვანი და სხვა მრავალი გარდამავალი ფორმით) მეტად მრავალფეროვანია. ზოგჯერ ფოთოლი შეშველია, ხშირად მას ქვედა ან ზედა მხარეზე უვითარდება სხვადასხვა სახის გამონაზარდი ბეწვების ტრიქომების („ტრიქომა“—ბეწვი, ბერძნ.) სახით. ბეწვები ეპიდერმისის გამონაზარდებია. ბეწვები ერთი ან მრავალჯერდიანია და ფოთლის დამცველ საშუალებას (წყლის დაგროვება და აორთქლება, ცხოველური ორგანიზმებიდან დაცვა და სხვ.) წარმოადგენენ. ბეწვებითაა გამოწვეული ფოთლის სხვადასხვანაირი შებუსვა.

შებუსვა შეიძლება იყოს: აბრეშუმისებრი, ხავერდისებრი, ხაოიანი ქეჩეჩისებრი, ბანჯველიანი, ჯაგრისებრი, ჯირკვლოვანი და სხვ. ზოგიერთ ფოთოლს ძლიერი შებუსვა ახასიათებს ზოგს კი—ნაკლები. ფოთლის მთელ ფირფიტაზე თუ არა, ძარღვებზე ან მათ გასწვრივ შებუსვა ხშირი მოგლენაა.

ნორმალურ ყლორტებზე რამდენადმე ერთმანეთისაგან განსხვავებული ფოთლებია, რომელთაგანაც მკვეთრად გამოირჩევიან: ქვედური, შუალური და ზედური ფოთლები

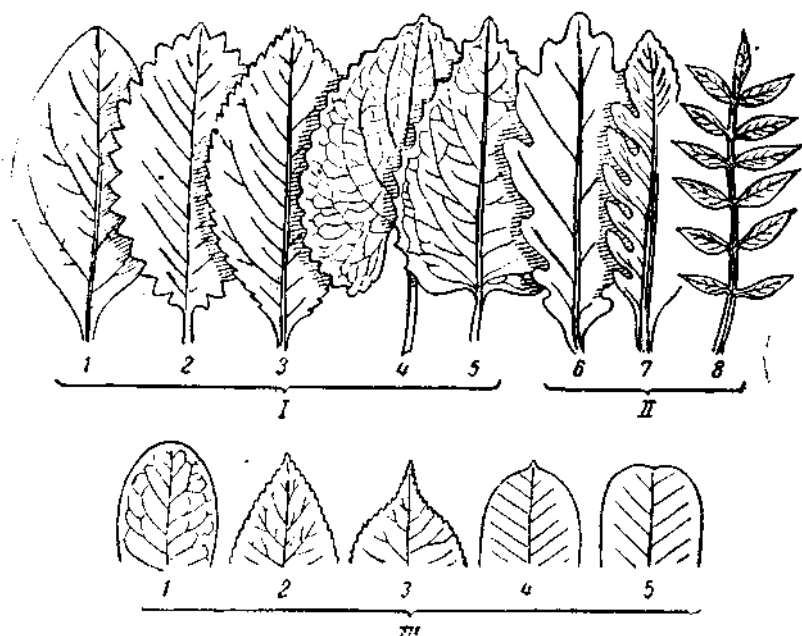


სურ. 151. ასიმეტრიული ფოთლები:
a—ბეგონია (Begonia); b—ულმა (Ulmus).

(სურ. 154). ამ სამი რიგის ფოთლებიდან შუალური ფოთლები ტიპური მწვანე ფოთლებია და ძირითადად ფოტოსინთეზს ახდენენ. მცენარეთა აღწერისა და კლასიფიკაციის საფუძვლად ამ ფოთლებს იყენებენ; მათზე ნორმალური სხვადასხვა ფორმისა და ზომის ფირფიტა ვითარდება; ზოგჯერ მათ აქვთ ყუნწი ან ხალთა.

პატარა ზომის ქვედური და ზედური ფოთლები ზოგჯერ არამწვანე ფოთლებია. ფოთლების ეს ორივე წყება მცენარის ამა თუ იმ ნაწილისათვის უმეტესად მფარავ როლს ასრულებს. ქვედური ფოთლების უმეტესობას მიეკუთვნება—ფესურასა და ტუბერის ქერქლისებრი ფოთლები, ბოლქვის ფოთლები (შიგა და გარეთა), კვირტის მფარავი ქერქლები. ეს ფოთლები გაფარ

თოვებული ფოთლის ფუძეებია, ასეთი ქერქლების გარდა, ქვედური ფოთლები მოყვითალო ან წაბლისფერ ხალთად ვითარდებიან. ქვედურ ფოთლებად აგრეთვე თესლის ლებნებს თვლიან, როგორც ჩანასახის პირველ ფოთლებს. ლებნები თესლოვან მცენარეებს უვითარდებათ, აქედან შიშველთესლოვანებს უმეტესად შრავალი ლებანი ახასიათებს, ხოლო ფარულთესლოვანებს—ერთი (ერთლენიანებს) ან ორი (ორლენიანებს). ლებნებში (ორლენიანებში) საკვები ნივთიერებები გროვდება უმეტესად ჩანასახის განვითარებისათვის. ხშირად ლებნები მიწის ზემოთ ამოდიან, მწვანდებიან და მცენარის პირველ ფოთლებად იქცევიან. ზედური ან კენწრული ფოთლები მწვანე, მაგრამ ხშირად



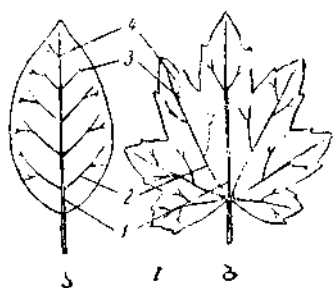
სურ. 152. ფოთლის კიდეები: I—1—კიდეშთლიანი; 2—დაკბილული; 3—ხერხკბილა; 4—მრგვალებილა; 5—კიდეამოკვეთილი; II—6—თათხებრ ღანკვეთილი; 7—დაყოფილი; 8—განკვეთილი; III—1—ფოთლის ბლაგვიწვერი; 2—წვეტიანი; 3—წაწვეტებული; 4—ბოლოწაწვეტებული; 5—ამოკვეთილი.

სხვადასხვა შეფერილობის ფოთლებია. ზედური ფოთლებისაგან ჩნდებიან ყვავილები, მისი ყვავილსაფრები და თანაყვავილები.

ბუნებაში მცენარეთა უმრავლესობა მარტივი ფოთლებია (სურ. 155), თუმცა მცენარეთა გარკვეულ ჯგუფს რთული ფოთლები უვითარდებათ. მარტივი ფოთლი ისეთი ფოთლია, რომელსაც ყუნწზე ერთი ფირფიტა უვითარდება. რთული ფოთლი კი ისეთი ფოთლია, რომელიც მთავარ ყუნწზე რამდენიმე ფირფიტას ივითარებს; ამ ფირფიტას ფოთოლაკი ეწოდება.

რთული ფოთლისა და მარტივი ფოთლის განსხვავება ზოგჯერ ძნელდება, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც მარტივი ფოთლი განკვეთილია (ფრთხილებრგანკვეთილი). რთულ ფოთლის ჯერ სცვივა ფოთოლაკები, შემდეგ კი ყუნწი, ხოლო მარტივი მთლიანად ვარდება. რთული ფოთლის ფოთოლა-

კების მორფოლოგიური თავისებურებები თითქმის იგივეა, რაც მარტივი ფოთლებისა. რთულ ფოთოლს მიეკუთვნება: ფრთისებრთული, თათისებრ-



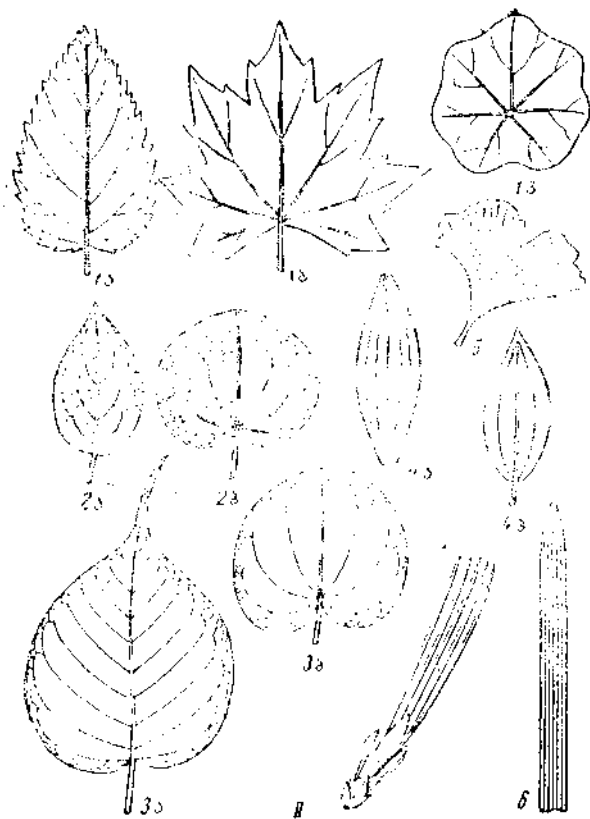
რთული და სამყურასებრთული ფოთლები (სურ. 156).

ფრთისებრთული ფოთოლი ისეთი ფოთოლია, რომელზედაც ფოთოლაკები მთავარი ყუნწის მთელ სიგრძეზე სხედან. თუ რთული ფოთლის ზედა წყება ფოთლების ყუნწის წვერზე ერთი ფოთოლაკით მთავრდება, მაშინ იგი კენტფრთისებრი რთული ფოთოლი იქნება (კაკალი, ცრუკაკია, იფანი, ჯონჯოლი, ცირცელი, გასმინი, თუთუბო, ესპარცეტი და სხვ.). თუ ყუნწზე წყვილი ფოთოლაკია, მაშინ რთული ფოთოლი წყვილ-ფრთისებრია (ჟირახელი, ბარდა, თერო და ცერცვის უმეტესი სახეობები).

ფრთისებრთული ფოთოლი შეიძლება იყოს აგრეთვე ორმაგ ან სამმაგ რთული (მიმოზა, გლედისია, ლეგა აკაცია) და წყვეტილ ფრთისებრ რთული.

თათისებრ რთული ფოთოლი ისეთი ფოთოლია, რომლის ფოთოლაკები უმეტესად ერთ წერტილში სხედან (ცხენის წაბლა, კანაფი, მარწყვი, ბალახი, ხანჭკოლა).

სამყურასებრ რთული ფოთოლი თვით სამყურას და სხვებს აქვთ (იონჯა, ძიძო, მარწყვი); ეს ისეთი ფოთოლია, რომელსაც



სურ. 153. ფოთლის დაძარღვა: I—ა—ფრთისებრი; ბ—თათისებრი; 1—მთავარი ქარღვი; 2—გვერდიანი; 3—მესამე რიგის; 4—მეოთხე რიგის. II—ა—ბადისებრი; I ბ—თათისებრი; I გ—ფარისებრი (ვარსკვლავისებრი); 2ა—ფრთისებრი; 2 ბ—თათისებრი; 3ა—ფრთისებრ-მარყუქისებრი; 3 ბ—თათისებრ-მარყუქისებრი; 4 ა—რკალისებრი; 4 ბ—თათისებრ-რკალისებრი; 5—დიქოტომიური (მარასისებრი); 6—პარალელური.

ყუნწზე სამი ფოთოლაკი უვითარდება.

თუ ერთი წყება მცენარეებისათვის მარტივი ფოთოლი და მისი სხვა-

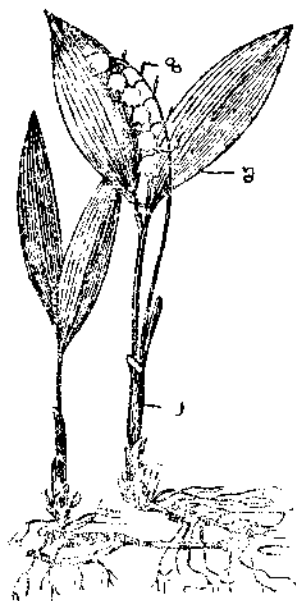
დასხვა ფორმაა დამახასიათებელი, მეორე წყება მცენარეებს რთული ფოთო-
ლი და მისი სახეები ახასიათებთ.

მცენარეთა გარკვეული ჯგუფის რომელიმე წარმომადგენელს ღეროზე
ან ტოტებზე უფითარდება სხვადასხვა ფორმის ფოთოლი; ისინი ერთმანეთი-
საგან მორფოლოგიურად განსხვავდებიან. ამ მოვლენას ნაირფოთლია-
ნობა ანუ პეტეროფილია („პეტეროს“ სხვადასხვაგვარი, „ფილონ“—
ფოთოლი, ბერძნ., სურ. 157) ეწოდება; ნაირფოთლიანობა ახასიათებს როგორც
ხმელეთის, ისე წყლის მცენარეებსაც. მაგ., თუ ჩვეულებრივ თუთას ე. წ.
ქვედა წყება ფოთლები დანაკეთული აქვს, ზედა წყება ფოთოლი კიდეშთლია-
ნია. წყლის ბაიას წყალში ჩაძირული ფოთ-
ლები მრავალნაკეთიანია, სავარცხლისებრი
ფორმისა. წყლის ზედა ბრტყელი ფოთლები
მონრგვალო ფორმისაა და დანაკეთულია.
ეკალიპტების ზოგიერთ სახეობას ერთსა
და იმავე ეგზემლარზე პეტეროფილური
ფოთლები უფითარდება. მისი ნორჩი მჯდო-
მარე ფოთლების წყება მოპირისპირედ გან-
ლაგებულია; ზოგჯერ ღერძხევიან, მონრგვა-
ლო ფორმისაა, ხნიერი ფოთლები კი მორი-
გეობით—ყუნწზე პორიზონტალურად ან ვერ-
ტიკალურად განლაგებული ან ლანცეტისებ-
რია.

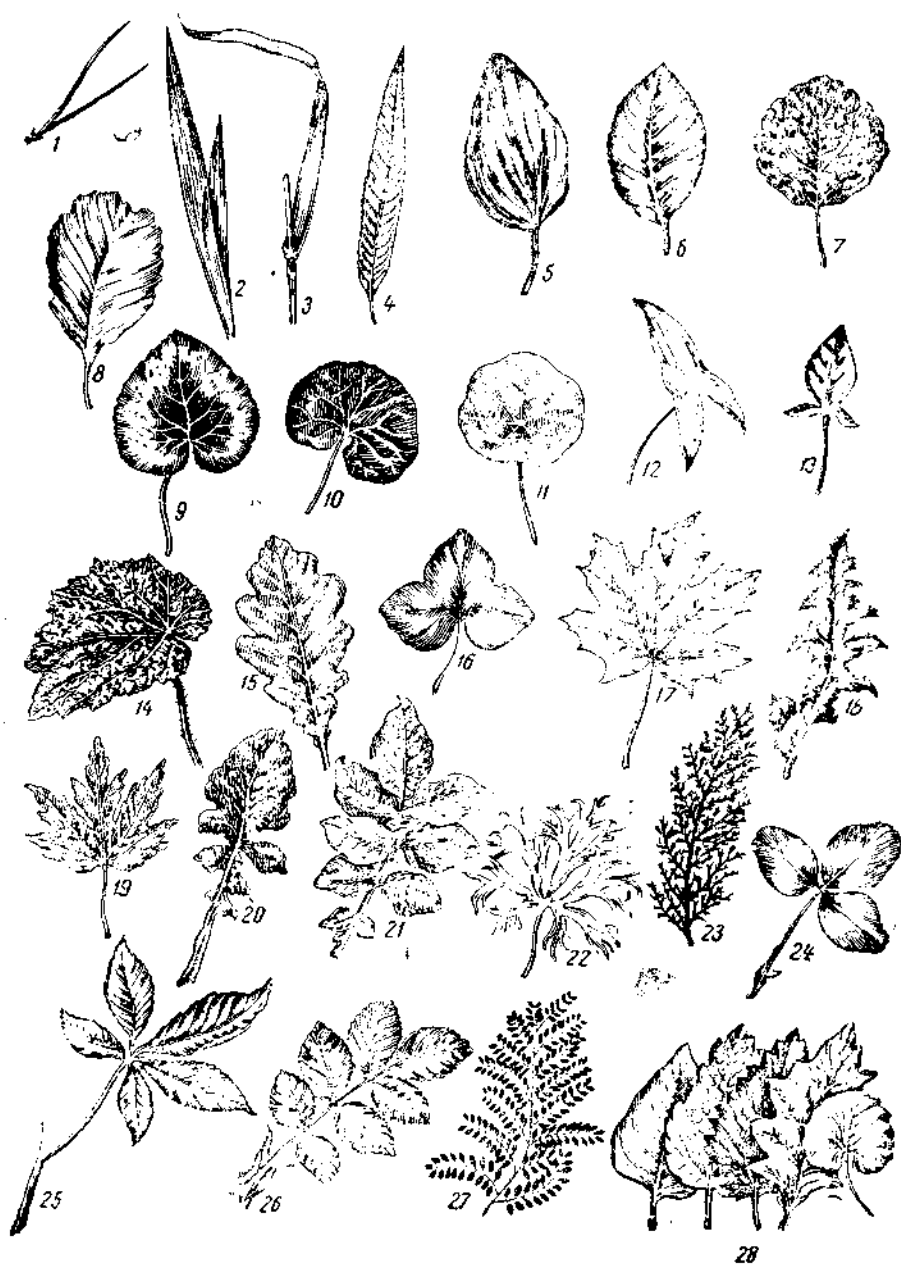
წყლის მრავალნაკეთისებრთა ერთ-ერთ
წარმომადგენელს ისარას (*Salicaria*) წყალში
ჩაყვრებული ვიწრო თასმისებრი ან ხაზურა
ფოთლები ახასიათებს, ხოლო წყლის ზევით
მოტიკტივე ფოთლები ისრისებრ-ლანცეტი-
სებრია.

ჩვეულებრივ სუროს ჟნაყოფო ყლორ-
ტებზე სანჯეთხოვან-კვერცხისებრი ფორმის,
3—7 ნაკეთიანია ფოთოლი უფითარდება,
სანაყოფე ყლორტების ფოთლები კი მთლი-
ანია.

ფოთლები ღეროზე გარკვეული წესით და თანმიმდევრობითაა განლაგე-
ბული. ღეროსა და ტოტებზე ფოთოლგანლაგება შეჰდევს სახისაა: მორი-
გეობითი, ანუ სპირალური; მოპირისპირე და რგოლური (სურ.
158). მცენარეთა უმრავლესობას ღეროს მუხლზე თითო ფოთოლი უფითარდე-
ბა და ასეთი ფოთოლთგანლაგება მორიგეობითი, ანუ სპირალურია. მორიგეო-
ბითი ფოთოლთგანლაგების დროს, ფოთლების მიმაგრების ადგილები (მუხლე-
ბი), ან მისი ნაწიბურები (ნამუხლარი) ქვევიდან ზევით პირობით ძაფით რომ
შევაერთოთ, სპირალი მიიღება; ეს იქნება ძირითადი სპირალი. აღმავალ რიგ-
ზე განლაგებული ფოთლების შემაერთებელ სწორ ხაზს ორტოსტიქი
(„ორტოს“—სწორი, „სტიქის“—შწყრაივი, ხაზი, ბერძნ.) ეწოდება (სურ. 141).
ძირითად სპირალზე (პირველი ფოთლის ზემოთ მჯდომარე ფოთლის გარდა)
განლაგებულ ყველა ფოთოლს ფოთლის ციკლი ეწოდება. მორიგეობით

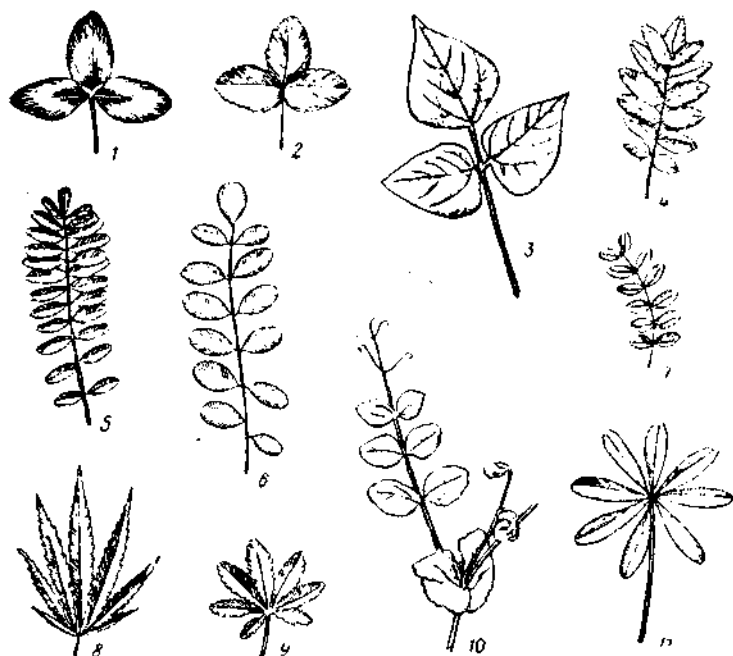


სურ. 154. შროშანას ხაზი კატეგო-
რიის ფოთლები:
კ—ქველური; შ—შუალური; ზ—ზე-
ლური.



სურ. 155. სხვადასხვა ფოთლები: 1—ნემსისებრი; 2—ხმლისებრი; 3—ხაზურა; 4—ლანცეტა; 5—კვერცხისებრი; 6—ოვალური; 7—მომრგვალო; 8—უკუკვერცხისებრი; 9—გულისებრი; 10—თიკმლისებრი; 11—ფარისებრი; 12—ისრისებრი; 13—შუბისებრი; 14—არათანაბარ-გვერდიანი; 15—ფრთისებრათისებრი; 16—სამწაკეთიანი; 17—თათისებრი; 18—ფრთადაყოფილი; 19—თათდაყოფილი; 20—ფრთისებრდაყოფილი; 21—ჩანგისებრი; 22—ფრთისებრგანკვეთილი; 23—ორმაგფრთისებრგანკვეთილი; 24—სამყურა; 25—ფრთისებრთული; 26—კენტფრთისებრთული; 27—ორმაგფრთისებრთული; 28—ფოთლის კიდევები (იდეშთიანი, ზერბებილა, დაკბილული, ამოკვეთილი და მრგვალებილა).

ფოთოლთვანლაგებას ხშირად წილადით გამოსახავენ, სადაც მრიცხველი იქნება ერთი ციკლის ძირითადი სპირალის წრეების რაოდენობა, ხოლო მნიშვნელოვან—ფოთოლთა რაოდენობა. მაგალითად, $1/2$ ნიშნავს, რომ ძირითადად სპირალმა ღეროს ერთხელ შემოუარა და ფოთლის ციკლი 2 ფოთლისაგან შედგება. $1/3$ -ის დროს სპირალი ერთ წრეს აკეთებს, მაშინ ფოთოლი—3-ია. $2/5$ -ის შემოვლისას უკვე ძირითადი სპირალი ღეროს ორჯერ ეხვევა და ფოთლის ციკლი 5 ფოთლისაგან შედგება. ფოთოლთვანლაგების დროს, როდესაც ფოთოლი ზევითაა და მისი მოსაზღვრე ქვედა ფოთლისაგან დაშორებულია, იქნება ე. წ. ფოთოლთდაშორების კუთხე. ფოთოლთდაშორების



სურ. 156. რთული ფოთლები: 1—2—3—სამყურასებრთული ფოთოლი. 4—5—6—კენტფრთისებრთული; 7—წყვილფრთისებრთული; (10—იგივე ულვაშით); 8—9—11—თათისებრთული.

კუთხე 1, 2-ის შემთხვევაში 180° -ს უდრის, $1/3$ -ის დროს— 120° -ს, ხოლო $2/5$ -ის დროს— 144° -ს.

ღეროზე ფოთოლთვანლაგება (სპირალური) და ფოთოლთდაშორების კუთხეები შეიძლება სათანადო დიაგრამის სახით გამოვხატოთ (სურ. 159).

ხშირად მუხლზე ერთმანეთის მოპირისპირე ორი ფოთოლი ვითარდება და მოპირდაპირე ფოთოლთვანლაგება იქმნება. თუ ღეროს ერთ მუხლზე მოპირისპირე ორი ფოთოლი და მეორე მუხლზე მოპირისპირე ორი ფოთოლი ერთმანეთის მიმართ ჯვარედინადაა განლაგებული, მაშინ ასეთი ფოთოლთვანლაგება ჯვარედინმოპირისპირე იქნება.

მცენარეთა საკმაოდ ჯგუფს აქვს რგოლური ფოთოლთვანლაგება, როდესაც 3 ან მეტი ფოთოლი ერთი მუხლის გარშემო ზის. ზემომოყვანილი ფოთოლთვანლაგების ესა თუ ის სახე მცენარეთა რომელიმე ჯგუფისთვისაა

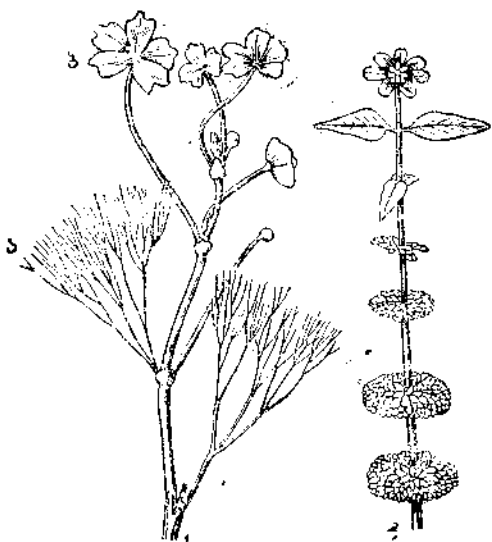
დამახასიათებელი, მაგრამ მცენარეთა გარკვეულ წარმომადგენლებს ერთ ლეროზე და მის ტოტებზე შეიძლება მორიგეობითი და მოპირდაპირე ფოთოლთგანლაგებაც ჰქონდეს.

ფოთლების ურთიერთგანლაგება უშუალო ურთიერთობაშია ფოტოსინ-

თეზთან; როგორც წესი, ფოთლები ისე არიან განლაგებული, რომ ერთმანეთს არ ჩრდილავენ, მეტ სივრცეს იჭერენ და მზის სხივური ენერგიის შთანთქმის მეტ უნარს ამჟღავნებენ. ფოთლების ურთიერთგანლაგების ასეთ წესს მოზაიკური ფოთოლთგანლაგება ეწოდება (სურ. 160). მოზაიკური ფოთოლთგანლაგების მქონე მცენარეებიდან აღსანიშნავია: ლეკის ხე, თელა, სურო, ნემსიწყერა და სხვ.

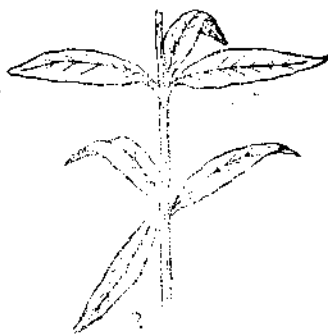
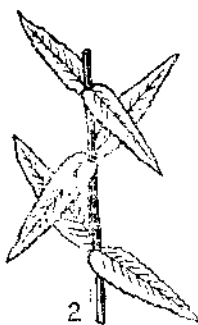
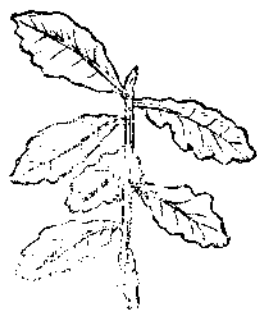
ნორმალურ ფოთლებთან ერთად (მათი ძირითადი მორფოლოგიური თავისებურებებიზე მოთ იყო განხილული) ბუნებაში ვხვდებით ფოთლის შრავალნიარ სახეცვლილებებს — მეტამორფოზებს. ფოთლის მეტამორფოზი ზოგჯერ ისეთ რთულ სა-

ხეს იღებს, რომ ხშირად ძნელდება მისი ფოთლისეული წარმოშობის დადგენა. მაგალითად, თუ ფოთოლი არაორგანულ ნივთიერებათა ხარჯზე იკვებება,



სურ. 157. პეტროფილია (ნაირფოთიანობა)

1—წყლის ბაიის (*Batrachium*) მაგალითზე;
ა—წყალში ჩაუტრსული ფოთლები; ბ—წყლის ზედაპირზე მკურავი ფოთლები. 2—ორკბილის (*Bidens*) ფოთლები.



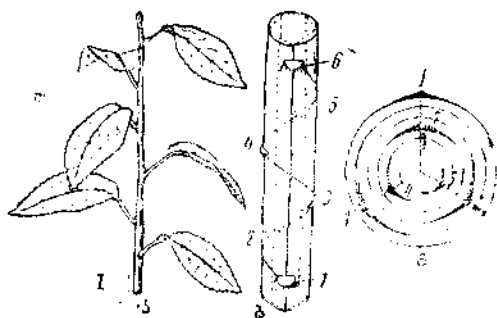
სურ. 158. ფოთლის განლაგების სახეები: 1—მორიგეობითი (სპირალური); 2—მოპირდაპირე; 3—რგოლური.

ხშირად მწერიკამია მცენარეების ფოთლების ძლიერი მეტამორფოზის შედეგად, თხევადში ორგანული ნივთიერებებით საზრდოობს. ამდენად ასეთი ფოთლების ჰომოლოგიის დადგენა ნორმალურ ფოთლებთან საკმაოდ ძნელდება.

მეტამორფოზის დროს ფოთლის ფირფიტა ან მისი ნაწილები (ყუნწი

და თანაფოთლები) ზოგჯერ გარდაიქმნებიან საზრდო ნივთიერებების დამგროვებელ ფოთლებად — ქერქლებად. ცხოველური ორგანიზმების უარყოფითა მოქმედებისაგან დასაცავად ზოგიერთ მცენარეს ფოთლები ეკლებად, ანდა საყრდენზე მოსაკიდ ულვაშად ექცევა.

კვირტში არსებულ ფოთლის ჩანასახებს გარედან იცავს ერთი ან რამდენიმე წყება მფარავი ქერქლი, რომლებიც ფოთლის სახეცვლილებას წარმოადგენენ. ქერქლები იცავენ მცენარეს სხვადასხვა უარყოფითი ფაქტორისაგან (მაღალი და დაბალი ტემპერატურისაგან, აორთქლებისაგან და ა. შ.); მფარავი ქერქლების მსგავსია ფესურას და ბოლქვის არამწვანე თეთრი ან მურა ფერის ქერქლები. ბოლქვის გარეთა ქერქლები და შიგა სიფრთხანა ფოთლები მფარავ ქერქლებად ითვლება. წვნიან ფოთლებში საზრდო ნივთიერებები გოვოდება. ასეთ ხორ-



სურ. 159. სქემა და დიაგრამა ფოთლების მოძიებითი განლაგებისა ღეროზე. 1—ა—მორიგეობით განლაგებული ფოთლები; 2—სქემა ფოთლების განლაგებისა. 1 და 2—ორტოსტაქი; 3—ფოთლის მორიგეობით განლაგების დიაგრამა.



სურ. 160. ფოთლის მოზაიკა.

ძარღვები და ფოთოლთანები. ეკლებადქცეული ფოთლების ტიპურ მაგალითს ეკუთვნის კოწახური (სურ. 161), რომლის კბილები 2—3-ად ან მეტად არის გაყოფილი. მთლიანი ფოთლიდან განვითარებული ეკალი ახასიათებს აგრეთვე ხურტმელს (*grossularia rectinata*-ს) ფოთლის ძარღვები ეკლებად ექცევა, მაგალითად, ბაძგს (*Jlex colchica*), გლერძას (*Astragalus*) და ნარშავის (*Carduus*) მრავალ სახეობას. ეკლის ხეს, თელას, კაპარს (*Copparis spinosa* იცს, ცეცხლეკალას და სხვ. ეკლებად ფოთოლთანები აქვთ ქცეული.



სურ. 161. 1—აკაციის ფოთლისეული ეკალი. 2—კოწახურის ფოთლისეული

ფართოდ გავრცელებულია აგრეთვე ფოთლისაგან ან მისი ნაწილებისა-

გან წარმოქმნილი, ამა თუ იმ საყრდენზე მცენარის მოსაკიდი, ანუ მისამაგრებელი ფოთლები—უღვაშები.

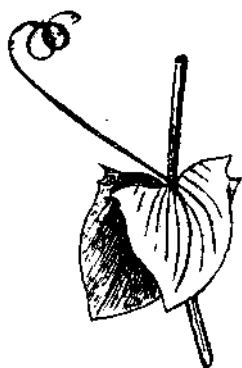
ბარდას წვეილფრთისებრი ფოთლის ზედა წვეილი ფოთოლაკი ძაფნაირ, დატოტვილ უღვაშებად ექცევა და ამით სხვა მცენარეს ან რომელიმე სუბსტრატს ეხვევა. თუ ფოთოლი ზოგჯერ უღვაშად იქცევა, ამის მაგივრობას ფოთოლთანები ასრულებენ (მაგ. ყანის მატკვარცანა—*Lathyrus aphaca*, სურ. 162); გოგრას კვირტის ზოგიერთი მფარავი ფოთოლი უღვაშებად ექცევა და მისი მხოხავი ღერო ამ უღვაშებით ეკიდება საყრდენს; ეკალიჭას (*Smilax axcelsa*) თანაფოთლები უღვაშებად აქვს ქცეული. უდაბნოს ან კლდოვან ადგილებში, ქვიან და მზრალ ქვიშიან ხიდაგებზე დასახლებული მრავალი მცენარე წყლის დიდ ნაკლებობას განიცდის (ნალექების სახით); წყლის ნაკლებობას ეს მცენარეები იმით ეგუებიან, რომ ფოთლებში წყალს იგროვებენ და ძლიერ სუსტი ტრანსპირაციის გამო შეფარდებითი აორთქლების პროცესიც

მცირდება. ამ დროს ფოთლები სქელი, ხორცოვანი და წყლიანი ხდებიან. წყლიანი ფოთლის ცენტრალურ ნაწილში ან ორივე ეპიდერმისის ქვეშ დიდი ზომის უჯრედებისაგან შემდგარი წყლის დამგროვებელი ქსოვილია.

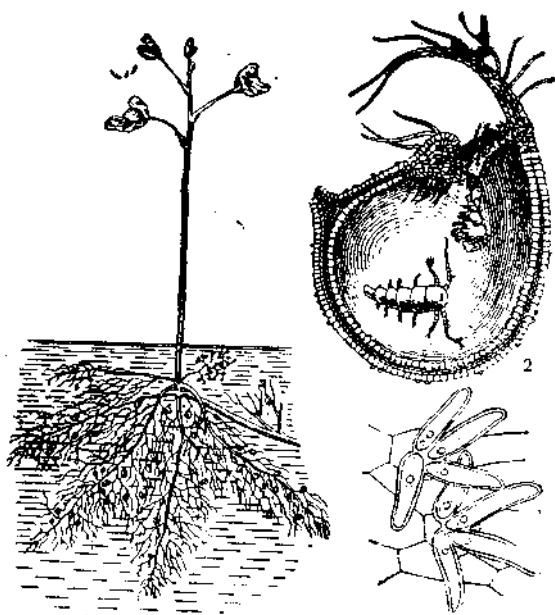
ასეთ ფოთლებში, წყლის დამგროვებელ ქსოვილთან ერთად, ბაგეების მცირე რაოდენობაა წარმოდგენილი. იმ მცენარეებს, რომელთაც წყლიანი ან ხორცოვანი ფოთლები უფითაოდებათ, სუკულენტები („სუკუს“—წვენი, „სუკულენტუს“—წვენიანი, ლათინ.) ეწოდება.

ტიპური სუკულენტი მცენარეებიდან აღსანიშნავია: ალოე (*Aloe arborescens*) ხანგრეთ აფრიკის სტეპების მცენარე, ამერიკული აგავეები (*Agave*) და აგრეთვე, ჩვენი კლდების ქვიან და ღორღიან ადგილებში

მოზარდი კლდისდუმები, ფუნთუშები და სხვ.



სურ. 162. უღვაში ყანის მატკვარცანაზე (*Lathyrus Aphaca*).



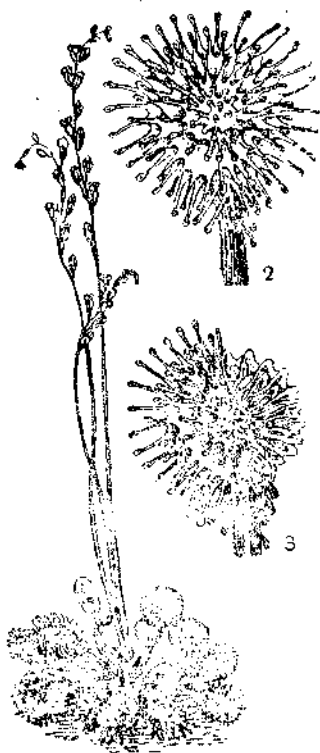
სურ. 163. 1—ბუშტოსანა. 2—სახეშეცვლილი ფოთლები შიგ მოყოლილი მწერით.

ბევრ მცენარეში ფოთლის მაგივრობას გაბრტყელებული ყუნწი ასრულებს. ყუნწის ამ სახეცვლილებას ფილოდიუმი ეწოდება. თუ ნორმალური ფოთლების როლი ძირითადად ავტოტროფული კვებით განისაზღვრება, ფოთლების სახეცვლილებების დროს ზოგჯერ ადგილი აქვს პეტეროტროფულ — შზა ორგანული მასით კვებას; ამ მხრივ განსაკუთრებით აღსანიშნავია მწერიჭამია მცენარეების სახეშეცვლილი ფოთლები. მწერიჭამია მცენარეები აღჭურვილი არიან სპეციალური სამარჯვებით, რომელთა საშუალებით, იჭერენ პატარა მწერებს და სათანადო მონელების შემდეგ ამ ორგანიზმებით იკვებებიან. მწერიჭამია მცენარეებს ეკუთვნის ბუშტოსანა, დროზერა, ბუზიჭერია, ნებენტესი და სხვ.

ბუშტოსანა (*Utricularia vulgaris*, სურ. 163) ჩვენს ტბებსა და ჭაობებში მოცურავე უფესვო მცენარეა. მისი მრავალჯერ წვრილად განკვეთილი ფოთლები აღჭურვილია ბუშტულებით. ბუშტულები ფოთლის ნაკვთების სახეცვლილებებს წარმოადგენენ. ამ პატარა ბუშტულებს ერთ მხარეს აქვთ ხვრელი, რომელიც შიგნიდან სარქველით არის დახურული. სხვადასხვა მწერი ან მცირე ზომის ცხოველური ორგანიზმი სარქვლის შეხებისას ბუშტულებში ემწყვდევა და ზევით ეელარ ამოდის, ვინაიდან შიგნიდან სარქველი ისევ იხურება. ბუშტულებში მომწყვდიული ორგანიზმები თანდათანობით იხრწნებიან და ამ გახრწნილ მასას მცენარე ინელებს.

დროზერაც (*Drosera Rotundifolia* სურ. 164) ჩვენს ტორფიან ჭაობებში მზარდი მრავალწლოვანი მცენარეა. მისი როზეტი შეკრებილი პატარა ზომის ფოთლებით, თანაფოთლებიანია. ფოთლები ზემოდან დაფარულია მოწითალო, თავკომბალი-სებრი ბეწვებით (ჯირკვლებით). ამ ბეწვების წვერიდან გამოიყოფა წებოვანი ნივთიერება, რომელზედაც ადვილად ეწებება მიკროორგანიზმები, ხშირად მწერების სახით. მიწებებული მწერი, ცდილობს რა განთავისუფლებას, თავისი მოკმედებით აღიზიანებს ბეწვებს, რომლებიც გარს ეხვევიან მწერს. გამონაყოფი სამტავეების მოკმედებით მწერის დაშლილ სხეულს მცენარე საკვებად იყენებს.

დროზერასებრთა ოჯახიდან მწერიჭამიას მეორე წარმომადგენელია ბუზიჭერია (*Diorena muscipula*, სურ. 165). ბუზიჭერია გავრცელებულია ჩრდილო ამერიკის ტორფიან ჭაობებში. მწერის დასაჭერად მას ფოთლები შემდეგნაირად აქვს მომარჯვებული: ფოთლის ორნაკვთიანი ფირფიტა ფრთიან ყუნწზე ზის და ფირფიტის ნაკვთები გრძელი კბილებით მთავრდება. ფირ-



სურ. 164. დროზერა (*Drosera*).
1—მცენარე; 2, 3—სწორი და მო-
ღუნული ჯირკვლოვან-ბეწვებიანა
ფოთლები.

ფიტის ნაკვეთებს შუა ჯაგრისებრი გამონაზარდებია. თუ ამ ჯაგრებზე მწერი მოხვდა, გაღიზიანების შედეგად ნაკვეთები მოიკეცება; ნაკვეთების მოკეცვისთანავე მასზე განლაგებული კბილებიც ერთმანეთს უერთდებიან ისე, რომ კბილები ერთმანეთში ჩამჯდარია და შიგნითა თუ ის მწერია გაბნეული. ნაკვეთებისა და კბილების ხლართებში მოხვედრილი მწერი მცენარის შიგნით გამოყოფილი ხსნადი ნივთიერებებით იშლება და შემდეგ კი მოინელებს.

ტენიანი ტროპიკული ტყეების ეპიფიტი მცენარის ნეპენტესის (*Nepenthes*, სურ. 166) ფოთლები და ყუნწი ძალიან სახეშეცვლილია.

ფოთლის ყუნწი ქვედა ნაწილში ფოთლისებრ გაბრტყელებულია, ხოლო



სურ. 165. დიონეა (*Dionea*). ა—მცენარე ყველაფრით და მწერიკამია ფოთლებით; ბ—გაშლილი ფოთლი; გ—ფოთლის განაქერი.

ზედა ნაწილით, რომელიც მრგვალ თასმისებრად არის წაგრძელებული, ამა თუ იმ საყრდენს ეხვევა და ყუნწის ბოლოზე პატარა ზომის ქოთნისებრი სხეულები უფითარდება. ეს ფოთლები ღრუიანი სხეულებია. ღრუ ზემოდან ფოთლის ფირფიტით—ხუფით არის ნახევრად დაფარული. ხუფის ქვედა მხარე და ფოთლის ზემოთ კიდევები მოფენილია ჯირკვლებით, რომლებშიც ტკბილი სითხე გროვდება. მწერი, უმთავრესად, ამ სითხეს, შეფერადებულ ქოთანსა და ხუფს ეტანება. ხშირად მწერი სითხის წუწნის დროს ვარდება ქოთნის ღრუში და უკან ვეღარ ამოდის. ქოთნის კედლის უჯრედებიდან გამოყოფილი ორგანული მჟავების მოქმედებით მწერის ორგანიზმი იშლება და ხდება მონელება.

ყველა ამ და სხვა მრავალ მწერიკამია მცენარეს აზოტით ღარიბ ადგილსამყოფელში უხდება ცხოვრება და ამი-

ტომ აზოტის ანაზღაურება ცხოველურ-ორგანული ნივთიერებების კვების ხარჯზე წარმოებს.

ნეტამორფოზული ფოთლების განსაკუთრებულ ტიპს ეკუთვნის ეპიფიტ დიშიდიას ფოთლები (*Dischidia rafflesiana*, სურ. 167). დიშიდიას ერთი წყება ფოთლები ღებულობს პარკისებრ ფორმას, სადაც წყალი და წყალთან ერთად ცხოველური და მცენარეული ორგანიზმების ნარჩენები გროვდება. ამ პარკებში მრავალჯნის დატოტიანებული დამატებითი ფესვებია გართხმული, რომლებიც ღეროდან პარკის მიმაგრების ადგილიდან გამოდიან. ეს ფესვები პარკში დაგროვილ წყალს და სხვა მასას იწოვენ და ითვისებენ.

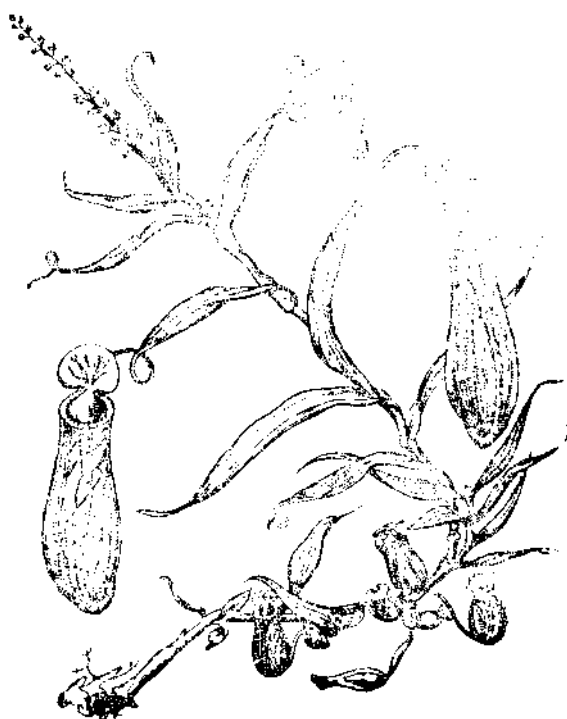
ფოთლის რთული ნეტამორფოზი გამოსახულია მცენარის ისეთ ორგანოში, როგორიცაა ყვავილი და მისი ნაწილები.

ფოთლის შინაგანი აგებულება. ფოთლის ანატომიური შესწავლა ადას-

ტურებს, რომ იგი მცენარის ერთ-ერთი ძირითადი სასიცოცხლო პროცესის — ფოტოსინთეზის მჭარმოებელი ორგანოა (სურ. 168).

ფოთოლი შედგება ფირფიტისა და ყუნწისაგან. ფირფიტა მეტწილად ძარღვებითაა დაქსელილი. ფირფიტის რბილობი და ძარღვები შედგებიან სხვადასხვა ქსოვილისაგან: ძირითადი, წარმომშობი, მფარავი, მექანიკური და გამტარისგან. ეს ქსოვილები ხელს უწყობენ ფოთოლში მიმდინარე მთავარ პროცესს — ფოტოსინთეზს.

განხილულიდან ჩანს, რომ თუ ფოთოლი მზის სინათლის მიმართ უპირატესად ერთი სიბრტყითაა მიმართული, — მაშინ მისი აგებულება გარეგნულად და ანატომიურად ორმხრივია, ე. ი. ფოთლის ზედა და ქვედა მხრის ნაწილები სხვადასხვა აგებულებისაა. ასეთი ფოთლები დორზოვენტრალური ტიპისაა, თუ ფოთლის ფირფიტა ნაკლებად დიფერენცირებულია ზედა და ქვედა მხარედ, ანატომიური ელემენტების დიდი ნაწილი მთელ სისქეზე ერთგვაროვანი აგებულებისაა, მაშინ ფოთოლი იზოლატერალური ტიპისაა.



სურ. 166. ნეპენტესის (Nepenthes) სახეშეცვლილი ქოთნისებური ფოთლები.

დორზოვენტრალური ტიპის ფოთლის ფირფიტის ანატომიური აგებულება

დორზოვენტრალური ტიპის ფოთლები, უპირატესად, აქვთ ორლებნიან მცენარეებს. ფოთლის ზედა და ქვედა მხარე დაუარულია ეპიდერმისით, ანუ კანით. მათ შორის მოქცეულ რბილ ნაწილს მეზოფილს ანუ რბილობს უწოდებენ. მეზოფილ ადგილას განკვეთილია წვრილი თუ მსხვილი ძარღვებით. ფოთლის ზედა ეპიდერმისი შედგება ცოცხალი, ერთწყობად განწყობილი და ერთმანეთთან მჭიდროდ მიჯრილი უჯრედებისაგან. ზედა ეპიდერმისი მეტწილად დაფარულია კუტიკულით. კუტიკულა შედგება კუტინისაგან, რომელიც ცხიმშავარ ნივთიერებათა ნარევი. ანდა ზოგჯერ ეპიდერმის ცვილით არის დაფარული. ცვილი კანს ზედა შრეა, იგი იცავს ზემოთი აორთქლებისაგან ფირფიტას, ხელს უშლის ბაქტერიებისა და სოკოების შეჭრას რბილობში.

ზედა ეპიდერმისში ბაგეები, ჩეხულებრივ, არაა, ხოლო თუ არის, ისიც მცირე რაოდენობით. წყლის მცენარეების წყლის ზედაპირზე მოთივრთვით ფოთლებს ბაგეები ზედა ეპიდერმისში აქვთ განლაგებული.

ქვედა ეპიდერმისი შედგება პატარა ზომის (ვიდრე ზედა) ერთ წვებად განწყობილი უჯრედებისაგან. ეპიდერმისისათვის დამახასიათებელია ბაგეების დიდი რაოდენობა. ფირფიტის ქვედა მხარე ბუსუსებითაა მოფენილი; ფოთლის ზედა მხარე კრიალა ან პრიალა და მუქი მწვანეა, ქვედა მხარე მკრთალი



სურ. 167, დიშიდიას (*Dischidia Rafflesiana*) ჭოონისებრი ფოთლები.

და უფრო ბაცი მწვანეა. ზედა მხარეზე ძარღვები სუსტადაა გამოსახული, ქვედა მხარეზე კი—ძლიერ. ბაგეები, რომლებიც მეტწილად ქვედა ეპიდერმისში არიან განლაგებული, ხელს უწყობენ აორთქლების, ფოტოსინთეზისა და სუნთქვის პროცესებს.

ბაგე შედგება ორი. ნახევრადმოფარისებრი უჯრედისაგან, რომლებიც ერთმანეთს უკავშირდებიან ჩაზნექილი ნაწილებით. ამ ორ უჯრედს მკეტავი უჯრედები ეწოდება. მკეტავი უჯრედებს შორის ბაგის ხვრელია. მკეტავი უჯრედები არეგულირებენ ბაგის ხვრელის მოქმედებას, გაღება-დაკეტვას, მათი

უჯრედების არათანაბარი გასქელებით და ტურგორული წნევით. მკეტავი უჯრედების ქვეშ ხშირად იქმნება საპაერო ღრუ (სურ. 169). ქვედა ეპიდერმისში მდებარე ბაგეები ხვრელით დაკავშირებულია მეზოფილის პარენქიმის უჯრედშორისებთან და ამით ხელს უწყობს აირბიმოცვლას. ბაგეები ყველა უმაღლესი მცენარეებისთვისაა დამახასიათებელი, გარდა პარაზიტ, საპროფიტ და ზოგიერთ წყალში ჩაძირულფოთლებიანი წყლის მცენარეებისათვის. ბაგეების ზომა და რაოდენობა განსხვავებულია არა მარტო მცენარის სხვადასხვა სახეობისათვის, არამედ ერთი სახეობისათვის, თუ ფოთლები განვითარდა სხვადასხვა ეკოლოგიურ პირობებში. ბაგეების რაოდენობა საშუალოდ ფოთლის ზედაპირის 1 მმ²-ზე უდრის 200—400-ს, ზოგჯერ კი გაცილებით მეტს. მართალია, ეპიდერმისი ძალიან თხელი შრეა, მაგრამ იგი ზოგიერთ მცენარეში საკმაოდ მტკიცე შეიძლება იყოს, მაგალითად, პალმის (*Raphia taedigera*-ს) ფოთლის ეპიდერმისიდან მზადდება ნამყენების შესახვევი მასალა, რომელიც ფართოდაა გამოყენებული მეზალეობაში რაფიას სახელწოდებით. ზოგიერთ მცენარეს ფოთოლში უვითარდება წყალშემკრები იდიობლასტები (სურ. 170), რომლებიც ფოთლებში წყლის მარაგს არეგულირებენ. ასეთი იდიობლასტები ახასიათებთ მეტწილად სუკულენტი მცენარეების ფოთლებს. იდიობლასტები ზოგჯერ შეიცავენ მთრიმლავ ნივთიერებებს, ეთერზეთებსა და სხვა ორგანულ ნივთიერებებს.

ხშირად ფირფიტის კიდურ ნაწილში ე. წ. წყლის ბაგეები—კიდატოტები ვითარდება, რომელთა საშუალებით წყალი წვეთების სახით გამოი-

ყოფა. ჰიდატოტები უვითარდებათ მეტწილად ტენიან ადგილებში მოზარდ მცენარეებს.

ფოთლის მეზოფილი შედგება მესრისებრი და ღრუბლისებრი პარენქიზისაგან და ძარღვებისაგან.

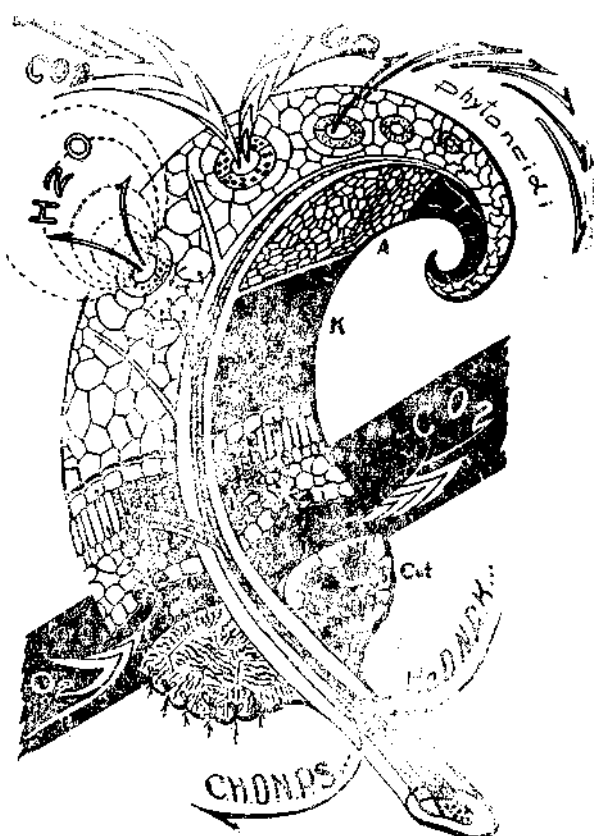
მესრისებრი პარენქიზა, მეტწილად, განლაგებულია ფოთლის ზედა მხარეზე — ზედა ეპიდერმისის პერპენდიკულარულად (სურ. 171), მისი ცოცხალი, ერთ ან რამდენიმე წყებად განლაგებული მოგრძო უჯრედები ერთმანეთთან მჭიდროდაა მიჯრილი. ამ ქსოვილის უჯრედების განლაგება სხვადასხვაა არა მარტო ამა თუ იმ სახეობის მცენარეებში, არამედ ერთი და იგივე სახეობის მცენარე-

ებშიაც, რაც გამოწვეულია გარემო პირობების ზეგავლენით. იმ მცენარეებს, რომელთაც უხდებიათ ქარბი სინათლის პირობებში ცხოვრება, მესრისებრი პარენქიზის უჯრედები რამდენიმე წყებად აქვთ, ხოლო ნაკლებ სინათლიან გარემოში ხშირად ერთ წყებად არიან განლაგებული (სურ. 172).

მესრისებრი პარენქიზაში დიდი როლდენობითაა ქლოროფილის მარცვლები და ამიტომ იგი წარმოადგენს ტიპურ საასიმილაციო ქსოვილს. დორზოვენტრალურ ფოთლებში მესრისებრი პარენქიზა საკმაოდაა განვითარებული, რაც დამახასიათებელია ქსეროფიტებისათვის. ქსეროფიტებს, რომელთაც მცირე ზომის და სქელი ფოთლები ახასიათებთ, მესრისებრი პარენქიზა ძალიან განვითარებული აქვთ, უჯრედები უფრო დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი და რამდენიმე წყებადაა განლაგებული.

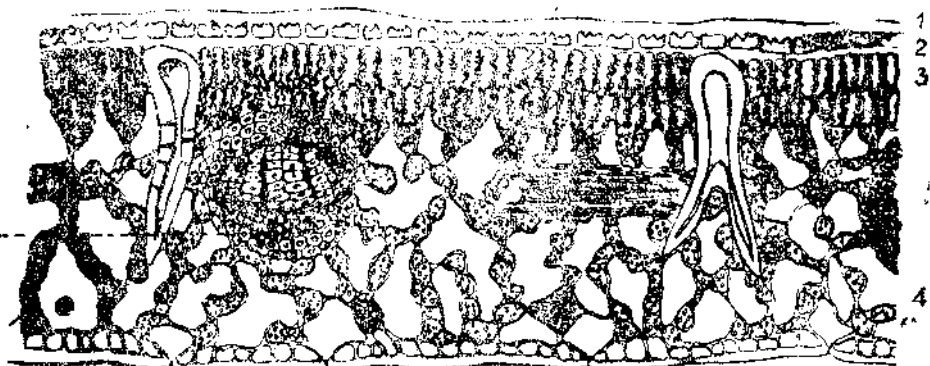
ჰიდროფიტებში მესრისებრი პარენქიზა სუსტადაა განვითარებული, ან სრულებითაც არაა. მესრისებრი პარენქიზაში ქლოროფილის მარცვლები განლაგებულია მისი უჯრედების კედლურ პროტოპლაზმაში.

მეზოფილის ქვედა ნაწილი უკავია ღრუბლისებრი პარენქიზას. იგი უსწორ-



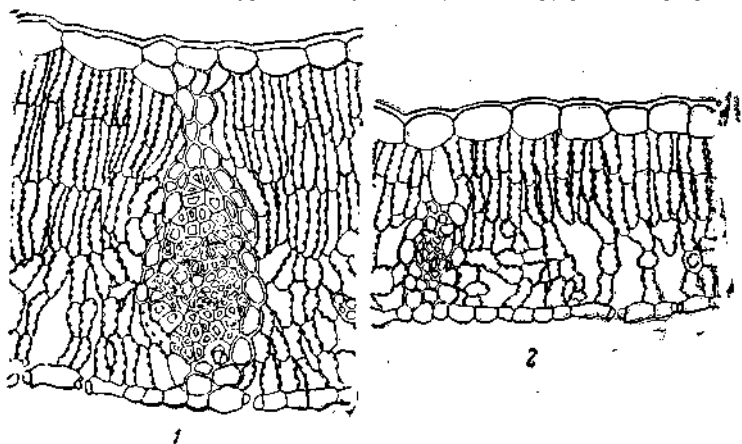
სურ. 163. სასიცოცხლო პროცესების მიმდინარეობა ფოთლში. სქემა ფოტოსინთეზი $\text{CO}_2 \rightarrow$ და $\text{O}_2 \rightarrow$; სუნთქვა $\text{O}_2 \leftarrow$ და $\text{CO}_2 \leftarrow$; ტრანსპირაცია $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$; H_2O N.P.K. — მინერალური ნივთიერებების მიღება; C.H.O.N.P.S. — ორგანული ნივთიერების გადაადგილება. (ბ. ანელის)

გვერდითი ძარღვები კიდეებისაკენ თანდათანობით წვრილდებიან და შიგნით თანდათანობით მარტივდებიან; ჯერ ქრებიან საცრის მიღები, შემდეგ ჭურჭლები, ბოლოს კი რჩებიან ტრაქეიდები. მექანიკური ქსოვილები, პეტწილად ფოთლის მთავარი ძარღვების კონებშია გაბნეული კოლენქიმის სა-



სურ. 171. კამელიის ფოთლის განივი ჭრილი: 1—კუტიკულა; 2—ეპიდერმისი; 3—მესრისებური პარენქიმა; 4—ღრუბლისებური პარენქიმა.

ბით, ამიტომაც ფოთლის ძარღვები, გარდა გამტარისა, მექანიკურ როლსაც ასრულებს—ამაგრებს ფოთლის რბილობს—მეზოფილს. კოლენქიმა შეიძლება ვანვითარდეს ფოთლის კიდეებში. მეზოფილში ზოგჯერ სკლერეიდები და



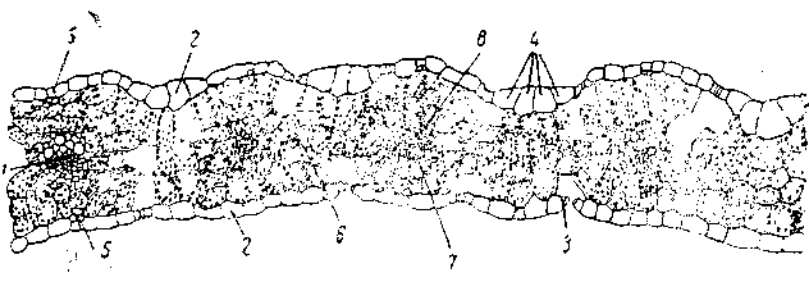
სურ. 172. მუხის ფოთლის მეზოფილის აგებულება: 1—განათებული; 2—დაჩრდილული.

ბოჭკოებიც ჩნდება, რომლებიც ასევე მექანიკურ როლს ასრულებენ. ყველა ჩამოთვლილი მექანიკური ქსოვილის ელემენტი სიმტკიცის გარდა, ელასტიკურობის თვისებასაც აძლევს ფოთოლს.

ზოგიერთ ერთლებნიან მცენარეს (უმთავრესად ხეებს) ფოთოლში ახასიათებს სკლერენქიმა, საიდანაც მიიღება ძვირფასი ბოჭკო (დრაცენა, ახალ-ზელანდიის სელი და ა. შ.). ბოჭკოებიდან ფართოდ იყენებენ დრაცენის ბოჭკოს, როგორც შესახვევ მასალას და თოკების დასამზადებელ ნედლეულს.

იზოლატერალური ტიპის ფოთლის ფირფიტის ანატომიური აგებულება.

თუ მცენარეები შეგუებული არიან და ვითარდებიან ძლიერ განათებულ და ცხელ ადგილებში, მაშინ მათ ფოთლების მეზოფილში შეიძლება განვითარდეს მხოლოდ მესრისებრი პარენქიმა რამდენიმე წყების სახით. წყებათა

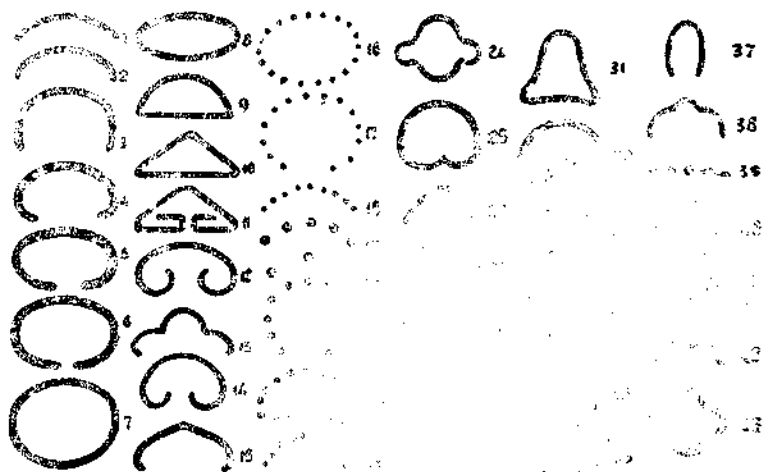


სურ. 173. ხორბლის ფოთლის სივრცევი კრილი: 1—ძარღვი; 2—კანი; 3—ბაგე; 4—მოდრავი უჯრედები; 5—სკლერენქიმა; 6—ქლორენქიმა; 7—ფლოემა; 8—ჭსილება.

რიცხვი შეიძლება ავიდეს ცხრამდე და უფრო მეტიც იყოს. მრავალრივადიან მესრისებრი პარენქიმა ახასიათებს, მაგალითად, ევკალიპტს, ნუშს.

მცენარეები, რომლებიც შეგუებული არიან და ვითარდებიან ძალიან

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СТРОЕНИЯ ВОДОУХВАТЫВАЮЩИХ РАСТЕНИЙ

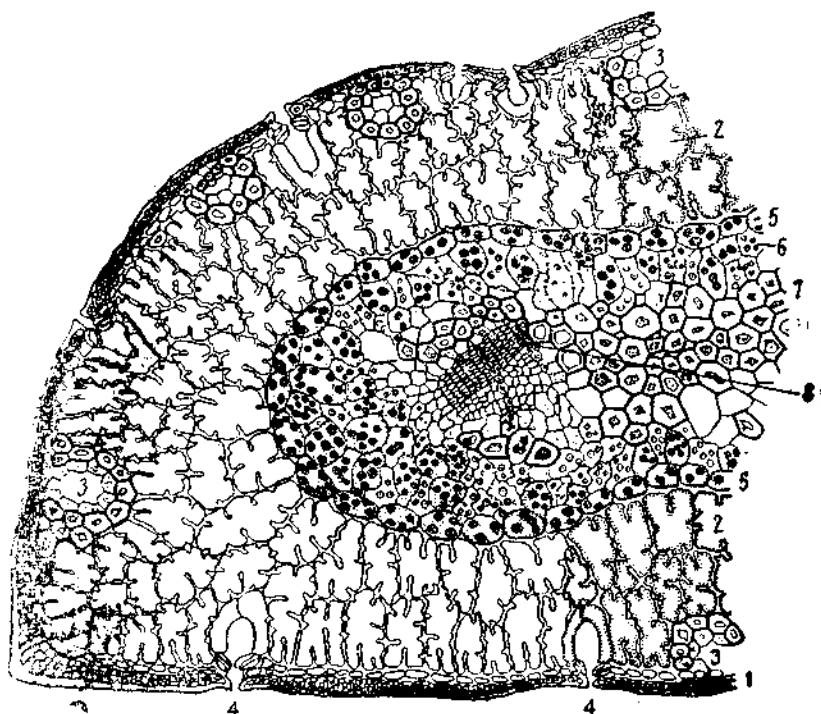


სურ. 174. სხვადასხვა მცენარის ფოთლის ფენის გამტარი სისტემის ტექსტურები განივ დანაკვეთზე.
(ბ. ანდულის)

დაჩრდილულ ადგილებში, მათი მეზოფილი მეტწილად შედგება მხოლოდ ღრუბლისებრი პარენქიმისაგან. მაგალითად, თუ იასამნის ჩვეულებრივ ფოთოლს ავიღებთ და გავსინჯავთ, გნახავთ, რომ მას დორზოვენტრალური აგებულება აქვს. ისეთ ფოთოლს თუ ავიღებთ, რომელიც ბუჩქის სულ შიგნით, ძალიან დაჩრდილულ პირობებში განვითარდა, მისი მეზოფილი შედგენილი

აქნება მხოლოდ ღრუბლისებრი პარენქიმისაგან. ასევეა ბზა, სურო.

მარცვლოვანების ფოთლის აგებულება. მარცვლოვანების ფოთოლი მეტწილად ორი ძირითადი ნაწილისაგან შედგება: ხალთასა და ფირფიტისაგან. ფირფიტა შედგება ზედა და ქვედა ეპიდერმისისაგან (სურ. 173). ამ ეპიდერმისების შიგნით განლაგებულია სკლერენქიმული უჯრედები პატარა ჭიმების სახით, მათი მეშვეობით ფირფიტას სიმტკიცე ემატება. ეპიდერ-

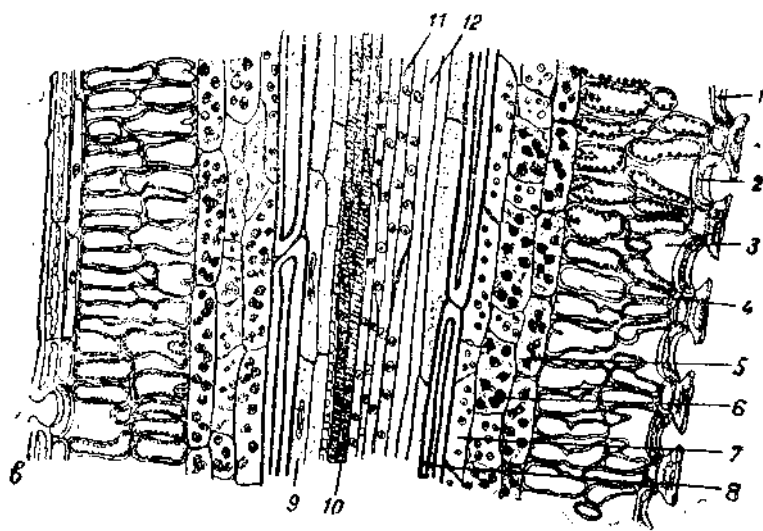


სურ. 175. ფიჭვის წიწვის განივი კრლი:

- 1—ეპიდერმისი; 2—ნაოჭიანი პარენქიმა;
- 3—ფისის სავალები; 4—ბაგეები; 5—ენდოდერმა;
- 6—პარენქიმული უჯრედები გარემოიანი ფორებით;
- 7—სკლერენქიმა; 8—ფლოემა.

მისში სწორ სიგრძეზე რიგებად განლაგებულია ბაგეები. ბაგის მეტადი უჯრედების ფორმა სწორკუთხოვანია, შემოჭრვალეული ბოლოებით. ზედა ეპიდერმისის ერთ წყებად განლაგებული უჯრედები სხვადასხვა ფორმისაა, მაგრამ ზოგიერთი სწორკუთხოვანი ფორმისაა. უჯრედების გარსი ძლიერ გაქლენილია კაჟოვანათი, რაც სიმტკიცეს აძლევს უჯრედს, მთელ ეპიდერმისს. ეპიდერმისის შედარებით წაგრძელებული სწორკუთხოვანი წვრილი უჯრედები მორიგეობენ დიდ თხელგარსიან უჯრედებს, რომელთაც მოტორუ-

ლი ან საკეცი უჯრედები ეწოდება. გვალვის დროს (რასაც წყლის გაძლიერებული აორთქლება და ტურგორული წნევის დაცემა მოყვება) მოტორული უჯრედები ხელს უწყობენ ფოთლების გარედან შიგნით დახვევას. მაშინ ბაგეები, მილივით დახვეული ფოთლის შიგნით ხვდება და ამცირებს წყლის აორთქლებას. ასეთი მილისებრი დახვეული ფოთლები დამახასიათებელია ველის ტიპის მარცვლოვანებისათვის. ფირფიტის მეზოფილი, ძირითადად, შედგება ღრუბლისებრი პარენქიმისაგან (იზოლატერალური ფოთოლი) და ასევე



სურ. 176. ფიჭვის წიწვის ზიგრძივი კრილი: 1—ეპიდერმისი; 2—ბაგე; 3—საპეროლრუ; 4—ნაოჭიანი პარენქიმა; 5—ენდოდერმა; 6—სახამებლოვანი პარენქიმა; 7—პარენქიმა გარემოიანი ფორებით; 8—სქელგარსიანი ბოჭკოები; 9—თხელგარსიანი პარენქიმა; 10—სპირალური ტრაქეიდები; 11—ტრაქეიდები გარემოიანი ფორებით; 12—ფლოემის ელემენტები.

დიდი რაოდენობა უჯრედშორისებისაგან. ძარღვები, ამეტწილად, მეზოფილის ცენტრალურ ნაწილშია განლაგებული და ქსილემისა და ფლოემისაგან შედგებიან.

ფოთლის ფირფიტის ანატომიური შესწავლით მკვლევარი ეცნობა მთელ რიგ მონაცემებს მცენარის ბიოლოგიის თავისებურებების შესახებ. აი, ერთი მაგალითი: როდესაც მცენარე შემოტანილია სხვა მხარიდან და წინასწარ არ ვიცით მისი აგრობიოლოგია, ძნელია შევეუბნოთ შესაფერი აღგი-

ლი დასარგავად. ფოთლის ანატომიით შეიძლება განესაზღვროთ მცენარისათვის საჭირო მზიანი თუ დაჩრდილული ადგილი. ფოთლის ზოგიერთი ნაწილის ანატომიური სურათები შეიძლება გამოდგეს დიაგნოსტიკურ ნიშნად (ეპიდერმისი).

ფოთლის ყუნწის აგებულება. ყუნწის მნიშვნელობა ფოთლისთვის საკმაოდ დიდია. პირველ რიგში ყუნწი უზრუნველყოფს ფოთლის ფიოფიტის უკეთესად ორიენტირებას სინათლის მიმართ. ყუნწი ზამბარისებრ ილუნება და ისევე სწორდება, რაც ფოთლის ფირფიტას პირვანდელ გაშლილ მდგომარეობაში აბრუნებს ქარისა და წვიმის დროს. ყუნწით ხდება ნივთიერებათა გადაადგილება ფოთლის ფირფიტასა და ღეროს შორის. ამავე დროს თვითონ ყუნწიც მონაწილეობს ფოტოსინთეზის პროცესში.

ფოთლის ყუნწის შინაგან აგებულებაში მოცემულია უპირატესად კოლათერალური გამტარი კონვები, რომლებიც განლაგებულია სხვადასხვა მცენარეში ნაირგვარი არქიტექტურული მოდიფიკაციებით (რკალისებრი, ნალისებრი, წრისებრი, ელიფსური, იზოლირებული, მთლიანი სარტყლის სახით და სხვ.). გამტარ კონათა განწყობის ეს სახეები წარმოადგენს მემკვიდრულ ნიშანს ყოველი სახეობის მცენარისათვის და გამოსაღვგია სისტემატიკის სელექციის ფილოგენეზური საკითხების გადასაჭრელად (სურ. 174).

წიწვის აგებულება. ცნობილ წიწვოვან მცენარეებს ნაძვს, სოჭს, ფიჭვს ნემსისებრი ფოთლები ახასიათებთ; მათ წიწვი ეწოდება. წიწვი შედარებით მარადმწვანე ფოთლებია; ხნოვანებით ამა თუ იმ მცენარის წიწვი რამდენიმე წლისაა.

ყველაზე რთული ანატომიური აგებულებისაა ფიჭვის წიწვი. რაც შეეხება სოჭს და ნაძვს, მათი აგებულება შედარებით მარტივია.

გაყარჩოთ ფიჭვის წიწვის ანატომიური აგებულება განივ განაპერზე (ნახ. 175); გარედან იგი დაფარულია სქელგარსიანი ეპიდერმისით. მასში ღრმად ჩაძირულია ბაგეები (სურ. 176). ბაგეები განლაგებულია წიწვის სიგრძეზე გაყოლებით მრავალ ზოლად. ეპიდერმისის გარე ნაწილი გადაკრულია სქელი კუტიკულით. ეპიდერმისის ქვეშ წიწვის ირგვლივ განლაგებულია ერთი-ორი და მეტი წყება სქელგარსიანი პიპოდერმის უჯრედები. პიპოდერმის შემდეგ ასევე ირგვლივად ყველაზე ფართოდ წარმოდგენილია ნაოჭიანი პარენქიმა. თითოეული უჯრედის დანაოჭება საკმაოდ ღრმაა და მრავალრიცხოვანი (ხუთი, ექვსი, შვიდი). ნაოჭიანი პარენქიმის უჯრედები სქელგარსიანებია და შეიცავს კლოროფილის მარცვლებს. ამგვარად, იგი მიეკუთვნება საასიმილაციო ქსოვილს. ნაოჭიან პარენქიმაში ასევე ირგვლივ განლაგებულია ფისის სავალები. ფისის სავალი რთულად აგებული წარმონაქმნია. მას აქვს წრისებრი ფორმა. ირგვლივ შემოკრულია ბოჭკოების მთლიანი ბარიერით. მის შიგნით შემოფენილია ფისის გამომწეშავებელი ცოცხალი უჯრედები. ცოცხალი უჯრედების შიგნით ფისით სავსე ღრუა. ფისის სავალების რიცხვი და განლაგების თავისებურება სადიაგნოსტიკო ნიშანია სხვადასხვა ფიჭვების ერთიმეორისაგან გასარჩევად.

ნაოჭიანი პარენქიმის შიგნით ირგვლივად განწყობილია ერთი შრე—დიდი ზომის მომრგვალო უჯრედები—ენდოდერმა კასპარის ლაქებით.

ენდოდერმის შიგნით ირგვლივ ტრანსფუზული ქსოვილია,

რომელიც შედგება ორგვარი ხასიათის პარენქიმული უჯრედებისაგან. უჯრედების ერთ ნაწილს გარსის კედლებზე განვითარებული აქვს გარემოიანი ფორები. ამ უჯრედების დანიშნულებაა წყლის და მასში გახსნილი ნივთიერებების გატარება გამტარი კონების მერქნიდან ნაოჭიანი პარენქიმისაკენ. ტრანსფუზიული ქსოვილის მეორე ნაწილის უჯრედებს მარტივი ფორები აქვთ და ემსახურებიან ორგანული ნივთიერებების გატარებას ნაოჭიანი პარენქიმიდან გამტარი კონების ლაფნისკენ.

ტრანსფუზიული ქსოვილის შიგნით ორი კოლატერალური ტიპის გამტარი კონაა.

რასაკვირველია, სხვადასხვა სახეობის ფიჭვების წიწვის ანატომიური აგებულება არ შეიძლება ზუსტად შეესაბამებოდეს აქ აღწერილს. განსხვავება შეიძლება იყოს ამა თუ იმ ნაწილის მოცულობასა, ფორმასა და შეფარდებაში.

ზემოთ მოყვანილი ცნობები ფოთლის ანატომიური აგებულების შესახებ მხოლოდ ზოგადი ხასიათისაა. სინამდვილეში ფოთლის შინაგან აგებულებას ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში მრავალი თავისებურება და ნიშანი ახასიათებს.

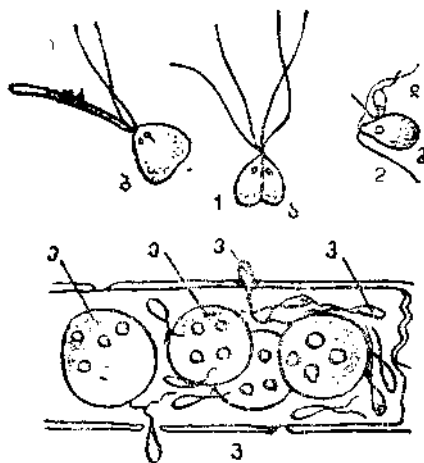
გამრავლება

გამრავლება ყველა მცენარეული ორგანიზმის დამახასიათებელი პროცესია; დედამიწის ყველა განედზე გავრცელებული მეტად მრავალფეროვანი მცენარეულობა გამრავლების შედეგია.

გამრავლების პროცესი მცენარეებში, ძირითადად, ორგვარია: სქესობრივი და უსქესო.

უსქესობრივი გამრავლება ისეთი პროცესია, როდესაც ორი უჯრედი, ანუ განეტა („გამეტე“—ნეულლე, ცოლი; გამეტეს—მეულლე, ქმარი, ბერძნ.) ერთმანეთს უერთდება და მათი შეერთების შედეგად წარმოიშობა ახალი უჯრედი—ზიგოტა („ზიგო“—უღელი, ბერძნ.). სქესობრივი გამრავლება განახლების, ანუ რეპროდუქციის („რეპროდუქციო“—აღწარმოქმნა, ლათინ.) პროცესია; ამ დროს ზიგოტიდან ერთი ორგანიზმი ვითარდება და ორგანიზმის გამრავლება კი არ ხდება, არამედ ახალთვისებიანი ინდივიდი წარმოიშობა. სქესობრივი გამრავლების დროს ერთმანეთს უერთდება როგორც პროტოპლაზმა, ისე ბირთვები.

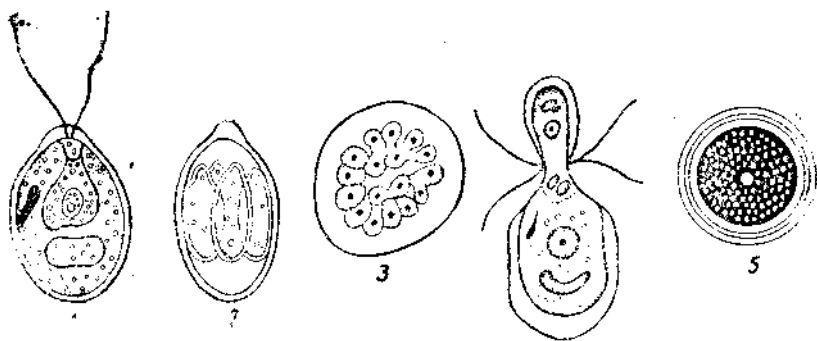
სქესობრივი პროცესი, მცენარეთა რომელიმე ჯგუფებიდან, მაგ., წყალმცენარეებში გამეტანგიუმიდან წარმოშობილი გამეტების შეერთებით, კოპულაციით („კოპულაციო“—შეერთება, ლათინ.) ხდება. ეს გამეტები ფორმით ერთნაირია და შეერთების შედეგად ზიგოტა წარმოიქმნება. ზიგოტა კი ახალ მცენარეს აძლევს დასაწყისს. სქესობრივი გამრავლების ასეთ სახეს იზოგამია („იზოს“—თანაბარი, „გამეო“—გქორწინდები, ბერძნ., სურ. 177) ეწოდება. წყალმცენარეების ზოგიერთ წარმომადგენელს ახასიათებს სქესობრივი განრავლების პეტეროგამური („პეტეროს“—სხვა, განსხვავებული, ბერძნ., სურ. 177) სახე. როდესაც გამეტები ფორპითა და ფიზიოლოგიურად ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან—ერთი ზომით პატარა და მამრობითი გამეტას წარმოადგენს, ხოლო მეორე, შედარებით დიდი, მდედრობითი გამეტაა. ორივე გამეტა მოძრაობს. წყალ-



სურ. 177. სქესობრივი გამრავლების სახეები: 1—იზოგამია, იზოგამეტების დაახლოება (ა) და შედეგ მათი შერწყმა (ბ); 2—პეტეროგამია, (გ) მდედრობითი და (დ) მამრობითი გამეტა; 3—იზოგამია მდედრობითი დიდი (ე) და მამრობითი (ვ) გამეტები.

მცენარეებში ადგილი აქვს აგრეთვე სქესობრივი გამრავლების ისეთ სახეს, რომელსაც ოოგამია („ოონ“—კვერცხი, ბერძნ.) ეწოდება (სურ. 177). ამ დროს მდებარეობითი უჯრედი დიდია და თავისი კვერცხუჯრედით უნდავია, ხოლო მამრობითი პატარაა და თავისი სპერმატოზოიდებით („სპერმა“—თესლი, „ზოონ“—ცხოველი, ბერძნ.) მოძრავია. კვერცხუჯრედი ოოგონიუმში ვითარდება, სპერმატოზოიდი კი—ანთერიდიუმში („ანთეროს“—აყვავებული, ბერძნ.); წყალმცენარეებს ახასიათებს აგრეთვე ვეგეტაციური გამრავლება სხეულის—თალუსის დანაწილებით.

წყალმცენარეებში სქესობრივი პროცესის შესწავლისათვის განვიხილავთ, მაგალითად, რიგ ვოლვოქსნაირთა ტიპურ წარმომადგენელს—ქლამიდომონადას (*Chlamydomonas*, სურ. 178). ქლამიდომონადა სფერული ან ოვალური ერთ-



სურ. 178. ქლამიდომონადა *Chlamydomonas*). 1—მცენარე, 2—ოთხი ახალი უჯრედი (უსქესო გამრავლება), 3—გამეტების წარმოქმნა, 4—განვითარებული კოპულაცია, 5—ზიგოტა.

უჯრედიანი მცენარეა, რომელსაც სხეულის ერთ ბოლოზე ორი შოლტი აქვს ამოზრდილი, რითაც იგი მოძრაობს პატარა გუმბეზსა და წყალსატევებში. მისი უჯრედი დაფარულია პექტინოვანი გარსით. შიგთავსი შეიცავს პროტოლაზმას ორი მფეთქავი ვაკუოლით და წითელი „თვალით“, ჯამნაირ-ქრომატოფორს და მის წინ ჯამნაირ ჩაღრმავებაში მოთავსებულ ბირთვს. ქლამიდომონადაში სქესობრივი გამრავლება სამგვარია: იზოგამიური, ჰეტეროგამიური და ოოგამიური.

იზოგამიური სქესობრივი გამრავლების დროს უჯრედის შიგთავსიდან 32-მდე ან ზოგჯერ 64-მდე გამეტა ვითარდება.

უჯრედში მომწიფებული ფორმით ერთნაირი და ფიზიოლოგიურად განსხვავებული გამეტები გარეთ გამოდიან და ერთმანეთს წყვილწყვილად შეერთდებიან, ე. ი. ხდება განაყოფიერება. განაყოფიერების შედეგად წარმოიშობა ზიგოტა, რომელიც იგრძნობს რა სათანადო საზრდო ნივთიერებას, გადადის მოსვენებით მდგომარეობაში.

ზიგოტა მოსვენების შემდეგ იწყებს გაღივებას და მისი შიგთავსიდან ოთხი ახალი ზოოსპორა ვითარდება. ქლამიდომონადას ზოგიერთ სახეობას, მაგ. *Chlamydomonas Braunii*-ს ჰეტეროგამიური სქესობრივი გამრავლება ახასიათებს.

გამრავლების წინ სხვადასხვა ზომის გამეტა ვითარდება უჯრედიდან,

რომლებიც განსხვავებულნი არიან როგორც მორფოლოგიურად, ისე ფიზიოლოგიურად. გამეტები შოლტებით დაცურავენ წყალში, შემდეგ კი ერთი პატარა და ერთი დიდი გამეტა ერთმანეთს ეხებიან: შეხების ადგილას ორივეს გარსი ლორწოიანდება. ამ ადგილში პატარა გამეტას (მამრობითი) პროტოპლასტი უერთდება დიდი გამეტას (მდედრობითი) პროტოპლასტს და ხდება განაყოფიერება. განაყოფიერების შედეგად წარმოქმნილი ახალი უჯრედი გარსს იკეთებს და ზიგოტად იქცევა.

ქლამიდომონადას მეორე სახეობას, როგორცაა *Chl. coceifera*, სქესობრივი გამრავლება ოოგამიური აქვს. ამ დროს დიდი მდედრობითი გამეტა, რომელიც უძრავია, გარსიან კვერცხუჯრედად გადაიქცევა და მამრობითი პატარა მოძრავი გამეტებით ნაყოფიერდება, აქედან განვითარებული ზიგოტა გარემოცულია მრავალშრიანი ცელულოზიანი გარსით და მისი შიგთავსი წითელ პიგმენტს—ჰემატოქრომს შეიცავს. რედუქციული დაყოფის შედეგად, გადავებული ზიგოტიდან ოთხი ზოოსპორა წარმოიქმნება, ამათგან კი—ქლამიდომონადას ოთხი ახალი ინდივიდი.

ყველა მცენარისათვის დამახასიათებელია სქესობრივი გამრავლება. თუმცა ხშირად მათ უსქესო გამრავლებაც ახასიათებთ. სქესობრივი განრავლების დროს წარმოიქმნება ნაირგვაროვანი თვისებების მქონე თაობა, ე. ი. კომბინირებული ახალი თვისებებით (მდედრობითი და მამრობითი ელემენტებიდან); მათ შეგუების გაცილებით დიდი უნარი ახასიათებთ ახალ გარემოსთან, ვიდრე წარმომშობთ. უსქესო გამრავლების დროს კი ანაღად წარმომშობილ მცენარეს, წარმომშობი მცენარის ყველა ნიშან-თვისება მემკვიდრულად თან ჰყვება, მოკლებულია ახალ თვისებებს და შეუძლია მხოლოდ ისეთ პირობებში იარსებოს, რა პირობებშიაც იყო დედამცენარე.

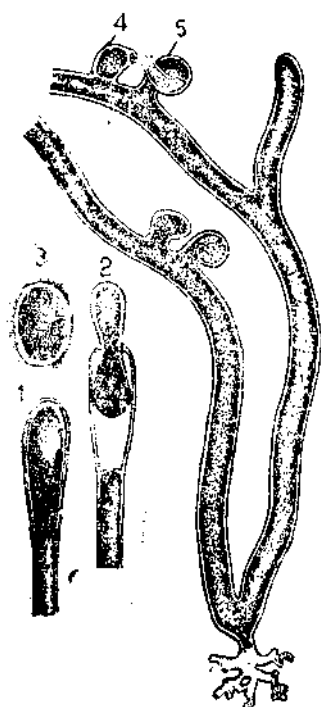
უსქესო გამრავლება ორი სახისაა: ტიპური უსქესო და ვეგეტაციური გამრავლება. ტიპური უსქესო გამრავლება გამრავლების ისეთი სახეა, როდესაც მცენარეული ორგანიზმებიდან სპეკიალური გასამრავლებელი უჯრედები—ზოოსპორები („ზოონ“—ცხოველი, ლათინ.) ან სპორები („სპოროა“—თესვა, თესლი, ბერძნ.) წარმოიქმნებიან; ზოოსპორა და სპორა ერთუჯრედიანი სხეულია, რომელშიაც პროტოპლასტი ერთ ან ორ და მეტ ბირთვიანია; ზოოსპორა უგარსო და მოძრავია, მოძრაობს პლაზმის გამონაზარდებით—შოლტებით. ზოოსპორები, უმთავრესად წყალმცენარეებს და ზოგიერთ სოკოს ახასიათებს, რომლებიც წყალში მრავლდებიან.

სპორა გარსიანია და იგი უძრავია. მოძრაობს, ე. ი. ვრცელდება ქარით, წყლით, ცხოველებით და სხვ.

ხშირად სპორები და ზოოსპორები, როგორც წესი, ვითარდებიან ორგანიზმის ინდივიდუალური განვითარების გარკვეულ ეტაპზე. წარმომშობი ორგანიზმიდან გამოცალკევებული და შესაფერის პირობებში მოხვედრილი სპორები და ზოოსპორები ახალ ორგანიზმებად ვითარდებიან.

მწვანე წყალმცენარეებში უსქესო გამრავლება, უმთავრესად, ზოოსპორებით ხდება; ზოოსპორა უგარსო უჯრედი და წვერზე განვითარებული აქვს ორი ან მეტი შოლტი, მათი საშუალებით ზოოსპორა მოძრაობს. ზოოსპორა ერთ ან რამდენიმე ზოოსპორანგიუმში წარმოიშობა. ზოოსპორანგიუმიდან გარეთ გამოსული ზოოსპორა წყალში დაცურავს, გაივლის მოსვენების პერიოდს, შემდეგ იკეთებს გარსს და ახალ მცენარედ ვითარდება.

უსქესო გამრავლების მაგალითია მწვანე წყალმცენარეების არაუჯრედული წარმომადგენელი—ვოშერია (*Vaucheria sessilis*, სურ. 179). ვოშერია არაუჯრედული დატოტვილი, ძაფნაირი მცენარეა, რომელიც უმეტესად მტკნარ



სურ. 179. ვოშერია—

Vaucheria sessilis: 1—ზოოსპორანგიუმის ვანეიტარება; 2—ზოოსპორანგიუმშიან ზოოსპორის გამოსვლა; 3—ზოოსპორა; 4—ანთერიდიუმი; 5—ოოგონიუმი.

წყლებს და ტენიან ნიადაგებზეა გავრცელებული. უსქესო გამრავლება ზოოსპორებით ხდება. უსქესო გამრავლების დროს ვოშერიას ძაფნაირი სხეულის წვერები მსხვილდება, მუჭდება და სხეულის დანარჩენი ნაწილისაგან გადაიტხრება. ეს გადაიტხრეული ნაწილი ზოოსპორანგიუმად იქცევა და ზოოსპორანგიუმში მრავალშოლტიანი ერთი ზოოსპორა ვითარდება. ზოოსპორა, ზოოსპორანგიუმიდან გამოსული, ჯერ წყალში დაცურავს, გარსს შემოიკრავს და მოსვენების შემდეგ ახალ ინდივიდად ვითარდება.

უსქესო გამრავლების მეორე მაგალითად პურის ობი (სოკო, სურ. 180) განვიხილოთ, სადაც უსქესო გამრავლების საშუალებად სპორა ითვლება. პურის ობი ყოველმხრივ დატოტიანებული არაუჯრედული სხეულია. იგი შედგება სასოკოე, ანუ მიცელიუმისაგან და ამ მიცელიუმის შემადგენელი პატარა ზომის ძაფნაირი ნაწილები—საგან—ჰიფებისაგან. უსქესო გამრავლება აქ შემდეგნაირად ხდება: ზოგიერთი ჰიფა აღმაღლება, წვერზე გამსხვილებას იწყებს და სფერულ სხეულად იქცევა. ეს სფერული სხეული სპორანგიუმი, რომელშიაც ერთობიანი და გარსიანი მრავალი სპორა წარ-

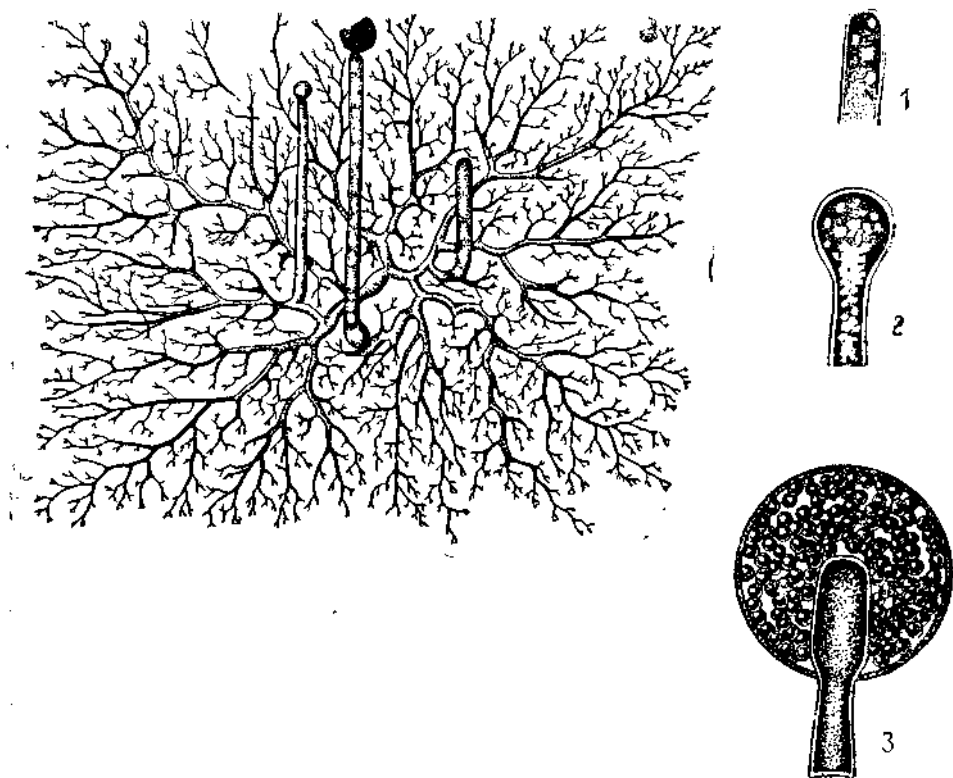
მოიშობა. სპორანგიუმიდან მომწითებული სპორები გარეთ გამოიფანტებიან და შემდეგ ახალ მცენარედ—პურის ობად ვითარდებიან.

ვეგეტაციური გამრავლება ისეთი პროცესია, როდესაც მცენარე მისი სხედასხვა ნაწილებიდან წარმოქმნის ან აღადგენს ახალ მცენარეს. ხშირად მცენარე სხედასხვა პირობებით გამოწვეულ, დაზიანებული ორგანოების ან ნაწილების მაგივრად ახალს წარმოქმნის. მცენარის ამ უნარს რეგენერაცია (რეგენერაცია—აღდგენა, განახლება, ლათინ.) ეწოდება.

ვეგეტაციური გამრავლება მცენარეებში, ძირითადად, სავეგეტაციო ნაწილებით ხდება, სახელობრ, ყლორტებით, ფესვებით, ფესვის დამატებითი კვირტებით, ჩვეულებრივი კვირტებით, ტუბერებით, ბოლქვებით, ფესურებითა და სხვ.

ვეგეტაციური გამრავლების დროს სავეგეტაციო ნაწილები დედა ორგანიზმს შორდებიან და, შესაფერის პირობებში მოხვედრილი, ახალ მცენარედ ვითარდებიან. ასეთ ვეგეტაციურ გამრავლებას ბუნებრივი ვეგეტაციური განრავლება ეწოდება. ადამიანის ზემოქმედებით შესაძლებელია მცენარის სა-

ვეგეტაციო ნაწილების ხელოვნური დანაწევრება. მაგალითად, ფესურების, ტუბერების, ბოლქვებისა და სხვათა დანაწილება, დაყოფა, ასეთი ვეგეტაციური გამრავლება ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლების სახით არის ცნობილი.

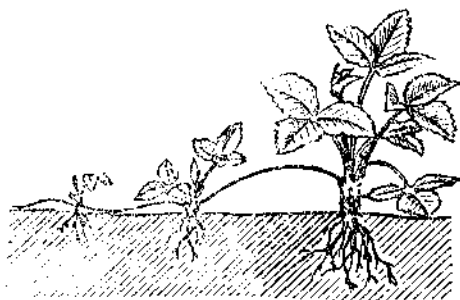


სურ. 150. პურის ოძი (*Mucor mucedo*). 1, 2, 3—სპორანგიუმის განვითარება...

მცენარეთა ბუნებრივი ვეგეტაციური გამრავლება დამახასიათებელია ყველა უდაბლესი და უმაღლესი მცენარისათვის. უდაბლეს მცენარეებში ზოგიერთი ორგანიზმი სხეულის ორად დაყოფას გზით მრავლდება, რაც ვეგეტაციური გამრავლებას უპირტივესი სახეა. უდაბლესი მცენარეების ჯგუფებს: ბაქტერიებს, წყალმცენარეებს, სოკოებსა და ლიქენებს ახასიათებს ვეგეტაციური გამრავლება, თალუსის (სხეულის) დანაწილებით და ამ ნაწილებიდან ახალი მცენარის წარმოქმნა. ზოგიერთ სოკოს და, ნაწილობრივ, უმაღლეს მცენარეებს, მაგალითად, ღვიძლის ნაცისებს ახასიათებს ვეგეტაციური გამრავლება ჩვეთა კვირტების საშუალებით. ვეგეტაციური გამრავლება ზოგჯერ მცენარის დაზიანებულ იდგილებზე ხდება. თესლოვან მცენარეებში ვეგეტაციური გამრავლება სშირი მოვლენაა.

ვეგეტაციური გამრავლების ერთ-ერთი სახეა ყლორტებით განრავლება. მაგ., წყლის მცენარე ლემნა (*Lemna*) ღეროსაგან განცალკევებული ყლორტებით მრავლდება. ასევე ელოდეა (*Elodea*) ღეროს ყლორტები სცილებიან ერთმანეთს და ზოგჯერ ახალ მცენარედ ვითარდებიან.

ნიადაგის ზედაპირზე გართხმული ყლორტები მუხლებში დამატებით ფესვებს და ფოთლების უბეებში კვირტებს ივითარებენ, საიდანაც შემდეგ ახალი მცენარე ვითარდება. მაგალითად, მარწყვის ერთი ეგზემპლარი ასეთი გამრავლების გზით უამრავ ახალ მცენარეს წარმოქმნის (სურ. 181).



სურ. 181. მარწყვის (*Fragaria vesca*) ვეგეტაციური გამრავლება მიწისზედა ყლორტებით.

ყლორტებით გამრავლებასთან ერთად, ბუნებაში ადგილი აქვს ყლორტზე განვითარებული კვირტებით გამრავლებას, მაგ., ასეთი კვირტებით მრავლდება დენტარია (*Dentaria bulbifera*, სურ. 182).

სხშირად ფოთლებზე განვითარებული კვირტები-საგან ახალი მცენარე წარმოიქმნება; ასეთი ვეგეტაციური გამრავლების მა-

სხშირად ფოთლებზე განვითარებული კვირტები-



სურ. 182. დენტარიას (*Dentaria bulbifera*) ვეგეტაციური გამრავლება ყლორტზე განვითარებული კვირტებით (ბ.). გვიმრის (*Asplenium bulbiferum*) ფოთლების ზედა კვირტებიდან განვითარებული მცენარე (ა და ბ).

გალითებია: გვიმრა (*Asplenium bulbiferum*, სურ. 182), ბეგონია (*Begonia*, სურ. 183), ბრიოფილუმი (*Bryophyllum*, სურ. 184) და სხვ.

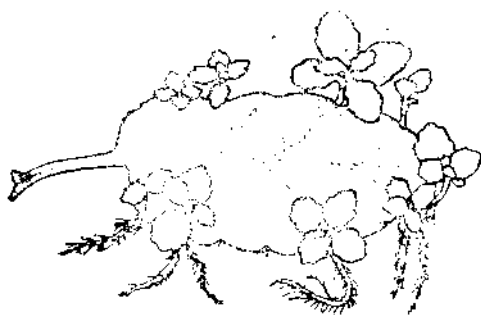
ვეგეტაციური გამრავლება ფესურებით ახასიათებს უმეტეს მრავალწლოვან ბალახოვან მცენარეებს. ფესურებზე განვითარებული კვირტებიდან მიწისზედა ყლორტები წარმოიქმნებიან, ხოლო ფესურების ზოგიერთი მუხლის კედომის შედეგად — ყლორტებიდან წარმოიქმნებიან მცენარის ახალი ეგზემპლარები.

ფესურებით მრავლდება ბევრი ველური და კულტურული მცენარე; აქედან აღსანიშნავია ზოგიერთი მათგანი: შროშანა (*Convallaria*), ზამზახი (*Jris*), ზოგიერთი გვიმრა (*Pteridium*, *Dryopteris*, *Struthiopteris Asplenium*) და სხვ. ბანანი (*Musa*), შაქრის ღერწაზი (*Saccharum officinarum*), ბამბუკი (*Phyllostachys*) და სხვ. აქვე ფესურებით მრავლდება ბევრა სარეველა მცენარე: შალაუა (*Sorghum halepense*), მზობავი ჭანგა (*Agropyrum repens*), გლერტა (*Cinodon dactylon*), ვირისტერფა (*Tussilago farfara*), ფარსანდუკი (*Achillea millefolium*), შვიტა (გვარ *Equisetum*-ის უმეტესი სახეობები). ფესურებით გაჰრავლება ხელს უწყობს მცენარეს მეტად გავრცელდეს და მეტი ახალა არეალა დაიკავოს. მაგ. ჭანგას 1 მ² ფართობზე 400—500 მ სიგრძის ფესურები უვითარდება და მასზე 20—25 ათასამდე წარმოქმნილი კვირ-



სურ. 183. ბეგონიას ფოთლის ჩეკია კვირტებიდან ახალი მცენარის წარმოქმნა.

ტებიდან მრავალი ახალი ეგზემპლარი ვითარდება. ეს შემთხვევა ჭანგას სწრაფი გამრავლების უნარის მაჩვენებელია.



სურ. 184. ბრიოფილუმის (*Bryophyllum calycatum*) ფოთლი დამატებითი კვირტებით და ფესვებით.

ვეგეტაციური გამრავლების ერთი ერთი სახეა ტუბერებით გამრავლება. ტუბერებით გამრავლების ტიპურ მაგალითს კარტოფილის ტუბერით გამრავლება წარმოადგენს (სურ. 185). ტუბერზე ხშირად კვირტები სპირალურადაა განლაგებული და ამ კვირტებიდან მიწისზედა ყლორტები ვითარდება. ამრიგად, კარტოფილს ტუბერით გამრავლებენ. გამრავლების ეს ხერხი ამჟამად დამკვიდრებულია სოფლის მეურნეობაში.

ტუბერებით გამრავლება ახასიათებთ აგრეთვე მიწაგაშლას (*Helianthus tuberosus*), ჩინურ კარტოფილს (*Dioscorea batatas*) და სხვ.

ასევე ხშირია მცენარეებში ბოლქვებით გამრავლება. ბოლქვებით გამრავლება ხშირი მოვლენაა ერთლებნიან ბალახოვან მცენარეებში—შროშანისებრთა და ამარილისებრთა ოჯახებიდან: ხახვი, ნიორი, ტიტა, სუმბული, ნარგისი, ჩიტისთავა, შროშანი, თეთრყვავილა, ცხენისკბილა და სხვ.

როგორც მიწისქვეშა, ისე მიწისზედა ბოლქვებიდან ჯერ ფოთლები ვითარდება და შემდეგ სხვა ნაწილები. მიწისზედა ბოლქვებს ივითარებს მაგ., შროშანი და ტყის ბოლოკა ფოთლების უბეებში, ხოლო ნიორს (*Allium sativum*)

ყუჩი), ყანის ნორს (*A. rotundum*) და ხახვს (*A. cepa*) ასეთი მიწისზედა ბოლქვები ყვავილელებში უვითარდებათ.

ზოგიერთ მცენარეს ყვავილელებში ან ფოთლების უბეებში ყვავილების ნაცვლად შემოკლებული ყლორტები, ანუ ჩეკია კვირტები აქვთ განვითარებული, რომლებიც მომწიფებისას ჩამოვარდებიან, ჯერ ფესვებს იკეთებენ და შემდეგ ახალ მცენარედ ვითარდებიან. ასეთ მცენარეებს ცოცხალშობს უწოდებენ. მათ ეკუთვნის, მაგ.



სურ. 185. კარტოფილი (*Solanum tuberosum*).

1—ძველი ტუბერიდან განვითარებული მცენარე. 2—მცენარე ახალი ტუბერებით.

ბოლქვიანი თივაქასრა (*Pon bulbosa*), ფხიჯა (*Saxifraga nivalis*) და ჭილი (*Juncus alpinus*). ზოგიერთი წყლის მცენარე ღეროს წვერზე ან გვერდით ყლორტებზე ივითარებს მოზამთრე კვირტებს დასაზამთრებლად. ხშირად ეს კვირტები მოცილებულია პატრონმცენარეს ან მცენარესთან ერთად წყალში იბირება და შემდეგ გაზაფხულზე წყლის ზედაპირზე ახალ მცენარედ იწყებს განვითარებას. ასე ვეგეტაციურად მრავლდება წყლის ვაზი (*Potamogeton*), წყლის სურო (*Hydrocharis mors-*

sus), ფრთაფოთოლა (*Myriophyllum spicatum*), ბუშტოსანა (*Utricularia*) და სხვა მცენარეები. ბუნებრივ ვეგეტაციურ გამრავლებასთან დაკავშირებულია ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლება, რომელიც ადამიანის ჩარევის შედეგად ხდება.

ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლება, ძირითადად, გულისხმობს გასამრავლებელი სავეგეტაციო ნაწილების მოცილებას საჭიროებისამებრ პატრონმცენარიდან ხელოვნურად. ასე, მაგ., კარტოფილის გამრავლება ხდება ტუბერების დანაწილებით; ბოლქვიანი მცენარეების—ბოლქვის კბილებით, ფოთლებით, ფესურიანი მცენარეების—ფესურებით და ა. შ.

ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლების სახეა კალმებით გამრავლება. კალამი შეიძლება იყოს ფესვის, ფოთლის, ღეროს ან ყლორტის ნაწილი, ე. ი. ამ ორგანოებს ხელოვნური მონაწერი, ხშირად კალამს მხოლოდ დეროსეული წარმოშობის ნაწილად თვლიან. ჩარგულა კალამი ჯერ ივითარებს კალუსს („კალუს“—სქელი, ხეშეში ტყავი, ლათინ.), შემდეგ კი დამატებით ფესვებს. კალმებზე ახალი ყლორტები უბის კვირტებიდან ვითარდებიან.

ღეროსეული კალმებით ამრავლებენ ეახს, ტირიუს, ვერხვს, ნიკარს, ხურტკმელს და სხვ. ზოგჯერ კარტოფილს, პომიდორს, კიტრს, ნესტს და სხვ.

ფესვისეული კალმებით გამრავლების დროს საჭიროა 8—12 სმ სიგრძის და 1—2 სმ სისქის კალმების ჩარგვა ნიადაგში 3—5 სმ სიღრმეზე

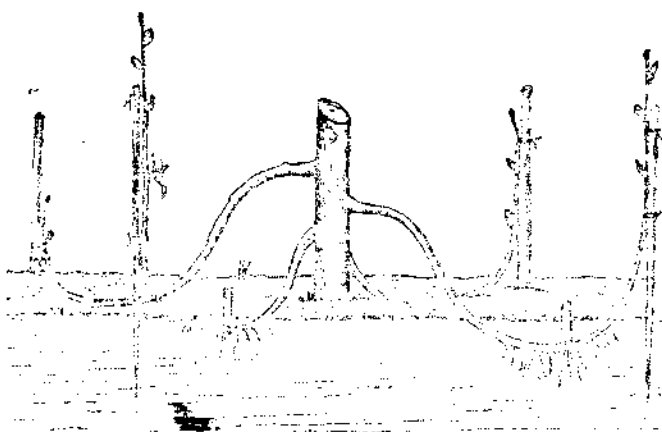
ცერად, ისე, რომ კალმის წვერი ზემოთ უნდა იყოს მიმართული. ფესვისეული კალამი ფესვებზე იფითარებს დამატებით კვირტებს, ამ კვირტებიდან კი—ახალ ეგზემპლარებს. მაგალითად, კომში, ალუბალი, ქლიავი, ქოლო, ზოგიერთი ვაშლისა და ვარდის ჯიშები და სხვ. ფესვისეული კალმებით მრავლდება



სურ. 186. ტაუ-სალიზის (*Scorzonera tay-saghyz*) ვეგეტაციური გამრავლება ამონაყრით (მარცხნივ და მარჯვნივ).

კაუჩუკოვანი მცენარე ქოქ-სალიზი (*Taraxacum kok-saghyz*) და ტაუ-სალიზი (*Scorzonera tau-sceghyz*, სურ. 186).

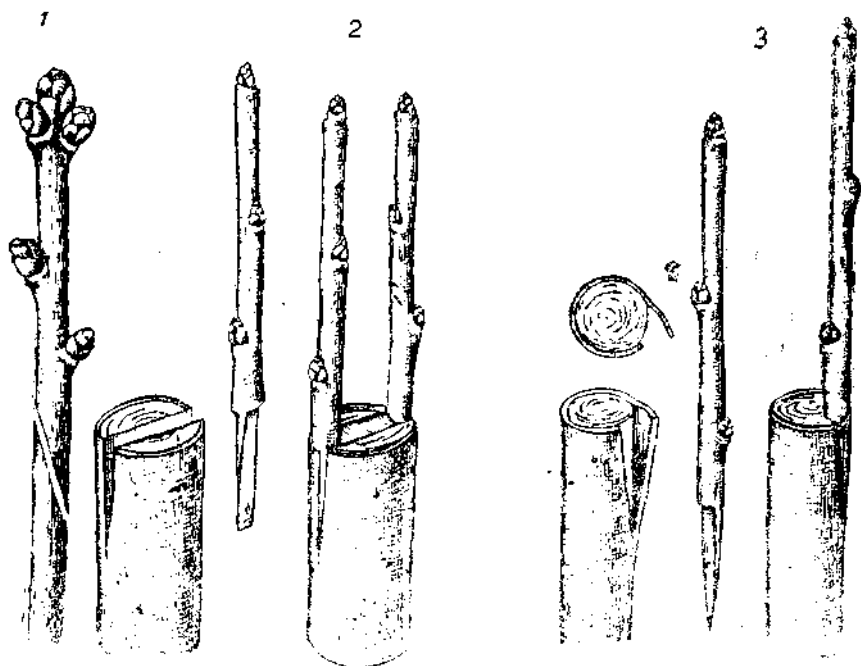
ფოთლისეული კალმებით გამრავლების დროს ფოთლის ზედა კანის უჯრედებისაგან წარმოიქმნებიან კვირტები და შემდეგ ფოთლები. ხოლო ქვედა კანის უჯრედებისაგან კი—ფესვები. ამის საუკეთესო მაგალითია ბეგონია და ბრიოფილუმი. ზოგიერთ მრავალწლოვან ბალახეულ, ბუჩქ და



სურ. 187. გაღწეწით გამრავლება.

ხემცენარეების ფესვებს, ფესურებს და ყლორტებს დაანაწევრებენ, ჩარგავენ ნიადაგში და ასე ამრავლებენ. აქვე უნდა აღინიშნოს ფესვის ამონაყრით გამრავლება. ამ ამონაყარს აცლიან დედამცენარეს და სხვა ადგილზე ჩარგვით მრავლდება. ასე შეიძლება გამრავლდეს ქლიავი, მაყვალი, ქოლო, ალუბალი და სხვ. ასევე ხდება ღეროს ამონაყრით გამრავლება (მარწყვი, ხენდრო და სხვ.).

ადამიანი ხშირად მიმართავს ე. წ. გადაწვევით გამრავლებას (სურ. 187). ამ შემთხვევაში რკალივით მოღუნულ ტოტს მიწაზე გააჩვენენ, მიწას მიაყრიან ისე, რომ ყლორტის წვერი ზევით უნდა მოექცეს. მიწაში მოქცეულ ყლორტს რამდენიმე ხნის შემდეგ დამატებითი ფესვები უვითარდება. შემდეგ ამ დაფესვიანებულ ყლორტს დედამცენარეს მოჭრიან და სხვა ადგილზე ჩარგავენ. გადაწვევით ამრავლებენ თუთას, ლელვს, იელს, ვაზს, თხილს და სხვ. კალმით გამრავლების დროს, ღეროსეული კალმები ღეროს კენწრის უახლოესი ნაწილიდან ივითარებენ ახალ ყლორტებს. ფესვისეული კალმები კი ყლორტებს ივითარებენ ფესვის ზრდის კონუსისაგან დაშორებული ნაწილებიდან. ამ მოვლენას ეწოდება პოლარულობა.



სურ. 183. მცენარის წესები: 1—ჩვეულებრივი კოპულირება; 2—გ.ზღვჩაით; 3—გვერდით.

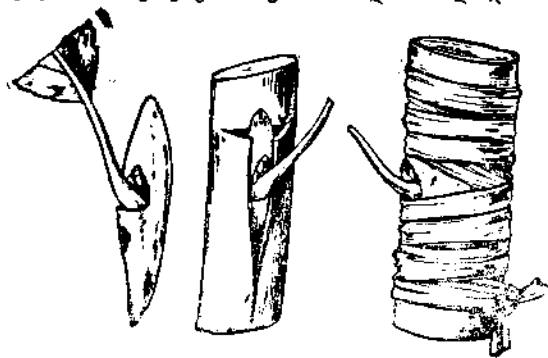
თუ ადვილად დასაფესვიანებელ ღეროს კალამს, მაგ., ტირიფის კალამს ტენიან პირობებში უკუღმა მოვაქცევთ, მისი ზედა, ე. ი. აპოკალურ (აპექს—კენწერო, ლათინ.) ნაწილისაგან წარმოიქმნება უარყოფითი გეოტროპული ყლორტები, რომლებიც ზემოთ გადაიხრებიან, ხოლო მისი ქვედა, ე. ი. ბაზალური („ბაზის“—ფუძე, ბერძნ.) ნაწილისაგან—დადებითი გეოტროპული ყლორტები.

კალმების უფრო მცირე ნაწილებად დაყოფის შემთხვევაშიაც მისი ზედა და ქვედა ნაწილები მკვეთრად განსხვავდებიან, ე. ი. მორფოლოგიურად წვერო და ფუძე უპირისპირდებიან. ამ მოვლენას ვხვდებით უდაბლეს მცენარეებშიაც სხვადასხვა ფაქტორის ზეგავლენით.

გამრავლების თავისებური სახეა მცენობა, ანუ ტრანსპლანტაცია („ტრანსპლანტარე“—გადარგვა, ლათინ.). მცენობის სხვადასხვა ხერხი ახასია-

თებს როგორც უმაღლეს მცენარეებს, ისე უდაბლესსაც. მცნობა, განსაკუთრებით, უმაღლეს მცენარეებში, ხდება მაშინ, როდესაც ერთი მცენარის ნაწილის გადარგვა ხდება მეორე მცენარეზე მათი შეზრდით. გადასანერგ ნაწილს, რომელსაც სანამყენე ეწოდება, ზედ უნდა ჰქონდეს ერთი ან რამდენიმე კვირტი; იმ მცენარეს, რომელზედაც ხდება გადანერგვა, საძირე ეწოდება.

სანამყენეს საკუთარი ფესვები არა აქვს და ამიტომ წყალსა და მასში გახსნილ მინერალურ ნივთიერებებს საძირეს ფესვებიდან იღებს, ხოლო საძირე კი სანამყენესაგან—ორგანულ ნივთიერებებს. მცნობის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს საძირეს ინდივიდუალურ თავისებურებებს და სანამყენე კვირტის ან კალმის ხნოვანებას, მდებარეობას და სხვ. მცნობის დროს სანამყენე მცენარიდან მოჭრიან ყლორტს, კალამს (რომელზედაც რამდენიმე კვირტია) ან ცალკე ერთ კვირტს, რომელსაც უნდა აყვეს ქერქისა და მერქნის მცირე ნაწილიც. ამ კვირტს, რომელსაც სანამყენე



სურ. 189. ოკულობა.

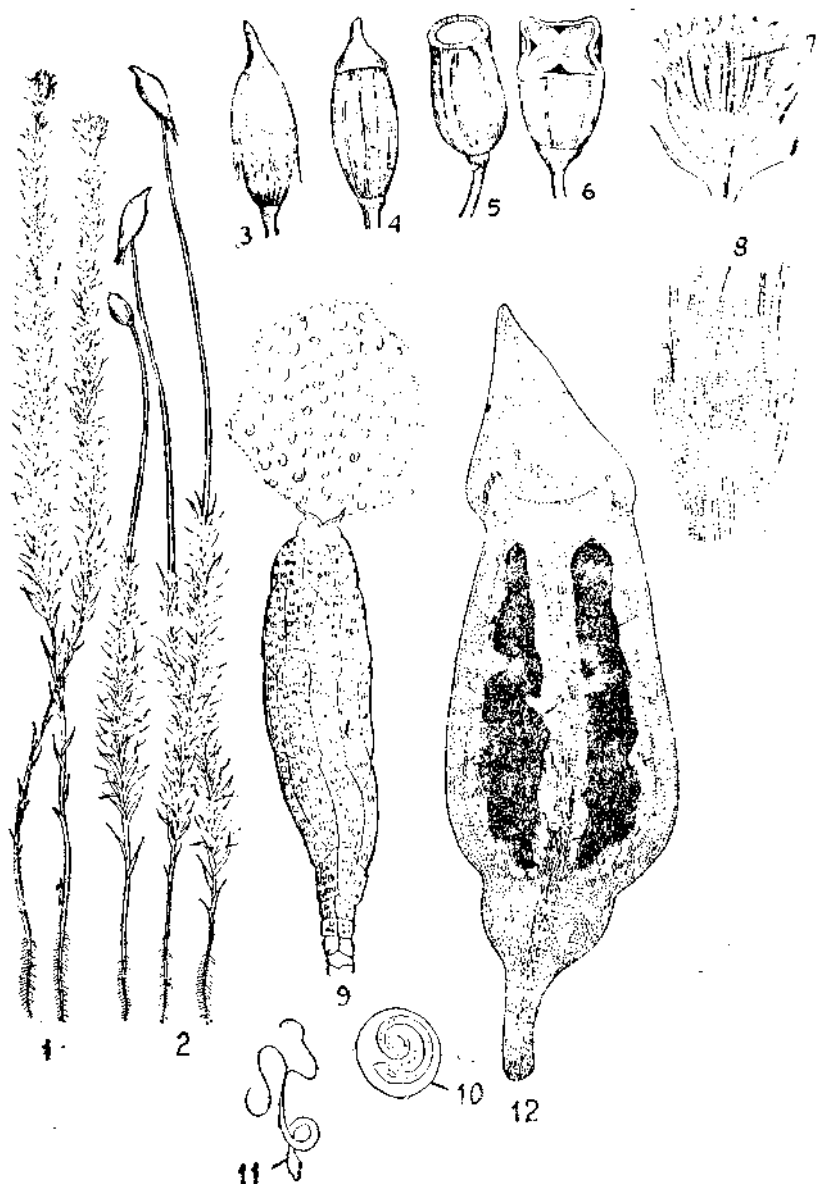
მყენე კვირტი ეწოდება, საძირეზე გადანერგვიან, ხე მცენარეების კალმებს გამოჭრიან ერთწლიანი ყლორტებისაგან გვიან შემოდგომაზე ან ზამთრის ბოლოს. ანაჟერ კალმებს ინახავენ ცივ ადგილას და ადრე გაზაფხულზე კვირტების გაშლამდე ამყნობენ. მცნობის ერთ-ერთი სახეა კოპულირება („კოპულარე“—შვერთება, ლათინ., სურ. 188).

როდესაც სანამყენე და საძირე კალამი ერთი სიმსხოსია, კალამსა და საძირეს გადაჭრიან ირიბად ისე, რომ მათი გადაჭრილი ზედაპირები ერთმეორეს მტკიცედ დაემთხვეს და, რაც მთავარია, მათი კავშიუმის თანხვედნა უნდა მოხდეს. თუ საძირე სანამყენეზე უფრო მსხვილია, მაშინ მიმართავენ მიმყნობას ან გაპობით (გახლეჩით) მცნობას. კვირტით მცნობა, ანუ ოკულობა („ოკულუს“—თვალი, ლათინ., სურ. 189) ეწოდება ისეთ მცნობას, როდესაც სანამყენე კვირტს გადანერგავენ საძირეს ქერქქვეშ.

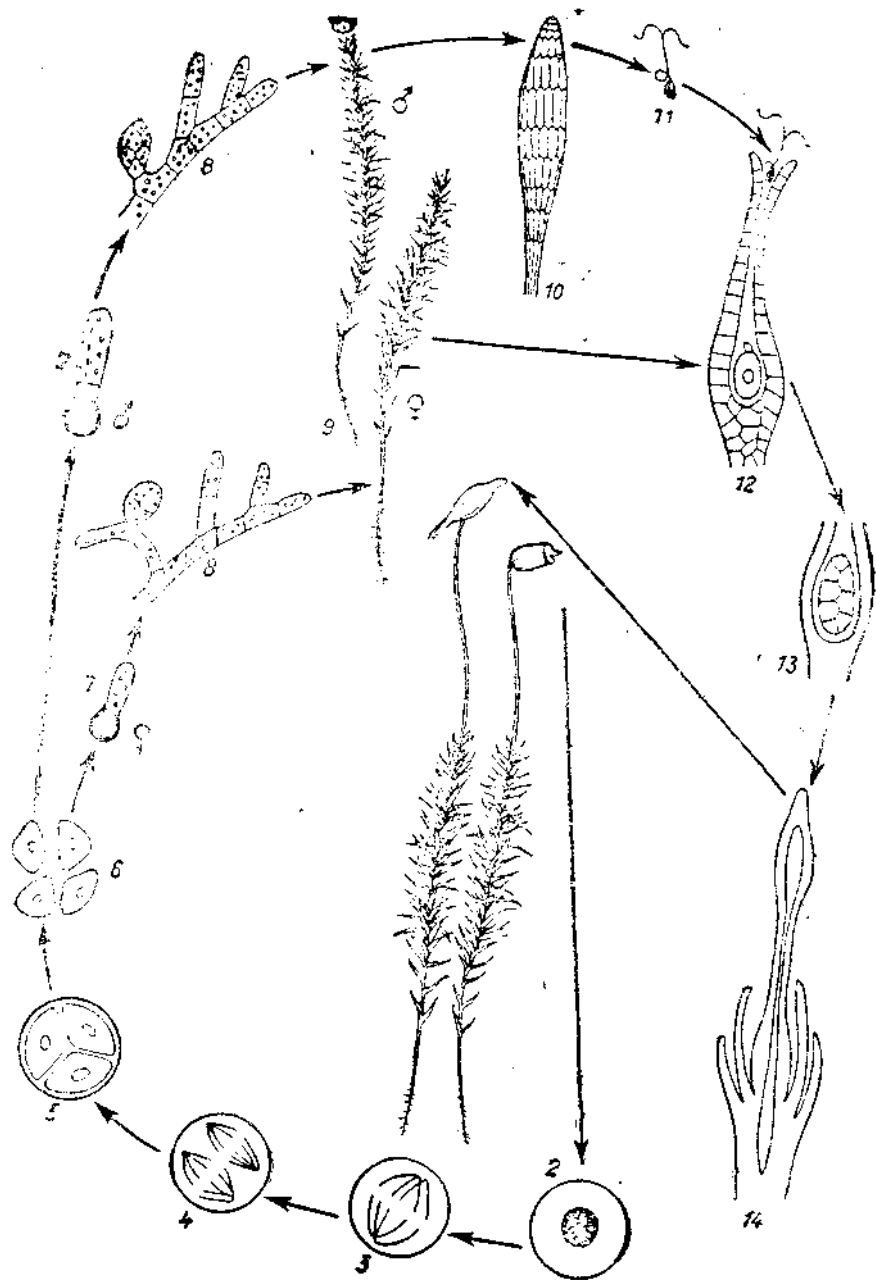
უმაღლეს მცენარეებს და, საკმაოდ ხშირად, უდაბლეს მცენარეებსაც ახასიათებთ უსქესო და სქესობრივი გამრავლების მორიგეობა, ანუ თაობათა მორიგეობა. სქესობრივი გამრავლების დროს თითოეული გამეტის ბირთვი შეიცავს ქრომოსომების რედუცირებულ რიცხვს $1x$ რაოდენობის და მას ჰაპლოიდური („ჰაპლოს“—მარტივი, ერთეული, ბერძნ.) ბირთვი ეწოდება.

გამეტების შეერთებისთანავე ხდება ბირთვების შერწყმაც და მათგან წარმოშობილი ახალი ბირთვი ქრომოსომთა ორმაგ ($2x$) რაოდენობას შეიცავს, რომელსაც დიპლოიდური ბირთვი ეწოდება („დიპლოს“—ორმაგი, ბერძნ.). სქესობრივი გამრავლების ციკლი შეიცავს ბირთვების ფაზების ცვლას—ჰაპლოიდურსა და დიპლოიდურს. მცენარეებს, რომელთაც ქრომოსო-

მეზის პაპლოიდური რიცხვი ახასიათებთ, ჰაპლოიონტები ეწოდება, ხოლო მცენარეებს, რომელთაც ქრომოსომების დიპლოიდური რიცხვი ახასიათებთ—დიპლოიონტებს უწოდებენ.



სურ. 190. გუგულის სელის (*Polytrichum commune*) გამრავლების ორგანოები: 1—მაძრობითი და 2—ნდედრობითი ეგზემპლარები, 3—სპორანგიუმი ჩაჩით, 4—სპორანგიუმი უჩაჩით, 5—ხსნადი, 6—განივი კრილი, 7—ანთერედიუმი, 8—არქეგონიუმი, 9—ვასკულარი ანთერედიუმი, 10—სპერმატოზოიდი უჯრედში, 11—უჯრედიდან გამოსული სპერმატოზოიდი, 12—სპორანგიუმის სივრცეები კრელი.



სურ. 191. გუგულისხელის (*Polytrichum commune*) გამრავლების სქემა:

1—მცენარე სპოროგონიუმებით, 2—არქესპორიუმი, 3, 4, 5—სპორების განვითარება (რელუქციული დაყოფა), 6—სპორები, 7, 8—სპორების გაღვივება და მლედრობითი და მამრობითი პროტონების წარმოქმნა, 9—მამრობითი და მლედრობითი ეგზემპლარები, 10—ანთერიდიუმი, 11—სპერმატოზოიდი, 12—არქეგონიუმი კვერცხუჯრედით და სპერმატოზოიდით (სქესობრივი გამრავლება), 13, 14—სპოროგონიუმის წარმოქმნა.

უმაღლესი მცენარეების ზოგიერთ ჯგუფში ტიპურ თაობათა მორიგეობა ძარიდადი ბირთვების ფაზების ცვლაში მდგომარეობს. თუ ერთ შემთხვევაში

სქესიანი თაობა დომინანტია და მისგან დამოკიდებულია, მასზევე განვითარებულია უსქესო თაობა (ხავსები), მეორე შემთხვევაში კი უსქესო თაობა დომინანტობს; სქესიანი თაობა თუმცა დამოუკიდებლად ვითარდება, მაგრამ მოკლე ვეგეტაციითა და სუსტი განვითარებით ხასიათდება (გვიმრანაირნი).

მცენარე ხავსი (სასქესო ორგანოებით) სქესიანი თაობა—გამეტოფიტია, ხოლო მასზევე (გამეტოფიტზე) განვითარებული სპოროგ ონიუმში უსქესო თაობა—სპოროფიტია.

მცენარე გვიმრა სპორანგიუმებით უსქესო თაობა—სპოროფიტია, ხოლო სპორიდან ცალკე განვითარებული, გულისებრი მოყვანილობის მწვანე სხეული წინაზრდილი სქესიანი თაობა—გამეტოფიტია. ასევეა თესლოვან მცენარეებშიაც. თვით მცენარე სპოროფიტია, ხოლო მასზე განვითარებული გამეტოფიტი ძლიერ რედუცირებულია და სპოროფიტზე პარაზიტობს.

ხავსები მორფოლოგიური თავისებურებებით ორ ჯგუფად იყოფა: ღეროფოთლიან და ღვიძლის ხავსებად, ამ ორი ჯგუფის გამრავლების პროცესი ერთნაირია, ამიტომ განვიხილავთ ღეროფოთლიანი ხავსების გამრავლების პროცესს (სურ. 190).

ღეროფოთლიანი ხავსი ხმელეთის მცენარეებს შორის მარტივი აგებულებით ხასიათდება. ხავსს ღეროს წვერზე ე. წ. პერიქციუმში (სახეცვლილი ფოთლების წყება) სასქესო ელემენტები უვითარდება. ხავსების უმეტეს წარმომადგენლებს სასქესო ელემენტები სხვადასხვა ეგზემპლარზე უვითარდება, ე. ი. წარმოდგენენ ერთსქესიანებსა და ორსახლიანებს. ზოგჯერ კი ხავსს ერთსა და იმავე ეგზემპლარზე უვითარდება როგორც მდებრობითი ორგანო არქეგონიუმი, ისე მამრობითი ორგანო ანთერიდიუმი.

არქეგონიუმი ბოთლის, სუროს ან კულას მოყვანილობის სხეულია, რომელიც ხშირად პერიქციუმშია ჩამჯდარი და მის გამსხვილებულ ქვედა ნაწილს პერიქციუმის შიგა წყება ფოთლები პერიანთიუმი („პერა“ — გარშემო, „ანთოს“ — ყვავილი, ბერძნ.) ფარავს.

არქეგონიუმი შედგება ქვედა გამსხვილებული ნაწილისაგან, რომელსაც მუცლის ნაწილი ეწოდება, მასში მოთავსებულია ერთი უგარსო უჯრედი — კვერცხუჯრედი, ზედა ნაწილი მილია და შეიცავს ერთ წყება წვრილ უჯრედებს — ყელის მილის უჯრედებს.

ანთერიდიუმი ელიფსური მოყვანილობის სხეულია და ისევე, როგორც არქეგონიუმი, მისი ქვედა ნაწილი პერიქციუმშია ჩამჯდარი. ანთერიდიუმი გარედან ერთ წყებად განლაგებული უჯრედებისაგან შედგება, ხოლო ამ უჯრედების შიგნით ოთხკუთხედისებრი მოყვანილობის უამრავი უჯრედი ვითარდება. ისინი სპერმატოგენული უჯრედებია. თითოეული სპერმატოგენული უჯრედისაგან ერთი ან ორი სპირალურად დახვეული სპერმატოზოიდი ვითარდება. სპერმატოზოიდს ორი შოლტი აქვს, რითაც ის მოძრაობს.

განაყოფიერების წინ მომწიფებულ ანთერიდიუმს და არქეგონიუმს უნდა მოხედეს წყლის წვეთი.

ანთერიდიუმზე წყლის წვეთის მოხედრის ადგილი თანდათანობით თხელდება, ამ გათხელებული ადგილიდან ადვილად გამოთავისუფლდებიან მომწიფებული სპერმატოზოიდები და წყლის წვეთში მოძრაობენ. არქეგონიუმის ყელიც წყლის წვეთის მოქმედებით გაიფლანტება, ყელის მილის უჯრედები ერთმანეთს დასცილდებიან, რის შემდეგ ყელი იხსნება და მთელი ყელი ღორწოთი

იგსება, ხშირად ლერწმის შაქრით. ეს შაქარი სპერმატოზოიდს ყელისაკენ შიგნით იზიდავს. სპერმატოზოიდი მოხვდება ყელს, ჩავა მილის გზით მუცლის ნაწილში და კვერცხუჯრედს უერთდება. განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი გარსს შემოიკრავს, დაიწყებს დაყოფას და მწვანე ან უქლოროფილო სპორანგიუმს წარმოქმნის.

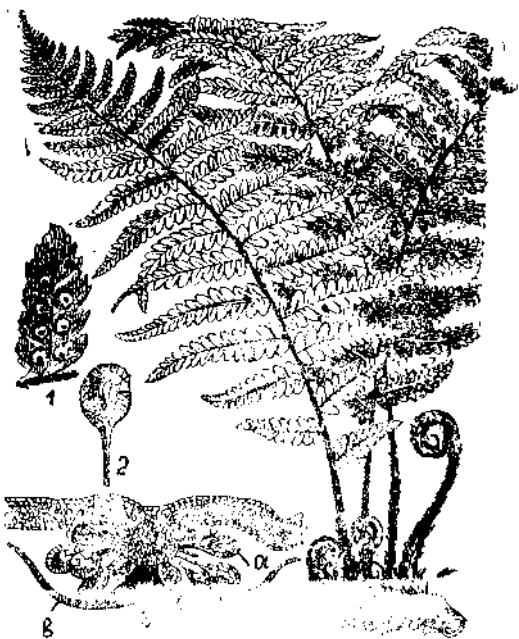
სპორანგიუმი, რომელიც მცენარე-ხავსს ზედვე უფითარდება, შედგება ფეხისაგან, სვეტისა და კოლოფისაგან—სპორანგიუმისაგან. არქესპორიუმის რედუქციული დაყოფით სპორანგიუმში სპორები წარმოიქმნება. მომწიფებული სპორანგიუმიდან გამოდანტული სპორები სხვადასხვა რეაგენტის საშუალებით მოხვდებიან შესაფერის სუბსტრატზე და იქ შემდგომ განვითარებას იწყებენ.

განვითარების პირველ სტადიაში (სურ. 191) სპორიდან ვითარდება ჯერ დატოტიანებული ძაფნაირი წყალმცენარის მსგავსი მრავალუჯრედიანი სხეული — პროტონემა („პროტოს“ — პირველი, „ნემა“ — ძაფი, ბერძნ.), რომლის ქვედა დატოტიანებული ნაწილი (უფერული სხეული) სუბსტრატში ჩაიზრდება და როზოიდებს წარმოქმნის.

პროტონემაზე „კვირტები“, ხოლო ამ კვირტებიდან მცენარე-ხავსი ვითარდება ისევე არქეგონიუმითა და ანთერიდიუმით; მაშასადამე, ხავსიდან ახალი მცენარის განვითარებისათვის აუცილებელი პირობაა სქესობრივი და უსქესო გამრავლების პროცესების ცვლა, რომელსაც თაობათა მორიგეობას უწოდებენ.

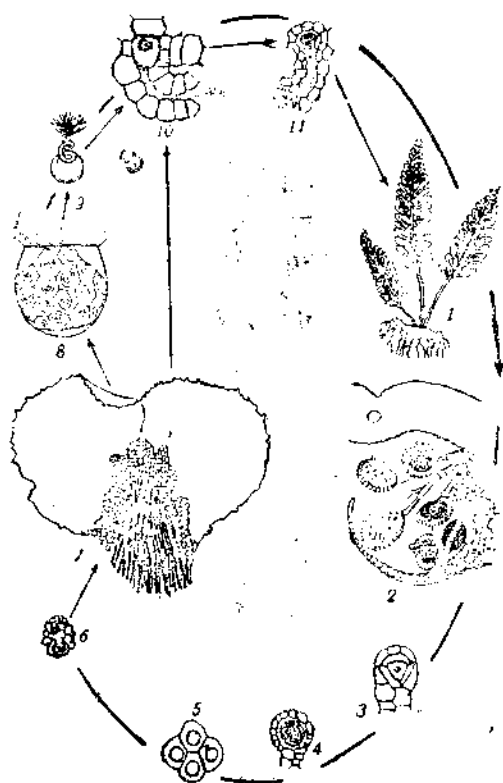
პროტონემიდან განვითარებული მცენარე-ხავსი მისი სასქესო ორგანოებით სქესიან თაობას—გამეტოფიტს წარმოადგენს, ხოლო ხავსზე განვითარებული სპოროგონაუმი უსქესო თაობა—სპოროფიტი იქნება. უსქესო თაობა—სპოროფიტი, სქესიან თაობაზე—გამეტოფიტზე პარაზიტობს ან ნახევრად პარაზიტობს, ისე, რომ განვითარების ციკლში სქესიანი თაობა დომინანტობს უსქესო თაობაზე. პროტონემა და მისგან განვითარებული მცენარე-ხავსი (სასქესო ორგანოებით) ხასიათდება ქრომოსომათა პაპლოიდური რაოდენობით, ხოლო სპორანგიუმი (სპორების გარდა) ქრომოსომათა დიპლოიდური რაოდენობას შეიცავს.

ხავსებთან შედარებით, დღევანდელი გვირგები (სურ. 192) ხმელეთის პირობებთან უკეთ შეგუებული უმაღლესი მცენარეებია, რომლებსაც გამრავლების პროცესი უსქესო თაობით ეწყებათ (სურ. 193). უსქესო თაობა—სპო-



სურ. 192. გე-მრა (Dryopteris). 1—ფოთლის ნაწილი სორუსებით, 2— სპორანგიუმი, 3—ფოთლის განაკერი: ა—სპორანგიუმი, ხ—ინდუზიუმი.

როფიტი ქრომოსომა დიპლოიდური რაოდენობითაა, ხოლო სპორებიდან სქესიანი თაობა — გამეტოფიტი ქრომოსომა ჰაპლოიდური რაოდენობით სასქესო ორგანოებს წარმოქმნის. ზეულებრივ, გვიმრა საასიმილაციო ფოთლის ქვედა მხარეზე ანსახეცვლილ ფოთლებზე, რომელთაც სპოროფოთები ეწოდება, სპორანგიუმებს ივითარებს. სპორანგიუმები ფოთლის ბორცვებზე (რეცეპტაკულუმზე) ყუნწით არის მიმაგრებული. სპორანგიუმები ქმნიან ჯგუფს სორუსების („სოროს“ — გროვა, მრავალი, ბერძნ.) სახით, რომელიც ზოგჯერ ფოთლის თხელი საბურველით — ინდუზიუმითაა („ინდუზიუმ“ — ზედა სამოსი, ბერძნ.) დაფარული.



სურ. 193. თაობათა მორიგეობა გვიმრებში: 1—მცნარე გვიმრა, 2—სპორანგიუმები, 3—4—სპორანგიუმის განვითარება და ბირთვის დაყოფა, 5—ივირადა, 6—სპორა, 7—წინაზრდილი, 8—ანთერდიდუმი, 9—სპერმატოზოიდი, 10—არქეგონიუმი, 11—განაყოფიერებული კერცხუჯრედი.

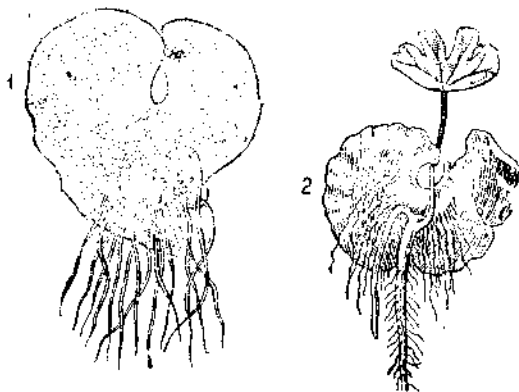
მომწიფებული სპორანგიუმიდან გამოფანტული მუქი შეფერადების სპორები სხვადასხვა რეაგენტის საშუალებით გადადიან ერთი ადგილიდან მეორე ადგილზე და შესაფერის პირობებში მოხვედრით წარმოქმნიან გულისებრი მოყვანილობის წყვანე (ქლოროფილიან) სეეულს — წინაზრდილს (სურ. 194).

წინაზრდილი სუბსტრატზე რიზოიდებით არის მიმაგრებული, დამოუკიდებელი ორგანიზმია და მასში განვითარებული სასქესო ორგანოებით სქესიანი თაობა — გამეტოფიტი.

წინაზრდილის ზემოთა, ჩაღრმავებულ ნაწილში არქეგონიუმები ვითარდება, ხოლო უფრო ქვევით — ანთერიდიუმები. არქეგონიუმში წინაზრდილის სხეულშია ჩამჯდარი და ისეთივე ფორმა აქვს, როგორც ხავსს, მაგრამ შეღარებით მცირე ზომისაა და ნაკლები რაოდენობის უჯრედებისაგან შედგება.

ანთერიდიუმი ელიფსური მოყვანილობისაა; იგი გარედან ერთ შრედ განლაგებული უჯრედებისაგან შედგება, ხოლო მის შიგნით სპირალურად დახვეული მრავალშოლტიანი სპერმატოზოიდები ვითარდება. მომწიფებული არქეგონიუმის ყელი წყლის მოქმედებით იხსნება, ამავე დროს ლორწოიანდება (გვიმრებში ეს ლორწო ხშირად ვაშლმგვანაა). ეს ლორწო ხელს უწყობს სპერმატოზოიდების მიზიდვას.

სპერმატოზოიდი ყელის მილის გზით ჩადის კვერცხუჯრედში, უერთდება კვერცხუჯრედს და ხდება განაყოფიერება. განაყოფიერების შემდეგ წარმოიქმნება ახალი მცენარე—გვიმრა. ამით მთავრდება გვიმრების გამრავლების ის თავისებური სახე, რომელსაც თაობათა მორიგეობა ეწოდება. გვიმრა, მასზე განვითარებული სპორანგიუმებით, უსქესო თაობა—სპოროფიტი, ხოლო სპორიდან განვითარებული წინაზრდილი (სურ. 194) სასქესო ორგანოებით (არქეგონიუმ-ანთერიდიუმით) სქესიანი თაობა—გამეტოფიტი. მაშასადამე, უსქესო თაობა სპოროფიტი, ქრომოსომა დიპლოიდური რაოდენობით სპორებია, ხოლო, სპორიდან სქესიანი თაობა—გამეტოფიტი ქრომოსომა პაპლოიდური რაოდენობით სასქესო ორგანოებს წარმოშობს.



სურ. 194. 1—წინაზრდილი, 2—წინაზრდილიდან მცენარე გვიმრის განვითარება.

ამგვარად, გვიმრებში უსქესო თაობა—სპოროფიტი დომინანტობს, მიუხედავად იმისა, რომ ისინი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ცხოვრობენ, გვიმრანაირებში შემაჯალ დამუხლულ მცენარეებს წარმოადგენენ შვიტები. მანდვრის შვიტა (სურ. 195) ივითარებს ორი სახეობის დამუხლულ ღეროს. აქედან ერთი—სასიმბილაციო ღეროა, ხოლო მეორე—ღეროს წვერზე გაწყობილი სპორანგიუმებით, ე. წ. სასპორე ღეროა. სპორანგიუმიდან ვითარდება სპორები.

სპორას გარსი სამი შრისაგან შედგება. გარეთა შრე ეპისპორიუმი (ეპიბლაზმა) წარმოქმნის თასმებს, რომელთაც შშრალ პირობებში სპორები გადააქვს. სპორიდან წინაზრდილი ვითარდება. პატარა ზომის მამრობითი წინაზრდილი—ანთერიდიუმია, ხოლო დიდი ზომის წინაზრდილი—არქეგონიუმით ხასიათდება. შვიტას ახასიათებს ჩვეულებრივ ერთსქესიანი, ზოგჯერ ორსქესიანი წინაზრდილი.

დადგინდა, რომ პატარა ზომისა და ნაკლები საზრდო მასალიანი წინაზრდილი მხოლოდ ანთერიდიუმს ივითარებს. წინაზრდილიდან განაყოფიერების შედეგად, ისევე, როგორც ჩვეულებრივ გვიმრებში, შვიტა ვითარდება.

შვიტა, მასზე განვითარებული სპორანგიუმებით—სპოროფიტი (დიპლონტი), ხოლო წინაზრდილი სასქესო ორგანოებით—გამეტოფიტი (პაპლონტი). განსხვავებულსპორიან გვიმრებში კი ეს პროცესი რამდენადმე თავისებურია, ვიდრე ტოლსპორიანებში.

მაგალითისათვის წყლის გვიჩრებიდან შეიძლება დავასახელოთ კახეთში მდინარე ალაზნის ნაპირებზე მოზარდი წყლის გვიმრა—სალვინია (Salvinia natans. სურ. 196).

სალვინიას წყლის ზედაპირზე პორიზონტალურად განწყობილ გრძელ

ღეროზე თითოეულ მუხლში სამ-სამი ფოთოლი აქვს განლაგებული; აქედან-
ორი ფოთოლი წყლის ზედაპირზე მცურავი ფოთლებია, ხოლო მესამე — სახე-
შეცვლილი; წყალში ჩაყურსული ფოთოლი ბეწვისებრ დაკუწულია, ფესვს წა-
აგავს და ფესვის როლს ასრულებს. ამ ფესვის ძირში ყუნწიანი სპოროკარ-
პიუმები („კარპოს“ — ნაყოფი, ბერძნ.) სხედან.

სპოროკარპიუმების შიგნით ვითარდება მცირე ზომის სფერული მიკრო-
სპორანგიუმები („მიკროს“ — პატარა, მცირე, ბერძნ.), სორუსე-
ბის („სოროს“ — გროვა, ბერძნ.) სახით, რომლებიც დაფარული
არიან ინდიხიუმის წსგავსი საფარ-
ველით. მიკროსპორანგიუმში
რედუქციული დაყოფის გზით დე-
და უჯრედებიდან ჯერ 16 უჯ-
რედი, ხოლო შემდეგ ყველა ამ
უჯრედის ოთხჯერ დაყოფის შე-
დეგად 64 მიკროსპორა წარმოქ-
მდება.

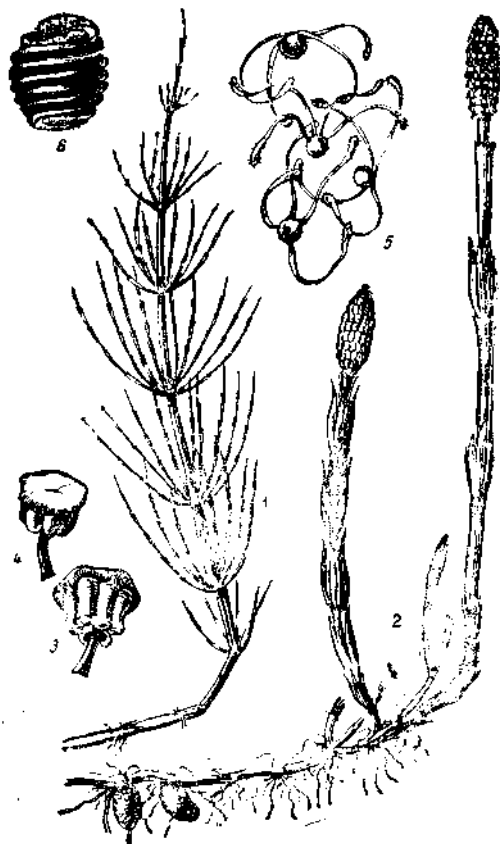
სპოროკარპიუმშივე დიდი
ზომისა და ოვალური ფორმის მე-
გასპორანგიუმების („მეგას“ — დი-
დი, ბერძნ.) სორუსები ვითარდე-
ბა. მეგასპორანგიუმში რედუქცი-
ული გზით არქესპორიუმიდან წარ-
მოშობილი 64 სპორიდან საპო-
ლოდ ერთი მეგასპორა ვითარ-
დება. მიკროსპორებიდან პატარა
ზომის მამრობითი წინაზრდილები
ვითარდება. მამრობითი წინაზრდი-
ლი ორი ვეგეტაციური და ორი ან-
თერიდიალური უჯრედიანგან შე-
დგება.

ანთერიდიუმში ოთხი მრავალ-
შოლტიანი სპერმატოზოიდი
ვითარდება, ხოლო მეგასპორი-
დან — მდედრობითი წინაზრდილი
რამდენიმე არქეგონიუმით. მამრო-
ბითი და მდედრობითი წინაზრ-

დილების წარმოქმნა და სქესობრივი პროცესი სპორანგიუმებშივე ხდება.

არქეგონიუმის ყელის გზით სპერმატოზოიდი ჩადის მუცლის ნაწილში, იქ
უერთდება კვერცხუჯრედს და ანაყოფიერებს მას. განაყოფიერების შედეგად
წარმოქმნილი ზიგოტა საღვინიას ახალ ეგზემპლარად ვითარდება.

განსხვავებულსპორიან მცენარეებს მიეკუთვნება აგრეთვე ჩვენს ალბურ
სარტყელში ტენიან და ხავსმოკიდებულ კლდეებზე მოზარდი სელაგინელა
(*Selaginella helortica*, სურ. 197). სელაგინელა პატარა ზომის ბალახოვანი
მცენარეა დორზივენტრალური და დიქოტომიურად დატოტვილი ღეროთი.



სურ. 195. შვიტა. 1—საბიომილაციო ეგზემპლარი, 2—სპორანგიუმებიანი ეგზემპლარი, 3, 4—სპოროფილები, სპორანგიუმებით, 5—სპორები თას-
ნებით, 6—სპორები სპირალურად დახვეული
თასნებით.

ღეროს ძალზე წვრილი ფესვები აქვს და, ამასთანავე, ღეროზე ფესვის სადგამები—რიზოფორები („რიზა“—ფესვს, „ფიროს“—მატარა, ბერძნ.) უფითარდება. ეს რიზოფორები ნიადაგში გართხმულ დამატებით ფესვებად იქცევიან.

ღეროსა და ტოტებზე პატარა ზომის, მჭიდროდ განლაგებული ფოთლებია. ტოტების ბოლოებზე სხედან სპოროფოთლებისაგან შემდგარი სასპორე თავთავები, რომლებშიც სპორანგიუმები მიკროსპორანგიუმებისა და მეგასპორანგიუმების სახით ვითარდებიან. მიკროსპორანგიუმებში მრავალი პატარა ზომის მიკროსპორა ვითარდება, მეგასპორანგიუმში კი—4 მეგასპორა.

მიკროსპორები მომწიფების შემდეგ (ან სპორანგიუმში ან სპორანგიუმიდან გამოთავისუფლებული) მამრობით წინაზრდებს წარმოქმნიან. მამრობითი წინაზრდილი მეტად რედუცირებულია და შედგება ერთი ვეგეტაციური, ანუ რიზოიდალური და პატარა ზომის სპერმატოგენული უჯრედებისაგან, რომელთაგანაც მრავალი ორშოლტიანი სპერმატოზოიდი ვითარდება.

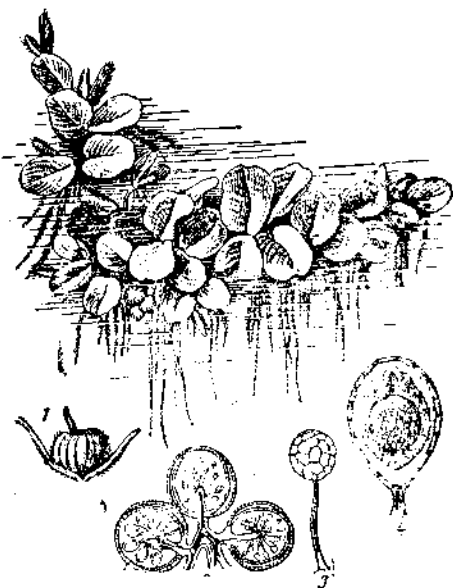
მდედრობითი წინაზრდილი მეგასპორის გარსის შიგნით ვითარდება. იგი ამოვსებულია წვრილ უჯრედიანი საასიმილაციო ქსოვილით, რომელშიც ჩამჯდარია არქეგონიუმი. ქსოვილში ჩამჯდარი არქეგონიუმის მარტო ყელია ზემოთ ამოშვებული, განაყოფიერება ხშირად წყლის პირობებში ხდება, ამიტომ მოძრავი სპერმატოზოიდები არქეგონიუმის ყელით ჩადიან შიგ და კვერცხუჯრედს ანაყოფიერებენ.

ტოლსპორიან და განსხვავებულსპორიან გვიმრებში თაობათა მორიგეობის პროცესი რამდენადმე უფრო აშკარადაა გამოსახული; უსქესო თაობა (მცენარე) დამოუკიდებლად ვითარდება და დომინანტია, ასევე მისგან განვითარებული სქესიანი თაობა (წინაზრდილი) დამოუკიდებელი მწვანე ორგანიზმია, მაგრამ ნაკლებ განვითარებული.

არქეგონიანი მცენარეების ჯგუფებთან შედარებით, თესლოვან მცენარეებში, როგორც უმაღლეს ჯგუფებში, თაობათა მორიგეობის პროცესი აშკარად არაა გამოსახული და თითქმის შეუმჩნეველია.

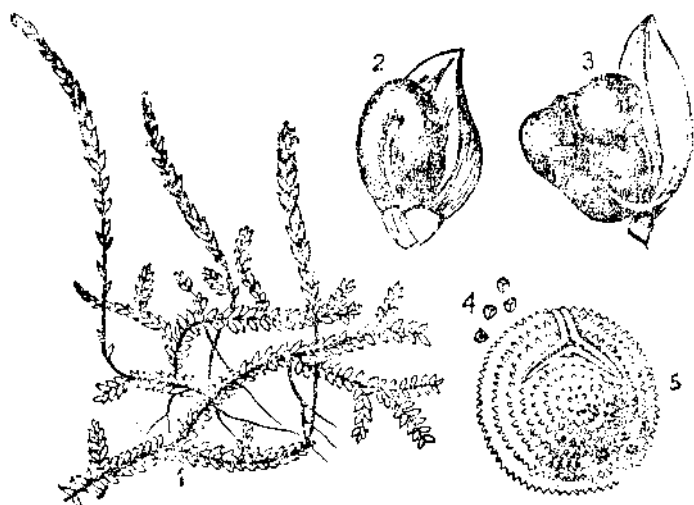
თესლოვანი მცენარეები ორ ჯგუფად იყოფა: შიშველთესლოვანებად და ფარულთესლოვანებად.

შიშველთესლოვანების თესლკვირტი შიშველია და ასეთი თესლკვირტისაგან განვითარებული თესლიც შიშველია. შიშველთესლოვანების მაკროსპო-



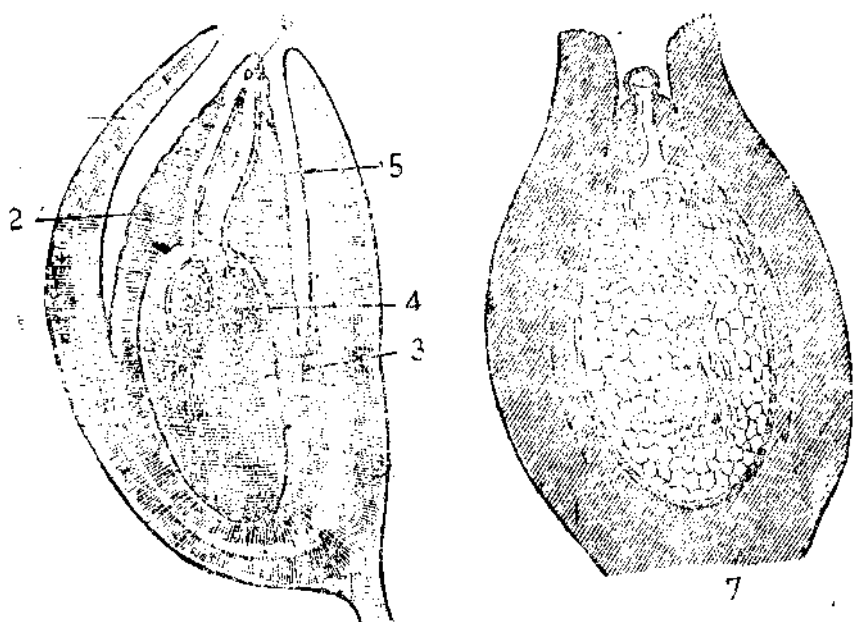
სურ. 196. წყლის გვიმრა სალვინია (*Salvinia natans*): 1—სპოროკარპიუმი, 2—ნეგა და მიკროსპოროკარპიუმი, 3—მიკროსპორანგიუმი, 4—მეგასპორანგიუმი.

რანგიუმი თესლკვირტია (სურ. 198). მასში განვითარებული ერთი მაკროსპორა ჰანასახის პარკს, ანუ მდებდრობით წინაზრდილს ივითარებს.



სურ. 197. სელაგინელა (*Selaginella helvetica*): 1—მცენარე სელაგინელა, 2—სპოროფილი სპეკროსპორანგიუმით, 3—სპოროფილი მაკროსპორანგიუმით, 4—მიკროსპორები, 5—მაკროსპორები.

მაკროსპორა (მტერის მარცვალი) ქარით თუ სხვა საშუალებით გადაიტანება მეგასპორანგიუმზე (თესლკვირტი), ამ პროცესის შემდეგ კი კვერცხ-



სურ. 198. ნაძვის თესლკვირტის სიგარძივი კრილი: 1—ინტეგუმენტი, 2—ნუკელუსი, 3—ჰანასახის პარკი, 4—არქეგონიუმი, 5—სამტერე მილი, 6—მტერის მარცვალი, 7—განავითარებული თესლკვირტი.

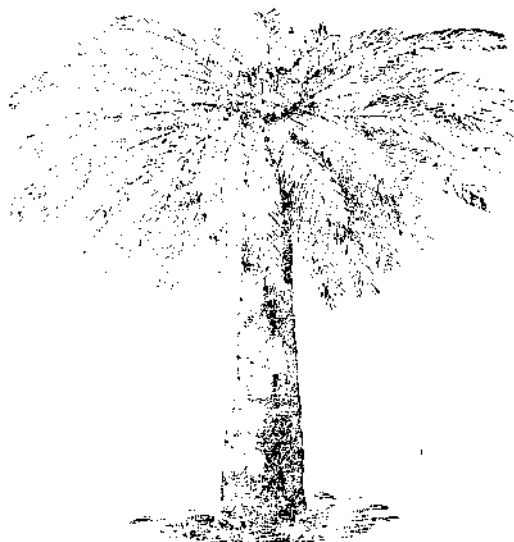
უჯრედს ანაყოფიერებს. მეგასპორანგიუმში იქცევა ჩანასახისა და საზრდო ნივთიერებისაგან შემდგარ თესლად. შიშველთესლოვანებში უფრო დაბალ საფეხურზე დგანან საგოვანები.

საგოვანების ტიპური წარმომადგენელია გვარი ციკასი (*Cycas*, სურ. 199). რვა მლის თესლკვირტი (მეგასპორანგიუმში) შედგება ცენტრალური ნაწილისაგან. მას ნუცელუსი („ნუცელუს“ — პატარა კაკალი, ლათინ.) ეწოდება.

ნუცელუსი გარედან დაფარულია საფარი კედლებით, ანუ ინტეგუმენტებით („ინტეგუმენტუმ“ — საზურგელი, ლათინ.), რომლებიც თესლკვირტის ზედა ნაწილში ქმნიან პატარა ნასვრეტს, ანუ მიკროპილეს („პილე“ — კარები, ბერძნ.). ნუცელუსში ერთი დიდი უჯრედი — ჩანასახის პოკი ვიძარდება (წინაზრდილი). ჩანასახის პარკის ზედა ნაწილში ორი ან მეტი (8) არქეგონიუმია. იგი შედგება მუცლის უჯრედისა (რომელშიაც კვერცხუჯრედი) და ყელისაგან. მიკროპილესაკენ მიშვებული ნუცელუსის ერთი ჩაღრმავებული ადგილი, რომელსაც სამტვრე კამერა ეწოდება, ხშირად ლორწოთი ივსება.

ციკას მტვრიანების სამტვრე პარკში არქესპორიუმის განვითარების შემდეგ მტვრის მარცვლები წარმოიქმნებიან და ქარის მიერ გადატანილი ხდება სამტვრე კამერის გამონაჟონ ლორწოში, შემდეგ კი თვით კამერაში. მტვრის მარცვალი, რომელიც შედგება გარეთა სქელი შრისაგან — ეგზინისაგან („ეგზო“ — გარედან, ლათინ.) და შიგნით თხელი შრისაგან — ინტინისაგან („ინტუს“ — შიგნით, ლათინ.), განვითარების პირველ სტადიას იწყებს კამერაში მოხვედრისთანავე. ჯერ წარმოშობს სამ უჯრედს, რომელთაგანაც ერთი ვეგეტაციურ უჯრედად ვითარდება; მეორე — შუა უჯრედიდან — ორი სპერმატოზოიდი მრავალი სპირალური შოლტებით; მესამედან კი — შაუსტორიუმში („შაუსტრო“ — შემწოვი, ლათინ.) ან სამტვრე მილი.

სპერმატოზოიდები გაივლიან სამტვრე კამერას და ჩანასახის პარკში არქეგონიუმისაკენ მიემართებიან. სპერმატოზოიდის ბირთვი უერთდება არქეგონიუმის კვერცხუჯრედის ბირთვს და ხდება განაყოფიერება. განაყოფიერებული დიპლოიდური კვერცხუჯრედიდან მცენარის ჩანასახი წარმოიშობა. შესაძლებელია მეორე არქეგონიუმშიც განაყოფიერდეს, მაგრამ ჩანასახი არ ვითარდება. თესლკვირტის განაყოფიერების შემდეგ წარმოიქმნება თესლი, რომელიც შედგება ჩანასახისა, ენდოსპერმისა (საზრდო ნივთიერება) და კანისაგან.



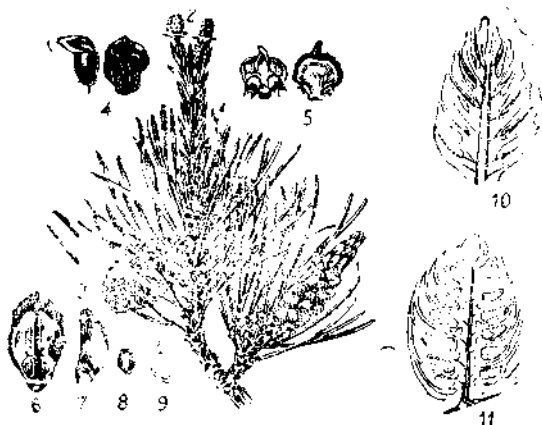
სურ. 199. ციკას (*Cycas revoluta*) მდეგრძლივ ეგზემპლარი.

შიშველთესლოვანებში თართოდ გავრცელებული უმაღლესი ჯგუფია გირჩოვანები, რომელიც დღეს წარმოდგენილია მრავალი ოჯახით, გვარით და სახეობით.

გირჩოვანებს მიკროსპოროფილები და მეგასპოროფილები მჭიდროდ აქვთ განლაგებული ღერძზე და მათ გირჩებს უწოდებენ (სურ. 200). სპირალურად განწყობილი მიკროსპოროფილები მამრობით გირჩად არის შეკრებილი, ხოლო მეგასპოროფილები—მდედრობით გირჩად. ზოგჯერ გირჩოვანების ყვავილები ყვავილედებადაა შეკრებილი. სამტვრე პარკში არქესპორიუმისაგან, რედუქციული დაყოფით, მტვრის მარცვლები წარმოიქმნებიან და

ქარის თუ სხვა საშუალებით მდედრობით გირჩებზე გადაიტანებიან. მტვრის მარცვლები, ამ გირჩების თესლკვირტზე მოხვედრი ლითვით სამტვრე პარკშივე იწყებენ განვითარებას. მდედრობითი გირჩა ღერძზე სპირალურად და მჭიდროდ განლაგებული მეგასპოროფილების კრებულია.

გირჩა მეგასპოროფილებზე (მეგასპოროფილები იგივე ქერქლებია) ორ-ორ თესლკვირტს ივითარებს. თესლკვირტი შედგება ინტეგუმენტისაგან, რომლის შიგნით ნუცელუსია. ნუცელუსის უჯრედებისაგან, რედუქციული დაყოფის შედეგად,



ხურ. 200. ფიჭვის ტოტი მამრობითი (1) და მდედრობითი (2) გირჩებით: 3—მცელი გირჩა, 4—მტვრიაწები, 5—საფრენი გირჩის ქერქლი ორი თესლკვირტით, 6—საფრენი ქერქლი ორი თესლით, 7—საფრენი, 8—თესლი, 9—თესლის სიგრძივი კრილი, 10—მდედრობითი გირჩის სიგრძივი კრილი, 11—მამრობითი გირჩის სიგრძივი კრილი.

ჩანასახის პარკი ვითარდება, ჩანასახის პარკის ზედა ნაწილში არქეგონიუმები წარმოიქმნებიან. არქეგონიუმში ერთ კვერცხუჯრედს შეიცავს.

თესლკვირტის მიკროპილზე მოხვედრილი მტვრის მარცვალი გადადის ნუცელუსში და იწყებს განვითარებას. მტვრის მარცვალი ზრდის შემდეგ, ჯერ დიდი ზომის ანთერიდიალურ უჯრედს წარმოქმნის, ხოლო მის შიგნით—ძირითად, დიდ ვეგეტაციურ უჯრედს. ვეგეტაციური უჯრედი ეგზინის გახევით ქმნის სამტვრე მილს (მის წვერზე განვითარებული ვეგეტაციური ბირთვით), რომელიც იჭრება ნუცელუსში და ნელა ვითარდება მის ქსოვილში.

ანთერიდიალური უჯრედი იყოფა გენერაციულ და ბაზალურ უჯრედებად, რომლებიც სამტვრე მილში ექცევიან. ამ გენერაციულ უჯრედს იყოფა ორ მამრობით უჯრედად—სპერმიებად. სპერმიები სამტვრე მილს გადააქვს არქეგონიუმებში, რის შემდეგ სპერმა უერთდება კვერცხუჯრედის ბირთვს და განაყოფიერდება. განაყოფიერებული დიპლოიდური ბირთვებისაგან წარმოიქმნება ჩანასახი. მთელი თესლკვირტი გადაიქცევა თესლად, რომელიც მომწიფებას მერე წელს იწყებს. გირჩოვანებში გამრავლების პროცესი აღმაჩინა რუსმა მეცნიერმა ი. გოროჟანკინმა (1880 წ.).

საგოფანებსა და გირჩოვანებში გამრავლების პროცესი რამდენადმე თავისებურია. თუ საგოფანებში მამრობითი ელემენტი სპერმატოზოიდებია, გირჩოვანებში გამანაყოფიერებელი სპერმიტებია.

ფარულთესლოვანები უმაღლესი მცენარეების ყველაზე უფრო გაბატონებული, მრავალრიცხოვანი და მრავალფეროვანი ჯგუფია. ფარულთესლოვანების გამრავლების რთული პროცესი ყვავილში მიმდინარეობს.

ფარულთესლოვანების ტიპური ყვავილის აგებულება გაცილებით რთულია, ვიდრე შიშველთესლოვანების. თესლკვირტი აქ მეგასპოროფილებისაგან წარმოქმნილ ბუტკოშია მოქცეული და მტვრის მარცვლით განაყოფიერებული თესლკვირტიდან ვითარდება თესლი, რომელიც სახეცვლილი ნასკვით—ნაყოფგარემოთი იფარება. ამიტომაც ამ ჯგუფს ფარულთესლოვანებს უწოდებენ. ყვავილი, როგორც გენერაციული ორგანო, ძირითადად, შედგება ბუტკოსა და მტვრიანასაგან და ხშირად გარედან შემოხვეული ორი წყება ფოთლებისაგან, რომლებსაც ყვავილსათარი ეწოდება.

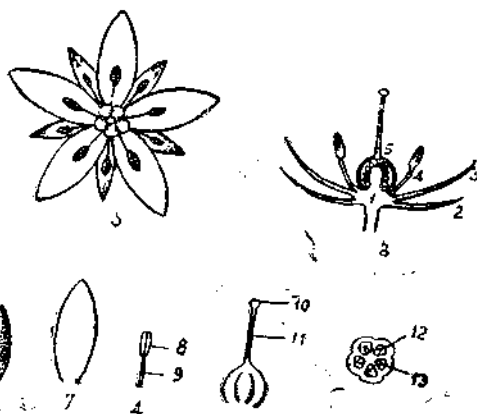
შვახილი

ყვავილი დამოკლებული და ზრდაშეზღუდული ყლორტია. ასეთ ყლორტზე განვითარებული ფოთლებიდან ერთი წყება სახეშეცვლილი ფოთლები, სქესობრივი გამრავლების ნაწილებადანაა ქცეული, ხოლო მეორე წყება ყვავილის საფარ ფოთლებადანაა გარდაქმნილი.

ყვავილი ყვავილსაფრითა და ბუტკოთი მხოლოდ ფარულთესლოვანებს აქვთ (სურ. 201). ყვავილის შემოკლებულ, გამსხვილებულ ღეროს ეწოდება ყვავილსაჯდომი, ხოლო ყვავილსაჯდომის ქვემოთ მდებარე ღეროს ნაწილს—ყვავილის ყუნწი.

ყვავილსაჯდომზე ყვავილის ყველა ძირითადი ნაწილია განლაგებული: ყვავილსაფარი ჯამისა და გვირგვინის სახით და გენერაციული ელემენტები—მტვრიანები და ბუტკო.

ყვავილსაჯდომი საყვავილე ღეროზე ყუნწითაა მიმაგრებული ან ზოგჯერ ძვლოპარეა, ე. ი. ყუნწი არა აქვს. ყვავილსაჯდომი სამი სახისაა (სურ. 202):



სურ. 201. ყვავილის აგებულების სქემა: ა—ჯამი და გვირგვინი ზუთწვერიანია, მტვრიანა 10. ბ—ყვავილის ნაწილების ურთიერთგანლაგება გასწვრივ განაკვეთზე: 1—ყვავილსაჯდომი; 2—ჯამი; 3—გვირგვინი; 4—მტვრიანა; 5—ბუტკო (ნასკვი); 6—ჯამის ფოთოლი; 7—გვირგვინის ფურცელი; 8—სამტვრე პარკი; 9—სამტვრე ძაფი; 10—ღინგი; 11—სვეტი; 12—ნასკვის ბუდე; 13—თესლკვირტი.

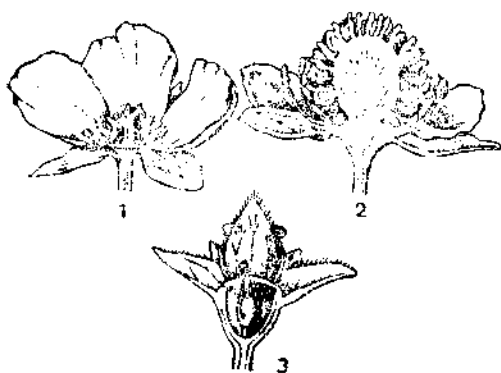
1) ბრტყელა, რომელიც ყვავილების უმრავლესობას ახასიათებს; 2) ამონეკილი, მაგალითად, ბაიას ან მაგნოლიას ყვავილსაჯდომი და 3) ჩაზნექილი ყვავილსაჯდომი, მაგალითად, ასკილის.

ყვავილის ფოთოლი უბეში მჯდომარე კვირტიდან წარმოიშობა. ეს ფოთოლი მფარავია, რომელიც ზოგჯერ ყვავილის ყუნწზე ვითარდება (ერთი ან ორი) და თანაყვავილი ეწოდება (სურ. 203).

ჯამი (კალიქსი—Kalyx, ლათინ.) ყვავილის გარეთა წყება ფოთლებია,

რომელიც გვირგვინთან (შიდაწყება ფოთლები) ერთად ორპირ ყვავილსაფარს ქმნის. მისი დანაშნულებაა ყვავილის შიგა, შედარებით ნაზი ნაწილების დაცვა, როცა ყვავილი გაუშლილია. ჯამი, უმეტესად მწვანე ფერისაა, ზოგჯერ კი შეფერადებული.

აღნაგობითა და აგებულებით ჯამი ნორმალური ფოთლის ბუნებას ამჟღავნებს. ზოგჯერ ჯამს ქვემოთ, გარედან, უვითარდება პატარა ზომის ფოთლები, რომელთაც ჯამქვეშა (სურ. 204) ეწოდება (ბალბა, მარმუჭი, მარწყვი და სხვ.). ჯამის ფოთლები ყვა-



სურ. 202. ყვავილსაჯდომი: 1—ბრტყელი, 2—ამო-
წნეჟილი, 3—ჩაწნეჟილი.

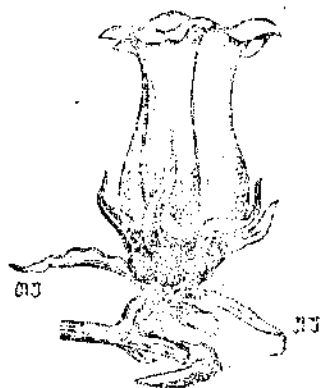
ვილსაჯდომზე სპირალურად ან რგოლურად არიან განლაგებული. ჯამის ფოთლები ფორმით მეტად მრავალფეროვანია. მისი პატარა ან დიდი ზომის ფოთლები ზოგჯერ რედუცირებულია ქერქ-
ლებად, ბეწვებად, ჯაგრებად ან ეკლებად; ხშირად ჩვეულებრივი ფოთლის მსგავსია ან ზეშეში, სქელი ხორცოვანი ან თხელი სიფ-
რიფანა და ა. შ. ხშირად ფოთლები მთლიანია, ზოგჯერ კი დაკბილული, დანაკეთული, განკვეთილი და დაყოფილი. ჯამის ფოთლების რიცხვი ყვავილში ხშირად განსაზღვრული ან განუსაზღვრელია (მრავალი). ჯამის ფოთლები ზოგჯერ ერთმანეთთან შეზრდილია ისე, რომ მილი იქმნება, ასეთ ჯამს ფოთლებ-
შეზრდილი ეწოდება.

ზოგჯერ ჯამის ფოთლები ერთმანეთისა-
გან განცალკევებულია ისე, რომ თითო ფოთო-
ლი ცალკე ზის. ასეთი ჯამი ფოთლებგან-
ცალკევებულია (სურ. 205). ჯამი ხში-
რად ყვავილობამდე ზედვე რჩება, ხოლო დაყვავილების შემდეგ ხმება ან
ქანება და ცვივა. ზოგჯერ დაყვავილების შემდეგაც, ნაყოფობის დროს ნაყოფ-
ზე შემორჩენილი.

გვირგვინი (კოროლა—Corolla, ლათინ.) ჯამის შემდეგ შიგა წყება
ფოთლებს წარმოადგენს და ჯამთან ერთად ყვავილსაფარს ქმნის.

გვირგვინი, უმეტესად, სხვადასხვა შეფერილობისა და სხვადასხვა ზო-
მისაა.

გვირგვინის სხვადასხვანაირი შეფერადება გამოწვეულია სხვადასხვა ნიე-
თიერებით, რომლებიც უჯრედებში გროვდებიან. ასეთებია: ქრომოპლასტები,

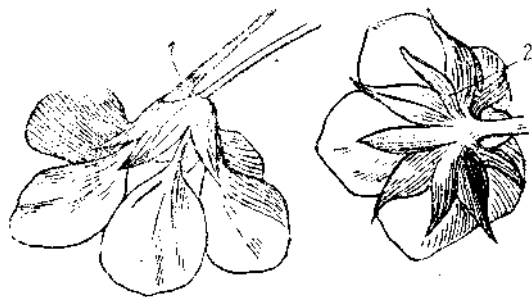


სურ. 203. მაჩიტას ყვავილი
თანაყვავილებით.

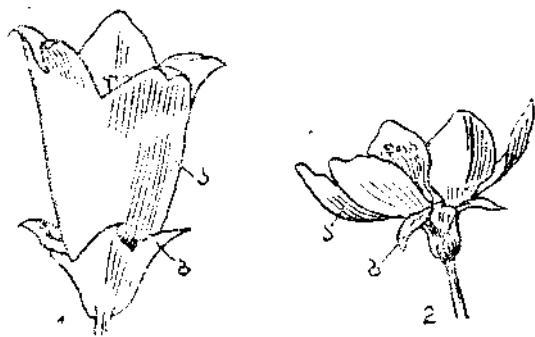
ანთოციანები, ანთოკლორები და სხვ. როდესაც გვირგვინის შეფერილობაზეა ლაბარაკი, ძირითადად მხედველობაშია მიღებული მთლიანად ყვავილის შეფერადება. გვირგვინი იცავს მის შიგნით განვითარებულ შედარებით ნაზ ნაწილებს—მტკრიანას და ბუტკოს დაზიანებისაგან. აგრეთვე თავისი მრავალნაირი შეფერადებითა და სხვადასხვა საზრდო ნივთიერების შემცველობის გამო იზიდავს მწერებს, რომლებიც ყვავილში არსებულ ნივთიერებებს საზრდოდ იყენებენ და ხელს უწყობენ დამტვერვას.

გვირგვინის ფოთლები, ჯამის ფოთლებთან შედარებით, უფრო ნაზი და სიფრთხანისებრია და ამიტომ მათ ხშირად ფურცლებს უწოდებენ. გვირგვინის ფურცელი შედგება

ორი ნაწილისაგან—ქვედა შევიწროებული ნაწილისაგან, რომელსაც ფრჩხილი ეწოდება და რის საშუალებითაც ფურცელი ყვავილსაჯდომს ან ყვავილის სხვა ნაწილს ემაგრება და ზედა, შედარებით გაფართოებული ნაწილისაგან, რომელსაც ფირფიტა ეწოდება.



სურ. 204. 1—ჟამი დეხით, 2—ჟამი ჩამჭვეშათი.

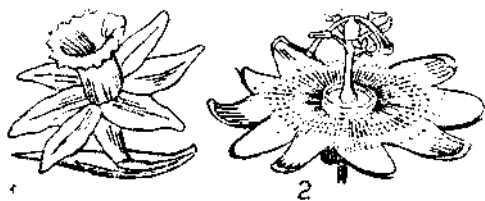


სურ. 205. 1—ფურცლებშეზრდილი გვირგვინი; 2—ფოთლებშეზრდილი ჟამი; 2. 1—ფურცლებგანცალკევებული გვირგვინი; 2—ფოთლებგანცალკევებული ჟამი.

ხან განცალკევებული, ამიტომაც გვირგვინი შეიძლება იყოს: ფურცლებშეზრდილი და ფურცლებგანცალკევებული.

ფოთლებშეზრდილი გვირგვინის იმ ნაწილს, სადაც მისი ფურცლები ერთმანეთთან არიან შეზრდილი, გვირგვინის მილი ეწოდება, ხოლო შეუზრდელ ნაწილს—გადანალუნი. მილებად გადანალუნის შუა არის ხახა (სურ. 207); გვირგვინის ფურცლები ხშირად დიდი ზომისაა, მაგრამ ზოგიერთი მცენარის ყვავილს სხვა ნაწილებთან ერთად, გვირგვინის ფურცლებიც მცირე ზომისა აქვთ. გვირგვინისა და მისი ფურცლების ფორმაც მრავალნაირია (სურ. 207). ხშირად ფურცლები მთლიანია. ზოგჯერ შეიძლება იყოს დაკბილული. ფურცლების განლაგება შეიძლება იყოს სპირალური და რგოლური, განუსაზღვრელი ან განსაზღვრული რიცხვით.

არის შემთხვევები, როდესაც ყვავილში დიდი რაოდენობითაა არანორ-
მალურად განვითარებული გვირგვინის ფურცლები (ბაიასებრნი, მიხაკისებრ-
ნი, ვარდისებრნი, რთულყვავილოვანნი და სხვ.). ასეთ ყვავილებს ბუთხუზა—
ქუჩქუჩა ყვავილები ეწოდება. ბუთხუზა ყვავილებში ხშირი მოვლენაა გვირ-
გვინის ფურცლების გადაქ-



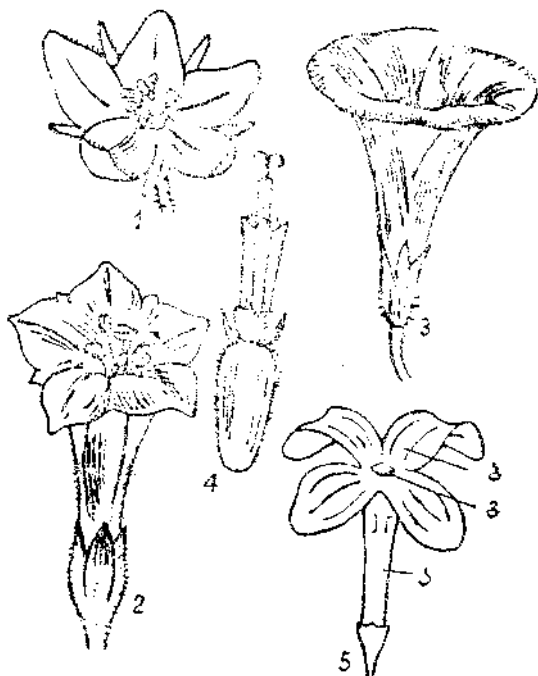
სურ. 206. გვირგვინოსანი: ყვავილები 1—ნარციზი (narcissus); 2—ენების ყვავილი (Passiflora).

ცევა ხან მტერიანებად და ხან ნაყოფის ფოთლებად. ასეთ ყვავილებში მტერია-
ნები და ბუტკოები ხშირად გვირგვინის ფურცლებად გარდაიქმნება (სურ. 208). ბუთხუზა ყვავილების კარგი მაგალითებია: გეორ-
გინა, ასტრა, მიხაკი, ვარდი

(სურ. 209), ტიტა, იმერული ზაფრანა და სხვ.

ყვავილსაფარი შედგება ღამის ფოთლებისაგან (გარეთა წყება) და გვირ-
გვინის ფურცლებისაგან (შიგნითა წყება). ასეთი ყვავილსაფარი ორმაგია, ანუ
ორპირი. როდესაც ყვავილ-
საფარს მარტო ჯამი
აქვს, ყვავილსაფარი ჯამი-
სებრია (ჰინჭარი, კანაფი,
მჟაუნა, ჭარხალი, ნაცარქა-
თამა და სხვ.).

თუ ყვავილსაფარს მხო-
ლოდ გვირგვინი აქვს, ასე-
თი ყვავილსაფარი გვირ-
გვინისებრია (დიდებაა,
ფრინტა, წიწიბურა, შრო-
შანა, სუმბული, ენძელა და
სხვ.). ჯამისებრ ან გვირგვი-
ნისებრ ყვავილსაფარს მარ-
ტივი (სურ. 210) ყვავილსა-
ფარი ეწოდება. რიგ მცენა-
რეებს: ვერხვს, ტირიფს,
წნორს, იფანს ანუ კოპიტს
უყვავილსაფარო ან შიშველი
ყვავილები ახასიათებთ (სურ.
211). ე. ი. არც ჯამი და
არც გვირგვინი არ უვითარ-
დებათ. ყვავილსაფარი ორ-
მაგი იქნება, თუ ყვავილი
შედგება ჯამისა და გვირ-
გვინისაგან. ორმაგი ყვავილ-



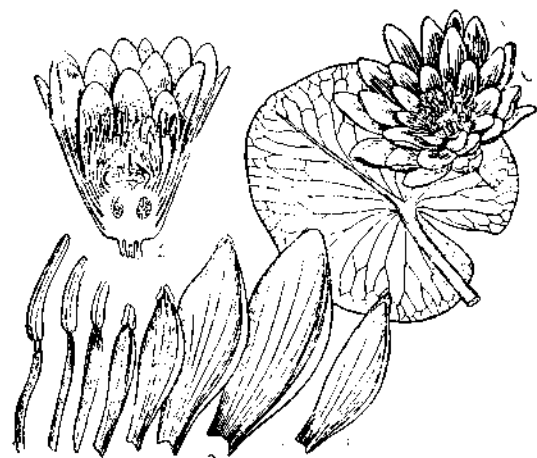
სურ. 207. ფურცლებშუზრდილი გვირგვინის ფორ-
მები: 1—ბორობლისებრი, 2—ბორობლისებრი, 3—ზარისებრი,
4—მილისებრი, 5—ლამბაქისებრი. ა—მილი, ბ—ვადანა-
ლნი, ვ—ხახა.

საფარის დროს ხშირად ჯამი და გვირგვინი სხვადასხვაფრად არის შეფერა-
დებული. ზოგჯერ ჯამის ფოთლის გარეთა და შიგნითა მხარე სხვადასხვანაი-

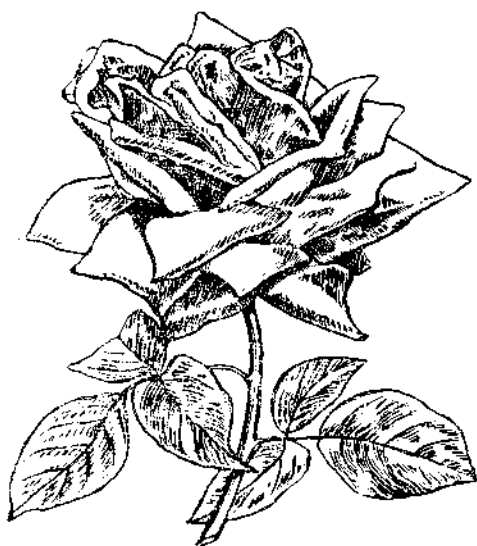
რად არის შეფერადებული. ასევე შეიძლება იყოს გვირგვინის ფურცლებიც, უფრო ხშირად ფურცლის ორივე მხარე ერთნაირი მკვეთრი ფერისაა. მარტივყვავილსაფრიალი მცენარეები, ისე როგორც ორმაგყვავილსაფრიალი, შეიძლება იყოს ფურცელზე ზრდილი (ქარხალი, ძირმწარა, სათოვლია, ყაზახა, სვინტრი, ჩიტისთავა, ხახვი, ცისტელა, ზამბახი და სხვ.). ჯამი შეიძლება რამდენიმე ან ერთ სიმეტრიულ სიბრტყედ დაიწყოს.

როდესაც ჯამი რამდენიმე სიმეტრიულ სიბრტყედ იყოფა, მაშინ იგი აქტინომორფულია („აქტის“ — სხივი, „მორფე“ — ფორმა, ბერძნ.). თუ ერთ სიბრტყედ იყოფა, მაშინ ასეთი ჯამი ზიგომორფულია (ძეგის — წყვილი, ბერძნ.). ასევე გვირგვინის შემთხვევაშიც,

გვირგვინს შეიძლება ჰქონდეს რამდენიმე ან ერთი სიმეტრიის სიბრტყე. ზოგიერთ გვირგვინზე შესაძლებელია რამდენიმე სიმეტრიის სიბრტყის გატარება და მაშინ გვირგვინი აქტინომორფული იქნება, ხოლო თუ ერთი სიმეტრიის სიბრტყე გაივლება, მაშინ გვირგვინი ზიგომორფულია. ზოგჯერ გვირგვინზე არ შეიძლება სიმეტრიის სიბრტყის გავლება და ასეთ გვირგვინს ასიმეტრიული ეწოდება. მაშასადამე, ყვავილსაფარი შეიძლება იყოს: აქტინომორფული, ზიგომორფული და ასიმეტრიული (სურ. 212). ზოგჯერ იმ მცენარეებს, რომელთაც ზიგომორფული ყვავილები აქვთ, უფითარდებათ აგრეთვე კენწრული აქტინომორფული ყვავილებიც და მათ პელორიული („პელოს“ — ურჩხული, ბერძნ.) ყვავილები ეწოდება.



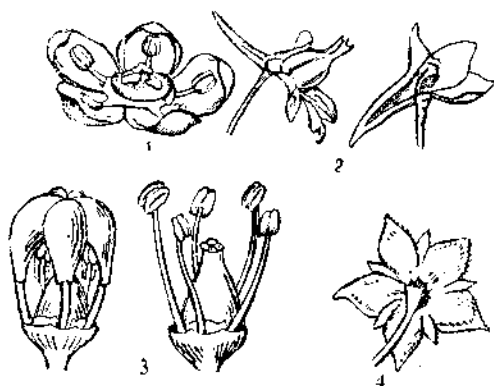
სურ. 208. 1—თეთრი ღუმფარა; 2—მისი ყვავილის სიგრძივი კრილი; 3—მტკრიანების თანდათანობითი გაღასკლა გვირგვინის ფურცლებად.



სურ. 209. ვარდის ბუთხუზა ყვავილი.

მარტივი ან ორმაგი ყვავილსაფრის შემთხვევაში, ხშირად ჯამისა და გვირგვინის ფოთლების ქვედა ნაწილში უფითარდება სხედასხვა სახის გამონაზარდი, მათში ზოგჯერ ამა თუ იმ შედგენილობის ნივთიერებები ან წყალა

გროვდება. ასეთ გამონაზარდებს მიეკუთვნება სანექტრეები, რომელთა დაგროვებულ და ჩაღრმავებულ ნაწილებს ხშირად დეზი (სურ. 204) ეწოდება (დეზურა, სოსანი, დედოფლის ყვავილი, ია, წყალიკრედია და სხვ.).



სურ. 210. მარტივი ყვავილსაფარიანი ყვავილები:
1—ჟამისებრი ყვავილსაფარი; 2—3—გვირგვინისებრი
ყვავილსაფარი; 4—ჟამი ჟამქვეშათი.

მტვრიანა (ანდროცე-
უმი—*Androcænum*), „ანერ“-
ნათ. ბრუნვა; „ანდროს“ —
—მაჰაკი, „ოიკოს“—სახ-
ლი, ბერძნ., სურ. 213).
მტვრიანათა კომპლექსს ანდ-
როცეუმი ეწოდება. მტვრია-
ნა შედგება: სამტვრესა-
გან და მტვრიანას
ძაფისაგან. მტვრიანას
ძაფი ზოგჯერ სამტვრეებს
არ უვითარდებათ და ისი-
ნი მჯდომარებია. (სურ. 214).

მტვრიანას ძაფი ხში-
რად ვიწრო ცილინდრული
ფორმისაა, ზოგჯერ ბრტყელი და ფირფიტნაირია. რიგი ყვავილების მტვრი-
ანას ძაფებს სხვადასხვანაირი გამონაზარდები—ბეწვები უვითარდება. მტვრი-
ანას ძაფებით ხდება ზოგჯერ სამტვრეების შეზრდა და იქმნება სამტვრე-



სურ. 211. შიშველი ყვავილები: 1—ფრთათეთრას ორსქესიანი ყვავილი,
2—იფნის ორსქესიანი ყვავილი, 3—ტირფის მამრობითი ყვავილი და
4—მდედრობითი ყვავილი.

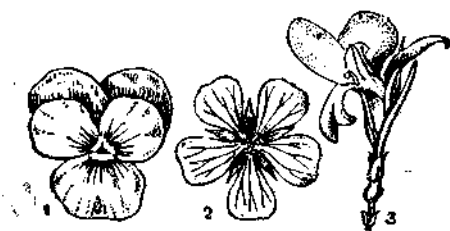
ბის კონა. მტვრიანას ძაფის დანიშნულება სამტვრეებისა და მასში მომ-
წიფებული მტვრის მარცვლების გავრცელება, ე. ი. დამტვრევის ხელის შე-
წყობა. სამტვრე ორი ნახევრისაგან შედგება და გაყოფილია ე. წ. შუასა-
ბამით. თითოეული ნახევარი სამტვრე ბუდე, ანუ სამტვრე პარკია (სურ.
215), რომელშიაც მტვრის მარცვლები ვითარდებიან. სამტვრე სორუსია (სი-
ნანგიუმი), მტვრის მარცვლები კი—მიკროსპორებია. სამტვრეები მეტად მრავ-
ვალი ფორმისაა და სხვადასხვა გამონაზარდები აქვს, რაც ხელს უწყობს
მტვრის მარცვლების გავრცელებას. მომწიფების შედეგად სამტვრეების პარ-
კები (ბუდეები) იხსნება უფრო ხშირად გასწვრივი ნაპრალებით, ხერელებით,
სარქველებით ან პარკის მთლიანი დაშლის შედეგად.

ხშირად სამტვრეები ერთმანეთს შეეზრდებიან, ხოლო ძაფები შეუ-

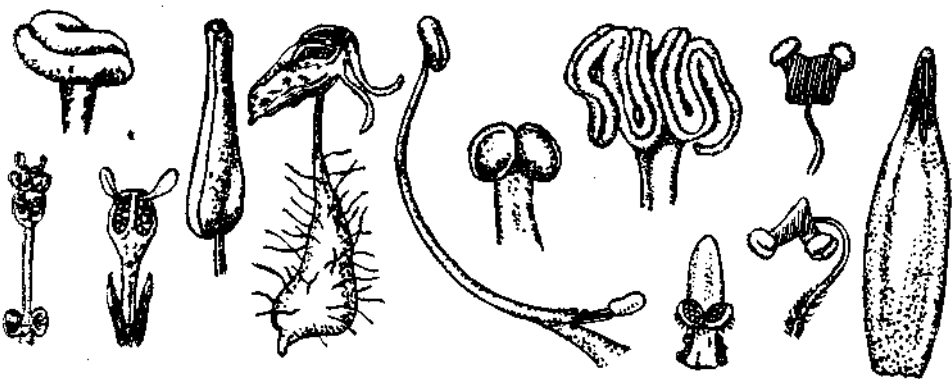
ზრდელი რჩებიან (მაგ., რთულყვავილოვნებში) ან სამტვრეები დაფებთან ერთად არიან შეზღუდულები (გოგრისებრნი); ამა თუ იმ მცენარის მტვრიანა ყვავილში განსაზღვრული ან განუსაზღვრელი რიცხვითაა და გარკვეული ჯგუფისათვის მტვრიანების ესა თუ ის რიცხვი დამახასიათებელი ნიშნად ითვლება.

მტვრიანების განლაგება ყვავილში უმეტესად წრიული (ერთ, ორ ან მეტ წრედ) ან სპირალურია. მტვრიანები ყვავილსაჯდომზეა მიმაგრებული, მაგრამ, რიგ შემთხვევაში, ყვავილის სხეადასხვა დაწილებთან არის შეზრდილი.

მტვრიანას განვითარება იწყება იმით, რომ იგი ყვავილსაჯდომზე ჩაისახება ბორცვის სახით, რომლისგანაც ჯერ სამტვრე ვითარდება, შემდეგ კი დამატებითი (ინტერკალარული) ზრდის შედეგად—მტვრიანას დაფი. ზოგიერთი მტვრიანას სამტვრე პარკი მტვრის მარცვლების წარმოშობის



სურ. 12. ყვავილის სიმეტრია. 1—ზიგომორფული, 2—აქტინომორფული, 3—ასიმეტრიული.



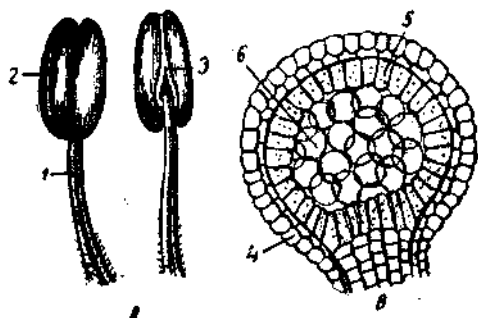
სურ. 213. სხეადასხვა ფორმის მტვრიანები.

უნარს მოკლებულია, ე. ი. მტვრიანა უნაყოფოა. ასეთ უნაყოფო მტვრიანას სტამინოდუმი („სტამენ“—მტვრიანა, ღინ, „ეილოს“—სახე, ბერძნ.) ეწოდება.

სამტვრე შედგება ერთნაირი მოყვანილობის უჯრედებისაგან, რომლებიც ერთშირიანი ეპიდერმისითაა დაფარული. ეპიდერმისის ქვედა უჯრედები ზრდის შედეგად გასწვრივი ტიხრებით ორ შრედ იყოფა. აქედან შიგნითა შრე არქესპორიუმს („არქე“—საწყისი, ბერძნ.) წარმოშობს, გარეთა შრის უჯრედები ისევ იყოფიან გასწვრივი ტიხრებით და უჯრედების სამ შრეს ქმნიან. გარეთა შრის უჯრედებისაგან ვითარდება ფიბროზული („ფიბრა“—ბოჭკო, ლათინ.) შრე, ანუ ენდოტეციუმი („ენდოს“—შიგნით, „ტეცე“—ყუთი, სათავსო, ბერძნ.), რომელიც ხელს უწყობს სამტვრეს მომწიფებას და მის გახსნას. შუა შრე, რომელიც პატარა ზომის უჯრედებისაგან შედგება, თანდათანობით იშლება და ამ დაშლილ მასას მტვრის მარცვლები საკვებ ნივთიერებად გამოიყენებენ. შიგნითა შრის უჯრედებისაგან სწრაფი და-

ყოფის შედეგად წარმოიქმნება ე. წ. გამოშფენი შრე, ანუ ტაპეტუმი („ტაპეს“—ნოხი, ბერძნ., სურ. 216).

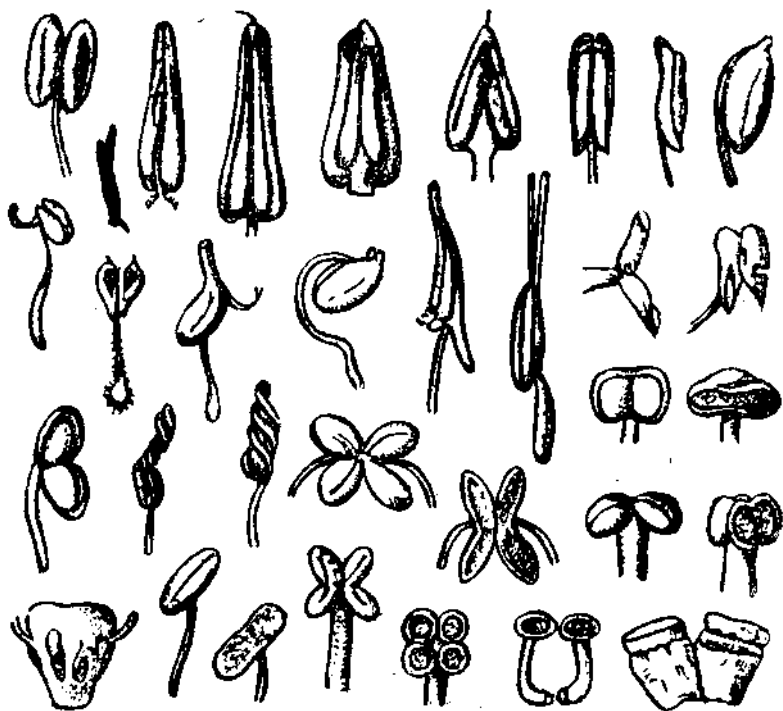
ტაპეტუმის შიგნით მოთავსებულია მტვრის მარცვლების წარმომშობი შრე—



სურ. 214. მტვრიანა, სამტვრე პარკის აგებულება განივ კრილზე. 1—მტვრიანას ძაფი, 2—სამტვრე პარკი, 3—შუასაბამი, 4—სამტვრე პარკის გარსი, 5—გამომფენი წრე, 6—არქესპორიუმი.

არქესპორიუმი. მტვრის მარცვლები სამტვრე ბუდეებში, ანუ პარკებში არქესპორიუმის უჯრედების დაყოფის შედეგად წარმოიქმნილი დედა უჯრედებისაგან ვითარდებიან. მტვრის მარცვლის წარმოქმნით თითოეული დედა უჯრედი რედუქციული გზით ოთხ-ოთხად იყოფა და ოთხ-ოთხ მტვრის მარცვლად (მიკროსპორა) ვითარდება. მტვრის მარცვლები საბოლოო ფორმირების შემდეგ გარსების

გალორწოიანების შედეგად ხშირად ერთმანეთს სცილდებიან და განცალკევებული რჩებიან. ზოგჯერ კი მტვრის მარცვლები ოთხ-ოთხად ანუ ტეტრადად („ტეტრადიონ“—ოთხეული, ბერძნ.) არიან შეზრდილი (ლაქაში, შქერა, იელი). ზოგჯერ მტვრის მარცვლები ერთმანეთთან შეწყებების შედეგად მარ-



სურ. 215. სამტვრე პარკის ფორსები.

ცვლების მთლიან მასას, ე. წ. პოლინიუმს („პოლენ“—მტერის მარცვლები, ლათინ.) ქმნიან (ჯადვარისებრი). მტერის მარცვალი ფორმით ხშირად მომრგვალო ან სფერულია, ან ელიფსური, ჩხირისებრი და, იშვიათად, ძაფისებრი (სურ. 217).

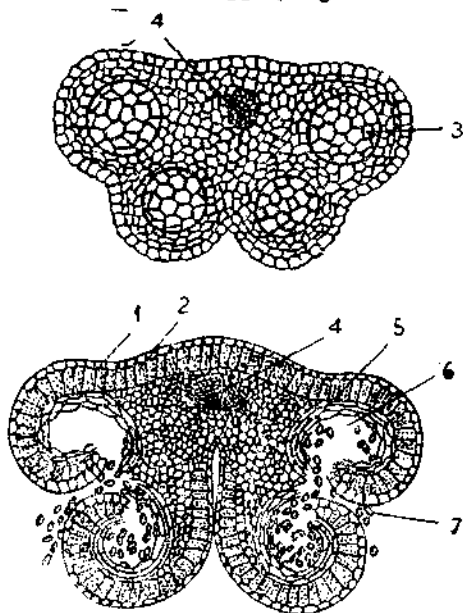
მტერის მარცვალი მეტად მცირე ზომისაა, 0,008 მმ-დან დაწყებული (ოთახის ფიკუსი) 0,2 მმ-მდე (გოგრა, ატამი). მტერის მარცვალი სხვადასხვა შეფერალებისაა. მომწიფებული მტერის მარცვლის ერთუჯრედიანი სხეული შედგება სქელპლაზმური და ბირთვის შიგთავსისაგან, რომელიც გარსითაა დაფარული. შიგნითა გარსი თხელია და ინტინა („ინტუს“—შაგნით, ლათინ.) ეწოდება, ხოლო გარეთა გარსი სქელია და ეგზინა („ეგზო“—გარეთა, ბერძნ.) ეწოდება (სურ. 218). გალიეების დროს მტერის მარცვლის ბირთვი ორად იყოფა და ორ უჯრედს წარმოქმნის.

ერთი უჯრედი ზომით დიდია, მომრგვალო ფორმისაა და ვეგეტაციური უჯრედი ეწოდება, ხოლო მეორე პატარა ზომის მოგრძო თითისტარისებრი ფორმისაა და გენერაციული უჯრედი. ამ გენერაციული უჯრედის ბირთვიც მომწიფების შედეგად ორად გაყოფის გზით ორ გენერაციულ ბირთვს წარმოშობს (სურ. 219).

გინეციუმი—ბუტკო (გინეციუმი—gynoeceum, „გინე“—ქალი, „ოიკოს“—სახლი, ბერძნ., სურ. 220) ნაყოფის ფოთლების კომპლექსი და ყვავილის მდებარეობითი ელემენტია. ბუტკო შედგება ნასკვისაგან, სეციისაგან და ღინგისაგან (სურ. 221).

ნასკვი ბუტკოს ქვედა, უპეტესად, გამსხვილებული ნაწილია, რომელიც თავისი ფერით ყვავილსაჯდომზე ზის და ერთი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლებისაგანაა წარმოქმნილი. იშვიათად ნასკვი დაგრძელებულ ყვავილსაჯდომზე ზის. ამ დაგრძელებულ ნაწილს გინოფორი („გინე“—ქალი, „ფოროს“—მტარებელი, ბერძნ.) ეწოდება.

ერთი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლების კიდეების შეზრდის შედეგად იქმნება ნასკვის ღრუ. ერთი ნაყოფის ფოთლისაგან შემდგარ ნასკვის იმ ნაწილს, რომელზედაც ორი კიდეა შეზრდილი, მუცლის ნაკერი ეწოდება. ხშირად რამდენიმე ნაყოფის ფოთლების კიდეების ერთმანეთთან შეზრდით ერთი ნასკვი წარმოიქმნება. ასეთ ნასკვში ნაყოფის ფოთლებისაგან შექმნილ ღრუს, როდესაც იგი სატიხრებით არაა გაყოფილი, ნასკვის ბუდე ეწოდება.



სურ. 216. სამტერე ბუდეების განვითარება:
1—ეპიდერმისი; 2—უბრობული შრე, ანუ ენდოტეცეუმი; 3—არქესპორიუმი; 4—განტარიკონა; 5—გამომდენი შრე, ანუ ტაპეტუმი; 6—სამტერე ბუდე; 7—მტერის მარცვალი.

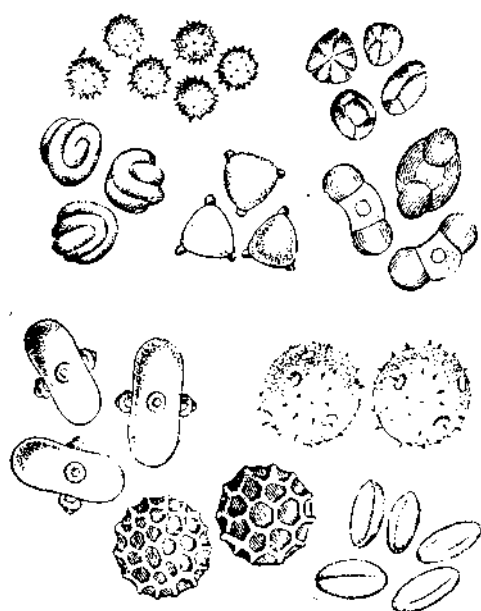
ბა. ერთბუდოანი ნასკვი შეიძლება ერთი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლები-
საგან იყოს წარმოშობილი (სურ. 222), უმეტესად კი რამდენიმე ნაყოფის
ფოთლებისაგან მრავალბუდოანი
ნასკვი იქმნება.

მრავალ შემთხვევაში ერთი
ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლე-
ბის შეზრდა იწყება ქვევიდან და
შეიძლება გაგრძელდეს ზევით,
ე. ი. ნასკვთან ერთად მოხდეს
ბუტკოს შევიწროებული ნაწილის
სვეტის ან ბოლოს, თუმცა იშვი-
ათად, დინგის შეზრდაც. ზოგჯერ
კი რამდენიმე ნაყოფის ფოთო-
ლი ერთმანეთს კი არ ეზრდება,
არამედ თითოეული ცალ-ცალკე
ერთდება და ქმნის რამდენიმე
ნასკვს, ე. ი. რამდენიმე ბუტკოს.

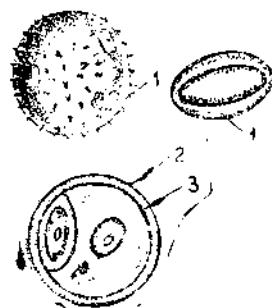
ზოგჯერ ნაყოფის ფოთლე-
ბის შეზრდა იწყება ზემოდან, ე. ი.
დინგიდან და სვეტიდან.

ნასკვი მდებარეობის მიხედ-
ვით სამი სახისაა: ზედა, ქვედა
და შუა (სურ. 223).

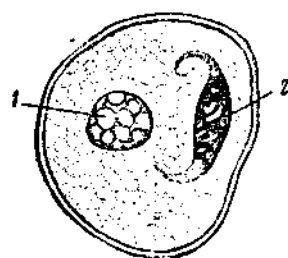
ზედა ნასკვი ისეთ ნასკვს ეწოდება, რომლის ყვავილსაჯდომი, რომელ-
ზედაც ნასკვი ზის, ბრტყელი ან ამოზნექილია და ნასკვი მტვრიანებისა და



სურ. 217. სხვადასხვა მცენარის მტერის
მარცვლები.



სურ. 218. 1—მტერის მარცვალი,
2—ეგზინა, 3—ინტინა.



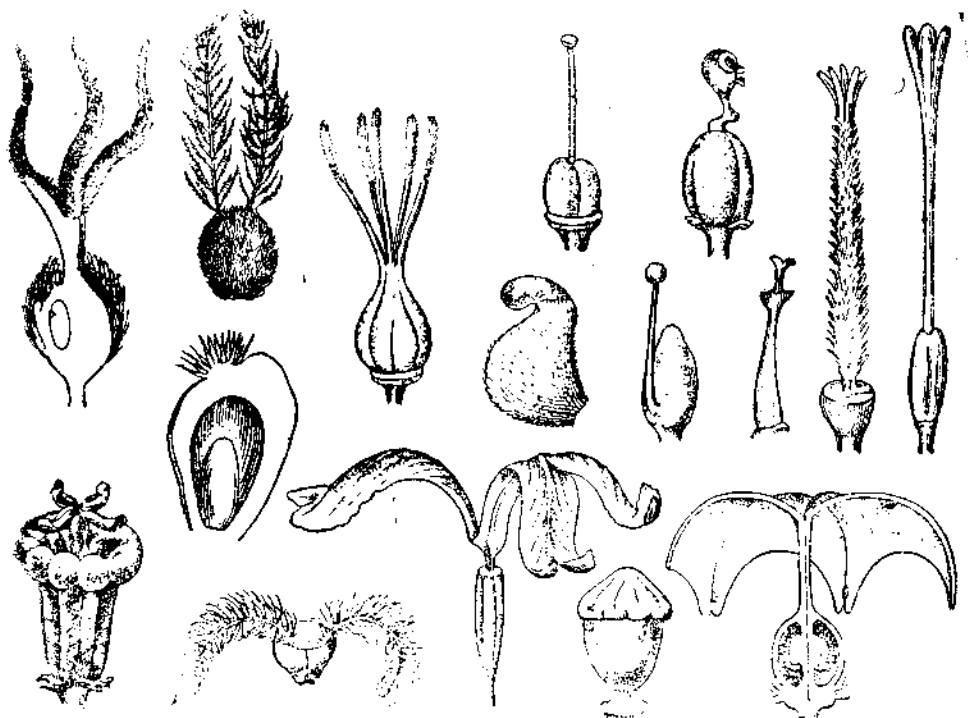
სურ. 219. მტერის მარცვალი ვეგე-
ტაციური (1) და გენერაციული
(2) ბირთვებით.

ყვავილსაფრის ზემოთაა განლაგებული (ბაიასებრნი, ჯვაროსანნი, პარკოსანნი,
მარცვლოვანნი, შროშანისებრნი და სხვ.); შეიძლება ნასკვი ჩაზნექილ ყვა-
ვილსაჯდომშია იჯდეს, მაგრამ მასთან არ იყოს შეზრდილი და, შედარებით
სხვა ნაწილებთან, ზემოთ იყოს განლაგებული, იგი ამ დროსაც ზედა ნასკვია
(აღუბალი, ქლიაფი და სხვ.).

როდესაც ყვავილსაჯდომი ჩაზნექილია და ნასკვი მის შიგნით ზის, მა-

შინ მტერიანები და ყვავილსაფარი ნასკვის ზემოთ არიან განლაგებული. ასეთ ნასკვს ქვედა ნასკვიანი ეწოდება (არყისებრნი, ქოლგოსანნი, ზამბახისებრნი და სხვ.).

შუა (ანუ ნახევრად ქვედა) ნასკვი ეწოდება ისეთ ნასკვს, რომელი

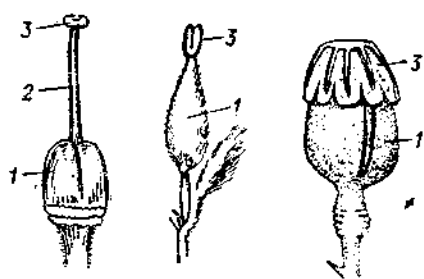


სურ. 220. ბუტკოს სხეიდასხვა ფორმები.

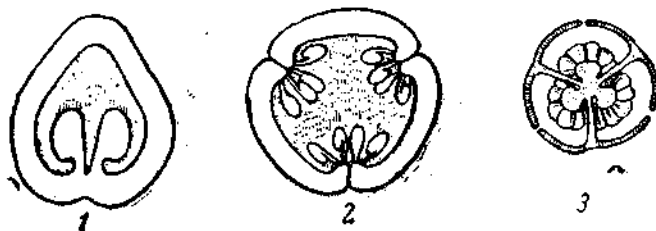
ყვავილსაფდომთან ან ყვავილის სხვა ნაწილებთან ქვედა ნაწილითაა შეზრდილი, ხოლო მისი ზედა ნაწილი შეუზრდელი, თავისუფალია. ამ შემთხვევაში მტერიანები და ყვავილსაფარი ნასკვის შუა ნაწილებში არიან განლაგებული (მაგ., ცხრატყავა, ანწლი და სხვ.).

ნასკვის ეს საში სახე მცენარეთა სისტემატიკის დიაგნოსტური ნიშანია. ნასკვის გაგრძელება სვეტი, რომელიც დინგიოთ მთავრდება; ზოგჯერ ნასკვსა და დინგს შორის სვეტი არ ვითარდება, მაშინ ნასკვი უსვეტოა და მასზე დინგი მჯდომარეა (ტიტა, ყაყაო).

სვეტი ბუტკოს ის შევიწროებული ნაწილია, რომელიც ატარებს სამტერე მილს ნასკვში და შემდეგ კი თესლკვირტში. სვეტის შიგნით რამდენიმე ნაყოფის ფოთლისაგან წარმოქმნილი სვეტის მილია, რომელიც მთლიანად



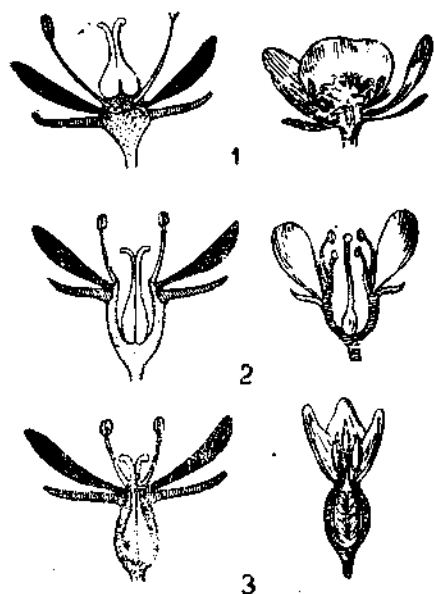
სურ. 221. ბუტკო. 1—ნასკვი, 2—სვეტი, 3—დინგი.



სურ. 222. ნასკვის ბუდის ანოტაცია: 1—ერთი ნაყოფის ფოთლისაგან ერთბუდისანი ნასკვი, 2—სამი ნაყოფის ფოთლისაგან ერთბუდისანი ნასკვი, 3—სამი ნაყოფის ფოთლისაგან სამბუდისანი ნასკვი.

ან ნაწილობრივ გამტარიჲ ქსოვილითაა ამოვსებული და ხელს უწყობს მტვრის მილის ჩაზრდას ნასკვში.

დინგი ბუტკოს კენწრული ნაწილია, რომელზეც დამტვერვის შედეგად მტვრის მარცვალი ხედება და სამტვერე მილი ვითარდება. დინგი სხვადასხვა მოყვანილობისაა: ზოგჯერ ბურთივით მრგვალია, ზოგჯერ კი გრძელი, ძაფნაირი ან გაყოფილია (ორად დაჭმეტად) ან ჩაღრმავებული; მწერის, ქარის ან სხვა საშუალებით გამოტანილი მტვრის მარცვლებს დასაჭერად ბეწვებით და სხვადასხვა გამოწარმებით არის დაფარული ან ლორწოვან წებოვანია.



სურ. 223. 1—ზედა ნასკვი (მარცხნივ სქემა, მარჯვნივ ყვავილის კრალი), 2—შუა ნასკვი, 3—ქვედა ნასკვი.

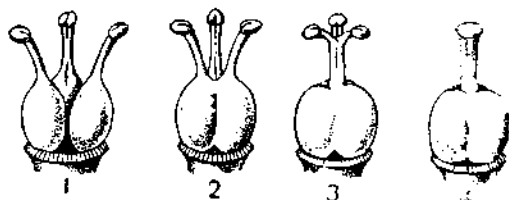
თავსართი; „კარპოს“—ნაყოფი, ბერძნ.) ბუტკო ეწოდება (სურ. 224). ხშირად რამდენიმე ერთმანეთთან შეზრდილი ნაყოფის ფოთლისაგან ყვავილში ერთი ბუტკო ვითარდება. ასეთი ბუტკო ცენოკარპიული ან სინკარპიულია („კოინოს“—საერთო; „სინ“—ერთად, ბერძნ.). ცენოკარპიული ბუტკო შეიძლება იყოს პარაკარპიული და ლიზიკარპიული ტიპის.

პარაკარპიულია (სურ. 225) („პარა“—ახლოს, გვერდით, ბერძნ.) ბუტკო მაშინ, როდესაც რამდენიმე ნაყოფის ფოთლოვანი ერთმანეთთან კიდევ-

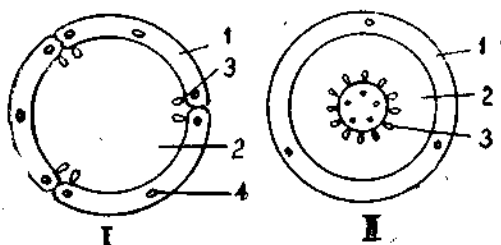
ბითაა შეზრდილი და აქედან ვითარდება ბუტკო ერთბუდიანი ნასკვით (ტი-
რფისებრნი, იისებრნი და სხვ.).

ერთმანეთთან შეზრდილი ნაყოფის ფოთლების კიდევბი განვითარების.
შემდეგ პერიოდში ზრდას აჩე-
რებენ და ნასკვში ტიხრებს
არ ქმნიან, მაშინ ბუტკო ერთ-
ბუდიანი ნასკვისაგან შედ-
გება და ლიზიკარპიუ-
ლია („ლიზას“ — განადგუ-
რება, ბერძნ.).

ნასკვის შიგნით ერთი
ან რამდენიმე თესლკვირტია
(მეგასპორანგიუმი) განვი-
თარებული (სურ. 226). თესლკვირტი ნასკვში ყუნწით არის მიმაგრებული.
ყუნწის მიმაგრების ადგილს პლაცენტა („პლაცენტა“ — კვერი, ლათინ.)
ეწოდება, რომელიც ნასკვის შიგნითა ქსოვი ლის ამონაბურცია; იმის მიხედ-
ვით, თუ ნასკვში როგორაა განლაგებული თესლკვირტები, არჩევენ შემდეგი



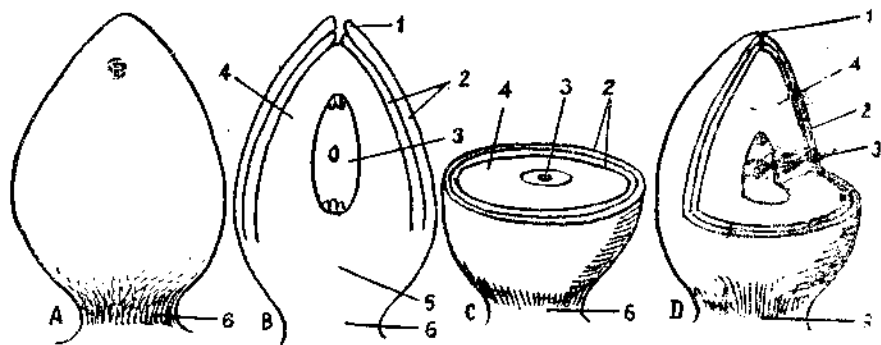
სურ. 224. 1—აპოკარპული ბუტკო, 2,3,4—სინკარპული
ბუტკო.



სურ. 225. I—პარაკარპული ბუტკო, II—ლიზიკარპული
ბუტკო. 1—ნასკვის კედელი, 2—ნასკვის ბუდე, 3—თესლ-
კვირტი; 4—გამტარი კონა.

ეწოდება (პარკოსნების, ჯვაროსნების, ყაყაჩოსებრთა ბევრ წარმომადგე-

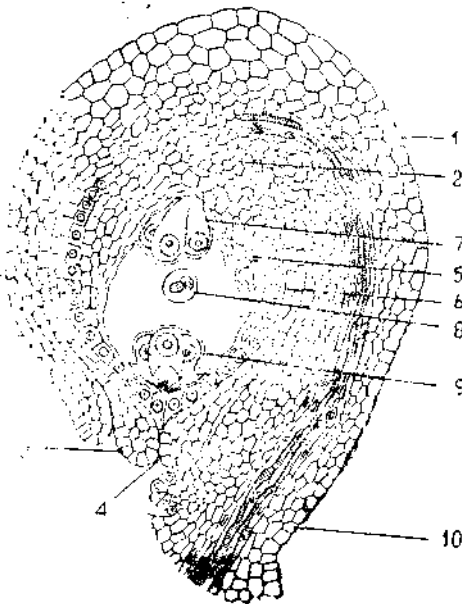
სახის პლაცენტებს და მას-
ზე მიმაგრებულ თესლკვირ-
ტებს. ხშირად პლაცენტები
ნასკვის შიგნით ბუდეების
კუთხეებში და ნაყოფის ფო-
თლების კიდევბზე მდებარე-
ობენ; უმეტესად კი პლა-
ცენტები წარმოიქმნებიან ნა-
სკვის შიგნითა კედლებზე
და მათ კედლური, ანუ
პარიეტალური („პარი-
ეტისუს“ — კედლის, ლათინ.)



სურ. 226. თესლკვირტის აგებულების სქემა. A—გარედან; B—სივრძივი
განაპირი; C—განივი განაპირი; D—ხაზურად სივრძივი, ხაზურად განივი განაპირი;
1—მიკროპილე; 2—ინტეგუმენტები; 3—ჩანასხის პარკი; 4—ნუტელუსი; 5—ქალაქი;
6—თესლკვირტის ყუნწი.

ნელს). ამ პლაცენტების მიხედვით თესლკვირტებიც შეიძლება იყოს სხვადა-
სხვანაირი.

თესლკვირტისა და ყუნწის ერთმანეთთან მიმაგრების ადგილს კიპი ეწოდება. თესლკვირტის ნუცელუსის ფუძეს, რომელიც თესლკვირტს და ყუნწს შუა ძეგს, ქალაძა („ქალაძა“—სეტყვა, მარცვალი, ბერძნ., სურ. 227) ეწოდება. ქალაძიდან გამოდის თესლკვირტის უმეტესად ორი ან ერთი საფარი (ში-



სურ. 227. თესლკვირტის აგებულება (ჭრალი):
1—გამტარი კონა, 2—ქალაძა, 3—ინტეგუმენტი
(2 შრე), 4—მიკროპილე, 5—ნუცელუსი, 6—ნუცელუსის ეპიდერმისი, 7—ანტოპოდები, 8—პოლარული ბირთვები, 9—კვერცხუკრედი სინერგიდებით, 10—ყუნწი.

ყუნწი ერთმანეთის მიმართ სწორხაზობრივად არიან განლაგებული, მაშინ ასეთი თესლკვირტის წოროა, ანუ ატროპულია („ა“—უარყოფა, „ტროპოს“—შემობრუნებული, ბერძნ.), მაგ., მათიტელასებრნი.

2) ხშირად თესლკვირტი არათანაბრად ვითარდება. მისი ერთი მხარე უფრო ძლიერაა განვითარებული, ვიდრე მეორე და ამ დროს თესლკვირტი გადმობრუნებულია. მიკროპილე ქვევითაა მიმართული და მოხრილი, ყუნწი გარეთა ინტეგუმენტთან მდებარეობს. ასეთ თესლკვირტს ანატროპიული („ანა“—ზევით, ბერძნ.) ეწოდება.

3) თესლკვირტი ნასკვში მოხრილად მდებარეობს ისე, რომ მიკროპილე ქალაძასთან ძეგს. ასეთი თესლკვირტი მოხრილი, ანუ კამპილატროპულია („კამპილოს“—მოღუნული, მრუდე, სურ. 228). თესლკვირტის განვითარება პლაცენტაზე წარმოქმნილი ბორცვიდან იწყება. ბორცვის ცენტრში ერთი ჯგუფი უჯრედებისაგან ვითარდება თესლკვირტის გული, ანუ ნუცელუსი, რომელიც ჯერ ემბრიონული უჯრედების კომპლექსისაგან შედგება, ხოლო მისი სხეულის დიფერენცირების შემდეგ, იგი პარენქიმული უჯრედების მასას წარმოადგენს და კანითაა დაფარული.

და და გარეთა) კედლები — ინტეგუმენტები („ინტეგუმენტუმ“—საფარი, ლათინ.). ინტეგუმენტები ზედა ბოლოებით ერთმანეთთან შეზრდილი არაა, რითაც ქმნიან მტვრის მილის სა-ვალ ხვრელს მიკროპილეს („მიკროს“—პატარა, „პილე“—ჭიშკარი, ბერძნ.) სახელწოდებით. ინტეგუმენტებს შორის თესლკვირტის ცენტრალური ნაწილი გული, ანუ ნუცელუსია („ნუცელა“—კაკლუქა, ლათინ.).

ნუცელუსში მოთავსებულია ჩანასახის პარკი, რომლის ცენტრალური ნაწილი პირველად ბირთვს უკავია (სურ 226).

იმის მიხედვით, თუ რა მდებარეობა უკავია თესლკვირტს ნასკვში, არჩევენ თესლკვირტის შემდეგ სახეებს:

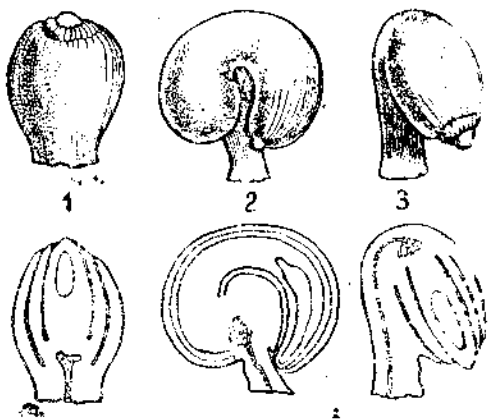
1) როდესაც თესლკვირტი ყოველმხრივ თანაბრად ვითარდება ისე, რომ მიკროპილე და

ბორცვის გარშემო მდებარე უჯრედებისაგან ნუცელუსის ერთი ან ორი საფარი შრე ვითარდება. ნუცელუსს ინტეგუმენტების ორი შრე (შიგა და გარეთა) აკრავს (ფურცლებგანცალკევებული ორლებნიანები) ან ერთი (ფურცლებშეზრდილი ორლებნიანები). ზოგჯერ ნუცელუსს ინტეგუმენტი სრულიად არა აქვს (მაგ., ფითრისებრნი). ბორცვის ცენტრალური უჯრედებისაგან

წარმოქმნილი ნუცელუსის კანქვეშა უჯრედებისაგან ერთი ზედა უჯრედთაგანი იწყებს ზრდას და არქესპორი უშავდ გადიქცევა.

არქესპორიუმი ორგზის რედუქციული დაყოფის შედეგად წარმოქმნის ოთხ უჯრედს (ტეტრაედებს), რომლებიც ერთმანეთზე არიან განლაგებული და ოთხი უჯრედისაგან, უმეტესად, ქვედა უჯრედისაგან, ჩანასახის პარკი (მეგასპორა) წარმოიშობა.

მთუმწიფებელი ჩანასახის პარკის ცენტრში ერთი ბირთვია, რომელსაც პირველადი ბირთვი ეწოდება. ჩანასახის პარკის მომწიფება კი შემდეგნაირად მიმდინარეობს: პირველადი ბირთვი იყოფა ორად და თითოეული შათგანი მიემართება ჩანასახის პარკის ზედა და ქვედა პოლუსი-



სურ. 22ა. თესლკვირტის მდგომარეობა ნასკეში:

1—სწორნდგომა (ატროპული), 2—მოხრილი (ანატროპული), 3—შებრუნებული (კამპილატროპული).

საკენ. ზედა და ქვედა პოლარული ბირთვის ორგზის დაყოფის შედეგად ოთხი ბირთვი წარმოიშობა. ამ ოთხ-ოთხი პოლარული ბირთვიდან გამოცალკევდება თითო—ზედა და ქვედა პოლარული ბირთვი, რომლებიც მიემართებიან ჩანასახის პარკის ცენტრში. ეს ორი ბირთვი ერთმანეთს უერთდება და იქმნება მეორეული ბირთვი. ზედა პოლუსში არსებული სამი ბირთვი პროტოპლაზმით იფარება და სამ, უმეტესად, უგარსო ან თხელგარსიან უჯრედად იქცევა. ამ სამი უჯრედიდან, შუაში მდებარე დიდი უჯრედია, რომლის ქვედა ნაწილში დიდი ბირთვია, ხოლო ზედა ნაწილში—ვაკუოლი. ამ უჯრედს კვერცხუჯრედი ეწოდება. ორი გარეთა, შედარებით პატარა ზომის უჯრედია, რომელთა ქვედა ნაწილში ვაკუოლია, ხოლო ზედა ნაწილში—პატარა ბირთვი. ეს უჯრედები განაყოფიერების პროცესისათვის დამხმარე უჯრედებს წარმოადგენენ და მათ სინერგიდები („სინ“—ერთად, „ერგონ“—მუშაობა, ბერძნ.) ეწოდება. ქვედა პოლუსში შერჩენილი სამი ერთნაირი ზომის ბირთვი პროტოპლაზმით გარშემოკრულ სამ უჯრედად ვითარდება. ეს სამივე უჯრედი ანტიპოდების („ანტი“—წინააღმდეგ, „პოუს“—ნათ. ბრუნვა, „პოდოს“—ფეხი, ბერძნ.) სახელწოდებითაა ცნობილი. მაშასადამე, თუ ჩანასახის პარკი შედგება ზედა პოლუსში მდებარე შუა, ანუ კვერცხუჯრედისაგან და ორი გვერდითი დამხმარე უჯრედისაგან—სინერგიდებისაგან, ხოლო ქვედა პოლუსში სამი უჯრედისაგან—ანტიპოდებისაგან და ცენტრში—ცენტრალური უჯრედისაგან—მეორეული ბირთვისაგან, მაშინ თესლკვირტის ასეთი ჩანასახის პარკი მომწიფებულია (მზადაა) განაყოფიერებისათვის (სურ. 22 9.

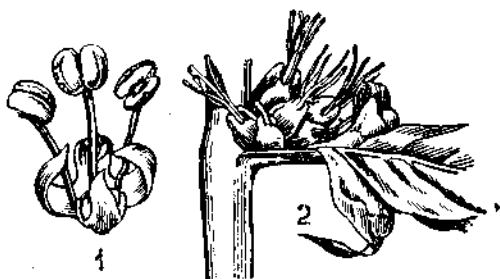
როდესაც მცენარის (ფარულთესლოვან) ერთ ყვავილში მტვრიანა და,

ში საგველა ყვავილებად აქვს შეკრებილი, ხოლო მდედრობითი ყვავილები— ტაროებად უვითარდება. ასევე ერთსქესიანი, მაგრამ ორსახლიანი მცენარე- ებია: ტირიფი, ალვის ხე, ვერხვი, კანაფი, ჭინჭარი, მჟაუნა, სვია, სატაცური და სხვ.

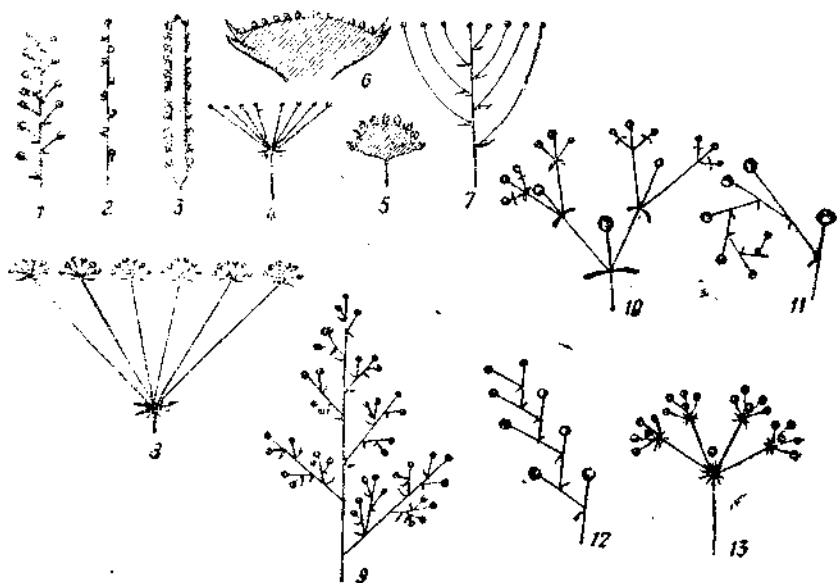
პოლიგამურ მცენარეებს ეკუთვნის: ცხენის წაბლი, თუთა, ნეკერჩხალი, იფანი, ნესვი, მზესუმზირა, გეორგინა და ა. შ.

ყვავილის სქესიანობა სხვადასხვა ნიშნით აღინიშნება: ორსქესიანი ყვა- ვილები— ბ, ერთსქესიანი მდედ- რობითი ყვავილები— ♀ და ერთ- სქესიანი მამრობითი ყვავილები ბ ნიშნებით.

ყვავილედ. ფარულთესლო- ვანი მცენარეების უმეტესობას ერთ საყვავილე ღეროზე ან მის ტოტებზე რამდენიმე ან ჯგუფე- ბად შეგროვილი ყვავილები უვი- თარდება. საყვავილე ღეროს ან ყვავილების ძირს ხშირად თანა- ყვავილი და თანაყვავილატი აქვს შეიშვეული. ასეთ საყვავილე ღეროზე გან- ლაგებულ რამდენიმე ყვავილს ყვავილუდი ეწოდება (სურ. 232).



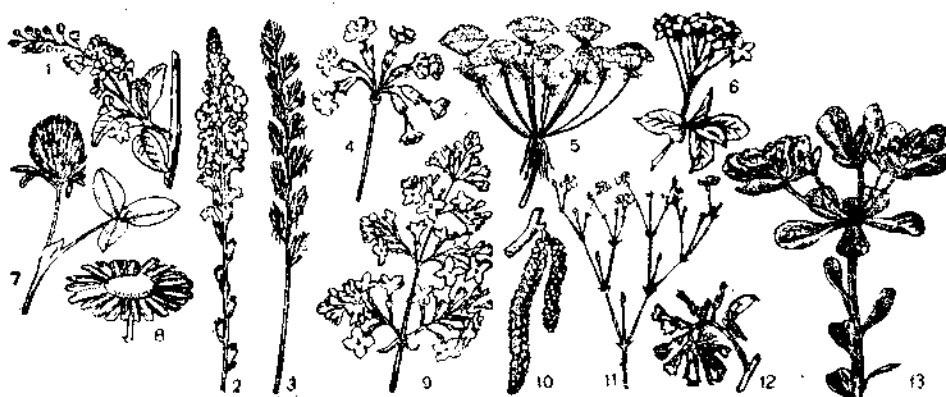
სურ. 231. ერთსქესიანი ყვავილები:
1—მამრობითი, 2—მდედრობითი.



სურ. 232. ყვავილების სქესი: 1—მტევანი, 2—თავთავი, 3—ტარო, 4—ქოლგა, 5—თავი, 6—კალთა, 7—ფარი, 8—რთული ქოლგა, 9—საგველა, 10—დიქაზიუმი, 11—ხვეულა (მონოქაზიუმი), 12—კლანი (მონოქაზიუმი), 13—პლეიოქაზიუმი.

თუ ყვავილედში ტიპური ყვავილოვანი მცენარეებას უმეტესობას ახასია- თებს, მცენარეების მკირე ჯგუფისათვის დამახასიათებელია ერთი ანუ მარ- ტოულა ყვავილი. თუ ეს უკანასკნელი ფოთლის უბეში ვითარდება, მა- შინ იგი უბის ყვავილია, ხოლო თუ ღეროს წვერზე, მაშინ ყვავილი კენწრუ-

ლია. ყვავილედეები უფრო ხშირად თანაყვავილეების უბეებში ან ღეროს წვერზე ვითარდებიან.



სურ. 233. ყვავილედეები: 1—მტევანი; 2—თავთავი, 3—რთული თავთავი, 4—ქოლგა, 5—რთული ქოლგა, 6—ფარი, 7—თავაკი, 8—კალათა, 9—საგველა, 10—მჭაღა, 11—დიქაზიუმი, 12—ხეცელა (ჰონოქაზიუმი), 13—პლეიოქაზიუმი.

ყვავილედეები ორგვარია: ბოტრიული („ბოტროს“—მტევანი, ბერძნ. ანუ გვერდითი (განუსაზღვრელი) და ციმოზური („კომა“—ტალღა, ბერძნ. ანუ კენწრული (ვანსაზღვრული) (სურ. 233). ბოტრიული ყვავილედის ისეთი ტიპია, რომლის მთავარი ღერძი მონოპოდიურად არის დატოტიანებული და გვერდით ტოტებზე უფრო ძლიერ განვითარებული და გრძელია. ბოტრიული ყვავილედს ზრდაგანუსაზღვრელსაც უწოდებენ, ვინაიდან ჯერ ქვედა წვერ ყვავილეები იილეებიან, შემდეგ ზედა და ასე თანდათანობით, ე. ი. ქვემოდა ზემოთ (აკროპეტალურად), ბოლოს კი კენწრული ყვავილი.

ბოტრიული ტიპის ყვავილედებს მიეკუთვნებიან: მტევანი, თავთავი, ტარო, ფარი, ქოლგა, თავაკი და კალათა (სურ 233).

მტევანი ისეთი ყვავილედია, როდესაც დაგრძელებულ საყვავილე ღერძზე თანაბარყუნწიანი ყვავილეები სხედან (ეკლის ხე, მოცხარი, ხურტა, მელი, კოწახური, შოთხვი, ხანჭკოლა, სუმბული, შროშანა და სხვ.).

თუ ასევე დაგრძელებულ საყვავილე ღერძზე მჯდომარე (უყუნწო) ყვავილეებია განვითარებული, ასეთ ყვავილედს თავთავი ეწოდება (მაგ., მრავალბარდვა). თავთავს მიაგავს ყვავილედი ტარო, მხოლოდ მისი მთავარი ღერძი გამსხვილებულია, ხორცოვანია და ყვავილეები ღერძის გარშემო უყუნწოდ სხედან (ლაქაში, ნიუკა, ფრთათეთრა). ამ ყვავილედის ტიპურ მაგალითად სიმინდის ტაროს თვლიან, მაგრამ იგი რთული ყვავილედების ტიპს მიეკუთვნება.

ხშირად მთავარი ღერძის წვერთან თითქმის ერთ სიმაღლეზე განლაგებულია სხვადასხვა სიგრძის ყუნწიანი ყვავილეები ისე, რომ ღერძზე ქვედა ყვავილეები გრძელყუნწიანებია, ხოლო ზედა ყვავილეების ყუნწები თანდათანობით მოკლდებიან. ასეთ ყვავილედს ფარი ეწოდება (ვაშლი, მსხალი, ქლიავი, ცირცელი, კუნელი და სხვ.). როდესაც მთავარი ღერძზე განლაგებულ ყვავილეები ერთნაირი სიგრძის ყუნწზე სხედან და ერთი წერტილიდან გამოს

დიან, მაშინ ყვავილელი ქოლგაა. ქოლგა ყვავილედები, მაგ., შინდს, ხახვს ფურისულას და სხვ. ახასიათებთ. ზოგჯერ დამოკლებული მთავარი ღერძის წვერზე ჯგუფებად განლაგებულია უყუნწო ან მოკლყუნწიანი ყვავილები. ასეთ ყვავილებს თავაკი ეწოდება. სამყურას, გოჭშოს, ფოლიოს. ცხრა-ტყავას და სხვ. თავაკი ყვავილედები აქვთ განვითარებული.

გაფართოებულ და გამსხვილებულ დამოკლებულ ღეროზე, ე. ი. ერთ მთლიან ყვავილსაჯდომზე, რომელიც ხან ბრტყელია, ხან ჩანჩქილი, ხან კი ამოხნეტილი, მჭიდრო ჯგუფებად უყუნწო ყვავილები სხედან. ასეთია რთულ-ყვავილოვანთა ოჯახის დამახასიათებელი ქალათა ყვავილელი. ქალათა ყვავილედში ყველა ყვავილი ერთნაირია, ან შიგა და განაპირა ყვავილები სხვადასხვანაირია. ჩამოთვლილი ყვავილები ეკუთვნიან მარტივ ბოტრიულ ყვავილედებს.

მცენარეთა გარკვეული ჯგუფისათვის დამახასიათებელია რთული ბოტრიული ყვავილედები. რთული ყვავილედები ისეთი ყვავილედებია, რომლებზედაც რამდენიმე მარტივი ყვავილელია განლაგებული.

რთულ ყვავილედებს მიეკუთვნებიან: რთული თავთავი, რთული ქოლგა, რთული ფარი, საგველა, ანუ რთული მტევანი და მჭაღა.

რთული თავთავი ისეთი თავთავისებური ყვავილედია, რომლის მთავარ ღეროზე პატარა ზომის ყვავილედები—თავთუნებია განლაგებული. რთული თავთავი უმეტესად მარცვლოვანებისთვისაა დამახასიათებელი (ხორბალი, ქერი, ჭვავი, ქანკა და სხვ.).

ქოლგოსნების ტიპურ დამახასიათებელ ყვავილედს მიეკუთვნება რთული ქოლგა, რომელიც მარტივი ქოლგებისაგან, ანუ ქოლგაკეებისაგან შედგება. ქოლგებსა და ქოლგაკებს ძირში საბურველი აკრავს (ყვავილთაური ფოთლები). რთული ფარია იმ შემთხვევაში, როდესაც მარტივი ფარის მთავარი ღერძის სხვადასხვა სიგრძის ტოტებზე სხვადასხვა სიგრძის ყუნწიანი ყვავილები ერთ სიბრტყეზე არიან განლაგებული (ანწლი, დიდგულა, ძახელი, უზანი და სხვ.).

ყვავილედის ფართოდ გაფრცელებულ ტიპს ეკუთვნის საგველა, ანუ რთული მტევანი, რომლის მთავარი ღერძი მრავალი სხვადასხვა სიგრძის გვერდითი ტოტისაგან შედგება. ეს ტოტებიც თავისთავად კვლავ იტოტებიან და მარტივ მტევნებს ივითარებენ (სიმინდის მამრობითი ყვავილედები, ვახი, იასამანი, ფეტვი, შვრია, ვაციწვერა, ქასრა და სხვ.).

რთულ ყვავილედებს ეკუთვნის აგრეთვე მრავალი ხემცენარისათვის (ვერხვი, ტირიფი, არყი, კაკალი, მურყანი, მუხა, რცხილა და სხვ.) დამახასიათებელი მჭაღა ყვავილელი. მჭაღა თავთავისებრი ან მტევნისებრი ყვავილედების მსგავსია. მაგრამ მისი მთავარი ღერძი თავქვეა დაკიდებული და მასზე პატარა ზომის ყვავილედებია განლაგებული.

ციმოზური ყვავილედები კენწრული ყვავილედებია. მათ ზრდაგანსაზღვრული ყვავილედებიც ეწოდება, ვინაიდან ჯერ კენწრის ყვავილი იშლება, შემდეგ კი მათი გვერდითი და ქვედა ყვავილედები. გვერდითი ტოტები ძლიერად არის განვითარებული და მთავარ ყვავილედებს ღერძი სიმპოდიურად ან ცრუდიქოტომიურად აქვთ დატოტიანებული.

ციმოზური ყვავილედები მარტივი ყვავილედების ჯგუფს მიეკუთვნებიან. ციმოზური ყვავილედებია: მონოქაზიუმი, დიქაზიუმი და პლეოქაზიუმი.

მონოქაზიუმი ისეთი ყვავილედია, რომლის სიმპოდიურად დატო-

ტიანებული მთავარი ღერძი ერთ გვერდით ტოტს ივითარებს და ღერძზე ან ტოტზე ერთი კენწრული ყვავილი აქვს. მონოქაზიუმი ორგვარია:

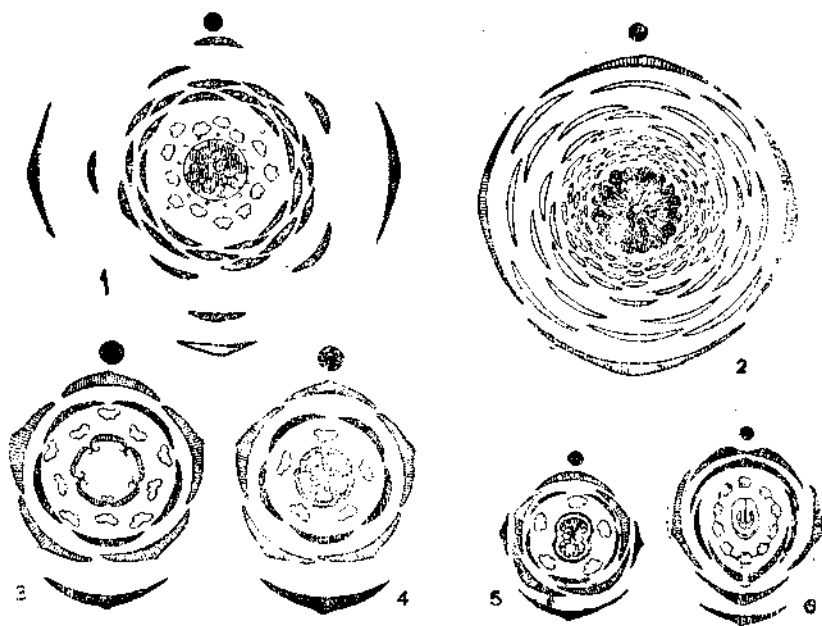
1) ხვეული, როცა ყველა გვერდითი ყვავილი მოხრილი ღერძის ერთ მხარეზეა (ლაშქარი, ორფერი, ცისანა, პატარძალა და სხვ.).

2) კლაკნია, როცა გვერდითი ტოტები ღერძის მარცხენა და მარჯვენა მხარეზე არიან განლაგებული ერთმანეთის შენაცვლებით (ბაია, ნიგეზისძირა, ზამბახი, ხმალა და სხვ.).

დიქაზიუმი ისეთი ყვავილედია, რომლის მთავარ ღერძზე ორი ერთნაირი სიგრძის მოპირდაპირე გვერდის ტოტი ვითარდება. ეს ორი ტოტი მთავარი ღერძის ყვავილის ძირშია მოთავსებული. თითოეული ტოტი მთავრდება კენწრული ყვავილით, რომლის ძირში ისევ მცირე რიგის ტოტი ვითარდება და ა. შ. მაშასადამე, მთავარ ღერძს და მასზე უფრო გრძელ ორ ტოტს ცრუ დიქოტომიური დატოტიანება ახასიათებთ. დიქაზიუმი მიხაკისებრთა ოჯახის ბევრ მცენარეს ახასიათებს.

პლეიოქაზიუმი ისეთი ყვავილედია, რომლის მთავარი ღერძის კენწრული ყვავილის ძირში ორი ან მეტი გვერდითი ტოტია განლაგებული. ეს ტოტებიც კვლავ ორ ან მეტ ტოტს ივითარებენ. პლეიოქაზიუმას კარგი მაგალითია რიანას *Euphorbia*-ს მრავალი სახეობა.

ციმოზურ ყვავილებს მიეკუთვნება ციმოზურ და სხვა ყვავილებიდან ცალკე გამოყოფილი თავაქისებრი ყვავილედი—გორგულრა (ჭარხალი).



სურ. 234. 1—აიკლური, 2—ჰემიციკლური, 3—6—ციკლური ყვავილების დიაგრამა.

ყვავილის აგებულების ზოგიერთი თავისებურება

ყვავილის ნაწილების განლაგება, ყვავილის ფორმულა და დიაგრამა, ყვავილის ნაწილების განლაგება შეიძლება იყოს, ძირითადად, წრიული, ანუ ციკლური და სპირალური, ანუ აციკლური (სურ. 234).

წრიული ანუ ციკლური ა („ციკლოს“ — წრე, ბერძნ.) ყვავილი, როდესაც მისი ნაწილები რგოლურადაა განლაგებული. ციკლური ყვავილებია: ხშირად ზუთწრიანი, სადაც ყვავილსაფრისა (მარტივი თუ ორპირი) და მტვრიანების ორ-ორი წრეა, ხოლო ბუტკოსი — ერთი წრე (მაგ., შროშანი-სებრნი, მიხაკისებრნი და სხვ.). ოთხწვერიან ყვავილებში ყვავილსაფრის 2 წრეა, მტვრიანებისა და ბუტკოსი კი — ერთი წრე. ერთ, ოთხ, ზუთ და ზოგჯერ მეტწრიანი ანდა (შეშველი ერთსქესიანები) ციკლური ყვავილები ფარულ-თესლოვანების უმრავლესობას ახასიათებს.

ფარულთესლოვანების ზოგიერთი წარმომადგენლის ყვავილებში ყვავილის ყველა ნაწილი სპირალურად არის განლაგებული და მათ სპირალური, ანუ აციკლური („ა“ უარყოფის ნაწილაკი, „ციკლოს“ — წრე, ბერძნ.) ეწოდება (ბაიასებრთა ზოგიერთი სახეობა). აციკლური ყვავილების ნაწილები მრავალრიცხოვანია (მაგნოლიასებრნი, ბაიასებრნი); არჩევენ აგრეთვე ნახევრად სპირალურ ანუ ჰემიციკლურ („ჰემი“ — ნახევრად, ბერძნ.) ყვავილებს. ჰემიციკლური ისეთ ყვავილებს ეწოდება, რომელთაც ყვავილსაფრის ზოგიერთი ნაწილი რგოლურად აქვს განლაგებული, ხოლო ბუტკო და მტვრიანები — სპირალურად.

ჰემიციკლური ყვავილების მაგალითია ბაია, უძოვარა და სხვ.

სხვადასხვა მცენარის ყვავილის წრეებისა და მათი ნაწილების განლაგება და რიცხვი მოკლედ არის გამოსახული ფორმულის სახით.

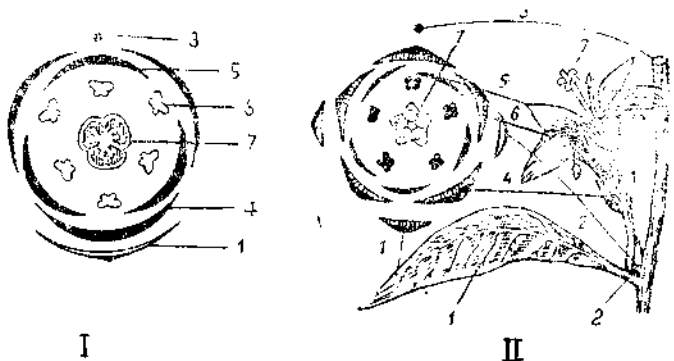
ყვავილის ფორმულით აღინიშნება ყვავილის სხვადასხვა ნაწილის ლათინური სახელწოდება საწყისი ასოებით. მარტივი ყვავილსაფრის ლათინური სახელწოდებაა პერიგონიუმი — *Perygonium*; აქედან საწყისი ასო *P*-თი აღინიშნება. როდესაც ყვავილსაფარი ორპირია, ე. ი. ჯამიც და გვირგვინიც აქვს, მაშინ ჯამი ლათინურად კალიქსი — *Kalyx* ასო *K*-თი აღინიშნება, ხოლო გვირგვინი კოროლა — *Corolla* — *C*-თი. მტვრიანები, ანდროცეუმი — *Androceum* *A*-თი და ბუტკო გინეცეუმი — *Gynaceum* *G*-თი.

ყვავილის წვერთა რიცხვი ციფრებით გამოისახება. მაგალითად: ხუთფოთლიანი ჯამი K_5 , ხუთი მტვრიანი C_5 და ა. შ. თუ ყვავილში ამა თუ იმ წრის რიცხვი განუსაზღვრელია, ე. ი. მრავალია, მაშინ აღინიშნება უსასრულობის ნიშნით — ∞ , მაგალითად, თუ მტვრიანა მრავალია $A \infty$, ან ნაყოფის ფოთოლია მრავალი $G \infty$, ყვავილის შეზრდილი წვერები გამოისახება მათი რიცხვის ფრჩხილებში ჩასმით. მაგალითად, თუ ჯამი ხუთფოთლიანია და შეზრდილი, მაშინ იგი აღინიშნება $K(5)$ და ასე შემდეგ. როდესაც ყვავილში რომელიმე წვენი არაა განვითარებული, წრის წინ ნული იწერება, მაგ., K_0 , C_0 და ა. შ.

რამდენიმე წვერის წრედ განლაგების დროს იხმარება ნიშანი — $+$. შეიძლება ყვავილისფერი ორ წრედ იყოს განლაგებული, მაშინ აღინიშნება ასე P_{x+y} , ანდა მტვრიანები რამდენიმე წრედ — A_{x+y+z} ზედა და ქვედა ნასკვია-ნი ყვავილები შემდეგნაირად გამოისახება G , ე. ი. გინეცეუმის ქვემოთ გას-მული ხაზი ნიშნავს, რომ ნასკვი ზედაა, ზედა ხაზი კი — ნასკვი ქვედაა. ზიგომორფული ყვავილის აღმნიშვნელია ისარო — $\uparrow$, აქტინომორფული ყვავილისა — გარსკვლავი*.

ყველა ამ ნიშნის მიხედვით შედგენილია ფარულთესლოვანთა (ყვავი-ლოვან) მცენარეების ოჯახების თუ გვარების ფორმულები. ფარულთეს-ლოვანი ორლებნიანი მცენარეები ზოგიერთი ოჯახის ფორმულების მაგალი-

თებია: ვარდისებრთა ოჯახის ფორმულა $K_3 C_3 A_8 \overline{G(1-\infty)}$, ერთლებ-
ნიანებიდან—შროშანისებრთა ოჯახის ფორმულა $P_{3+3} \overline{A}_{3+3} \overline{G}_{\infty}(3)$, რად-
გან ყვავილის ფორმულა წრეებისა და მისი წევრების რაოდენობას გამოსა-
ხავს, ყვავილის წევრების ურთიერთგანლაგების სრულ სურათს ყვავილის დი-



სურ. 235. ყვავილის დიაგრამა: სამწვერიანი (I), ხუთწვერიანი (II). 1—მფარავი
ფოთლი, 2—თანაყვავილი, 3—ყვავილის ღერო, 4—ჯამის ფოთოლკა, 5—გვირგვინ-
ის ფურცელი, 6—მტვრიანი, 7—ბუტკო.

აგრამა იძლევა (სურ. 235). დიაგრამა ქაღალდზე გადაღებული ყვავილის
ის გეგმა, რომელიც ყვავილის სქემატური პროექციის სიბრტყეზე ყვავილის
ღერძის პერპენდიკულარულია. დიაგრამის ქვედა ნაწილად მფარავი ფოთლე-
ბია გამოსახული, ხოლო ზედა ნაწილად ღერძი, მათ შორის კი ყვავილის
წრეებისა და წევრების განლაგებაა მოცემული.

ყვავილის ნაწილები დიაგრამაზე სხვადასხვა ნიშნითაა გამოსახული; ჯა-
მის ფოთლები აღინიშნება ქუდიანი ანუ ზურგიანი რკალით, ხოლო გვირგვინ-
ის ფურცლები ჩვეულებრივი რკალით. დიაგრამაზე მტვრიანა გამოსახულია
სამტვრეს განივი ჭრილით და ბუტკო ნასკვის განივი ჭრილით.

ყვავილის აგებულების მეორე თავისებურებაა ყვავილის წრეების მო-
გეობის კანონი. ამ კანონის მიხედვით, ყვავილის წრეები ერთმანეთთან მო-
რიგეობით არიან განლაგებული ისე, რომ ჯამის ფოთლები გვირგვინის ფურ-
ცლებს შუა მდებარეობენ. მტვრიანების გარეთა წრე გვირგვინის ფურცლებს
შუაა განლაგებული, ხოლო შიგნითა წრე გარეთა მტვრიანებს მორიგეობს.
ეს კანონი ხშირია მრავალი მცენარის ყვავილში, მაგრამ ზოგჯერ ირღვევა
რომელიმე წრის განუფიქრებლობის ან რედუქციების გამო.

ყვავილობა (აყვავილება). ყვავილობა, როგორც მცენარის ძირითადი
სასიცოცხლო მოვლენა, იწყება მაშინ, როდესაც მცენარე სრული ვეგეტაციური
განვითარების პერიოდშია და ვეგეტაციურ ორგანოებში დაგროვილი აქვს
საკვებ ნივთიერებათა (ნახშირწყლები, ცილები და სხვ.) ვარკვეული მარაგი.
ცნობილია, რომ ნახშირწყლები (შაქრების სახით) აჩქარებენ ყვავილობას.
ყვავილობაზე გავლენას ახდენენ აგრეთვე სხვადასხვა პირდაპირ თუ არაპირ-
დაპირ მოქმედი ფაქტორები (ტემპერატურა, სინათლე, ტენი, ნიადაგობრი-
ვი პირობები და სხვ.).

ყვავილობის წინა პროცესი საყვავილე კვირტების, ანუ კოკრების და-
ბერვაა.

თითქმის ყველა განედზე, გარდა ტროპიკებისა და უკიდურესი ჩრდილოეთისა, ყვავილობა იწყება გაზაფხულზე (მეტწილად აღრეულ პერიოდში), ზაფხულსა და შემოდგომაზე, თუმცა ზოგიერთი მცენარე, მაგ., სურნელოვანი ზეთისხე, ჰიმონანთუსი, ჩინური იასამანი და სხვ., ზამთარში ყვავილობენ. გაზაფხულზე ყვავილობის მიხედვით შეიძლება გამოიყოს მცენარეების ორი კატეგორია: 1) აღრე გაზაფხულზე მოყვავილე მცენარეები, ყოჩივარდა, ენძელა, თეთრყვავილა, ცისთვალა, ყაზახა, ფურისულა, შინდი... და სხვა და 2) გვიან გაზაფხულზე მოყვავილე მცენარეები: ბაბუაწვერა, ჩიტისთავა, ორფერი, ხარისხლიქა, სათოვლია და სხვ.

ზოგიერთ მცენარეში, განსაკუთრებით კი ბუჩქსა და ხემცენარეებში (რაც თვალსაჩინოდაა გამოხატული), ყვავილობა ხდება ფოთლის გაშლამდე, შეფოთვლის შემდეგ ან ერთდროულად—შეფოთვლაც და ყვავილობაც.

მცენარეთა უმრავლესობას ყვავილობა შეფოთვლის შემდეგ ეწყება. ჯერ ყვავილობა და შემდეგ შეფოთვლა დამახასიათებელი მოვლენაა მთელ რიგ ბუჩქ-და ხემცენარეებისათვის—როგორიცაა: თხილი, ნუში, გარგარი, ატამი, ვერხვი, მურყანი, თელა და სხვ. ისეთ მცენარეებს, როგორიცაა: არყი, მუხა, ვაშლი, კომში და სხვ., ერთდროულად ეწყებათ შეფოთვლაც და ყვავილობაც.

მცენარეთა სასიცოცხლო ფორმები—ერთწლოვანნი, ორწლოვანნი და მრავალწლოვანნი ემთხვევა ყვავილობას, აქედან ერთწლოვანი მცენარეები ერთხელ ყვავილობენ წლის რომელიმე პერიოდში, ორწლოვანების ყვავილობაც ერთხელაა, მაგრამ წინა წლის ვეგეტაციური ორგანოების ჩამოყალიბებით და საკვებ ნივთიერებათა დაგროვების ხარჯზე მეორე წელს ყვავილობენ. ასეთ (ერთი და ორწლოვანი) ერთხელ მოყვავილე მცენარეებს, რომლებშიაც შემდეგ ყველა სასიცოცხლო პროცესი ჩერდება—მოწონათური („მონოს“—ერთი; „ანთოს“—ყვავილი, ბერძნ.) მცენარეები ეწოდება. მონათურ მცენარეებს მიეკუთვნება, როგორც გამონაკლისი, ზოგიერთი მრავალწლოვანი მცენარე, მათ შორის: ბამბუკი, ზოგიერთი პალმა, ფარულა (ოჯახ ქოლგოსნებიდან), მექსიკური აგავა, რომელიც 8—10 წელიწადში ერთხელ ყვავილობს და მსხმოიარობს.

მრავალწლოვანებს, რომლებიც სიცოცხლეში მრავალჯერ ყვავილობენ, პოლიანთური („პოლი“—ბევრი, ბერძნ.) მცენარეები ეწოდება. მათ ეკუთვნის მრავალწლოვანი ბალახოვნები, ბუჩქები და ხემცენარეები.

პოლიანთური მცენარეები, როგორც წესი, ყვავილობას იწყებენ არა სიცოცხლის პირველ წელს, არამედ რამდენიმე წლის სრული ვეგეტაციის შემდეგ.

უმრავლესობა მერქიანებში ყვავილობა იწყება 5—6 წლის შემდეგ, ზოგი მათგანი რამდენიმე ათეული წლების შემდეგ ყვავილობს.

ზოგიერთი მცენარის, მაგ., ვაშლის ყვავილობა 4—10 წლის შემდეგ იწყება; არყის—10—12 წ., თელის—40 წ., წიფელასი—60—70 წ., ნაძვის—60—70 წ. და ა. შ. მრავალწლოვანი ბალახოვნები სხვადასხვა წელს ყვავილობენ. წლის ყველა პერიოდში ყვავილობს ტროპიკების ზოგიერთი მცენარე, მაგ., კაკაოს ხე (*Theobroma cacao*). ამავე დროს ზოგიერთი ტროპიკული მცენარე ერთი წლის მანძილზე მრავალჯერ ყვავილობს. ასეთ მცენარეებს რემონტატური ეწოდება. ჩვენში ცნობილია მარწყვი.

ყვავილობა ადრე იწყება განმარტობით (ეულად) მოზარდ მცენარეებში, მაგრამ მათი ყვავილობა მოგვიანებულია, როდესაც ეს მცენარეები სხვადასხვა ცენოზებში მონაწილეობენ.

ყვავილები, მეტწილად, დილით იშლებიან, ხოლო საღამო ხანს და ღამით იხურებიან. ყვავილი იხურება აგრეთვე ცუდ (ნალექიან) ამინდში. არიან მცენარეები, რომელთა ყვავილიც დღისით, კარგ ამინდშიც დახურულია და იშლებიან მხოლოდ ღამით (ღამის ია, ლემა, ბალის თამბაქო და სხვ.).

ყვავილელებში ყველა ყვავილის აყვავილება მეტწილად არაერთდროულია. მაგ., მტევან ყვავილეების ყვავილობა იწყება ქვევიდან ზევით, თავდავის აყვავილება შუა ნაწილიდან ზევით და ქვევით, კალათებში ჯერ განაპირა ყვავილები იშლება, შემდეგ კი შიგნითა.

ყვავილების უმრავლესობა უფრო ხშირად ჯერ ყველაზე ქვედა ნაწილიდან იშლება, შემდეგ კი თანმიმდევრობით აღმავალ რიგზე დანარჩენი ყველაზე ზედა ყვავილი. მაგ., ვაშლს თავისებური აყვავილების სახე აქვს, ჯერ ყველაზე ზედა ყვავილი იშლება, შემდეგ კი ყველაზე ქვედა ყვავილი.

ზოგიერთი მცენარე ყვავილობას და დაყვავილებას მოკლე დროში—8—10 დღეში ასწრებს. ესენია—ხეხილოვნებიდან: ვაშლი, მსხალი, ბალი, ნუში და სხვა. ზოგიერთ მცენარეში ყვავილობა ხანგრძლივად რამდენიმე თვე (მაგ. ბამბა) უწყვეტია (კაკაო: ხე).

ბუჩქი და ხემცენარეები, აგრეთვე მრავალწლოვანი ბალახოვნები უზეად ყვავილობენ არა ყოველწლიურად, არამედ პერიოდულად, მეორე ან მესამე წელს. ზოგიერთი მათგანი კი ყოველწლიურად უზეად ყვავილობს (ბალი, ასკილი, გარგარი, გრაქლა და სხვ.).

ყვავილის წარმოშობის საკითხისათვის დიდი პოეტი გოეთე თავისი მოღვაწეობის პირველ პერიოდში დიდად იყო დაინტერესებული მცენარეთა მორფოლოგიით. იძლეოდა რა ყვავილის პროტოტიპს, იგი განმარტავდა: „რომ ყვავილი წარმოადგენს მეტამორფოზებულ ვეგეტაციურ შეფოთილ ყლორტს სქესობრივი გამრავლებისათვის“. დღევანდელი გაგებით, ყვავილი წარმოშობილია სპოროფილებიანი (რეპროდუქციული) ყლორტისაგან.

ტიპური ყვავილი ფარულთესლოვნების რეპროდუქციული ორგანოა, ხოლო პალეონტოლოგიის მინიშნებით ფარულთესლოვნები გაჩნდნენ მეზოძოურ ერაში ჭურის პერიოდის დროს, შემდეგ მათი განვითარება და ფართოდ გავრცელება დაიწყო ცარცის პერიოდში.

ფარულთესლოვნების წარმოშობას ვარაუდობენ შიშველთესლოვნების იმ ჯგუფიდან, რომელნიც დღეს მხოლოდ ნამარხების სახითაა ცნობილი, ესენია: კეტიონალები, ზესლიანი გვიმრები და ბენეტიტალები.

იმ ნამარხებიდან ბენეტიტალებს ჰქონიათ სპოროფილები ორსქესიანი ყვავილების მსგავსი, მაგრამ არა ჰქონიათ ბუტკო.

შიშველთესლოვნების ჯგუფ ბენეტიტალებისა და მისი სტრობილის შემდგომი ევოლუციის გზით წარმოშობილი უნდა იყოს ფარულთესლოვნები, ანუ ყვავილოვანი მცენარეები.

ყვავილოვანი მცენარეების პირველადი წარმოშობის -ოჯახებად ითვლებიან მაგნოლიასებრნი, დაფნასებრნი, ანონასებრნი, დუმფარასებრნი და სხვა -ოჯახები.

მაგნოლიასებრთა ოჯახის ყვავილის მეტად პრიმიტიული ყველა წევრი ამჟღავნებს მსგავსებას ბენეტიტალების სტრობილებთან (სურ. 236) და ასეთი თანამედროვე მეცნიერული აზრი ყვავილის წარმოშობის შესახებ ჩამოყალიბდა ეუანთური („ეუ“—კარგი, ნამდვილი, „ანთოს“—ყვავილი, ბერძნ.) თეორიის სახით.

ამ თეორიის ჩამოყალიბებამდე არსებობდნენ სხვა თეორიებიც, რომელთაგან ზოგიერთი მხოლოდ ისტორიას შემორჩა, ზოგი მათგანი კი, როგორცაა ფსევდოანთური („ფსევდო“—ცრუ, ბერძნ.) თეორია, დღესაც მოსამარჯვებელია ყვავილის წარმოშობასთან დაკავშირებული ზოგიერთი საკითხის უკეთ გარკვევისათვის.

ყვავილის წარმოშობის შესწავლის საქმეში შედარებით გარკვეული როლი ენიჭება ახალს—თელოშურ („თელოს“—ბოლო, დაბოლოება, ბერძნ.) თეორიას, ზემოთ დასახელებული სამივე თეორია ყვავილის წარმოშობის შესახებ ამომწურავ პასუხს დღემდე ვერ გვაძლევს, თუმცა პრიორიტეტი ეუანთურ თეორიას მიეკუთვნება; ვინაიდან ეს თეორია ყვავილის განვითარების ისტორიის უფრო დამაჯერებელ და ნათელ სურათს შლის.

ეუანთური თეორიის შექმნის ავტორები არიან ცნობილი სისტემატიკოსები: პოლანდიელი ჰალირი და ამერიკელი ბესი. ეუანთური თეორია გვასწავლის, რომ ყვავილები, რომლებიც დღეს ფარულთესლოვნების მაგნოლიასებრთა, ღუმფარასებრთა და სხვა, ამ პირველადი წარმოშობის ოჯახებს ახასიათებს, წარმოიქმნენ ხანგრძლივი ევოლუციის პროცესში ბენეტიტალების სტრობილებიდან; აქედანაა ამ თეორიის მეორე სახელწოდებაც—სტრო-

ბილარული („სტრობილოს“—ვირჩა, ბერძნ.). სტრობილის ღერძის შემოკლებით წარმოიშვა ყვავილსაჯდომი, სტრობილის—სპოროფილებიდან ყვავილის ძირითადი ნაწილები—მტვრიანა და ნაყოფის ფოთლები (ბუტკო), ხოლო სტრობილის ზედა ფოთლებიდან შეიქმნა სპირალურად განლაგებული მრავალი ყვავილსაფარი. პირვანდელ ყვავილებს ჰქონდათ დიდი ზომის წაგრძელებული ყვავილსაჯდომი, რომელზედაც სპირალურად იყო განლაგებული მრავალი თავისუფალი მტვრიანა და მეტწილად მრავალი აპოკარპული ბუტკო. სწორედ ასეთი მსგავსი ყვავილები აქვთ დღევანდელ მრავალბუტკოიან რიგში შემავალ ოჯახებს—მაგნოლიასებრთ, ანონასებრთ, ღუმფარასებრთ და სხვ. ღუმფარასებრთა ოჯახიდან თეთრი ღუმფარა ტიპური მაგალითია იმისა, თუ როგორ ხდებოდა სტრობილის ფოთლების გარდაქმნე-



I



II

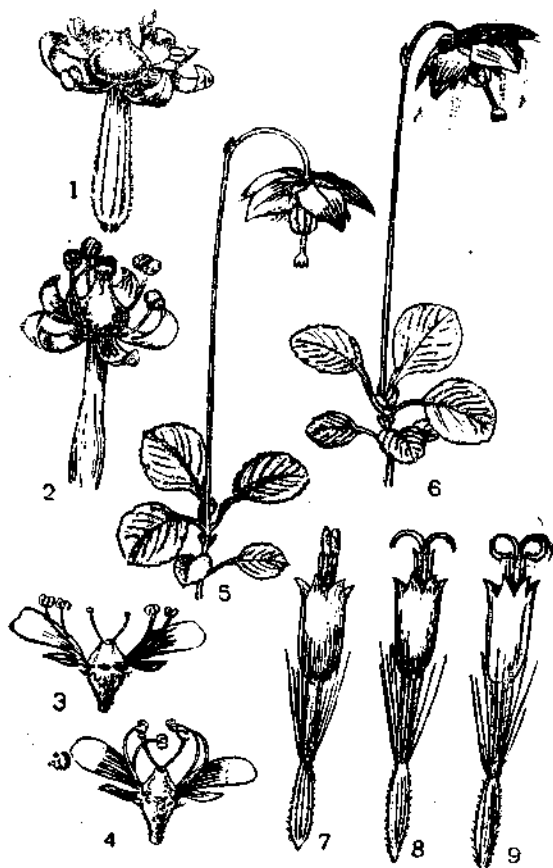
სურ. 236. I—ბენეტიტის ორსქესიანი ყვავილი (სტრობილი). 1—გარედან ბეწვეტიანი ორ-ორი ფოთლოვანი. 2—გაუშლელი მიკროსპოროფილი. 3—გაშლილი სპოროფილი. 4—ვინეციუმი.

II—მაგნოლიის ყვავილის კრილი.

ბი (მეტამორფოზი) რთული ევოლუციის გზით ყვავილის ნაწილებად, დუმფარას ჯამის ფოთლების თანდათანობითი გადასვლა გვირგვინის ფურცლებად და ამ ფურცლების თანდათანობით გარდაქმნა მტვრიანებად.

ფარულთესლოვნების, ანუ ყვავილოვანი მცენარეების გვიანდელი წარმოშობის ოჯახების შემდგომმა ევოლუციამ მათ ყვავილებში გამოიწვია თანდათანობითი ცვლილებები, რაც გამოიხატა იმით, რომ ხდებოდა „გრძელი ყვავილსაჯდომის თანდათან შემოკლება. პატარა ზომის ერთსქესიანი ყვავილების გაჩენა, ყვავილის წვერთა რიცხვის შემცირება და რგოლური განლაგება, ყვავილის ზოგიერთი წრის ამოვარდნა და სხვა ცვლილებები.

ფსევდოანთური თეორიის ძირითადი დებულებაა ის, რომ უმაღლესი შიშველი თესლოვნების ერთსქესიანი მდედრობითი და მამრობითი „ყვავილების“ კომპლექსებიდან თანდათანობით წარმოიქმნენ და განვითარდნენ ფარულთესლოვნების ორსქესიანი ყვავილები. ამ დებულების თანახმად ფარულთესლოვნების პატარა ზომის ერთსქესიანი ანემოფილური ყვავილები მარტივი უსახური ყვავილსაფრით, ყვავილის ნაწილების მცირე რიცხვითა და ყვავილსაფრის მოპირისპირედ განლაგებული მტვრიანებით მარტივი ყვავილების კატეგორიებს მიეკუთვნებიან. ასე-



სურ. 237. თვითდამტვრევა: 1—2 კეიშა-შხალის, 3—4—ბირკავის, 5—6—შხალისის, 7—9—არნიკას ყვავილებში.

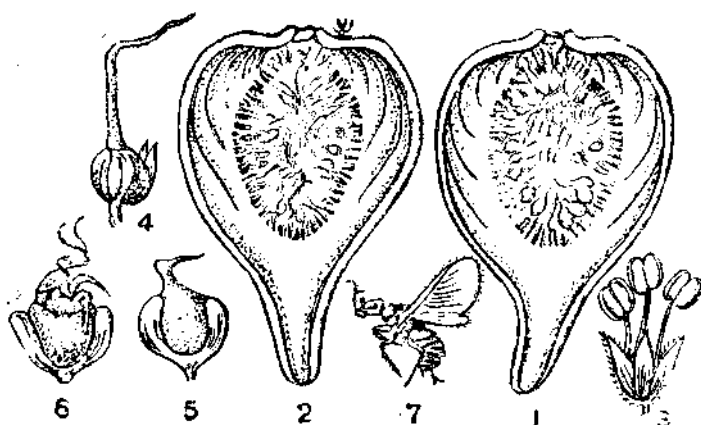
თი ტიპის ყვავილები აქვთ ფარულთესლოვნების ოჯახებს არყისებრთ, კაკლისებრთ, წიფელასებრთ და სხვ. მაგრამ ეს ოჯახები სწორედ ყვავილის თავისებურებების გამო არ წარმოადგენენ მარტივ სისტემატურ ერთეულებს და სისტემატიკის განვითარების მაღალ ეტაპზე დგანან.

ამიტომ ამ ძირითადი ნაკლოვანებით ფსევდოანთური თეორია, რომელსაც ვეტშტეინის თეორიასაც უწოდებენ, არასრული და თანმიმდევრულია თავისი კონცეფციით.

ყვავილის წარმოშობის შესამე თ ე ლ ო მ უ რ ი თეორია ყველაზე ახალია, მაგრამ არასრული.

ყვავილის ღირსეული წარმოშობის ძირითად არსად მიჩნეულია თელო-მური თეორია. უმაღლესი მცენარეების ზოგიერთი ნამარხი ფორმის, სახელ-დობრ, ფსილოფიტების უფოთლო ღეროს (რომელსაც ტ ე ლ ო მ ა ეწოდება უკავშირებენ დღევანდელი ყვავილის წარმოშობას, ე. ი. ყვავილის ნაწილები თელომიდან განვითარდნენ გარდა ჯამის ფოთლებისა.

არცერთი თეორია ყვავილის შესახებ არ იძლევა ზუსტ პასუხს ყვავილის წარმოშობის საკითხის საბოლოო დადგენისათვის, თუმცა ეუანთური თეორია მეცნიერულად ჭეშმარიტებასთან უფრო ახლოა, მაგრამ ამ თეორიიდან გა-მომდინარე არაა დადგენილი ბენეტიტალების სპოროფიტების „ყვავილების“ სრული მორფოლოგიური ბუნება და მათი ახლო კავშირი მაგნოლიასებრთა ყვავილებთან. ამ თეორიის მიხედვით დღემდე შეუსწავლელია საკითხი, თუ



სურ. 238. ლეღის გვარდინი დამტვერვა: 1—ყვავილედის სიგრძივი კრილი მამრობითი და მდედრობითი მოკლე სვეტებიანი ყვავილებით, რომელთა ნასკეში ბინადრობს მწერი (კრაზანა), 2—ყვავილედის სიგრძივი კრილი მდედრობით გრძელსვეტიანი ყვავილებით, ყვავილედში მიძვრება მწერი. 3—მტკრიანი ყვავილი, 4—გრძელსვეტიანი ბუტკოიანი ყვავილი, 5—მოკლესვეტიანი ბუტკოიანი ყვავილი, 6—მწერი ამოდის ნასკვიდან, 7—მწერი.

რომელი შიშველთესლოვანი ჯგუფისგან არიან წარმოშობილი ფარულთეს-ლოვანები.

ყვავილოვან მცენარეებში განაყოფიერების წინა პროცესია დამტვერვა. მტერის მარცვლის დინგზე მოხვედრას დამტვერვა ეწოდება.

დამტვერვა ხშირად ადამიანის ჩარევით ხდება, ამას ხელოვნური დამ-ტვერვა ეწოდება. დამტვერვის პროცესი ორგვარია:

1) თ ვ ი თ დ ა მ ტ ვ ე რ ვ ა, როდესაც ერთსა და იმავე ყვავილში (ორ-სქესიანი) მტერის მარცვალი თავისივე დინგს ხვდება (სურ. 237);

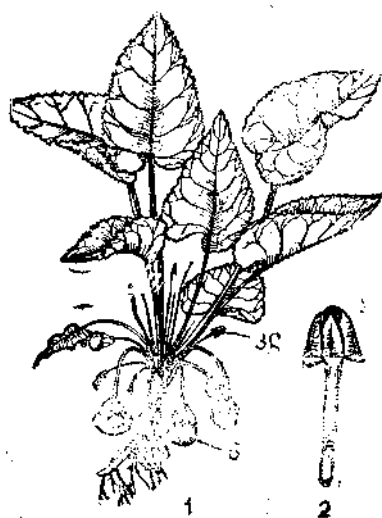
2) ჯ ვ ა რ ე დ ი ნ ი დამტვერვა, როდესაც ერთი მცენარის მტერის მარ-ცვალი მეორე მცენარის ყვავილის დინგზე იქნება გადატანილი; ანდა ერთი და იმავე მცენარის ერთი ყვავილის მტერის მარცვალი მეორე ყვავილის დინგს ხვდება (სურ. 238).

ჯვარედინი დამტვერვა მცენარეთა უმრავლესობის დამახასიათებელი პროცესია, განსაკუთრებით ერთსქესიან და ორსახლიან ყვავილებში. თუმცა თვითდამტვერვა მცენარეთა საკმაოდ რიცხვს ახასიათებს, მაგრამ თვითდამტვერვას მცენარეებშიაც ზოგჯერ ადგილი აქვს ჯვარედინ დამტვერვას.

ჯერ კიდევ ჩ. დარვინმა მრავალი დაკვირვების საფუძველზე დაამტკიცა თვითდამტვერვის უარყოფითი როლი მცენარის განვითარებაში. დარვინი აღნიშნავდა, რომ თვითდამტვერვის შედეგად, განსაკუთრებით რამდენიმე წლის მანძილზე მიღებული შთამომავალი სუსტია, ნაკლებ სიცოცხლისუნარიანაა. თვითდამტვერვის დროს ხდება მამრობითი და მდედრობითი უჯრედების ერთნაირი მემკვიდრული ნიშნების შერწყმა.

ერთნაირ გარემო პირობებში (ერთ ყვავილში) განვითარებული ამ უჯრედების შერწყმის შედეგად წარმოქმნილი თაობა გარემო პირობებთან ნაკლებ შეგუებადობას ამჟღავნებს.

თვითდამტვერვის პროცესი ხშირია ე. წ. კლეისტოგამურ („კლეისტოს“ — დახურული, „გამეო“ — ექორწინდება, ბერძნ.) (სურ. 239) ყვავილებში, ე. ი. გაუმღეღ ყვავილებში, თუმცა თვითდამტვერვა არაა ზოგჯერ გამორიცხული ღია, გაშლილ ყვავილებში, რომელთაც ხაზმოგამური („ხაზმა“ — ხახის პირის დაღება, ბერძნ.) ყვავილები ეწოდება. ასეთ ყვავილებში თვითდამტვერვა ყვავილის გაშლამდე ხდება. მაშასადამე, კლეისტოგამურ და ხაზმოგამურ ყვავილებშიაც კი ადგილი აქვს თვითდამტვერვას, ანუ ავტოგამიას („აუტოს“ — თვითონ, ბერძნ.).



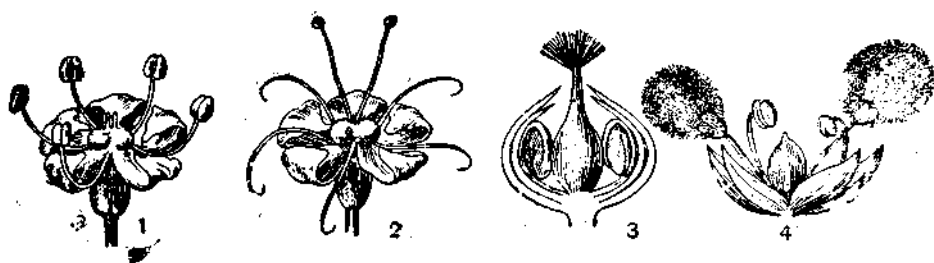
სურ. 239. 1—თა ნაყოფებით (ც) და კლეისტოგამური (კლ) ყვავილებით, 2—მისი კლეისტოგამური ყვავილი.

თვითდამტვერვას ადგილი აქვს მაშინაც, თუ ჯვარედინი დამტვერვა არ მოხდა. თვითდამტვერვით აგრეთვე ხასიათდებიან მოკლე დღის მცენარეები. თვითდამტვერვის პროცესი, როგორც იშვიათი მოვლენა (ვე-

ლური მოზარდი მცენარეების გარდა), შედარებით ხშირად კულტურულ მცენარეებში ხდება. კულტურული ჯიშებიდან, მაგ., ქერს, ფეტვს და ხორბლის მრავალ ჯიშს, როგორც თვითდამტვერვიანებლებს, ნორმალურად განვითარებული სადი თესლი და ნაყოფი ახასიათებთ.

თვითდამტვერვის დროს შესაძლებელია სრულიად ნორმალური და სადი თესლი განვითარდეს. ასეთ მცენარეებს თვითნაყოფური, ანუ თვითფერტილური („ფერტილის“ — ნაყოფიერი, ლათინ.) ეწოდება.

თვითდამტვერვის ხშირ შემთხვევაში მტვრის მარცვალი მრავალი მიზეზის გამო ვერ ღვიდება ან სამტვრე მილი ზრდას აჩერებს, განაყოფიერება არ ხდება და თესლი არ ვითარდება. ასეთ მცენარეებს თვითუნაყოფო ანუ თვითსტერილური („სტერილის“ — უნაყოფო, ლათინ.) ეწოდება. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ჯვარედინი დამტვერვა მცენარეთა უმრავ-



სურ. №240. დიქოგამია: 1,2—პროტერანდრიული ყვავილი, 3,4—პროტეროგინული ყვავილი.

ღესობისათვის უფრო დამახასიათებელი პროცესია, ვიდრე თვითდამტევრვა. ჯვარედინ დამტევრვას აპირობებს ყვავილის მორფოლოგიური თავისებურებები და ყვავილის სხვადასხვა სამარჯვი.

ჯვარედინი დამტევრვის ტიპური სახეა ქსენოგამია („ქსენოს“—უცხო, „გამოე“—გქორწინდები, ბერძნ.), რომლის დროსაც ერთი მცენარის ყვავილის მტვერი გადადის ასეთივე სახეობის მეორე მცენარის ყვავილის ღინგზე. ჯვარედინი დამტევრვის მეორე სახეა ჰეიტენოგამია („ჰეიტონ“—მეზობელი, ბერძნ.). ჰეიტენოგამია ისეთ დამტევრვას ეწოდება, როდესაც ერთი ყვავილის მტვერი იმავე მცენარეზე მჯდომ მეორე ყვავილის ღინგზე ხვდება. ეს პროცესი ხდება ერთი მცენარის ფარგლებში, რომელიც ერთნაირ გეოლოგიურ პირობებშია და ამდენად იგი თვითდამტევრვას უახლოვდება.

ქსენოგამიის (როგორც ტიპური ჯვარედინი დამტევრვის) დროს სხვადასხვა მემკვიდრული ნიშნების მქონე და სხვადასხვა გარემოში აღზრდილი უჯრედების შერწყმა ხდება. ასეთი დამტევრვისა და განაყოფიერების შედეგად მიღებული თაობა მეტი სიცოცხლისუნარიანობითა და საარსებო პირობებთან მეტი შემგუებლობით ხასიათდება.

ჯვარედინ დამტევრვას ხელს უწყობს დიქოგამიის მოვლენა, რითაც თავიდანაა აცილებული ყვავილის თვითდამტევრვა. დიქოგამია („დიქე“—ორ ნაწილად, „გამოე“—გქორწინდები, ბერძნ.) (სურ. 240) ისეთ მოვლენას ეწოდება, როდესაც ყვავილში მტვრიანებისა და ბუტკოს მომწიფება სხვადასხვა დროს ხდება. თუ მტვრიანას მომწიფება ასწრებს ბუტკოს მომწიფებას, ასეთ დიქოგამიას პროტერანდრია („პროტეოს“—უფრო ადრეული, „ანერ“—ნათ. ბრუნვა, „ანდროს“—მამაკაცი, ბერძნ.) ეწოდება.

პროტერანდრიული ყვავილები ახასიათებთ: რთულყვავილოვნებს, პარკოსნებს, მიხაკისებრთ, ტუჩოსნებთ, ბალბასებრთ და სხვა. იმ ყვავილებში, სადაც ჯერ ბუტკო (ღინგით) მწიფდება და მტვრიანები არ არის მომწიფებული პროტეროგინია („პროტეროს“—უფრო ადრეული, „გინე“—ქალი, ბერძნ.) (სურ. 241) ეწოდება. ხორბლოვანებს, ჭილისებრთ, ჯვაროსნებს, ვარდისებრთ, ძაღლყურძენასებრთ, მრავალძარღვასებრთ და სხვებს პროტეროგინული ყვავილები აქვთ.

მცენარის ერთსა და იმავე სახეობას შესაძლებელია პროტერანდრიული ყვავილები ჰქონდეს განვითარებული, ხოლო მისი სხვა წყება ყვავილები პროტეროგინული იყოს.

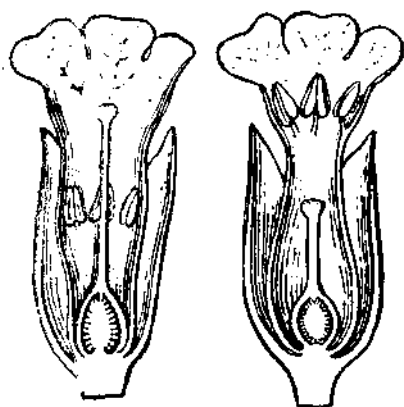
დიქოგამია, ორსქესიანი ყვავილების გარდა, ერთსქესიან ყვავილებშიაც ჩვეულებრივი მოვლენაა როგორც ერთსახლიანში, ისე ორსახლიანში.

ჯვარედინ დამტვერვას ხელს უწყობს აგრეთვე ჰეტეროსტილია („ჰეტეროს“ — განსხვავებული, „სტილოს“ — სვეტი, ბოძი, ბერძნ.) (სურ. 242). ჰეტეროსტილია, ანუ ნაირსვეტიანობა ისეთი მოვლენაა, როდესაც მცენარის



სურ. 241. დიქოგამიური ყვავილები: 1—პროტერანდრიული (თხაწართხალა — *Chamaenerium*), 2—პროტერანდრიული (ნემსიწვერა — *Geranium*), 3—პროტეროგენული (შრეში — *Eremurus*).

ერთი სახეობის სხვადასხვა ეგზემპლარს გრძელი ან მოკლე სვეტები უფითარდება. ერთი ეგზემპლარის გრძელსვეტიან ყვავილებში მტვრიანები (სამტვრეები) უფრო ქვემოთ არის განლაგებული, ხოლო მეორე ეგზემპლარის მოკლესვეტიან ყვავილებში სამტვრეები უფრო მაღლა სხედან. თუ ერთი ეგზემპლარის ყვავილებში სვეტი დინგიტ მაღლაა ამოზრდილი, მაშინ მეორე ეგზემპლარის ყვავილებში სამტვრეები იმავე სიმაღლეზე მდებარეობენ.



სურ. 242. ჰეტეროსტილია ფურისულას (*Primula*) ყვავილში.

ნაირსვეტიანობის დროს ხშირია შემთხვევა, როდესაც ერთ წყება ყვავილებში გრძელსვეტიანი ბუტკოებია და მოკლე მტვრიანები, ხოლო მეორეში — მოკლესვეტიანი ბუტკოები და გრძელი მტვრიანები.

ამდენად ჰეტეროსტილია, ანუ ნა-

ირსვეტიანობა ჯვარედინი დამტვერვის ერთ-ერთი პირობათაგანია. ჰეტეროსტილია თავიდან იცილებს ორსქესიანი და ერთსქესიანი ყვავილების თვითდამტვერვის პროცესს. ჰეტეროსტილური ყვავილებიანი მცენარეებია, მაგალი-

თად, ფურისულები, კესანე ანუ ცისანა, მატიტელა, მუაველა, ორფერი, ვე-
რონიკა და სხვები.

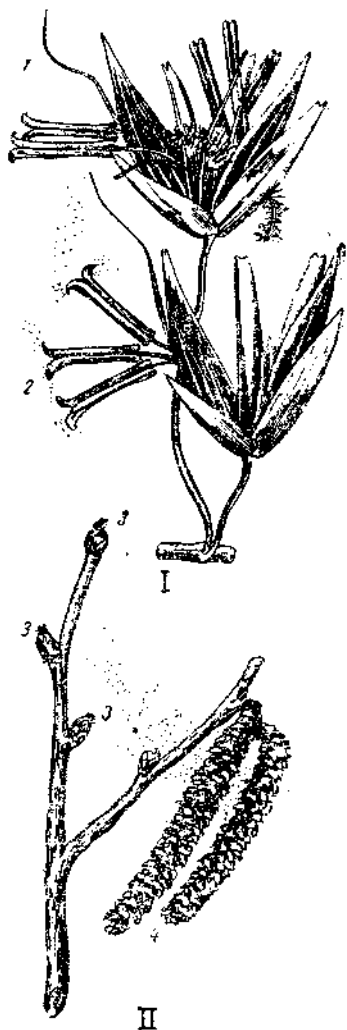
ჯვარედინი და თვითდამტვერვის დროსაც მტერის გადატანა დინგზე
სხვადასხვა საშუალებით, ანუ რეაგენტებით
ხდება. მტერის გადატანა ხდება ქარის (ნია-
ვის), მწერის, ფრინველის, ცხოველების,
წყლისა და სხვათა მეშვეობით, ხოლო ბე-
ლოვნური დამტვერვის შემთხვევაში ადამიანის
ჩაჩევით.

როგ მცენარეებში ქარის საშუალებით
ხდება დამტვერვა და მას ანემოფილია
(„ანემოს“ — ქარი, „ფილიო“ — მიყვარს,
ბერძნ., სურ. 243) ეწოდება. ანემოფილურ
მცენარეებად ცნობილია ხემცენარეების უმ-
რავლესობა: ტირიფი, წნორი, ვერხვი, ალ-
ვის ხე, კაკლის ხე, მუხა, წიფელი, მურყანი,
თხილი, თელა და სხვ., ხოლო ბალახეულო-
ბიდან: მარცვლოვანების უმრავლესობა, ის-
ლისებრნი, ნაცარქათამასებრნი, მრავალწარ-
ლესებრნი და სხვ.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ქარით და-
მტვერვა, ძირითადად, გავრცელებულია ში-
შველთესლოვანებში. ანემოფილური ყვავილე-
ბის აგებულება თავისებურია: ეს ყვავილები
ან სრულიად უფერული და მწვანეებია, ანდა
ოდნავ შეფერადებული არიან; საამო თუ
არასაამო სურნელება ნაკლებად ახასიათებთ
და ამიტომაც ასეთ ყვავილებს, ქარის გარ-
და, ბიოლოგანთშემხმები ნაკლებად ეტანება. ყვა-
ვილსათარი სრულიად არა აქვთ, ე. ი. ყვა-
ვილი შიშველია, ან ყვავილსათარი თუ აქვთ,
ხშირად ფურცლებიანცალკეებულა. სამტვ-
რეები გრძელ სამტვრე ძაფებზე სხედან და
სამტვრეებში მტერის მარცვლები დიდი რა-
ოდენობით ვითარდება.

მტერის მარცვლები მცირე ზომისა და
წონისა და ამიტომ ქარს ადვილად გადა-
აქვს. ბუტკოს გრძელ სვეტს დინგი გარეთ
აქვს გამოშვებული და ამასთან ისეა მო-
წყობილი (ხშირად ღორწოიანი ანუ წებოვა-
ნი), რომ ქარისაგან მოტანილი მტვერი ადვილად დაიჭიროს. ქარით დამტ-
ვერვა ხშირად მაშინ ხდება, როდესაც მცენარეს ჯერ ფოთლები არ გაუშ-
ლია, ასეთ დროს ქარის მოქმედება უფრო ეფექტურია.

ანემოფილია ნაკლებ ეფექტურ დამტვერვად უნდა ჩაითვალოს, ვინაი-



სურ. 243. ანემოფილა. I—ფრანგული
კონდარის (*Archenaterum elatius*)
დაყვავილებული (1) ან აყვავებული
(2) ყვავილები. II—თხილის (*Corylus*
avellana) მკადა ყვავილები
მღერობით (3) და მამრობითი
(4) ყვავილებით.

დან ანემოფილურ ყვავილებში მრავალი მტვერი ვითარდება და ბევრი უსარგებლოდ რჩება, ვინაიდან ვერ აღწევს დინგს. ხშირად ქარის ძლიერი მოქმედებით მტვერი სრულიად არ ხვდება ამა თუ იმ მცენარეთა ყვავილებს და ილუბება. ანემოფილია დამტვერვის პრიმიტიულ ფორმად ითვლება, თუმცა ზოგიერთი მცენარისათვის იგი მეორეული, შემდგომ შეძენილი დამტვერვაა.



სურ. 244. ენტომოფილია. 1. იუკას ყვავილელები. 2. ყვავილში მწერი ჩაბუღებული. 3. მწერი-რეაგენტი.

თუ ანემოფილია განსაზღვრული მცენარეების ჯგუფისათვის დამახასიათებელი დამტვერვაა, სამაგიეროდ მცენარეების უმრავლესობის დამტვერვა ხდება მწერებით, რასაც ენტომოფილია („ენტომოს“ — მწერი, „ფილეო“ — მიყვარს, ბერძნ., სურ. 244) ეწოდება. სხვადასხვა მცენარის ყვავილებზე მწერების მიზიდვა თვით მწერების საარსებო პირობებით არის გამოწვეული.

მწერები ამა თუ იმ ყვავილებს ეტანებიან საზრდო ნივთიერებებისათვის, რომლებიც ყვავილის სხვადასხვა ნაწილებშია წარმოქმნილი და დაგროვილი. ყვავილის სხვადასხვა ნაწილს მწერები ბინად იყენებენ და შიგ ბუდობენ.

ბევრი მწერი ყვავილის ნაწილებში, უმთავრესად ნასკვში, კვერცხებს დებს და მატლებს ჩეკს, ეს მატლები ნასკვში განვითარებულ, ზოგიერთ თესლკვირტს საკვებად იყენებს.

ყველა ეს ზემოხსენებული ფაქტორი ხელს უწყობს ყვავილების მწერების მეშვე-

ობით დამტვერვას და ამდენად დამტვერვის ეს სახე — ენტომოფილია — მცენარეებში მასობრივი მოვლენაა.

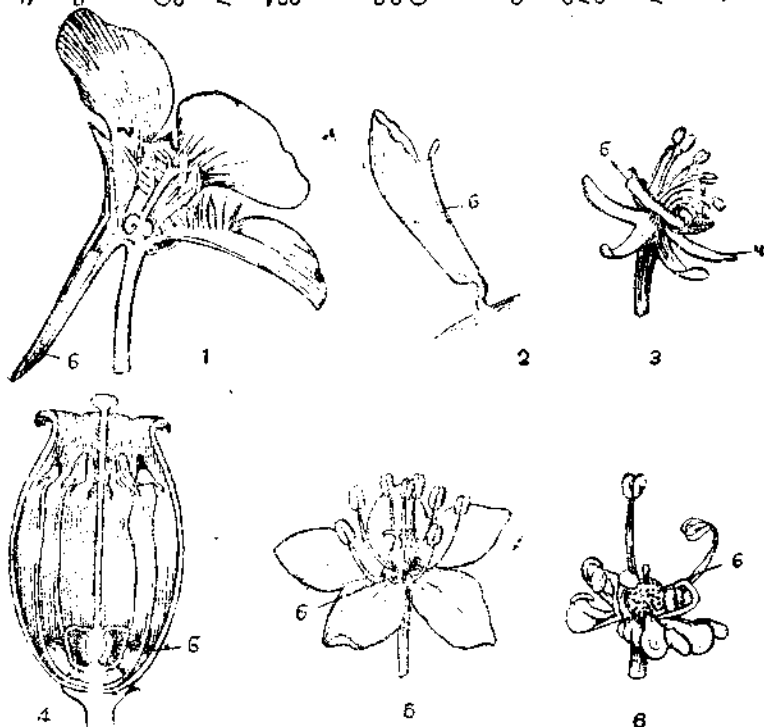
მწერებით დამტვერიანებულ ყვავილებს მკვეთრი კაშკაშა შეფერადება აქვთ (განსაკუთრებით გვირგვინი) და ბუნების მწვანე ფონზე აშკარად გამოიყოფიან, რის გამოც მწერები ადვილად არჩევენ და ეტანებიან ასეთ ყვავილებს. ხშირად არა მარტო გვირგვინია შეფერადებული, არამედ ყვავილის ყველა ნაწილი და ამ ნაწილების შეფერადება სხვადასხვანაირია, ან ერთნაირი.

მწერი ხშირად ყვავილელებს ეტანება. ყვავილელებიც მწერებისათვის ადვილად შესაძენეია, ვინაიდან მათი გარეთა წყება ყვავილებისა ზომით უფრო დიდებია, ვიდრე შიგნითა და მათი შეფერადებაც სხვადასხვანაირია (მაგალითად, რთულყვავილოვანი და ქოლგოსანნი); ყვავილელებში მწერი ყვავილების მეტ რაოდენობას ეხება, მეტი რაოდენობით იღებს მისთვის საჭირო საკვებს და ამავე დროს ბევრი მტვერიც გადააქვს. ყვავილის შეფერადება, უფრო კი გვირგვინის ფერი, დეკორაცია (ზ. ყანჩაგელი), რომელიც მწერს იზიდავს, მაგრამ მწერს უფრო ყვავილის სუნიც იზიდავს. ბუნებაში არსებობს მრავალი საამო სურნელოვანი ყვავილოვანი მცენარე; მათ შორის კი აღსანიშნავია: ნუში, ვარდი, ია, ცაცხვი, იასამანი, ფშატი და სხვ.

არასამო სუნის მქონე ყვავილები ახასიათებს მეცნარეების. საქმით ჯგუფს: ანწლი, ძირმწარა, ქვეყნისგული ანუ იფურა. ზოგიერთ ყვავილს ლეშის ან მძორის სუნი ახდის, მაგრამ მათ მწერების გარკვეული ჯგუფი ეტანება. ასეთ-ია, მაგალითად, ტროპიკებში მოზარდი რაფლენიასებრნი.

სურნელოვნება ყვავილში სხვადასხვა ნივთიერების არსებობით არის გამოწვეული. ამიტომ მწერი საზრდო ნივთიერებათა მისაღებად, უმთავრესად, ეტანება ყვავილის სანექტრეს. რომელშიაც ნექტარია დაგროვილი.

სანექტრეები, უმთავრესად, ყვავილსაჯდომზე ან ყვავილის ნაწი-ლებზე განვითარებულ ჯირკვლოვან გამონაზარდებს წარმოადგენენ. სანექტ-რეებში შაქროვანი ტკბილი წვენი—ნექტარი გროვდება და სწორედ ამ



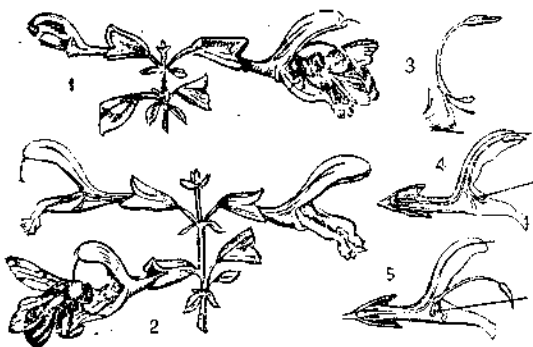
სურ. 243. სანექტრეები. 1. დღითილის ყვავილის სიგარძევი ტრიალი (ყვავილის). 2. ნექტარი (დღითილის ყვავილის). 3. სარისძირას გვირგვინის ფურცელი გადაქცეული სანექტრედ. 4. რაფლენის ყვავილი. 5. სანექტრით. 6. მანანის ყვავილის სიგარძევი ტრიალი, ნექტარი. 5. წიქიბოლი ნექტრით. 6. ტყის კაშას სანექტრე (ნექტარის წვეთებით დისკოზე).

ნექტარისათვის ეტანება მწერი ყვავილებს. სანექტრეები, უმეტესად, ყვავილ-საჯდომზე ვითარდება; ზოგჯერ ყვავილსაჯდომში გამოყოფს ნექტარს და იგი მთლიანად სანექტრედ იქცევა. ყვავილის სხვა ნაწილებიდან სანექტრეები ვი-თარდება ჯამის ფოთლების შიგა და გარეთა მხარეზე (პარკოსნებისა და ცა-ცხვისებრთა უმრავლესობა). გვირგვინის ფურცლების მილისებრი ან ყან-წისებრი გამონაზარდები მათ ზოგჯერ დეზის სახით უვითარდებათ; დეზში ნექტარი გროვდება, მაგ., დედოფლის ყვავილი—*Frapaeolum magus* (სურ. 245). გვირგვინის ფურცლების სანექტრეებში ანდა ყანწი-სებრ დეზებში ნექტარი გროვდება (როგორიცაა: ხარისძირა, დეზურა, ტილჭირი, წყალიკრფია, ია, სელიჭა და სხვ.). ზოგჯერ სანექტ-რეები სამეტყრე ძაფების ძირში ვითარდება დანამატებისა და დეზების სახით (ჯვაროსანნი). ზოგიერთი ყვავილის ნაყოფის ფოთლების ძირშიაც გროვდება

ნექტარი (სამყურასა და მოცივის ზოგიერთი სახეობა) და ბოლოს დინგიც ჯირკვლოვანი გამონაზარდებიდან ნექტარს გამოყოფს.

ხშირად ნექტარს ან სხვადასხვა საზრდო ნივთიერებებს ე. წ. საყვავილე დისკო გამოყოფს. დისკო მტვრიანებს და ბუტკოს ან ჯამსა და გვირგვინს შორის განვითარებული განსაკუთრებული გამონაზარდია (სურ. 246), ასეთივე როლს ასრულებს ზოგჯერ ჯამისა და გვირგვინის ფოთლების ძირში გაჩენილი ორმოსებრი დანამატი, რომელსაც სანექტრე ფოსო ეწოდება.

ღეზებასა და სანექტრეებში მწერი შიგ ჩაღწევის დროს უფრო ხშირად ჯერ დინგს ხედება და მასზე ტოვებს სხვა ყვავილიდან მოტანილ მტვერს, ხოლო უკან გამოსვლის დროს, ეხება რა სამტვრეს, მტვერი სხვა ყვავილზე გადაიქვს. ასეთ შემთხვევაში, საკმაოდ ბევრი მცენარის ყვავილის დინგი გარეთაა გამოშვებული, ხოლო სამტვრეები დამოკლებული ძაფით ყვავილსაფრის შიგნით სხედან, რაც ხელს უწყობს ჯვარედინ დამტვერვას (სურ. 246).



სურ. 246. სალვის (Salvia) დამტვერვა (ჯვარედინი).

1—მწერის ზურგი ვაგანგლულია სამტვრეებით, 2—მწერის მიერ მტერის მარცვლის გადატანა მოხრილ დინგზე, 3—მტვრიანა, 4—ყვავილის სიგრძევი კრილი, ისარი უჩვენებს მწერის მიმართულებას. 5—სამტვრეს მოხრა მწერის შესვლის გამო.

როდესაც ნექტარი ყვავილის ჩაღრმავებულ ქვედა ნაწილშია დაგროვილი, მაშინ ასეთ ყვავილებს გრძელპირიანი ან ხორთუმიანი მწერი ეტანება. ყვავილის ნაწილების ზედაპირზე დაგროვილ ნექტარს მოკლებორთუმიანი მწერები სწოვენ, თუმცა გრძელხორთუმიანი მწერები ნექტარს ორივე პირობებში იღებენ.

ზოგიერთი მწერი საკვებად მტვერს იყენებს. ზოგჯერ კი ყვავილის სხვა ნაწილებსაც. მწერით დამამტვრეიანებელ ყვავილებში გვიქონე მტერის მარცვლები,

თარღება დიდი ზომის, არასწორი ზედაპირის, რომელთა გარე შრე ეგზინა სხვადასხვა გამონაზარდით არის აღბურვილი, ხშირად წებოვანია და მწერის სხეულს ადვილად ეკვრის.

მწერი დასაბუდებლად ანდა მატლების გამოსაჩეკად ეტანება ისეთ ყვავილებს, რომელთაც უმეტესად შეზრდილფოთლებიანი ყვავილსაფარი აქვთ. ყვავილის ზოგიერთი დაგრძელებული მილისებრი, ყანწისებრი ან სხვა ჩაღრმავება მწერისათვის და მისი მატლებისათვის კარგ საბუდარს წარმოადგენს.

რიგ მცენარეებს ყვავილი ღამე გაშლილი აქვს (ლამის ია—*Hesperis matronalis*), დღე კი უმეტესად დახურულია და ასეთი ყვავილების დამტვერვა ღამის მწერებით ხდება. ზოგჯერ ცუდი ამინდის დროს ყვავილები დახურულია, ანდა მოღუნული ყუნწით თავდახრილებია და შიგ მობინადრე მწერი ხელს უწყობს დამტვერვას. მცენარეთა ყვავილების უმრავლესობის დამტვერვა სხვადასხვა მწერებით ხდება, ხოლო მწერების ერთი გარკვეული რაზმი მცენარეთა გარკვეული გვარის ან სახეობის დამტვერვას ახდენს.

ზოგიერთი ყვავილის დამტვერვას ფრინველები ახდენენ და დამტვერვის ამ მხარეს ორნითოფილია („ორნის“—ფრინველი, „ფილეო“—მიყვარს, ბერძნ.) ეწოდება. ორნითოფილია ხშირია ტროპიკულ მცენარეებში.

წყალში მცხოვრები ყვავილოვანი მცენარეების დამტვერვა უმთავრესად

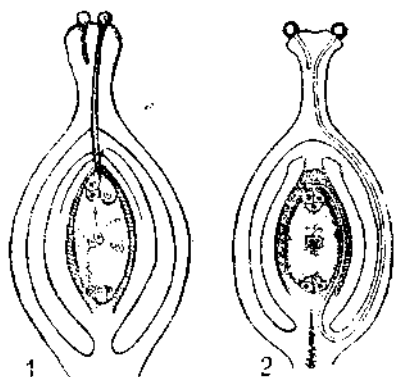
წყლის მეშვეობით ხდება და მას ჰიდროფილია („ჰიდრო“ — წყალი, „ფილი“ — მიყვარს, ბერძნ.) ეწოდება.

იმ მცენარეთა შორის, რომელთაც ჰიდროფილია ახასიათებთ, აღსანიშნავია წყალში ჩაყურყურებული ვალისნერია (*valisneria*), რქაფოთოლა (*Ceratophyllum*), ზღვის ბალახი (*Zostera*) და სხვ.

მრავალ მცენარეს ცხოველები ამტვერიანებენ; ტიპურ მაგალითად პიორუტყვის ძოვება ითვლება.

პიორუტყვი ყველა ბალახს როდო ძოვს, ზოგს ყნოსავს ან ეხება რა ტუჩით, დინგით თუ ხორაუშით, გაუძნოვარი ბალახის შტვერი გადააქვს და მეორე ბალახის დამტვერვას ახდენს. ასეთ დამტვერვას ზოოფილია („ზოონ“ — ცხოველური, ბერძნ.) ეწოდება.

განაყოფიერება. ამა თუ იმ საშუალებით დამტვერვის დროს დინგზე მოხვედრილი მტვრის მარცვლი იწყებს განვითარებას. მტვრის მარცვლისამტვერეშივე ან დინგზე მოხვედრის დროს იყოფა ორ უჯრედად — გეგეტაციურ და გენერაციულ უჯრედად. მტვრის მარცვლის შიგთავსი, რომელიც თხელი ინტინით არის დაფარული, გამოდის ეგზინიდან და ქმნის მტვრის მილს. მტვრის მილი იწყებს ზრდას და სვეტის გზით თანდათანობით ჩადის ნასკეში, ნასკვიდან კი თესლკვირტში. თესლკვირტში მტვრის მილი ხშირად მიკროპილეს გზით ჩადის და ამ მოვლენას პოროგამია, ანუ აკროგამია (სურ. 247) („პოროს“ — ხერელი, „გამეო“ — გქორწინდება, ბერძნ.) ეწოდება. იგი მცენარეთა უმეტესობას ახასიათებს.



სურ. 247. 1 — პოროგამია, 2 — ქილაძოგამია.

იშვიათად, მაგრამ მტვრის მილის შესვლა თესლკვირტში ხდება ქალადის გზით და მას ქალადოგამია ეწოდება (სურ. 248). ქალადოგამია აქვს არყს, მურყანს, რცხილას, კაკლის ხეს და სხვ.

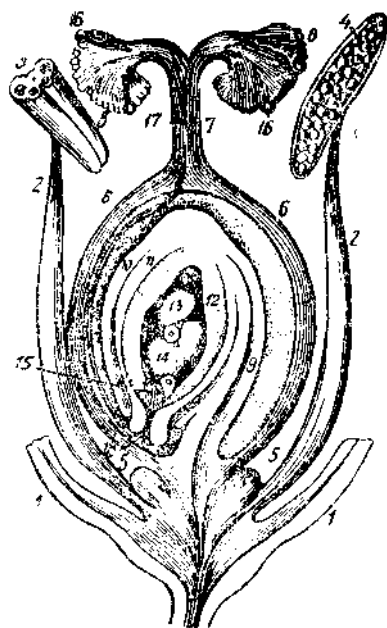
ზოგიერთი მტვრის მილი თესლკვირტში გვერდიდან ინტეგუმენტების გავლით შედის და ასეთი შესვლის გზა მეზოგამიური („მეზო“ — შუა, ბერძნ.) იქნება (თელა, გოგრა, რძიანა და სხვ.).

მტვრის მილის ზრდას ხელს უწყობს სვეტისა და თესლკვირტის უჯრედებიდან გამოყოფილი ნივთიერებები.

მტვრის მილის ზრდის დროს ანდა მის წინ, ე. ი. მტვრის მილის წარმოშობამდე, გენერაციული უჯრედი იყოფა ორად და ორ გამეტას, ანუ სპერმიტებს წარმოშობს. სპერმიტები ფარულ და შიშველთესლოვანების უშოლტო მამრობითი სასქესო ორგანოებია. ისინი პროტოპლაზმითაა აღჭურვილი და უჯრედებს წარმოადგენენ.

მზარდი მტვრის მილის წვერთან ახლოს ორი სპერმია-უჯრედი და მილში ზრდის დროს დაშლილი გეგეტაციური ბირთვის მასა ძევს. ეს მასა ზოგჯერ სპერმია-უჯრედების განვითარებას ხმარდება და სპერმიტები უფრო მკვრივი ხდება. მტვრის მილი საბოლოოდ ზრდის შედეგად აღწევს

ჩანასახის პარკს, მისი წვერის შეხებით პარკის გარსი ლორწოიანი ხდება, თხელდება და ხერხელის გაჩენით შედის ჩანასახის პარკში. პარკში შესვლის დროს მტერის მილის წვერი სკდება და ორი სპერმია ჩადის პარკის ღრუში.



სურ. 248. ყვავილის განაყოფიერების სქემა:

1—ყვავილსაფრის ნაწილი, 2—ორი მტერია-
ნა, 3—სამტერეს განივი კრილი, 4—სამტერეს
სიგრძივი კრილი, 5—სანექტრეები, 6—ნას-
კვი, 7—სვეტი, 8—ღინგი, 9—ყუნწი, 10—
11—ინტეგუმენტები, 12—ბირთვი, 13—ჩანა-
სახის პარკი, ქვედა ნაწილში ანტიპოდებია,
14—კვერცხურები, 15—სინერგილები, 16—
მტერის მარცვლები, 17—სამტერე მილი,
18—ნოქრომილე.

თესლი გარედან დაფარულია კანით, რომელიც, უმთავრესად, ინტეგუმენტებისაგან ვითარდება, ანდა ზოგჯერ ნუცელუსის ან ენდოსპერმის ქსოვილების ნაშთებისაგანაა წარმოქმნილი. თესლის კანი სხვადასხვანაირია: გახევებული, ტყავისებრი, ხეშეში, სიფრიფანასებრი, აპკისებრი, სქელი და თხელი.

თესლის ზედაპირი შეიძლება იყოს დანაოჭებული, ზოლებიანი, დაღარული, დაკუთხული, ბორცვებიანი, ფიჭისებრი, ფოროვანი და ა. შ. თესლი ხან შიშველია, ხან კი მრავალი სხვადასხვა გამოწარმით არის დაფარული. ზოგიერთი თესლის კანი ბეწვებითაა შემოხილი (მაგალითად, ბამბის თესლის მთელი ზედაპირი). ხშირად კანი ლორწოიანია, წებოვანი ანდა ხორცოვანი ხდება.

თესლს, ყუნწის ნაკვალევზე ჭიბი (ნაჭდევა) უჩნდება. ნასკვში შებრუნებულად მდებარე (ანატროპიული) თესლკვირტს უვითარდება წაგრძელებული

ერთი სპერმია უერთდება კვერცხურს და ანაყოფიერებს მას, ხოლო მეორე სპერმია ჩადის ჩანასახის პარკის ცენტრში, უერთდება მეორეულ ბირთვს და ხდება განაყოფიერება. ზაშასადაშე, ორი სპერმია-უჯრდით კვერცხურედისა და მეორეული ბირთვის განაყოფიერებას ორმაგი განაყოფიერება ეწოდება. ორმაგი განაყოფიერება მხოლოდ ფარულთესლოვანი მცენარეების დამახასიათებელი პროცესია. ორმაგი განაყოფიერების პროცესი აღმოაჩინა და შეისწავლა დიდმა რუსმა ბოტანიკოსმა აკადემიკოსმა ს. ნავაშინმა 1898 წ.

ორმაგი განაყოფიერების შედეგად კვერცხურებიდან ვითარდება ჩახასახი, ხოლო მეორეული (ცენტრალური) ბირთვიდან კი საზრდო ნივთიერების დამგროვებელი ქსოვილი—ენდოსპერმი, სამოლოოდ თესლი.

თესლი

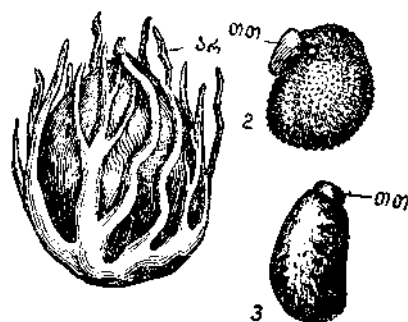
თესლი განაყოფიერების შემდეგ განვითარებული თესლკვირტია, რომელშიაც მოთავსებულია ჩანასახი და მისი საკვები ნივთიერება. ვიწრო განსაზღვრით, თესლი მომავალი მცენარის ჩანასახია საკვები ნივთიერებით.

გამონაზარდები, რომელიც განაყოფიერების შემდეგ თესლზე რჩება, მას თესლის ნაწიბური, ანუ ნაკერი ეწოდება. თესლის ჰიპისა და ნაწიბურის მორფოლოგიური თავისებურებანი თესლების კლასიფიკაციის კარგ ნიშნებს წარმოადგენენ.

ხშირად თესლს პატარა გამონაზარდები უვითარდება თანათესლის („კარუნკულა“ — ხორცივანი კორდი, ლათინ.) სახით. თანათესლი ხშირად შეფერილია, რითაც ცხოველურ ორგანიზმებს იზიდავს და ხელს უწყობს თესლის გავრცელებას (მაგ., თანათესლი აქვთ აბუსალათინს, იას, ბუჩქისძირას, ქრისტესისხლას და სხვ.); ასეთივე როლს ასრულებს თესლზე განვითარებული პარკისებრი ან ფრთისებრი გამონაზარდები, რომლებიც გარედან ეკვრის თესლს, მაგრამ არ ეზრდება; მას არილუსი („არილუს“ — მანტია, ლათინ.) ეწოდება (სურ. 249).

თესლკვირტის ორმაგი განაყოფიერების შემდეგ ჯერ მეორეული ბირთვის, ხოლო შემდეგ კი კვერცხუჯრედის რამდენჯერმე დაყოფის გზით ვითარდება თესლი, განაყოფიერებული მეორეული ბირთვი მრავალ ბირთვად იყოფა. პროტოპლაზმაში გაბნეულ ამ ბირთვებს შორის გარსის წარმოქმნით ტიხრები ჩნდება და ახალი უჯრედები ვითარდება, ეს უჯრედები მთლიანად ავსებენ ჩანასახის პარკს და წარმოშობენ საზრდო ნივთიერებათა დამგროვებელ ქსოვილს, რომელსაც ენდოსპერმა („ენდოს“ — შიგნითა, „სპერმა“ — თესლი, ბერძნ.) ეწოდება.

განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი (ზიგოტა) სვენების შემდეგ (რამდენიმე საათით ან თვეებითაც) ორ უჯრედად იყოფა. მიკროპილესაკენ მიმართული



სურ. 249. 1—ჯავის თესლი არილუსის (პარ), 2—ბუჩქისძირას თესლი თანათესლით (თთ), 3—აბუსალათინის თესლი თანათესლით (თთ).

ერთი ზედა უჯრედი განივი ან გასწვრივი ტიხრებით, მრავალჯერ დაყოფის შედეგად მრავალუჯრედიან საკიდარს წარმოშობს. მეორე ქვედა უჯრედი, რომელიც ჩანასახის პარკის ცენტრისაკენაა მიმართული, ჯერ რამდენიმე უჯრედად იყოფა და პირველად ჩანასახს წარმოშობს. პირველადი ჩანასახი, რომელიც სფერული ფორმისაა, სწრაფად იყოფა მრავალ უჯრედად და სრულ ჩანასახად ყალიბდება. საკიდარის ერთ დაგრძელებულ უჯრედს ჩანასახი ენდოსპერმაში ჩააქვს: თესლში მომწიფებული ჩანასახი შედგება: პირველადი, ანუ ჩანასახოვანი ფესვისაგან, ღეროსაგან, ფოთლებისაგან და კვირტებისაგან.

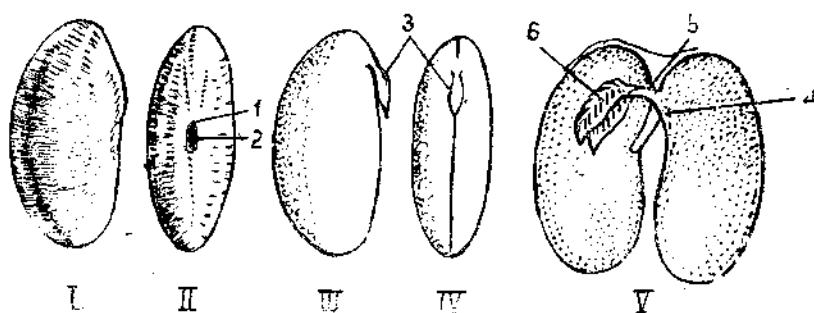
მეორეული ბირთვისაგან (ორმაგი განაყოფიერების შედეგად) წარმოშობილ ენდოსპერმს მეორეული ენდოსპერმი ეწოდება (შიშველთესლოვნებში იგი პირველადია). ენდოსპერმი, ძირითადად, სახამებლისაგან, ცხიმისაგან და, იშვიათად, ცილებისაგან შედგება. აქედან ენდოსპერმიანი თესლებიდან განირჩევა: სახამებლოვანი, ცხიმოვანი და ცილოვანი თესლები.

ენდოსპერმი თესლის გაღივებამდე და ზოგჯერ გაღივების შემდეგაც ჩანასახს ხმარდება საკვებად.

ზოგჯერ ხაზრდო მასალა ნუცელუსში გროვდება. ნუცელუსში წარმოქმნილ საზრდო ნივთიერებას პერისპერმი („პერი“—გარშემო, პერენ.) ეწოდება. ჩანასახის ორივე მხარეზე ორი ბორცვი წარმოიქმნება. ეს ორი ბორცვი (ორლებნიანებში) ვითარდება ორ ლებნად, რომელშიაც ჩანასახია მოქცეული. ლებნები ორლებნიანებში ფოთლისეული წარმოშობისაა და მათ პირველი ფოთლები ეწოდება. თესლის გაღივების შემდეგ ორლებნიანებში ლებნები ნიადაგის ზევით ღეროს მიყვებიან, ასიმილაციასაც ახდენენ, რითაც ფოთლისეულ ბუნებას ამჟღავნებენ (ლობიო). ორივე ლებანში საზრდო მასალაა დაგროვილი ჩანასახის გასავითარებლად.

ლებანს, რომელიც უშუალოდ ენდოსპერმს ესაზღვრება და მასში საზრდო მასალა არ გროვდება, ფარი ეწოდება. მაშასადამე, ლებნები, ერთ შემთხვევაში ჩანასახს საზრდო ნივთიერებებით ამარაგებენ, ხოლო მეორე შემთხვევაში ლებანი (უმეტესად ერთლებნიანებში) ჩანასახის საფარველს წარმოადგენს.

თესლი შეიძლება იყოს ენდოსპერმიანი და (მაგ., უმთავრესად მარცვლოვანები) პერისპერმიანი (მიხაკისებრი), ანდა ჭრთისა და იმავე დროს იყოს ენდოსპერმიანიც და პერისპერმიანიც. თუ საზრდო ნივთიერების დაგ-



სურ. 250. ლობიოს თესლის აგებულება: I და II—თესლი წინა და გვერდითი მხრიდან; III და IV—ჩანასახი წინა და გვერდითი მხრიდან; V—ორი გახსნილი ლებანი; 1—მიკროპილე, 2—ჰილი, 3—ლებნის ქვედა მუხლო (პიპოკილე), 4—ჩანასახოვანი ფესვი, 5—ჩანასახოვანი ღერო, 6—ჩანასახოვანი ფოთლები.

როვება ნუცელუსში ხდება, ასეთ თესლებს პერისპერმიანი თესლები ეწოდება. ზოგჯერ საზრდო ნივთიერება გროვდება თვით ჩანასახის ნაწილებში, უმთავრესად ლებნებში.

ლებნებში დაგროვილ საზრდო მასალიან თესლს უენდოსპერმო თესლი ეწოდება (პარკოსნები და სხვა მრავალი ოჯახები).

ფარულთესლოვანი მცენარეებიდან გამოყოფენ (პირობით) ორ დიდ ჯგუფს: ერთლებნიანებსა და ორლებნიანებს.

ორლებნიანები სახეობათა რაოდენობითა და გავრცელებით ბევრად სჭარბობენ ერთლებნიანებს.

ორლებნიანი თესლის აღნაგობის გასაცნობად ლობიოს თესლი კარგი მაგალითია (სურ. 250). ლობიოს თესლი გარედან კანით არის დაფარული. როგორი მოყვანილობისაც არ უნდა იყოს ლობიოს თესლი, მაინც განიჩივება მისი ორი მხარე: ერთია მუცლის მხარე, სადაც ჰიპია მო-

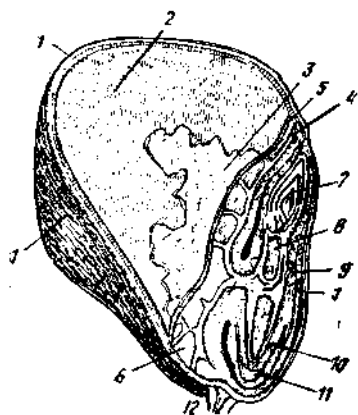
თავსებული, ხოლო მეორე მისი საწინააღმდეგო მხარეა, ზურგის მხარე—ნაწიბური. ზურგის მხრიდან ლობიოს თესლი დალობობის შემდეგ ორ ნახევრად იყოფა. ეს ნახევრები ლებნებია, რომელთა ლებნების შუა მხარე პრტყელია, ზედა კი ამოზნექილი. ამ ორ ლებანს შორის კიბის არეში ჩანასახია, ჩანასახი შედგება ჩანასახოვანი ფესვისა, ღეროსა და ერთი წყვილი ფოთლისაგან. ლობიოს თესლში საზრდო ნივთიერებით დამგროვებული ქსოვილი—ენდოსპერმი არაა წარმოდგენილი და საზრდო ნივთიერება ლებნებში ვითარდება, ასეთი თესლი უენდოსპერმოა.

ერთლებნიანი თესლის აღნაგობას სიმინდის თესლის მაგალითზე გავეცნობით (სურ. 251). სიმინდის თესლი ერთი ლებნისაგან შედგება. ლებანში საზრდო-ნივთიერება არაა დამგროვებული. იგი ყოფს თესლის ჩანასახს ენდოსპერმისაგან და მას ფარი ეწოდება. თესლის ქვედა მცირე ნაწილი ჩანასახისაგან შედგება (ფესვის, ღეროსა და ფოთლებისაგან), რომელიც ზედა დიდი ნაწილისაგან სატიხრითაა გამოყოფილი. ზედა ნაწილში საზრდო ნივთიერების დამგროვებული ქსოვილი ენდოსპერმია და ამიტომ ასეთი თესლი ენდოსპერმიანია.

თესლი ფორმით მრავალნაირია: მრგვალი, ოვალური, თირკელისებრი, სფეროსებრი, მოგრძო, ელიფსური და სხვ. ბუნებაში სხვადასხვა ზომისა და წონის თესლებია გავრცელებული.

თესლების ზომა მეტად ცვალებადია. მცირე ზომის უწყრილესი თესლები მრავალ მცენარეს ახასიათებს (ჯადვარისებრნი, მსხალიჭასებრი, კელეპტარისებრნი და სხვ.). დიდი ზომის მსხვილი თესლები ასევე მრავალი მცენარისთვისაა დამახასიათებელი. ამ ორ უკიდურეს ზომებს შორის კარბობს საშუალო ზომის მქონე თესლები. თესლები წონის მიხედვითაც მრავალნაირია. თუ ზოგიერთი თესლის წონა მილიგრამებით განისაზღვრება, ზოგიერთების წონა კი კილოგრამამდე აღწევს. მცენარეთა უმრავლესობა დიდი რაოდენობით ივითარებს თესლებს. მაგალითად, არყი 300 ათასამდე თესლს იკეთებს, თამბაქოს 400 ათასამდე თესლი უვითარდება, ხოლო ჩვეულებრივი ვერხვი რამდენიმე მილიონამდე თესლს იძლევა ყოველწლიურად. თესლებს, უმთავრესად, მურა ან შავი შეფერილობა აქვთ. თუმცა სხვადასხვა ფერად შეფერადებული თესლები ბუნებაში საკმაოდ გავრცელებულია (თეთრი, ნაცრისფერი, ყვითელი, ნარინჯისფერი, მოწითალო, ყავისფერი, ჭრელი და ა. შ.). ზოგიერთ თესლში რამდენიმე ჩანასახი ვითარდება და ამ მოვლენას პოლიემბრიონია („პოლო“—ბევრი, „ემბრიონ“—ჩანასახი, ბერძნ.) ეწოდება.

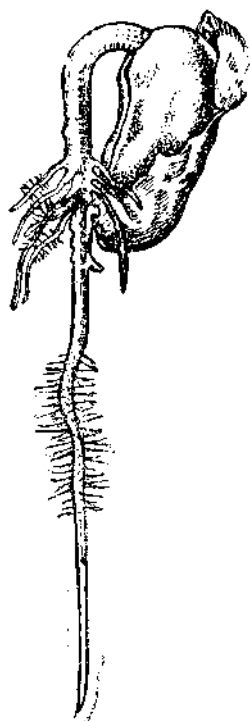
ზოგჯერ ჩანასახი გაუნაყოფიერებელი კვრცხუჯრედისაგან ვითარდება



სურ. 251. სიმინდის ნაყოფის (შიგ თესლით) სივრცითი კრილი: 1—ნაყოფის კანი, 2—მინარია ენდოსპერმი, 3—სახამებლოვანი ენდოსპერმი, 4—ფარის ზედა ნაწილი, 5—ფარის გარეთა შრე, 6—ფარი, 7—კვირტი, 8—ეპიკოტილე, 9—დამატებითი ფესვის ჩანასახი, 10—ფესვი, 11—შალითა, 12—კიბი.

და ჩანასახის ასეთ განვითარებას პარტენოგენეზს („პარტენოს“ — ქალ-
წული, „გენეზის“ — დაბადება, ბერძნ.) უწოდებენ (მარმუჭი, ბაბუაწვერა,
ხარნუყა და სხვ.). არის შემთხვევები, როდესაც ჩანასახი გაუნაყოფიერებლად
ჩანასახის პარკის სხვა უჯრედებისაგან ვითარდება. ერთი, როდესაც ჩანასახი
სინერგიდების ან ანტიპოდების უჯრედებისაგან წარმოიქმნება, ამას აპოგამია
(„აპო“ — უარყოფის ნაწილაკი, „გამოს“ — ქორწინება, ბერძნ.) ეწოდება (ლან-
ცეტა, მრავალძარღვა). მეორე, როდესაც ჩანასახის წარმოქმნა ხდება ჩანასა-
ხის პარკის გარეთ, ნუცელუსის ან ინტეგუმენტების უჯრედებისაგან, მას
აპოკოკია ეწოდება. გაუნაყოფიერებლად ჩანასახის და თესლების განვი-
თარება, აპომიქსისის („აპო“ — უარყოფის ნაწილაკი, „მიქსის“ — შერევა,
ბერძნ.) სახელწოდებით არის ცნობილი.

აღსანიშნავია, რომ აპომიქსური წარმოშობის მცენარეები (ვარდიებრ-
თა, რთულყვავილოვნების, მარცვლოვნების და სხვა ოჯახების წარმომადგენ-
ლები) სხვადასხვა ფაქტორებისადმი დიდ გამძ-
ლეობას ამჟღავნებენ და მორფოლოგიურად მტკი-
ცე აგებულებისანი არიან.



სურ. 252. ლობიოს თესლის
გალივება.

თესლის გალივება. თესლის გალივება რთუ-
ლი ფიზიოლოგიური პროცესია. ამ დროს მიმდი-
ნარეობს თესლში არსებული სხვადასხვა ფერმენ-
ტის და წყლის მოქმედებით თესლის ძნელად ხსნა-
დი ორგანული ნივთიერების გადასვლა ხსნად
მდგომარეობაში და მათი გამოყენება ჩანასახის
მიერ; ამრიგად, თესლის გალივება შედგება სამი
პროცესისაგან: 1) ფიზიკური — თესლის მიერ
წყლის შეწოვა, 2) ბიოქიმიური — უხსნად ნივთიე-
რებათა გადასვლა ხსნად მდგომარეობაში და 3)
ბიოლოგიური — თესლის ჩანასახის ზრდა და აღ-
მოცენება.

თესლის გალივების წინა პირობაა თესლის
გაჯირჯევა. გაჯირჯევა ხდება მაშინ, რო-
დესაც თესლი მისი მშრალი წონის 10% წყლის
გარდა გარედან შეიწოვს წყლის გარკვეულ რაო-
დენობას. გაჯირჯევის შედეგად იზრდება თეს-
ლის მოცულობა, სკდება კანი და მომწიფებული
ჩანასახი გამოდის გარეთ. წყალი თესლში შედის
კიბისა და მიკროპილეს გზით, ჭიპთან კანის გას-
კდომის შედეგად ჩანასახის ფესვი ჯერ გამოდის
გარეთ, შემდეგ კი მიემართება ნიადაგში. გალი-

ვების შედეგად ორლებნიანი თესლიდან (სურ. 252) პირველად გარეთ გამო-
დის ლებნისქვეშა მუხლი ჰიპოკოტილე („ჰიპო“ — ქვევით, „კოტილედონ“ —
საწოვარი, საწეწნი, ბერძნ.), შემდეგ მას მოჰყვება ლებნის ზედა მუხლის —
—ეპიკოტილე („ეპი“ — ზედა, ზემო) გამოსვლა.

ერთლებნიანი თესლის გალივების დროს ადრე ჯერ ლებნის ქვედა ნაწი-
ლი გამოდის, ლებნის ზედა ნაწილი კი ჯერ რჩება და შემდეგ გვიან გამო-
დის. მარცვლოვანთა თესლის გალივების (სურ. 253) დროს გარეთ გამოსვ-

ლას იწყებს პირველადი ფოთოლი წვეტიანი ჟიფოთი, რომელსაც კოლეოპტილე („კოლეოს“—ქარქაში, „პტილონ“—ფრთა, ბერძნ.) ეწოდება. ლეზნები ხშირად ნიადაგში რჩებიან (კაკალი, მუხა, მუხუდო, ცერცვი და სხვ.), ზოგჯერ კი ნიადაგს ზევით ამოყვებიან ყლორტს და ფოთლების მაგივრობას ეწევიან (ლობიო, სოია, ხანჭკოლა, ძიო და სხვ.).

გალიეებისათვის წყლის საჭირო რაოდენობა დამოკიდებულია თესლის შედგენილობაზე. სახამებლით, ზეთით, ცილოვანი ნივთიერებებით მდიდარი თესლები სხვადასხვა რაოდენობით იწოვენ (შთანთქავენ) წყალს.

ზოგიერთი მცენარის თესლების გალიეების საჭიროა წყლის შემდეგი რაოდენობა: ფეტვისათვის 30%, ქვავისათვის—40%, სიმინდისათვის—50%, ხორბლისათვის—70%, ცერცველისათვის—75%, ბარდისათვის—95%, სელისათვის—100%, შაქრის კარხლისათვის—125%, წითელი სამყურასათვის—145% და ა. შ. წყლის გადაჭარბებული რაოდენობა უარყოფითად მოქმედებს გალიეებაზე. წყალში ზყოფი თესლების გალიეება გაიზარებულია, ვინაიდან არ ყოფილი ჟანგბადი და ამდენად სუნთქვის პროცესიც შეწყვეტილია.

გალიეების დროს ჩანასახის უჯრედების სუნთქვა ძალზე ინტენსიური ხდება განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც წყალი 33%-ია, სუნთქვა 10.000-ჯერ დიდია, ვიდრე მაშინ, როცა თესლი 130% წყალს შეიცავს და სუნთქვაც პასიურია.

ზოგიერთი მცენარის თესლს წყლის ძნელად გამტარი კანი (ეკლის ხე, იონჯა, ძიძო) აქვს, ამიტომ ასეთ თესლებს უზიანებენ—ხელოვნურად უკაწრავენ კანს, რის შედეგად წყალი შედის თესლში და იწყება გალიეება. კანის გაკაწრის პროცესს სკარიფიკაცია („სკარიფიკარე“—კაწრა, ლათინ.) ეწოდება.

ხშირად კუტინიზირებულ მაგარკანიან თესლებზე სხვადასხვა ზეგვებით მოქმედებენ, რაც ხელს უწყობს თესლში წყლის შეღწევადობას და ამდენად თესლის ჯერ გაჯირჯეებას და შემდეგ გალიეებას.

სრული სიმწიფის დროს თესლები კარგავენ ზედმეტ წყალს და ხდებიან სრულიად მაგარი; მაგალითად, ხორბლის მარცვალ რძის სიმწიფეში 50% წყალს შეიცავს, ცილოვანი სიმწიფის დროს 25%-ს და სრული სიმწიფის დროს წყლის შემცველობის % ეცემა 12—13%-მდე. ზოგიერთი მცენარის, გარეგნულად თითქმის მომწიფებული თესლების (ასკილი, ატამი, იფანი, ნეკერჩხალი და სხვ.) გალიეება მოგვიანებით იწყება, ვინაიდან ამ თესლებში ფერმენტატური პროცესები არაა დამთავრებული.

ზოგიერთი გარეგნულად მოუმწიფებელი თესლის (ლობიო, ბარდა, ხორბალი, ქვავი და სხვ.) გალიეება ჯერ კიდევ მკვახე ნაყოფებში იწყება. გალიეების უნარი სხვადასხვა მცენარის თესლში დაწყებული რამდენიმე დღით და დამთავრებული რამდენიმე წლით განისაზღვრება. მაგ. გოგრა,



სურ. 253. ხორბლის თესლის გალიეება.

კიტრი და ნესვი—8 წელი, ქერი, ხორბალი—12 წელი, ზოგიერთი სარეველები თესლის გალიეების უნარს 40—50—100 და ზოგჯერ 150-მდე ინარჩუნებენ.

მრავალი სარეველა მცენარის თესლები ცხოველების კუჭ-ნაწლავში მონელების შემდეგაც ინარჩუნებენ გალიეების უნარს.

დიდი ხნის განმავლობაში გალიეების უნარი აქვთ შენარჩუნებული სრულიად მომწიფებულ და მშრალ თესლებს. თესლის გალიეებაზე მოქმედ ფაქტორებს შორის მეტად მნიშვნელოვანია სინათლე, როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი ფაქტორი.

მცენარეთა უმრავლესობის თესლების გალიეება ხდება სინათლის სხვადასხვა სიძლიერის დროს, მაგრამ ზოგიერთი თესლები სრულიად გაურბიან სინათლეს და მხოლოდ სიბნელეში ღივდებიან (მაგ., აბრეშუმა, ფაცელია და სხვ.).

სინათლის მოთხოვნილების მიხედვით გამოირჩევიან სინათლისა და ჩრდილის მცენარეები.

ტემპერატურა გალიეების პროცესისათვის საჭირო ფაქტორია. ზოგიერთი თესლის უკეთ გალიეებისათვის რეკომენდებულია თესლების მოთავსება მაღალი ტემპერატურის ქვეშ ან საწინააღმდეგოდ, როდესაც თესლებს გალიეების წინ გაუინავენ, განსაკუთრებით ცივ ქვეყნებში.

სხვადასხვა მცენარეს გალიეებისათვის სხვადასხვა ტემპერატურა სჭირდება. მაგალითად, ხორბლის თესლი ღივდება 30° — 40° ტემპერატურაზე, სიმინდისა— 10° — 12° -ზე, ბამბა კი— 15° — 17° დროს. თესლების საკმაო რაოდენობა ერთ სავეგეტაციო პერიოდში ღივდება და შემდეგ კარგავს გალიეების უნარს, ე. ი. ჩერდება ზრდა. ზოგიერთი მცენარის თესლები გალიეებას იწყებენ 3—5 წლის შემდეგ, 10—20 წლის შემდეგ და უფრო გვიან. ისტორიამ შემოგვინახა ცნობა, რომ ლოტოსის თესლი იწვა ტორფნარებში 1000 წლის განმავლობაში.

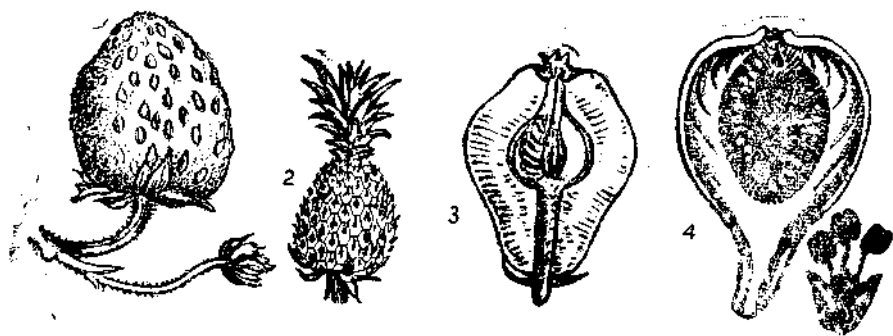
ტყისა და ხეხილოვანი მრავალი კულტურის თესლების გალიეებისათვის და კარგი და საღა აღმონაცენის განვითარებისათვის სოფლის მეურნეობის პრაქტიკაში მიღებულია სტრატეფიკაციის („სტრატუმ“—ფენილი, ფენა, „ფაცრე“—კეთება, ლათინ.) მეთოდი. ამ მეთოდს მოსილვასაც უწოდებენ, რაც შემდეგში მდგომარეობს; სათანადო ყუთების ძირს მოსილვენ, ამ ფენაზე აწყობენ თესლებს, მათ მეორე წყება სილით დაფარავენ და ასე იქმნება რამდენიმე სილას ფენა თესლებით. თესლებს აჩერებენ რამდენიმე თვეს 3 — 5° ტემპერატურულ პირობებში. ამგვარად მოვლილ თესლებს მეორე წლის გაზაფხულზე ყუთებიდან იღებენ და შემდეგ თესავენ. მათი აღმოცენება იმავე წელს იწყება. ისეთ კურკიან და საერთოდ მაგარკანიანი თესლების გალიეებისათვის, როგორიცაა ალუბლის, ქლიაის, ვაშლისა და მსხლის თესლები, თესვის წინ რამდენიმე თვით ადრე მიმართავენ სტრატეფიკაციას. ამ შემთხვევაში თესლებს ჩაფლავენ ტენიან საღნარ ან ქვიშნარ თხრილებში, ანდა საამისოდ იყენებენ თოვლის ღრმა ფენებს. ბუნებრივ პირობებში ველურად მოზარდი მცენარეების თესლების სტრატეფიკაცია ზამთრის განმავლობაში თოვლის საფარქვეშ მიმდინარეობს.

სოფლის მეურნეობის პრაქტიკამ დღემდე შემოინახა თესვის წინ გალიეებისათვის და აღმოცენების სრული განვითარებისათვის თესლის დაჟუშავება სხვადასხვა მეთოდებით. ამ მეთოდებიდან აღსანიშნავია თესლების დაღობა

წუნწუნში (წყალნარევი), ცხოველის შარდში; ნივთიერებებიც — აუქსინისა და ჰეტეროაუქსინის გამოყენება და ბოლოს კი თესლის იარაღიზაცია. იარაღიზებული თესლები ადრე ღივდებიან, თანაბრად აღმოცენდებიან და აღმონაცენი ადრე მწიფდებიან. ამა თუ იმ, განსაკუთრებით კი კულტურულ მცენარეთა თესლების გაღივების უნარს ამოწმებენ და აღგენენ თესლის საკონტროლო ლაბორატორიები.

ნ ა ყ ო ფ ი

განყოფიერების შედეგად განვითარებული სახეცვლილი ბუტკო ნაყოფია, ე. ი. ის, რაც ნასკვისაგან თესლის მომწიფებასთან ერთად ვითარდება.



სურ. 254. 1—მარწყვის, 2—ანანასის, 3—კომშის (კრილი), 4—ლეღის (კრილი) ცრუ ნაყოფები.

ნაყოფი თესლის საფარი და გამაგრცვლებელი მოწყობილობაა.

ნაყოფის შექმნაში, ნასკვის გარდა, ყვავილის სხვა ნაწილებიც მონაწილეობენ, როგორიცაა: ყვავილსაჯდომი, ყვავილსაფარი, ბუტკოს სვეტი და ღინგი, მტვრიანა და სხვ. თუმცა ხშირად ნაყოფის შექმნაში ბუტკოს ნაწილებიდან, ძირითადად, ნასკვი იღებს მთავარ მონაწილეობას, იშვიათად სვეტი, ხოლო უფრო იშვიათად ღინგი, რომელიც განყოფიერების შემდეგ მომწიფებისას კენება და ცვივა. როდესაც ნაყოფის შექმნაში მარტო ნასკვი მონაწილეობს, ასეთი ნაყოფი ნამდვილი ნაყოფია. ნასკვთან ერთად თუ ყვავილის სხვა ნაწილებიც (ყვავილსაჯდომი, ყვავილსაფარი) მონაწილეობენ, მაშინ წარმოიშობა ცრუ ნაყოფი (სურ. 254). ხშირად ყვავილში ერთი ბუტკოა და მისგან მხოლოდ ერთი ნაყოფი წარმოიქმნება, მას მარტივი ნაყოფი ეწოდება. როდესაც ყვავილში რამდენიმე ბუტკოა და თითოეული ბუტკოდან თითო ნაყოფი ვითარდება, მაშინ, რთული ან ნაკრები ნაყოფი იქმნება.

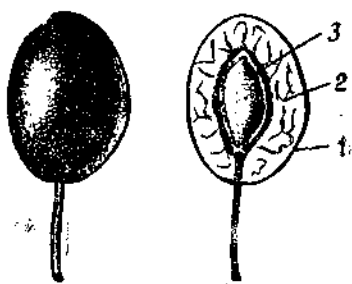
მარტივი და რთული ნაყოფი ამავე დროს შეიძლება იყოს ნამდვილი და ცრუ. მაგალითად, ნაყოფი კენკრა მარტივია, მაგრამ მის წარმოშობაში თუ ყვავილსაჯდომი ან ჯამის ფოთლები მონაწილეობენ, მაშინ ნაყოფი ცრუ კენკრა იქნება.

ნასკვის კედლებიდან ნაყოფსაფარი. ანუ პერიკარპიუმი („პერი“ — გარშემო, „კარპოს“ — ნაყოფი, ბერძნ.) ვითარდება.

ნაყოფსაფარი, ანუ პერიკარპიუმი რამდენიმე ნაწილისაგან შედგება (სურ. 255): გარეთა ნაწილი ეგზოკარპიუმი („ეგზო“ — გარეთა, ბერძნ.), შუა

მეზოკარპიუმი („მეზო“—შუა, ბერძნ.) და შიგნითა ენდოკარპიუმი („ენდო“—შიგნითა, ბერძნ.); მაგ., ქლიავის ან ბალის გარეთა ნაწილი თხელი კანისაგან შედგება; შუა—წვნიანი, ხორცოვანი ნაწილია, ხოლო შიგნითა ნაწილი კურკის ნაჭუჭია. ნაყოფების უმრავლესობას ნაყოფსაფარის სამივე ნაწილი კარგად აქვს გამოსახული. ზოგიერთებში კი ორი ნაწილია განვითარებული.

ნასკვის კედლისაგან ნაყოფსაფარი (პერიკარპიუმი) ვითარდება, ხოლო



სურ. 255. ქლიავის ნაყოფი—კურკიანა (მარჯვნივ კრილი). 1—მეზოკარპიუმი, 2—მეზოკარპიუმი, 3—ენდოკარპიუმი.

ნასკვის ბუდისაგან—ნაყოფის ბუდე. ხშირად ნასკვისა და ნაყოფის ბუდეების რიცხვი ერთი და იგივეა, ზოგჯერ კი მრავალბუდიანი ნასკვისაგან ერთბუდიანი ნაყოფი ვითარდება, ანდა სამბუდიანი ნასკვისაგან—ერთბუდიანი ნაყოფი, მაგალითად, მუხის ნაყოფი—რკო და წიფლის წიწიბო. ნაყოფის შექმნაში ყვავილის სხვადასხვა ნაწილი მონაწილეობს და ხშირად ყვავილის ეს ნაწილებიც მეტად მრავალაირია, ამიტომ მათგან განვითარებული ნაყოფებიც მეტად მრავალფეროვანია.

ნაყოფსაფარის მიხედვით ნაყოფი სხვადასხვანაირია. აქედან განირჩევა წვნიანი ან ხორცოვანი და მშრალი ნაყოფები. მშრალი ნაყოფი შეიძლება იყოს თვითნასნადი ან თვითუნასნადი, ე. წ. კურკიანი ნაყოფის ნაყოფსაფარი უმეტესად წვნიანი და ხორცოვანია. ნაყოფი გამოირჩევა ზეგ არსებული თესლის რაოდენობით: ერთი, რამდენიმე ან მრავალთესლოვანი ნაყოფები; ხშირად კურკიანა ნაყოფისათვის დამახასიათებელია ერთი თესლი, მაგალითად, ხეჭრელის (*Baobab*) კურკიანა ნაყოფი 2--4-თესლიანია. ამდენად, გენეტიკური თუ მორფოლოგიური ნიშნების მრავალფეროვნება აძნელებს ნაყოფების სრული კლასიფიკაციის შექმნას. მიუხედავად ამისა, ნაყოფების დღევანდელ, შედარებით კლასიფიკაციას საფუძვლად ტიპური და თვალსაჩინო ნიშნება უღევს. ეს ნიშნებია ძირითადად: ყვავილის აგებულების თავისებურებანი, ბუტკოა (აპოკარპული ან ცენოკარპული) და ნასკვის სახეები (ხედა და ქვედა), სველი და მშრალი ნაყოფსაფარიანობა. თესლების რაოდენობა ნაყოფში და ა. შ. ამ ნიშნების ერთობლიობის საფუძველზე, არსებული ნაყოფების კლასიფიკაციები მიახლოებითია და არაზუსტი. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, რამდენიმე ბუტკოსაგან უმეტესად ვითარდება რთული ნაყოფი, ისე, რომ თითოეული ბუტკო თითო წილნაყოფს ქმნის. მჭიდროდ შეჯგუფებული წილნაყოფები ერთი ნაყოფის. შთაბეჭდილებას ტოვებენ. რთული ნაყოფის ტიპური მაგალითებია: ბაიას, დიდბაიას, მაყვლის (სურ. 256), ეოლოს, მარწყვ-ბალახას ნაყოფები.

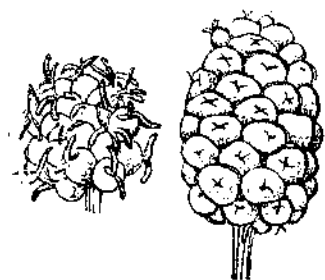
თუ ნასკვთან ერთად ნაყოფის წარმოქმნაში ყვავილის სხვა ნაწილებიც (ყვავილსაჯდომი, ყვავილსაფარი—ჯამი და გვირგვინი) მონაწილეობენ, მაშინ იქმნება ცრუ ნაყოფი; ცრუ ნაყოფი ქვედა ნასკვისგან განვითარებული ნაყოფია (მარწყვი, ასკილი, ვაშლი, მსხალი, კომში და სხვ.).

ნაყოფის თავისებური ტიპია ისეთი ნაყოფი, რომელიც ერთი ყვავილისაგან კი არ ვითარდება, არამედ ყვავილელებისაგან. ყვავილელების თითოეუ-

ლი ყვავილი თითო ნაყოფს ქმნის და ეს ნაყოფები ურთიერთ მჭიდროდ შეზრდილი საერთო ყუნწზე არიან განლაგებული. ასეთ ნაყოფს ნაყოფედი ეწოდება. ნაყოფედის კარგი მაგალითია თუთა (სურ. 257), ლეღვი, ანანასი და სხვ.

ნაყოფების უმრავლესობა ნაყოფსაფარის მიხედვით ორ ქვეჯგუფად განიყოფება: წვნიანი და მშრალი ნაყოფები. წვნიანი ან ხორცოვანი (სურ. 258) ისეთი ნაყოფია, რომლის ნაყოფსაფარი (პერიკარპიუმი) უმეტესად მეტი ან ნაკლები რაოდენობით წვენს შეიცავს და უხსნადია (იშვიათად მშრალი). წვნიანი ნაყოფებიდან გამოირჩევა კენკრა და კურკიანა ნაყოფების ტიპები.

კენკრა (მრავალთესლიანი, იშვიათად ერთთესლიანი) წვნიანი ან ხორცოვანი ნაყოფია. კენკრა ზედა ან ქვედა ნასკვისაგან წარმოიქმნება.



სურ. 257. თუთის (*Morus alba*) მდედრობითი ყვავილედი და ნაყოფედი.

ხოლო მისი შიგა წვნიანი ნაწილი ენდოკარპიუმისა და მეზოკარპიუმისაგანაა განვითარებული. ნაყოფის გარეთა ნაწილი — ეგზოკარპიუმი ტყავისებური ან ჩვეულებრივი თხელი კანით არის დაფარული. კენკრა ნაყოფებს ივითარებენ: კოწახური, ხუნწი, ხურტკმელი, ვაზი, მოცვი, ძაღლყურძენა, პამიდორი, შმაგა ონტოფა, სატაცური და სხვ.

ტიპური კენკრა ნაყოფიდან ცალკეა გამოყოფილი კენკრას მსგავსი ნაყოფები: ვაშლურა, რომელთა ნაყოფსაფარის შიგა ნაწილი, განსაკუთრებით შუა (რბილობი), ხორცოვანია და ცრუ ნაყოფს წარმოადგენს. ვაშლურას ტიპური მაგალითებია: ვაშლი (სურ. 259), მსხალი, კომში და სხვ.

ნაყოფს ზოგჯერ ეგზოკარპიუმი გამაგრებული აქვს, მისი ხორცოვანი ნაწილი ნასკვის კედლების შიგა შრეებისა და მისი გამონაზარდებისაგან იქმნება. ნაყოფის ეს ფორმა გოგრულას სახელწოდებითაა ცნობილი (სურ. 260). გოგრულა ნაყოფი გოგრას, ნესეს, საზამთროს, კიტრს და სხვ. ახასიათებთ.

კენკროვანი ნაყოფების ფორმისაა ნარინჯულა (სურ. 261). ნარინჯულა ისეთი კენკროვანი ნაყოფია, რომელსაც სხვადასხვა ნაწილისაგან შემდგარი ნაყოფსაფარი ახასიათებს. მისი გარეთა ნაწილი — ეგზოკარპიუმი — სქელი და ტყავისებურია, შუა — მეზოკარპიუმი შედარებით თხელი და მშრალია, ხოლო შიგა — ენდოკარპიუმი კი წვნიანი ან ხორცოვანია. ნარინჯულა ნაყოფი



სურ. 256. მაცვლის რთული (ნაკრები) ნაყოფი, მარჯვნივ სიგრძივი კრილი.

ფების შქონე მცენარეებია ნარინჯოვნებიდან: ნარინჯი, თურინჯი, მანდარი-
ნი, ლიმონი, ფორთოხალი და სხვ.

კენკროვან ნაყოფებთან შედარებით ნაკლებ გავრცელებული ტიპია კურ-



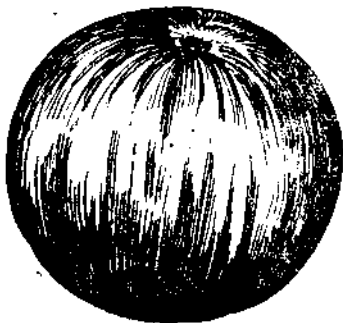
სურ. 258. წიწვიანი ნაყოფები: 1—ალუბლის კურ-
კიანა ნაყოფი, 2—უოლოს ოთული კურკიანა ნაყოფი,
3—პომიდორის კენკრა ნაყოფი, 4—ხუნწის კენკრა
ნაყოფი, 5—ვაშლის ვაშლურა ნაყოფი, 6—სიკილის
ერუ კენკრა ნაყოფი, 7—კიტრის გორგულა ნაყოფი,
8—მარწყვის მრავალთესლიანი ნაყოფი, 9—თუთის
ნაყოფი.

გარგარის, კერმის, ატმის, ზეთისხილის, შინდისა და სხვ. კურკიანების შე-
დარებით მცირედ გავრცელებული ფორმებია ზოგიერთი ხორცოვანი კურკიან-
ა ნაყოფი (ხეჭრელი). ასევე ნაკლებ გავრცელებულია ერთთესლიანი, მშრალ-
ი ნაყოფსაფარიანი კურკიანა ნაყოფები—
ნუში, ფსტა და სხვ.

მშრალი ნაყოფი ისეთი ნაყოფია,
რომელსაც ნაყოფსაფარი გამაგრებული, გა-
ხეხვებული ან ტყავისებრი აქვს და წვეწვს არ
შეიცავს. მშრალი ნაყოფები ორ ჯგუფად
იყოფა: მშრალი თვითხსნადი და
მშრალი უხსნადი ნაყოფები. მშრალ-
ი თვითხსნადი ნაყოფი ისეთი ნაყოფია,
რომლის ნაყოფსაფარი (პერიკარპიუმი) მოშ-
წიფების შედეგად იხსნება და შიგ არსებუ-
ლი თესლი გადმოიხსნება; მშრალ თვითხსნად
ნაყოფებს ეკუთვნის: ფოთლურა, პარკი, კო-
ტი და კოლოფი.

ფოთლურა (სურ. 263) ერთი ნაყოფის ფოთლისაგან შემდგარი ერთ-
ბუდიანი ნაყოფია. იგი მოშწიფებისას მუცლის ნაკერზე იხსნება ზევიდან
ქვევით და უმეტესად მრავალთესლიანია. ფოთლურა ნაყოფი ბაიასებრთა
ოჯახის მრავალ წარმომადგენელს ახასიათებს (იარდასალამი, ხარისძირა,
წყალიკრფია, ღეზურა, ტილჭირი, სოსანი და სხვ.).

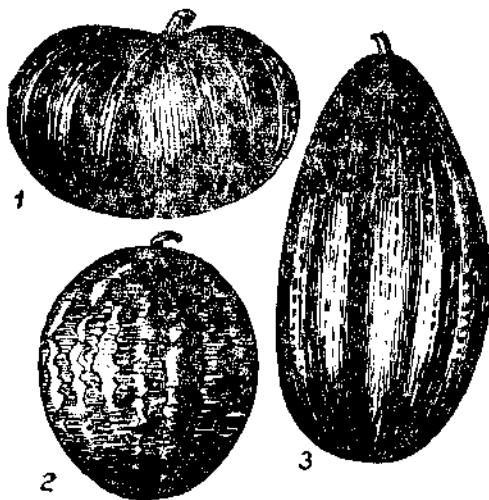
პარკი (სურ. 264), ისე როგორც ფოთლურა, ერთი ნაყოფის ფოთლი-
საგან განვითარებული ნაყოფია (ერთბუდიანი). მისი გახსნა ხდება მუცლისა
და ზურგის ნაკერით, ე. ი. ორივე მხრით, ორი სავდელით ზევიდან ქვევით;



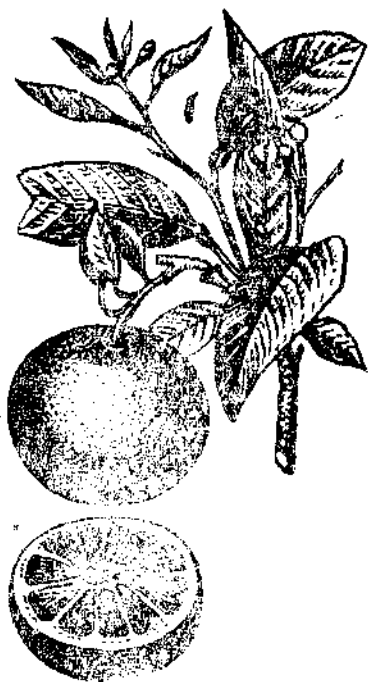
სურ. 259. ნაყოფი ვაშლურა
(ვაშლი).

ერთი ან ხშირად მრავალთესლიანია, პარკი პარკოსანი ოჯახისათვის დამახასიათებელი ნაყოფია.

ჭოტი (სურ. 265) ორი ნაყოფის ფოთლისაგან შემდგარი ორი ან მრავალთესლიანი ნაყოფია და ორბუდიანია. შეზრდილი ნაყოფის ფოთლებისაგან შექმნილი თესლები ტიხარის წიბოებზეა ორ რიგად განლაგებული. ორი საგდულით იხსნება ქვევიდან ზევით. ჭოტის სიგრძე სამჯერ ან მეტჯერ აღემატება სიგანეს. ნაყოფი გრძელი და ვიწროა, მაგრამ ზოგჯერ სიგრძე და სიგანე თითქმის თანაბარია და ასეთ ნაყოფს ჭოტაკი (სურ. 266) ეწოდება. ჭოტი და ჭოტაკი ჯვაროსანთა ოჯახის ტიპური ნაყოფებია.



სურ. 260. გოგრულა ნაყოფები:
1—გოგრა, 2—საზამთრო, 3—ნესვი.



სურ. 261. ნაყოფი ნარინჯულა (ფორთოხალი).

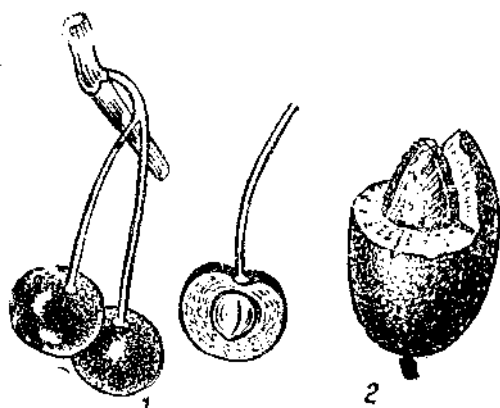
თესლიანი ნაყოფია. ჩვეულებრივი კაკალი აქვს, მაგ., თხილს (სურ. 268); კაკლის ტიპის ნაყოფს წიგუთუნება მუხის ნაყოფი — რკო (სურ. 269), რომელიც მაგარ

კოლოფი (სურ. 267) ისეთი ნაყოფია, რომლის შექმნაში ორი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთოლი მონაწილეობს. ერთი ან მრავალბუდიანი ნაყოფია. ხშირად მრავალთესლიანი. კოლოფი სხვადასხვანაირი ფორმისაა და მეტად გავრცელებული ნაყოფია. მისი გახსნა საგდულებით რამდენიმე გზით ხდება: სახურავით (ლენცოფა), ხვრელებით (ყაყაჩო), ნაპრალებითა (ლემა) და კბილებით (ფურისულა). სახურავის მოხსნის შედეგად თესლი თანდათან გამოიფანტება. კოლოფი შეიძლება იყოს ხორცოვანი, მაგ., უკადრისას (*Impatiens nolitangere*) ნაყოფი.

მშრალი უხსნადი ნაყოფები ის ჯგუფია, რომელთა გახვევებული ან გამაგრებული ნაყოფსაფარი მომწიფებისას არ იშლება და, უმეტესად, ერთ თესლს შეიცავს; მშრალი უხსნადი ნაყოფებია: კაკალი, თესლურა, მარცვალა და ფრთიანა.

კაკალი ისეთი მშრალი უხსნადი ნაყოფია, რომლის უფრო სქელი ან თხელი ნაყოფსაფარი (პერიკარპიუმი) გამაგრებული და გახვევებულია. კაკალი ერთ-

ტყავისებრ, ჯამისებრ ფიალაშია ჩამჯდარი. ფიალა შეზრდილი თანაყვავილები-
საგანაა შექმნილი. კაკლისე-
ბრი ნაყოფია აგრეთვე წი-
ფელის ნაყოფი, რომელსაც
წიწიბოს (სურ. 270)
უწოდებენ. იგი კოლოფი-
სებრ ფიალაშია ჩამჯდარი.
ასეთივე ფორმა აქვს წაბ-
ლის ნაყოფს.



სურ. 262. წვნიანი კურკიანა ნაყოფები:

1—ალუბალი, 2—ქლივი.

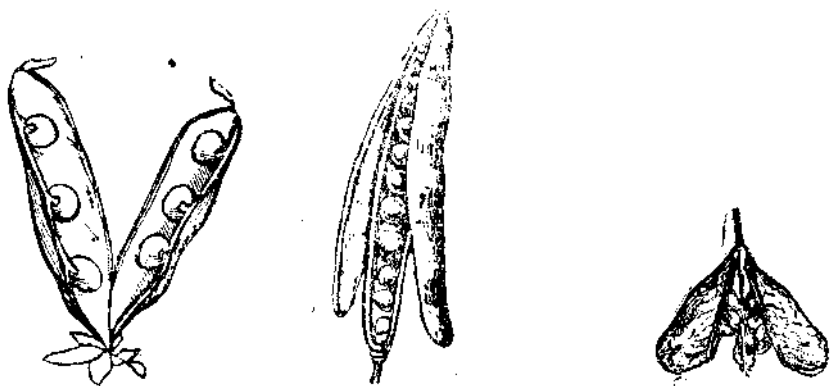
ფეხი განსაკუთრებით ტუჩოსან (ოთხკაკლუჭიან) ბის მცენარეებს უვითარდე-
ბათ.

თესლურა (სურ. 271)
ორი ნაყოფის ფოთლისაგან
შემდგარი ერთთესლიანი,
მშრალი უხსნადი ნაყოფია.
თესლურას ტყავისებრი ნა-
ყოფსაფარი აკრავს ისე,
რომ თესლთან არაა შეზრ-
დილი. თესლურა რთულყვა-
ვილოვნებისათვის დამახასიათებელი ნაყოფია, ხშირად ზოგიერთი ვარდისებ-
რნიც ივითარებენ.

კაკლისა და თესლურას ნაყოფებს შორის გარდამავალ ფორმებს ეკუთვ-
ნის მარკვალა და ფრთიანა.



სურ. 263. ფოთლურა ნაყოფები: 1—ხარისძირა, 2—წყალო-
კრეფის რთული ფოთლურა, 3—დიდბაის
რთული ფოთლურა.



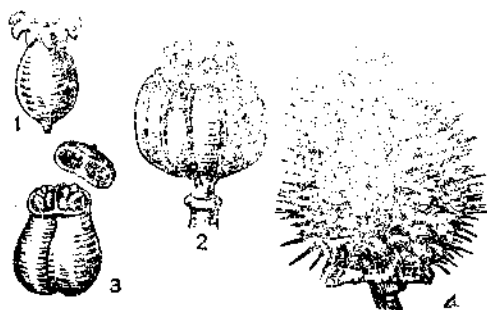
სურ. 264. ნაყოფ- პარკი.

სურ. 265. ნაყოფი კოტი.

სურ. 266. ნაყოფი ჭიჭი.

მარცვალა ნაყოფის ისეთი ფორმაა, რომლის ნაყოფსაფარი მჭიდრო-
დაა შეზრდილი თესლთან. მარცვალა სამი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლი-
საგანაა განვითარებული და
ერთთესლიანია. მარცვალა ნა-
ყოფი თითქმის ყველა მარცვ-
ლოვანს ახასიათებს (სურ. 272,
273).

ფრთიანა (სურ. 274)
კაკლის ან თესლურას ნაყოფის
ისეთი ფორმაა, რომელსაც ტყა-
ვისებრი ან სივრიფანისებრი
ნაყოფსაფარი უფითარდება. მას
ნაყოფსაფარი ფრთისებრ გამო-
წარმოადგენს აქვს ქვეყლი. ფრთი-
ანა კაკალი აქვს მაგ., არყს,
თელას, იფნას, ნეცესა და ა. შ.
ორფრთიანა კაკალი აქვს ხეკერხალს და სხვ.



სურ. 267. ნაყოფი კოლოფი: 1—იხსნება კბალებით
(ფურისულა), 2—ხერვლებით (ყაყაჩო), 3—სახურ-
ვით (ლენცოფა), 4—საგდულებით (ლემბა).



სურ. 268. ნაყოფი კაკალი.

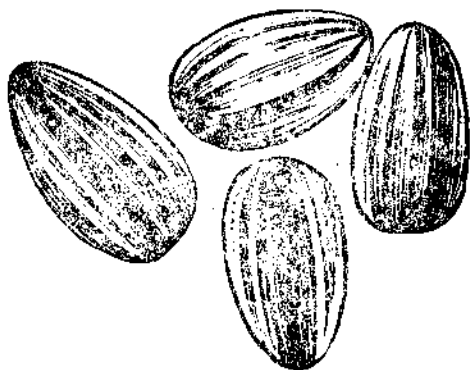


სურ. 269. ნაყოფი რკო.

ზოგიერთი ნაყოფი, განაყოფიერების გარეშე, უთესლოდ ვითარდება
და ასეთ ნაყოფს პართენოკარპიული („პართენოს“—ქალწული, ბერძნ.)
ნაყოფი ეწოდება. ასეთი ნაყოფი უმთავრესად კულტურულ მცენარეებს ახა-
სიათებთ, როგორიცაა ვაშლი, მსხალი, ლეღვი, პომიდორი, გოგრა, კიტრი



სურ. 270. ნაყოფი წიწიბო.



სურ. 271. თესლურა ნაყოფები.

და სხვ. ზოგჯერ ნაყოფი ნიადაგში ვითარდება, ამ დროს მისი ბუტკო ნიადაგში მოექცევა და ნასკვის ქვემოთ ვითარდება განსაკუთრებული სხეულო-



სურ. 272. მარცვალა ნაყოფები.

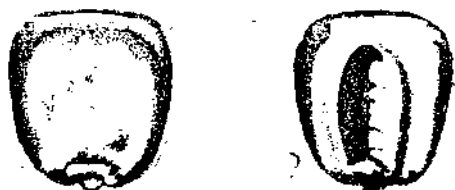
გინოფორი („გინე“—ქალი, „ფოროს“—მატარი, ბერძნ.). გინეფორის ნასკვი. ნიადაგის ქვევით ჩააქვს და ბოლოს ამ ნასკვისაგან ნაყოფი ვითარდება. ამ მოვლენას გეოკარპია („გეო“— მიწა, „კარპოს“—ნაყოფი) ეწოდება, ბოლო ნაყოფს გეოკარპიული. ასეთი ნაყოფის ტიპურ მაგალითად არაქისი, ანუ მიწის თხილი ითვლება.

თესლები და ნაყოფების გავრცელება (სურ. 275). ნაყოფებიდან გამოთავისუფლებული ან ნაყოფშივე მონწიფე-

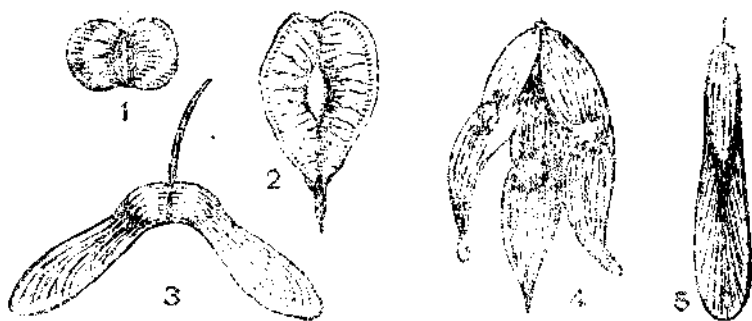
ბული თესლები ნაყოფთან ერთად სხვადასხვა გზით ვრცელდება. მათ გავრცელებას ხელს უწყობს თესლებზე ან ნაყოფებზე წარმოქმნილი განსაკუთრებული გამონაზარდები—ბეწვების, ჯა-

გრების, ფრთების, ფხების, ეკლებისა და სხვათა სახით და აგრეთვე, თესლებისა და ნაყოფების გარეთა წებოვნება. გავრცელების ძირითადი რვაგენებია:— ქარი—ანემოქორია („ანემოს“—ქარი, „ქორეო“—ვრცელდება, ბერძნ., სურ. 276). ცხოველები—ზოო-

ქორია („ზოო“—ცხოველი, ბერძნ.) ზოოქორიასთან ერთად აღინიშნება ფრინველები—ორნითოქორია („ორნის“—ფრინველი, ბერძნ.) ძუძუმწოვრები—მამალიოქორია („მამალია“—ძუძუმწოვრები, ლათინ.) და ჭიანჭველები—მირმეკოქორია („მირმეკოს“—ჭიანჭველა, ბერძნ.), წყალი—ჰიდროქორია („ჰიდრო“—წყალი.). ამ რვაგენებთან ერთად აღამიანი ანტროპოქორია („ანტროპოს“—ადამიანი, ბერძნ.) გონივრული ან არაგონივრული ჩარევით.



სურ. 273. სიმინდის მარცვალა ნაყოფი.



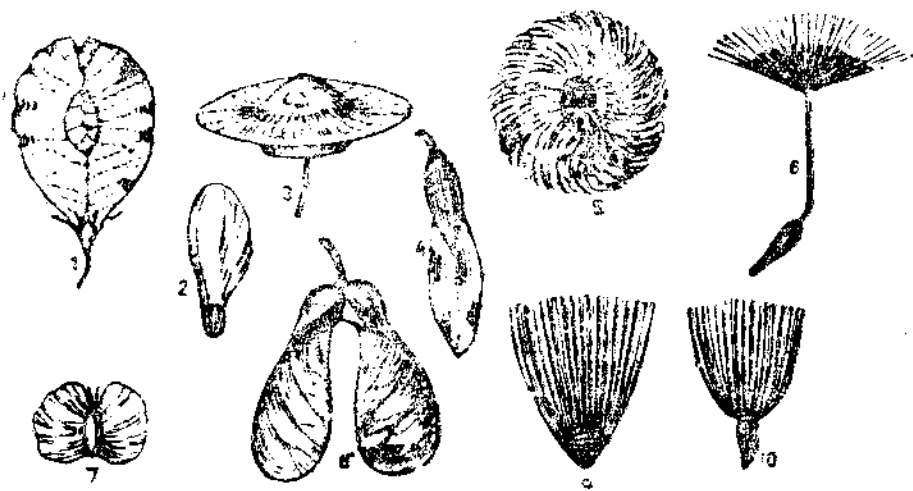
სურ. 274. ფრთიანი ნაყოფები: 1—არყი, 2—თელა, 3—ნეკერჩხალა, 4—ხემალი, 5—იფანი.

ქარით ვრცელდება უმეტესად პატარა ზომის თესლები და ნაყოფები. ფრინველებით ვრცელდება ის თესლები, რომელთა ნაყოფს ცხოველები საკვ-

ბად იყენებენ, ხოლო თესვები ნაყოფის ზონელების შემდეგ თავისუფლად
ბიან და ისე კრცვდებიან. ცხოველებს დიდ მანძილზე გადააქვთ მის სხეულ



სურ. 275. თესვებისა და ნაყოფების გავრცელება.



სურ. 276. ანემოქორია: 1—თვლა (ნაყოფი), 2—ნაძვი (თესლი), 3—ძეძვი (ნაყოფი), 4—იფანი (ნაყოფი), 5—ბამბა (თესლი), 6—ბურბურულა (ნაყოფი), 7—არყი (ნაყოფი), 8—მთის ბოკვი (ნაყოფი), 9—წყლის ბამბა (ნაყოფი), 10—წყალნაწყენი (ნაყოფი).

ზე მიმაგრებული თესლები და ნაყოფები ან კუჭ-ნაწლავში მოქცეული თეს-
ლები. პატარა ზომის ცხოველურ ორგანიზმებს: მწერებს, კიანჭველებს, ხო-



სურ. 277. ავტოქორია, კიტრანა (*Echbalium elatericum*).

კოებს, კიებსა და სხვ. საკმაო
როლი ენიჭებათ თესლებისა და
ნაყოფების გავრცელების საქმეში.
წყალში, წყლის ნაპირზე და ჰა-
ობიან ადგილებში მცხოვრები
მცენარეების თესლებისა და ნა-
ყოფების გავრცელებაში წყალი
მონაწილეობს. ასეთ თესლებსა
და ნაყოფებს საძაერო გამოწე-
ზარდები უფითარდებათ ბუმტე-
ბის სახით და წყალში არ ზიან-
დებიან.

თესლები და ნაყოფები სხვა
რეაგენტების ჩარევის გარდა, თა-
ვისებური მოწყობილობის გამო
მომწიფებისას თვით ვრცელდე-
ბიან. ამ მოვლენას ავტოქორია
(„აუტოს“ — თვითონ, „ქორეო“ —
გვრცელდები, ბერინ., სურ. 277).
ეწოდება. კარგი მაგალითია უკა-
დრისა. უკადრისას ნაყოფი ხორ-

ციანი კოლოფია და მომწიფებისას ხუთი საგდულით სწრაფად იხსნება, თეს-
ლები ელასტიურად სხლტებიან თესლყუნწებისაგან და შორს იტყორცნებიან.
ასეთივეა კიტრანას (*Echbalium elatericeem*) გოგრულასებრი ნაყოფი. იგი მო-
მწიფებისას ადვილად სცალდება ნაყოფის ყუნწს და ნაყოფში გაჩენილი ღრუ-
დან თესლების სწრაფი გასროლა ხდება.

თესლებისა და ნაყოფების გავრცელებამ ხელი შეუწყო კულტურული
ფლორის თანდათანობით გამდიდრებას. ამავე დროს ადამიანი ამრავლებდა
რა კულტურულ მცენარეებს, ზოგჯერ მისდაუებურად, ხელს უწყობდა ამ
მცენარეების თანხლები სარეველა და რუდერალური მცენარეების გავრცე-
ლებასაც.

მცენარის ზოგირითი სასიცოცხლო პროცესის შესახებ

მცენარე თავისი ძირითადი ორგანოებით ის ლაბორატორიაა, სადაც მიმდინარეობს მრავალი სასიცოცხლო-ფიზიოლოგიური პროცესი. ამ პროცესების ზოგადი შესწავლა კი გვაიარაღებს უკეთ წარმართოთ მცენარის ზრდა-განვითარება ადამიანის მზარდი მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად. ამიტომ ქვემოთ მოკლედ გავცნობით ზოგიერთ ძირითად სასიცოცხლო პროცესს: ფოტოსინთეზს, სუნთქვას, ტრანსპირაციას, ზრდას, განვითარებასა და კვებას.

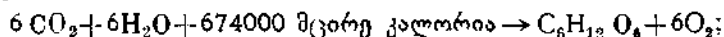
ფოტოსინთეზი. როგორც აღვნიშნავდით, ფოტოსინთეზის ძირითადი ფუნქცია ასეთი პროცესია, რომელიც დაკავშირებულია ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნასთან და რითაც განპირობებულია სიცოცხლე დედამიწაზე. ეს პროცესი ფიზიოლოგიაში ფოტოსინთეზის სახელწოდებითაა ცნობილი. ფოტოსინთეზში იგულისხმება მცენარის მიერ ატმოსფეროდან ნახშირორჟანგის შეთვისება და წყალთან ერთად მზის ენერგიის ზემოქმედებით მისგან ორგანული ნივთიერების—ნახშირწყლის წარმოქმნა.

მზის სხივური ენერგიის შთანთქმა მცენარის ფოთლებით ხდება, შთანთქმული მზის სხივური ენერგია კი გარდაიქმნება ორგანულ ნივთიერებად.

ფოტოსინთეზის პროცესის შესწავლის საქმეში დიდი წვლილი აქვს შეტანილი კ. ტიმირიაზევს, შემდეგ კი სხვა მეცნიერებს: ს. კოსტიჩევს, მ. ცვეტს, ლ. ივანოვს, პ. რიხტერს, გ. ლუბიმენსკოს, ბ. რუბინს, ლ. ჯაფარიძეს და სხვ.

დღესაც, როგორც საბჭოთა, ისე უცხოელი მეცნიერები უდიდეს ყურადღებას აქცევენ ამ მეტად საინტერესო პროცესს—ფოტოსინთეზს.

როგორც ზემოთ აღვნიშნა, ფოტოსინთეზისათვის საწყისი ნივთიერებებია ნახშირორჟანგი და წყალი. ეს პროცესი ზოგადად შეიძლება გამოვხატოთ ასეთი განტოლებით:



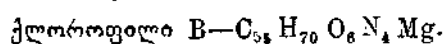
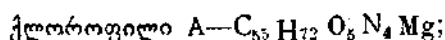
ამ ფორმულიდან ჩანს, რომ ფოტოსინთეზის პროცესში ერთი გრამმოლეკულა ნახშირწყლის ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) შესაქმნელად საჭიროა 6 გრამმოლეკულა ნახშირორჟანგი და 6 გრამმოლეკულა წყალი, ამასთან, საჭიროა აგრეთვე 674 ათასი მკირე კალორია. ცხოველთა სამყაროსათვის აგრეთვე უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ფოტოსინთეზის პროცესს იმიტომაც, რომ ამ პროცესის თანაური პროდუქტი—ჟანგბადი აუცილებელი პირობაა სიცოცხლისათვის.

ნახშირორჟანგის შეთვისება მცენარის მწვანე ნაწილებში ხდება, იქ, სადაც მწვანე პიგმენტი—ქლოროფილია.

ქლოროფილი, რომლის მეშვეობით ხდება ფოტოსინთეზი, მოთავსებულია განსაკუთრებულ წარმონაქნებში—მწვანე პლასტიდებში—ქლოროპლას-

ტებში. ქლოროპლასტები ორი ძირითადი ნაწილისაგან შედგება. როგორც აღინიშნა, ერთია ქლოროფილი, რომელიც ადვილად იხსნება სპირტში, ხოლო მეორეა უფერული პლასმატური აპკი, რომელიც სტრომის სახელწოდებითაა ცნობილი.

ქლოროფილის რთული მოლეკულის დაშლისა და მისი ხელახალი აღდგენის გზით ვილშტეტერმა დაადგინა ქლოროფილის ქიმიური შედგენილობა და ბუნება. ვილშტეტერის გამოკვლევებით დადასტურდა, რომ სუფთა ქლოროფილი, რომელიც გაწმენდილია ყვითელი პიგმენტებისაგან (თანამგზავრი პიგმენტისაგან) შედგება ორი ქლოროფილისაგან—ქლოროფილი A-სა და ქლოროფილი B-საგან, რომლებიც ქიმიური შედგენილობით ძალიან ახლოს დგანან ერთმანეთთან. მათი ქიმიური შედგენილობა შეიძლება გამოიხატოს შემდეგი ფორმულით:



როგორც ფორმულიდან ჩანს, ქლოროფილი ა შეიცავს ორი ატომი წყალბადით შეტყა და ერთი ატომი ენგბადით ნაკლებს, ვიდრე ქლოროფილი ბ. გარდა აღნიშნულისა, ისინი განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ფერით. ქლოროფილი ა-ს აქვს მოლურჯო-მწვანე, ხოლო ქლოროფილი ბ-ს მოყვითალო-მწვანე ფერი. ამასთან, ამ უკანასკნელის ერთ მოლეკულაზე მოდის ქლოროფილი ა-ს 3 მოლეკულა. ფოთლები მწვანე პიგმენტთან ერთად შეიცავენ აგრეთვე ყვითელ პიგმენტებს, რომლებიც კაროტინოიდების სახელწოდებითაა ცნობილი. უკანასკნელ ხანებში დადგინდა, რომ ისე როგორც მწვანე პიგმენტები, ყვითელი პიგმენტებიც მონაწილეობენ ფოტოსინთეზის პროცესში.

ფოტოსინთეზის პროცესისათვის საკმარისი არ არის მხოლოდ მწვანე პიგმენტების არსებობა. ამ პროცესისათვის აუცილებელია აგრეთვე სინათლე. ჯერ კიდევ 1779 წელს ინგენჰაუსმა გამოარკვია, რომ მცენარეებს მხოლოდ სინათლის პირობებში შეუძლიათ „გაწმინდონ ჰაერი“. სინათლე ენერგიის წყაროა, იგი საჭიროა წყლის დასაშლელად (ფოტოლიზისათვის).

ქლოროფილის განსაკუთრებული ქიმიური სტრუქტურა განაპირობებს მის ოპტიკურ თვისებებს. ეს ნიშნავს იმას, რომ ის მზის სხივურ ენერგიას შთანთქმავს ამორჩევით. ქლოროფილების ა-სა და ბ-ს შთანთქმის სპექტრი ახლოსაა ერთმანეთთან. მათთვის დამახასიათებელია ლურჯი, იისფერი და წითელი სხივების ინტენსიურად შთანთქმა, თუმცა ქლოროფილი ბ წითელ სხივებს შედარებით სუსტად შთანთქმავს, ხოლო ლურჯ-იისფერს უფრო ინტენსიურად, ვიდრე ქლოროფილი ა.

ქლოროფილის სტრუქტურა ონთოგენეზში ცვალებადია. იგი ცვალებადია აგრეთვე გარემო პირობების მიხედვით. წამყვანი როლი ქლოროფილის წარმოქმნაში სინათლეს ეკუთვნის. უსინათლოდ აღზრდილი მცენარეები ღია ყვითელი ფერისაა და არ შეიცავენ ქლოროფილს. ასეთ მცენარეებს ეთიოლირებულს უწოდებენ. ეს მცენარეები სუსტი აღნაგობისა და განუვითარებელნი არიან. თუ ამ მცენარეებს მოკლე დროის განმავლობაშიც კი მოვათავსებთ სინათლეზე—გამწვანდებიან და მხოლოდ ამის შემდეგ შეუძლიათ აწარმოონ ფოტოსინთეზი. გარდა აღნიშნულისა, ქლოროფილის წარმოქმნაზე

შნიშენელოვან გავლენას ახდენს მინერალური კვება. დიდ მგრძნობიარობას იჩენს მცენარე რკინის უთანაობის მიმართ: რკინის უთანაობის შემთხვევაში მცენარე კარგავს დამახასიათებელ მწვანე შეფერილობას და ყვითლდება. ურკინობით გამოწვეულ სიყვითლეს ქლოროზი ეწოდება. ასეთი მცენარეები კარგავენ ფოტოსინთეზის უნარს და იღუპებიან.

ვ. ლუბიმენკოს მიერ ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე გამოვლინდა მეტად საინტერესო დამოკიდებულებანი ქლოროფილის შემცველობასა და მცენარის მიერ გამოყენებულ სხივურ ენერგიას შორის. ის მიუთითებს, რომ რაც მეტია ქლოროფილის შემცველობა, მით უფრო სინათლის დაბალ ინტენსივობაზე იწყება ნახშირორჟანგის შეთვისება. რაც უფრო მაღალია ქლოროფილის შემცველობა, მით უფრო განათების დაბალ ინტენსივობაზე და დაბალ ტემპერატურაზე შეიძლება იყოს მაღალი ფოტოსინთეზური მოქმედება. ფოთლის ფართობის ერთეულზე გაანგარიშებით პიკმენტთა დაგროვების მიხედვით ფოტოსინთეზი პირველად მატულობს ქლოროფილის რაოდენობის პროპორციულად. ეს ხდება გარკვეულ ფარგლებში და დგება მოშენი, როდესაც ქლოროფილის შემდგომი მატება არ იწვევს ფოტოსინთეზის გადიდებას. თუ შეთვისებულ CO_2 -ს გავიანგარიშებთ არა ფოთლის ფართობის ერთეულზე, არამედ შემცველი ქლოროფილის ერთეულზე, მაშინ მეტია ფოტოსინთეზური მოქმედება. როდესაც ნაკლებია ქლოროფილის შემცველობა ფოთლებში, ქლოროფილის თითოეული მოლეკულა უფრო პროდუქტიულად გამოიყენება.

კ. ტიმირიაზევი სათვლიდა, რომ მზის სპექტრის სხვადასხვა სხივის მონაწილეობა ფოტოსინთეზში განისაზღვრება არა მარტო შთანთქმის სიძლიერით, არამედ ენერგიითაც, რომელიც ამ სხივებს მოაქვთ. მწვანე ფოთოლი მასზე გაცემული სხივების დაახლოებით $75-80\%$ -ს შთანთქავს, ხოლო დანარჩენი ან აირეკლება, ან კიდევ გატარდება ფოთოლში. შთანთქმული ენერგიის უდიდესი ნაწილი გამოიყენება ტრანსპირაციის პროცესისათვის. ის აჩქარებს წყლის გადასვლას ორთქლის მდგომარეობაში. რაც შეეხება ფოტოსინთეზს, აქ გამოიყენება შთანთქმული ენერგიის მხოლოდ $1-5\%$ -მდე.

ფოტოსინთეზის პროცესში ასევე წამყვანი როლი უკავია ნახშირორჟანგს, როდესაც მცენარე გარემო ატმოსფეროდან ღებულობს. ნახშირორჟანგის შეთვისება ხდება ხმელეთის მცენარეებში ფოთლების და, ნაწილობრივ, ფესვების მიერ. ფოთოლში ბაგეების საშუალებით ხდება გაზთა ცვლა ფოთლის უჯრედებსა და გარემოს შორის. როდესაც CO_2 შეაღწევს ფოთლის უჯრედშორისში, იხსნება და დიფუზიონდება პროტოპლაზმაში და მწვანე პლასტიდებში. თუ მცენარე განიცდის წყლის ნაკლებობას, მაშინ ფოთოლთა ბაგეები იკეტება და გაზთა ცვლა ფერხდება. ამ დროს შეიძლება ფოტოსინთეზი კიდევ შეწყდეს.

ფოტოსინთეზის პროცესში შექმნილი ნივთიერებების პირველადი პროდუქტებია ნახშირწყლები. ამასთან სხვადასხვა მცენარეში სხვადასხვა ნახშირწყალი წარმოიქმნება. რიგ მცენარეებში ნახშირწყლების სინთეზი სახამებლად იმდის, ზოგში კი ის ჩერდება მონო-და დისაქარიდებზე. ნახშირწყლებიდან ყველაზე იოლი აღმოსაჩენი სახამებელია, რადგან ის იოდის ხსნართან რეაქციისას გვაძლევს მუქ ლურჯ შეფერვას.

ფოტოსინთეზის პროცესზე დიდ გავლენას ახდენს ტემპერატურა.

კერძოდ, ტემპერატურის გადიდებასთან ერთად ძლიერდება ფოტოსინთეზის პროცესიც. მაგრამ ეს პროცესი ძლიერდება ტემპერატურის განსაზღვრულ დონემდე. კერძოდ 0-დან 35°-მდე, და ამ ფარგლებში ის ემორჩილება ვანტ-ჰოფის კანონს, რაც შემდეგში მდგომარეობს: ტემპერატურის გადიდება ყოველი 10°-ით იწვევს ფოტოსინთეზის გაძლიერებას 2—3-ჯერ, ტემპერატურის გაზრდა 35°-ის ზევით იწვევს ფოტოსინთეზის შეფერხებას, ხოლო მისი შემდგომი მატებისას ფოტოსინთეზი სრულიად წყდება.

ფოტოსინთეზის პროცესის მიმდინარეობა დიდად და მოკიდებულია წყლის შემცველობაზე. ის ნახშირორჟანგთან ერთად საწყისი მასალაა ორგანული ნივთიერების სინთეზისათვის. ფოტოსინთეზის მწარმოებელი უჯრედები ყოველთვის მაძლარი უნდა იყოს წყლით. პისი არასაკმარისობის დროს უჯრედთა ბაგეები იკვებებიან და ფერხდება CO_2 -ის შესვლა ფოთლებში. გარდა ამისა, ფოთოლთა ჰქნობის დროს ფერხდება ფოტოსინთეზის პროცესში შექმნილ ნივთიერებათა უკუღვნა ფოთლებიდან, რაც ფოთლების შექრებით გადატირთვასა და სუნთქვის გაძლიერებას იწვევს.

ფოტოსინთეზების მიმდინარეობა დამოკიდებულია აგრეთვე მცენარის მინერალურ კვებაზე. ამ ნივთიერებიდან აღსანიშნავია აზოტი, გოგირდი, ფოსფორი, მაგნიუმი, რკინა, კალიუმი, კალციუმი და სხვა. აღნიშნული ელემენტები ფოტოსინთეზში როგორც პირდაპირ, ისე არაპირდაპირ, მონაწილეობენ და რომელიმე ელემენტის ნაკლებობა ფოტოსინთეზის შეფერხებას იწვევს.

დაბოლოს უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოთ აღნიშნული ფაქტორები ცალკე აღებული მცენარის ფოტოსინთეზს ვერ უზრუნველყოფს. ფოტოსინთეზი შეიძლება მიმდინარეობდეს მაღალ დონეზე მხოლოდ ამ ფაქტორების ერთობლივი მოქმედებისას.

ფოტოსინთეზი იწყება დილის საათებში და მატულობს განათებულობისა და ტემპერატურის მატებასთან ერთად დღის ყველაზე ცხელი პერიოდის დადგომამდე, ხოლო ცხელი საათების დადგომისას—ეცემა; როგორც კი გავაგეს პერიოდი, ფოტოსინთეზის პროცესი ისევ ძლიერდება, საღამოს საათებში ისევ ნელდება და მზის ჩასვლასთან ერთად წყდება.

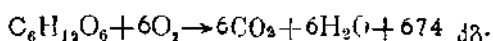
ასევე ცვალებადია ფოტოსინთეზი სეზონის მიხედვით, რადგანაც ის დამოკიდებულია გარეგან ფაქტორებზე, ხოლო გარეგანი ფაქტორები კი ცვალებადია. ძალიან ახალგაზრდა ფოთლებში ფოტოსინთეზი სუსტად მიმდინარეობს. ფოთლის მომწიფებასთან ერთად ფოტოსინთეზიც ძლიერდება და აღწევს უმაღლეს დონეს. ამ დონეზე ფოტოსინთეზი რჩება ფოთოლთა დაბერებამდე, რის შემდეგ ნულამდე ეცემა.

ფოტოსინთეზზე მცენარის ხნოვანებაც ახდენს გავლენას. კერძოდ, ახალგაზრდა აღმონაცენის ფოტოსინთეზი ძლიერ სუსტია, ხოლო ხნოვანების მატებასთან ერთად გარკვეულ დრომდე ფოტოსინთეზიც ძლიერდება. ეს გამოწვეულია მაფოტოსინთეზებელი აპარატის ჩამოყალიბებით.

ფოტოსინთეზის ინტენსივობის რეგულირება შეიძლება სხვადასხვა აგროტექნიკური ღონისძიებების ჩატარებით, კერძოდ, მცენარეთა განლაგებით მწკრივებში, წყლის მომარაგებით, ორგანული სასუქების შეტანით; ცნობილია, რომ ორგანული სასუქები წვის დროს ამდიდრებენ ნიადაგისპირა ჰაერს CO_2 -ით და აგრეთვე აუმჯობესებენ ნიადაგის თვისებებს.

სუნთქვა. სუნთქვა სიცოცხლისათან ძალიან მჭიდროდ დაკავშირებული პროცესია. ეს არის რთული ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვითი დაშლა ნახშირწყლების, უმარტივეს პროდუქტამდე: ნახშირორჟანგამდე და წყლამდე.

სუნთქვა ენერგიის წყაროა ორგანიზმში მიმდინარე ყველა ბიოქიმიური პროცესისათვის. სუნთქვის პროცესში წარმოქმნილი ენერგია, რომელიც სხვადასხვანაირ გარდაქმნებს განიცდის, აპირობებს მცენარეში ნივთიერების გარდაქმნას, ზრდასა და მოძრაობასთან დაკავშირებული მთელი რიგი პროცესების წესდებობას. სუნთქვის განტოლებას გამოვხატავთ შემდეგნაირად:



როგორც ამ ფორმულიდან ჩანს, სუნთქვის პროცესი ფოტოსინთეზის საპირისპირო პროცესია. თუ ფოტოსინთეზის დროს 6 გრამმოლეკულა CO_2 -დან და 6 გრამმოლეკულა წყლიდან მზის სხივური ენერგიის გამოყენებით იქმნება 1 გრამმოლეკულა გლუკოზა და გამოიყოფა 6 გრამმოლეკულა თავისუფალი ჟანგბადი, სუნთქვის დროს ხდება პირიქით, ფოტოსინთეზის პროცესში შექმნილი ორგანული ნივთიერება — შაქარი — იშლება, იჟანგება ნახშირორჟანგამდე და წყლამდე, რასაც თან ახლავს ენერგიის გამოთავისუფლება.

მცენარეში სუნთქვითი პროცესის გამოსავლად მიღებულია სხვადასხვა მეთოდი. მისი აღრიცხვა შეიძლება მშრალი წონის დანაკარგის, აგრეთვე შთანთქმული ჟანგბადისა და გამოყოფილი ნახშირორჟანგის აღრიცხვით.

გამოყოფილი ნახშირორჟანგის აღსარიცხავად იყენებენ ვარბურგის აპარატს. გარდა აღნიშნულისა, სუნთქვის აღრიცხვა შეიძლება გამოყოფილი ენერგიის მიხედვით, რისთვისაც დიფარის ჭურჭელს იყენებენ.

სუნთქვის ინტენსივობა სხვადასხვა მცენარეში სხვადასხვანაირია. გარდა ამისა, ერთი და იმავე მცენარის სხვადასხვა ორგანოს სუნთქვის სხვადასხვა ინტენსივობა ახასიათებს. ის მჭიდროდაა დაკავშირებული ზრდასთან. კერძოდ, რაც ძლიერია ზრდა, მით უფრო ინტენსიურია სუნთქვა. შეტად ენერგიულად სუნთქავენ პალივარი თესვები, ყვავილები, კვირტები და ა. შ. ასევე ცვალებადია სუნთქვის პროცესი მცენარის ხნოვანების მიხედვით. კერძოდ, რაც ახალგაზრდაა მცენარე, მით ინტენსიურია მისი სუნთქვა და ხნოვანების მატებასთან ერთად სუნთქვის ინტენსივობა კლებულობს.

სუნთქვის ინტენსივობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გარემო პირობები: ტემპერატურა, წყალი, ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის შემცველობა და სხვ. ცნობილია, რომ სუნთქვა პროტოპლაზმის ცხოველმყოფელობის ერთ-ერთი დამახასიათებელი ნიშან-თვისებაა, ხოლო ეს კი თავისთავად დამოკიდებულია გარემოზე. გარემო ცვალებადობის მიხედვით პროტოპლაზმის აქტივობაც იცვლება.

ამ პროცესში წამყვანი ადგილი ეკუთვნის ტემპერატურას. ნულთან მიახლოებული ტემპერატურის დროს სუნთქვა ძალიან სუსტია და ტემპერატურის მატებასთან ერთად სუნთქვის ინტენსივობაც მატულობს, აღწევს რა თავის მაქსიმუმს $40-45^{\circ}$ -ის დროს. ტემპერატურის კიდევ უფრო გადიდებისას სუნთქვა ეცემა, მაღალი ტემპერატურა პროტოპლაზმაზე მომავდობნებლად მოქმედებს. რიგ მცენარეებში სუნთქვითი პროცესები 0° -ზე დაბალ ტემპერატურაზეც მიმდინარეობენ, მაგრამ ძლიერ სუსტად.

სუნთქვითი პროცესების მსვლელობაში დიდი როლი ეკუთვნის აგრეთვე ჟანგბადს, მის შემცველობას ჰაერში. ჰაერში ჟანგბადის მაღალი შემცველობა

სუნთქვაზე არსებით გავლენას არ ახდენს, მაგრამ საკმარისია მისი შემცველობა შემცირდეს ჰაერში, რომ სუნთქვის ინტენსივობა დაეცეს. სუნთქვის ინტენსივობის დაცემასთან ერთად სუნთქვის კოეფიციენტი დიდდება და მცენარის ქსოვილში გროვდება სპირტი. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ჩვეულებრივი (უანგზადით) სუნთქვა ადგილს უთმობს უფანგზადო (ანაერობულ) სუნთქვას.

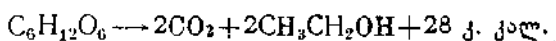
სუნთქვაზე ასევე გავლენას ახდენს ნახშირორჟანგის შემცველობა ჰაერში. CO_2 -ის მაღალი შემცველობის დროს სუნთქვის ენერგია ძალიან მცირდება და ამასთანავე, ნელდება ზრდის პროცესი. CO_2 -ის მოქმედება შეიძლება შევადაროთ ნარკოტიკების მოქმედებას. ეს დასტურდება იმით, რომ რიგ მცენარეთა თესლები, რომლებსაც გააჩნიათ მკვრივი ნაჭუჭი, შეიძლება არ გალივდეს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, მაშინაც კი თუ ის მოთავსებული იქნება ტენიან გარემოში, რადგან დიდი რაოდენობით გროვდება CO_2 და არ ხდება წყლის შეღწევა. საკმარისია თესლს შემოეცალოს მკვრივი კანი ან ნაჭუჭი, რომ თესლის გალივება დაჩქარდეს.

სუნთქვაზე დიდ გავლენას ახდენს აგრეთვე წყალი. მშრალი თესლები (10—12% ტენიანობისა) ძალიან სუსტად სუნთქვენ და წყლის შემცველობის მატებასთან ერთად სუნთქვის ინტენსივობა დიდდება. მაგალითად, ტენიანობის გაზრდა 13—14%-ით თესლებში იწვევს სუნთქვის გაძლიერებას 3—4-ჯერ, ხოლო ტენიანობის გაზრდა 330-მდე სუნთქვის გაძლიერებას იწვევს 10,00-ჯერ. სხვა ფაქტორებიდან აღსანიშნავია ხინათლის გავლენა, თუმცა ის არაპირდაპირ მოქმედებს სუნთქვაზე. სუნთქვაზე მოქმედებენ აგრეთვე როგორც ქიმიური, ისე ფიზიკური ფაქტორები.

დუღილი (ანაერობული სუნთქვა). როგორც აღინიშნა, სუნთქვა დაჟანგვითი პროცესია, რომელიც ჰაერის უანგზადის განუწყვეტელ ხარჯვას მოითხოვს. თუ მცენარეს მოვითავსებთ უფანგზადო არეში, მაშინ წყდება მცენარის ორგანიზმში მიმდინარე ის პროცესები, რომლებიც მჭიდროდაა დაკავშირებული ნაზომალურ სუნთქვასთან, რის შედეგადაც მცენარე იღუპება. მაგრამ უფანგზადო არეში მცენარე ერთბაშად არ იღუპება, რადგან გარკვეული დროის განმავლობაში უჯრედთა სიცოცხლის შენარჩუნება შეიძლება ანაერობული, ანუ უფანგზადო სუნთქვის დახმარებით. ისე როგორც ჩვეულებრივი სუნთქვის დროს, უფანგზადო სუნთქვის დროსაც ადგილი აქვს დაჟანგვით პროცესებს, რაც ნახშირორჟანგის გამოყოფით ჩანს, მაგრამ ვინაიდან ამ შემთხვევაში მცენარე მოკლებულია თავისუფალ უანგზადს, ის მას ორგანიზმში არსებული ორგანული ნაერთებიდან ღებულობს. ანაერობული სუნთქვის დროს ნახშირორჟანგი ყველაზე მეტად დაჟანგული პროდუქტია, ხოლო აღდგენილი პროდუქტი—სპირტია. უფანგზადო არეში სუნთქვის პროცესებს დუღილი ეწოდება.

დუღილის პროცესები აღმოაჩინა და მისი ბიოლოგიური არსი შეისწავლა გამოჩენილმა ფრანგმა მეცნიერმა ლუი პასტერმა გასული საუკუნის 60-იან წლებში. მან დუღილს უფანგზადო სიცოცხლე უწოდა. დუღილის გამომწვევ ორგანიზმებად თვლიან მიკროორგანიზმებს. მაგალითად, სპირტული დუღილის გამომწვევი საფუარები შედიან ასკომიცეტოვანი სოკოების რიგში. თუ შაქრიან ხსნარში საფუარებს მოვითავსებთ, ისინი შაქრის მოლეკულას

დაშლიან სპირტად და ნახშირორჟანგად. ეს პროცესი შეიძლება გამოიხატოს ასეთი ფორმულით:



გლუკოზა ეთილსპირტი

როგორც ჩანს, ჩვეულებრივ სუნთქვასთან შედარებით სპირტული დუღილის დროს ენერგიის გამოსავალი თითქმის 25-ჯერ ნაკლებია, რადგან დუღილის შედეგად კიდევ რჩება ნივთიერება—სპირტი. სპირტული დუღილის გამოწვევ ენზიმს ზიმაზას უწოდებენ, რომელსაც ღებულობენ საფუარებიდან. საფუარები ეკუთვნიან *Sacharomyces*-ის გვარს, ჩანთიანი სოკოების ჯგუფებიდან. ეს ერთუჯრედიანი ორგანიზმებია და ძალიან სწრაფად მრავლდებიან დაყოფის გზით.

ცნობილია საფუარების მრავალი სახესხვაობა, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან როგორც მორფოლოგიური ნიშნებით, ისე ფიზიოლოგიურადაც. მათთვის დამახასიათებელია ტიპური სპირტის დუღილი და იძლევიან სხვა თანაურ პროდუქტებსაც, რომლებიც გავლენას ახდენენ მიღებული პროდუქციის ღირსებასა და გემოზე.

გაოდა სპირტული დუღილისა, არსებობს მთელი რიგი სხვა დუღილისა. მათ შორის აღსანიშნავია რძის, ერბოსა და მმარმეავას დუღილი. რძისა და ერბომეავას დუღილი შაქრის გათიშვის პროცესია და წარმოიქმნება სათანადო შეგები, ხოლო მმარმეავას დუღილი სპირტის დაჟანგვაა პაერის ჟანგბადით, ამიტომ ის უფრო ახლოს დგას სუნთქვასთან, ვიდრე სპირტის დუღილთან. ყველა ეს დუღილი ეგზოთერმულია. ამ დროს აღვილი აქვს ენერგიის გამოთავისუფლებას, რაც აუცილებელია მიკროორგანიზმთა ზრდა-განვითარებისათვის.

რძემეავა დუღილს განსაკუთრებული ბაქტერიები იწვევენ. ამ პროცესის მთავარი პროდუქტია რძემეავა— $CH_3CHOH COOH$. დუღილის ბაქტერიებს რამდენიმე ჯგუფად ყოფენ. ზოგიერთი მათგანი წმინდა რძის დუღილს იწვევს. ერბომეავას დუღილი რძემეავა დუღილისაგან იმით განსხვავდება, რომ მისი გამოიწვევი ბაქტერიები ეკუთვნიან მხოლოდ ანაერობთა რიცხვს, მათ არ შეუძლიათ ჟანგბადიან არეში განვითარება. ერბომეავა დუღილის ბაქტერიებიდან ყველაზე დამახასიათებელია *Clostridium*-ის გვარის ბაქტერიები: ერბომეავა დუღილის საწყისი მასალა შაქარია, მისი საბოლოო პროდუქტია ერბომეავა, წყალბადი და ნახშირორჟანგი. ერბომეავა დუღილის ბაქტერიები აღუდგენ აგრეთვე ისეთ რთულ შენაერთს, როგორიც ცელულოზაა.

მმარმეავა დუღილი მიმდინარეობს პაერის ჟანგბადის გამოყენებით. როგორც აღვნიშნეთ, ის დუღილი კი არ არის, არამედ დაჟანგვითი პროცესია. დასაჟანგავი მასალა აქ სპირტია, ხოლო პროდუქტი—მრის მეავაა. მრის დუღილს ბაქტერიების რამდენიმე სახეობა და ზოგიერთი ობის სოკო და საფუარი იწვევს. მრის დუღილს ტექნიკაში სუფრის მრის მისაღებად იყენებენ.

ზემოთ აღინიშნა, რომ უჟანგბადო არეში ჩვეულებრივი სუნთქვის პროცესი აღვილს უთმობს ანაერობულ სუნთქვას, რომლის საბოლოო პროდუქტებია ეთილის სპირტი და CO_2 , ეს კი დამახასიათებელია დუღილისათვის. დუღილსა და სუნთქვას შორის მჭიდრო გენეტიკური კავშირია.

ფლუგერმა პირველად გამოთქვა აზრი, რომ ანაერობული დაშლა ცოცხალი ქსოვილის აერობული სუნთქვის პირველი საფეხურია.

შემდეგში ეს შეხედულება გააღრმავა ფევერმა; ის თვლიდა, რომ აერობული სუნთქვის დროს წარმოიქმნება CO_2 და ეთილის სპირტი, რომელიც შემდგომში იჟანგება CO_2 -მდე და H_2O -მდე.

პალადინმა და კოსტიჩევმა შეამჩნიეს აერობულ პირობებში სპირტის წარმოქმნა ხორბლის პალივარ თესვებში, ცერცვის ახალგაზრდა ყლორტებში, ხანჭკოლას აღმონაცენში და სხვ. ჩატარებული ცდების საფუძველზე კოსტიჩევმა შექმნა სუნთქვისა და დუდილის გენეტიკური კავშირის თეორია; მისი აზრით, სუნთქვასა და დუდილს რამდენიმე ერთნაირი ფაზა აქვს. ამ პროდუქტთა შემდეგი გარდაქმნა დამოკიდებულია ჟანგბადზე. ანაერობულ პირობებში მათგან წარმოიქმნება სპირტი და ნახშირორჟანგი, ხოლო აერობულ პირობებში ხდება მათი მთლიანი დაჟანგვა ნახშირორჟანგამდე და წყალმდე. შემდეგში დადგინდა, რომ სუნთქვისა და დუდილის შუალედი პროდუქტები ძმრის ალდეჰიდი და პიროყუთონის მჟავაა.

ტრანსპირაცია. ტრანსპირაცია, ანუ მცენარის მიწისზედა ნაწილების მიერ წყლის აორთქლება რთული ფიზიოლოგიური პროცესია. ის უდიდეს როლს ასრულებს მცენარის სიცოცხლეში. ტრანსპირაციის მნიშვნელობა იმაში მდგომარეობს, რომ ის ხელს უწყობს ნიადაგის წყალსნარში არსებული ოიგონივითიერებების გადაადგილებას ფესვებიდან ზევით.

აორთქლება, ანუ წყლის გადასვლა თხიერი მდგომარეობიდან ორთქლისებრ მდგომარეობაში, ხდება უჯრედშორისებში. ფოთლის უჯრედშორისები განსაკუთრებული სისტემაა. რომელთაც აქვთ ბაგეების ხვრელები, საიდანაც ორთქლი გამოდის ატმოსფეროში, ანუ, როგორც მას უწოდებენ ხოლმე, ბაგური ტრანსპირაცია.

ბაგური ტრანსპირაცია ორი ფაზისაგან შედგება: ერთი—საკუთრივ წყლის აორთქლება ფოთლის უჯრედშორისებში სეზონულის უჯრედთა ზედაპირიდან, ხოლო მეორე—წარმოქმნილი ორთქლის დიფუზია ბაგეთა ხვრელებში.

ბაგეთა ხვრელებისათვის დამახასიათებელია ერთი მნიშვნელოვანი მოვლენა, კეძოდ, მათ აქვთ გაღებისა და დახურვის უნარი. ეს მოვლენა აიხსნება მათი ანატომური აგებულების თავისებურებით. ბაგის ხვრელი შედგება ნახევარმთვარის ან პარკისებრი ორი მკეტავი უჯრედისაგან. ამ მკეტავი უჯრედის შიგა ხვრელის მოსაზღვრე გარსები მნიშვნელოვნადაა გასქელებული, ხოლო ხვრელის არა მოსაზღვრე გარეთა გარსები თხელია. როდესაც უჯრედებში ხდება წყლის შეწოვა და ისინი მოექცევიან ტურგორულ, ანუ წყლით მადლარ მდგომარეობაში, მაშინ, მკეტავი უჯრედების გარეთა კედლები უფრო მეტად იჭიმებიან, ვიდრე შიგა კედლები, ამიტომ ამ უჯრედთა მოხრილობა იზრდება და ბაგე იღება. უჯრედთა მიერ ტურგორის დაკარგვის შემთხვევაში კი ბაგეები იხურებიან.

როგორც აღვნიშნეთ, ბაგეთა მოძრაობის (გახსნის ან დახურვის) ერთ-ერთი მიზეზი უჯრედში წყლის შემცველობაა. მაგრამ, გარდა ამისა, ბაგეთა გახსნა-დახურვაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სინათლე. მცენარეთა უმეტესობის ბაგეები სინათლეზე ღიაა, სიბნელის დადგომისას კი იხურებიან. ამ მოვლენას საფუძვლად უდევს სახამებლის გარდაქმნა შაქრად და პირიქით. როცა სინათლეზე მკეტავ უჯრედებში ხდება ფოტოსინთეზი და წარმოიშობა

შაქარი ან როდესაც სახამებელი გადადის შაქარში, მაშინ უჯრედის ოსმოსური წნევა იზრდება, ძლიერდება შემწოვი ძალა. ფოთლის ეპიდერმისის უჯრედებიდან მკეტავი უჯრედები შეიწოვენ წყალს და მოქცევიან ტურგორულ მდგომარეობაში, რაც ბაგის გაღებას იწვევს. თუ შაქარი გადავიდა სახამებელში, მაშინ, პირიქით, უჯრედის ოსმოსური წნევა და ამასთან ერთად ტურგორი ეცემა და ბაგეები იხურებიან. არის შემთხვევა, როცა ბაგეები იხურება დღისით, შუადღის საათებში. ეს გამოწვეულია იმიტო, რომ მაღალი ტემპერატურის დროს (40°-ის ზევით) ტრანსპირაცია ძლიერია, ირღვევა შეფარდება მცენარის მიერ მოპოვებულ წყალსა და წარმოებულ ტრანსპირაციას შორის ამ უთანასწორობის სასარგებლოდ. ამ დროს მკეტავი უჯრედთა ტურგორი ეცემა და ხვრელები იხურება, მაგრამ ეს დროებითი მოვლენაა და ტემპერატურის დაწვეასთან ერთად ბაგეებიც იღებიან.

ფოთლის ზედაპირი (ბაგეთა ხვრელების გამოკლებით) დაფარულია ეპიდერმული უჯრედების მთლიანი შრით, რომელთა გარეგანი კედლები კუტიკულის ფენით არის დაფარული. კუტიკულის ეს ფენა ხასიათდება წყლის ორთქლის ძალიან მცირე ეონვადობით. მაგრამ მაღალი ტემპერატურის დროს ფოთლის ამ ნაწილიდან მაინც ხდება აორთქლება. წყლის დაკარგვას კუტიკულის გზით, კუტიკულარული ტრანსპირაცია ეწოდება, ე. ი. მცენარე წყალს აორთქლებს, ძირითადად, ორი გზით: ფოთლის ბაგეებისა და კუტიკულის გზით. დადგენილია, რომ ზრდადამთავრებულ ფოთლებში ბაგური ტრანსპირაცია 10—12-ჯერ უფრო ძლიერია კუტიკულარულთან შედარებით, ხოლო ახალგაზრდა ფოთლების ტრანსპირაცია თითქმის უტოლდება ბაგური ტრანსპირაციას.

ტრანსპირაციაზე გავლენას ახდენს გარემო პირობები, კერძოდ: ჰაერის ტენიანობა, ტემპერატურა, ჰაერის ძვრადობა ანუ ბარი, სინათლე, ნიადაგის ტენიანობა და სხვა. ჰაერის ტენიანობა თავისთავად დამოკიდებულია ტემპერატურაზე და ჰაერის მოძრაობაზე, რადგან ცნობილია, რომ, რაც მაღალია ტემპერატურა, იმდენად ნაკლებია ჰაერის ტენიანობა. ხოლო, რაც მაღალია ატმოსფეროს ტენიანობა, მით დაბალია ტრანსპირაცია, და პირიქით. ქარი საერთოდ აჩქარებს ტრანსპირაციას, რადგან ამოორთქლებელი ზედაპირიდან მიაქვს ტენიანი ჰაერი, მის ნაცვლად მოაქვს უფრო მშრალი ფენები, თუმცა პირდაპირი პროპორციულობა ქარის სიჩქარესა და ტრანსპირაციის ოდენობას შორის არ შეიმჩნევა. ეს იმიტო აიხსნება, რომ წყლის გადასვლა ორთქლისებრ მდგომარეობაში ხდება ქარის უშუალო მოქმედებისაგან დაფარულ ფოთლის უჯრედშორისებში.

ტრანსპირაციის პროცესში უდიდეს როლს ასრულებს სინათლე. იმის მეოხებით, რომ ქლოროფილი ენერგიულად შთანთქავს სინათლის სხივებს, ფოთლის ტემპერატურა მატულობს, რასაც თან სდევს ტრანსპირაციის გადიდება; თავის მხრივ, გადიდებული ტრანსპირაცია ამცირებს ფოთლის ტემპერატურას, რის გამოც ფოთლები არ გადახურდებიან მზეზე. გარდა ამისა, სინათლე არაპირდაპირადაც მოქმედებს ტრანსპირაციაზე. ეს არაპირდაპირი მოქმედება გამოიხატება იმაში, რომ სინათლის ზემოქმედებით, როგორც აღვნიშნეთ, ბაგეები იღებიან, რაც თავისთავად იწვევს ტრანსპირაციის გაძლიერებას. ტრანსპირაციის დღეღამური მსვლელობა განისაზღვრება გარეგანი ფაქტორების ზემოქმედებით. კერძოდ, დილის საათებში ტრანსპირაცია სუს-

ტია; ტემპერატურის აწევასთან და ჰაერის ტენიანობის შემცირებასთან ერთად ტრანსპირაციაც ძლიერდება. იგი მაქსიმუმს აღწევს შუადღის საათებში, რის შემდეგ თანდათან მცირდება და მზის ჩასვლის პერიოდისათვის მინიმუმამდე ეცემა. ტრანსპირაციის ასეთ კანონზომიერ ცვალებადობას ადგილი აქვს მხოლოდ მეტეოროლოგიური პირობების ნორმალური მსვლელობის დროს, ხოლო ცვალებად ამინდში ტრანსპირაციაც ცვალებადია პირობების ცვალებადობის შესაბამისად.

ტრანსპირაციის პროცესის ძირითადი მაჩვენებელი ტრანსპირაციის ინტენსიურობაა. ტრანსპირაციის ინტენსიურობა წყლის ის რაოდენობაა გრამებში, რომლის აორთქლება ხდება ფოთლის ფართობის ერთეულიდან დროის ერთეულში. დროის ერთეულად ითვლება ერთი საათი, ხოლო ფართობის ერთეულად 1 მ².

ტრანსპირაციის ინტენსიურობა მეტად განსხვავებულია სხვადასხვა მცენარეში. იგი მერყევია. მისი მერყეობა 1 საათში 10-დან 250-მდე აღწევს 1 მ² ფოთლის ფართობზე. ტრანსპირაციის პროცესის სხვა მაჩვენებელი ტრანსპირაციის კოეფიციენტიც. იგი გვიჩვენებს, თუ რამდენი წყალი ააორთქლა მცენარემ, რომ შეექმნა 1 გ მშრალი ნივთიერება, როგორც ტრანსპირაციის ინტენსიურობა, ასევე კოეფიციენტიც, მერყევია. ტრანსპირაციის სიდიდე იცვლება აგრეთვე ფოთლის ხნოვანებასთან ერთად. ბაგური ტრანსპირაცია სუსტია გაზაფხულზე და ძლიერია ფოთლის ჩამოყალიბების შემდეგ, ხოლო კუტიკულარული კი, პირიქით—ძლიერია გაზაფხულზე, რადგან კუტიკულა ჯერ კიდევ ჩამოუყალიბებელია და კუტიკულის ჩამოყალიბებასთან ერთად მცირდება.

არის შემთხვევა, როცა მცენარის მიერ წარმოებული ტრანსპირაცია აღემატება მოპოვებულ წყალს, მაშინ მცენარე ჭკნება. ჭკნობა მატრანსპირებული ფოთლების უჯრედების მიერ ტურგორის დაკარგვაში მფლავნდება; ჭკნობა შეიძლება იყოს ორგვარი—დროებითი და ხანგრძლივი; დროებით ჭკნობას ადგილი აქვს დღის ყველაზე ცხელ პერიოდში—შუადღის საათებში. ამ დროს ნიადაგში შეიძლება წყალი საკმარისი იყოს, მაგრამ აორთქლება სჭარბობს წყლის მოპოვებას გარემოს მაღალი t°-ის გამო და მცენარე დროებით ჭკნება. საკმარისია ტემპერატურის დაწვეა, რომ ფოთლებმა აღადგინონ ტურგორული მდგომარეობა. რაც შეეხება ხანგრძლივ ჭკნობას, ამ დროს ფოთლები დილას წყლის ერთგვარ დეფიციტს ხედებიან, რადგან ნიადაგში არ არის მცენარეებისთვის მისაწვდომი წყალი.

ჭკნობის დროს, რადგან ბაგეები იხურებიან, ფოტოსინთეზი და ორგანულ ნივთიერებათა წარმოქმნაც ძლიერ ეცემა. ამრიგად, ტრანსპირაციის შეუძლია მცენარეზე მოახდინოს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი გავლენა და ტრანსპირაციის უდიდესი პროდუქტიულობა შეიძლება უზრუნველყოფილი იყოს მხოლოდ გარემო პირობების გარკვეული კომპლექსით.

მცენარის ზრდა. მცენარის ერთ-ერთ დამახასიათებელ თვისებას მისი ზომის განუწყვეტელი მატება წარმოადგენს. მცენარე ივითარებს ახალ-ახალ ტოტებსა და ფოთლებს და ეს კი გრძელდება მთელი სიცოცხლის განმავლობაში. ყოველივე ეს დაკავშირებულია ახალ-ახალ უჯრედთა, ქსოვილთა და შემდეგ ორგანოთა წარმოქმნასთან. მცენარეთა ზრდა მჭიდროდაა დაკავშირებული აგრეთვე პროტოპლაზმის ცვლილებასთან, რაც იწვევს საერთო მასის

გადიდებას, მრავალგვარ დიფერენცირებას უჯრედში. ამრიგად, მცენარეთა ზრდაში იგულისხმება ორგანიზმის სტრუქტურის ელემენტების ახალწარმოქმნასთან დაკავშირებული წონისა და მოცულობის გადიდება.

მცენარეული უჯრედი გადის ზრდის სამ ფაზას. პირველი ფაზა ცნობილია ემბრიონული ფაზის სახელწოდებით. ამ დროს ადგილი აქვს ცალკეულ უჯრედებში პლაზმის თანდათანობით მატებას. ამავდროულად დიდდება თვით უჯრედის ზომაც, ხოლო ამის შემდეგ კი ხდება ბირთვისა და პლაზმის გაყოფა და წარმოიქმნებიან ახალი უჯრედები, რომლებიც ერთმანეთისაგან ცხიდეებით იმიჯნებიან, შენდებიან ახალი უჯრედების ფაზა; ამ ფაზას ახასიათებს პროტოპლაზმაში ვაკუოლების გაჩენა, — ისინი ივსებიან თხევადი ნივთიერებით, უჯრედის წვეთით. ეს ვაკუოლები ძალიან მალე იზრდებიან, მათი გამყოფი პლაზმატური ზღუდეები წყდება და ბოლოს პროტოპლაზმისაგან რჩება მხოლოდ თხელი პარკი, რომელიც უჯრედის კედელზე მიკრულია. ამ დროს უჯრედის მთელი დრუ ვაკუოლითაა ამოვსებული, ამიტომ დიდდება უჯრედის მოცულობა და იზრდება გარსიც. შემდეგ, მესამე ფაზას უჯრედების შინაგანი დიფერენცირება ეწოდება; დიფერენცირება უჯრედების საბოლოო ჩამოყალიბების დროს ხდება.

მრავალწლოვან მცენარეთა ზრდა ათეული და ასეული წლების მანძილზე გრძელდება. მისი ინტენსიურობა დამოკიდებულია მცენარეთა ასაკზე, კერძოდ, რაც მეტად ახალგაზრდაა მცენარის ორგანიზმი, მით უფრო ცლიერი ზრდით ხასიათდება და პირიქით, ასაკის მატებასთან ერთად, მისი ზრდაც ნელდება. მცენარეთა უჯრედები და კსოვილები იზრდება იმ მარაგ ნივთიერებათა ხარჯზე, რომლებიც შეიკმნებიან ფოტოსინთეზის პროცესში, ფოთლებში და აქედან მოედინებიან მცენარის მთავარ ნაწილებში. ზრდა აგრეთვე დიდადაა დამოკიდებული იმ მარაგ ნივთიერებებზე, რომლებსაც მცენარეები ვადადებენ სპეციალურ სათავსოებში და რომლებიც გამოიყენებიან საჭიროების შემთხვევაში. ასეთ ნივთიერებებს ეკუთვნიან ცილები, ცხიმები და ნახშირწყლები. გარდა აღნიშნულისა, მცენარეთა ზრდაზე უდიდეს გავლენას ახდენენ ბიოსისა და აუქსინის ტიპის ნივთიერებები. აღსანიშნავია, რომ ემბრიონული ზრდისათვის აუცილებელია ბიოსის ტიპის, ხოლო გაჭიმვის ფაზისათვის კი — აუქსინის ჯგუფის ნივთიერებები. აუქსინის მოქმედების მექანიზმი პირველად გამარტივებულად ჰქონდათ წარმოდგენილი და ფიქრობდნენ, რომ იგი მოქმედებდა უჯრედის გარსზე, არბილებდა მას და მისი ზეგავლენით გარსი უფრო იჭიმებოდა ოსმოსური წნევის ზეგავლენით. მაგრამ გამოიჩინა, რომ აქ უფრო რთულ მოვლენასთან გვაქვს საქმე. კერძოდ, ეს ნივთიერებები მოქმედებენ პროტოპლაზმაზე და ააქტივებენ აქ მიმდინარე პროცესებს. აქ მისი მოქმედება დამოკიდებულია როგორც აუქსინის კონცენტრაციაზე, ისე თვით უჯრედთა თვისებებზე. აუქსინის დაბალი, ძალიან მცირე, კონცენტრაცია იწვევს მასტიმულირებელ მოქმედებას ზრდაზე, ხოლო მაღალი კონცენტრაცია კი, პირიქით, იწვევს ზრდის პროცესების შეფერხებას — დაკნინებას.

ზრდის პროცესებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს ნუკლეინმჟავებს. ემბრიონული ზრდის ფაზაში რიბონუკლეინმჟავა თანაბრად ნაწილდება უჯრედის მთელ ციტოპლაზმაში, ხოლო გაჭიმვისა და დიფერენცირების ფაზაში რიბონუკლეინმჟავა კონცენტრირდება ახლად წარმოქმნილ პარენქიმულ უჯ-

რედებში, მის სტრუქტურულ ელემენტებში (მიტოქონდრიები, პლასტიდები, მიკროსომები). როგორც გამოიჩინა, უჯრედში არაცილოვანი სტრუქტურების წარმოშობაც რიბონუკლეინმჟავასთანაა (რნმ) დაკავშირებული.

გარდა ზემოთ აღნიშნული შინაგანი ფაქტორებისა, მცენარეთა ზრდაზე გავლენას ახდენს გარეგანი ფაქტორები, როგორიცაა: ტემპერატურა, სინათლე, წყლით მომარაგება და სხვა. ყველაზე კარგი პირობა მცენარეთა ზრდისათვის შეიძლება შეიქმნას ზემოთ ჩამოთვლილ ფაქტორთა მხოლოდ პარმონიულ შეთანაწყობის პირობებში. მცენარის ზრდა შეიძლება მხოლოდ გარკვეულ ტემპერატურაზე. ნულზე დაბალ ტემპერატურაზე უმაღლეს მცენარეთა ზრდა არაა შესწევლი. ტემპერატურის თანდათან მატებისას შეიმჩნევა ჯერ ნელი ზრდა, ხოლო შემდგომში ზრდა ძლიერდება და 20—30°-ის პირობებში იგი მაქსიმუმს აღწევს. ტემპერატურის შემდგომი მატება უკვე იწვევს ზრდის შეფერხებას, მაგრამ აღსანიშნავია, რომ სხვადასხვა მცენარის ზრდისათვის ტემპერატურის როგორც მინიმუმი, ისე მაქსიმუმი სხვადასხვაა. მინიმალურია და მაქსიმალურის ქვეშ იგულისხმება ის ტემპერატურა, რომლის დროსაც მცენარეთა ზრდა სუსტია, ხოლო ოპტიმალურის დროს კი ზრდა მიმდინარეობს ყველაზე კარგად.

მცენარეთა ზრდაზე ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სინათლე. ეს იქიდანაც ჩანს, რომ თუ ჩვენ მცენარეს აღვზრდით სიბნელეში, ის მოკლებული იქნება მწვანე შეფერილობას და ამავე დროს იქნება ძალიან სუსტი და წაგრძელებული. ასეთ უქლოროფილ მცენარეებს ეთიოლირებულს უწოდებენ.

ეთიოლირებულ მცენარეებს უფითარდებათ მეტად სუსტი ყლორტები, წვრილი ფოთლები. მათში ძალიან სუსტად მიმდინარეობს უჯრედთა დიფერენცირების ფაზა. ყოველივე ეს დამადასტურებელია იმისა, რომ სინათლეს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს მცენარეთა ზრდისათვის. მაგრამ ეს იმას როდი ნიშნავს, რომ ინტენსიური განათებისას უფრო სწრაფად ხდებოდა მცენარეთა ზრდა; პირიქით, სინათლე შემაფერხებლად მოქმედებს ზრდაზე; რაც ინტენსიურია განათება, მით უფრო ნელდება ზრდა. ფიქრობენ, რომ სინათლე აბრკოლებს უჯრედთა წაგრძელებისათვის ზრდის აუცილებელ ნივთიერებათა გამოუშვავებას.

სპექტრის ცალკეული სხივებიც სხვადასხვა გავლენას ახდენენ ზრდაზე. ლურჯი და იისფერი სიხები ყველაზე მეტად ანელებენ ზრდას. განათების პირობებზეა დამოკიდებული არა მარტო მიწისზედა ნაწილების, არამედ ფესვის ზრდაც კი. ამრიგად, ჩრდილში ან ძალიან სქელ ნათესებში მოზარდი მცენარის ფესვთა სისტემა უფრო სუსტია, ვიდრე იმ მცენარისა, რომელიც სინათლეზე იზრდება. როგორც ჩანს, აქ ადგილი აქვს მიწისზედა ნაწილებიდან ფესვებისაკენ რალაც სტიმულის გადაცემას.

ზრდის პროცესების ნორმალურა მსვლელობისათვის ასევე აუცილებელია წყალი.

მხოლოდ წყლით მაძიარ პროტოპლაზმას შეუძლია გარდაქმნას ნიადაგიდან მასში შესული არაორგანული ნივთიერება თავის კონსტიტუციურ ნივთიერებად. წყლის შემცველობაზეა დამოკიდებული აგრეთვე უჯრედთა დაყოფა (გაქაჩვის სტადია). წყალი რომ აუცილებელია ზრდისათვის, ამის ერთერთი დამადასტურებელია თესლის გაღივების პროცესი; ცნობილია, რომ

პაერმშრალ მდგომარეობაში მყოფი თესლები არ ამგლავნებენ სიცოცხლის არაფითარ ნიშანს; საკმარისია თესლის წყალში დაღობა, რომ ის გალივდეს და აღმოცენდეს (მხედველობაში უნდა მივიღოთ ტემპერატურაც). ფესვთა სისტემა მხოლოდ ტენიან ნიადაგში ვითარდება; ტენის გამოლევის შემთხვევაში ფესვთა სისტემის ზრდა ფერხდება და შეიძლება სრულიადაც შეწყდეს.

წყლის ნაკლებობა ფოთლებში იწვევს ფოთლის ფირფიტების ზრდის შენელებას, რაც თავისთავად მოსავლის შემცირებას იწვევს. ამის მიზეზებია წყლის უკმარისობის დროს ფოთოლთა ქცნობა, მათი ბაგეების დახურვა, ბაგეებში ნახშირორჟანგის შეღწევის შეფერხება ან ხშირად ფოტოსინთეზურ პროცესთა მიმდინარეობის სრულიად შეწყვეტა, რის გამოც მცენარე შიმშილობს. მცენარეთა ზრდაზე აგრეთვე გავლენას ახდენენ მინერალური ნივთიერებები, ქიმიური გამლიზიანებლები და სხვ.

ზრდის პროცესში საკვებ ნივთიერებებთან ერთად განსაკუთრებულ როლს ასრულებს ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები. ამათგან აღსანიშნავია ვიტამინები, ფოტოჰორმონები, აუქსინები, აღნიშნულს გარდა, ზრდაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ხელოვნური სინთეზური ნივთიერებაც, რომელიც ზრდის სტიმულატორების სახელწოდებითაა ცნობილი. ეს უკანასკნელები განსაკუთრებით გამოიყენებიან კულტურულ მცენარეებზე, როგორც მწვანე მასის, ისე მოსავლიანობის გადიდების მიზნით, მაგრამ ამ უკანასკნელ პერიოდში ზრდის სტიმულატორებს მეტწილად იყენებენ ძნელად და მფესვიანებელ მცენარეთა კალმების დასაფესვიანებლად. მასვე მიმართავენ აგრეთვე ხეხილთა გადარგვისას და სხვა.

მცენარეთა გახვითარება. მცენარეთა ინდივიდუალური განვითარების პროცესს ონთოგენეზი ეწოდება. ეს არის მცენარეში მთელი სიცოცხლის მანძილზე მომხდარ ცვლილებათა მთელი ციკლი. ამ ცვლილებებზე დაკვირვება შეიძლება ვაწარმოოთ როგორც ჩვეულებრივი თვალთ, ისე მიკროსკოპით ან კიდევ ბიოქიმიური ანალიზებისა და სხვადასხვა საშუალებებით.

აღმოჩნდა, რომ მცენარე თავისი განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე სხვადასხვანაირად რეაგირებს გარემო პირობების შეცვლაზე და მასში ამ დროს ფიზიოლოგიური პროცესებიც სხვადასხვანაირად მიმდინარეობენ.

რიგი მცენარეებისა ერთი წლის განმავლობაში ამთავრებს თავისი განვითარების მთელ ციკლს, იძლევა ნაყოფს და კვდება. ამ მცენარეებს, ერთწლიანი კულტურები ეწოდება, ხოლო იმ მცენარეებს, რომლებიც მრავალი წლის განმავლობაში იზრდებიან, მრავალწლოვანებს უწოდებენ. გარდა ამისა, ცნობილია მესამე ჯგუფი მცენარეებისა—ორწლოვანები, რომლებიც იზრდებიან პირველ წელს, ხოლო მეორე წელს ყვავილობენ. იძლევიან ნაყოფს, თესლს და კვდებიან. ასეთებია ბალჩეული კულტურობი—სტაფილო, ჭარხალი, კომპოსტო და სხვა. ვხვდებით აგრეთვე ისეთ მცენარეებს, რომელთაც გარდამავალი მდგომარეობა აქვთ ერთწლოვან და ორწლოვან კულტურებს შორის. ესენი არიან ისეთი მცენარეები, რომლებიც ითვისებიან შემოდგომით და ნაყოფს მეორე წელს გვაძლევენ.

მცენარეებს, რომლებიც ნაყოფს თავის სიცოცხლეში ერთხელ გვაძლევენ—მონოკარპულს უწოდებენ. მცენარეთა ამ ჯგუფს ეკუთვნიან ყველა ერთწლიანი და ორწლიანი კულტურები, მაგრამ მრავალწლოვანებში მოიპოვებიან ისეთები, რომლებიც ეკუთვნიან მონოკარპულს; ასეთებია: აგავა, რომელიც თავის სამშობლოში მე-8—10 წელს ყვავილობს, ფერულა ქოლგოსანთა

გვარიდან და სხვა. რაც შეეხება მცენარეებს, რომლებიც ყვავილობენ მრავალი წლის მანძილზე, უწოდებენ პოლიკარპულს, ანუ მრავალჯერ ნაყოფ მომცემს. პოლიკარპულ მცენარეთა შორის გვხვდებით ისეთებს, რომლებიც რამდენიმე ასეულ წელს ცოცხლობენ. მაგალითად, არყის ხის სიცოცხლის ხანგრძლივობა 100 წელია, ნაძვისა 300, მუხისა 500 და ა. შ., მაგრამ გვხვდებით ისეთებსაც, რომლებიც უფრო მეტხანს ცოცხლობენ, მაგალითად, გიგანტური სექვოიას სიცოცხლის ხანგრძლივობა 1000 წელია, ხოლო სექვოია მეორე სახეობა, რომელიც წითელი ხის სახელწოდებითაა ცნობილი—6000 წელსაც კი აღწევს. პოლიკარპული მცენარეები ყვავილობენ სიცოცხლის არა პირველ წელს, არამედ უფრო გვიან. რიგი პოლიკარპული მცენარეებისა უფრო ადრე იწყებენ მსხმოიარობას, რიგი კი გვიან, რაც გამოწვეულია ამ მცენარეთა ბიოლოგიური თავისებურებით.

მცენარეთა განვითარებაში იგულისხმება შინაგან თვისობრივ ცვლილებათა ის გზა, რომელიც იწყება მალივარ თესლებში და მთავრდება მცენარის ყვავილობით, მაგრამ ეს განსაზღვრა მთლიანად ვერ ასახავს განვითარების არსს, რადგან ის ეხება ყვავილოვან და ისიც ერთწლიან მცენარეებს. ამრიგად, მცენარის განვითარება არის უჯრედების შემცველობისა და ფორმათწარმოქმნელი პროცესების აუცილებელ თვისობრივ ცვლილებათა ის გზა, რომელსაც გადის მცენარე დედა უჯრედიდან (ზიგოტა, სპორა, ორგანიზმი) ახალი შვილეული უჯრედების ერთ-ჯერად ან მრავალჯერად წარმოქმნამდე (პ. გენკელი).

მცენარეთა ზრდისა და განვითარების განსაზღვრიდან ჩანს, რომ აღნიშნული პროცესები არაა ერთი და იგივე, თუმცა ურთიერთ მჭიდროდ დაკავშირებული მოვლენებია.

მცენარეთა ზრდასა და განვითარებას შორის შემჩნეულია ასეთი სქემის თანაფარდობა:

1. მცენარის სწრაფი ზრდა (იგულისხმება მასის გადიდება და ნელი განვითარება);
2. ნელი ზრდა და ჩქარი განვითარება;
3. სწრაფი ზოდა და სწრაფი განვითარება;
4. ნელი ზრდა და ნელი განვითარება.

მცენარე მთელი თავისი სასიცოცხლო ციკლის მანძილზე გადის განვითარების მრავალ ეტაპს, ანუ, როგორც მას უწოდებენ, სტადიას. განვითარების სტადიებს მცენარე გადის გარემო პირობების კომპლექსის ზეგავლენით. ამ დროს მცენარის უჯრედებში ხდება თვისობრივი ცვლილებები, რასაც მცენარე მიჰყავს სქესობრივ გამრავლებამდე, ანუ ყვავილის და თესლის წარმოქმნამდე. აქედან გასაგებია, რომ მცენარის მთელი სასიცოცხლო ციკლი, ანუ მისი განვითარება, შედგება განვითარების სტადიებისაგან. განვითარების ეს სტადიები თანმიმდევრულია, რაც იმას ნიშნავს, რომ მცენარე ერთი სტადიის გავლის შემდეგ გადადის მეორე სტადიაში და ა. შ. ჯერჯერობით კარგადაა შესწავლილი მცენარეთა განვითარების ორი სტადია—იაროვანა-ციისა და სინათლისა.

განვითარების იაროვანაციის სტადია მოითხოვს ტემპერატურის გარკვეულ პირობებს და იწყება თესლის გაღივების მომენტიდან. სხვადასხვა მცენარე მოითხოვს იაროვანაციისათვის სხვადასხვა ტემპერატურულ რეჟიმს.

მაგალითად, თუ საშემოდგომო ხორბლისათვის საჭიროა $0,5^{\circ}$ ტემპერატურა, ზამთრისათვის ის შეადგენს $20-25^{\circ}$; მიიჩნევენ, რომ იაროვიზაციის პროცესში მცენარის ქსოვილში ხდება სხვადასხვა ბიოქიმიური გარდაქმნა, ხოლო სტადიური ცვლილებები ხორციელდება ზრდის კონუსში და გადაეცემა მემკვიდრულად შემდეგ წარმოშობილ უჯრედებს. ეს სტადია შეუქცევადია, რაც იმას ნიშნავს, რომ მცენარემ, თუ ერთხელ გაიარა იაროვიზაციის სტადია, ის მას მეორეჯერ აღარ გაივლის.

განვითარების შემდგომ სტადიად მიჩნეულია სინათლის სტადია, მაგრამ ამ უკანასკნელს მცენარე ვერ გაივლის, თუ მან მთლიანად არ გაიარა იაროვიზაციის სტადია. მცენიერებმა შეამჩნიეს, რომ რიგი მცენარეებისა ყვავილობისათვის მოითხოვს განათების ხანგრძლივობის შემცირებას, ხოლო რიგი კი, პირიქით, უწყვეტ განათებას. პირველებს „მოკლე დღის“, ხოლო მეორეებს „გრძელი დღის“ მცენარეები უწოდეს. მაგრამ აღმოჩნდნენ ისეთი მცენარეებიც, რომლებიც ყვავილობენ როგორც გრძელი დღის, ისე მოკლე დღის პირობებში, — ასეთებს ნეიტრალურს უწოდებენ.

მოკლე დღის მცენარეებს მიეკუთვნებიან სამხრეთის მცენარეებიდან: ბამბა, ფეტვი და სხვა. გრძელი დღის — ჩრდილოეთის მცენარეებიდან: ხორბალი, ქერი და სხვა, ხოლო ნეიტრალურს — თამბაქო, წიწიბურა და სხვა.

სინათლის სტადიის გავლაში წამყვანი როლი ეკუთვნის დღისა და ღამის ხანგრძლივობის შეფარდებას. დადგინდა, რომ ფოტოპერიოდული როლის ათვისება ხდება მხოლოდ ფოთლებში. ფოთლის ამ თვისებათა გარკვევაში დიდი ღვაწლი მიუძღვის საბჭოთა მცენიერებს: მ. ჩაილახიანს, გ. მოშკოვს და სხვ. ამ ბოლო ხანებში გამოქვეყნდა რიგი შრომებისა, რომლებიც მიეძღვნა მცენარეთა განვითარების მესამე და მეოთხე სტადიებს. მაგრამ ამ სტადიების გავლის პირობები ჯერ კიდევ არ არის დეტალურად შესწავლილი.

მცენარის კვება. მცენარის კვება მცენარისათვის საჭირო ელემენტების შთანთქმისა და შეთვისების ძირითადი პირობაა.

მცენარის კვების განმსაზღვრელია მათი ქიმიური შედგენილობა და მისი მოთხოვნილება სხვადასხვა ნივთიერებათა მიმართ. მცენარე, ძირითადად, შედგება ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლებისაგან. ნახშირწყლები, ნახშირბადის, ჟანგბადისა და წყალბადის სინთეზს წარმოადგენს: ნახშირწყლების წარმოქმნა ფოტოსინთეზის შედეგია, რაც წყლის მონაწილეობით ხდება.

წყლის მონაწილეობის გარეშე წარმოუდგენელია მცენარეში მიმდინარე რთული ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესები; წყალსა და მასში გახსნილ მარილებს მცენარე ნიადაგიდან ითვისებს. ნიადაგში ხელოვნურად შეტანილ ნივთიერებებს მცენარე მხოლოდ წყალში გახსნილს იყენებს.

წყალი თესლის გაღივების პროცესისათვის ძირითადი ფაქტორია (იხ. თესლის გაღივება). წყალი ნივთიერებათა ცვლის ძირითადი და აუცილებელი ელემენტია.

ზოგჯერ მცენარის შედგენილობის $75-80\%$ წყალია (პიგრო-და პიდროფიტები). ამავე დროს მცენარე დიდი რაოდენობით ხარჯავს წყალს (ტრანსპირაცია); იგი ყველაზე მეტია ფოთლებში, სადაც მშრალი ნივთიერების $2/3$ -ს შეადგენს.

გარდა წყლისა, მცენარეს კვების დროს აუცილებლად ესაჭიროება მარილები, რომლებიც შეიცავენ: აზოტს, ფოსფორს, გოგირდს, კალიუმს, კალ-

ციუმს, მაგნიუმს, რკინასა და სხვ. ასიმილირების დროს მცენარეში ფოთლის მეშვეობით შედის ნახშირორჟანგი, დისიმილირებისას—ჟანგბადი. ფესვების მეშვეობით კი მასში შედის აზოტი და ე. წ. ნაცრის ელემენტები, როგორიცაა: ფოსფორი, გოგირდი, კალიუმი, კალციუმი და ა. შ., რომლებიც დიდ ფიზიოლოგიურ როლს ასრულებენ ნივთიერებათა ცვლის ნორმალურ პროცესებში.

გარემოდან შეთვისებული არაორგანული ნივთიერებები (ნახშირორჟანგი) მცენარის სინთეზური ენერგიის წყალობით გარდაიქმნებიან იმ ორგანულ ნივთიერებად, რომლებიც აუცილებელ საკვებ წყაროს წარმოადგენს ადამიანისა და ცხოველებისათვის.

მაშასადამე, მცენარის განსაკუთრებული სასიცოცხლო უნარია ასიმილირების შედეგად არაორგანული ნივთიერებებიდან რთული ორგანული ნივთიერებების აგება.

ფესვებიდან მიღებული მცენარისათვის აუცილებელი მაკროელემენტებიდან, ძირითადად, აღსანიშნავია: აზოტი, ფოსფორი, გოგირდი, კალიუმი, კალციუმი, მაგნიუმი, რკინა და სხვ. მაკროელემენტებიდან აღსანიშნავია: ბორი, თუთია, სპილენძი, მანგანუმი, მოლიბდენი და სხვა ელემენტები. ამ ელემენტების როლს მცენარის კვებისა და სხვა სასიცოცხლო პროცესებში განვიხილავთ ქვემოთ:

აზოტი. აზოტის როლი მცენარის ცხოველმოქმედებაში მეტად მნიშვნელოვანია. აზოტის უკმარობა დიდ უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარეზე. მისი უკმარობის შედეგია ფოთლების ფირფიტის შეყვითლება და ჩარღვების გაწითლება, ზრდისა და განვითარების შენელება, რასაც თან სდევს ზრდადამთავრებული თესლებისა და ნაყოფების წარმოქმნა: აზოტი ცილებს შემადგენელი ელემენტია; ცილა კი შედის პროტოპლაზმის შედგენილობაში. იგი მოიპოვება უჯრედის ბირთვისა და პლასტიდებში. ცილა აგრეთვე ქლოროფილში შემავალი ნივთიერებათაგანია. აზოტი შედის ცილოვანი ნივთიერებების რთული გარდაქმნის შედეგად მიღებულ პროდუქტებში, როგორიცაა: სხვადასხვა ალკალოიდები, ზოგიერთი ვიტამინი, ზრდის სტიმულატორები და სხვ.

ფოსფორი. ფოსფორი რთული ცილების—ნუკლეოპროტეიდების შედგენილობაში მონაწილეობს და უჯრედისა და ბირთვის შემადგენელი ნაწილია. სხვა ორგანული ნაერთების შემადგენლობაში ფოსფორი მოიპოვება ფოსფატიდების, ფიტინისა და სხვა სახით. ფოსფატები ზოგჯერ მონაწილეობენ მჟავე და ტუტე რეაქციებში, როგორც რეგულატორები. ფოსფორი მინერალური ნაერთის—ფოსფორმჟავას სახითაცაა. მნიშვნელოვანია ფოსფორმჟავას როლი მცენარის სუნთქვის პროცესში. ფოსფორის უკმარობა უარყოფითად მელაენდება საღი თესლებისა და ნაყოფების წარმოქმნაში. მცენარე აჩერებს ზრდას და იწყებს ფოთლების შეყვითლებას.

გოგირდი. გოგირდი ყოველგვარი სახის ცილაშია. იგი შედის პროტოპლაზმის ბირთვისა და პლასტიდების შედგენილობაში. გოგირდი მონაწილეობს ამინომჟავების (ცისტეინომონოთიონენის), ეთერზეთების (პირშუშხა, ნიორი, მდოგვი) შექმნაში. გოგირდის უკმარობის შემთხვევაში ყვითლდებიან ჯერ ზედური, შემდეგ ქვედური ფოთლები და ამ ფოთლებზე ჩნდება წითელი ლაქები. დიდია გოგირდის მონაწილეობა მცენარის სუნთქვის პროცესში. რამდენადაც თესლში მეტი ცილება, იმდენად თესლებში გოგირდი მეტი რაოდენობითაა.

დენობითაა. ცილების მეტი რაოდენობაა ჯერ თესლში, შემდეგ კი ფოთლებში; ცილები უფრო მეტი რაოდენობითაა ჯერ ფესვებში, შემდეგ ღეროებში.

კალიუმი. კალიუმი მცენარის სიცოცხლის აუცილებელი ელემენტია, განსაკუთრებით წარმოშობი ქაოვილის ახალ-ახალი უჯრედებისათვის. იგი ფოთლის მესრისებურ პარენქიმაშია. კალიუმი ხელს უწყობს ფოტოსინთეზის პროცესს, იგი, გარდა ფოთლებისა (განსაკუთრებით ფოთოლცვენის პროცესში), მცენარის სხვა ორგანოებშიც მოიპოვება. კალიუმი მცენარის მიწისქვეშა სხვადასხვა ნაწილის (ტუბერი) განვითარების ხელშემწყობი ფაქტორთაგანია. თუ მცენარეს კალიუმი აკლია, მას სუსტად აქვს განვითარებული ღერო და ფოთლები. მაგ., უკალიუმოდ გამოზრდილი ხორბლის ღივი ცილოვანი აზოტის 42%-ს შეიცავს; კალიუმით გამოზრდილი კი — 72%-ს.

კალციუმი. კალციუმის მნიშვნელობა მეტად დიდია; იგი მნიშვნელოვან და მრავალმხრივ როლს ასრულებს მცენარის ნივთიერებათა ცვლის პროცესში; კალციუმი მცენარის მოხერხებულ ქსოვილებშია, ანეიტრალურს მჟაუნმჟავას მავნე მოქმედებას უჯრედებში იმით, რომ წარმოქმნის მჟაუნმჟავა კალციუმს მარილის კრისტალების სახით. კალციუმი უვნებელყოფს კალციუმისა და მავნიუმის მავნე (მომშხამავ) მოქმედებას. კალციუმი ამცირებს ნიადაგში არსებული სხვადასხვა ხსნარის მჟავიანობას, აცლებს ფესვთა სისტემის განვითარებას. იგი არსებით როლს ასრულებს ფესვის ქსოვილებიდან სხვადასხვა ნივთიერების გამოყოფაში. კალციუმის გარეშე მცენარის ძირითადი ორგანოების ნორმალური განვითარება შეუძლებელია. მისი უქმარობა ხშირად ხელს უწყობს ქლოროზის მოვლენებს.

პარკოსანი მცენარეები. პირველ რიგში ისეთი პარკოსნები, როგორიცაა ესპარცეტი, შემდეგ სამყურა, იონჯა და სხვები, კალციუმს დიდ მოთხოვნილებას უყენებენ.

მაგნიუმი. უჯრედის ნივთიერებათა ცვლის პროცესში მაგნიუმი დიდ როლს ასრულებს; იგი მონაწილეობს ქლოროფილის წარმოქმნაში. ქლოროფილის ერთ მოლეკულაში მაგნიუმი ერთი ატომის რაოდენობით შედის. იგი მოიპოვება, მეტწილად, ახალგაზრდა ნაწილებში, დიდი რაოდენობითაა თესვებში, განსაკუთრებით ცხიმით მდიდარ თესვებში; ვარაუდობენ, რომ იგი ხელს უწყობს ცხიმების წარმოქმნას. იგი ხშირად უქლოროფილო ორგანიზმებშია მოიპოვება (მაგ., უდაბლეს მცენარეებში).

რკინა. მცენარეს რკინის მცირე რაოდენობა ესაჭიროება, მაგრამ იგი უდავოდ საჭირო და აუცილებელი ნივთიერებაა. რკინა მონაწილეობს ქლოროფილის წარმოქმნაში, მაგრამ ქლოროფილის შედგენილობაში არ მონაწილეობს. რკინა დიდ როლს ასრულებს სუნთქვის პროცესში და შედის სუნთქვის ფერმენტების შედგენილობაში. დიდი მნიშვნელობა აქვს რკინას, როგორც სინთეზისა და ზრდის პროცესებისათვის საჭირო ენერგიის წყაროს.

ყველა ტიპის ნიადაგში რკინა დიდი რაოდენობითაა. მცენარე მის სიმცირეს იშვიათად განიცდის. რკინის უქმარობა მცენარეში იწვევს სიყვითლეს (მეტწილად ფოთლების), რომელსაც ქლოროზი ეწოდება. ქლოროზს ნიადაგში იწვევს კობალტის, თუთიის, სპილენძისა და მანგანუმის ხსნადი ფორმების სიჭარბე.

მიკროელემენტებიდან, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მცენარისათვის საჭიროა: ბორი, თუთია, სპილენძი, მანგანუმი, მოლიბდენი და სხვ.

ბორო. ბოროი მცენარის ზრდისა და განვითარების პროცესებისათვის საჭირო ელემენტია. იგი ხელს უწყობს ნახშირწყლების უკეთ ცვლას; ბოროს დადებითი მოქმედება მელანდებდა პარკოსანი მცენარის ფესვებზე კოჩრების უკეთ განვითარებაში. ჭარბი აზოტოვანი კვების არეში ბოროი დადებითად მოქმედებს თამბაქოს კულტურაზე. ნიადაგში ბოროს უქონლობა ან უკმარობა კი თამბაქოზე (განსაკუთრებით მის ზედა კვირტებზე) უარყოფით გავლენას ახდენს. ბოროს უკმარობა იწვევს ზრდის წერტილის ხმობას და ნახშირწყლების რაოდენობის ზრდას ფოთლებში. მისი უკმარობა აგრეთვე იწვევს შაქრის ჭარხლის დაავადებას სიდამპლით. ბოროი, მეტწილად, მცენარის ზედა ნაწილებში მოიპოვება, თუმცა კარტოფილის ტუბერებში საკმაო რაოდენობითაა.

თუთია. თუთიის როლი მეტად მნიშვნელოვანია ნაყოფიერების გაზრდის საქმეში; იგი უჯრედის სუნთქვის პროცესში მონაწილეობს. თუთიის უკმარობა ფოთლების სიყვითლეს იწვევს. თუთიისაღმდეგ დიდი მოთხოვნილება აქვთ ხემატარებებს. ნიადაგში თუთიის უქონლობა იწვევს მთელი რიგი მცენარეების დაავადებას, როგორიცაა ტუნგოს ნარინჯოვნების, კურკოვნების და სხვ. დაავადებას, თუთია მეტწილად მცენარის ახალგაზრდა ნაწილებშია.

სპილენძი. სპილენძი თუმცა მცირე რაოდენობით, მაგრამ აუცილებელი ელემენტია, განსაკუთრებით ჭაობიან ნიადაგებზე მოზარდი მცენარეებისათვის. მისი შეტანა გოგირდმთავა სპილენძის სახით აუმჯობესებს ასეთი ნიადაგის თვისებებს. სპილენძი მცენარის ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში მონაწილეობს.

მანგანუმი. მანგანუმი დიდი რაოდენობითაა წყალმცენარეებში; იგი ხელს უწყობს ფოტოსინთეზის პროცესს, განსაკუთრებით, ქლოროფილის წარმოქმნას, მონაწილეობს აზოტის ცვლის პროცესში.

მოლიბდენი. მოლიბდენი ზოგიერთი მცენარის ის მიკროელემენტია, რომელიც აუცილებელია მისი განვითარებისათვის, როცა აზოტი ნიტრატების სახითაა. თუ აზოტი ამონიაკის სახითაა, მაშინ მცენარე უმოლიბდენოდ ნორმალურად ვითარდება. უმოლიბდენოდ პარკოსანი მცენარეები ვერ ახდენენ ატმოსფერული აზოტის ფიქსაციას.

უნდა აღინიშნოს, რომ ცალკე თითოეულ ელემენტს წამყვანი როლი როდი ენიჭება. ისინი (მაკრო-და მიკრო-) ერთმანეთთან ურთიერთმოქმედებით უზოუნველყოფენ სუნთქვის, ზრდისა და განვითარების პროცესების ნორმალურ სვლას.

ეს ელემენტები ყველა მცენარისათვის არაა საჭირო ერთნაირი რაოდენობით. ასე, მაგალითად, თუ პარკოსნები შთანთქავენ კალიუმისა და კალციუმის მეტ რაოდენობას, სხვები შთანთქავენ სხვა ელემენტებს და ა. შ.

მცენარის სიცოცხლის დასაწყისში ეს ელემენტები თესვებშია, შემდეგ კი მცენარის განვითარებასთან ერთად მათ ნიადაგის ხსნარებიდან შთანთქავს ფესვები. ყველა ზემოთაღნიშნული ნივთიერება, მაკრო თუ მიკროელემენტებიდან, ამა თუ იმ რაოდენობით, მცენარის საკვები ელემენტია, მაგრამ ვინაიდან აზოტს ეკუთვნის განსაკუთრებული როლი, ამიტომ აზოტი ცილების შემქმნელი ელემენტია. ცილა პროტოპლაზმის შემადგენელი ერთეულია, ხოლო პროტოპლაზმა სიცოცხლის საწყისია.

ტარა (Oronbache) მზესუმზირასი და ზოგიერთი ბოსტნეული კულტურების, მწერიჭამია მცენარეებიდან ტორფიან ჰაობებში მოზარდი დროზერა (Drosera).

ადამიანი გონივრული ჩარევით მიწას ამდიდრებს ე. წ. ხელოვნური მიწერალური აზოტოვანი სასუქების შეტანით. აზოტოვანი სასუქებიდან აღსანიშნავია: ნატრიუმის გვარჯილა, კალიუმის გვარჯილა, ამონიუმის გვარჯილა, ამონიუმის სულფატი, ქლორიანი ამონიუმი და სხვ.

ასევე საკმაო რაოდენობით შეგვაქვს ნიადაგში მცენარისათვის აუცილებელი ფოსფორიანი, კალიუმიანი და ორგანული სასუქები.

შინაარსი

შესავალი	3
თავი I. უჯრედი	21
თავი II. ქსოვილები	55
თავი III. პორფოლოგიის ძირითადი ცნებები	75
მცენარის გვეტაციური ორგანოები	86
ფესვი	89
ღერო	107
ფოთოლი	141
თავი IV. გაძრავლება	169
უჯრედი	191
ოესლი	226
ნაგოდი	233
თავი V. მცენარის ზოგიერთი სასიცოცხლო პროცესის შესახებ	243