

გოტანიკა

თბილისი 2005

**მცენარეთა
ანატომია და მორფოლოგია**

(სახელმძღვანელო საქართველოს
სახელმწიფო აგროარული უნივერსიტეტის
სტუდენტებისათვის)

⋮

თბილისი
2005

განხილულია და მოწონებულია გამოსაცემად
აგრარული უნივერსიტეტის .სატყეო-სამეურნეო
ფაკულტეტის მეთოდური კომისიის მიერ. ოქმი №2.
15.04.2005

ავტორთა ჯგუფი: პროფ. ე. გუგავა,
დოც. ლ. ხატიაშვილი, დოც. ე. ვადიანი,
დოც. ი. ყარალაშვილი, დოც. ლ. ტაბიძე,
დოც. დ. კალატოზიშვილი

რეცენზენტი: პროფ. ი. საათაშვილი

რედაქტორი: დოც. ე. ვადიანი

ინგლისური თარგმანი: ნ. ჩიხრაძე

სახელმძღვანელო გამოიცა ევროკავშირის TEMPUS-
TACIS-ის პროგრამის MP_JEP-23193-2002 პროექტის
ხარჯებით

Georgian State Agrarian University

B O T A N Y

Plants Anatomy and Morphology

(Text-book for students of the Georgian
State Agrarian University)

:

Tbilisi
2005

Considered and adopted for publishing by the Method Committee of the Faculty of Forestry of the Georgian State Agrarian University, Protocol №2. 15.04.2005

Group of authors: Prof. E. Gugava, Docents: L. Khatiaishvili,
E. Vadiani, I. Kharalashvili, L. Tabidze

Reviewer: Prof. I. Saatashvili

:

Editor: Doc. E. Vadiani

English translation: N. Chikhradze

**The text-book has been published within the frames of
European Commission TEMPUS-TACIS Program Project
MP-JEP-23193-2002**

შინაარსი:

შესავალი -----	83 13
 თავი 1. უჯრედი, მისი აბეზულება და	
ფუნქციები -----	18
1.1. უჯრედი - Cell -----	18
1.2. ბირთვი - Nucleus -----	48
1.3. უჯრედის გაყოფა (გამრავლება) -----	55
 თავი 2. მცენარეული ქსოვილები	
(ჰისტოლოგია) -----	63
2.1. წარმომშობი ქსოვილები -----	64
2.2. მფარავი ქსოვილი -----	66
2.3. ძირითადი ქსოვილი ანუ პარენქიმა და მისი ტიპები -----	71
2.4. მექანიკური ქსოვილები -----	73
2.5. გამტარი ქსოვილები -----	76
2.6. გამომყოფი ქსოვილები -----	82
 თავი 3. მცენარეთა ორგანოები, მათი	
ფუნქციები და აბეზულება -----	84
3.1. ფესვი -----	85
3.2. ფესვის მორფოლოგია -----	86
3.3. ფესვის ანატომიური აგებულება -----	92
 თავი 4. ღერო - Caulis -----	
4.1. ღეროს ფუნქციები -----	98
4.2. ღეროს მორფოლოგია -----	99
4.3. ღეროს ანატომიური აგებულება -----	111

თავი 5. ფოთოლი – Folium -----	120
5.1. ფოთლის ფუნქციები -----	120
5.2. ფოთლის მორფოლოგია -----	120
5.3. ფოთლის ანატომიური აგებულება -----	131
 თავი 6. ყვავილი- Flos -----	134
6.1. ყვავილის სქესიანობა და სახლიანობა ----	141
6.2. დამტკერვა -----	145
6.3. განაყოფიერება -----	148
 თავი 7. თესლი და ნაყოფი -----	150
7.1. თესლი - Semen -----	150
7.2. ნაყოფი- Fluctus -----	154
7.3. თესლებისა და ნაყოფების გავრცელება	158
7.4. ნაყოფისა და თესლის სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა -----	159
 თავი 8. გამრავლება -----	160
8.1. უსქესო გამრავლება -----	161
8.2. ვეგეტაციური გამრავლება -----	162
8.3. სქესობრივი გამრავლება -----	167

Content:

	pg.
INTRODUCTION -----	13
CHAPTER 1. CELL, ITS CONSTRUCTION AND FUNCTIONS -----	18
1.1. Cell -----	18
1.2. Nucleus -----	48
1.3. Cell division (reproduction) -----	55
CHAPTER 2. PLANT TISSUE (HYSTOLOGY) ---	63
2.1. Main Tissue, Parenkhima And Its Types -----	64
2.2. Mechanical Tissues (armatura) -----	66
2.3. Conductor Tissues -----	76
2.4. Secration Tissues -----	82
CHAPTER 3. ROOT – Radix -----	84
3.1. Root Function -----	85
3.2. Root Morphology -----	86
3.3. Root Anatomy -----	92
CHAPTER 4. STEM - Caulis -----	98
4.1. Stem Functions -----	98
4.2. Stem Morphology -----	99
4.3. Stem Anatomy -----	111
CHAPTER 5. LEAF – Folium -----	120
5.1. Leaf Functions -----	120
5.2. Leaf Morphology -----	120
5.3. Leaf Anatomy -----	131

CHAPTER 6. FLOWER-Flos -----	134
6.1. Flower Genderity -----	141
6.2. Pollination -----	145
6.3. Fertilisation -----	148
 CHAPTER 7. SEED AND FRUIT -----	 150
7.1. Seed - Semen -----	150
7.2. Fruit- Fructus -----	154
7.3. Seed and Fruit Distribution -----	158
7.4. Seed and Fruit Importance for National Economy	159
 CHAPTER 8. FERTILISATION -----	 160
8.1. Sexless Reproduction -----	161
8.2. Vegetative Reproduction -----	162
8.3. Sexual Reproduction -----	167

ბოტანიკა არის მეცნიერება, რომელიც სწავლობს მცენარეთა სამყაროს, მცენარეული ორგანიზმების აგებულებას, მათი განვითარების კანონზომიერებებს და ცხოველმოქმედებას, დედამიწის პლანეტაზე გავრცელებას, გარემო პირობებთან ურთიერთობას და სხვა.

მცენარეთა სამყაროს წარმომადგენლები გვხვდება ყველგან – ზომიერი ჰავის ზონაში, ეკვატორის ცხელ ტენიან და მშრალ პირობებში, უდაბნოსა და ნახევრად უდაბნოში, ჭაობებში, ტბებსა და გუბებში, მდინარეებში, ოკეანეებში, მთებში თოვლის ქვეშ და სხვა.

მცენარეები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან გარეგანი და შინაგანი აგებულებით, განვითარებით. მაღალორგანიზებულ მცენარეებთან ერთად (შიშველთესლოვნები, ფარულთესლოვნები) ბუნებაში გვხვდება უმაღლესი მცენარეებიც (ბაქტერიები, ვირუსები, წყალმცენარეები, სოკოები, ლიქენები).

ყველაზე მცირე ზომის ცოცხალი მცენარეებია: ბაქტერიები, ვირუსები და ბაქტერიოფაგები. მათი შესწავლა შესაძლებელი გახდა ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით.

ყველაზე მაღალი ტანის მცენარეა მამონტის ხე. მისი სიმაღლე 145-150 მეტრს აღწევს, ღეროს დიამეტრიც 30-35 მეტრია. ამ მცენარის ღრუში შეიძლება მოთავსდეს 40 ცხენოსანი.

გვხვდება აგრეთვე მაღალტანიანი ეკვალიპტები, 155 მ. სიმაღლის, რომლებიც ავსტრალიაში ქმნიან უღრან ტყეებს.

ჩვენს პირობებში მაღალტანიან მცენარეებს მიეკუთვნება – ფიჭვი, ნაძვი, კედარი, მუხა, ცაცხვი, ვერხვი და სხვა.

ამ მცენარეებთან ერთად ბუნებაში გვხვდება პატარა ზომის ქონდარა მცენარეებიც, რომლის ზომა რამოდენიმე სმ აღწევს.

მრავლაფეროვანია მცენარეთა სამყარო, ცნობილია დაახლოებით 500 ათასზე მეტი მცენარის სახეობა. მათ შორის ფარულთესლოვანთა რიცხვი დაახლოებით 250 ათასია.

მცენარის როლი ბუნებაში. მწვანე მცენარეები სიცოცხლის წყაროა ჩვენს პლანეტაზე. მწვანე მცენარეების უჯრედები შეიცავენ დიდი რაოდენობით მწვანე პიგმენტებს – ქლოროფილის მარცვლებს, რომლებშიც მიმდინარეობს ურთულესი ბიოლოგიური პროცესი – ფოტოსინთეზი.

ფოტოსინთეზის დროს მცენარეების უჯრედები შთანთქავენ ჰაერიდან ნახშირორჟანგს, ფესვების საშუალებით წყალს და მასში გახსნილ მინერალურ ნაერთებს და მზის სხივური ენერგიის გამოყენებით, მწვანე მცენარეები წარმოქმნიან დიდი რაოდენობით ორგანულ ნივთიერებებს – ცილებს, ცხიმებს, ნახშირწყლებს და ატმოსფეროში გამოყოფენ ჟანგბადს.

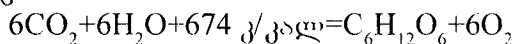
წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერება და ჟანგბადი აუცილებელი სასიცოცხლო წყაროა თვით მცენარეებისათვის, ადამიანებისათვის და ცხოველებისათვის.

მაშასადამე, ფოტოსინთეზი, რომელიც მიმდინარეობს მხოლოდ მწვანე მცენარეებში – ეს ის პროცესია, რომლის გარეშე შეუძლებელია, სიცოცხლე დედამიწაზე.

ცნობილია, რომ ერთი ადამიანი, 1 დღე-ღამეში შთანთქავს 500 ლ. ჟანგბადს, წელიწადში კი – 180 ათას ლიტრს. იმისათვის, რომ ერთი ადამიანი დაკმაყოფილდეს 1 წლის განმავლობაში ჟანგბადით საკმარისია 10-12 საშუალო ხნოვანების ხის ფუნქციონირება.

ყოველდღიურად ფოტოსინთეზის შედეგად მცენარეული სამყარო ითვისებს 170 მილიარდ ტონა ნახშირორჟანგს, აზოტს, ფოსფორს, გოგირდს, კალციუმს, კალიუმს და სხვა ელემენტს; წარმოიქმნება დაახლოებით 400 მილიარდი ტონა ორგანული ნივთიერება.

ფოტოსინთეზი გამოხატულია შემდეგი განტოლებით:



ფოტოსინთეზი შეისწავლა რუსმა მეცნიერმა ტიმირიაზევმა. მწვანე ფოთოლს იგი იხილავდა როგორც ერთადერთ ლაბორატორიას, რომლის უჯრედებში ბუნებრივ პირობებში არაორგანული ნივთიერებებიდან (CO_2 და H_2O) წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერება ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) და ჟანგბადი (O_2).

მწვანე მცენარეების ცხოველმოქმედების შედეგად წლების მანძილზე დედამიწის წიაღში დაგროვდა ქვანახშირი, ნავთობი, ტორფი, უდიდესი რაოდენობის ბიომასა. მცენარეებს დიდი მნიშვნელობა აქვთ ნივთიერებათა მიმოქცევაში, ორგანული ნივთიერებების დაშლასა და მინერალიზაციაში.

მცენარეების მნიშვნელობა ადამიანის ცხოვრებაში და სახალხო მეურნეობაში. ადამიანი უხსოვარი დროიდან იყენებდა და დღემდე იყენებს მცენარეებს სხვადასხვა სარგებლობისათვის:

საკვებად, ტანსაცმლისათვის, წამლისათვის, საწვავისათვის და სხვა.

ადამიანი ბუნებაში პოულობდა ახალ სასარგებლო მცენარეებს და შემდეგ გადარჩევისა და სელექციის გზით ქმნიდა სხვადასხვა საუკეთესო კულტურული მცენარეების (მარცვლოვანები, პარკოსნები, ზეთოვანი, ტექნიკური, სამკურნალო და სხვა) ფორმებს და ჯიშებს.

ცნობილი 250 ათასი ყვავილოვანი მცენარიდან 150 000 ადამიანს მოჰყავს, რომელთაგანაც ძირითადი სასოფლო-სამეურნეო კულტურაა. ცნობილია კულტურული მცენარეების ათასობით ძვირფასი ჯიშები: კარტოფილის – 2000 ჯიში, ხორბლის – 3000 ჯიში, ვახის 500 ჯიში, საქართველოში – 600 ჯიში. სხვადასხვა სამკურნალო მცენარეებისაგან ამზადებენ ანტიბიოტიკებს, ვიტამინებს, რომელიც აუცილებელია ორგანიზმის ნორმალური ცხოველმოქმედებისათვის.

მცენარეები გამოყენებულია სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში.

ბოტანიკის დარგები. ბოტანიკა აერთიანებს რამოდენიმე დისციპლინას, რომლებიც ყოველმხრივ შეისწავლიან მცენარეთა ორგანიზმებს.

ძირითადი დისციპლინებია: მცენარეთა ანატომია, მორფოლოგია, ფიზიოლოგია, ეკოლოგია, სისტემატიკა, გეოგრაფია, ფიტოცენოლოგია, პალეობოტანიკა, გენეტიკა.

მორფოლოგია: ყველაზე დიდი და ადრე ჩამოყალიბებული დარგია. იგი შეისწავლის მცენარეთა ორგანოების (ფესვის, ღეროს, ფოთლის, ყვავილის, თესლის და ნაყოფის) გარეგან აგებულებას. მათი ჩასახვას და განვითარებას ანუ *ონტოგენეზს* (თესლის გაღივებიდან თესლის

ჩასახვამდე) და ფილოგენეზს (ისტორიული განვითარების მსვლელობას).

მცენარეთა ანატომია: სწავლობს მცენარეთა შინაგან სტრუქტურას. ამ დარგის განვითარების პროცესში გამოცალკავდნენ სპეციალიზებული მეცნიერებანი: ციტოლოგია – რომელიც სწავლობს უჯრედის აგებულებას, გამრავლებას, სასიცოცხლო ფუნქციას და განვითარების კანონზომიერებას; ემბრიოლოგია – მეცნიერება ჩანასახის განვითარებისა და აგებულების კანონზომიერებათა შესახებ.

ხისტემატიკა: არის, ერთ-ერთი ფუნდამენტალური ბიოლოგიური დისციპლინა, რომლის ამოცანაა შეისწავლოს მცენარეთა განმასხვავებელი ნიშნები და ტაქსონომიური ერთეულის (გვარი, ოჯახები, რიგი, კლასები და ტიპი) მიხედვით მოახდინოს მცენარეების კლასიფიკაცია.

ფიზიოლოგია: სწავლობს მცენარეთა სასიცოცხლო პროცესებს – კვებას, სუნთქვას, ზრდასა და განვითარებას.

ეკოლოგია: ამ დარგის ამოცანაა შეისწავლოს მცენარის ურთიერთკავშირი გარემო პირობებთან. მცენარეთა ეკოლოგიის შესწავლას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს სოფლის მეურნეობაში.

მცენარეთა გეოგრაფია: ამ დარგის ამოცანაა შეისწავლოს მცენარეთა გავრცელება ანუ არეალი დედამიწაზე.

პალეობოტანიკა: სწავლობს წარსულ გეოლოგიურ პერიოდებში მცხოვრებ ნამარხ მცენარეებს.

ბოტანიკის როლი აგრონომიაში. ბოტანიკას, როგორც მეცნიერებას მცენარეების შესახებ,

პირდაპირი კავშირი აქვს სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგებთან, განსაკუთრებით კი *აგრონომიასთან და მიწათმოქმედებასთან.*

სხვადასხვა კულტურების მოსავლიანობა დაკავშირებულია აგრონომის სწორ მუშაობასთან. თუ აგრონომს ეცოდინება მცენარის მორფოლოგიური და ბიოლოგიური თავისებურება, მათი მოთხოვნილება გარემო პირობებისადმი, იგი შეუქმნის მცენარეს ზრდისა და განვითარებისათვის ოპტიმალურ პირობებს და ამით გაზრდის სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მოსავლიანობას.

აგრონომს უნდა ახსოვდეს, რომ მცენარე არის ძალიან რთული ცოცხალი ორგანიზმი, რომლის სასიცოცხლო პროცესების ცვალებადობა დაკავშირებულია გარემო პირობების ცვალებადობასთან.

აგრონომმა უნდა იცოდეს მცენარის ზრდა-განვითარების რთული აგებულების თავისებურებანი.

ბოტანიკა თეორიული მეცნიერებაა, რომლის ბაზაზე აგებულია ნებისმიერი აგრონომიული მუშაკის პრაქტიკული მოღვაწეობა.

აგრონომისა და ბოტანიკოსის მიზანი ერთია – რაც შეიძლება სრულად იქნეს გამოყენებული მცენარე ადამიანის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად.

თავი I. უჯრედი, მისი აგებულება და ფუნქციები

1.1. უჯრედი - Cell

ცნობილი ამერიკელი ციტოლოგების ა. ლევისა და ფ. სიკევიცის განმარტებით, 'უჯრედი არის აქტიური ბიოლოგიური ერთეული, რომელიც

შემოსაზღვრულია ნახევრადგამტარი მემბრანით და აქვს თვითწარმოქმნის უნარი“. უჯრედში მიმდინარეობს ძირითადი სასიცოცხლო პროცესები, როგორიცაა: კვება, სუნთქვა, ზრდა, გამრავლება. მას ახასიათებს განუწყვეტლივი ნივთიერებათა ცვლის პროცესი.

მეცნიერებას, რომელიც სწავლობს უჯრედის მიკროსკოპულ და სუბმიკროსკოპულ აგებულებას და მის სასიცოცხლო ქმედებებს, ციტოლოგია ეწოდება.

სიტყვა ‘ციტოლოგია“ ბერძნულია და ნიშნავს: ‘ციტო“-უჯრედი, ‘ლოგოს“- სწავლება, მოძღვრება.

უჯრედის შესწავლის მოკლე ისტორია. წარმოდგენა უჯრედის შესახებ წარმოიშვა მიკროსკოპის გამოგონების შემდეგ. ეს უდიდესი აღმოჩენა მოხდა 1609 წ. და როგორც ამჟამად ნათლად არის დადასტურებული, ეკუთვნის გალილეო გალილელის. მიკროსკოპი შექმნილი იქნა ერთი წლით ადრე შექმნილი ტელესკოპის ბაზაზე. მიკროსკოპული ტექნიკა სწრაფად იხვეწებოდა და მისი გამოყენება მეცნიერული კვლევისათვის ეკუთვნის ინგლისელ მეცნიერს რ. ჰუკს. ჰუკი იყო ფართო მასშტაბის ფიზიკოსი, ქიმიკოსი და ბოტანიკოსი. 1669 წელს მის მიერ შექმნილ ნაშრომში „მიკროგრაფია“, აღწერილ იქნა რამოდენიმე მცენარის ღეროს მიკროსკოპული აგებულება. მას ეკუთვნის ტერმინი „უჯრედი“. მალევე ჰუკის თანამედროვე, იტალიელი მეცნიერი მალპიგი (1671-1679) და ინგლისელი ნ. გრიუ (1771-1682) საფუძველს უყრიან მეცნიერებას ქსოვილების შესახებ (მცენარეთა ანატომია და პისტოლოგია). ნ. გრიუს ეკუთვნის ტერმინი „ქსოვილი“, რომელიც ნიშნავს „უჯრედთა“ ერთობლიობას.

XVII საუკუნის მესამე პერიოდიდან თითქმის 50 წლის მანძილზე ქვეყნდებოდა ფართო მეცნიერულ-ექსპერიმენტული მასალები ჰოლანდიელი თეოთნასწავლი მეცნიერის ა. ლევენჰუკის მიერ. მის პუბლიკაციებში, განსაკუთრებით კი წიგნში 'ბუნების საიდუმლო' (1696) გადმოცემული იყო მთელი რიგი აღმოჩენების შესახებ ცხოველთა უჯრედების აგებულებაზე, მიკროსკოპულ ერთუჯრედიან წყალმცენარეებზე, ქლოროპლასტებზე, მამრობით გამეტებზე, სისხლის წითელ ბურთულებზე და სხვა.

XVIII საუკუნის მეორე ნახევრის მეცნიერმა ფ. ფონტანმა პირველმა დაინახა და აღწერა (დახატა კიდევ) 1781 წ. უჯრედის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაწილი - ბირთვი, თუმცა მხოლოდ 52 წლის შემდეგ რ. ბრაუნის მიერ ხელახლა აღმოჩენილი უჯრედის ეს აუცილებელი და საჭირო კომპონენტი ფართო განხილვის საგნად იქცა.

1835 წ. გამოქვეყნდა ფ. დიუჟარდენის გამოკვლევები პროტოპლაზმის შესახებ. 1830-39 წლებში ი. პურკინიემ შემოიღო ტერმინი 'პროტოპლაზმა'.

XIX საუკუნის 30-იან წლებში (1839) მ. შლეიდენისა და თ. შვანის მიერ შექმნილ იქნა უჯრედული თეორია. უჯრედული თეორია იქცა საყოველთაო კანონის მოტივად ცოცხალი მატერიის აგებულებისა და განვითარების შესახებ.

1840 წელს ეელეზნოვმა შეისწავლა ბირთვის დაყოფა (ამიტოზი). უჯრედულმა თეორიამ მაშინვე ვერ დაიმსახურა საყოველთაო აღიარება, თუმცა იგი გახდა ციტოლოგიის ინტენსიური განვითარების სტიმული. მოძღვრებას უჯრედული აგებულების შესახებ ფ. ენგელსი თვლიდა, როგორც ერთ-ერთ

უმნი შვნელოვანეს აღმოჩენას სამ
საბუნებისმეტყველო აღმოჩენათა შორის.

უჯრედის გაყოფის (გამრავლების) საიდუმლო
პირველმა დაინახა (1874) რუსმა ბოტანიკოსმა ი.
ნისტიაკოვმა, 1875 წ. ე. სტრასბურგერმა სწორი,
მართებული აღწერა მოგვცა და თავისი
სახელწოდებებიც მისცა გაყოფის სტადიებს.
მიუხედავად ამისა, საავტორო უფლება ამ უდიდესი
აღმოჩენის შესახებ სამართლიანად ეკუთვნის
ცნობილ გერმანელ ციტოლოგს ფლემინგს (1879-
1882). მან პირველმა აჩვენა ყველა სტადიის
თანმიმდევრობა და აგრეთვე თანდათანობითი
გარდაქმნა ქრომოსომებისა ძაფებად. ფლემინგმა
შემოიტანა ხმარებაში ტერმინები: ამიტოზი, მიტოზი,
კარიოკინეზი.

უჯრედის რედუქციული დაყოფა (მეიოზი)
შეისწავლა ბელიაევი 1894 წ. ორმაგი განაყოფირება
ფარულთესლოვან მცენარეებში შეისწავლა ნავაშინმა
1898 წ.

თანამედროვე ელექტრონული მიკროსკოპები
საშუალებას გაძლევს უნატიფესი, უმცირესი
სტრუქტურები გადიდებულ იქნან 100 000-ჯერ და
მეტად თუ სწავრობა მილიონჯერაც კი. თანამედროვე
ტექნიკამ გააფართოვა შემეცნების საზღვრები
არამარტო უჯრედის აგებულებისა, არამედ მისი
ორგანოიდებისა და თვით უჯრედის ფუნქციების
შესახებ.

უჯრედული ფორმები. უჯრედული თეორიის
მიხედვით ორგანული სამყაროს ელემენტარული
ნაწილი არის უჯრედი. ყველა ობიექტს ორგანულ
სამყაროში უჯრედული აგებულება აქვს. ცოცხალმა
სამყარომ არსებობა დაიწყო 3-3,5 მილიარდი წლის

წინ და დღეს იგი მოიცავს შემდეგი სახის ცოცხალ ფორმებს:

1. *უჯრედამდელი ფორმები* – არ გააჩნიათ არც უჯრედული აგებულება და არც გამოყოფილი ორგანოიდები. თანამედროვე წარმოდგენებით აქ შეიძლება შევიტანოთ ვირუსები (დ. იანოვსკი - 1892) და ბაქტერიოფაგები (ნ. გაგელი - 1899). ჩვენამდე მოღწეული ვირუსების სიცოცხლე მარტივია. ვირუსები ცხოვრობენ მხოლოდ ცოცხალ გარემოში. არაცოცხალ გარემოში ისინი მხოლოდ ‘ნივთიერებებს’ წარმოადგენენ და მათი მიკუთვნება ავტოტროფებთან შეუძლებელია.
2. *ბირთვამდელი ფორმები* – ხასიათდებიან უჯრედული აგებულებით, მაგრამ არ გააჩნიათ დიფერენცირებული ბირთვი. ამიტომ მათი დნმ-ი ციტოპლაზმაში ძევს. აქ შეიძლება გავაერთიანოთ მცენარეთა ორი ტიპი: ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე მცენარეები. მათ კვების შერეული, ორივე ფორმა – ავტოტროფული და ჰეტეროტროფული ახასიათებთ. ბირთვამდელ ფორმებს პროკარიოტებსაც ეძახიან.
3. *ბირთვიანი (ერთუჯრედიანი ეუკარიოტები)* – არიან სრულად ფორმულირებული, როგორც სტრუქტურულად, ისე ფუნქციონალურად. ესენი არიან მწვანე ავტოტროფი მცენარეები, დიატომები, ყვითელ-მწვანე, კვლენასნაირნი, პიროფიტები. ზოგიერთი ჯგუფი აქედან, როგორიცაა კვლენასნაირნი, დგას ორგანული სამყაროს ორ ჯგუფს შორის – მცენარეებსა და ცხოველებს შორის.

4. *მრავალბირთვიანი (არაუჯრედული) ფორმები* – სიცოცხლის განსაკუთრებული ფორმაა, რომელიც თანამედროვე ორგანულ სამყაროში მცირერიცხოვანი სახეობებითაა ცნობილი. აქ შედიან ისეთი მცენარეები, რომელთა სხეული სიგრძით 30-35 სმ-ია და არ გააჩნია უჯრედული აგებულება და ეწოდება გიგანტური. მრავალბირთვიანი უჯრედი. ასეთი მცენარეების ნაწილები წარმოადგენენ რიზოიდების, მხოხავი ღეროს, ფოთლების იმიტაციას. აქ შეიძლება გამოვეყოთ კაულერპა (Caulerpa), ბოტრიდიუმები (Botridium), მიკოფსიდები და სხვა მრავალი.
5. *კოლონიური* – მრავალუჯრედიანი ფორმები. ეს ჯგუფი სიცოცხლის ნაკრები ფორმაა, რომელიც დგას განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე. აქ შედიან: ერთუჯრედიანი ეუკარიოტები, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებული არიან მხოლოდ მექანიკურად და არა ფიზიოლოგიურად. აქ შენარჩუნებულია ცალკეული უჯრედის სრული ავტონომია.
6. *ნამდვილი მრავალუჯრედიანები ანუ ტალოფიტები* – ესენი ცნობილი არიან თავიანთი მრავალფეროვანი სტრუქტურითა და სახეობრივი რიცხვით. აქ შედიან ისეთი მცენარეები, რომელთა ზომა საკმაოდ დიდია, თუმცა მათი სხეული არ არის დიფერენცირებული ნამდვილ ქსოვილებად და ორგანოებად (ფესვად, ღეროდ). თაღუსოვან მცენარეებად არიან ცნობილი წაბლა, წითელი და მწვანე წყალმცენარეები (თუთ-ხარა). მათ სხვანაირად „ბუნების სინჯს“ უწოდებენ.

7. *კორმოფიტები (ორგანოებიანი)* – სიცოცხლის ეს ფორმა ითვლება განვითარების უმაღლეს საფეხურად. დამახასიათებელ ნიშნებად ითვლება ნამდვილი ქსოვილები და დიფერენცირებული მრავალუჯრედოვანი სხეული და ცალკეული ორგანოები, რომლებიც განსხვავებულ ფუნქციებს ასრულებენ, კარგად განვითარებული სასქესო ორგანოები. აქ გაერთიანებული არიან უმაღლესი მცენარეები და წყებუდი რინოფიტებიდან და სხვადასხვანაირებიდან ფარულთესლოვანებით დამთავრებული.

ბოტანიკოსი და ფილოგენეტიკოსი დ. ზეროვი (1972) უჯრედული და შიგაუჯრედული ორგანიზაციის მიხედვით თანამედროვე ცოცხალი სამყაროს შემდეგ სამ სამეფოდ ჰყოფს:

- 1) არაუჯრედული ფორმები – Acytobionta (ვირუსები);
- 2) ბირთვამდებლები – Procaryota ანუ Protocaryota (ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები);
- 3) ნამდვილბირთვიანები – Eukariota.

უჯრედის ფორმები. ერთუჯრედიანებში უჯრედი ასრულებს ყველა სასიცოცხლო ფუნქციას და ფორმით ჩამოჰგავს სფეროს ანდა ელიფსს. მრავალუჯრედოვანებში კი უჯრედების ევოლუცია სპეციფიკურად მიმდინარეობდა. ჩამოყალიბდა სხვადასხვა ფორმის უჯრედი. მაგალითად, ჩანასახის უჯრედებს, რომელთაგანაც ყალიბდებიან ფესვის, ღეროს და ფოთლის უჯრედები, ფორმა თითქმის ერთნაირია – მათ პრიზმის ფორმა აქვთ. თითოეულ უჯრედს აქვს სამი განზომილება: სიმაღლე, სიგრძე და სიგანე. ძირითადად გამოყოფენ სწორკუთხოვანს,

დაკუთხულს, ვარსკვლავისებურს და მომრგვალოს. ყველაზე გავრცელებულია მრავალგრანიანი - 5 გრანიანი, 8 გრანიანი - ექვსკუთხოვანი და ყველა დანარჩენი - ოთხკუთხოვანი. ხანდახან კი უჯრედი ისეთი უცნაური ფორმისაა, რომ გეომეტრიულ განზომილებას არ ექვემდებარება. კალეიდოსკოპური მრავალფეროვნება შეიძლება გამოყოფილ იქნას ორ ძირითად ჯგუფად:

1) *პარენქიმული უჯრედები*, რომლებიც ფორმით უახლოვდებიან მრავალგრანიანებს. პარენქიმული უჯრედები ძირითადად ცოცხალი, თხელგარსიანი უჯრედებია. ამ უჯრედებით არის ამოვსებული მცენარეული ორგანიზმების ორგანოები: ფესვი, ღერო, ფოთოლი, ყვავილი, თესლი, ნაყოფი.

2) *პროზენქიმული უჯრედები*, სადაც სიგრძე რამოდენიმეჯერ აღემატება სიგანეს. პროზენქიმული უჯრედები სქელგარსიანი, ხშირად მკვდარი უჯრედებია, რომლებიც ქმნიან მექანიკურ ქსოვილებს და წარმოადგენენ მცენარეული ორგანიზმის ჩონჩხს.

უჯრედის ზომები. უჯრედის ზომები მრავალფეროვანია, ხშირად იზომება მიკრომეტრებში და ნანომეტრებში. ასე მაგალითად, ფარულთესლოვანებში საშუალო ზომა 10-100 მკმ. გაცილებით მცირე ზომა აქვთ ბაქტერიებს, მაგ. ოპტიკურ მიკროსკოპში ყველაზე დიდი გადიდების შემთხვევაში მათი ზომა მხოლოდ ხილულ წერტილებს წარმოადგენს. შედარებით დიდი პარენქიმული უჯრედები - 1 მმ და მეტი, გვხვდება წვნიან ნაყოფებში და გორგლებში: პომიდორში - *Lycopersicum esculentum*, ლიმონში - *Citrus limon*, კარტოფილში - *Solanum tuberosum* და სხვა.

პარენქიმული უჯრედები კიდევ უფრო დიდი ზომისანი არიან: საფეიქრო სელში – *Linum usitatissimum*– 80 მმ, კანაფში – *Cannabis sativa* - 20-40 მმ სიგრძის; ჭინჭარში – *Urtica dioica*– 65 მმ, რაფში – *Bochmeria rivea* - 200მმ და მეტი, ბამბაში - *Gossypium hirsutum* - 65 მმ. ყველა შემთხვევაში უჯრედის სიგანე მიკროსკოპული რჩება.

უჯრედის აგებულება. საერთო წარმოდგენა უჯრედის აგებულების შესახებ, რომელიც ჩამოყალიბდა XIX საუკუნის ორმოციან წლებში გაბატონებული იყო თითქმის მთელი ასწლეული, რადგან ოპტიკური მიკროსკოპი არ იძლეოდა ციტოპლაზმის შესწავლის საშუალებას. ოპტიკური მიკროსკოპით შესწავლის შემდეგ ჰცენარეულ უჯრედში გამოყოფდნენ 5 ელემენტარულ სტრუქტურას:

- 1) უჯრედული კედელი – გარსი,
- 2) ერთი ან რამდენიმე ვაკუოლი, რომელიც მდებარეობს უჯრედის ცენტრში,
- 3) ციტოპლაზმა – მდებარეობს უჯრედის კედელსა და ვაკუოლებს შორის,
- 4) ბირთვი – მდებარეობს ციტოპლაზმაში,
- 5) პლასტიდები.

ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით უჯრედის აგებულების შესწავლის შემდეგ შესაძლებელია არა მარტო უკვე შესწავლილი სტრუქტურების ნატიფი აგებულების უკეთ დათვალიერება, არამედ მანამდე შეუსწავლელი, ახალი კომპონენტების აღმოჩენაც. კომპონენტები შეიძლება დავყოთ ორ ჯგუფად: 1) ორგანოიდები – ცოცხალი კომპონენტები, რომლებიც ერთობლიობაში ქმნიან პროტოპლასტს და განსაზღვრავენ უჯრედის სიცოცხლეს; 2) პროტოპლასტის ჩანართები –

ორგანოიდების ცხოველმოქმედების (მეტაბოლიზმის) პროდუქტები.

პროტოპლაზმის ორგანოიდებია: - ციტოპლაზმა, ბირთვი, ენდოპლაზმური ბადე, რიბოსომები, გოლჯის აპარატი, მიტოქონდრიები, ვაკუოლი (უჯრედის წვენი), პლასტიდები და სხვადასხვა ჩანართები ანუ ერგასტული ნივთიერებები.

ციტოპლაზმა. ციტოპლაზმა წარმოადგენს რთულ ჰეტეროგენურ სტრუქტურულ კომპლექსს. მას ახასიათებს ყველა ის თვისება, რომელიც იგულისხმება „სიცოცხლის“ წარმოსახვაში: მოძრაობა, ზრდა, კვება, სუნთქვა, გაღიზიანებადობა და გამრავლება. ციტოპლაზმა აუცილებელი „სიცოცხლის სუბსტრატია“ ყველა ცოცხალი მცენარეული უჯრედისათვის. მცენარეული უჯრედის ციტოპლაზმაში მდებარეობენ მუშა ორგანოების მთელი სისტემები. ისინი უმნიშვნელოვანეს ფუნქციებს ასრულებენ: ცილების ბიოსინთეზს (რიბოსომები), ფოტოსინთეზს (ქლოროპლასტები); დისიმილაციას (მიტოქონდრიები); გამოყოფას (გოლჯის აპარატი) და სხვა.

ციტოპლაზმა ანუ პროტოპლაზმა ნახევრადთხევად, უფერულ, ბლანტ, ლაბილურ ნივთიერებას წარმოადგენს. იგი კვერცხის ცილას წააგავს. ელასტიურია, რაც შესაძლებლობას აძლევს გადაიქცეს წვრილ ძაფებად (პლაზმოლეოდესმებად).

ციტოპლაზმის ქიმიური შედგენილობა. ციტოპლაზმის შედგენილობაში მრავალი ქიმიური შენაერთია. ის წარმოადგენს არაერთგვაროვან ქიმიურ ნაერთს, არამედ რთულ, მუდმივად ცვალებად ფიზიკურ-ქიმიურ სისტემას, რომელიც ხასიათდება ტუტე რეაქციით და მაღალი წყლის შემცველობით.

ციტოპლაზმის კომპონენტები ურთიერთმოქმედებენ ერთმანეთში, როგორც უჯრედის შიგნით, ასევე მეზობელი უჯრედების ორგანოიდებთან და ხდება რა ერთი სახის ნივთიერებების შთანთქმა, გამოიყოფა მეორე სახის ნივთიერება და ამის მეშვეობით დამყარებულია ჯამური ქიმიური შედგენილობა ციტოპლაზმაში. მცენარეული უჯრედის ციტოპლაზმა შეიცავს 75-85 % წყალს; 10-20 % ცილას; 2-3 % ლიპიდებს, 1 % არაორგანულ ნივთიერებებს.

ციტოპლაზმის უმნიშვნელოვანეს ორგანულ ნივთიერებებს წარმოადგენენ ცილები, მათ შორის პროტეიდები, რომლებიც აგებული არიან მხოლოდ ამინომჟავებისაგან და შეერთებული არიან არაცილოვანი ბუნების ნივთიერებებთან, როგორიც არიან ლიპიდები, გლიკოგენი და ა.შ. ციტოპლაზმის მშრალი მასის 65-75 %-ს ცილები შეადგენენ.

ციტოპლაზმის ფიზიკური თვისებები. ციტოპლაზმა წარმოადგენს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს უჯრედის კომპონენტს. იგი ხასიათდება პოლიმერული და პოლიელექტროლიტური თავისებურებებით. მეცნიერები ვილსონი (1928) და ვილლი (1968) ციტოპლაზმას ახასიათებდნენ როგორც კოლოიდურ სისტემას. როგორც ყველა კოლოიდი, ციტოპლაზმაც ორი ნაწილისაგან შედგება: ა) დისპერსიული ფაზა ანუ გახსნილი და ბ) დაღერდილი ფაზა. კოლოიდები არსებობენ ზოლის და გელის სახით. სისტემების დახასიათებიდან გამომდინარე - ციტოპლაზმა მიეკუთვნება ჰიდროზოლს, რამდენადაც დისპერსიულ არეს ქმნის წყალი. ციტოპლაზმის ამ ნაწილს *ჰიალოპლაზმა* ეწოდება, ხოლო მარცვლოვანს კი - *გრანულები*. მას შეუძლია გელის მდგომარეობიდან გასვლა წყლის გაცემის ხარჯზე.

ციტოპლაზმის მოძრაობა. ციტოპლაზმის ერთ-ერთ დამახასიათებელ თვისებად ითვლება მოძრაობა. ციტოპლაზმა, რომელიც მუდმივად იმოყოფება ზოლის მდგომარეობაში, ხასიათდება გამუდმებული მოძრაობით. პირველად ციტოპლაზმის მოძრაობა შეამჩნია ბ. კორტიმ (1772), შემდეგ კი ლ. ტრევირანუსმა. საუკეთესო პირობები ციტოპლაზმის მოძრაობისათვის არის სითბო და ჟანგბადი. შეიძლება ხელოვნურად გავაძლიეროთ ციტოპლაზმის მოძრაობა ეთილის სპირტის მოქმედებით. ყველაზე ხშირად ამჩნევენ ციტოპლაზმის *ბრუნვით* (წრიულ ანუ როტაციულ) მოძრაობას. საუკეთესო მაგალითად შეიძლება გამოვიყენოთ წყლის მცენარეები – ვალისნერია – *Vallisneria* ანდა ელოდეა – *Elodea*. ციტოპლაზმის მოძრაობის მეორე სახე არის *ნაკადისებრი* ანუ ბადისებრი. მაგალითისათვის გამოდგება ჭინჭარი – *Urtica*. ამ შემთხვევაში ციტოპლაზმა მოძრაობს ერთი ცენტრიდან სხვადასხვა მიმართულებით და სიჩქარით.

ბრუნვითი მოძრაობა დამახასიათებელია უფრო ხნოვანი, ზრდასრული უჯრედებისათვის, სადაც ცენტრში განლაგებულია ერთი დიდი ზომის ვაკუოლი, რომლის გარშემო წრიულად მოძრაობს ციტოპლაზმა.

ნაკადისებური მოძრაობა მიმდინარეობს უფრო ახალგაზრდა უჯრედებში, სადაც რამოდენიმე პატარა ზომის ვაკუოლია. ამ ვაკუოლების გარშემო მოძრაობისას წარმოიქმნება ჭიმები ანუ ნაკადი. ციტოპლაზმის მოძრაობას დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს. იგი ხელს უწყობს ინტენსიურ ნივთიერებათა ცვლის პროცესებს.

ციტოპლაზმას, გარდა მოძრაობის უნარისა, გააჩნია კიდევ ერთი საგულისხმო თვისება –

შერჩევით ქონვადობა. ამაში იგულისმება, რომ ციტოპლაზმა ადვილად ატარებს, (ე.ი. შეღწევადი) წყალს და ნაკლებად მასში გახსნილ ამა თუ იმ ნივთიერებას. შეღწევადი ქონვადობის თვისებაში ძირითად როლს ასრულებენ ციტოპლაზმის შრეები.

ციტოპლაზმის შრიანობა. ციტოპლაზმის შრიანობა გამოკველულ იქნა ელექტრონული მიკროსკოპის მეშვეობით. გამოირკვა, რომ ციტოპლაზმის შრეები ელემენტარული ლიპოპროტეიდული მემბრანებია. *პლაზმალემა* და *ტონოპლასტი* – ორი პლაზმური მემბრანა, რომლითაც არის დაფარული უჯრედის შიგთავსის ძირითადი მასა – *მეზოპლაზმა*. მემბრანა – ეს არის ძალიან თხელი, ნატიფი სტრუქტურა, რომელზეც შედგება სწორად ორიენტირებული მოლეკულებისაგან. პლაზმალემის სისქე მერყეობს 7,5-დან 9,5 ნანომეტრამდე. ეს არის ელემენტარული მემბრანა, რომელიც შედგება ორი გაუმჭირვალე გარეგანი მონომოლეკულური ცილის ფენისაგან და ერთი ნათელი ბიმოლეკულური ლიპიდის ფენისაგან. პლაზმალემა გამოყოფს მეზოპლაზმას უჯრედის კედლისაგან. ტონოპლასტი გამოყოფს მეზოპლაზმას ვაკუოლის წვეთისაგან. ორივე მემბრანას მსგავსი აგებულება აქვს და ასრულებენ ერთნაირ ფუნქციებს – ისინი ციტოპლაზმის ბარიერები არიან. გარეგანი მემბრანები არეგულირებენ და აკონტროლებენ შემოდწეული ნივთიერებების შედგენილობას და სინქარეს.

ენდოპლაზმური ბადე (რეტიკულუმი). ელექტრონულმა მიკროსკოპულმა გამოკველევებმა ნათელი მოჰფინეს მემბრანების არსებობას არა მარტო ციტოპლაზმის ზედაპირზე, არამედ ციტოპლაზმის შიგნით, ისინი აღმოჩნდნენ უფრო

თხელი ვიდრე მეზოპლაზმაა. მემბრანებით არიან დაფარული დატოტვილი ბადის ურთიერთდაკავშირებული ულტრამიკროსკოპული ბუშტუკები, ცისტერნები, არხები. ყველაფერ ამას ერთობლიობაში ეწოდება ენდოპლაზმური ბადე ანუ ენდოპლაზმური რეტიკულუმი („reticulum” – ბადე). ეს სახელწოდება ხმარებაში შემოიტანა ამერიკელმა მეცნიერმა გ. პალადემ 1945 წ. ენდოპლაზმური ბადის მემბრანის სისქე 80 ნმ-მდეა, სიგანე არხებისა სხვადასხვაა. გრანულარულ ანუ ხორკლიან ენდოპლაზმურ ბადეზე განლაგებული არიან რიბონუკლეიდური ბუნების წვრილი გრანები (15-20 ნმ) – *რიბოსომები*. ენდოპლაზმური ბადე ასრულებს შემდეგ ფუნქციებს: 1) ამყარებს კავშირს ბირთვთან და მეზობელ უჯრედებთან *პლაზმოდექმების* მეშვეობით; 2) შთანთქავს ნივთიერებებს და ახდენს მათ გრანსპორტირებას; 3) მონაწილეობს სინთეზის პროცესში.

ციტოპლაზმის დანარჩენ ნაწილს, რომელიც ენდოპლაზმურ ბადეს არ უკავია და განლაგებული არიან სხვადასხვა ორგანოიდები, ეწოდება *პიალოპლაზმა* ანუ მატრიქსი. მატრიქსის ფუნქციონალური როლი უდიდესია, რაც გამოიხატება ორგანოიდების ურთიერთდამოკიდებულებაში. მატრიქსის გზით ხორციელდება ხსნადი ნივთიერებების დიფუზია, სუბმიკროსკოპული ვაკუოლების გადაადგილება.

რიბოსომები. რიბოსომები უჯრედის მუდმივი და განსაკუთრებით აუცილებელი შემადგენელი ნაწილია. მემბრანის სისტემასთან ერთად რიბოსომები წარმოადგენენ ძირითად კონსტრუქციულ ელემენტს ციტოპლაზმაში. რიბოსომები არიან როგორც უჯრედის

კომპონენტებთან დაკავშირებული ასევე ჰიალოპლაზმაში თავისუფლად გაბნეულნი. ხშირად ისინი შეკრებილი არიან ჯგუფებად, ამ დაჯგუფებულ რიბოსომებს პოლისომები ანუ პოლირიბოსომები ეწოდება.

რიბოსომები აღმოჩენილია აგრეთვე პლასტიდებში, მიტოქონდრიებში და ბირთვში. არის ვარაუდი, რომ ისინი ფორმირდებიან ბირთვაკებში.

რიბოსომების ძირითადი ფუნქცია ეს არის ამინომჟავებიდან ცილის მოლეკულის „შეგროვება“. მათი ფუნქცია ცოცხალი მატერიის თვითწარმოქმნაა. ეს უნიკალური პროცესი ხორციელდება განსაცვიფრებელი სიზუსტითა და სინქარით. დადგენილია, რომ 30 წუთის განმავლობაში მათ შეუძლიათ მრავალი ასეული და ათასეული ცილის მოლეკულის წარმოქმნა, რომლებიც შედიან ბაქტერიის შემადგენლობაში. რიბოსომები აღმოჩენილ იქნა 1955 წ. პალადეს მიერ. ამ ორგანოიდის დიამეტრი 10-15 ნმ-ია. ისინი შეიცავენ ზუსტად ერთი და იმავე რაოდენობის ცილებსა და რიბოსომულ რნმ-ს და ისევე როგორც ჰიალოპლაზმას, არ გააჩნიათ მემბრანული სტრუქტურები. რიბოსომები ასრულებენ ცენტრალურ როლს უჯრედში ცილების სინთეზისათვის. ფუნქციონალურად აქტიურები არიან ის რიბოსომები, რომლებიც დაკავშირებულია ენდოპლაზმურ ბადესთან და ქლოროპლასტებთან.

გოლჯის აპარატი (დიქტიოსომა). ეს მიკროორგანოიდი საერთო სტრუქტურითა და ფუნქციით განსაკუთრებით ახლოსაა ენდოპლაზმური ბადის არხებთან და წარმოდგენილია ელემენტარული მემბრანებით, რომლებიც ყოველთვის გლუვია. ეს სტრუქტურა აღმოჩენილ იქნა 1898 წელს იტალიელი

მეცნიერის გ. გოლჯის მიერ. გოლჯის აპარატი წარმოადგენს დისკოსმაგვარი მემბრანისა და მათთან დაკავშირებული მრავალრიცხოვანი ბუშტუკების გროვებს.

ისინი განლაგებული არიან გრანულარულ ენდოპლაზმურ ბადესა და პლაზმურ მემბრანას შორის. მასში ხდება ცილების პოსტტრანსლაციური მოდიფიცირება, რომელიც საჭიროა გლიოკალიქსის განახლების მიზნით (ცხოველურ უჯრედებში). ენდოპლაზმური ბადის არხებით გოლჯის აპარატში გადაიტანება სინთეზირებული ნივთიერებები, რომლებიც ნაწილობრივ გარდაიქმნება და შეიფუთება მემბრანული ბუშტუკების სახით. შემდგომში ისინი მარაგის სახით არიან უჯრედში ან მონაწილეობენ უჯრედის ნივთიერებათა ცვლაში. გოლჯის აპარატში ხდება ლიზოსომების ფორმირება. გოლჯის აპარატი მონაწილეობს აგრეთვე უჯრედული კედლის კომპონენტების სინთეზსა და სეკრეციაში. გოლჯის აპარატი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ვაკუოლების შექმნაში და უჯრედის კედლის შენებაში ყველა სასიცოცხლო ეტაპზე. დადგენილია, რომ გოლჯის აპარატი მონაწილეობს ტოქსიკური ნივთიერებების იზოლაციაშიც - ისინი ფილტრის როლს ასრულებენ.

მიტოქონდრიები. მიტოქონდრიები აუცილებელი ორგანოიდებია, როგორც მცენარეულ, ასევე ცხოველურ უჯრედებში. მათი ზომა მერყეობს 0,3-დან 1 მკმ-მდე სიგანეში და 2-დან 5 მკმ-მდე სიგრძეში. მათი ფორმაც საკმაოდ მრავალფეროვანია: სფეროსებური, მარცვლისებური, ძაფისებური და სხვა. მიტოქონდრიების შემადგენელი დეტალების ხილვა მხოლოდ ელექტრონულ მიკროსკოპში შეიძლება. მიტოქონდრიები გადაადგილდებიან ციტოპლაზმაში,

ამისათვის ისინი თავს იყრიან ბირთვის ახლოს, ქლოროპლასტებთან ან სხვა ორგანოიდებთან, სადაც სასიცოცხლო პროცესები შედარებით ენერგიულად მიმდინარეობს და დიდია ქანგბადის წნევა. მიტოქონდრიები დაფარული არიან გარსით, რომელიც ორი მემბრანისაგან შედგება – გარეგანი და შინაგანი. გარეგანი მემბრანა გამოყოფს მიტოქონდრიას ძირითადი პლაზმისაგან. შინაგანი მემბრანიდან ცენტრისაკენ მიემართებიან კრისტები – ნაოჭები, რომლებიც ზრდიან სამუშაო ფართობს ფერმენტებისათვის. მემბრანები ერთმანეთისაგან გამოყოფილია ვიწრო – 10 ნმ მანძილით, რომელიც არასტრუქტურული სითხით არის ამოვსებული.

მემბრანის ზედაპირი დაფარულია უმცირესი, სფეროსებრი ნაწილაკებით. მიტოქონდრიები წარმოადგენენ შიგაუჯრედულ ლაბორატორიას, სადაც ხორციელდება სუნთქვის პროცესი. ისინი არიან ქანგვითი და ენერგეტიკული ცენტრები. მათში ხდება საკვები პროდუქტების დაჟანგვა და ქიმიური ენერგიის დაგროვება ადენოზინტრიფოსფორმჟავას სახით.

უჯრედის წვენი და ვაკუოლი. უჯრედის ცხოველმოქმედების ერთ-ერთი პროდუქტი არის უჯრედის წვენი. მისი უმცირესი რაოდენობა ადვილი შესამჩნევია ახალგაზრდა უჯრედშიც კი. უჯრედის ზრდასთან ერთად იზრდება უჯრედის წვენის მოცულობაც. წვენი გროვდება ენდოპლაზმური ბადის არხებში ბუშტუკების სახით, რომელთაც *ვაკუოლები* ეწოდება. უჯრედის წვენი წარმოადგენს მრავალნაირი არაორგანული და ორგანული ნივთიერებების სუსტ ხსნარს, რომელიც სინთეზირდება და გამოიყოფა პროტოპლასტში. წვენში მარაგდება სხვადასხვა სამარაგო ნივთიერებები (აზოტიანი და უაზოტო)

და სტიმულატორები. აქ არიან აგრეთვე ვიტამინები და ფიზიოლოგიურად განურჩეველი ნივთიერებები და მინერალები. უჯრედის წვენი წარმოადგენს სხვადასხვა ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების წყალხსნარს. უჯრედის წვენის ძირითადი ნაწილია წყალი, რომელშიც გახნილია სხვადასხვა ორგანული მჟავები, ნახშირწყლები, პიგმენტები, ცილოვანი და მთრიმლავი ნივთიერებები, ალკალოიდები, გლუკოზიდები და სხვა.

უჯრედის წვენის ქიმიური შედგენილობა დამოკიდებულია მცენარის სახეობაზე, ასაკზე, ნაყოფების მომწიფებასა და გარემო პირობებზე.

უჯრედის ცენტრი ანუ ცენტრიოლები. უმაღლესი მცენარეების უჯრედებში ცენტრიოლები არ არიან. ისინი გვხვდებიან ყველა ცხოველურ და უმდაბლეს მცენარეთა უჯრედებში. ისინი განლაგებული არიან ბირთვის მახლობლად და აგებული არიან ცილა ტუბულინის პოლიმერიზაციის შედეგად წარმოქმნილი ცილინდრული ელემენტებით (მიკრომილაკებით). ცენტრიოლებს აღენიშნებათ გაორმაგების უნარი. პროცესი მიმდინარეობს ბირთვის გაყოფის წინ. ცენტრიოლების ორი ახალი წყვილი მიემართება უჯრედის პოლუსებისაკენ და მიკრომილაკების საშუალებით წარმოქმნის გაყოფის თითისტარას. ამ უკანასკნელის აწყობისას ცენტრიოლები ასრულებენ ორგანიზაციის ცენტრის როლს. ყოველ ცენტრიოლს 1 მკმ-მდე სიგრძე აქვს.

პლასტიდები. ორგანული ბუნების ევოლუციაში ავტოტროფულმა მცენარეებმა შეიძინეს განსაკუთრებული წარმონაქმნები – პლასტიდები. ისინი ფართოდ არიან წარმოდგენილი ყველა მწვანე მცენარეში. სწორედ პლასტიდებთან არის დაკავშირებული პირველადი და მეორადი

ნახშირწყლების სინთეზი. ჯერ კიდევ მე-19 საუკუნის ბოლოს მეცნიერმა ა. შიმპარმა პლასტიდები სამ ჯგუფად დაყო ფერის მიხედვით: 1) უფერული – ლეიკოპლასტები; 2) მწვანე – ქლოროპლასტები; 3) არამწვანე – ქრომოპლასტები, რომლებიც უფრო მეტად მოყვითალო – მოწითალო ფერისა არიან. ეს კლასიფიკაცია შემორჩენილია დღემდე. ნებისმიერი ტიპის პლასტიდები, როგორც წესი, განიცდიან ურთიერთგარდაქმნას. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან არამარტო ფერით, არამედ შინაგანი სტრუქტურითაც. დადგენილია, რომ პლასტიდები წარმოიშობიან უფერული პროპლასტიდისაგან, რომელიც იმყოფება ჩანასახის უჯრედებსა და წარმომშობ ქსოვილებში.

ლეიკოპლასტები. ესენი არიან წვრილი, უფერული პლასტიდები, რომელთაც არასოდეს არა აქვთ მკვეთრად გამოხატული ფორმა. პირველად აღმოჩენილ იქნა 1854 წ. კრიუგერის მიერ. მათი ძირითადი ფუნქცია დაკავშირებულია სამარაგო საკვები ნივთიერებების შექმნასთან. ლეიკოპლასტები განლაგებული არიან მცენარის არამწვანე ნაწილებში, მერისტემულ ქსოვილებში, სპორებში, გამეტებში, თესლებში, გორგლებში, ფესვ-გორგლებში. მცენარეთა სამყაროში უფრო მეტად გავრცელებულია სახამებლის მსგავსი ლეიკოპლასტები – ამილოპლასტები. მათში შექრისაგან ყალიბდება მეორეული სახამებელი. ამილოპლასტები ძირითადად მიწისქვეშა ორგანოებში – ფესვგორგლებში და გორგლებშია, ასევე ღეროში. სახამებლის მარცვლები სწრაფად გროვდებიან და ბოლოს ამილოპლასტი იქცევა სახამებლით. საბოლოოდ სახამებლის მარცვლები ზომით სჭარბობენ ამილოპლასტებს.

ქლოროპლასტები. მწვანე პლასტიდები პირველად აღმოაჩინა კომპარეტმა 1791 წ. ქლოროპლასტები ახორციელებენ ნახშირწყლების პირველად სინთეზს სხივური ენერგიის ხარჯზე ანუ ახდენენ ფოტოსინთეზს. გამომდინარე ამ ფუნქციიდან, ქლოროპლასტები არიან ძირითადად მაფოტოსინთეზებელ ორგანოებსა და ქსოვილებში, რომლებიც მიმართულია სინათლისაკენ: ფოთლებში, ახალგაზრდა ღეროებში, მკვახე ნაყოფებში. ქლოროპლასტებით არის გამოწვეული მცენარის მწვანე ფერი. ხშირად მათ სიცოცხლის ოპტიკურ ფოკუსსაც უწოდებენ. ქლოროპლასტებში სინათლის ენერგია ტრანსფორმირდება ქიმიურ ენერგიად ფოტოსინთეზის საბოლოო პროდუქტებში – ორგანულ ნაერთებში. ქლოროპლასტების ფენომენს უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებდნენ ჩ. დარვინი და კ. ტიმირიაზევი. ქლოროპლასტები გააჩნია ყველა მწვანე მცენარეს დაწყებული წყალმცენარეებით, დამთავრებული ყვავილოვანი მცენარეებით. უმაღლეს მცენარეებში ქლოროპლასტებს თითქმის ერთნაირი მომრგვალო ან ორმხრივამოზნექილი ლინზის ფორმა აქვთ. რაც შეეხება წყალმცენარეების ქლოროპლასტებს, რომელთაც ქრომატოფორები ჰქვია, ისინი განსხვავდებიან როგორც ფორმით, ასევე ზომითაც. ქლოროპლასტების რიცხვი ერთ უჯრედში ერთიდან 36-მდეა. მათი რაოდენობა უჯრედში უკუპროპორციულია მათ ზომასთან. მათი საშუალო სიგრძე უმაღლეს მცენარეებში მერყეობს 3-7 მკმ-მდე, ხოლო სიგანე 1-3 მკმ-მდე. უმაღლესი მცენარეების უჯრედებში ქლოროპლასტები განლაგებული არიან ციტოპლაზმაში უჯრედის კედელთან ისე, რომ ერთი გლუვი მხარე მიმართულია კედლისაკენ. მათი მდებარეობა შეიძლება შეიცვალოს სინათლის

რაოდენობის ხარისხთან მიმართებაში, მისი უკეთ დატყერის გამო. გაბნეული სინათლის დროს განლაგდებიან ზედაპირზე, ხოლო პირდაპირი დასხივების დროს უფრო კედლის გვერდებზე. ცოცხალი ქლოროპლასტი შეიცავს 75 %-მდე წყალს. ქიმიური შედგენილობა ქლოროპლასტისა მშრალ წონაში ასეთია: 50 % ცილები, 33 % ლიპიდები, 5-10 % ქლოროფილი, 1-2 % კაროტინოიდი, მცირედ დნმ და რნმ. ქიმიური სტრუქტურით ქლოროფილი ახლოს არის სისხლის წითელი ბურთულების ჰემინთან. მტკიცებულება ამ მსგავსების შესახებ ეკეთენის რუს ბიოქიმიკოსს, მ. ნენცკოვს. მან გამოყო ჰემინიდან და ქლოროფილიდან ერთნაირი ნივთიერება — ემოპირილი. ქლოროფილი : უმაღლეს ფარულთესლოვან მცენარეებში წარმოიშობა მხოლოდ სინათლეზე. ის მცენარეები, რომლებიც სიბნელეში ცხოვრობენ, ივითარებენ არაბუნებრივად დატოტვილ ფესვებს, ბაცი ყვითელი შეფერილობის არიან, ან საერთოდ უფერულები. მათ ეთიოლირებული მცენარეები ჰქვია. სინათლეზე ისინი ისევე მწვანე ფერს იღებენ. მეცნიერმა მ. ცვეტმა ქლოროფილი დაყო ორ კომპონენტად: ქლოროფილი „ა“ - $C_{55}H_{72}N_4Mg$, და ქლოროფილი „ბ“ - $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$.

ზოგჯერ ბუნებაში გვხვდებიან ისეთი მცენარეებიც, რომელთაც არ გააჩნიათ მწვანედ შეფერილი ფოთლები, მათ ქლოროზიანებს უწოდებენ. ქლოროზის მიზეზი ჯერ კიდევ არ არის საბოლოოდ შესწავლილი. ვარაუდობენ, რომ ამის მიზეზია სინათლის და სითბოს უკმარისობა, საკვებში რკინის სიმცირე, რაც პირდაპირ კავშირშია ქლოროფილის წარმოქმნასთან, როგორც კატალიზატორი. ძირითადად ასეთი მცენარეები დამლაშებულ ნიადაგებზე არიან. ქლოროფილის გარდა „ა“ და „ბ“ - ქლოროპლასტი

შეიცავს კიდევ ორ პიგმენტს მარჯნისფერს - კაროტინს ($C_{40}H_{56}$) და ყვითელს - ქსანტოფილს ($C_{40}H_{56}O_2$).

ქლოროფილი მთავარი მოქმედი საწყისია ფოტოსინთეზის პროცესში, ის შთანთქავს სინათლის ენერგიას და იყენებს ფოტოსინთეზისათვის. ქლოროპლასტებს, ისევე როგორც ყველა პლასტიდს, გააჩნია ორმაგი მემბრანული აგებულება და ციტოპლაზმის გარსთან, რომელსაც შერჩევითი შეღწევადობა ახასიათებს, არეგულირებს ნივთიერებათა ცვლას. მანძილს ქლოროპლასტის ორ მემბრანს შორის, რომელიც 10-30 ნმ-ია, ეწოდება მემბრანული გარსი. ქლოროპლასტის სხეული შედგება უფერული წვრილმარცვლოვანი ჰიდროფილური ცილოვან-ლიპიდური გარსისაგან - სტრომისაგან ანუ მატრიქსისაგან. სტრომა წარმოიშობა ონტოგენეზში პროპლასტიდისაგან და ლამელებსაც ანუ სფეროებსაც უწოდებენ. სფეროები ანუ დისკები ერთმანეთზე ლაგდებიან და წარმოქნიან გრანებს. გრანების ერთობლიობა ერთი მთლიანი სისტემაა. ქლოროფილი და კაროტინოიდი გრანებში არიან განთავსებული. ფოთლების ზრდასთან ერთად ქლოროპლასტებიც იცვლიან სტრუქტურას - წვრილი გრანულებიდან მსხვილ გრანულებამდე. ხანდაზმულ ფოთლებში გრანულები უკვე ცხიმის მსგავსია, რომლებსაც თანდათანობით აღენიშნებათ სტრუქტურის რღვევა და ბოლოს ხდება მათი დეგრადაცია. ქლოროფილის ფუნქციას კოსმოსური მნიშვნელობა აქვს - ეს ფოტოსინთეზია. ფოტოსინთეზის არსი კი მდგომარეობს ორგანული ნაერთების შექმნაში ნახშირორჟანგისა და წყლისაგან, რის შედეგადაც გამოიყოფა თავისუფალი ჟანგბადი. ეს ყველაფერი ხდება სინათლის ენერგიის ხარჯზე.

დღეისათვის მეცნიერებას ჯერ კიდევ არ გააჩნია ამომწურავი დეტალები ამ უნიკალურ პროცესზე, რომელიც მრავალსაფეხურიანია და ორ ძირითად ნაწილად იყოფა: ნაწილი რეაქციების მიმდინარეობს მხოლოდ სინათლეზე (სინათლის ფაზა), ხოლო ნაწილი რეაქციებისათვის სინათლე არ არის აუცილებელი (სიბნელის ფაზა).

ისტორიული ასპექტით დადგენილია, რომ ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებს ქლოროპლასტები ჯერ კიდევ არ აქვთ, მაგრამ ციტოპლაზმის კედლურ შრეში არსებობენ მაფოტოსინთეზებული მემბრანები. მწვანე წყალმცენარეებს უკვე აქვთ ქლოროფილი (ქრომატოფორები) გამოყოფილი მემბრანებით. მართალია წყალმცენარეებს გრანები არ გააჩნიათ, მაგრამ მათ აქვთ პირენოიდები – განსაკუთრებული ორგანოიდები, რომლებიც პიგმენტებს არ შეიცავენ. ესენი არიან სფეროსებური სტრუქტურები სახამებლის მარცვლებით. მათში არ ხდება ფოტოსინთეზი, მაგრამ ხორციელდება შაქრების კონდენსირება უფრო მაღალ პოლიმერულ ნახშირწყლებში – სახამებელსა და გლიკოგენში. ხავსებში და სხვა უმაღლეს სპოროვან მცენარეებში ქლოროპლასტის სტრუქტურულ ელემენტს წარმოადგენს გრანი. სხვა უმაღლეს მცენარეებში ქლოროპლასტის უნივერსალური ფორმა ორმხრივამოხეილი ლინზაა. ეს დაკავშირებულია ქლოროპლასტის აქტიური ზედაპირის გაფართოებასთან ხმელეთის მცენარეებისათვის წყალმცენარეებთან შედარებით.

ქრომოპლასტები. 1837 წელს ი. ბერცელიუსის მიერ პირველად იქნა აღმოჩენილი ისეთი პლასტიდები, რომლებიც შედგებოდნენ კაროტინოიდული ბუნების სხვადასხვანაირი პიგმენტებისაგან. ძირითადი ფერი

ქრომოპლასტებისა ნარინჯისფერი და წითელია. მათ არ შეუძლიათ ფოტოსინთეზის ფუნქციებში მონაწილეობა. ამ პლასტიდებს ქრომოპლასტები უწოდეს. ქრომოპლასტების ფუნქცია თანამედროვე ეტაპზეც კი ბოლომდე არ არის ნათელი. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ისინი ერთგვარი შუქ-ფილტრის როლს ასრულებენ ქლოროპლასტისათვის ფოტოსინთეზის პროცესში. ქრომოპლასტების როლი გვირგვინის ფურცლების შეფერილობაში გარკვეულწილად საგულისხმოა მწერების მოზიდვის თვალსაზრისით. ნათელი ფერების ნაყოფებიც იზიდავენ ფრინველებსა და ცხოველებს, რომლებიც მათი ერთგვარი გამგრძელებლებიც არიან. ქრომოპლასტების როლი ნივთიერებათა ცვლაში არ არის გარკვეული, თუმცა ხანდახან მათში გროვდებიან სახამებლის მარცვლები. დადგენილია, რომ ქრომოპლასტები წარმოადგენენ ადგილს, სადაც ხდება სინთეზი და ლოკალიზაცია მრავალი მცენარეული პიგმენტისა. ქრომოპლასტები ძალიან მრავალფეროვანნი არიან ფორმის მიხედვით: სფეროსებრი, ბურთისებრი, ჩხირისებრი, თითისტარისჭბრი და სხვა.

ხანდახან მათი ფორმა იმდენად უცნაურია, რომ აღწერა ძნელია. ფორმათა მრავალფეროვნება იმით აიხსნება, რომ კაროტინოიდები და თვით პიგმენტი კაროტინი ადვილად კრისტალდება და არღვევს პლასტიდის სტრუქტურას. ზუსტად ეს კრისტალები განსაზღვრავენ ქრომოპლასტის ფორმას. თვითონ ქრომოპლასტები წარმოიშობიან ქლოროპლასტების დეგრადაციის შემდეგ. ცალკეულ შემთხვევაში ისინი წარმოიშობიან ლეიკოპლასტებისგანაც, მაგ. სტაფილოს (*Daucus sativa*) ძირხვევნებში. ქრომოპლასტები ასევე იშვიათად გროვდებიან

ძახველის (*Sorbus aucuparia*) და სხვა მცენარეთა ნაყოფებში. შემოდგომობით ფოთლებში დიდი რაოდენობით გროვდებიან ქრომოპლასტები რაც იწვევს მათ გაყვითლებას. ხანდახან პლასტიდები წარმოიშობიან ამა თუ იმ მცენარის გვირგვინის ფურცლებში და განსაზღვრავენ მათ ფერს, მაგ. ბაიაში (*Ranunculus acer*).

ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტები. ცხოველმოქმედების პროცესების შედეგად უჯრედში გროვდება მრავალი ნაერთი, მათ შორის საკვებიც. ზოგიერთი ნივთიერება იხარჯება მცენარის სხეულის შენებაზე, ზოგიერთი სუნთქვითი, ანუ ენერგეტიკული მასალები გამოიყენება სხვადასხვა სასიცოცხლო პროცესებში. მრავალი ნივთიერების როლი ყოველთვის არ არის ნათელი და სხვადასხვანაირად ხასიათდება. ქიმიური ბუნებით სამარაგო საკვები ნივთიერებები შეიძლება დაიყოს სამ ჯგუფად: ნახშირწყლები, ცხიმები და ცილები.

ნახშირწყლები. პირველი ადგილი განსაკუთრებით დიდი მრავალფეროვნებითა და შეხვედრის სიხშირით – ნახშირწყლებს ეკუთვნის. ნახშირწყლის მოლეკულა შეიცავს ნახშირბადს, წყალბადს და ჟანგბადს. ყოველ ორ ატომ წყალბადზე მოდის ერთი ატომი ჟანგბადი. მაგ. $C_6H_{10}O_5$ – სახამებელი, $C_6H_{12}O_6$ – გლუკოზა და ა.შ. განარჩევენ მარტივ ნახშირწყლებს (საქაროზა), სადაც შედიან მონოსაქარიდები და დისაქარიდები და რთულ ნახშირწყლებს – პოლისაქარიდებს (სახამებელი).

სახამებელი. სახამებელი სამარაგო საკვები ნივთიერებაა. ის წამოიშობა ფოტოსინთეზის შედეგად ქლოროპლასტებში. ახლად წარმოშობილ სახამებელს პირველადი ეწოდება, შემდეგ ხდება მისი ფერმენტული გარდაქმნები - 'გაშაქრება' და შაქრის

ანუ გლუკოზის სახით ისინი ტრანსპორტირდებიან ფოთლებიდან და მცენარის სხვადასხვა ორგანოების შენებას ხმარდებიან, ანდა მარაგის სახით ინახებიან. სამარაგო ანუ მეორად სახამებლად. გარდაქმნა ხდება ლეიკოპლასტებში და განიხილება როგორც მათი ფუნქციების კავშირი.

გლიკოგენი ($C_6H_{10}O_5$)_n. გლიკოგენი გროვდება სამარაგო ნივთიერების სახით უფრო მეტად უქლოროფილო მცენარეებში (ბაქტერიებში, სოკოებში) და აგრეთვე ზოგიერთ ღურჯ-მწვანე წყალმცენარეებში. ფიზიკური თვისებებით გლიკოგენი წარმოადგენს ჰიდროფილურ კოლოიდს და არა მაგარ კონსისტენციას, რითაც განსხვავდება სახამებლისაგან. გლიკოგენი ასევე ფართოდ არის ცნობილი ცხოველურ უჯრედებში.

ინულინი. ინულინი გროვდება უჯრედის წვეთში და წარმოადგენს კოლოიდურ ხსნარს. ინულინი ბევრია მიწისქვეშა ორგანოებში დაახლოებით 12 %-მდე.

ცხიმები. ცხიმები, ცხიმოვანი წვეთები, რომლებიც გვხვან ნახშირწყლებს, გავრცელებულია როგორც სამარაგო საკვები ნივთიერებები. ისინი გვხვდებიან წყალმცენარეებში, შვიტების, ლიკოპოდიუმებისა და გვიმრების სპორებში და აგრეთვე შიშველთესლოვანი და ფარულთესლოვანი მცენარეების თესლებში. ცხიმოვანი წვეთები (ზეთები) მაღალი კალორიულობით ხასიათდებიან. ამის საფუძველზე დიდი ხანია, რაც ხდება გადარჩევა და ევოლუცია თესლებისა და ნაყოფების ყვავილოვან მცენარეებში.

ცილები. სამარაგო ცილები, როგორც ნახშირწყლები, წარმოადგენენ ასიმილაციის მეორად პროდუქტებს. ესენი ჩვეულებრივი უბრალო ცილები

- პროტეინები შექმნილია ამინომჟავების ნაშთებისაგან. უფრო მეტად 'გავრცელებულია ალეირონები - პროტეინები, რომლებიც ფორმირდებიან ვაკუოლების გამოშრობის შედეგად. ალეირონის მარცვლელები განსაზღვრულ სტრუქტურებს და სახამებლის მარცვლების მსგავსად საიმედოდ ემსახურებიან სახეობრივ ნიშანთვისებებს.

უჯრედის კედელი - გარსი. გარსის აგებულების შესახებ უფრო ნათელ წარმოდგენას იძლევა ვეგეტატიური უჯრედების გაყოფის დროს მათზე დაკვირვება. ოპტიკურ მიკროსკოპში კარგად ჩანს, რომ გვიან ანაფაზაში და ტელოფაზაში უჯრედის გაყოფის ცენტრალურ სიბრტყეში, აქრომატული თითისტარას გეომეტრიულ შუაგულში წარმოიშობიან სტრუქტურები - ფარგმოპლასტები. უჯრედის გარსი პროტოპლაზმის ცხოველმოქმედების შედეგია და ძირითადად შედგება ცელულოზისაგან და პექტინოვანი ნივთიერებების მინარევებისაგან. ცელულოზა რთული აგებულებისაა და კოლოიდური ბუნება აქვს.

გარსი წყალში არ იხსნება, მაგრამ წყლისა და წყალში გახსნილი ნივთიერებების გამტარია. გარსებს შორის არსებული პექტინოვანი ნივთიერებებისაგან გარსები ერთმანეთს უკავშირდებიან. პექტინით მდიდარია ახალგაზრდა უჯრედების გარსები. უჯრედის გარსის შედგენილობაში ცელულოზასთან და პექტინებთან ერთად მოიპოვება პემიცელულოზა, რომელიც პოლისაქარიდია და აგებულებით ცელულოზას და სახამებელს უახლოვდება. პემიცელულოზა თესლებში (სიმინდი, პალმები), მერქანსა და კვირტებში გვხვდება. ცელულოზას, რომელსაც უმთავრესად მერქნიდან იღებენ, დიდი გამოყენება აქვს ტექნიკასა

და მრეწველობაში. დამუშავების შედეგად მისგან მიიღება ხელოვნური აბრეშუმი, აგრეთვე ფეთქებადი ნივთიერება - პიროქსილინი, პერგამენტი, საფილტრი და საწერი ქაღალდი. საფეიქრო წარმოებაში გამოყენებული ბამბისა და სელის ბოჭკოები ასევე ცელულოზას წარმოადგენს.

უჯრედის გარსი ზრდის პირველ ხანებში სქელდება ან ოდნავ იწეებს გასქელებას ანუ ხდება სიგრძეზე გაწევა და ცელულოზის შემომატება – ინტუსუსცეპცია. ზრდა, როდესაც პროტოპლაზმის მიერ წარმოქმნილი ახალი ნივთიერებები ძველ ნაწილებს შორის თავსდება. ისეთ მოვლენას, როცა ზრდადასრულებული უჯრედის გარსს შიგნიდან ცელულოზის ახალი ფენები ემატება და გარსი თანდათანობით სქელდება აპოზიცია („მიმატება“) ეწოდება. გარსის გასქელების დროს წარმოიქმნება რამოდენიმე შრე, ხოლო ძველია გარეთა შრე. გარეთა შრეს პირველადი გარსი ეწოდება, მის შიგნით მეორადი შრე ანუ მეორადი გარსია, რასაც უჯრედის გარსის მთავარ ნაწილს უწოდებენ. ყველაზე შიგა ნაწილს მესამეული შრე ანუ, მესამეული გარსი ეწოდება. ე.ი. მეორადი გარსი პირველსა და მესამეულ გარსებს შორის მდებარეობს. გარსს ახასიათებს გარეგანი და შინაგანი გასქელება. პირველად გარსს პროტოპლაზმიდან ახალი შრეები ეფინება მეორადი და მესამეული გარსების სახით. შრეების დაფენა ყველგან არ ხდება მის შინაგან ზედაპირზე, არამედ რჩება გარსის გაუსქელებელი თხელი ადგილები. ამ ადგილებს *ფორები* ეწოდება. ფორებში გამავალი პროტოპლაზმური ძაფების – პლაზმოდესმების საშუალებით მეზობელი უჯრედები ერთმანეთს უკავშირდებიან.

ფორების ფორმა სხვადასხვანაირია, მაგ. პარენქიმული ქსოვილების უჯრედებში მომრგვალო, ხოლო პროზენქიმულ უჯრედებში გრძელი ფორებია, რომლებიც ხშირად უჯრედში ირიბად არიან განლაგებული – ამ შემთხვევაში უჯრედები ირიბად დასერილია. უჯრედის გარსი ზრდისა და განვითარების სხვადასხვა სტადიაში ღრმა ცვლილებებს განიცდის. ეს ცვლილებებია: გახევება ანუ ლიგნიფიკაცია, გაკორპება – სუბერინიზაცია, კუტინიზაცია, გაღორწოება და მინერალიზაცია.

გახევება. უმაღლეს მცენარეებში (ხავსების გარდა) გარსის გახევება მნიშვნელოვანი პროცესია. გახევების შემთხვევაში მისი ცელულოზა ლიგნინით იჟლინდება. ლიგნინი არის რთული ორგანული ნივთიერება და არომატული რიგის ნაერთებს განეკუთვნება. ის შედგება ნახშირბადის, წყალბადისა და ჟანგბადისაგან და ყვითელი ფერის ამორფული ფხვნილია. ის მეტად ზღუდავს გარსის ელასტიურობას, სამაგიეროდ აძლიერებს მის სიმგრეს, სიმკვრივეს. ხე და ბუჩქი მცენარეების მერქნის უჯრედები გახევებულია და ამიტომ მათ ფართოდ იყენებენ სამშენებლო და საავეჯო მრეწველობაში.

გაკორპება. ამ პროცესს იწვევს გარსის განსაკუთრებული ნივთიერებით – სუბერინით (‘სუბერ’ – კორპი) გაუღენთვა. სუბერინი ცხიმოვანი ნივთიერებების ნარევაა. გაკორპებული გარსი წყალსა და ჰაერს არ ატარებს. გაკორპება ცელულოზის ქიმიური ცვლილებების შედეგია. გარსის სრულმა გაკორპებამ შეიძლება უჯრედის სიკვდილი გამოიწვიოს. სუბერინით გაუღენთილი უჯრედებისაგან შედგება კორპის მუხის (*Quercus suber*)

განვითარებული კორპის სქელი ფენა. მას ფართოდ იყენებენ მრეწველობაში.

კუტინიზაცია. უჯრედის გარსის ზედაპირზე ხშირად გამოიყოფა ცხიმისმაგვარი ნივთიერება, რომელსაც კუტინი ეწოდება, ხოლო ამ მოვლენას კუტინიზაცია („კუტის“ – კანი). კუტინიზებული გარსი არ ატარებს არც წყალს და არც ჰაერს. კუტინიზაციას განიცდის მეტწილად ფოთლის და ყლორტის კანი. კუტინის შრეს, რომელიც ორგანოს გარედან ეკვრის – კუტიკულა ეწოდება. კუტიკულით გაუღენთილი უჯრედებით დაფარვის გამო მცენარე ნაკლებ წყალს კარგავს და უარყოფითი ფაქტორებისაგან შედარებით დაზღვეულია.

გალორწოვნება. გალორწოვნების დროს გარსიდან გამოიყოფა ე.წ. გუმფისი, რასაც გარსის ცელულოზა და პექტინოვანი ნივთიერებების ქიმიური ცვლილებები იწვევენ. ლორწოსა და გუმფისის ქიმიური ბუნება არაა ზუსტად ცნობილი. გუმფისი მიეკუთვნება ბენინების ტიპის პემიცელულოზას. გალორწოიანება გამოწვეულია მცენარის გარემო პირობებით, რაც მრავალი მაგალითით დასტურდება. მაგ. სელისა და კომშის თესვები დასველების დროს ლორწოს გამოყოფენ. ეს ლორწო წებოვნების გამო ამაგრებს თესვს ტენიან ადგილზე ნიადაგში, რითაც ხელს უწყობს თესვს წყლის შეწოვაში. უდაბნოების ზოგიერთი მცენარის ფოთლის კანის უჯრედიდან გამოყოფილი ლორწო მცენარეს იცავს ზედმეტი აორთქლებისაგან. მცენარის პათოლოგიური მოვლენების (ბაქტერიებისა და სოკოების მოქმედებით) დროს უჯრედი ლორწოს გამოყოფენ, როგორც საბურველის წყლის დასახოვად.

მინერალიზაცია. სხვადასხვა მცენარის უჯრედის გარსი მინერალური მარილებით –

კაუოვანას და კალციუმის მარილებით არის გაჯენილი. გარსში მარილები ამორფული ან კრისტალური ფორმის არიან. სილიციუმმაჟავით მდიდარია შვიტების, მარცვლოვნების და სხვა ზოგიერთი მცენარის ღეროსა და ფოთლების უჯრედების გარსები. განსაკუთრებით აღსანიშნავია კაუიანი წყალმცენარეები (Diatomae). კალციუმის მარილების მსუსხავი ბეწვი უჯრედებსა და ფოთლის რბილობში გვხვდება, მათ ცისტოლოგიები ეწოდება. 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 სავალეები ეწოდება.

უჯრედის გარსი ანუ უჯრედის კედელი განსაკუთრებით მნიშვნელოვან როლს ასრულებს: ის წარმოადგენს გარეგან ჩონჩხს, დამცავ გარსს, უზრუნველყოფს ტურგორს. უჯრედის გარსის გავლით უჯრედში შედის წყალი, მარილები, ბევრი ორგანული ნივთიერების მოლეკულები – ანუ გარსის საშუალებით დამყარებულია კაეშირი (ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა) უჯრედსა და გარემოს შორის (ერთუჯრედიანებში) და ქსოვილებსა და გარემოს შორის (მრავალუჯრედიანებში), რაც ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა სიცოცხლისათვის.

12. ბირთვი – NUCLEUS

უჯრედის უმთავრესი ორგანოიდი არის ბირთვი. იგი არ გააჩნიათ მხოლოდ ღურჯ-მწვანე წყალმცენარეებს, ბაქტერიებს და ვირუსებს, რომელთაც მხოლოდ ბირთვული ნაერთი ნუკლეოპროტეიდები აქვთ.

ბირთვი აღმოჩენილ იქნა რობერტ ბრაუნის მიერ 1831 წ. იგი ფორმითა და ზომით მრავალფეროვანია, თუმცა უფრო ხშირად სფეროსებრია. ონტოგენეზში ცალკეულად აღებულ უჯრედებში იცვლება ბირთვის ადგილმდებარეობაც, ფორმაც და ზომაც. მცენარის სხვადასხვა ორგანოებში და ასევე სხვადასხვა სპეციალიზებულ ქსოვილებში არსებობს თავისებური შესატყვისობა მთლიან პროტოპლასტსა და ბირთვს შორის. ამ მოვლენის დარღვევისთანავე იწყება უჯრედის დაყოფა ანდა მათი კვდომა. ბირთვის საშუალო დიამეტრი ფარულთესლოვანი მცენარეების ვეგეტატიური ორგანოების უჯრედებში 1-2 მკმ-ია შედარებით უფრო დიდი ბირთვი აქვთ მწვანე წყალმცენარეებს – ხარასებრთა (*Characeae*) ოჯახის მცენარეებს 2,5 მკმ-მდე, უფრო დიდი ბირთვი გაჩნიათ შიშველთესლოვან მცენარეებს, კერძოდ ციკასის (*Cycas*) ბირთვი 0,5-0,6 მმ. ჩვეულებრივად უჯრედში ერთი ბირთვია, სოკოების უჯრედში ორი, ზოგიერთი წყალმცენარის ან უმდაბლესი სოკოს უჯრედებში მრავალი.

ბირთვზე მდებარეობს ციტოპლაზმის ეველაზე ცხოველუნარიან ადგილზე – ცენტრში, სადაც იგი ჩვეულებრივად გარშემორტყმულია მიტოქონდრიებით. ტრავმირებული უჯრედული კედლის პირობებში ბირთვი გადაადგილდება დაზიანების ადგილისაკენ და შეხორცება (აღდგენა) უფრო სწრაფად მიმდინარეობს. ფიზიკო-ქიმიური შენების მიხედვით ბირთვი წარმოადგენს ჰიდროფილურ კოლოიდს ბადისებური სტრუქტურით. ოპტიკურ მიკროსკოპში ბირთვი ელასტიურ ბუშტუკს ჰგავს, რომელიც დაფარულია ძალიან თხელი გარსით, რომლის შიგნით მოჩანს 1-3 ანდა მეტი ბირთვაკი.

ბირთვში განასხვავებენ შემდეგ კომპონენტებს:
1) ბირთვის გარსი; 2) ბირთვის წვენი (კარიოლიმფა);
3) ქრომატინული სტრუქტურები (ქრომოსომები); 4)
ერთი ანდა მრავალი ბირთვაკი.

ქიმიური შედგენილობა. ბირთვის ძირითადი
საშენი მასალა არის რთული ცილები, პროტეიდების
სახელწოდებით. ძირითადი ცილების შემცველობა
(რომელთაც შეუძლიათ მჟავებთან შეერთება) – 22,6%,
დანარჩენი ცილების – 51,3%, დნმ-ი – 14%, რნმ-ი –
12,1%. ბირთვში არის აგრეთვე ლიპიდები, წყალი,
იონები: Ca^{2+} და Mg^{2+} .

პირველ ხარისხოვანი როლი ენიჭება
ნუკლეოპროტეიდებს – ცილებისა და ნუკლეინის
მჟავების ნაერთს. ნუკლეინის მჟავები შედგებიან
ნუკლეოპროტეიდებისაგან და თითოეულ მათგანში
სამი ქიმიური კომპონენტი: აზოტოვანი ფუძის ნაშთი,
ნახშირწყალი (რიბოზა ან დეზოქსირიბოზა) და
ფოსფორმჟავა. აზოტოვანი ფუძეებია: ადენინი, გუანინი
(პურინის ჯგუფიდან) და თიმინი, ურაცილი და
ციტოზინი (პირამიდინის ჯგუფიდან). ბირთვში (და
ციტოპლაზმაშიც) გვხვდება ნუკლეინის მჟავების ორი
ჯგუფი – დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავა – დნმ-ი
და რიბონუკლეინის მჟავა – რნმ-ი. ეს მჟავები ძალიან
პგვანან ერთმანეთს. დნმ-ი განსხვავებით რნმ-გან,
რიბოზის ნაცვლად შეიცავს დეზოქსირიბოზას და
ურაცილის მაგივრად – თიმინს.

ქიმიური და რენდგენული ანალიზის შედეგად
განსაზღვრულია დნმ-ის მოლეკულის შინაგანი
აგებულება და წარმოდგენილია მოდელის სახით.
ეს არის უდიდესი აღმოჩენა ბუნებისმეტყველებაში,
რამაც საშუალება მისცა მეცნიერებს ამოეხსნათ
მემკვიდრული მექანიზმი, მოლეკულების

რედუქლიკაცია (თვითგაორმაგება), ბიოსინთეზის რეაქციები, სხვადასხვა სახის ბირთვის გაყოფა.

დნმ-ს გააჩნია ნუკლეოტიდების ორმაგი სპირალი. ეს სპირალები დაკავშირებულია ერთმანეთთან აზოტოვანი ბმებით. თუ გავყოფთ დნმ-ის ორმაგ სპირალს ორ ნაწილად და მოვათავსებთ საკვებ არეზე, სადაც არსებობენ აუცილებელი ნუკლეოტიდები და ფერმენტები, დავინახავთ, რომ თითოეული დაცალეხული სპირალი აღადგენს მეორე ნახევარს, ამასთან აღდგენილი სპირალი იქნება დაშორებულის ზუსტი ასლი. სხვა შემთხვევაში დაირღვევა ქიმიური შენების ძირითადი პრინციპი. ამაში მდგომარეობს განსაკუთრებული უნიკალური თვითგაორმაგების ანუ რედუქლიკაციის უნარი დნმ-ას მოლეკულაში.

დნმ-ი წარმოადგენს მაგრიცას, რომელზეც სინთეზირდება ყველა სახის ნუკლეინის მჟავა: ინფორმაციული, რიბოსომული, ტრანსპორტული.

დნმ-ის მოლეკულის ნაწილს, რომელიც ატარებს ინფორმაციას ერთი გარკვეული ცილის პირველადი სტრუქტურის შესახებ, *გენი* ეწოდება.

ბირთვის გარსი. ბირთვის გარსს გააჩნია სუბმიკროსკოპული სტრუქტურა. ის შედგება ორი მემბრანისაგან, რომელთა შორის არსებული სივრცე ამოვსებულია სითხით, რომელიც ენდოპლაზმური ბადის არხების ჰომოლოგიურია. გარსის სისქე 60-80 ნმ-ია. გარე მემბრანა კონტაქტს ამყარებს ენდოპლაზმურ ბადესთან. შიგა მემბრანის ზედაპირი დაფარულია გრანულებით – რიბოსომებით, ისევე როგორც ენდოპლაზმური ბადის ზედაპირი. მაშასადამე, შეიძლება ვიღაპარაკოთ იმ უწყვეტ კავშირზე, რომელიც არსებობს ციტოპლაზმასა და ბირთვს შორის. ბირთვის გარსზე შეინიშნება

მკვეთრად გამოხატული მილაკები – ფორები, 20-30 ნმ-მდე დიამეტრის, მათი აგებულება ჯერ კიდევ მთლიანად არ არის გამოკვლეული.

ქრომოსომები. ქრომოსომები ეწოდება ძაფისებურ სტრუქტურებს, რომლებიც კარგად ჩანან ოპტიკურ მიკროსკოპში მიტოზის დროს. ყველა სახეობის უჯრედში ქრომოსომების რიცხვი განსაზღვრულია. სხეულის (სომატური) უჯრედებში ქრომოსომების რიცხვი დიპლოიდურია (ორმაგია). სასქესო უჯრედებში კი ყოველთვის ჰაპლოიდური (ერთმაგი). ორმაგი რიცხვი აღინიშნება – „2n“, ჰაპლოიდური - „n“. ჰაპლოიდურ კომპლექტში ქრომოსომების ზომა და ფორმა განსხვავებულია, ხოლო დიპლოიდურ კომპლექტში, რომელიც მიიღება ჰაპლოიდური უჯრედების შერწყმით, თითოეულ ქრომოსომას შეესაბამება თავისი წყვილი ქრომოსომა ერთნაირი ფორმითა და ზომით.

ქრომოსომა სრული განვითარების დროს ორი ნახევრისაგან ანუ ქრომატიდისაგან შედგება, ხოლო თვითონ ქრომატიდი ასევე ორი წყვილი ძაფისაგან – ქრომონემისაგან. ქრომონემა შეიცავს დნმ-ს. ქრომოსომა და დნმ-ი ერთმანეთში სპირალს ქმნიან. მჭიდროდ გადახლართულ ნაწილებს სპირალში ქრომომერა ეწოდება. ქრომოსომები ორი არათანაბარი ნაწილისაგან შედგება, მას გააჩნია დიდი და შედარებით პატარა, მოხრილი ნაწილი, მათი შეერთების ადგილს პირველადი სარტყელი ეწოდება ანუ *ცენტრომერი*. ხანდახან ქრომოსომას აქვს მეორადი სარტყელიც, რომელიც გამოყოფს ქრომოსომას პატარა ფრაგმენტისაგან – თანამგზავრისაგან. მეორეული სარტყელი არის ის ადგილი, სადაც წარმოიშობიან ბირთვაკები მიტოზის დამთავრების დროს. ქრომოსომების შინაგანი

აგებულება იცვლება უჯრედის განვითარების ციკლში – მიტოზის ციკლში. მათი ფუნქციაა სპეციფიკური ნუკლეინის მჟავების სინთეზი, რომლებიც თავის მხრივ ახდენენ სპეციფიკური ცილების სინთეზს. მიტოზის დროს ქრომოსომები ზუსტად ანაწილდებიან მემკვიდრულ აპარატს ცოცხალი ორგანიზმების შვილეულ თაობებში.

ბირთვაკები. ბირთვაკები ბირთვის მუდმივი კომპონენტები არიან. მათი ფორმა და ზომა მეტნაკლებად მუდმივია. ბირთვაკებზე გრანები არ აღინიშნება, არ გააჩნიათ არც მემბრანები და იმყოფებიან უშუალო კონტაქტში კარიოლიმფასთან. მათი ქიმიური აგებულება ასეთია: რიბონუკლეოპროტეინები, ლიპოპროტეიდები, ფოსფორპროტეიდები. ცილების შემცველობა მათში უფრო მაღალია, ვიდრე ციტოპლაზმასა და ბირთვში. ბირთვაკები ადვილად შეიმჩნევიან ინტერფაზაში, ხოლო ბირთვის გაყოფის დროს ქრებიან. გაყოფის ბოლოს კვლავ ფორმირდებიან ქრომოსომებში – მეორეულ სარტყელში.

ბირთვაკების სუბმოლეკულური სტრუქტურა უნიკალურია. ისინი შედგებიან ნუკლეოლომის – ძაფებისაგან, რომლებიც უსტრუქტურო ამორფულ მატრიქსს ქმნიან. თითოეული ძაფი ძაფისებურ მძივს მოგვაგონებს 11-15 ნმ დიამეტრით და შეიცავს რიბონუკლეინის მჟავას. ხანდახან ძაფისებური სტრუქტურები არ აღინიშნებიან და გრანულები თავისუფლად არიან გაფანტული მატრიქსში.

ბირთვაკების გენეტიკური ფუნქციებია: მონაწილეობა რიბოსომული რნმ-ის სინთეზში, ცილების სინთეზში, რიბოსომების წარმოქმნაში, რომლებიც შემდეგ ბირთვიდან ციტოპლაზმაში გადაადგილდებიან.

ბირთვის წვენი ანუ მატრიქსი (კარიოლიმფა). ეს არის უსტრუქტურო, მრავალფეროვანი კონსისტენციის მასა, რომელიც სუბმიკროსკოპულად ახლოს არის ციტოპლაზმასთან. ჩვეულებრივად ბირთვის წვენი შედგება მარტივი, ხსნადი ცილებისაგან, აგრეთვე ნუკლეოპროტეიდებისაგან და გლიკოპროტეიდებისაგან. მასში იმყოფება ბირთვის ფერმენტების ძირითადი ნაწილი: ანაერობული სუნთქვის ფაზა, რომელიც დაკავშირებულია ატფ-ის სინთეზთან, ცილოვან და ამინომჟავურ ცვლილებებთან. ძირითადი ფუნქცია კი არის ბირთვის სტრუქტურების ურთიერთკავშირის განხორციელება.

ბირთვის ფუნქცია. დიდი ზნის წინ ჩამოყალიბდა წარმოდგენა ბირთვის როლის შესახებ უჯრედის გაყოფის პროცესში – ძირითადად ქრომოსომების ჩამოყალიბებაში. მაგრამ მნიშვნელოვანი დეტალები მისი ორგანოების მემკვიდრული აპარატის გადაცემაში მონაწილეობის შესახებ, ნათელი გახდა მას შემდეგ, რაც შეისწავლეს დნმ-ის სტრუქტურა. ამ აღმოჩენის შემდეგ ადვილად აიხსნება ქრომოსომული რიცხვის მუდმივობა თითოეული სახეობის მცენარეში და ცხოველში. მაგ. ერთმარცვალა ხორბალში – *Triticum monococum* – $2n=14$, მაგარ ხორბალში – *Triticum durum* – $2n=28$, რბილ ხორბალში – *Triticum aestivum* – $2n=42$.

ჩატარებული ექსპერიმენტების შემდეგ ჩამოყალიბებულმა აზრმა ნათელი მოკვინა ბირთვის უმნიშვნელოვანეს როლს უჯრედის სიცოცხლეში, თუმცა მას ფუნქციონირება შეუძლია მხოლოდ ციტოპლაზმასთან ერთობლიობაში, მისგან განუყოფლად.

საბოლოოდ შეიძლება დავასკვნათ, რომ ბირთვი არეგულირებს უჯრედის განვითარების პროცესს, მონაწილობს მიტოქონდრიების, პლასტიდების, ენდოპლაზმური ბადის ჩამოყალიბებაში.

1.3. უჯრედის გაყოფა (გამრავლება)

უჯრედის გამრავლება ერთუჯრედიანებში და უჯრედის რიცხვის გადიდება მრავალუჯრედიანებში უჯრედის გაყოფის გზით ხორციელდება. გაყოფის მიზეზი მრავალია: 1) როდესაც ირღვევა ნორმალური ნივთიერებათა ცვლა ბირთვისა და ციტოპლაზმას შორის; 2) როდესაც ფართობი და უჯრედის მოცულობა აღარ შეესაბამებიან ერთმანეთს; 3) სხვადასხვა სტიმულატორების მოქმედება, პორმონებისა და მარილების, ე.ი. ხდება უჯრედის დაშლა.

გაყოფის მთავარი პირობაა უჯრედის მომზადება ამ პროცესისათვის, აუცილებელი ცილების, ნუკლეინის მჟავებისა და ენერგეტიკული მასალების დაგროვება. უჯრედის გაყოფას ყოველთვის წინ უსწრებს ბირთვის გაყოფა ანუ კარიოკინეზი. გამოყოფილია უჯრედის გაყოფის სამი ფორმა: 1) ამიტოზი — პირდაპირი გაყოფა; 2) მიტოზი ანუ ეკვატორი გაყოფა — არაპირდაპირი; 3) მეიოზი — რედუქციული გაყოფა.

ამიტოზი. უჯრედის გაყოფის ეს წესი პირველად აღწერილი იქნა ნ. ემელენოვის მიერ 1840 წ. ამიტოზის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ ბირთვი და შემდეგ ციტოპლაზმის შემადგენლობა იყოფა ორ შეილევულ უჯრედად ყოველგვარი წინასწარი ცვლილებების გარეშე არათუ ორგანოებისა, არამედ თვით ბირთვისაც კი. ოპტიკურ

მიკროსკოპში გაყოფის დროს ქრომოსომები არ ჩანან, ბირთვი იყოფა ორ ან მეტ ნაწილად – ბირთვის გარსის წინასწარი განლევის გარეშე. არ აღინიშნება არც აქრომატინის თითისტარას ძაფები, რაც ასე დამახასიათებელია გაყოფის სხვა ფორმებისათვის. ბირთვის გადაზონვრას თან მოჰყვება ციტოპლაზმის დაყოფაც. ბირთვის მრავალ ნაწილად დაყოფას ასევე თან სდევს მრავალბირთვიანი უჯრედის წარმოქმნა.

ამიტოვის დროს არ ხდება ბირთვის ნივთიერებების თანაბარი გადანაწილება შვილეულ უჯრედებში, ე.ი. არ არის უზრუნველყოფილი მათი ბიოლოგიური სრულფასოვნება. თუმცა, უნდა აღინიშნოს, რომ წარმოქმნილი უჯრედები არ კარგავენ არც თავიანთ სტრუქტურულ ორგანიზაციას, არც სპეციალიზებული უჯრედების ცხოველმოქმედებას. დიდი ხნის მანძილზე მეცნიერებაში ბატონობდა აზრი, რომ ამიტოვი არის პათოლოგიური მოვლენა, რომელიც ხანდაზმულ ან ავადმყოფ უჯრედებს ახასიათებთ. მეცნიერულმა კვლევებმა აჩვენეს, რომ ამიტოვი დამახასიათებელია ახალგაზრდა, სრულიად ჯანმრთელი უჯრედებისათვისაც. მაგ. ხახვის – *Allium cepa* – ფესვის უჯრედებისათვის. საბოლოოდ შეიძლება დავასკვნათ, რომ ამიტოვით მრავალდებიან ძლიერად დიფერენცირებული და შედარებით ხანდაზმული უჯრედები.

მიტოზი. ორგანული ბუნების განვითარების ყველა ეტაპზე, უჯრედის გაყოფის ყველაზე გავრცელებული ფორმაა მიტოზი – სომატური უჯრედების გამრავლება. მიტოზი უნივერსალურია, არამარტო მცენარეთა და ცხოველთა ეპეგეტიური უჯრედებისათვის, არამედ გარკვეულ ეტაპზე სასქესო უჯრედებისათვისაც. მიტოზის დროს გაყოფას წინ

უსწრებს ღრმა ცვლილებები, როგორც ციტოპლაზმაში, ასევე ბირთვშიც. ეს გარდაქმნები კარგად ჩანს ოპტიკურ მიკროსკოპშიც.

გაყოფის წინა, ანუ მომზადების პროცესში დედისეულ უჯრედში დნმ-ის რიცხვი ორმაგდება. ამის შედეგად შეიღუფლ უჯრედებში მიტოზის შემდეგ ქრომოსომების რიცხვი და ზომა ზუსტად იგივეა, რაც იყო დედისეულ უჯრედში (დიპლოიდურია და აღინიშნება $2n$ -ით). აქედან შეიძლება გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ უჯრედის გაყოფისას მოქმედებს ბიოლოგიური მექანიზმი, რომელიც უზრუნველყოფს დედისეული და შეიღუფლი უჯრედების ერთგვაროვნებას. ყველა იმ პროცესს, რომელიც მიმდინარეობს უჯრედში ორ, ერთმანეთზე მიმდევარ გაყოფას შორის – უჯრედული ანუ მიტოზური ციკლი ეწოდება, ხოლო დროის მონაკვეთს ორ გაყოფას შორის *ინტერფაზა* ანუ *ინტერკინეზი* ეწოდება. მას თან მოხდევს საბოლოო ეტაპი – *მიტოზი* (ბირთვის და ციტოპლაზმის გაყოფა).

ინტერფაზა. ინტერფაზის დროს ხდება დნმ-ეს სინთეზი, მიმდინარეობს ცილებისა და ენერგეტიკული მასალების დაგროვება მოსალოდნელი მიტოზისათვის. დნმ-ას სინთეზი ხდება ქრომოსომებში. ინტერფაზაში ხდება უმნიშვნელოვანესი პროცესი – ქრომოსომების რედუპლიკაცია ანუ ქრომოსომების გაორმაგება – ქრომატინის ძაფების დიფერენცირება ორ ქრომატიდად, რომლებიც ერთმანეთთან ცენტრომერებით არიან დაკავშირებული.

ჩვეულებრივად გამოყოფენ მიტოზის ოთხ ფაზას: პროფაზა, მეტაფაზა, ანაფაზა და ტელოფაზა.

პროფაზა. პროფაზა მიტოზის ყველაზე ხანგრძლივი ფაზაა. მასში მიმდინარეობს შემდეგი

გარდაქმნები: ბირთვი იზრდება მოცულობაში, ნაცვლად ნაკლებადშესამჩნევი ქრომატინის ბადისა, ბირთვში ჩნდებიან ქრომოსომები წვრილი, გრძელი, მოხრილი, სუსტად სპირალიზებული ძაფების სახით. პროფაზის დასაწყისში ჩანს, რომ ქრომოსომები შედგება ორი ძაფისაგან, რომლებიც ინტერფაზის დროს განხორციელებული რეპლიკაციის შედეგია. ქრომოსომების ნახევრები – ქრომატიდები ერთმანეთის პარალელურად ლაგდებიან. პროფაზის მიმდინარეობისას ხდება ძაფების სპირალიზაცია და წარმოიქმნებიან ქრომოსომები, წარმოქმნილი ქრომოსომები უფრო მოკლდებიან და მჭიდროვდებიან და მიიღებენ სახეს, რომელიც დამახასიათებელია ამა თუ იმ ინდივიდისათვის, ანუ წარმოიქმნებიან კარიოტიპები – ქრომოსომების განსაზღვრული რიცხვი და ფორმა. პროფაზის დასასრულს ქრომოსომების მორფოლოგიური ნიშნები გამოკვეთილია. ამას მოსდევს ბირთვში ბირთვაკების გაქრობა, ქრება ბირთვის გარსიც, ნუკლეოპლაზმა შეერევა ციტოპლაზმას, წარმოიქმნება მიკსოპლაზმა. ბირთვისა და ციტოპლაზმისაგან წარმოქმნას იწყებენ აქრომატული ძაფები, რომლებიც ქმნიან გაეოფის თითისტარას.

მეტაფაზა. მეტაფაზაში მთავრდება გაეოფის თითისტარას ფორმირება, იგი იღებს წაგრძელებული კასრის ფორმას. ქრომოსომები იძენენ იმ დამახასიათებელ ფორმას, რომელიც აქვს თითოეული სახეობის მცენარეს. ჩვეულებრივ ისინი ორმხრიანები არიან და მოხრის ადგილებში, რომლებსაც ცენტრომერები ეწოდება, ეჭიდებიან თითისტარას ძაფები. მეტაფაზაში ჩანს, რომ თითოეული ქრომოსომა შედგება ორი შვიდეული ქრომატიდისაგან, რომლებიც ეკვატორულ სიბრტყეში არიან

განლაგებული და ქმნიან ეკვატორულ ფირფიტას. ამ ფაზის ბოლოს თითოეულ ქრომოსომაში შეერთებული რჩება მხოლოდ ცენტრომერული მონაკვეთები. ფაზის დამთავრების დროს ერთმანეთს სცილდებიან ცენტრომერებიც და ქრომატიდები მიმართულნი არიან პოლუსებისაკენ.

ანაფაზა. ანაფაზა ეყვლება ხანმოკლე ფაზაა. ანაფაზაში იწყება ქრომოსომების დესპირალიზაციის პროცესი, რომლის დროს მიმდინარეობს ქრომოსომების დაშლა, ანუ იწყება სპირალიზაციის უკუპროცესი. შვილეული ქრომოსომები – ქრომატიდები შორდებიან ერთმანეთს და მიემართებიან ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით. მათი სიხქარე 1 მკ-ია წუთში. ამ დროს თავისუფალი ბოლოები პოლუსებისკენაა მიმართული. ძალა, რომელიც ეწევა ქრომოსომებს, ჯერ კიდევ შეუსწავლელია. დესპირალიზაციის გამო ქრომოსომები გრძელდებიან და ნაკლებად შესამჩნევი ხდებიან. უჯრედის ცენტრში ანუ ეკვატორზე ხანდახან ამ სტადიაშიც უკვე ჩნდებიან უჯრედული კედლის ფრაგმენტები – ფრაგმენტოპლასტები.

ტელოფაზა. გრძელდება ქრომოსომების დესპირალიზაციის პროცესი. ბოლოს ისინი (ოპტიკურ მიკროსკოპში) თვალთახედვის არედან ქრებიან. აღდგება ბირთვისა და ბირთვაკების გარსი. მიმდინარეობს პროფაზის საწინააღმდეგო პროცესი. ქრომოსომებს ამ დროს აქვთ მხოლოდ ერთი ქრომატიდი. აღდგება ინტერფაზული ბირთვის სტრუქტურა. თითისტარა იცვლის თავის კასრისებურ ფორმას და იღებს კონუსისებურს. უჯრედის ეკვატორზე, წარმოქმნილია უჯრედული კედლის ფრაგმენტები. ასე მთავრდება „კარიოტომია“ ანუ ბირთვის გაყოფა და იწყება პლაზმოტომიის პერიოდი

ანუ ციტოკინები. წარმოიქმნება ორი შვილეული უჯრედი, რომლებს შორის ნაწილდება ციტოპლაზმის ორგანოიდები. მაშასადამე, უჯრედის მიტოზური გაყოფის დროს, რომელიც მიმდინარეობს მცენარის სომატურ (ვეგეტატიურ) უჯრედებში ერთი დედისეული უჯრედიდან წარმოიქმნება მსგავსი ორი შვილეული უჯრედი. ეს გაყოფა ხელს უწყობს მცენარის ზრდას და განვითარებას.

მეოზი. მეოზი მიმდინარეობს მცენარეთა ინდივიდუალური განვითარების განსაზღვრულ ეტაპზე – სქესობრივი გამრავლების დროს. მეოზის არსი მდგომარეობს ქრომოსომების რიცხვის ორჯერ შემცირებაში ანუ რედუქციაში. მეიოზის დროს დიპლოიდური (2n) უჯრედის ორი სწრაფი, ურთიერთმომდევნო გაყოფით წარმოიქმნება ოთხი ჰაპლოიდური (n) უჯრედი. ასეთი გაყოფა სქესობრივი პროცესის აუცილებელი ნაწილი და სასქესო უჯრედების ფორმირების პირობაა. სასქესო უჯრედში, მეიოზში შესვალამდე, მიტოზის მსგავსად, ინტერფაზაში მიმდინარეობს დნმ-ის სინთეზი და ქრომოსომების გაორმაგება. მეოზი ორი გაყოფისაგან შედგება *ჰეტეროტიპური* და *ჰომოტიპური*. თითოეული მათგანი, ასევე მიტოზის მსგავსად, ოთხი ფაზისაგან (*პროფაზა*, *მეტაფაზა*, *ანაფაზა*, *ტელოფაზა*) შედგება. პროფაზა პირველი ჰეტეროტიპური მეიოზური გაყოფის ფაზაა. იგი შედარებით ხანგრძლივია და სუთ სტადიად მიმდინარეობს:

1) *ლექტონემა*. ქრომოსომები ხუსტადაა სპირალიზებული, ძაფისებურია, აქვთ სპირალიზებული უბნები – ქრომოსომები, რომელთა რაოდენობა და მდებარეობა სპეციფიკური და

მუდმივია. ჩანს, რომ ქრომოსომა ორი ქრომატიდისაგან შედგება.

2) *ზიგონემა*. ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთიმეორეს უახლოვდება და მთელ სიგრძეზე ჩაიგრებიან ანუ კონიუგირებენ. კონიუგირებულ ქრომოსომებს ბივალენტები ეწოდება.

3) *პაქინემა*. ქრომოსომები მსხვილდებათ და მოკლდებიან, კარგად მოჩანს ოთხი ქრომატიდისაგან შემდგარი ბივალენტი. ბივალენტების რიცხვი ქრომოსომთა პაპლოიდური რიცხვის ტოლია. პაქინემაში ხდება ჰომოლოგიურ ქრომოსომათა შორის უბნების გაცვლა ანუ *კროსინგოვერი*.

4) *დიპლონემა*. კონიუგირებული ქრომოსომები იწყებენ დაცილებას, რაც მთლიანი არ არის, არამედ წარმოიქმნება ქიაზმები (გადაჯვარედინებული X-ის მსგავსი ფიგურები).

5) *დიაკინეზი*. ძლიერდება ქრომოსომების კონდენსაცია. ქიაზმების რაოდენობა მცირდება და თანდათანობით ქრება. ბივალენტები ბირთვის პერიფერიულ ნაწილში თავსდებიან. მიმდინარეობს ბირთვის გარსისა და ბირთვაკების დაშლა და გაყოფის თითისტარას ჩამოყალიბება.

მეტაფაზა I. ბივალენტები განლაგდებიან უჯრედის ეკვატორულ სიბრტყეში. ეს პროცესი მიმდინარეობს ანაფაზამდე. ცენტრომერებს ემაგრებიან გაყოფის თითისტარას ძაფები.

ანაფაზა I. ბივალენტის შემადგენელი ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთს სცილდებიან. პოლუსებისაკენ მიემართება წყვილი ქრომოსომიდან თითო ქრომოსომა, რომელიც ორი გასწვრივ ნახევრისაგან – ქრომატიდისაგან შედგება.

ტელოფაზა I. პოლუსებზე თავმოყრილი ქრომოსომები დესპირალიზაციას განიცდიან, ხდება

ბირთვის გარსის წარმოქმნა და ბირთვის სტრუქტურის აღდგენა. აქედან გამომდინარე პირველი რედუქციული გაყოფა განაპირობებს ქრომოსომების რიცხვის განახევრებას.

ხანმოკლე ინტერფაზის შემდეგ იწყება მეორე კომეოტიპური მეიოზური გაყოფა – ეკვატორი ანუ გამათანაბრებელი გაყოფა. ჩვეულებრივი ინტერფაზისაგან განსხვავებით ამ ინტერკინეზში არ ხდება ქრომოსომების გაორმაგება, ხოლო უჯრედის გაყოფა იწყება არა პროფაზით, არამედ *მეტაფაზა II*-ით. ყველა დანარჩენი პროცესი მიტოზის მსგავსია და საბოლოოდ *ტელოფაზა II*-ში მიმდინარეობს ორი შვილეული ბირთვისა და ბირთვაკების გარსების ჩამოყალიბება, ქრომოსომების დესპირალიზაცია და უჯრედის კედლის გამოჩენა.

ამრიგად, ერთი დიპლოიდური დედა უჯრედისაგან წარმოიშობა *ტეტრადა* – ოთხი შვილეული. მეიოზი მიმდინარეობს ინდივიდუალური განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე. ყვავილოვან მცენარეებში ეს პროცესი მიმდინარეობს ჩანასახის პარკისა და მტვრის მარცვლების ჩამოყალიბების წინ. ხავსებისა და სხვა უმაღლესი სპოროფიტების, ასევე შიშველთესლოვნების რედუქციული გაყოფა მნიშვნელოვნად არის დაშორებული განაყოფიერების პროცესთან და მასზე დაკვირვება შეიძლება სპორების წარმოშობის წინ. მრავალი უმაღლესი მცენარის რედუქციული დაყოფა მიმდინარეობს განაყოფიერების პროცესის დამთავრებისთანავე.

მეიოზის ბიოლოგიური როლი.

1. მეიოზში ქრომოსომების რიცხვის რედუქციისა და განაყოფიერების დროს ზიგოტაში ქრომოსომების დიპლოიდური კომპლექტის

აღდგენით ხორციელდება თაობათა მონაცვლეობისას სახეობის შენარჩუნება.

2. მეიოზი საფუძვლად უდევს კომბინაციურ ცვალებადობას. მეიოზის შედეგად დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება არაჰომოლოგიური ქრომოსომების ახალი კომბინაციები. დიპლოიდურ კომპლექტში ჰომოლოგიური წყვილიდან ერთი ქრომოსომა დედისეულია, მეორე მამისეული.
3. კროსინგოვერის დროს ხდება გენეტიკური მასალის რეკომბინაცია.

თავი II. მცენარეული ქსოვილები (ჰისტოლოგია)

მცენარეთა მრავალფეროვნება მცენარეული სამყაროს ხანგრძლივი ევოლუციის შედეგია. ამჟამად, მრავალუჯრედიანი უმაღლესი მცენარეების გვერდით, არსებობენ უმაღლესი, ერთუჯრედიანი, თალუხოვანი მცენარეებიც, რომლებმაც დაამყარეს კონტაქტი გარემო ფაქტორებთან და თავისებურად შეეგუა საცხოვრებელ გარემოს.

ერთუჯრედიანებში ყველა სასიცოცხლო პროცესი სრულდება ერთი უჯრედის მიერ. მრავალუჯრედიანი მცენარეებში კი წარმოიშვა უამრავი განსხვავებული ფუნქციების შემსრულებელი უჯრედები, მოხდა ამ უჯრედების დიფერენციაცია, სპეციალიზაცია, რის გამოც ჩამოყალიბდა განსაზღვრული ჯგუფები ანუ სისტემები, რომლებიც მცენარეულ ორგანიზმში ასრულებენ სპეციფიკურ, ფიზიოლოგიურ ფუნქციებს. ამ სისტემებს ქსოვილები ეწოდება.

ამრიგად, მცენარეული ქსოვილი არის მორფოლოგიურად და წარმოშობით მსგავსი უჯრედთა ჯგუფი, რომელიც ასრულებს განსაზღვრულ ფიზიოლოგიურ ფუნქციას.

არჩევენ შემდეგი სახის ქსოვილებს: წარმოშობი, მფარავი, გამტარი, ძირითადი, მექანიკური, გამომყოფი და სარძევეები.

2.1. წარმოშობი ქსოვილები – მერისტემები

ამ ქსოვილების ძირითადი ფუნქციაა წარმოქმნას სხვა ქსოვილები. წარმოშობი ქსოვილების უჯრედების დამახასიათებელი თვისებაა – სისტემატური დაყოფა, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ახალი უჯრედები, რომლებიც ქმნიან ახალ-ახალ ქსოვილებს მცენარის ორგანიზმში მთელი სიცოცხლის მანძილზე.

წარმოშობი ქსოვილების უჯრედები ფორმითა და ზომით ერთგვაროვანია. ფორმით ისინი პარენქიმულია, მრავალწახნაგოვანი, წვრილი, თხელგარსიანი, მთლიანად ამოვსებული ციტოპლაზმით, უფერულნი, მსხვილი ბირთვით, არ გააჩნიათ ვაკუოლი და უჯრედშორისები.

ზრდასრული მცენარის მრავალფეროვანი უჯრედების წარმოქმნა მიმდინარეობს ერთი, კენწრული მერისტემული უჯრედებისაგან, რომელსაც ინიციალური უჯრედი ეწოდება. ინიციალური უჯრედები ღეროში ქმნიან ზრდის კონუსს, რომელიც ზრდის ღეროს სიმაღლეში, ხოლო ფესვში – ზრდის წერტილს, რომელიც ხელს უწყობს ფესვის ზრდას სიღრმეში.

ყველა ქსოვილს, რომელიც წარმოიქმნება მერისტემებისაგან მუდმივ ქსოვილებს უწოდებენ.

მერისტემების ტიპები. წარმოშობის მიხედვით მერისტემა ორი ტიპისაა: პირველადი და მეორადი. პირველადი მერისტემა წარმოიქმნება – პრომერისტემისაგან (თესლის ჩანასახის ქსოვილი). ჩანასახის უჯრედები თესლის გაღვივებისას სისტემატურად იყოფიან და ქმნიან პრომერისტემულ უჯრედებს, რომლებიც ღეროს წვერში ქმნიან ზრდის კონუსს, ფესვის წვერში – ზრდის წერტილს.

პირველად მერისტემას მიეკუთვნება აგრეთვე – პროკამბიუმი, პერიციკლი და ინტერკალარული მერისტემები.

პროკამბიუმი წარმოიქმნება კენწრული მერისტემის უჯრედების დიფერენცირების წინ. ეს უჯრედები განლაგებულია ჯგუფებად და ქმნიან ცილინდრულ რგოლს.

პერიციკლი წარმოადგენს პირველადი მერისტემის გაგრძელებას ღეროსა და ფესვში და ქმნის მთლიან რგოლს. ინტერკალარული მერისტემა კენწრული მერისტემის ნაშთია და უზრუნველყოფს ჩართულ ზრდას ღეროში.

მეორადი მერისტემები წარმოიქმნება ფესვისა და ღეროს პირველადი სტრუქტურის ჩამოყალიბების შედეგად მუდმივი ქსოვილის უჯრედებისაგან. მეორად მერისტემას მიეკუთვნება: კამბიუმი და კორპის კამბიუმი, რომლებიც ღეროში წრიულად არიან განლაგებულნი. კამბიუმი ყალიბდება პროკამბიუმის უჯრედებიდან, ღეროს პარენქიმიდან და წარმოშობს ფლოემას და ქსილემას. კორპის კამბიუმი წარმოიქმნება ეპიდერმისის ქვეშ არსებული პარენქიმული უჯრედებისაგან და წარმოშობს მფარავ ქსოვილს – კორკს.

მცენარეში განლაგების მიხედვით არჩევენ შემდეგი სახის მერსიტემას: კენწრული, გვერდითი, ჩამატებითი და ბაზალური.

კენწრული ანუ *აპეკალური* მერისტემა განლაგებულია ღეროსა და ფესვის წვეროში და ხელს უწყობს ღეროს ზრდას სიმაღლეში და ფესვის ზრდას სიღრმეში უჯრედების სისტემატიური დაყოფისას.

გვერდით ანუ ლატერალურ მერისტემას ეკუთვნის პროკამბიუმი, კამბიუმი, კორპის კამბიუმი და ხელს უწყობს ფესვის და ღეროს ზრდას სისქეში.

ჩამატებითი ანუ *ინტერკალარული* მერისტემა განლაგებულია ყლორტის თითოეული მუხლის თავზე და ასეთ მცენარეებს ახასიათებთ სწრაფი ზრდა (მაგ. ხორბალი, ბამბუკი და სხვა).

ბაზალური მერისტემა განლაგებულია ფოთლის ფუძეში, რომელიც ხელს უწყობს ფოთლის ზრდას.

2.2. მფარავი ქსოვილები

მცენარის ორგანოები დაფარულია მფარავი ქსოვილით. ის იცავს შიგნით არსებულ ქსოვილებს არახელსაყრელი გარემო პირობების ფიზიკური და მექანიკური ზემოქმედებისაგან, სიცხისა და სიცივისაგან. გამოშრობისა და მიკროორგანიზმების შეჭრისაგან. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ ორ ტიპს: პირველადს და მეორედს. პირველად მფარავ ქსოვილებს ეკუთვნის კანი ანუ *ეპიდერმისი* და *ეპიდელმა*. ეპიდერმისი ფოთლის, ყვავილის და მრავალი ნაყოფის მუდმივი ქსოვილია, აგრეთვე ბალახოვანი მცენარეების ღეროს და მერქნიანი

მცენარეების ახალგაზრდა ყლორტების, ეპიბლემა
კი ფესვის პირველადი მფარავი ქოვილია.

მეორად მფარავ ქსოვილებს ეკუთვნის კორპის
ქსოვილი. იგი შემცვლელია ეპიდერმისის ღეროზე
და ეპიბლემისა ფესვზე.

ეპიდერმისი ანუ კანი. ფოთლის ეპიდერმისი
დამცველ ფუნქციასთან ერთად გაზთა ცვლის
რეგულაციას ახდენს, მისი ფუნქციაა წყლის
აორთქლების – ტრანსპირაციის რეგულაცია.

ეპიდერმისი შედგება ერთწყება
უჯრედებისაგან, რომელსაც ახასიათებს გარსის
კლაკნილობა. ეპიდერმისი ქლოროფილს არ შეიცავს,
ამის გამო ის გამჭვირვალეა და იღებს მზის სხივებს.
ეპიდერმისის უჯრედები დიდხანს ინარჩუნებენ
გაყოფის უნარს. ეპიდერმისზე განლაგებულია
ბაგეები, ბუსუსები, შეიძლება დაიფაროს *იგი*
კუტიკულით ან ცვილით. მცენარეში გაზთა ცვლა
და ტრანსპირაცია ხდება ბაგეების საშუალებით, ბაგე
შედგება ორი ნახევარმოვარისებრი ან ლობიოს
ღებნისებრი უჯრედებისაგან, რომელთა შეზნექილი
გვერდები ურთიერთმოპირდაპირეა. ისინი მცირე
ზომისაა და მკეტავი უჯრედები ეწოდება, რომლებიც
ბაგეების გახსნასა და დაკეტვის რეგულაციას
ახდენენ. ბაგეებს შორის არის ხვრელი, რომელიც
მონაწილეობს გაზთა ცვლაში. ბაგის განივ ჭრილზე
მკეტავი უჯრედების ქვეშ კარგად ჩანს ბაგის საპაერო
კამერა (სასუნთქი კამერა), რომელიც ატმოსფეროს
უკავშირდება ბაგის ხვრელით. ბაგის შიგნითა
ნაწილს – უკანა ეზო ეწოდება, გარეთა
გაფართოებულ ნაწილს – წინა ეზო. წინა და უკანა
ეზოები ერთმანეთს უკავშირდებიან ვიწრო ხვრელით,
რომელიც ბაგის ცენტრალური ხვრელია. ხმელეთის
ბრტყელ ფოთლიან მცენარეებში ბაგეები

ფორმირდებიან ფოთლის ქვედა ეპიდერმისში, წყლის მცენარეებში კი ფოთლის ზედა 'მხარეზე. წყლის მცენარეებს უვითარდებათ საწყლე ბაგეები – *ჰიდატოდები*. ისინი არ იეკტებიან, მათგან გამოიყოფა წყლის წვეთები. წყლის გამოყოფას წვეთების სახით *გუტაცია* ეწოდება.

ბუსუსები. ბევრ მცენარეს ეპიდერმისის ზედაპირზე უვითარდება სხვადასხვანაირი ბუსუსები, გამონაზარდები, საწოვრები, ქერქლები. ბუსუსების ხშირი ფენა მცენარეს იცავს გადახურებისა და ზედმეტი აორთქლებისაგან. მზის სხივებს ირეკლავენ და იცავენ ნორჩ ყლორტებს გადახურებისა და ზედმეტი წყლის აორთქლებისაგან.

ჯირკვლოვანი ბუსუსები. ბევრი ბუსუსი გამოყოფს სხვადასხვა ეთეროვან ზეთს, ფისებს, ალკალოიდებს და სხვა. ჩვეულებრივი ბუსუსებისაგან განსხვავებით, მათ ჯირკვლოვანი ბუსუსები ეწოდებათ და იცავენ მცენარეს ცხოველებისაგან. ასეთი ბუსუსები გვხვდება გერანში, ტუჩოსანთა, ქოლგოსანთა, ძაღლყურძენასებრთა ოჯახის მცენარეებში. ბუსუსები არის სხვადასხვანაირი, ერთუჯრედიანი, მრავალუჯრედიანი, ქერქლოვანი, ვარსკვლავისებრი (ფშატი, ზეთისხილი), კაუჭისებრი (სვია) ცელისებრივი (ენდრონიკა), მსხვილუჯრედიანი (ჭინჭარი, ენდრო), მრავალუჯრედიანი (პომიდორი, თამბაქო). ზოგ შემთხვევაში ბუსუსების უჯრედთა გარსი იუღინთება სილიციუმით და კუტინით; მაგ. ჭინჭრის მსუსხავი ბუსუსები. ბამბის თესლის ბუსუსი (ბოჭკო) წარმოადგენს გამონაზარდს, ეს ბეწვები დრეკადია, ელასტიური და მტკიცე, ამ ბეწვებს დიდი მნიშვნელობა აქვს საფეიქრო მრეწველობაში.

ეპიდერმისის ზედაპირზე ზშირად წარმოიშობა ემერგენტები, ამას მიეკუთვნება: ვარდის, ასკილის, ჟოლოს ქაცვები.

კუტიკულა. ეპიდერმისის უჯრედების გარეგანი კედლები იქლინება ცვილისებრი ნივთიერებებით – *კუტინით*. ეპიდერმისის ზედაპირზე კუტინის ფენას ეწოდება კუტიკულა. ზოგჯერ კუტიკულის ფენა გაუღენთილია ცვილით, მაგ. ალუბლის, ქლიავის, კომბოსტოს, ხორბლის ფოთლებზე. კუტიკულის და ცვილის ფენის წარმოშობა ხდება ვაშლის, ზღმარტლის და ყურძნის ნაყოფებზე. კუტინი და ცვილი ეკუთვნის ცხიმმაგვარ ნივთიერებებს, ისინი იცავენ მცენარეს ზედმეტი აორთქლებისაგან, მიკრობების შეჭრისაგან.

ეპიბლემა. ფესვის წვერი დაფარულია პირველადი მფარავი ქსოვილით – ეპიბლემით. ეპიბლემა ნიადაგიდან იწოვს წყალს. ეპიბლემის უჯრედები თხელგარსიანია, ბევრი მათგანი წაგრძელებულია ბუსუსებად, რომლებიც შემწოვ ფუნქციას ასრულებენ. ეს ფესვის ბუსუსებია. მათ აქვთ დიდი ზომის ვაკუოლი, ისინი თავიანთ ფუნქციას ასრულებენ 10-20 დღის განმავლობაში შემდეგ კი კვდებიან. მათ შემდეგ ჩნდება ახალი ბუსუსები.

პერიდერმა ანუ კორპის ქსოვილი. ეპიდერმისი მერქნიან მცენარეებში ჩქარა იცვლება მეორადი მფარავი ქსოვილით – *კორპით*, რომელიც შედის მფარავ ქსოვილთა კომპლექსში – პერიდერმაში. პერიდერმის ძირითადი მასაა გაკორპებული უჯრედები, რომლებიც მჭიდროდ არიან განლაგებული, მრავალი წყება უჯრედებისაგან შედგება, ამის გამო ღეროს ზედაპირზე ქმნიან სქელ საფარველს, არ ატარებენ გაზებს, სითხეებსა და მიკროორგანიზმებს. ასეთი მფარავი ქსოვილი ახასიათებს ღეროს და

ფესვს. პერიდერმის ფორმირება იწყება განსაკუთრებული მეორადი ჰერისტემის, ე.წ. *ფელოგენის* ანუ კორპის კამბიუმის წარმოშობის მომენტებიდან. ფელოგენი ჩაისახება, რგოლურად დაიყოფა. ახალწარმოშობილი უჯრედების გამოყოფა ხდება ორივე მხარეს, გარეთ გამოყოფილი უჯრედები ჩამოყალიბების შემდეგ გაკორპებას განიცდიან და კვდებიან. ამის შედეგად გარეთა მხარეს იქმნება ახალი მფარავი ქსოვილის უჯრედების შრე – კორპი ანუ ფელემა.

ფელოგენის მიერ შიგნით წარმოშობილი უჯრედები ცოცხალია, პარენქიმულია და შეიცავს ქლოროპლასტებს, ის გამოცალკევებულია ქერქის პარენქიმისაგან და ეწოდება ფელოდერმა. ამრიგად, ყალიბდება ახალი მეორადი კომპლექსური მფარავი ქსოვილი, რომელიც შედგება: 1. ფელემისაგან ანუ გაკორპებული უჯრედებისაგან, 2. ფელოგენისაგან ანუ კორპის კამბიუმისაგან და 3. ფელოდერმისაგან.

მეჭეჭები. ღეროსა და ფესვის ნაწილები, რომელთაც განიცადეს მეორადი გასქელება და დაფარული არიან გაუმტარი ქსოვილით – კორპით, გაზთა ცვლის განსახორციელებლად აღჭურვილი არიან მეჭეჭებით.

ფუტი. მერქნიან მცენარეებში პერიდერმის გარეთა ხნიერი ნაწილები მთლიანად კვდებიან, ნაწილობრივ შეფერადდებიან და ცვივიან. ამის შედეგად ყალიბდება თითქოსდა მესამეული მფარავი ქსოვილი ანუ ფუტი, რომელიც შედგება ქსოვილების მეტად რთული კომპლექსისაგან. ფუტის მნიშვნელობა დიდია, ის იცავს შიგნითა ქსოვილებს სიცხისაგან, სიცივისაგან, მზის დამწვრობისაგან, ცეცხლისადმი შედარებით გამძლეა.

2.3. ძირითადი ძსოვილი, ანუ პარენქიმა და მისი ტიპები

ტერმინი პარენქიმა პირველად 1662 წელს გამოიყენა ნ. გრიუმ. მცენარეთა ორგანოების ძირითადი მასა შედგება ცოცხალი, ნივთიერებათა ცვლის აქტიური უნარის მქონე უჯრედებისაგან, ისინი ფორმირდებიან პირველადი და მეორადი მერისტემისაგან. პარენქიმული უჯრედების მასა გარედან დაფარულია მფარავი ქსოვილით, გარს ერტყმის გამტარ და მექანიკურ ქსოვილებს. პარენქიმული ქსოვილები მონაწილეობას იყენებენ საკვებ ნივთიერებათა გატარებაში.

არსევენ *საახსიმლაციო, მშთანთქმელ, სამრავო, წყალმომძარაგებელ* და *საჰაერო* პარენქიმას.

საახსიმლაციო პარენქიმა – ეწოდება მცენარის ამა თუ იმ ნაწილში დაჯგუფებულ ქლოროპლასტების შემცველ უჯრედებს. იგი გვხვდება ფოთლებში, ბალახოვან მცენარეთა ღეროში, მწვანე ნაყოფებში. სხვანაირად მას ქლორენქიმას უწოდებენ იმიტომ, რომ ამ ქსოვილის უჯრედები შეიცავენ ქლოროპლასტებს და ახორციელებენ ფოტოსინთეზის ფუნქციას. წაგრძელებული ფორმის უჯრედებიან პარენქიმას მესრისებური პარენქიმა ეწოდება, რომელიც მომრგვალო უჯრედებისაგან შედგება – დრუბლისებრი პარენქიმა.

მშთანთქმელი პარენქიმა იმყოფება ფესვის ბუსუსების ზონაში, ეპიბლემის ქვეშ. ისინი ფესვის ბუსუსების მიერ შეწოვილი მინერალური მარილების წყალხსნარს შთანთქავენ და გადასცემენ წყლის გამტარ ელემენტებს, რომლებიც ფესვის ცენტრალურ ცილინდრშია განლაგებული. მშთანთქმელი უჯრედების კედლები თხელგარსიანია.

მომმარაგებელი პარენქიმა. ამ ქსოვილის უჯრედებში გროვდება და ინახება ორგანული ნივთიერებები: ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები, ვიტამინები, რომლებიც ისარჯება მცენარის ზრდისა და განვითარების დროს. ეს პარენქიმა ყველგან გვხვდება. ხემცენარეებში ამ როლს ასრულებს ქერქის, გულგულის სხივების, ღეროს მერქნის პარენქიმაური უჯრედები. გარდა ამისა ის გროვდება ძირნაყოფებში, ბოლქვებში, ტუბერებში, ფესურებში, შაქრის ჭარხალში (საქაროზა), კარტოფილის ტუბერებში (სახამებელი). ზოგ მცენარეში სამარაგო საკვები გროვდება წვნიანი ნაყოფების და თესლის პარენქიმაში, გვირგვინის ფურცლებში. ნაყოფებში გროვდება – საქაროზა, ფრუქტოზა და გლუკოზა, ვიტამინები, ზეთები, ტანინები. მარცვლოვან მცენარეებში საკვები გროვდება ენდოსპერმში-სახამებელი, ბარდაში და ღობიოში – უხსნადი ცილები, მშესუმშირაში, კაკალში – ცხიმი.

წყალმომმარაგებელი ქსოვილი. ამ ქსოვილის დანიშნულებაა წყლის მომარაგება. იგი გავრცელებულია მშრალი ადგილის მცენარეებში. სუკულენტების ღეროში და ფოთოლში (კაქტუსი, ალოე, აგავა) წყლის სამარაგო პარენქიმაურ უჯრედებს აქვთ კედლური ციტოპლაზმა და ღორწოვანი ნივთიერება ვაკუოლში. ამ უჯრედებში ღორწოვანი ნივთიერებები ასრულებენ ბიოლოგიურ როლს, რადგანაც ისინი აკავებენ წყალს და მისი ხარჯვის რეგულირებას ახდენენ.

საჰაერო პარენქიმა. ამ პარენქიმას აქვს განვითარებული უჯრედშორისები. ეს პარენქიმა კარგადაა განვითარებული წყლისა და ჭაობის მცენარის ღეროსა და ფოთოლში. საჰაერო პარენქიმის დანიშნულებაა ქსოვილის მომარაგება

ჟანგბადით. ხმელეთის მცენარის ფოთლებს კი ამარაგებს ნახშირორჟანგით.

2.4. მექანიკური ქსოვილები (არმატურა)

სიმტკიცის მქონე უჯრედების ჯგუფები, რომლებიც ქმნიან მცენარის სხვადასხვა ორგანოებისათვის მექანიკურ საყრდენს, გაერთიანებულია მექანიკურ ქსოვილებში. ეს ქსოვილები მცენარეს აძლევენ საშუალებას წინააღმდეგობა გაუწიონ მექანიკურ მოქმედებას: ქარს, წვიმას, თოვლის დაწოლას. მექანიკური ქსოვილი არმატურას წარმოადგენს. მისი წყალობით არ იმტვრევა ტოტები, არ იფლითება ფოთლები, არ იქცევა ხეები.

მექანიკურ ქსოვილებს ეკუთვნის: *კოლენქიმა*, *სკლერენქიმა* და *სკლერეიდები*.

კოლენქიმა პირველადი წარმოშობის მექანიკური ქსოვილია. შედგება ცოცხალი უჯრედებისაგან, ძლიერ გასქელებული გარსით, ცოცხალი შიგთავსისა და ქლოროპლასტების შემცველობის მეოხებით კოლენქიმის უჯრედებში აქტიურად მიმდინარეობს ნივთიერებათა ცვლის რეაქციები. მათ ახასიათებს გასქელებები: ფირფიტოვანი, კუთხური და ფაშარი, გაგრძელებულია ფირფიტოვანი.

კოლენქიმა მნიშვნელოვანი ქსოვილია ბალახოვანი მცენარეების ღეროსთვის. იგი ჩვეულებრივია აგრეთვე ფოთლების, ყვავილების და ნაყოფების ყუნწებში. მარცვლოვანების მუხლებში არსებული კოლენქიმა, რომელიც მუხლებშია განლაგებული მცენარეს ჩაწოლისაგან იცავს.

სკლერენქიმა – გვხვდება ყველა ორგანოში: ფესვში, ღეროში, ფოთოლში, ნაყოფში, ყვავილში. სკლერენქიმის უჯრედების გარსი გასქელებულია თანაბრად. სკლერენქიმის უჯრედები განლაგებული არიან ძალინ მჭიდროდ, რის გამოც უჯრედშორისები არაა გამოხატული. სკლერენქიმის უჯრედებს უწოდებენ სქელგარსიან ან ელემენტარულ ბოჭკოს. ისინი პარენქიმაში განლაგებული არიან კონებად, სკლერენქიმის ბოჭკოების გარსი ხშირად გახევებას განიცდის. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ პირველად და მეორად სკლერენქიმას. პირველადი სკლერენქიმა წარმოიშობა პროკამბიალური კონების უჯრედებისაგან ან პერიციკლური ბოჭკოსაგან. მეორად სკლერენქიმას აყალიბებს კამბიუმი. სკლერენქიმულ ბოჭკოებს, რომლებიც განლაგებული არიან ღერძითი ორგანოს ქერქის ნაწილში, ეწოდებათ ფლოემური ლაფნის ბოჭკოები. ხშირად ისინი ყალიბდებიან პერიციკლისაგან და ეწოდებათ პერიციკლური ბოჭკოები. პერიციკლური ბოჭკოები დიდხანს ინარჩუნებენ ცელულოზის გარსს, კამბიუმისაგან ფორმირებულ ქსოვილებში მყოფ სკლერენქიმულ ბოჭკოს ეწოდება მერქნის ბოჭკო. მას მიეკუთვნება ბოჭკოვანი ტრაქეიდები და ლიბრიფორმი.

ლაფნის ბოჭკო გვხვდება ღეროსა და ფესვის ქერქში, ყუნწში, ნაყოფებში, გრძელი ბოჭკო აქვს რამს, სელს. ლაფნის ბოჭკოს ძვირფასმა თვისებებმა (სიმტკიცე, ელასტიურობა, ბოჭკოს სიგრძე, გაუხევებლობა) შესაძლებელი გახადა საფეიქრო მრეწველობაში მისი გამოყენება (რამი, სელი, კანაფი) ორლებნიან მცენარეებში ჭარბობს პირველადი ლაფნის ბოჭკო, მერქნიანებში მეორეული ლაფნის

ბოჭკო. მეორეული ღაფნის ბოჭკო კარგად აქვს გამოხატული ცაცხვს, არყს, თუთას.

მერქნის ბოჭკო, როგორც ბოჭკოსებრი ტრაქეიდებისე ლიბრიფორმის უჯრედები იმყოფება ქსილემურ ნაწილში – მერქანში. იგი გაცილებით მოკლეა ღაფნის ბოჭკოზე. ახასიათებს გასქელებული გარსი. მექანიკური ფუნქციის გარდა ასეთი უჯრედები მონაწილეობას ღებულობენ წყლის ტრანსპორტირებაში, მათი ცოცხალი შიგთავსი ჩქარა კედება. ლიბრიფორმის უჯრედები უფრო დამოკლებულია, კედლები შეიცავენ გარემოინანი ფორების მეტ რაოდენობას. ინარჩუნებენ ცოცხალ შიგთავსს. ასეთ უჯრედებში მარაგდება სახამებლის მარცვლები და სხვა ორგანული ნივთიერებები. ცოცხალი შიგთავსის დაკარგვის მომენტიდან ეს უჯრედები ასრულებენ მექანიკურ ფუნქციას. ჩვეულებრივად მერქნის პარენქიმული უჯრედები ემსგავსებიან ლიბრიფორმის უჯრედებს, რომელთა დრუში არის არასრული თხელი ტიხრები. ლიბრიფორმის ასეთ უჯრედებს ეწოდება ტიხრებიანი ლიბრიფორმი. მაგ: ვაზი. ლიბრიფორმის უჯრედები ძლიერ გამძლეა, ამის გამო ისინი ღერძის ორგანოს ცენტრშია, მათ ფუნქციას წარმოადგენს საყრდენობა და მცენარის სიმძიმის ატანა.

სკლერეიდები არის იზოლიამეტრული ფორმის უჯრედები, ძლიერ გასქელებული გარსით, გარსი შრიანია, მოფენილია მარტივი ან დატოტვილი ფორებით. ამ უჯრედების გარსი იქდინება ფისით, სილიციუმით და კუტინით. ძლიერ გასქელებული გარსის გახევება ხშირად იწვევს უჯრედის შიგთავსის კედომას. მაგ: მსხალი. სკლერეიდები გვხვდება, როგორც ცალკეულად, ისე ჯგუფებად. სკლერეიდების ჯგუფები ხშირად გაფანტულია ან

შერეულია პარენქიმულ ჯგუფში (კურდღლის ცოცხი) და შეუძლიათ შექმნან მჭიდრო უუჯრედშორისო ქსოვილი (კურკა ალუბლის, ტყემლის).

სკლერეიდები პირველადი წარმოშობისაა, ისინი წარმოიშობიან ან ღეროს აპეკალური მერისტემიდან ან იმ მერისტემიდან, რომელიც განლაგებულია პროკამბიალური კონების პერიფერიაზე.

სკლერეიდების დანიშნულება მრავალგვარია: სკლერეიდები ამაგრებენ ფაშარ პარენქიმას, მაგ., ნაყოფები – მსხალი, კომში, ვაშლი. გვხვდება ჭალის მუხის ზრდის კონუსში. ე.ი. ზრდის წერტილს ჭირდება საყრდენი. გაქეპებული მტკიცეუჯრედიანი ქსოვილი ყალიბდება კაკლის, თხილის, ნაჭუჭში, ალუბლის, ტყემლის ნაყოფებში. გვხვდება გულგულშიც.

2.5. გამტარი ქსოვილები

გამტარი ქსოვილის საშუალებით წყალში გახსნილი სხვადასხვა საკვები მოძრაობს მცენარეში. გამტარი ქსოვილების უჯრედებს აქვთ ჭურჭლების და მილების ფორმა, რომლებიც ერთმანეთს უკავშირდებიან და ქმნიან მცენარის ჭურჭლოვან სისტემას. ჭურჭლოვანი სისტემა შედგება ორი კომპლექსური ქსოვილისაგან- ქსილემისაგან, რომელშიც მოძრაობს ფესვის მიერ შეწოვილი წყალი და ფლოემისაგან, რომელიც ატარებს მცენარის სინთეზირებულ ორგანულ ნივთიერებებს.

ქსილემა. ქსილემის ძირითადი მასა შედგება გახევებული ელემენტებისაგან- ჭურჭლებისა და მექანიკური ბოჭკოებისაგან. ქსილემის ყველა ელემენტი შეიძლება გავაერთიანოთ ორ ჯგუფად:

ტრაქეალური ელემენტები, რომლებიც შეიცავენ ტრაქეიდებს, ჭურჭლების სახსრებს და მათ წარმომადგენლებს – ბოჭკოვან ელემენტებს და პარენქიმულ ელემენტებს – წარმოდგენილს

მერქნის პარენქიმითა და გულგულის სხივების პარენქიმით.

წარმოშობის მიხედვით ქსილემა პირველადი და მეორადია. პირველად მერისტემას ქმნის კენწრული მერისტემა. მეორადს კამბიუმი. ქსილემით საკეები მოძრაობს ფესვიდან ზემოთ და ნაწილდება ყველგან, ამას „აღმაგალი“ დენი ეწოდება. ნიადაგის წყალხსნარი შეიცავს მინერალურ მარილებს (N, P, K), მიკროელემენტებს. წყალი მცენარეს ამარაგებს წყალბადით და ჟანგბადით, გარდა ამისა ქსილემის ელემენტები მონაწილეობას იღებენ შაქრების მოძრაობაში, გაზაფხულზე ხის გადანაჭერზე გამოიყოფა ხის წვენი, ამაზე დაფუძნებული შაქრების მიღება ზოგიერთი მცენარის ღეროდან (შაქრის ნეკერჩხალი), „მცენარის ტირილი“ (ვაზი). ქსილემის წყლის გამტარი ქსოვილების ძირითად ელემენტებს წარმოადგენს ტრაქეიდები განივი კედლებით და ჭურჭლები ანუ ტრაქეები.

ტრაქეიდები. ტრაქეიდები ერთიანი წაგრძელებული უჯრედებია წაწვეტებული ბოლოთი, რომელთა განივები ქმნიან ამ უჯრედების ირიბ ტიხრებს. არჩევენ ტრაქეიდების ორ ტიპს: ჭუჭლისებურს მსხვილი გარემოიანი ფორებით და ბოჭკოსებრს მცირე გარემოიანი ფორებით. ტრაქეიდები წარმოიშობა პროკამბიალური კონებიდან მცოცავი ზრდის დროს.

ტრაქეები ანუ ჭურჭლები ყალიბდებიან ერთწყება, ერთი მეორეზე ვერტიკალურად განლაგებული უჯრედების გაერთიანებით, რომელთა

შორის ტიხრები გახვრეტილია და წყალი თავისუფლად მოძრაობს. ჭურჭლები ყალიბდებიან ფესვისა და ღეროს კამბიალური უჯრედებისაგან. ზრდის პროცესში ეს უჯრედები სწრაფად განიცდიან წაგრძელებას და იწყებენ წყლის და მასში გახსნილი მინერალური მარილების გადატანას. უჯრედები სწრაფად ბერდებიან. შიგ თავს იჩენს დიდი ზომის ვაკუოლები. პარალელურად სქედლება ამ უჯრედების გარსი და ყალიბდება ფორები. გასქელების დამთავრების შემდეგ გარსი განიცდის გახვევას, ამ დროს წყლის გატარების ფუნქცია ძლიერდება, აწევა განივ ტიხრებს, რომელთაც განუცდიათ რა მეორადი გასქელება, ვერ იტანენ ამ წნევას და იხვრიტებიან, რის შედეგადაც ყალიბდება ჭურჭელი. ჭურჭლის სახსრებს შორის წარმოშობილ ხვრელს ეწოდება *პერფორაცია*. ჭურჭლებისა და ტრაქეების ტიპი განისაზღვრება მათ კედლებზე მესამეული გასქელების ხასიათის მიხედვით. არჩევენ *სპირალურ*, *კიბენარი*, *ფოროვან* და *ბადენაირ* ჭურჭლებს. რგოლური ჭურჭლების კედლებზე, წარმოიქმნება ერთიმეორესთან დაუკავშირებელი მეორადი გარსის რგოლური გასქელება, ქსილემის მექანიკური ელემენტები საყრდენია მთელი მცენარისათვის.

ფლოემის ელემენტების მთლიანი კომპლექსი ატარებს ორგანულ ნივთიერებებს (ნახშირწყლებს, ამინომჟავებს, ცხიმებს, ვიტამინებს) ამ ნივთიერებების სინთეზირება ხდება ფოთლებში. ფოტოსინთეზის დროს და შემდეგ გადაიტანება (გადამოძრავდება) მცენარის ზრდის ნაწილებში, გადადიან ქსოვილებში, რომლებიც აგროვებენ ორგანულ ნივთიერებებს. ორლებნიან მცენარეებში ფლოემა განლაგებულია ღეროსა და ფესვის ქერქში. წარმოშობის მიხედვით არჩევენ პირველად და მეორად ფლოემას. პირველადი

ფლოემა ეალიბდება ზრდის კონუსში, კენწრული მერისტემის პროკამბიალური კონებიდან. მეორეული ფლოემა წარმოიშობა კამბიუმის მოქმედებით.

საცრიანი მილები. ფლოემის ძირითადი ელემენტებია: საცრიანი მილები და თანამგზავრი უჯრედები, ფლოემის პარენქიმა და მექანიკური ბოჭკო. საცრიანი მილები ცოცხალი უჯრედებია. საცრიანი მილების წარმოშობა ხდება პროკამბიუმის უჯრედებიდან. ფუნქციონალური მოქმედების დაწყებისას ციტოპლაზმა იჭიმება და გარსი რამდენადმე სქელდება. ამ პროცესში ადგილი აქვს ნარღვევების წარმოშობას, ორგანული ნივთიერებათა მოძრაობის დაწყებისას ფორმირებადი საცრიანი მილის განივ ტიხარზე ჩნდება ნახვრეტები და ეალიბდება საცრიანი ტიხარი. ახალგაზრდა საცრიან მილებში ორგანული ნივთიერებების ხსნარის შესვლა დიდ გავლენას ახდენს მის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებზე. უჯრედის ნაწილებს შორის ხდება შერწყამა ერთ ცოცხალ მასად. ციტოპლაზმის ასეთ მდგომარეობას დენატურირებული ეწოდება. ამასთან ციტოპლაზმა კარგავს ნახევრად შეღწევადობის უნარს და ხდება ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების ხსნარის გამტარებელი, რითაც საცრიანი მილი წარმოიქმნება. საცრიანი მილების სასიცოცხლო მოქმედება ბალახოვან მცენარეებში 1 წელია, ხემცენარეებში 3-4 წელი.

თანამგზავრი უჯრედები ახორციელებენ ფიზიოლოგიურ ფუნქციებს საცრიან მილებთან მჭიდრო კონტაქტში. ისინი ერთდროულად წარმოიშობიან ერთი მერისტემული უჯრედებისაგან. ფლოემის პარენქიმა მისი მნიშვნელოვანი ელემენტია. ამ პარენქიმის უჯრედებში აქტიურად მიმდინარეობს ნივთიერებათა ცვლის რეაქციები და გროვდება

სამარაგო ნივთიერებები: სახამებელი, ცილები, ცხიმები, ტანინი, ფისი.

პირველადი და მეორადი ფლოემის შემადგენლობაში შედიან მექანიკური ბოჭკოებიც.

ჭურჭელბოჭკოვანი კონების მეოხებით ყველა ორგანო მთლიანობაშია მოცემული და მცენარეში შექმნილია ნივთიერებათა ცვლის ერთიანი პროცესი. ეს კონები ქმნიან რთულ ბადეს არამარტო ვეგეტატიურ ორგანოებში, არამედ ნაყოფებშიც. თითოეულ კონაში არის ფლოემა, ქსილემა და მექანიკური ბოჭკო. ფლოემის და ქსილემის შემადგენლობა, მათში გამტარი ელემენტების, პარენქიმისა და მექანიკური ელემენტების განლაგება დამოკიდებულია მცენარეული ორგანიზმის ტიპზე. ერთლებნიან და ორლებნიან მცენარეებში გაფანტული ჭურჭელბოჭკოვანი კონებით და მექანიკურ უჯრედებთან ერთად ვითარდება მექანიკური შემონაფენი. თვით კონები გამტარი და თანმხლები ელემენტები განლაგებულია გარკვეული წესის მიხედვით. ზოგჯერ კონაში არის ან მარტო ფლოემა ან ქსილემა. ასეთ კონას *არასრული კონა* ეწოდება. ისეთ კონას, სადაც ქსილემაც არის და ფლოემაც სრული კონა ეწოდება. *არასრული კონა* უმეტესად ფოთლებში გვხვდება.

იმის მიხედვით, თუ რა მდებარეობა უკავიათ კონებში ფლოემასა და ქსილემას, არჩევენ ოთხ ტიპს:

- 1) კოლატერალური - როდესაც ქსილემა და ფლოემა გვერდულადაა განლაგებული. ე.ი. ერთ მხარეს - პერიფერიულად არის ფლოემა, შიგნით ქსილემა;
- 2) ბიკოლატერალური კონა. ასეთ კონაში ფლოემა ქსილემის გვერდებზეა განლაგებული;

- 3) კონცენტრიული - კონაში ან ფლოემა რგოლურად გარემოიცავს ქსილემას (გვიმრა) ან ქსილემა ფლოემას (შროშანი);
- 4) რადიალურ კონას აქვს ნათელი აგებულება: ფლოემისა და ქსილემის უბნები მორიგეობენ რადიუსის მიხედვით და ქმნიან ერთგვარ რადიალურ-სხივურ სიმეტრიას.

ორლებნიან მცენარეებში პირველადი აგებულებიდან მეორადში გადასვლისას ფლოემის და ქსილემის რადიალური განლაგება იცვლება კოლატერალურით. ზოგ მცენარეში ფესვის პირველადი აგებულების წარმოშობისას ყალიბდება ქსილემის და ფლოემის სხივთა განსაზღვრული რიცხვი, თანაც ფლოემის რიცხვი ქსილემის რიცხვის ტოლია.

ჭურჭელბოჭკოვანი კონები თავდაპირველად ფორმდებიან აპიკალურ მერისტემაში პროკამბიალური კონების ჭიმებისაგან. ერთლებნიან მცენარეში მთელი პროკამბიუმის კონა გარდაიქმნება ჭურჭლოვანი კონის ელემენტებად. ასე, რომ კონაში აღარ რჩება მოქმედი მერისტემული ურედები. ასეთ კონებში შემდგომში არ შეიმჩნევა ახალი წარმონაქმნები, რის გამოც ასეთ კონებს *დახურული კონები* ეწოდება. დახურული კონებისაგან განსხვავებით, ვითარდება *ღია კონები*. ის ახასიათებს ორლებნიან მცენარეებს. ისინი ყალიბდებიან კოლექტარალური ტიპის კონების მსგავსად. ის ახასიათებს შიშველთესლიან მცენარეებს, ქსილემასა და ფლოემას შორის დარჩენილ პროკამბიალურ ზოლს ეწოდება *კონის კამბიუმი*, რომლისგანაც ორლებნიანებში იქმნება *წლიური რგოლები*.

სარძევეები. ზოგიერთი მცენარის ფესვებში, ღეროებსა და ფოთლებში გროვდება წვენი, რომელიც გარეგნულად რძეს მოგვაგონებს, ეს არის რძისებრი სითხე. ის გროვდება უჯრედების სახსრებში, რომელსაც სარძევეებს უწოდებენ. ისინი თხელგარსიანები არიან. ციტოპლაზმა კედლისპირაა, ლეიკოპლასტებით და ბირთვით. მისი შედგენილობა რთულია, წარმოადგენს სხვადასხვა სამარაგო ნივთიერებების და ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტების ემულსიას. შეიცავს შაქარს, სახამებლის მარცვლებს, ცილებს, ვიტამინებს, ალკალოიდებს, გლუკოზიდებს, ტანინებს, ეთეროვან ზეთებს. მისი ძვირფასი შემცველობაა კაუჩუკი და გუტაპერჩი. ზოგი მცენარის რძე-წვენი მდიდარია შაქრებით, სახამებლით, ცილებით და წარმოადგენს კარგ საკვებს. რძეწვენში ალკალოიდების და გლუკოზიდების შემცველობა შესაძლებლობას იძლევა გამოყენებული იქნას პაპავერინისა და მორფინის მისაღებად. ზოგი ნარკოტიკულია (ტროპიკებში) ზოგი შხამიანია და ცხოველები არ ჭამენ. მაგ. კაუჩუკის ხე. კაუჩუკის მთავარი წყაროა ევკომია – წინეთიდან.

რთულყვავილოვნებიდან დსო-ს ქვეყნებში არის ქოქსალოზი, ტაუსალიზი, ისინი ველურად გვხვდება ყაზახეთის მთებში, კავკასიაში, ყირიმში. მათგან კაუჩუკს იღებენ, თუთაც შეიცავს კაუჩუკს.

2.6. ბამომყოფი ძხოვილები

ნივთიერებათა ცვლის პროცესში უჯრედებში გროვდება ზოგიერთი ნივთიერება, რომელიც მცენარის მიერ არ გამოიყენება ზრდისა და განვითარების პროცესში, ხშირად ისინი

ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტებია. გამომყოფი ქსოვილები ორ ჯგუფად იყოფა: შინაგანი და გარეგანი სეკრეციის გამომყოფი ქსოვილები.

გარეგანი სეკრეციის გამომყოფ ქსოვილებს მიეკუთვნება ყვავილის, ყვავილგარეშე სანექტრე ჯირკვლები, ბუსუსები და გარეგანი სეკრეციის ჯირკვლები, სანექტრეები გამოყოფენ ნექტარს, რომელიც შეიცავს შაქრის ხსნარს და ვიტამინებს. ჯირკვლოვანი ბუსუსები გამოყოფენ ეთეროვან ზეთებს (ყვავილი), ფისისებრ-წებოვან ნივთიერებებს (ყვავილის ყუნწზე, კვირტის ქერქლზე (აღკალოიდებს (თამბაქო, წენგო), პეფსინის და ტრიფსინის ტიპის წებოვან სეკრეტს (დროზერა), სხვა მწერიჭამია მცენარეებში მომწელებელი 'ფერმენტები' გამოიყოფა ეპიდერმული უჯრედებიდან, ყვავილებში ეთეროვანი ზეთები გამოიყოფა ჯირკვლოვანი ბუსუსების ტიპის ეპიდერმისის ჯირკვლებიდანაც. ჯირკვლოვან ბუსუსებში დაგროვილი ეთეროვანი ზეთები ქროლდება და გამოცემს სურნელებას. ეთეროვან ზეთს აქვს სურნელება, ამით აიხსნება ვარდის, იის, მიხაკის დამახასიათებელი სუნი.

გარეგანი ჯირკვლები ღრუებში არიან განლაგებული, მაგ: ლიმონი, ფორთოხალი, კომში, რომლებიც გამოყოფენ ეთეროვან ზეთებს.

შინაგანი სეკრეციის გამომყოფ ქსოვილებს მიეკუთვნება გამომყოფი სავალები, ისინი დიდი ზომის პარენქიმული უჯრედებია, რომლებიც ამოვსებულია სხვადასხვა სეკრეციით.

შინაგანი ჯირკვლები ყალიბდება ორი გზით: 1. საცავის წარმოშობა უჯრედშორისებში ან 2. იმ უჯრედების გარსის ჩაშლით, რომლებიც განლაგებული არიან გამონაყოფების ირგვლივ. ორივე მათგანს გარს აკრავს ცოცხალი პარენქიმული

უჯრედების ფენა, რომელიც ასრულებს სეკრეტორული ქსოვილის ფუნქციას და ხელს უწყობს გამონაყოფის გრანსპორტირებას. გამონაყოფის თითოეული საცავი წარმოადგენს გამომყოფ ქსოვილს.

ერთი ორგანიზმის ფარგლებში გამომყოფი ქსოვილები შეადგენენ გამომყოფ სისტემას. არხისებრი გამომყოფი სავალები გვხვდება ღეროში, ფესვში, ფოთოლში. მათში გროვდება ფისის სავალები. ეთეროვანი ზეთები გვხვდება ქოლგოსნებში ქაფურის ხის ქერქში, ოხრახუმის ფესვში.

შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლებზე კარგადაა გამოხატული ციტრუსების ფოთლებში, დაფნაში, ქაფურის ხეში, კრაზანაში.

იდიობლასტები – მკაუნმკაავას მარილების კრისტალები გვხვდება ყველა სუკულენტ და ქსეროფიტ მცენარეში.

თავი.III. მცენარეთა ორგანოები, მათი ფუნქციები და აბეზულება

ბოტანიკის იმ დარგს, რომელიც სწავლობს მცენარეთა ორგანოების ფორმას, სტრუქტურას, მის წარმოშობასა და განვითარებას, ფილოგენეზსა (მცენარეთა ისტორიული განვითარების კანონზომიერება) და ონტოგენეზს (თესლის აღმოცენებიდან მის შექმნამდე) მცენარეთა მორფოლოგია ანუ ორგანოგრაფია ეწოდება.

მცენარეთა ორგანო წარმოადგენს მცენარის განსახლებურ ნაწილს, რომელსაც ახასიათებს

თავისებური აგებულება და ასრულებს განსაზღვრულ ფუნქციას.

ფუნქციების მიხედვით არჩევენ: ეპიგრატიურ და გენერაციულ ორგანოებს. ეპიგრატიური ორგანოების მეშვეობით ხორციელდება მცენარის კვება და განპირობებულია მცენარის ინდივიდუალური სიცოცხლე.

ეპიგრატიური ორგანოებია: ფესვი, ღერო, ფოთოლი და მათი სახეცვლილებები.

გენერაციული ორგანოებია: ყვავილი, ნაყოფი და თესლი. ამ ორგანოების საშუალებით მიმდინარეობს მცენარის სქესობრივი გამრავლება.

3.1. შშ30 – RADIX

ფესვის ფუნქცია. ფესვი მცენარის ძირითადი ეპიგრატიური ორგანოა, რომელიც ჩასახულია თესლის ჩანასახში. ფესვის განმასხვავებელი ხიშანია ის, რომ მასზე არასოდეს არ ვითარდებიან ფოთლები და მათი სახეცვლილებები. ფესვის წვერი ბოლოვდება შაღითით, რომელიც არასოდეს არ ვითარდება ღეროზე.

ფესვი იზრდება წვერით ნიადაგის სიღრმეში და მიისწრაფის დედამიწის ცენტრისაკენ. ამ მოვლენას დადებითი გეოტროპიზმი ეწოდება („გეო“ - მიწა, „ტროპოს“ – მიმართულება, ბერძნ.). ფესვს ახასიათებს შემდეგი მორფოლოგიურ – ანატომიური ნიშნები: 1. რადიალური სიმეტრია; 2. იზრდება სიგრძეზე კენწრული ზრდის წერტილის უჯრედების დახმარებით. 3. ზრდის წერტილი მოთავსებულია ფესვის შაღითის ქვეშ. 4. ახასიათებს დატოტიანება. 5. გვერდითი ფესვები ენდოგენური (შინაგანი) წარმოშობისაა. 6. ფესვს უვითარდება ბეწვები.

რომლებიც წარმოადგენენ ფესვის კანის ანუ ეპიბლემის გამონაზარდებს. 7. ბეწვები ხელს უწყობენ წყლისა და მასში გახსნილი მინერალური ნივთიერებების შეწოვას. 8. ფესვზე არასოდეს არ ვითარდება ფოთლები.

ფესვის ძირითადი დანიშნულებაა მცენარის დამაგრება ნიადაგში, ნიადაგიდან წყლისა და მასში გახსნილი მინერალური მარილების შეწოვა, სამარავო ნივთიერებათა წარმოქმნა და დაგროვება. ფესვს იყენებენ საკვებად, განსაკუთრებით სახეცელილებებს, და აგრეთვე ვეგეტატიური გამრავლებისათვის. ამისათვის ამზადებენ ფესვისეულ კალმებს.

მცენარის ფესვები გამოყოფენ ნიადაგში ორგანულ მჟავებს – ძმარმჟავას და ჭიანჭველმჟავას, რომლებიც შლიან ნიადაგის მკვრივ ნაწილებს და ფესვს ნიადაგში უადვილებენ მოძრაობას. ფესვის მიერ გამოყოფილი სხვადასხვა ორგანული ნივთიერებები ხელს უწყობენ ნიადაგში მიკროორგანიზმების განვითარებას. მათ მოქმედებას დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის კვებისათვის.

ფესვის გარშემო წარმოქმნილ მიკროორგანიზმების სფეროს – *რიზოსფეროს* ანუ ფესვის სფეროს უწოდებენ.

3.2. ფესვის მორფოლოგია

თესლის გაღივებისას ჩანასახოვანი ფესვაკისაგან ვითარდება მთავარი ფესვი. მთავარი ფესვის გვერდებზე პერიციკლიდან წარმოიქმნება გვერდითი ფესვები, რომლებიც იტოტებიან და წარმოქმნიან მეორე, მესამე და ა.შ. რიგის გვერდით ფესვებს. გვერდითი ფესვები თავდაპირველად ჰორიზონტალურად არიან გართხმულნი, შემდეგ კი

თანდათანობით ეშვებიან დედამიწის ცენტრისაკენ. მთავარი ფესვის დაზიანება იწვევს აქტიურ დატოტიანებას.

მთავარი და გვერდითი ფესვების გარდა მცენარეებს უვითარდებათ დამატებითი ფესვები. დამატებითი ფესვები არასოდეს ფესვებზე არ ვითარდება, ისინი მცენარის მიწისზედა ორგანოების წარმოშობის არიან. დამატებითი ფესვები აგებულებით და ფუნქციით თითქმის არ განსხვავდებიან მთავარი და გვერდითი ფესვებისაგან. ისინიც ენდოგენური (შინაგანი) წარმოშობის არიან და პერიციკლიდან ვითარდებიან. დამატებითი ფესვები ხშირად უვითარდებათ ბოლქვიან მცენარეებს, რომლებიც ღეროს მიწისქვეშა სახეცვლილებებს წარმოადგენენ. ფოთლისებური წარმოშობის დამატებითი ფესვების მეშვეობით მცენარე უფრო ძლიერ ფესვიანდება ნიადაგში.(მაგ.ბეგონია)

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

ფესვის სისტემები. ფესვების ერთობლიობა ქმნის ფესვთა სისტემებს, რომლის აგებულება და სიმძლავრე დამოკიდებულია ფესვის დატოტიანებაზე და დამატებითი ფესვების წარმოქმნაზე.

არჩევენ შემდეგი სახის ფესვთა სისტემას: *მთავარღერძა, ფუნჯა და ძაფნაირი.*

მთავარღერძა ფესვთა სისტემას კარგად აქვს განვითარებული მთავარი და გვერდითი ფესვები. მთავარღერძა ფესვები მძლავრი ფესვთა სისტემაა და მათ ახასიათებს ძლიერი გეოტროპიზმი. მთავარღერძა ფესვთა სისტემა დამახასიათებელია

ორლებნიანი მცენარეებისათვის და უფრო კარგად არის გამოსახული ხემცენარეებში.

ფუნჯა ფესვები. ისეთი ფესვებია, რომლებსაც მთავარი ფესვი არ აქვთ განვითარებული ან წყვეტენ ზრდას. ამ შემთხვევაში მცენარეებს ღეროდან წარმოექმნებათ დამატებითი ფესვების ჯგუფი, რომლებიც დაახლოებით ერთნაირი ზომისა და ფორმის არიან. ისინი მოგვაგონებენ ფუნჯს და აქედან წარმოიქმნება მათი სახელწოდებაც. ასეთი ფესვები ძირითადად უვითარდებათ ერთლებნიან მცენარეებს.

ძაფნაირ ფესვებს უვითარდებათ ძალიან სუსტი მთავარი და გვერდითი ფესვები. ასეთი ფესვები დამახასიათებელია ერთწლიანი ბალახოვანი მცენარეებისათვის.

ფესვის სახეცვლილება (მეტამორფოზი). სხვადასხვა მიზეზების გამო, ბევრი მცენარის ვეგეტატიური ორგანოები (ფესვი, ღერო, ფოთოლი) განიცდიან მორფოლოგიურ და ანატომიურ ცვლილებებს. ასეთ მოვლენას სახეცვლილება ანუ მეტამორფოზი ეწოდება.

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

მასაზრდოებელი ფესვები დამახასიათებელია ორწლიანი მცენარეებისათვის, როგორიცაა: ჭარხალი, ბოლოკი. სტაფილო. პირველ წელიწადს ამ მცენარეებს უვითარდებათ ვეგეტატიური ორგანოები, რომლებშიც გროვდება სხვადასხვა შემადგენლობის სამარაგო ნივთიერებები, რის გამოც მიმდინარეობს მათი გასქელება. მეორე წელს ვითარდება გენერაციული ორგანოები (ყვავილი, ნაყოფი, თესლი) ამ ფესვებს მასაზრდოებელ ფესვებს ანუ ძირხვენებს

უწოდებენ. ძირხვევნებს იყენებენ საკვებად, შაქრის მისაღებად (შაქრის ჭარხალი). ძირხვევნები სხვადასხვა ფორმისაა: თითისტარა (სტაფილო) და თაღგამა (ბოლოკი) მასაზრდოებელი ფესვი შედგება სამი ნაწილისაგან: თავი (ზედა ნაწილი, სადაც ღერო და ფოთოლია) ყელი და ფესვი. (ქვედა ნაწილი), რომელზეც ვითარდებიან გვერდითი ფესვები, თესლების მისაღებად, მასაზრდოებელ ფესვებს მეორე წელიწადს რგავენ ნიადაგში და მათში დაგროვილ საკვებ ნივთიერებას მცენარე იყენებს ნაყოფებისა და თესლების წარმოქმნისათვის.

მისაკიდი ფესვები - უვითარდებათ ღიანა მცენარეებს, რომლებსაც სუსტად აქვთ განვითარებული მექანიკური ქსოვილები, ამის გამო მათ უვითარდებათ მისაკიდი ანუ დამატებითი ფესვები, რითაც ისინი ეკიდებიან სხვადასხვა სახის საყრდენს და ინარჩუნებენ ვერტიკალურ მდგომარეობას. მისაკიდი ფესვები ძირითადად დამახასიათებელია ტროპიკული მცენარეებისათვის ჩვენში, ღიანა მცენარე - სუროს (*Hedera*) უვითარდება მისაკიდი ფესვები

მისაწოვრები - მცენარეებს, რომლებსაც არ უვითარდებათ ნამდვილი ფესვები, წარმოქმნილი აქვთ მისაწოვრები ანუ პაუსტორიები, რითაც ისინი იწოვენ საკვებს იმ მცენარეებისაგან, რომლებზეც სახლდებიან, ასეთ მცენარეებს პარაზიტი მცენარეები ეწოდება. პარაზიტი მცენარეებია: აბრეშუმა, (*Cuscuta*) კელეპტარა (*Orobanche*) და ნახევრად პარაზიტი მცენარე ფითრი (*Viscum album*).

საპაერო ფესვები. საპაერო დამატებითი ფესვები უვითარდებათ ტროპიკულ მცენარეებს: ღიანებს და ეპიფიტებს. ეპიფიტები სახლდებიან სხვადასხვა მცენარეების ღეროებზე. ისინი

დამოუკიდებლად იკვებებიან, კინაიდან უვითარდებათ ჰაერში ჩამოკიდებული ფესვები და ფოთლები. საჰაერო ფესვებით ატმოსფეროდან წყალს ნალექების დროს ისრუტავენ. ხოლო ფოთლებში მიმდინარეობს ფოტოსინთეზი. ამდენად, ისინი ავტოტროფულ ცხოვრებას ეწევიან. საჰაერო ფესვები დამახასიათებელია ჯადვარისებრთა, მანანასებრთა ოჯახის წარმომადგენლებისათვის.

სასუნთქი ფესვები. სასუნთქი ფესვები უვითარდება მცენარეებს, რომლებიც იზრდებიან დაჭაობებულ ადგილებში. ესენი კი, ძირითადად ტროპიკული მცენარეებია. მაგ: ჭაობის კვიპაროსი (*Taxodium distychum*) წყალში ჯანგბადის ნაკლებობის გამო. ასეთ მცენარეებს ფესვები ძირითადად გვერდით აქვთ ამოშვებული, წყლის ზემოთ, რაც უზრუნველყოფს სუნთქვის პროცესს.

საბჯენი ფესვები. დამატებითი ფესვების სახით ბევრ ტროპიკულ მცენარეს უვითარდება საბჯენი ფესვები. ჩვენში საბჯენი ფესვები უვითარდება სიმინდს. ამ ფესვების საშუალებით მცენარე უფრო კარგად არის დამაგრებული ნიადაგში.

მიკორიზა. ხშირად მცენარის ფესვებზე სახლდებიან სოკოები ან ბაქტერიების ორგანიზმები და ეწევიან თანაცხოვრებას, ანუ სიმბიოზს. მცენარის ფოთლებისა და სოკოების სიმბიოზს, მიკორიზა ეწოდება. ამ მცენარეებისა და სოკოების ჰიფები, ამ შემთხვევაში ასრულებენ ფესვის ბუსუსების ფუნქციას, აწვდიან მცენარეს წყალს და მასში გახსნილ მინერალურ მარილებს. თავის მხვრიც, მცენარე აწვდის სოკოს ორგანულ ნივთიერებებს.

პირველად, მიკორიზას ბუნება შეისწავლა რუსმა მეცნიერმა ვ. კამენსკიმ (1881წ) ტყის სანთელას (*Hypopytus monotropa*) მაგალითზე. კამენსკიმ დაადგინა

ფესვისა და სოკოს შორის ურთიერთობით გამოწვეული სიმბიოზი. მიკორიზა უფრო მეტად ჩნდება გვერდით ფესვებზე, რომლებიც სიმბიოზის შემთხვევაში წვეტენ სიგრძეში ზრდას, მოკლდებიან, მსხვილდებიან და ხორცოვანი ხდებიან.

ბევრი მცენარე : ფიჭვი, მუხა, არყი, ვერხვი, მიკორიზას გარეშე ვერ ვითარდებიან ნორმალურად.

მიკორიზა მათთვის აუცილებელი მოვლენაა. ასეთ მცენარეებს ახასიათებს მიკოტროფული კეება.

აგებულებისა და ფუნქციების მიხედვით არჩევენ სამი ტიპის მიკორიზას: გარეგანი, ანუ ექტოტროფული, შინაგანი-ენდოტროფული და ექტოენდოტროფული.

ექტოტროფული მიკორიზას დროს, სოკოს ჰიფები ქმნიან მკვრივ შაღითას. ამ შემთხვევაში ფესვის ბუსუსები იღუპებიან და მათ ფუნქციას ასრულებს სოკო. სოკოს ჰიფები იწოვენ ნიადაგიდან წყალს და მასში გახსნილ მინერალურ მარილებს და აწვდიან მცენარეს. ექტოტროფული მიკორიზა ახასიათებთ: ფიჭვს, მუხას, არყს, წიფელას, მუხას და სხვა.

ენდოტროფული მიკორიზას შემთხვევაში სოკოს ჰიფები იჭრებიან ფესვის შიგნით, გარედან სოკო არ სახლდება.

უჯრედები, რომლებშიც სახლდებიან სოკოები არ იღუპებიან. შეჭრილი სოკოების ჰიფები კი იშლებიან და დაშლილ ნივთიერებებს ითვისებს მცენარის უჯრედები, ენდოტროფული მიკორიზა ბალახოვანი მცენარეებისათვის არის დამახასიათებელი.

ექტოენდოტროფული მიკორიზას დროს სოკო სახლდება გარედანაც და ფესვის უჯრედების შიგნითაც.

სიმბიოზი კოჟრის ბაქტერიებთან. სოკოს გარდა უმაღლესი მცენარეების ფესვებზე სახლდებიან ბაქტერიებიც . ამ ტიპის სიმბიოზი დამახასიათებელია ძირითადად პარკოსანი მცენარეებისათვის. პარკოსანი მცენარეების ფესვებზე დასახლებული ბაქტერიები ქმნიან კოჟრებს. კოჟრის ბაქტერიები ჰაერის აზოტს გარდაქმნიან ისეთ ნაერთებად, რომელსაც პარკოსანი მცენარეების ფესვები ადვილად ითვისებენ. მაშასადამე, კოჟრის ბაქტერიები უზრუნველყოფენ პარკოსანი მცენარეების აზოტოვან კვებას. მათი დაღუპვისას კი ნიადაგი მდიდრდება აზოტით, რაც ხელს უწყობს სხვა მცენარეების ნორმალურ ზრდას.

კოჟრის ბაქტერიებსაც, ისევე როგორც მიკორიზას სოკოებს ახასიათებთ სპეციალიზაცია. არასოდეს ბარდას კოჟრის ბაქტერიები არ დასახლდებიან ლობიოზე ან სხვა მცენარეზე.

3.3. ფესვის ანატომიური აბეზულება

ფესვის ანატომიური აგებულება განიხილოთ მისი სიგრძივ და განივ ჭრილზე. მცენარის ახალგაზრდა ფესვის სიგრძივი ჭრილის ანატომიური აგებულების შესწავლისას გამოყოფილია 5 ძირითადი ზონა, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან აგებულებით და ფუნქციებით: 1) უჯრედების დაყოფის ზონა, 2) ზრდის ზონა, 3) შეშვოვი ზონა 4) გამტარი ზონა 5) ფესვის ყელი.

დაყოფის ზონა განლაგებულია ფესვის წვეროში, სადაც აპეკალური ანუ კენწრული მერისტემაა, რომლის უჯრედები სისტემატურად იყოფიან. ვინაიდან ზონა შედგება ახალგაზრდა უჯრედებისაგან, მას არახელსაყრელი პირობებისაგან

იცავს შალითა. შალითა შედგება მსხვილი, მკვრივი აგებულების უჯრედებისაგან. იგი ადვილად შლის ნიადაგის მკვრივ ნაწილაკებს და ხელს უწყობს ფესვის ზრდას. ფესვის ზრდის დროს შალითას გარეთა უჯრედები თანდათან იღუპებიან და მათ ნაცვლად წარმოქმნობი მერისტემა, რომელიც განლაგებულია ფესვის დაყოფის ზონაში, წარმოქმნის ახალ უჯრედებს.

მაშასადამე, დაყოფის ზონა ქვემოთ წარმოქმნის ახალ უჯრედებს შალითისათვის, ზემოთ კი ზრდის ზონისათვის.

ზრდის ზონა. განლაგებულია დაყოფის ზონის ზემოთ. ის წარმოიქმნება უჯრედების დაყოფის შედეგად. ზრდის ზონის უჯრედები უფრო წაგრძელებული ფორმისაა, მათი დიფერენციაციის შედეგად წარმოიქმნება ფესვის მუდმივი ქსოვილები, ზრდის ზონის მეშვეობით ფესვი იზრდება სიგრძეში.

შემწოვი ზონა. განლაგებულია ზრდის ზონის ზემოთ. ეს ზონა დაფარულია ნაზი ბეწვებით, რომლითაც მცენარე მჭიდროდაა დაკავშირებული ნიადაგთან. ბეწვის ძირითადი ფუნქციაა წყლისა და მასში გახსნილი მინერალური მარილების შეწოვა.

ბეწვები ფესვის კანის ანუ ეპიბლემის გამონაზარდს წარმოადგენენ. ბეწვები ერთუჯრედიანია, ცილინდრული ფორმის, თხელგარსიანი, რაც ხელს უწყობს შემწოუნარიანობას. ბეწვის სიცოცხლისუნარიანობა 15-20 დღეა. მათი დაღუპვის შემდეგ წარმოიქმნებიან ახალი ბეწვები. ფესვებზე ბეწვის რაოდენობა დამოკიდებულია გარემო პირობებზე. ბეწვები არ უვითარდებათ წყლისა და ჭაობის მცენარეებს, მიკორიზებულ ფესვებს საჰაერო ფესვებს და სხვა. მაშასადამე, ამ ზონის მეშვეობით მცენარე იკვებება.

გამტარი ზონა შემწოვი ზონის ზემოთ არის განლაგებული. მისი დანიშნულებაა გაატაროს და მიაწოდოს მცენარის მიწისზედა ორგანოებს, ღეროს და ფოთლებს, ბეწვების მიერ შეწოვილი ნივთიერებები.

ფესვის ყელი – ადგილი, სადაც ფესვი გადადის ღეროში- ფესვის ყელი ეწოდება.

ფესვის პირველადი ანატომიური აგებულება. პირველადი აგებულება დამახასიათებელია ყველა მცენარის ახალგაზრდა ფესვებისათვის. შემდეგში, ფესვის ზრდის პროცესის დროს ზოგიერთ მცენარეებში(ერთლებნიანები) პირველადი აგებულება შენარჩუნებულია თითქმის მთელი სიცოცხლის მანძილზე უცვლელად. ორლებნიანებში კი პირველადი აგებულება გადადის მეორად აგებულებაში. განვიხილოთ პირველადი აგებულება ფესვის განივ ჭრილზე. ფესვის პირველადი აგებულების დამახასიათებელი თვისებებია ორი ძირითადი ნაწილის არსებობა: 1) გარეთა, ფაშარი აგებულების ქერქი 2) შიგნითა, მკვრივი აგებულების, ქერქი გარედან დაფარულია კანით, რომელსაც ეპიბლემა ეწოდება. ეპიბლემა შედგება თხელგარსიანი, ერთშრედ მჭიდროდ განლაგებული უჯრედებისაგან, რომლებიც წარმოქმნიან ფესვის ბუსუსებს. ეპიბლემა ეპიდერმისისაგან იმით განსხვავდება, რომ მას არ აქვს ბაგეები, მისი ბუსუსები შემწოვ ფუნქციას ასრულებენ, მისი უჯრედები არ განიცდიან კუტინიზაციას.

ეპიბლემის შიგნით განლაგებულია პირველადი ქერქი, რომელიც შედგება მსხვილი, მჭიდროდ განლაგებული უჯრედებისაგან, უჯრედები განიცდიან გაკორპებას და ამის გამო ამ შრეს ზოგჯერ კორპის შრეს უწოდებენ.

მეზოდერმა - გარეთა შრეა, რომელიც მჭიდროდ ეკვრის ეპიბლემას. იგი შედგება მსხვილი, მჭიდროდ განლაგებული უჯრედებისაგან. უჯრედები განიცდიან გაკორპებას და ამის გამო ამ შრეს ზოგჯერ კორპის შრეს უწოდებენ.

მეზოდერმა - შუა შრეა, შედგება ცოცხალი, თხელგარსიანი, უჯრედებისაგან. უჯრედშორისი ამოვსებულია ჰაერით.

ენდოდერმა - შიგნითა შრეა, რომელიც შედგება ორი სახის უჯრედებისაგან: თხელგარსიანი და სქელგარსიანი. თხელგარსიანი უჯრედების მეშვეობით მიმდინარეობს წყლის შეღწევა ფესვის ცენტრალურ ნაწილში. ამ უჯრედებს წყლის გამტარ უჯრედებს უწოდებენ.

სქელგარსიანი უჯრედები არ ატარებენ წყალს, მათ კასპარის ლაქებს უწოდებენ (კასპარი იტალიელი მეცნიერია, რომელმაც პირველად აღმოაჩინა ეს უჯრედები).

ფესვის ცენტრალური ნაწილი დაკავებულია ცენტრალური ცილინდრით. ზოგიერთი მცენარის ცილინდრის შუაგულში განლაგებულია გულგული, ზოგიერთებში კი მსხვილი ჭურჭელი. რომლის რადიალურადაც განლაგებულია უფრო წვრილი ჭურჭლები. ცენტრალურ ცილინდრში განლაგებულია რადიალური ტიპის ჭურჭელ-ბოტკოვანი კონები. ამ ტიპის კონებში ფლოემისა(ლაფანი) და ქსილემის (მერქანი) ელემენტები მორიგეობით არის განლაგებული. მთლიანად კი ცენტრალური ცილინდრი შეესებულია ნაზი პარენქიმული უჯრედებით.

ცენტრალური ცილინდრის გარშემო განლაგებულია პერიციკლი-წარმოშობი ქსოვილი. პერიციკლის უჯრედები თხელგარსიანი ცოცხალი უჯრედებია.

ისინი სისტემურად იყოფიან და წარმოქმნიან გვერდით ფესვებს, რომლებიც ქერქის გზით გამოდიან გარეთ.

ფესვის მეორადი ანატომია.
შიშველთესლოვანი და უმრავლესობა ფარულთესლოვანი მცენარეების ფესვის ანატომიურ აგებულებაში არჩევენ პირველად და მეორად აგებულებას. პირველადი აგებულება არსებობს მხოლოდ შემწოვ ზონაში. ამ ზონის ზევით ფორმირდება მეორადი აგებულება, რომელიც ხელს უწყობს ფესვის გასქელებას. ფესვის გასქელება მიმდინარეობს კამბიუმის მეშვეობით. კამბიუმი წარმომშობი ქსოვილია, რომელიც წარმოიქმნება პარენქიმული უჯრედების, განლაგებული ფლოემისა და ქსილემას შორის დაყოფის შედეგად. კამბიუმი მეორადი წარმომშობი ქსოვილია, რომლის უჯრედების დაყოფის დროს ცენტრისკენ წარმოიქმნება მეორადი ქსილემა ანუ მერქანი. ხოლო პერიფერიისაკენ მეორადი ფლოემა ანუ ლაფანი. კამბიუმის ახალი მოქმედება განაპირობებს ფესვის მეორად აგებულებას. ეს კი ხელს უწყობს ფესვის გასქელებას.

ფესვის სისტემების სიმძლავრე. მცენარეების ფესვები ზრდის დროს, გეოტროპიზმის მოქმედების შედეგად ჩადიან ღრმად ნიადაგში. ამასთან ერთად ისინი იზრდებიან სიგანეშიც. ზოგიერთი მცენარის (ხორბალი, ჭვავი, სიმინდი, ქერი) ფესვი ჩადის 1-10 მ სიღრმეში. ხე-მცენარეების ფესვები კი 15-20 მ სიღრმეში. მათი ფესვთა სისტემების დიამეტრი ბევრად აღემატება ვარჯის დიამეტრს. მცენარეთა ფესვებს ახასიათებთ უდიდესი შემწოვი ზედაპირი. მაგ: ხორბლის, ქერის ფესვების და ბუსუსების სიგრძე ერთად უდრის 20კმ. ჭვავის - 630კმ. ე.ი. ფესვთა

სისტემების სიგრძე ბევრად აღემატება იმავე მცენარის მიწისზედა ორგანოების სიგრძეს.

ფესვთა სისტემების განვითარება დამოკიდებულია გარემო პირობებზე, პირველ რიგში ფესვების განვითარებაზე მოქმედებს წყალი. დაჭაობებულ პირობებში მოხარდ მცენარეებს უვითარდებათ ზედაპირული ფესვები, ვინაიდან მცენარე უზრუნველყოფილია წყლით. ქსეროფიტულ ადგილებში (სტეპები, უდაბნო) მცენარეებს უვითარდებათ საკმაოდ გრძელი ფესვები. ფესვების განვითარებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგსაც. მსუბუქ, ქვიშიან ნიადაგში ფესვები უფრო ღრმად ჩადიან, ვიდრე ჭაობიან ადგილებში. კულტურული მცენარეების ფესვთა სისტემების განვითარება დამოკიდებულია აგროტექნიკურ ღონისძიებაზე: ნიადაგის დამუშავებაზე, სასუქების შეტანაზე, მორწყვაზე და მცენარეების მოვლაზე.

ფესვის სისტემების განვითარებაზე დამოკიდებულია მცენარეების მოსავალი. რაც უფრო კარგად არის განვითარებული ფესვთა სისტემა მით უფრო მძლავრია მისი შემწოვუნარიანობა, მით უფრო მეტ საკვებ ნივთიერებას შეიწოვს ნიადაგიდან, გადაიტანს მცენარის მიწისზედა ორგანოებში და მით უფრო დიდი იქნება მოსავალი.

ფესვის გამოყენება. ადამიანი უხსოვარი დროიდან იყენებდა ფესვებს სხვადასხვა დანიშნულებისათვის. საკვებად ადამიანი იყენებს მასაზრდოებელ ფესვებს: სტაფილოს, ბოლოკს, ჭარხალს. შაქრის მრეწველობაში შაქრის მისაღებად იყენებენ შაქრის ჭარხალს. სხვადასხვა მცენარეების ფესვებს იყენებენ მედიცინაში, სამკურნალო პრეპარატების მისაღებად. მაგ: კატაბალახა (Valeriana), ენ-შენი (Panax), ტუხტი (Althaca) და სხვა. ზოგიერთი

მცენარის ფესვებს იყენებენ საღებავის მისაღებად. ენდრო (Rubia) შლაგის, შოროქნის, ცოცხა (Limonium). მცენარეებს, რომლებსაც კარგად აქვთ განვითარებული ფესვთა სისტემა იყენებენ ეროზიის საწინააღმდეგოდ.

თაზო IV. ღერო - CAULIS

4.1. ღეროს ფუნქციები

ღერო, მცენარის ერთ-ერთი მიწისზედა ვეგეტატიური ორგანოა. მისი ძირითადი დანიშნულებაა საკვები ნივთიერებების ტრანსპორტირება, რომელიც მცენარის ორგანიზმში მიმდინარეობს ორი მიმართულებით: ორგანული ნივთიერებების გატარება ზევიდან ქვევით, ე.ი. ფოთლებიდან ფესვებისაკენ ღეროს მეშვეობით ხორციელდება, რომელიც წარმოიქმნება ფოტოსინთეზისა და ასიმილაციის შედეგად ფოთლებში. ქვევიდან ზევით ღერო ატარებს წყალსა და მასში გახსნილ მინერალურ მარილებს, რომელსაც ფესვი ბუსუსების საშუალებით ითვისებს ნიადაგიდან. აქედან გამომდინარე ღერო აკავშირებს მცენარის მიწისზედა (ფოთლებს) და მიწისქვედა (ფესვებს) ნაწილებს. ღეროზე წარმოიქმნება ფოთლები, ყვავილები, ნაყოფები. ზოგიერთი მცენარის ღერო, რომელსაც ფოთლები ან არ უვითარდება ან ქერქლების სახითაა განვითარებული (კურდღლის ცოცხა - Spartium, ეფედრა - Ephedra) ასრულებს ასიმილაციის ფუნქციას. ღერო ვეგეტატიური გამრავლების ორგანოს წარმოადგენს (ყლორტი, კალმები). ზოგიერთი მცენარის ღეროში (გორგლი) გროვდება საკვები ნივთიერებების მარაგი, რის გამოც მას საკვებად იყენებენ.

დერო ჩანასახოვანი დეროდან ვითარდება. მას ახასიათებს კენწრული ზრდა, მაგრამ ზოგიერთი დერო ჩამატებითი ანუ ინტერკალარული მერიისტემების მეშვეობით იზრდება მუხლთშორისებით. ამის გამო მცენარე, რომელსაც ახასიათებს ინტერკალარული ზრდა, იზრდება ძალიან სწრაფად, მაგ., ბამბუკი ერთ დღელამეში იზრდება ერთ მეტრამდე.

დეროს უარყოფითი გეოტროპიზმი და დადებითი ჰელიოტროპიზმი ახასიათებს („გეო“ - დედამიწა, „ჰელიოს“ - მზე, ბერძნ) რაც ნიშნავს დედამიწის ცენტრისა და მზისკენ მისწრაფებას.

4.2. დეროს მორფოლოგია

დერო დამახასიათებელია ყველა მცენარისათვის. ტიპური დერო სწორმდგომია. ასეთი ტიპის დერო უვითარდება მრავალ ხე-მცენარეს, ბუჩქებს, მრავალწლიან და ერთწლიან ბალახოვან მცენარეებს. მაგრამ ბუნებაში გვხვდება ისეთი მცენარეებიც, რომლებსაც უვითარდებათ მხოხავი, მწოლარე, მცოცხვი და მხვიარა დერო. ასეთი ტიპის დერო დამახასიათებელია ლიანა მცენარეებისათვის. ლიანა მცენარეებს სუსტად აქვთ განვითარებული მექანიკური ქსოვილი, რომელიც მცენარის ჩონჩხს წარმოადგენს. ამის გამო, ისინი დამოუკიდებლად ვერ ინარჩუნებენ ვერტიკალურ მდგომარეობას. ლიანა მცენარეებს უვითარდებათ სხვადასხვა სახის სამარჯვეები (უღვაშები, პწკალი, მისაკიდი ფესვები, ეკლები და სხვა), რითაც ისინი ეკიდებიან ან ეხვევიან საყრდენს. ლიანა მცენარეები ძირითადად ტროპიკულ ქვეყნებშია გავრცელებული, ჩვენში გვხვდება სვია - Humulus, სურო - Hedera, კატაბარდა - Clematis,

ეკალდიჭი - Smilax, ვაზი - Vitis, ხვართქლა - Convolvulus და სხვა.

მცენარეების უმრავლესობას უვითარდება ცილინდრული ფორმის ღერო (ვაშლი, მუხა, ვარდი, არყი და სხვა), ხშირად გვხვდება წახნაგოვანი, სამწახნაგოვანი (ისლისებრთა ოჯახი); ოთხწახნაგოვანი (კაკტუსები) ღერო, ზოგიერთი მცენარის ღერო ბრტყელია (დედინაცვლის ენა).

დაუტოვებელია ღეროს კვირტებითა და ფოთლებით, *ყლორტი* ეწოდება. ყლორტი შედგება მუხლებისაგან და მუხლთშორისებისაგან. ყლორტის იმ ნაწილს, სადაც ფოთოლი და კვირტი ზის, მუხლი ეწოდება. ხოლო ორ მუხლს შორის მანძილი მუხლთაშორისია. ყლორტი ორი სახისაა *სავეგეტაციო* და *სანაყოფე*. სავეგეტაციო ყლორტებს წაგრძელებული მუხლთაშორისი უვითარდება, ასეთ ყლორტებზე ძირითადად ფოთლები და კვირტები ვითარდება, სანაყოფე ყლორტებს უვითარდებათ დამოკლებული მუხლთაშორისები და ზოგჯერ იმდენად დამოკლებული, რომ მუხლი მუხლზე ზის, სანაყოფე ყლორტებზე, როგორც სახელწოდება გვიჩვენებს ნაყოფი ვითარდება (ვაშლი, მსხალი).

კვირტი. კვირტი დამოკლებული ყლორტის ჩანასახია. კვირტები განსხვავდებიან გარეგანი და შინაგანი აგებულებით: წარმოშობით, ზომით, ფორმით, განლაგებით და ფიზიოლოგიურადაც. კვირტი შეიძლება იყოს სავეგეტაციო, რომლისგანაც შეფოთლილი ყლორტი ვითარდება, საყვავილე, რომლებიც ყვავილებს ქმნიან და შერეული, რომელიც ფოთლებსა და ყვავილების ჩანასახს წარმოადგენს. არსებობენ ჩეკია კვირტები, რომლებიც ვეგეტატიურ გამრავლებას უწყობენ ხელს (ბრიოფიტუმი - , დეიქლის ხავსი - Marchantia და სხვა). არჩევენ

აგრეთვე მძინარა, მოზამთრე და დამატებით კვირტებს. კვირტები, რომლებიც ზამთარში არ ვითარდებიან და ისვენებენ მოზამთრე კვირტებს უწოდებენ. ზოგიერთი კვირტი ძირითადად ღეროს ქვედა ნაწილშია განლაგებული და რამდენიმე წლის მაძილზე არ ვითარდება, ასეთი კვირტები მძინარაა. მძინარა კვირტები ქმნიან ძირკვის ამონაყარს, ხშირად ფესვებზე, ღეროზე და იშვიათად ფოთოლზე (ბეგონია – Begonia) დამატებითი კვირტები წარმოიქმნებიან. ისინი ჩვეულებრივი კვირტებიდან იმით განსხვავდებიან, რომ არასოდეს ფოთლის უბეებში არ ვითარდებიან. განვითარებისას დამატებითი კვირტები ქმნიან ღეროს ამონაყარს, თუ ისინი ღეროზე არიან განლაგებულნი (ვერხვი – Populus, ცაცხვი – Tilia) და ფესვის ამონაყარს - ფესვზე განლაგებული დამატებითი კვირტები (ალუბალი – Cerasus). დამატებითი კვირტები ენდოგენური და ეგზოგენური წარმოშობისაა. ენდოგენური (შინაგანი) დამატებითი კვირტები ვითარდებიან ღეროს ზედა ნაწილების და ფოთლების ზედა ქსოვილებზე. დამატებით კვირტებს დიდი გამოყენება აქვთ მცენარის ვეგეტატიური გამრავლების დროს, განსაკუთრებით ხელოვნური ვეგეტატიური გამრავლებისათვის, რომელიც ფართოდ არის გამოყენებული სოფლის მეურნეობაში.

ყლორტზე განლაგების მიხედვით არჩევენ კენწრულ და გვერდით კვირტებს. კენწრული ანუ აპეკალური კვირტი წარმოიქმნება მთავარი და გვერდითი ღეროს წვერზე. ამ კვირტებიდან ვითარდება უხვად შეფოთლილი წაგრძელებული ყლორტები, რომლებიც ხელს უწყობენ მცენარის ვარჯის ზრდას. კენწრული კვირტების ზრდის შეჩერება იწვევს გვერდითი მძინარა კვირტების

განვითარებას, რაც ხელს უწყობს კარგი გაშლილი და ხშირი ვარჯის წარმოქმნას. გვერდითი კვირტები ფოთლის უბეში სხედან. ისინი ქმნიან დამოკლებულ ყლორტებს მუხლთშორისებით. ასეთ ყლორტებზე ძირითადად ვითარდებიან ყვავილები.

კვირტის მიკროსკოპული აგებულება განვიხილოთ მის სიგრძივ ჭრილზე. გარედან კვირტი დაფარულია მფარავი ქერქლებით, რომლებიც ფოთლის სახეცვლილებებს წარმოადგენენ. მფარავი ქერქლები იცავენ კვირტს არახელსაყრელი პირობებისაგან: გვალვისაგან, ყინვისაგან. ტროპიკული მცენარეების კვირტებს ქერქლები არ უვითარდებათ. კვირტის ძირითადი ნაწილი ღეროს ჩანასახით არის დაკავებული, რომელიც ბოლოვდება ზრდის კონუსით. ზრდის კონუსი შეიძლება იყოს ბრტყელი, ჩაზნექილი და სფერული. ზრდის კონუსში განლაგებულია აპეკალური მერისტემა, რომლის უჯრედების სისტემატური დაყოფით ღერო იზრდება სიგრძეში. ზრდის კონუსის ქვემოთ ორივე მხარეზე განლაგებულია ფოთლის ჩანასახი ბორცვების სახით, რასაც პრიმორდიუმი ეწოდება. ღეროს ჩანასახის ირგვლივ მთელ სიგრძეზე განლაგებულია ფოთლის ჩანასახი, რომლის უბეებში გვერდითი კვირტების ჩანასახი ზის.

კვირტები განსხვავდებიან ზომით და ფორმით. ფორმის მიხედვით კვირტი შეიძლება იყოს კვერცხისებური, მომრგვალო, კონუსისებრი, მოგრძო და სხვა. საყვავილე კვირტები უფრო მსხვილი და ოვალური ფორმისაა, საფოთლე კი უფრო პატარა და წაგრძელებული. მრავალწლოვან მცენარეებს, ხემცენარეებსა და ბუჩქებს უვითარდებათ შედარებით მსხვილი კვირტები, ვიდრე ბალახოვან მცენარეებს.

ღეროს დატოტიანება. დატოტიანება სხვადასხვა სახისაა და დამოკიდებულია კენწრული და გვერდითი კვირტების განვითარებაზე, სტრუქტურაზე და მცენარის ადგილსამყოფელზე. არჩევენ ოთხი სახის დატოტიანებას: *მონოპოდიური*, *დიქოტომიური*, *ცრუდიქოტომიური* და *სიმპოდიური*.

მონოპოდიური დატოტიანების დროს კენწრული კვირტი უფრო აქტიურია, უფრო ინტენსიურად ვითარდება, ვიდრე გვერდითი კვირტები, რის გამოც მთავარი ღერო უფრო სწრაფად ვითარდება ვიდრე გვერდითი. მონოპოდიური დატოტიანების დროს მცენარეს უვითარდება სწორმდგომი და მაღალტანიანი ღერო. ასეთი ტიპის დატოტიანება დამახასიათებელია წიწვოვანი მცენარეებისათვის ფიჭვი – Pinus, ნაძვი – Picea, სოჭი – Abies და სხვა.

დიქოტომიური დატოტიანების დროს კენწრული კვირტი ორად იყოფა და წარმოქმნის ორ ზრდის წერტილს, საიდანაც განვითარდება ორი თანაბარი ტოტი და ა.შ. დიქოტომიური დატოტიანება დამახასიათებელია უმდაბლესი მცენარეებისათვის (წაბლა წყალმცენარეები – ფუკუსი – Fucus, დიქტიოტა – Dictyota) და უმაღლესი მცენარეებისათვის, როგორიცაა მაგ., ღვიძლის ხავსი – Marchantia და ლიკოპოდიუმი – Lycopodium.

ცრუდიქოტომიურია ისეთი დატოტიანება, როდესაც კენწრული კვირტის ქვემოთ გვერდითი კვირტები ქმნიან ორ თანაბარ ტოტს. მაგ. ცხენის წაბლი – Aesculus, ფითრი – Viscum, იასამანი – Syringa და სხვა.

სიმპოდიური დატოტიანების დროს მთავარი ღერძი, რომელიც ვითარდება კენწრული კვირტიდან აჩერებს ზრდას და მის მაგივრად გვერდითი

კვირტებიდან გვერდითი ტოტი ვითარდება, რომელიც იქცევა მთავარ ტოტად, ღერო სიმაღლეში არ იზრდება, ვინაიდან კენწრული კვირტი კარგავს აქტივობას, ხოლო გვერდითი კვირტების ინტენსიური განვითარების გამო უფრო სწრაფად და ინტენსიურად ვითარდება. გვერდითი ტოტები, ამის გამო სიმპოდური დატოტიანების დროს წარმოიქმნება უფრო ბევრი ნაყოფი და თესლი, რაც ზრდის კულტურული მცენარეების ნაყოფმსხმოიარობას. სიმპოდური დატოტიანება დამახასიათებელია უმრავლესობა ფარულთესლოვანი, ბალახოვანი და მერქიანი მცენარეებისათვის (მსხალი – *Pyrus*, ცაცხვი – *Tilia*, ჭადარი – *Platanus*, კარტოფილი – *Solanum*, მუხა – *Quercus*, ატამი – *Persica*, ბაღი – *Serasus*, ვაზი – *Vitis* და სხვა.

ღეროს სასიცოცხლო ფორმები. ღერო მერყევი ორგანოა. იგი განსხვავდება სიმაღლით, სიგრძით, სისქით, სიგანით, ხნოვანებით და სხვა.

მცენარეებს უვითარდებათ სხვადასხვა ზომის ღერო. არსებობენ მცენარეები, რომლის ღეროს სიგრძე მილიმეტრობით განისაზღვრება. ბუნებაში გვხვდება მაღალტანიანი მცენარეებიც, რომლის ღეროს სიგრძე აღემატება 300 მეტრს. ესენი ძირითადად ტროპიკული ღიანა მცენარეებია. მაღალტანიან მცენარეებს მიეკუთვნება ევკალიპტი, სექვოია. ჩვენში ყველაზე მაღალი ღერო ახასიათებს წიწვოვან მცენარეებს – სოჭს, ნაძვს, ფიჭვს. ამ მცენარეების ღერო დაახლოებით 60 მ-მდე იზრდება. ფოთლოვანი მცენარეებიდან მაღალი ღერო უვითარდება – ალვის ხეს – *Populus*, მუხას – *Quercus*, ჭადარს – *Platanus*, მათი ღერო დაახლოებით 40 მ-ია.

ღერო მრავალნაირია ხნოვანებითაც, ზოგიერთი ღერო რამდენიმე დღისაა. მათ ეფემერებს უწოდებენ:

ჭიკარტი – Veronica, თავეკითელა – Senecio და სხვა. ბუნებაში გვხვდება ისეთი მცენარეებიც, რომელთა ღერო 5000 წლისაა (ბაობაბი – Adansonia), 3000 წლისაა (უთხოვარი – Taxus baccata), 2000 წლისაა (წაბლი – Castanea), 1000 წლისაა (მუხა, ნაძვი, ცაცხვი, წიფელი და სხვა).

მცენარის სიცოცხლის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ღეროს აგებულებაზე. ღეროს აგებულების მიხედვით მცენარეს ყოფენ სასიცოცხლო ფორმებად: ხეები, ბუჩქები და ბალახები.

ხეები. ამ ჯგუფის წარმომადგენლებს უვითარდება კარგად განვითარებული მთავარი ღერო და გვერდითი ტოტები, რომლებიც ქმნიან ვარჯხ. (მუხა, ნაძვი, არყი, ცაცხვი, ვაშლი, მსხალი, ატამი და სხვა). ამ ჯგუფში შემავალი მცენარეების ღერო დაახლოებით 4 – 155 მ სიმაღლისაა. ყველაზე მაღალი ხეები გვხვდება ავსტრალიაში – ევკალიპტი, რომლის ღერო დაახლოებით 155 მ სიმაღლისაა, ხოლო ღიაძვრში 30 მ-საა, ამერიკაში (კალიფორნიაში) იზრდება სექვოია – 142 მ სიმაღლის და 60 მ სიგანის მცენარე.

ბუჩქები. ამ ჯგუფის მცენარეებს არ უვითარდებათ მთავარი ღერო მათთვის დამახასიათებელია რამდენიმე ერთნაირი აგებულების ღერო, რომლის სიმაღლე დაახლოებით 4-6 მ-ისაა. ბუჩქების ღეროები მრავალწლიანია, ამ ჯგუფს მიეკუთვნება იასამანი – Siringa, ასკილი – Rosacanina, კოწახური – Berberis, მოცხარი – Ribes, ქაცვი – Hippophae და სხვა.

ნახევრად ბუჩქი. ამ ჯგუფის მცენარეებს ისევე, როგორც ბუჩქებს არ უვითარდებათ მთავარი ღერო. მრავალწლიანია მხოლოდ ღეროს ქვედა ნაწილი,

ხოლო ზედა ნაწილი ერთწლიანია. ესენი ძირითადად იზრდებიან უდაბნოში და ნახევრადუდაბნოში. მიეკუთვნებიან დაახლოებით 1-1,5 მ. სიმაღლის მცენარეები მაგ. ავშანი - Artemisia, მოცვი - Vaccinium და სხვა.

ბალახები. არსებობენ ერთწლიანი, ორწლიანი და მრავალწლიანი ბალახები, ერთწლიანი ბალახები ამთავრებენ ზრდას ერთ სავეგეტაციო პერიოდში, ე.ი. ერთ სავეგეტაციო პერიოდში იძლევიან ღეროს, ყვავილს, ნაყოფს და თესლს, შემოდგომით კი ყველა ორგანო კვდება. ასეთ მცენარებს მიეკუთვნდება: ხორბალი - Triticum, სიმინდი - Zea mays, მზესუმზირა - Helianthus, ქერი - Hordeum და სხვა.

ორწლიანი ბალახები განვითარების ციკლს ამთავრებენ ორ წელიწადში. პირველ წელს ვითარდება ფესვი, ღერო და ფოთოლი. შემდეგ შემოდგომისათვის მიწისზედა ორგანოები იღუპება და მიწაში რჩება ფესვი, რომელიც იზამთრებს. ფესვებში გროვდება ღიდი რაოდენობით საკვები ნივთიერებების მარაგი. მეორე წელს ადრე გაზაფხულზე ასეთი ფესვებიდან (მხაზრდოებელი ფესვები, ძირხვეწები) ვითარდება საყვავილე ღერო, ყვავილი, ნაყოფი და თესლი. ცნობილია კულტურული (ჭარხალი, სტაფილო, თაღგამი) და ველური (ძიძო - ხ, ოროვანდი - , ვარდკაჭკაჭა - და სხვა) ორწლიანი მცენარეები.

მრავალწლიან ბალახოვან მცენარებს უვითარდებათ მრავალწლიანი მიწისქვეშა ორგანოები (ფესურა, გორგლი, ბოლქვი) და ერთწლიანი მიწისზედა ორგანოები, რომლებიც ყოველწლიურად შემოდგომით იღუპება და გაზაფხულზე იწყებენ განვითარებას (სამეურა- Triufo, მდელოს ბაია - Ranunculus , შროშანა - Convallaria და სხვა.)

მცენარეთა სასიცოცხლო ფორმების პირობითი
ნიშნებია:

ერთწლიანი - 

ორწლიანი - 

მრავალწლიანი - 

ხეები, ბუჩქები და ნახევრად ბუჩქები - 

ღეროს სახეცვლილება. სხვადასხვა ფუნქციის შესრულებასთან დაკავშირებით ღერო იცვლის თავის ფორმას და ამასთან დაკავშირებით დანიშნულებასაც. ამ მოვლენას მეტამორფოზი ანუ სახეცვლილება ეწოდება. ღეროს სახეცვლილება სხვადასხვა სახისაა. ღეროს სახეცვლილებები გაერთიანებულია ორ ჯგუფში: მიწისზედა და მიწისქვეშა.

მიწის ზედა ღეროს სახეცვლილებებს მიეკუთვნება კლადოდიუმი (კლადოს - ტოტი, ბერძ). ფილოკლადიუმი (ფილონ-ფოთოლი, ბერძ.) ეკალი, ულვაში და პწკალი.

მიწისქვეშა ღეროს სახეცვლილებებია: ფესურა, ტუბერი (გორგლი) და ბოლქვი.

კლადოდიუმი უვითარდება კაკტუსებს, სუკულენტებს; ამ ტიპის მცენარეებს უვითარდებათ ხორციანი და წვნიანი ღერო, რომლებიც შეიცავენ ქლოროფილის მარცვლებს და დიდი რაოდენობით წვენს. ხშირად სუკულენტების ღერო გარეგნულადაც ფოთოლს წააგავს და ასრულებს მის ფუნქციას - ფოტოსინთეზს.

კაკტუსებს ხორცოვან ღეროზე უვითარდებათ ეკლები, რომლებიც სახეცვლილი ფოთლებია. ეს კი იმის მაჩვენებელია, რომ კლადოდიუმი არის სახეცვლილი ღერო და არა ფოთოლი.

ფილოკლადიუმი. არის ფოთლისმაგვარი ღეროს სახეცვლილება, ამ მეტაშორფოზის დროს ღერო გაბრტყელებულია, მას აქვს ფოთლის ფორმა და ასრულებს ფოთლის ფუნქციას – ფოტოსინთეზს, მაგრამ ფილოკლადოიუმზე მცენარეებს უვითარდება ევავილები და შემდეგ ნაყოფები. ეს კი იმაზე მიგვითითებს, რომ ფილოკლადიუმი ღეროსეული წარმოშობისაა. მისი ანატომიური აგებულებაც ღეროსეულია. ასეთი სახეცვლილებების კარგი მაგალითია თაგვისარა - *Ruscus*, ძმერხლი - *R.hypophillum* და სხვა.

ეკალი ღეროსეული წარმოშობისაა თუ ის ფოთლის უბეში ზის. ეკლების საშუალებით მცენარე თავს იცავს მწერებისაგან და ცხოველებისაგან და აგრეთვე ნაკლები რაოდენობის წყალს აორთქლებს, განსაკუთრებით ქსეროფიტულ პირობებში ეკალი შეიძლება იყოს მარტივი და დატოტვილი, ზოგჯერ ეკალი ქვედა ნაწილში ივითარებს ფოთლებს, უფრო ხშირად უფოთლოა. ღეროსეული წარმოშობის ეკალი უვითარდება პანტას – *Pirus*, მაქალოს-*Malus*, კუნელს-*Crataegus*, ღოდნოშის-*Rrunus* და სხვა.

ულვაში ხშირად მცენარეებს ტოტებისაგან ან მუხლთაშორისებს უვითარდებათ, რითაც ისინი ემაგრებიან საყრდენს. დამოკლებული მუხლთაშორისებიდან უვითარდებათ ულვაში, ხოლო დაგრძელებული წარმოშობს პწკალს. პწკალი უვითარდებათ ვაზისებრთა-*Vitaceae*, გოგრისებრთა-*Cucurbitaceae* და ზოგიერთი ვარდისებრთა ოჯახის წარმომადგენლებს. მაგ: მარწყვი, კიტრი და სხვა.

ფესურა გარეგნულად და ფუნქციებით ფესვს წააგავს, მაგრამ მორფოლოგიური და ანატომიური აგებულებით ღეროსეული წარმოშობისაა. ფესურას სხეული დამუხლულია. მუხლებში განლაგებული

აქვს ქერქლები ანუ ქვედური ფოთლები, რომლებიც ფოთლის სახეცვლილებებს წარმოადგენენ. აქვე განლაგებული აქვს კვირტები. ფესურას უვითარდება დამატებითი ფესვები, არ აქვს წვერზე შალითა, რომელიც ფესვებისათვის არის დამახასიათებელი. ისევე, როგორც ღეროს. ფესურას ახასიათებს მონოპოდიური და სიმპოდიური დატოტიანება. ნიადაგში ფესურა ძირითადად განლაგებულია ჰორიზონტალურად. ფესურას დანიშნულებაა: საზრდო ნივთიერებების დაგროვება, ვეგეტაციური გამრავლება და უარყოფით პირობებთან შეგუება. კვირტებიდან ფესურას მიწისზედა და მიწისქვეშა ღეროები, ხოლო მუხლებიდან დამატებითი ფესვები უვითარდება. ფესურა ძალიან სწრაფად იზრდება და ზოგიერთ მცენარეებში 3 მ-მდე აღწევს. ფესურა უვითარდება ილისებრთა-Ciperaceae, მარცვლოვანთა-Gramineae და ზამბახისებრთა-Uridaceae ოჯახის წარმომადგენლებს.

გორგლი. გორგლი ანუ ტუბერი წარმოადგენს გამსხვილებულ ყლორტს. ტუბერი შეიძლება იყოს მიწისზედა და მიწისქვეშა. მიწისზედა ტუბერი წარმოიქმნება: მთავარი ღეროს გამსხვილების შედეგად. მაგ: კოლრაბი-Brassica, ან გვერდითი ტოტებისაგან (ტროპიკული ჯადვარი-Orchis), ასეთ ღეროებს უვითარდება ჩვეულებრივი ფოთლები.

პრაქტიკაში, უფრო ხშირად, ვხვდებით მიწისქვეშა ტუბერებს, რომლებიც წარმოიქმნებიან მიწისქვეშა ღეროს ანუ სტოლონების გამსხვილებით. მიწისქვეშა ტუბერის კარგი მაგალითია კარტოფილი-Solanum, ყოჩივარდა-Cyclamen მიწავაშლა-Helianthus tuberosus და სხვა.

კარტოფილის ტუბერებს ზედაპირზე უვითარდებათ ჩაღრმავებული ადგილები, სადაც

პატარა ზომის სახეშეცვლილი ფოთლები-ქერქლებია, რომლებიც ადრე სცვივა. ქერქლების უბეებში კვირტებია. მათ თვალუკებს უწოდებენ.

თვალუკების უბეებში 3-5 კვირტია, მაგრამ ვითარდება როგორც წესი მხოლოდ ერთი. თვალუკები ტუბერებზე განლაგებულია სპირალურად. ტუბერების იმ ნაწილს რომელზეც თვალუკების მეტი რაოდენობაა – თავს უწოდებენ, ხოლო მის მოპირდაპირე ნაწილს რომლითაც მიმაგრებულია ღეროზე – ფუძეს.

გარედან ტუბერი დაფარულია კორპით. მისთვის დამახასიათებელია აგრეთვე კამბიუმი, რომლის საშუალებით იგი იზრდება. გაანჩია გამტარი კონები. ზემოთ აღნიშნული მორფოლოგიური და ანატომიური აგებულება მიგვითითებს ტუბერების ღეროსეულ წარმოშობაზე. ტუბერებში გროვდება საკვები ნივთიერება, მათ იყენებენ საკვებად და ვეგეტაციური გამრავლებისათვის.

ბოლქვი - მრავალი მცენარე ივითარებს სახეცვლილებას ბოლქვების სახით. ბოლქვი ძირითადად უვითარდებათ ერთლებნიან ბალახოვან მცენარეებს. ბოლქვი მცენარის ვეგეტატიური გამრავლების ორგანოა, ზოგჯერ კი მასში გროვდება საზრდო ნივთიერება.

ბოლქვი შედგება ღეროსა და ფოთლების სახეცვლილებისაგან. ზრდაშეზღუდული და დამოკლებული ღერო, რომელსაც ძირი ეწოდება სახეშეცვლილი ღეროა, ხოლო ქერქლები სახეშეცვლილი ფოთლებია.

ქერქლები ორი სახისაა: გარეთა მშრალი, სიფრიფანა, რომელიც მფარავ ფუნქციას ასრულებს და შიგნითა-ხორცოვანი, რომელშიც საკვები ნივთიერებაა, საკვებად იყენებენ. შიგა ქერქლების

უბეებში ხშირად კვირტებია განლაგებული. ამ კვირტებიდან შვილეული პატარა ზომის ბოლქვები ანუ ბოლქვის კბილები ვითარდება.

ბოლქვის ძირი დიდი რაოდენობით ივითარებს დამატებით ფესვებს, რომლითაც ბოლქვი ემაგრება ნიადაგს და აწვდის მცენარეს წყალს და მასში გახსნილ მინერალურ მარილებს.

ქერქლები და დამატებითი ფესვები იმაზე მიგვითითებენ, რომ ბოლქვი სახეშეცვლილი ღეროა.

4.3. ღეროს ანატომიური აბეჭულება

ღერო ანატომიურად ყველაზე რთული აგებულების ორგანოა. მისი ანატომიური აგებულება განპირობებულია ფიზიოლოგიური ფუნქციებით. კერძოდ, ორგანული ნივთიერებების გატარებით ფოთლებიდან ფესვებისკენ და წყლის და მინერალური მარილების გატარებით ფესვებიდან ფოთლებისკენ. ამის გამო ღეროს კარგად აქვს განვითარებული გამტარი ქსოვილები. ამასთან ერთად მფარავი, მექანიკური და სამარაგო ქსოვილები.

ღერო ვითარდება ჩანასახოვანი ღეროსაგან. განვითარების პირველ პერიოდში ფორმირდება ღეროს პირველი სტრუქტურა, რომელიც შემდეგ შიშველთესლიანებში და ორლებნიან მცენარეებში იცვლება მეორადი სტრუქტურით. ერთლებნიან მცენარეებში, მერქნიანი მცენარეების ღეროს პირველადი აგებულება სიცოცხლის ბოლომდე რჩება უცვლელი. რაც შეეხებათ ორლებნიან მერქნიან მცენარეებს, მათი პირველადი სტრუქტურა ყოველთვის განსხვავებულია. მაშასადამე, ღეროს ანატომიური აგებულება განსხვავებულია ერთლებნიან და ორლებნიან მცენარეებში. ასევე

მცენარეებს, მათი პირველადი სტრუქტურა ყოველთვის განსხვავებულია. მაშასადამე, ღეროს ანატომიური აგებულება განსხვავებულია ერთლებნიან და ორლებნიან მცენარეებში. ასევე განსხვავებულია მისი აგებულება ბალახოვან და მერქნიან მცენარეებში. ღეროს ანატომიური სტრუქტურა სიცოცხლის მთელ მანძილზე იცვლება მცენარის ხნოვანებასთან დაკავშირებით. განვიხილოთ ერთლებნიანი და ორლებნიანი მცენარეების ღეროს შინაგანი აგებულება.

ერთლებნიანი მცენარის ღეროს ანატომიური აგებულება. ერთლებნიანი მცენარის ღეროს მიკროსკოპული აგებულება-პირველადია. მისთვის დამახასიათებელია დახურული ჭურჭელ-ბოჭკოვანი კონები. კოლატერალური ტიპის დახურულ ჭურჭელ-ბოჭკოვან კონებს არ გააჩნია კამბიუმი, ამიტომ ერთლებნიანი მცენარეების ღერო არ იზრდება სისქეში.

ერთლებნიანი ღეროს შინაგანი აგებულება განვიხილოთ სიმინდის მაგალითზე. სიმინდის ღერო შედგება მუხლებისაგან და მუხლთშორისებისაგან. მუხლთშორისები ამოვსებულია ფაშარი პარენქიმით. ღეროს განივ ჭრილზე არჩევენ ეპიდერმისს, მექანიკური ქსოვილების რგოლს, ძირითად ქსოვილს და გამტარი ქსოვილების ჭურჭელბოჭკოვან კონებს. აქ არ არის მკვეთრად გამოყოფილი ორი ნაწილი: ქერქი და ცენტრალური ცილინდრი. ქერქი ერთლებნიან ღეროს გააჩნია და განივ ჭრილზე ჩანს ვიწრო ზოლად. ეპიდერმისი, მექანიკური ქსოვილების რგოლი და ლაფნის ელემენტები ქმნიან პირველად ქერქს.

ეპიდერმისი შედგება ერთ წყებად განლაგებული მოგრძო ფორმის უჯრედებისაგან.

გარედან ეპიდერმისი დაფარულია კუტიკულით. ახალგაზრდა ყლორტების ეპიდერმისში ბაგეებია და ბუსუსები, ხოლო ეპიდერმისის ქვეშ განლაგებულია ქლორენქიმა და მექანიკური ქსოვილი. მექანიკური ქსოვილი სკლერენქიმა განლაგებულია რგოლურად და გარშემო ერტყმის ღეროს. მექანიკური ქსოვილის შიგნით, ღეროს ცენტრალურ ნაწილში ძირითადი ქსოვილია, რომელიც შედგება სხვადასხვა ზომის ცოცხალი უჯრედებისაგან. პერიფერიულ ნაწილში უჯრედები შედარებით პატარა ზომისაა. პატარა უჯრედშორისებით. ხოლო ღეროს ცენტრისაკენ მათი ზომა მაგულობს და გააჩნია დიდი უჯრედშორისები. ძირითად ქსოვილში უწესრიგოდ განლაგებულია გამტარი კონები, რომლებსაც განივ ტრილზე ოვალური ფორმა აქვთ. კონები სხვადასხვა ზომისაა ღეროს ცენტრში დიდი ზომის კონებია, ხოლო პერიფერიულ ნაწილში-პატარა ზომის და ახლო-ახლო განლაგებული. კონები დახურულია კოლატერალური ტიპისაა და შედგება ქსილემისა და ფლოემისაგან. ქსილემა ღეროს ცენტრისკენაა მიმართული. ქსილემა შედგება ტურტლებისაგან და ატარებს წყალსა და მასში გახსნილ მინერალურ მარილებს. ფლოემა შედგება საცრიანი მილებისაგან და ატარებს ზევიდან ქვევით ორგანულ ნივთიერებებს. კონის ირგვლივ მექანიკური ქსოვილია, რომელიც იცავს მას მექანიკური დაზიანებისაგან.

როგორც ვხედავთ სიმინდის ღეროს დახურულ კოლატერალურ კონებს არ გააჩნია კამბიუმი, ამიტომ მისი ღერო სისქეში არ იზრდება. ეს თვისება დამახასიათებელია ყველა ერთლებნიანი მცენარის ღეროსათვის.

ორლებნიანი ბალახოვანი მცენარის ღეროს ანატომიური აგებულება. ორლებნიანი ბალახოვანი და მერქნიანი მცენარის ღერო, სიცოცხლის პირველი წლის პერიოდში არ განსხვავდება ერთლებნიანი მცენარეებისაგან, ვინაიდან მათაც დახურული კონები ახასიათებთ. სიცოცხლის პირველი წლის ბოლოს ორლებნიანი მცენარის ღერო განიცდის ცვლილებებს, რომელიც მეორადი წარმომშობი ქსოვილით ანუ კამბიუმით არის გამოწვეული.

განვიხილოთ ბალახოვანი ორლებნიანი მცენარის ღეროს შინაგანი აგებულება. ღერო გარედან დაფარულია კანით ანუ ეპიდერმისით, რომელიც შედგება მჭიდროდ მიჯრილი პარენქიმული უჯრედებისაგან. ეპიდერმისის ზედაპირი კუტიკულითაა დაფარული და მასში მცირე რაოდენობითაა ბაგეები. ეპიდერმისის ქვეშ რგოლურად განლაგებულია პირველადი ქერქი, რომელიც შედგება კოლენქიმისა და პარენქიმისაგან. პარენქიმულ უჯრედებში საკმაო რაოდენობითაა ქლოროფილის მარცვლები, ამიტომ ღერო მწვანე ფერისაა და მასში ფოტოსინთეზი მიმდინარეობს. პირველადი ქერქის შიგნით რგოლურად განლაგებულია მექანიკური ქსოვილი-სკლერენქიმა, რომელშიც ლაფნის ბოჭკოებია. სკლერენქიმა და ლაფნის ბოჭკოები ქმნიან ენდოდერმას. ენდოდერმის შიგნით ღეროს მთავარ ნაწილში- ცენტრალური ცილინდრია განლაგებული. ცენტრალური ცილინდრი გარედან დაფარულია პერიციკლით, რომელიც შედგება ერთ ან ორ რიგად განლაგებული პანერქიმული უჯრედებისაგან.

პერიციკლი წარმომშობი ქსოვილია და ქმნის პირველადი ლაფნის ბოჭკოებს. ცენტრალური

ცილინდრის შუა ნაწილი ამოვსებულია ძირითადი ქსოვილის პარენქიმული უჯრედებით, რომლებიც ქმნიან გულგულს. გულგულის უჯრედები დროთა განმავლობაში კედებიან, ჰაერით ივსებიან. ამის გამო გულგული თეთრ ფერს ღებულობს. ხშირად ღეროს მუხლებში გულგული მთელი სიცოცხლის მანძილზე ცოცხალია, ხოლო ზოგიერთი მცენარის მუხლთშორისებში იგი ჩაიშლება და ღეროს უზნდება ღრუ.

ცენტრალური ცილინდრის ძირითად ქსოვილში წრიულად, ერთმწყრივად განლაგებულია ღია ჭურჭელ-ბოჭკოვანი კონები. კონები ოვალური ფორმისაა. თითოეული კონა შედგება ფლოემისაგან. (რომელიც მიმართულია ღეროს პერიფერიისაკენ) და ქსილემისაგან (რომელიც მიმართულია ღეროს ცენტრისაკენ). ქსილემასა და ფლოემას შორის განლაგებულია ვიწრო ზოლად წარმომშობი ქსოვილი, რომელსაც *კონათა კამბიუმს* უწოდებენ. დროთა განმავლობაში პარენქიმისაგან წარმოიქმნება მეორადი წარმომშობი ქსოვილის უჯრედები, რომელიც მდებარეობს კონათა კამბიუმს შორის და მას კონათაშორისი კამბიუმი ეწოდება. თანდათან კონათაშორისი კამბიუმი და კონათა კამბიუმი უერთდება ერთიმეორეს და წარმოიქმნება კამბიალური რგოლი, რომელიც ხელს უწყობს ღეროს ზრდას სისქეში.

კამბიალური რგოლის უჯრედების დაყოფის შედეგად წარმოიქმნება ახალგაზრდა უჯრედები. განვითარდება მეორადი ქსილემა ანუ მეორადი მერქანი და მეორადი ფლოემა ანუ მეორადი ლაფანი.

მერქნიანი მცენარის ღეროს ანატომიური აგებულება. მერქნიან მცენარეთა ღერო განსხვავდება ბალახოვანი მცენარის ღეროსაგან მრავალი

სტრუქტურული თავისებურებით. ეს განსხვავება გამოწვეულია ბიოლოგიური თავისებურებებით და მერქნიანი მცენარის ღეროს ფუნქციებით. მერქნიანი მცენარის ღერო მრავალი წლის განმავლობაში ატარებს ტოტების, ფოთლებისა და ნაყოფების სიმძიმეს. მათი მთავარი განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ მერქნიან მცენარეებს კარგად აქვთ განვითარებული მექანიკური ქსოვილი და ქსოვილური ელემენტები განიცდიან გახევებას.

თანამედროვე მერქნიან მცენარეებს მიეკუთვნებიან წიწვოვანი, ორლებნიანი და ერთლებნიანი წარმომადგენლები. ფოთლოვანი ხე-მცენარეები მიეკუთვნებიან ორლებნიანთა კლასს. მათი წარმომადგენლებია: არეი, მუხა, ნეკერჩხალი, თელა, ცაცხვი და სხვა. წიწვოვანი მცენარეები მიეკუთვნებიან შიშველთესლოვანთა ტიპს. მათი წარმომადგენლები არიან: ფიჭვი, ნაძვი, კედარი, ლარიქსი, უთხოვარი, ღვია და სხვა.

წიწვოვანი და მერქნიანი მცენარეების ღეროს ანატომიურ აგებულებაში ბევრი მსგავსებაა. მათ ახასიათებთ მეორადი აგებულება. კამბიუმი, რომელიც წარმოშობს ქსილემისა და ფლოემის ელემენტებს. ქსილემის ელემენტებს 3-5-ჯერ მეტს, ვიდრე ფლოემისას. კამბიუმი თავისი მოქმედებით ხელს უწყობს მერქნიანი მცენარეების ღეროს ზრდას სისქეში. თანამედროვე ერთლებნიან მცენარეებს მიეკუთვნება პალმებისა და დრაცენების სხვადასხვა სახეობა, რომელიც გავრცელებულია ტროპიკულ და სუბტროპიკულ სარტყელში.

ერთლებნიანი მცენარეების ღეროს არ უვითარდება კამბიუმი, გამტარი კონეები დახურულია და გაბნეულია უწყსრიგოდ პარენქიმის მთელ მასაში.

ორლებნიანი მერქნიანი მცენარეების ღეროს ანატომიური აგებულება. ბალახოვანი ორლებნიანი მცენარეებისაგან განსხვავებით, მერქნიან ორლებნიანებში მეორადი ცვლილება იწყება ადრე და მიმდინარეობს ძალიან ჩქარა. ეს ცვლილებები გამოწვეულია კამბიუმის მოქმედებით, რაც იწვევს სტრუქტურის თავისებურებას.

კამბიუმის უჯრედებიდან დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება ქსილემა. თავისი მრავალფეროვანი ელემენტებით. ამიტომ ღეროს დიდი ნაწილი შედგება ქსილემისაგან, ხოლო ფლოემა შედარებით ნაკლები რაოდენობით წარმოიქმნება და ამიტომ ვიწრო ზოლად არის გამოსახული. ე.ი. კამბიუმში ღეროს შიგნით ქმნის მეორად მერქანს. ხოლო ღეროს პერიფერიისაკენ მეორად ლაფანს.

მაშასადამე, ორლებნიან მცენარეებში ღეროს პირველადი აგებულება სწრაფად გადადის მეორად აგებულებაში., რაც გამოწვეულია მეორადი მერისტემის ანუ კამბიუმის მოქმედებით. მერქნიანი ღეროს შინაგანი აგებულება განვიხილოთ ცაცხვის მაგალითზე. ცაცხვის ღეროს განივ ჭრილზე არჩევენ სამ წაწილს: მფარავ ქსოვილს, პირველად ქერქს და ცენტრალურ ცილინდრს. გარედან ღერო დაფარულია კანით ანუ ეპიდერმისით, რომლის ქვეშ სიცოცხლის პირველივე წელს ძირითადი ქსოვილის უჯრედებისაგან წარმოიქმნება მეორადი წარმომშობი ქსოვილი-ფელოგენი ანუ კორპის კამბიუმი, რომელიც პერიფერიისაკენ ქმნის კორპის უჯრედებს. ხოლო ცენტრისაკენ ფელოდერმას. ფელოდერმა ერთ-ორშრიანია. იგი ცოცხალი ქსოვილია და მისი უჯრედები შეიცავენ ქლოროფილს. კორპი კი შედგება მკვდარი უჯრედებისაგან, რომლებსაც შიგთავსი არ გააჩნიათ. კორპის უჯრედების გარსი გაქლენთილია

განლაგებულია პირველადი ქერქის პარენქიმული უჯრედები.

პირველადი ქერქი შედგება ეგზოდერმისაგან, მეზოდერმისაგან და ენდოდერმისაგან. ენდოდერმის შიგნით განლაგებულია პერიციკლი, რომელიც შედგება პარენქიმული უჯრედებისაგან და გახევებული სკლერენქიმული ბოჭკოებისაგან. პერიციკლის შიგნით განლაგებულია ცენტრალური ცილინდრი, რომელშიც არჩევენ გულგულს, ქსილემას, კამბიუმს და ფლოემას.

კამბიუმიდან ენდოდერმამდე ღეროს ნაწილს მეორად ქერქს უწოდებენ. მეორადი ქერქი პირველად ქერქთან ერთად ქმნიან ქერქოვან ნაწილს, რომელიც განივ ჭრილზე ვიწრო ზოლად არის გამოსახული.

ღეროს ძირითადი ნაწილი შედგება მეორადი ქსილემისაგან, რომელიც მოიცავს ჭურჭლებს, ტრაქეიდებს, პარენქიმას და ლიბრიფორმის ბოჭკოებს. მეორადი ქსილემის შემდეგ ცენტრისკენ განლაგებულია პირველადი ქსილემის ელემენტები, რომელიც შედგება სპირალური და რგოლური ჭურჭლებისაგან. ღეროს ცენტრში განლაგებულია გულგული, რომელიც შედგება მომრგვალო ფორმის პარენქიმული უჯრედებისაგან.

ხნოვანმერქნიანი მცენარეების ღეროების ჭურჭლებში გროვდება სამარაგო ნივთიერება, ზოგიერთ ჭურჭლებში კი გროვდება ფისი ეთერზეთები, მთრიმლავი ნივთიერება და სხვა. ამის შემდეგ ღეროს ცენტრალური ნაწილი დეპულსიონირებულია სპეციფიკურ ფერს. მერქნის ამ ნაწილს კი ბირთვს უწოდებენ. ღეროს მერქანს იყენებენ ავეჯის დასამზადებლად.

წლიური რგოლები. კამბიუმი წარმოშობი ქსოვილია და თავისი მოქმედებით უსასრულოდ ქმნის

ახალ-ახალ უჯრედებს. წარმომშობი უჯრედებისაგან ფორმირდება ფლოემის და ქსილემის მუდმივი ელემენტები. ქსილემის ელემენტები წარმოიქმნება 3-5-ჯერ მეტი ვიდრე ფლოემისა.

წლის სხვადასხვა სეზონში კამბიუმის ფუნქციონალური აქტივობა არათანაბარია, მეტად აქტიურია კამბიუმი გაზაფხულზე. ამ პერიოდში კამბიუმი წარმოქმნის დიდი რაოდენობით წყლის გამტარ ელემენტებს. ე.ი. ჭურჭლებს და ტრაქეიდებს გაზაფხულზე წარმოქმნილ ჭურჭლებსა და ტრაქეიდებს აქვს დიდი დიამეტრი. მათი გარსი შედარებით თხელია. შემოდგომით კამბიალური უჯრედების მოქმედება მნიშვნელოვნად მცირდება, რის გამოც წარმოქმნილი ქსილემური უჯრედების რაოდენობა და დიამეტრი მცირდება, სქელგარსიანებია და მჭიდროდაა განლაგებული.

ზამთარში კამბიუმის მოქმედება შეწყვეტილია. მაშასადამე ვეგეტაციის სხვადასხვა ვადაში წარმოქმნილი ქსოვილი განსხვავდება და ეს მოვლენა ყოველ წელს მეორდება.

კამბიუმის არაერთგვაროვანი მოქმედების შედეგად მერქანში წარმოიქმნება ყოველწლიური მინაზარდი შრეების სახით. ამ შრეებს წლიურ რგოლებს უწოდებენ. ღეროს განივ ჭრილზე რგოლები კარგად შეიმჩნევა შეუიარაღებელი თვალითაც.

თითოეული წლიური რგოლი შედგება ადრეული და გვიანი მერქნისაგან. ე.ი. გაზაფხულის და შემოდგომის. მაშასადამე, წლიური რგოლებით შეიძლება გავარკვიოთ ამა თუ იმ მცენარის ასაკი, ვინაიდან თითოეული რგოლი ერთი წლისაა.

5.1. ფოთლის ფუნქციები

ფოთოლში ხორციელდება სამი სასიცოცხლო მნიშვნელობის პროცესი: ფოტოსინთეზი, ტრანსპირაცია და გაზთა ცვლა (სუნთქვა). ფოტოსინთეზის პროცესის დროს ფოთოლში წყლის, ნახშირორჟანგის, ნიადაგის მინერალურ მარილთა ხსნარის ხარჯზე მზის სხივების მოქმედებით სინთეზირდება ორგანული ნივთიერებები. (სახამებელი), და გამოიყოფა ჯანგბადი.

ფოთლის მიერ წყლის აორთქლებას ტრანსპირაცია ეწოდება. ამ სასიცოცხლო ფუნქციის შესასრულებლად, ფოთოლს აქვს შესაბამისი აგებულება (ბაგეები), რომელიც წარმოადგენს შეგუებითი სტრუქტურების კომპლექსს.

სუნთქვის პროცესი ცოცხალი ორგანიზმების დამახასიათებელი ფუნქციაა, რომლის დროსაც ატმოსფეროდან შთაინთქმება ჟანგბადი (O_2) და გამოიყოფა ნახშირორჟანგი (CO_2). ხშირად ფოთოლი იცვლის თავის ძირითად დანიშნულებას. ასეთ ფოთლებს მეტამორფოზული ფოთლები ეწოდებათ.

5.2. ფოთლის მორფოლოგია

ფოთოლი შედგება სამი ნაწილისაგან: ფოთლის ფირფიტის, ქუნწისა და თანაფოთლებისაგან.

ფოთოლი, ისე როგორც ფესვი და ღერო, თესლშია ჩასახული და თესლის გაღვივებისთანავე ვითარდება.

თესლისაგან განვითარებული პირველადი ფოთლების შემდეგ, მომდევნო წეება ფოთლების წარმოქმნა კვირტში ჩასახული ზრდის კონუსში ხდება. ზრდის კონუსზე ფოთლების ჩანასახი წარმოდგენილია

ბორცვების სახით, რომელსაც *პრიმორდიუმი* ეწოდება. განვითარების წინ ეს პრიმორდიალური ფოთოლი იყოფა ქვედა და ზედა ნაწილებად. ქვედა ნაწილი იზრდება, შემდეგ აჩერებს ზრდას და ამ ნაწილისაგან ზოგჯერ ფოთლის ხალთა (ვაგინა) ან თანაფოთლები წარმოიქმნება. პრიმორდიუმის ზედა ნაწილიდან ფოთლის ფირფიტა ვითარდება. ფირფიტის ზრდა ჯერ წვერით ხდება, შემდეგ კი მისი ფუძის ზრდა წარმოებს და ფოთლის ფუძე იქმნება. ზედა და ქვედა ნაწილებს შორის ინტერკალარული ზრდის შედეგად ფოთლის ყუნწი ვითარდება. ფოთლის ყუნწს მოძრაობაში მოჰყავს ფოთლის ფირფიტა მზის სხივების მიმართულებით. ზოგჯერ ფოთოლი უყუნწოა და მაშინ მისი ფირფიტა ღეროს ემაგრება ფირფიტის ფუძით. ასეთ ფოთოლს ეწოდება *მჯდომარე*.

ფოთლის იარუსიანობა. ერთი და იმავე მცენარეზე ვითარდება ფოთლების სამი კატეგორია: *ქვედური, შუალედური და ზედური*.

შუალედური ფოთლები ტიპიურ მწვანე ფოთლებს წარმოადგენენ და ძირითადად ასიმილაციას აწარმოებენ.

ქვედური და ზედური ფოთლები პატარა ზომის, ზოგჯერ კი არამწვანე ფოთლებს წარმოადგენენ. ფოთლების ეს ორივე წყება უმეტესად მფარავ როლს ასრულებენ მცენარის ამა თუ იმ ნაწილისათვის.

ქვედურ ფოთლებს მიეკუთვნება ფესურასა და გორგლის ქერქლისებრი ფოთლები, ბოლქვის ფოთლები, კვირტის მფარავი ქერქლები.

ზედური ფოთლები მწვანე ან შეფერადებულია. მათგან წარმოიქმნება ყვავილები, მისი ყვავილსაფარი და თანაყვავილები.

ფოთლის ფირფიტა მრავალფეროვანია: ფორმით, ზომით, ხნოვანებით, სიმეტრიულობით, კიდეებით, დანაკვით, დაძარღვით და ა.შ.

ფორმის მიხედვით ფოთოლი შეიძლება იყოს ნემსისებრი ანუ წიწვი. (ფიჭვი, ნაძვი, კედარი და სხვა) ხაზურა (ხორბალი) ღანცეცისებრი (ტირიფი) მოგრძო ელიფსური (წყავი), მომრგვალო (ვერხვი) კვერცხისებრი (წიფელი) გულისებრი (ცაცხვი) თირკმლისებრი (იუდას ხე) ისრისებრი (ისარა) ფარისებრი(დედოფლის ყვავილი) შუბისებრი(ღოღო) და სხვა.

ფოთლები განსხვავდებიან ზომის მიხედვითაც. ზოგიერთი ფოთლის ზომა სიგრძით და სიგანით რამდენიმე მილიმეტრით განისაზღვრება, ზოგიერთის კი რამდენიმე მეტრს აღწევს. ყველაზე დიდი ზომის ფოთლები აქვს ამაზონკის პალმა-რაფიას (*Raphia taedgera*) რომლის სიგრძე 20-22 მეტრია, ხოლო სიგანე 12 მეტრი. 15 მეტრის სიგრძის ფოთლები აქვს აფრიკული ღვინის პალმას (*Raphia vinifera*).

ფოთლები განსხვავდებიან ხნოვანების მიხედვითაც. თუ ფოთლების ხნოვანება ერთი სავეგეტაციო პერიოდით განისაზღვრება, მაშინ ეს ფოთლები სცვივა და ასეთ მცენარეებს ფოთოლცვენია მცენარეები ეწოდებათ.

მცენარეებს, რომელთა სიცოცხლის ხანგრძლივობა ერთ ვეგეტაციას და მეტ პერიოდს აჭარბებენ ასეთი ფოთლები რამდენიმე წელიწადს ცხოვრობენ და მარადმწვანე მცენარეებს ეწოდებიან. მარადმწვანეობა შედარებითია, ვინაიდან ფოთლები მორიგეობით ცვივა, ხოლო მათ ნაცვლად ასევე მორიგეობით ახალი წეება ფოთლები ვითარდება. და ა.შ. შთაბეჭდილება კი იქმნება, რომ თითქოს

მცენარე მარადმწვანეა. (ნაძვი, ფიჭვი, სოჭი, კედარი და ა.შ).

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 ფირფიტა *ასიმეტრიულია*. (ბეგონია, თელა, ცაცხვი). არჩევენ *დორზივენტრალურ* და *იზოლატერალურ* ფოთლებს. იმ შემთხვევაში, როდესაც ფოთლები ღეროზე ჰორიზონტალურად არიან განლაგებული და ასეთი ფოთლის ზედა და ქვედა მხარე ერთმანეთისაგან აშკარად განსხვავებულია *დორზივენტრალური* ('დორსუმ'-ზურგი, 'ვენტერ'-მუცელი. ლათ.) ფოთლები ეწოდებათ. ხოლო მაშინ, როცა ღეროზე ვერტიკალურად განლაგებული აღმამდგომი ფოთლები ვითარდება, ასეთ ფოთლებს ზედა და ქვედა მხარე არ გააჩნიათ და მათ *იზოლატერული* ('იზოს'-თანაბარი, ბერძ; 'ლატუს'-ბრუნვა, 'ლატერს'-გვერდი; ლათ.) ეწოდებათ.

ფოთოლი ხშირად შიშველია, ხშირად ქვედა და ზედა მხარეზე უვითარდება სხვადასხვა სახის გამონაზარდები ბეწვების-ტრიქომების ('ტრიქომა'-ბეწვი, ბერძ) სახით. ბეწვები ეპიდერმისის გამონაზარდებია და ფოთლის დამცველ საშუალებას წარმოადგენენ. (წელის დაგროვება, აორთქლება, ცხოველური ორგანიზმებიდან დაცვა).

ფოთლის კიდეები და დანაკვთა. ფოთლები განსხვავდებიან კიდეების მოყვანილობის მიხედვითაც.

კიდემთლიანია ფოთოლი მაშინ, როდესაც მისი კიდეები სრულიად არაა ამოკვეთილი. მიუხედავად იმისა, რომ ზოგიერთი ფოთლის კიდეები ზოგჯერ

ოდნავე არის ამოკვეთილი, მაინც ასეთ ფოთლებს მთლიანი ფოთოლი ეწოდება (იასამანი). თუ კიდევბი სოლივითაა ამოკვეთილი და ამოკვეთის ორივე წვერი მახვილია, კიდეკბილებიანი ანუ ფოთოლი დაკბილულია (ჭინჭარი). კიდევდაკიდებული ფოთოლი ზოგჯერ ხერხებილაა (ვაშლი, მსხალი) ორჯერ ხერხებილაც. ზოგჯერ კი მრგვალებილა (გერანი) ფოთლის კიდე ზოგჯერ ისეა დაკბილული, რომ ეს კბილები ფორმით ეკლების მსგავსია და მაშინ ასეთ ფოთოლს კიდეეკლებიანი ფოთოლი ეწოდება.

დანაკეთული ფოთოლი ისეთი ფოთოლია, როცა მისი ფირფიტის კიდე სიგანეზე $1/4$ -მდეა ამოკვეთილი.(სურო, ბამბა) დანაკეთული ფოთლებიდან განირჩევა: ფრთისებრდანაკეთული და სამეურასებრ განკვეთილი ფოთლები.

დაყოფილი ფოთოლი წარმოადგენს ისეთ ფოთოლს, რომლის ფირფიტის კიდე სიგანეზე უფრო ღრმადაა ამოკვეთილი (კანაფი, გერანი) ეს ფოთლებიც სამი სახისაა: ფრთისებრ, თათისებრ და სამეურასებრ დაყოფილი.

განკვეთილი ფოთოლი ეწოდება თუ ფირფიტის კიდე შუა ძარღვამდე ან უეჭემდეა ამოკვეთილი. (მუხა, ჭადარი) განკვეთილი ფოთლები სამგვარია: ფრთისებრი, თათისებრი, სამეურასებრი.

ჰეტეროფილია (ნაირფოთლიანობა). მცენარეთა გარკვეული ჯგუფის რომელიმე წარმომადგენელს ღეროზე ან ტოტეებზე უვითარდებათ სხვადასხვა ფორმის ფოთლები, რომლებიც ერთმანეთისაგან მორფოლოგიურად განსხვავდებიან. ამ მოვლენას *ჰეტეროფილია* (ჰეტეროს“-სხვადასხვაგვარი, ‘ფილონ“-ფოთოლი,ბერძ) ეწოდება. იგი დამახასიათებელია, როგორც ხმელეთის ისე წყლის მცენარეებისათვისაც. მაგ: ჩვეულებრივ

თუთას ქვედა წყება ფოთლები დანაკეთული აქვს, ზედა წყება ფოთოლი კიდემთლიანია. წყლის ბაიას წყალში ჩაძირული ფოთლები მრავალნაკეთიანია, სავარცხლისებრი ფორმის, წყლის ზედა ბრტყელი ფოთლები მომრგვალო ფორმისაა და დანაკეთული.

წყლის მრავალძარღვასებრთა ერთ-ერთ წარმომადგენელს ისარას (*Sagitaria*) წყალში ჩაყურსული ვიწრო თასმისებრი ან ხაზურა ფოთლები ახასიათებს, ხოლო წყლის ზევით მოტივტივე ფოთლები ისრისებრ-ღანცეცტისებრია.

ფოთლის დაძარღვის სახეები. ფოთოლს, უფრო ხშირად ქვედა ან ზოგჯერ ზედა მხარეზე კარგად გამოსახული გამტარი კონები ახასიათებს ძარღვების სახით. ამ ძარღვების დანიშნულებას შეადგენს: 1) დეროდან ფოთლებში არაორგანული ნივთიერებების გადაცემა და ფოთლის მიერ გადამუშავებული ორგანული ნივთიერებების უკან გამოტანა. 2) ფოთლის რბილობის დაცვა სხვადასხვა უარყოფითი ფაქტორისაგან, რის გამოც ძარღვები ფოთლის ჩონჩხს წარმოადგენენ.

ფოთლის დაძარღვის შემდეგი ტიპებია ცნობილი: ბადისებრი, ფრთისებრი, თათისებრი, პარალელური, რკალისებრი ფარისებრი, დიქტომიური და სხვა.

ბადისებრია, როცა მთავარი ძარღვი მსხვილია და კარგად არის გამოსახული, მისი გვერდითი ძარღვები კი წვრილია, მეორე წყება უფრო წვრილია და ა.შ. ამ დროს ძარღვები ბადისებრ დაქსაქსულია და ერთმანეთს უერთდებიან. ბადისებრი დაძარღვა ორგვარია: თათისებრძარღვიანი და ფრთისებრძარღვიანი.

ფრთისებრძარღვიანი მაშინაა ფოთოლი, როცა ერთი მთავარი ძარღვია გვერდითი ძარღვებით, ხოლო

როცა ფოთლებში რამდენიმე ძარღვი თათისებრად თანაბრად ვითარდება და მთავარი ძარღვი არაა გამოსახული, მაშინ ფოთოლი თათისებრძარღვიანია.

პარალელურძარღვიანია, როდესაც ფოთოლში რამდენიმე თანაბარი ძარღვის სიგრძით და სიმახოთი ერთმანეთისადმი პარალელურად არიან განლაგებული. როდესაც რამოდენიმე რკალისებრი თანაბარი ძარღვი ფოთლის ფუძესთან და წვეროში ერთმანეთს უერთდება, ასეთი ფოთოლი რკალძარღვიანია. ზოგჯერ ფოთლებში ძარღვები რადიუსის მიხედვით არიან განლაგებული და თითო რადიალური ძარღვი პირველი, მეორე და ა.შ. წყება გვერდით ძარღვებისაგან შედგება ასეთ დაძარღვას ფარისებრი დაძარღვა ეწოდება.

ზოგიერთ მცენარეს ასე მაგ.: შიშველთესლოვნების წარმომადგენელს გინკგოს (*Ginkgo biloba*) დიქოტომიური დაძარღვა ახასიათებს. ამ სახის დაძარღვისას ფოთლის ფუძიდან დაწყებული ყველა ძარღვი რამდენიმეჯერ ორად იყოფა. ბადისებრ-ფრთისებრი, თათისებრი და ფარისებრი დაძარღვის ტიპები ძირითადად ორლებნიანებისთვისაა დამახასიათებელი. ერთლებნიანებს კი უმეტესად პარალელური და რკალური დაძარღვა ახასიათებთ.

მარტივი და რთული ფოთლის სახეები. ბუნებაში მცენარეთა უმრავლესობა მარტივი ფოთლებით ხასიათდება, თუმცა მცენარეთა გარკვეულ ჯგუფს რთული ფოთლები უვითარდებათ. მარტივი ფოთოლი ეწოდება ისეთ ფოთოლს, რომელსაც ექნწზე ერთი ფირფიტა უვითარდება. რთული ფოთოლი ეწოდება ისეთ ფოთოლს, რომელიც მთავარ ექნწზე რამოდენიმე ფირფიტას ივითარებს. ამ ფირფიტას ფოთოლაკი ეწოდება.

რთული ფოთლისა და მარტივი ფოთლის განსხვავება ზოგჯერ ძნელია. განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც მარტივი ფოთოლი განკვეთილია (ფრთისებრგანკვეთილი). რთულ ფოთოლს ჯერ სცვივა ფოთოლაკები, შემდეგ კი ყუნწი, ხოლო მარტივი მთლიანად ვარდება.

მარტივი ფოთოლი და რთული ფოთოლაკები ფორმით, ზომით მრავალგვარია, მათი ძირითადი ფორმები ჩვენ უკვე განვიხილეთ, როდესაც ფოთლის მორფოლოგიას გავეცანით.

რთულ ფოთოლს მიეკუთვნება: ფრთისებრთული, თათისებრთული და სამყურასებრთული ფოთოლი.

ფრთისებრთულია ფოთოლი, როდესაც ფოთოლაკები მთავარი ყუნწის მთელ სიგრძეზე სხედან. თუ რთული ფოთლის ყუნწის წვერი ერთი ფოთოლაკით მთავრდება იგი კენტფრთართული ფოთოლია (კაკალი, ცრუაკაცია, იფანი, ჯონჯოლი, უასმინი, ესპარცეტი და სხვა).

თუ ყუნწზე წვეილი ფოთოლაკია, მაშინ ფოთოლი წვეილფრთართულია (უძრახელი, ბარდა, ცერცვის უმეტესი სახეობები).

თათისებრთულია ფოთოლი, რომლის ფოთოლაკები უმეტესად ერთ წერტილში სხედან (ცხენის წაბლა, კანაფი, მარწყვა ბალახი, ხანტკოლა).

სამყურასებრთულია ფოთოლი, რომელიც თვით სამყურას ან სხეებს ახასიათებთ (იონჯა, ძიძო, მარწყვი) ამ დროს ყუნწზე სამი ფოთოლაკი ვითარდება.

ფოთოლგანლაგება. ფოთლების განლაგებას ღეროზე ფოთოლგანლაგება ეწოდება. იგი სამი სახისაა: მორიგეობითი ანუ სპირალური, მოპირსპირე და რგოლური.

მცენარეთა უმრავლესობას ღეროს მუხლზე თითო ფოთოლი უვითარდება და ასეთი ფოთოლგანლაგება მორიგეობითი ანუ სპირალურია (ვაშლი, მსხალი, ბალი). ხშირად მუხლზე ერთმანეთის მოპირისპირე ორი ფოთოლი ვითარდება და იქმნება მოპირდაპირე ფოთოლგანლაგება. (პიტნა, იასამანი).

თუ ღეროს ერთ მუხლზე მოპირისპირე ორი ფოთოლი და მეორე მუხლზე მოპირისპირე ორი ფოთოლი ერთმანეთის მიმართ ჯვარედინად მდებარეობენ, მაშინ ასეთი ფოთოლგანლაგება ჯვარედინ მოპირისპირე იქნება (ჭინჭარი).

მცენარეთა საკმაოდ დიდ ჯგუფს ახასიათებს რგოლური ფოთოლგანლაგება, როდესაც 3 ან მეტი ფოთოლი ერთი მუხლის გარშემო სხედან (ღვია, ხარისთვალა).

ისეთ ურთიერთგანლაგებას, რომლის დროსაც ფოთლები მზის სინათლისაგან ერთმანეთს არ ჩრდილავენ, მოზაიკური ფოთოლგანლაგება ეწოდება (თელა, სურო, ნემსიწვერა და სხვა).

ფოთლის სახეცვლილებები. ბუნებაში ჩვეულებრივი ფოთლების გარდა, ვხვდებით მათ სახეცვლილებებს მეტამორფოზებს, (როდესაც ფოთოლი იცვლის თავის ძირითად დანიშნულებას).

კვირტის მფარავი ქერქლები ფოთლის სახეცვლილებას წარმოადგენენ. ისინი კვირტში არსებულ ჩანასახს იცავენ მაღალი ან დაბალი ტემპერატურისაგან, აორთქლებისაგან და სხვა.

ფოთლის სახეცვლილებათა *კეალი* (კოწახური, ხერტკმელი და სხვა) *ელვაში* (ბარდა, ეანის მარცვარცანა, ეკალდიჭა).

უდაბნოსა და მშრალქვიშიან ადგილას დასახლებული მრავალი მცენარე წყლის ნაკლებობას განიცდის. ამ დროს ისინი იმით ეგუებიან თავიანთი

გავრცელების პირობებს, რომ ფოთლებში წყალს აგროვებენ და ძლიერ სუსტი ტრანსპირაციის გამო, შეფარდებით აორთქლების პრინციპიც მცირდება. წყლიანი ფოთლის ცენტრალურ ნაწილში წყლის დამგროვებელი ქსოვილია. იმ მცენარეებს, რომელთაც წყლიანი ან ხორცოვანი ფოთლები უვითარდებათ —, სუკულენტები ('სუკუს'-წვენი, 'სუკულენტუს'-წვნიანი, ღათ) ეწოდება. (ალოე, აგავა, კლდისდუმა და სხვა) ბევრ მცენარეში ფოთლის მაგივრობას გაბრტყელებული ყუნწი ასრულებს. ამ სახეცვლილებას *ფილოდიუმი* ეწოდება.

ხშირად ფოთოლი ავტოტროფული კვების ნაცვლად ჰეტეროტროფულად იკვებება. ამ მხრივ აღსანიშნავია მწერიჭამია მცენარეების სახეშეცვლილი ფოთლები (ბუშტოსანა, დროხერა, ბუზიჭერია, ნეპენტესი და სხვა).

ბუშტოსანა ჩვენს ტბებში და ჭაობებში მოცურავე უფესვო მცენარეა. მისი ფოთლები აღჭურვილია ბუშტულებით, რომლებიც ფოთლის ნაკეთების სახეცვლილებებს წარმოადგენენ. ბუშტულებს ერთ მხარეს აქვთ ხვრელი, რომელიც შიგნიდან სარქველით არის დახურული.

სხვადასხვა მწერი სარქველის შეხებისას ბუშტულებში ემწყვდევა და ზევით ვეღარ ამოდის, ვინაიდან სარქველი იხურება. ეს ორგანიზმები თანდათანობით იხრწნება და გახრწნილ მასას მცენარე ინელებს.

დროხერა ჩვენში ტორფიან ჭაობებშია გავრცელებული, მისი ფოთლები დაფარულია მოწითალო თავკომბალისებრი ბეწვებით (ჯირკვლებით).

ამ ბეწვების წვეროდან გამოიყოფა წებოვანი ნივთიერება, რომელზედაც ადვილად ეწებება

მიკროორგანიზმები, მწერები. გამონაყოფი სიმჟავეების მოქმედებით მწერის სხეული იშლება, რასაც მცენარე საკვებად იყენებს.

დროზერასებრთა ოჯახიდან აგრეთვე აღსანიშნავია ბუზიჭერია. იგი გავრცელებულია ამერიკის ტორფიან ჭაობებში. ფოთლის ორნაკვთიანი ფირფიტა ფრთიან ყუნწზე ზის და ფირფიტის ნაკვთები გრძელი კბილებით მთავრდება.

ნაკვთებს შორის ჯაგრისებრი გამონაზარდებია და თუ მასზე მწერი მოხვდება, ნაკვთები მოიკეცება.

ამ დროს ნაკვთებზე განლაგებული კბილებიც ერთმანეთს უერთდებიან. მცენარე ამასთანავე გამოყოფს ნივთიერებებს, რომელიც შლის მწერის ორგანიზმს და იგი მცენარის მიერვე მოინელდება. ტენიან ტროპიკულ ტყეებში გავრცელებულია ეპიფიტი მცენარე *ნეპენტესი*. მისი ფოთლის ყუნწის ზედა ნაწილი რაიმე საყრდენს ეხვევა და ყუნწის ბოლოზე პატარა ზომის ქოთნისებრი სხეულები უვითარდება. ქოთანი ზემოდან ფოთლის ფირფიტით-ხუფით არის ნახევრად დაფარული. ხუფის ქვედა მხარე და ფოთლის ზედა მხარე ჯირკვლებით არის მოფენილი, რომელშიც ტკბილი სითხეა მოთავსებული. ამ სითხეს და შეფერადებულ ქოთანს ეტანება მწერი. სითხის წუწვნის დროს მწერი ვარდება ქოთანში. ქოთნის კედლის უჯრედების მჟავეები შლიან მწერის ორგანიზმს, რასაც მცენარე ინელებს.

მეტამორფოზული ფოთლების ტიპს ეკეთვნის *დიშიდია*-ს ფოთლები. დიშიდიას ერთი წყება ფოთლებისა პარკის ფორმას იღებს, ხადაც წყალი და მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმების ნარჩენები გროვდება. ამ პარკში დატოტიანებული დამატებითი ფესვებია გართხმული, რომლებიც

დეროდან, პარკის მიმაგრების ადგილიდან გამოდიან. ეს ფესვები პარკში დაგროვილ წყალსა და მასას ითვისებენ. ფოთლის ანატომიური აგებულება.

4.3. ფოთლის ანატომიური აგებულება

ტიპიური მწვანე ფოთოლი დორზივენტრალურია და მისი შინაგანი აგებულების ფუნქციები მჭიდროდაა დაკავშირებული ფოტოსინთეზისა და ტრანსპირაციის ფუნქციებთან.

ფოთლის ფირფიტა შედგება მფარავი, საასიმილაციო, გამტარი და მექანიკური ქსოვილებისაგან.

ფოთლის ფირფიტა გარედან დაფარულია მფარავი ქსოვილით, რომელსაც ეპიდერმისი ეწოდება.

ფოთოლს გააჩნია ზედა და ქვედა ეპიდერმისი. ზედა ეპიდერმისი ხასიათდება შედარებით დიდი ზომის უჯრედებით. ზედა ეპიდერმისში ბაგეები ძალზე მცირე რაოდენობითაა ან სრულიად არაა. ქვედა ეპიდერმისის უჯრედები მცირე ზომისაა და დაკლაკნილი. ბაგეების რიცხვი ფოთლის ეპიდერმისში ძალიან დიდია, მათი რაოდენობა 1მ^2 საშუალოდ (მცენარის ფარგლებში) 300-მდე აღწევს.

ზედა და ქვედა ეპიდერმისის შორის ძირითადი ქსოვილი პარენქიმაა მოთავსებული, მას *მეზოფილს* ან *რბილობს* ან *ქლორენქიმასაც* უწოდებენ. ეს ქსოვილი ორი ტიპის უჯრედებისაგან-მესრისებრი და ღრუბლისებრი უჯრედებისაგან შედგება.

მესრისებრი პარენქიმა ის ქსოვილია, რომლის უჯრედები ფოთლის ზედაპირის მიმართ პერპენდიკულარულად არიან განლაგებული და ზედა ეპიდერმისის ქვეშ მდებარეობენ. ეს ქსოვილი ერთმანეთთან მჭიდროდ განლაგებული მოგრძო უჯრედებისაგან შედგება და ქლოროფილის მაცვალს დიდი რაოდენობით შეიცავს.

ღრუბლისებრი პარენქიმა ისეთი ქსოვილია, რომელიც ქვედა ეპიდერმისისაკენ არის განლაგებული და მომრგვალო, უსწორმასწორო გვერდებიანი უჯრედებისაგან შედგება, რომელიც ფაშარადაა განლაგებული და მათ შორის მრავლადაა უჯრედშორისი სივრცეები.

ფოთოლში ვითარდება ორივე ქსოვილი. არის შემთხვევებიც, როდესაც მხოლოდ ერთი მათგანი ვითარდება.

ის მცენარეები, რომლებიც მაღალი ტემპერატურის და უხვი სინათლის პირობებში ცხოვრობენ უმეტესად მესრისებრ პარენქიმას ივითარებენ, ხოლო ისინი, რომლებიც ჩრდილსა და ჭარბი ტენის პირობებში ცხოვრობენ ხასიათდებიან ღრუბლისებრი პარენქიმის ქსოვილის უფრო ძლიერი განვითარებით.

მესრისებრი პარენქიმის 1 მმ³-ში დაახლოებით 400 000 ქლოროპლასტია მაშინ, როდესაც ღრუბლისებრ პარენქიმაში მათი რაოდენობა დაახლოებით 90 000-ს აღწევს. მესრისებრი პარენქიმა ასიმილაციისთვის არის მოწყობილი ხოლო ღრუბლისებრი ტრანსპირაციისათვის. ზოგიერთი მცენარის ფოთოლში ძირითად პარენქიმასა და ეპიდერმისს შორის განლაგებულია ჰიპოდერმის შრე, ეს ერთგვარი კანქვეშა ქსოვილია, რომლის უჯრედები მოკლებულია ქლოროფილს და ჩვეულებრივ, მათში წყლის მარავი ინახება ხოლმე.

ფოთლის ძარღვები ჭურჭელობოჭკოვან კონებს წარმოადგენენ, ფოთლის ჭურჭელობოჭკოვანი კონა ღეროს კონის გაგრძელებაა, ამიტომ გამტარი მილების განლაგება აქ ისეთივეა.

ფოთლის კონებში ქსილემის ელემენტები ფირფიტის ზედაპირისკენ არის განლაგებული, ხოლო

ფლოემის ელემენტები ქვედა მხარეს. ფოთოლში მექანიკური ქსოვილია სკლერენქიმა და კოლენქიმა (შიშველთესლოვან და ერთლებნიან მცენარეებს მხოლოდ სკლერენქიმა ახასიათებთ, ორლებნიანებს კი ერთიც და მეორეც).

მიუხედავად იმისა, რომ ფოთლის ფუნქციები ყველა მცენარეზე ერთი და იგივეა, ანატომიური აგებულების მხრივ კი ისინი მნიშვნელოვანი თავისებურებებით ხასიათდებიან. ზემოთ ჩვენ განვიხილეთ ბრტყელი ფოთლის აგებულება. ახლა განვიხილოთ წიწვიანი მცენარის ფოთლის წიწვის აგებულება.

წიწვი გარედან დაფარულია ეპიდერმისით, რომლის უჯრედების გარსი ძალიან სქელია და გახევებული. კუტიკულის შრე ეპიდერმისზე სქელია და ბაგეები ეპიდერმისში სპეციალურ ჩაღრმავებებშია მოთავსებული. ბაგის მკეტავი უჯრედების გარსი გახევებულია. ეპიდერმისის შემდეგ ჰიპოდერმის შრე მდებარეობს. ჰიპოდერმის შრიდან წიწვის ძირითადი პარენქიმა იწყება, იგი საასიმილიციო ქსოვილია. მისი უჯრედები ერთი ტიპის არიან. აქ არ არის მესრისებრ და ღრუბლისებრ პარენქიმის უჯრედებად. რაიმე დიფერენცირება. საასიმილაციო ქსოვილში აქა-იქ ფისის სავალები იმყოფება. ძირითადი პარენქიმის უკანასკნელი შრე ენდოდერმაა, რომელიც დიდი ზომის უჯრედებისაგან შედგება, რომელშიც უხვადაა სახამებლის მარცვლები. წიწვის ცენტრალური ნაწილი სტელას უკავია. იგი შედგება ჭურჭელბოჭკოვანი კონებისაგან, მექანიკური და ძირითადი ქსოვილისაგან. კონები კოლატერალური ტიპისაა (ქსილემის და ფლოემის უბნები ერთმანეთის გვერდით მდებარეობენ). ქსილემის ელემენტები ტრაქეიდების სახითაა წარმოდგენილი.

მექანიკური ქსოვილი სკლერენქიმიტაა წარმოდგენილი, მისი სქელგარსიანი უჯრედები ხშირად გამტარი კონების ახლოს არიან განლაგებული, მაგრამ თითო-ოროლა ძირითად ქსოვილშიცაა გაფანტული.

თავი VI. ყვავილი-FLOS

ყვავილი დამოკლებულ და ზრდაშეზღუდულ ყლორტს წარმოადგენს. ასეთ ყლორტზე განვითარებული ერთი წყება ფოთლები სქესობრივი გამრავლების ნაწილებადაა ქცეული, ხოლო მეორე წყება ყვავილის საფარ ფოთლებადაა გარდაქმნილი. ტიპური ყვავილი მხოლოდ ფარულთესლოვნებს ახასიათებს. იგი შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან: ყუნწის, ყვავილსაჯდომის, ჯამის, გვირგვინის, მტვრიანასა და ბუტკოსაგან.

ყვავილის შემოკლებულ და გამსხვილებულ ღეროს ყვავილსაჯდომი ეწოდება, ხოლო ყვავილსაჯდომის ქვემოთ მდებარე ღეროს ნაწილს კი ყვავილის ყუნწი, რომლითაც ყვავილი ემაგრება საყვავილე ღეროს. ზოგჯერ ყვავილს ყუნწი არა აქვს, ამ შემთხვევაში იგი ღეროზე ყვავილსაჯდომით არის მიმაგრებული.

ყვავილსაჯდომი სამი სახისაა:

- 1) ბრტყელი, რომელიც ყვავილების უმრავლესობას ახასიათებს.
- 2) ამოზნექილი დამახასიათებელია ბაიასა და მაგნოლიასათვის
- 3) ჩაზნექილი ყვავილსაჯდომი ტიპურია ასკილისათვის.

ჯამი (Calyx) ყვავილის გარეთა წყება ფოთლებია, რომელიც გვირგვინთან ერთად ორპირ

ყვავილსაფარს ქმნის, რომლის დანიშნულებაა გაუშლელი ყვავილის შიგა შედარებით ნაზი ნაწილების დაცვა. ჯამი ძირითადად მწვანე ფერისაა. ზოგჯერ ჯამს ქვემოთ, გარედან უვითარდება პატარა ზომის ფოთლები, რომელთაც ჯამქვეშა ეწოდება. (ბალბა, მარწყვი, მარმუჭი) ჯამის ფოთოლაკების რიცხვი ყვავილში ხშირად განსაზღვრული ან განუსაზღვრელია. (მრავალი) ჯამის ფოთოლაკები ზოგჯერ ერთმანეთთან შეზრდილია. ისე, რომ მილი იქმნება, ასეთ ჯამს ფოთლებშეზრდილი ეწოდება. თუ თითოეული ჯამის ფოთოლაკი ცალკე ზის ყვავილსაჯდომზე ჯამი ფურცლებგანცალკევებულია, ჯამის ფოთოლაკები ხშირად ყვავილობამდე ზედვე რჩება, ხოლო დაყვავილების შემდეგ ცვივა.

გვირგვინი (Corolla) ჯამთან ერთად ყვავილსაფარს ქმნის. გვირგვინი უმეტესად სხვადასხვა ზომისა და შეფერილობისაა. გვირგვინის ფურცლები ჯამის ფოთოლაკებთან შედარებით ნაზია და შედგება ორი ნაწილისაგან: ქვედა შევიწროვებული ნაწილისაგან, რომელსაც ფრჩხილი ეწოდება და რომლითაც ემაგრება ყვავილსაჯდომს და ზედა შედარებით გაფართოებული ნაწილისაგან, რომელსაც ფირფიტა ეწოდება. გვირგვინის ფურცლები ჯამის ფოთოლაკების მსგავსად ხან შეზრდილია, ხან განცალკევებული. ფურცლებშეზრდილი გვირგვინის იმ ნაწილს, რომელიც შეზრდილია მილი ეწოდება, ხოლო თავისუფალს გადანაღუნი. გვირგვინის ფურცლების ზომა, ფორმა და რიცხვი მრავალნაირია.

არის შემთხვევები, როდესაც ყვავილში დიდი რაოდენობითაა არანორმალურად განვითარებული გვირგვინის ფურცლები (ბაიასებრნი. მიხაკისებრნი,

ვარდისებრნი, რთულყვავილოვანნი) ასეთ ყვავილებს ქუჩქუჩა ყვავილები ეწოდება.

ქუჩქუჩა ყვავილების კარგი მაგალითებია: გეორგინა, ასტრა, მიხაკი, ვარდი, ტიტა, ზაფრანა და სხვა.

ყვავილსაფარი. ყვავილსაფარი შედგება ჯამის ფოთოლაკებისაგან და გვირგვინის ფურცლებისაგან.

ასეთი ყვავილსაფარი ორმაგია ანუ ორპირი. თუ ყვავილსაფარს მარტო ჯამი აქვს, ყვავილსაფარი ჯამისებრია (ჭინჭარი, მჟაუნა, ჭარხალი, ნაცარქათამა და სხვა) თუ ყვავილსაფარს მარტო გვირგვინი აქვს ასეთი ყვავილსაფარი გვირგვინისებრია (დიდბაია, ფრინტა, შროშანა, ენძელა, და სხვა). ჯამისებრ ან გვირგვინისებრ ყვავილსაფარს მარტივი ყვავილსაფარი ეწოდება. მთელ რიგ მცენარეებს როგორიცაა: ვერხვი, ტირიფი, წნორი, იფანი უყვავილსაფრო, ანუ შიშველი ყვავილები ახასიათებთ, ე.ი. არც ჯამი აქვთ და არც გვირგვინი.

ყვავილსაფარის სიმეტრიის მიხედვით ყვავილები 3 ჯგუფად იყოფა:

- 1) როდესაც ყვავილი რამდენიმე სიმეტრიულ სიბრტყედ იყოფა, მაშინ ყვავილი *აქტინომორფულია* (ტიტა) ('აქტის'-სხივი, "მორფე"-ფორმა. ბერძ.)
- 2) თუ ყვავილში შესაძლებელია, ერთი სიმეტრიული სიბრტყის გავლება ყვავილი *ზიგომორფულია*. (ივან და მარია)
- 3) ზოგჯერ, ყვავილსაფარზე არ შეიძლება სიმეტრიის სიბრტყის გავლება ასეთი ყვავილსაფარი ასიმეტრიული (ზამბახი) ყვავილსაფარის სახელწოდებით არის ცნობილი. ზოგჯერ ყვავილსაფარს ქვედა ნაწილში უვითარდება სხვადასხვა სახის გამონაზარდები, სადაც

გროვდება წყალი ან ამა თუ იმ შედგენილობის ნივთიერებები. ასეთ გამონაზარდებს მიეკუთვნება სანექტრები, რომელსაც დეზი ეწოდება (დეზურა, სოსანი, დედოფლის ყვავილი, წყალიკრეფია და სხვა)

მტვრიანა (Androeceum). მტვრიანათა კომპლექსს ანდროცეუმი ეწოდება. მტვრიანა მამრობითი სასქესო უჯრედის მატარებელია, რომელიც შედგება სამტვრე ძაფის, სამტვრე პარკის და შუასაბამისაგან. სამტვრე ძაფის დანიშნულებაა მომწიფებელი მტვრის მარცვლების გავრცელება ე.ი. დამტვერვის ხელშეწყობა.

სამტვრე პარკი ორი ნახევრისაგან შედგება და ერთმანეთისაგან გამოყოფილია შუასაბამით. სამტვრე პარკში ვითარდება მტვრის მარცვლები-მიკროსპორები.

ყვავილში მტვრიანა განსაზღვრული ან განუსაზღვრელი რიცხვითაა წარმოდგენილი და გარკვეული ჯგუფისათვის მტვრიანების ესა თუ ის რიცხვი დამახასიათებელ ნიშნად ითვლება.

მტვრიანის განვითარება იწყება იმით, რომ იგი ყვავილსაჯდომზე ჩაისახება ბორცვის სახით, საიდანაც ჯერ სამტვრე ვითარდება, შემდეგ კი ჩამატებითი (ინტერკალარული) ზრდის შედეგად სამტვრე ძაფი. ზოგიერთი მტვრიანას სამტვრე პარკი მტვრის მარცვლების წარმოშობის უნარს მოკლებულია ე.ი. მტვრიანა უნაყოფოა-ასეთ უნაყოფო მტვრიანას სტამინოდიუმი ეწოდება.

სამტვრე პარკი დაფარულია ერთშრიანი ეპიდერმისით, რომლის ქვედა უჯრედები ზრდის პროცესში ტიხრებით ორ შრედ იყოფა (შიგნითა და გარეთა შრე). გარეთა შრე კვლავ აგრძელებს ტიხრებით დაყოფას და წარმოქმნის სამ შრეს:

- 1) ენდოტეციუმი, რომელიც ხელს უწყობს სამტვრე პარკის მომწიფებას და გახსნას.
- 2) მეზოტეციუმს, ანუ შრეს, რომელიც მტვრის მარცვლებისათვის საკვებს წარმოადგენს.
- 3) ტაპეტუმი ანუ გამომჟღავნებელი შრე. ტაპეტუმის შიგნით არის მტვრის მარცვლების წარმოქმნის შრე, ანუ არქესპორიუმი.

მტვრის მარცვალი ფორმით ხშირად მომრგვალო, სფერული, ელიფსური ან ჩხირისებურია, იშვიათად ძაფნაირი.

მტვრის მარცვალი ძალიან მცირე ზომისაა 0,008 მმ-დან დაწყებული (ოთახის ფიკუსი) 0,2 მმ-მდე (გოგრა, ატამი).

მტვრის მარცვალი დაფარულია ორი შრით.

გარეთა შედარებით სქელი, რომელსაც *ეპ ზინა* ეწოდება და შიგნითა შრით, რომელიც *ინტინას* წარმოადგენს.

მომწიფების პროცესში მტვრის მარცვლის ერთი ბირთვი ორად იყოფა და ორ უჯრედს წარმოქმნის. აქედან ერთი უჯრედი ზომით დიდია და *ვეგეტაციურ* უჯრედს წარმოადგენს, ხოლო მეორე პატარა ზომისაა, მოგრძო თითისტარისებური ფორმის გენერაციული უჯრედი, რომელიც მომწიფებისას ორად იყოფა და ორ სპერმა უჯრედს წარმოქმნის.

ბუტკო (Gynoeceum-გინეცეუმი). ყვავილის მდებარეობით ელემენტია, რომელიც შედგება ნასკვის სვეტის და დინგისაგან. ნასკვი, ბუტკოს ქვედა გამსხვილებული ნაწილია, რომელიც ერთი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლისაგანაა წარმოქმნილი.

ნაყოფის ფოთლების კიდეების შეზრდის შედეგად იქმნება ნასკვის ღრუ (ბუდე), ნასკვის ღრუში

წარმოქმნილი ტიხრები ქმნიან ორ ან მეტ ბუდეს. მდებარეობის მიხედვით ნასკვი სამი სახისაა: ზედა შუა და ქვედა. ზედა ნასკვის შემთხვევაში ყვავილსაჯდომი ბრტყელია ან ამოზნექილი (ბაიასებრნი, ჯვაროსანნი, პარკოსანნი, შროშანასებრი). ჩაზნექილი ყვავილსაჯდომის შემთხვევაში ნასკვი ყვავილსაჯდომის შიგნითაა მოთავსებული, ხოლო მტკვრიანები და ყვავილსაფარი ნასკვის ზემოთაა განლაგებული, ასეთ ნასკვს ქვედა ნასკვიანი ეწოდება (არყისებრნი, ქოლგოსანნი, ზამბახისებრნი)

შუა ანუ ნახევრად ქვედაა ნასკვი, როდესაც იგი ყვავილსაჯდომთან ან ყვავილის სხვა ნაწილებთან ქვედა ნაწილითაა შეზრდილი, ხოლო მისი ზედა ნაწილი თავისუფალია. ამ შემთხვევაში მტკვრიანები და ყვავილსაფარი ნასკვის შუა ნაწილებში არიან განლაგებული (მაგ: ცხრატყავა, ანწლი და სხვა).

სვეტი წარმოადგენს ნასკვისა და ღინგის შემადგენელ შევიწროებულ მილს.

ღინგი ბუტკოს კენწრულ-ლორწოვან ნაწილს წარმოადგენს, რომელზეც დამტკვრვისას ხდება მტკვრის მარცვადი და ვითარდება სამტკვრე მილად.

ყვავილში ხშირად ერთი, ზოგჯერ რამდენიმე ბუტკოა, რომელიც ხშირად რამდენიმე ნაყოფის ფოთლისაგან ვითარდება, ისე რომ თითოეული ნაყოფის ფოთოლი თითო ბუტკოს წარმოშობს.

ასეთ ბუტკოს აპოკარპული ბუტკო ეწოდება. ხშირად რამდენიმე ერთმანეთთან კიდევებით შეზრდილი ნაყოფის ფოთლისაგან ყვავილში ერთი ბუტკო ვითარდება, ასეთ ბუტკოს კი სინკარპული ეწოდება. ნასკვის შიგნით განვითარებულია ერთი ან რამდენიმე თესლკვირტი, რომელიც ყუნწით არის მიმაგრებული. მიმაგრების ადგილს ჭიპი ეწოდება.

თესლკვირტსა და ჟუნწს შორის ძევს ქალაძა, საიდანაც გამოდის ერთ ან ორ წყებად განლაგებული თესლკვირტის საფარი კედლები ინტეგუმენტები, რომლებიც ზედა ბოლოებით ერთმანეთთან შეხრილი არაა და იქმნება მტვრის მილის სავალი ხერედი ანუ მიკროპიდე. თესლკვირტის ცენტრალური ნაწილი გუდი ანუ ნუცელუსია, რომელშიც მოთავსებულია ჩანასახის პარკი.

ნასკვში თესლკვირტის მდებარეობა 3 სახისაა: სწორი ანუ ატროპული, მოხრილი ანუ ანატროპული, ამობრუნებული ანუ კამპილატროპული.

თესლკვირტის ცენტრში მოთავსებულია ჩანასახის პარკი, რომლის ცენტრში ერთი (პირველადი) ბირთვია. მომწიფების პროცესში პირველადი ბირთვი ორად იყოფა და თითოეული მათგანი მიემართება ჩანასახის პარკის საწინააღმდეგო პოლუსებზე, სადაც ორგზის მიტოზური დაყოფით პოლუსებზე წარმოიშობა 4-4 პოლარული ბირთვი. ამ პოლარული ბირთვებიდან გამოცალკევდება თითო-თითო და მიემართება ჩანასახის პარკის ცენტრში, სადაც ისინი ერთმანეთს შეერთდება და წარმოიქმნება. მეორეული, ანუ ცენტრალური ბირთვი. ზედა და ქვედა პოლუსებზე დარჩება სამ-სამი ბირთვი. ზედა პოლუსზე განლაგებული 3 ბირთვიდან ცენტრალური შედარებით დიდი-კვერცხუჯრედია მას ორივე მხარეზე ეკვრის თითო დამხმარე უჯრედი, რომელთაც სინერგიდები ე.წ. ქვედა პოლუსზე დარჩენილი 3 ერთნაირი ზომის ბირთვი სამ უჯრედად ვითარდება და მათ ანტიპოდები ეწოდებათ. ასეთ მდგომარეობაში ჩანასახის პარკი მომწიფებულია და მზადაა განაყოფიერებისათვის.

6.1. ყვავილის სქესიანობა და სახლიანობა

მცენარის სქესის მატარებელია მტვრიანები და ბუტკო. იმის და მიხედვით თუ როგორ არიან ისინი განლაგებულნი ყვავილში არჩევენ: ორსქესიან და ერთსქესიანი ყვავილებს და ორსახლიან და ერთსახლიან მცენარეებს.

ორსქესიანი ეწოდება ყვავილს, როდესაც მცენარის ერთ ყვავილში მტვრიანა და ბუტკო ვითარდება. თუ ყვავილში მარტო მტვრიანა ან მარტო ბუტკოა, მაშინ ყვავილი ერთსქესიანია (შესაბამისად მამრობითი ან მდედრობითი). თუ ერთსქესიანი მდედრობითი და მამრობითი ყვავილები ერთ მცენარეზე არიან განლაგებული მათ ერთსახლიანი მცენარეები ეწოდებათ. ზოგჯერ კი ცალსქესიანი მცენარეების მდედრობითი და მამრობითი ყვავილები სხვადასხვა მცენარეზე ვითარდება, მაშინ ასეთი მცენარეები ორსახლიანია.

ფარულთესლოვანების უმრავლესობისათვის ორსქესიანი ყვავილებია დამახასიათებელი, ერთსქესიანი და ერთსახლიანი იშვიათია (არყი, კაკალი, მუხა, სიმინდი) სიმინდს მამრობითი ყვავილები საგველა ყვავილედებად აქვს წვერში შეკრებილი. ხოლო მდედრობითი ყვავილები ტაროს სახით უვითარდება. ვხვდებით აგრეთვე ერთსქესიან და ორსახლიან მცენარეებს, როგორიცაა: ტირიფი, ალვის ხე, ჭინჭარი, მჟაუნა, სატაცური და სხვა. მდედრობითი ყვავილი აღინიშნება სარკის, ხოლო მამრობითი ყვავილები ისრის ნიშნებით.

ყვავილელი. ბუნებაში გავრცელებული ყვავილები ან ცალკეულადაა განლაგებული ან ჯგუფურად. ცალკეულად განლაგებულ ყვავილებს

მარტოულს უწოდებენ (ყაყაჩო, ია, ტიტა). ხოლო ჯგუფებად განლაგებულს — ყვავილელი (აკაცია, აღუბალი, მსხალი).

ყვავილელი ორი სახისაა: ბოტრიული და ციმოზური. ბოტრიული ყვავილელი ზრდაგანუსაზღვრელი, მონოპოდიურად დატოტვილი ყვავილედია, ვინაიდან ყვავილების გაშლა და ზრდა მიმდინარეობს ფუძიდან წვეროსაკენ. ამის გამო ქვედა ყვავილები უფრო ხნოვანია, წვეროსკენ კი უფრო ახალგაზრდა. ბოტრიული ყვავილელი შეიძლება იყოს მარტივი და რთული.

ბოტრიული ტიპის ყვავილედებს მიეკუთვნება: მტევანი, თავთავი, ტარო, ფარი. ქოლგა, თავაკი და კალათა.

მტევანი — ისეთი ყვავილედია, რომლის დაგრძელებულ მთავარ ღერძზე თანაბარი სიგრძის ყუნწზე თითო ყვავილი ზის (ეკლის ხე, მოცხარი, კოწახური, შროშანა). თუ დაგრძელებულ ყუნწზე ყვავილები უყუნწოდ ზის მაშინ ყვავილედს თავთავი ეწოდება (მრავალძარღვა) თავთავს მიაგავს ტარო, მხოლოდ ამ უკანასკნელის მთავარი ღერძი გამსხვილებულია და მასზე წრიულად სხედან უყუნწო ყვავილები (ლაქაში, ნიუკა, სიმინდი). ხშირად მთავარი წვერის ღერძთან თითქმის ერთ სიმაღლეზე განლაგებულია სხვადასხვა სიგრძის ყუნწიანი ყვავილები. ისე, რომ ქვედა ყვავილები გრძელყუნწიანია, ხოლო ზედა ყვავილების ყუნწები თანდათანობით მოკლდება ასეთ ყვავილედს ფარი ეწოდება. (ვაშლი, მსხალი, ქლიავი, კენელი) თუ ყვავილედში ყვავილები თანაბარი სიგრძის ყუნწიანია და ერთი წერტილიდან გამოდიან მაშინ ყვავილელი ქოლგაა (შიხდი, ხახვი, ფურისულა და სხვა). ზოგჯერ დამოკლებული მთავარი ღერძის წვერზე ჯგუფებად

განლაგებულია უყუნწო ყვავილები ასეთ ყვავილეებს თავაკი ეწოდება (სამყურა, ცხრატყავა, გოქშო, ფოლიო). თუ გაბრტყელებულ ერთ მთლიან ყვავილსაჯდომზე მჭიდრო ჯგუფებად უყუნწო ყვავილები სხედან, მათ კალათა ეწოდება და დამახასიათებელია რთულყვავილოვანი ოჯახის წარმომადგენლებისათვის. კალათა ყვავილეებში ან ყველა ყვავილი ერთნაირია (მილისებრი ან ენისებრი) ანდა შიდა ყვავილი მილისებრია, გარე ენისებური (მზესუმზირა, გვირილა). მცენარეთა გარკვეული ჯგუფისათვის დამახასიათებელია რთული ბოტრიული ყვავილეები. მაგალითად: რთული თავთავი ახასიათებს ხორბალს, ქერს, ჭვავს, ჭანგას და სხვა. რთული ქოლგა- სტაფილოს, რთული ფარი-ძახველს, დიდგულას და სხვა.

საგველა ანუ რთული მტევანი ახასიათებს სიმინდს მამრობით ყვავილედს, ვაზს, იასამანს, შერიას და ა.შ. რთულ ბოტრიულ ყვავილედს მიეკუთვნება აგრეთვე ზოგიერთი ხე-მცენარის: არყის, კაკლის, ვერხვის. მუხის მჭადა ყვავილეები, რომლებიც თავის მხრივ წააგავს თავთავისებრ ან მტევნისებრ ყვავილეებს.

ციმოზური ანუ კენწრული ყვავილეები ზრდაგანსაზღვრულია, რაც იმას ნიშნავს, რომ ჯერ კენწრის ყვავილი იზრდება, შემდეგ კი გვერდითი და ქვედა. ასეთ ყვავილეებს ახასიათებთ სიმპოდიური და ცრუდიქტომიური დატოტვა. ამიტომ წვეროზე განლაგებული ყვავილები უფრო ხნოვანია, ვიდრე ქვედა.

ციმოზური ყვავილეები სამი სახისაა:

მონოქაზიუმი, დიქაზიუმი, პლეოქაზიუმის, მონოქაზიუმის მთავარი ღერძი სიმპოდიურად არის დატოტვილი. მონოქაზიუმი ორგვარია: ხვეულა,

როდესაც ყველა გვერდითი ყვავილი მოხრილია და ღერძის ერთ მხარეზეა განლაგებული (ლაშქარა, ცისანა, პატარძალა) და კლაკნია, როდესაც გვერდითი ყვავილები ღერძის მარცხენა და მარჯვენა მხარეზე არიან განლაგებული ერთმანეთის შენაცვლებით (ბაია, ზამბახი, ხმაღა, ნიგვზისძირა და სხვა).

დიქაზიუმი ისეთი ყვავილედაა, რომლის მთავარ ღერძზე ორი ერთნაირი სიგრძის მოპრდაპირე გვერდის ტოტი ვითარდება და თითოეული მათგანი კენწრული ყვავილით ბოლოვდება. (მიხაკისებრთა ოჯახი). პლეოქაზიუმის შემთხვევაში დიქაზიუმისაგან განსხვავებით ორზე მეტი გვერდის ტოტი ვითარდება. პლეოქაზიუმის საუკეთესო მაგალითია რძიანას მრავალი სახეობა.

:

სხვადასხვა მცენარის ყვავილის აგებულება და მათი ნაწილების რიცხვი გამოისახება ფორმულის სახით.

ყვავილის ფორმულით აღინიშნება ყვავილის ნაწილების ლათინური სახელწოდებების საწყისი ასოებით. მაგალითად:

Calyx (Ca) – ჯამის ფოთოლაკები

Corolla (Co) – გვირგვინის ფურცლები

Androeceum (A) – მტკრიანები

Gyneceum (G) – ბუტკო

Perigonium (P) – მარტივი ყვავილსაფარი

ყვავილის წევრთა რიცხვი გამოისახება ციფრებით. მაგალითად: $Ca_5Co_5A_{10}G_{(1-)}$, მაშასადამე:

ჯამი (Ca) – 5 ფოთოლაკიანი,

გვირგვინი (Co) – 5 ფურცლიანი,

მტკრიანა (A) – 10,

ბუტკო (G) – 1 ან მეტი

ყვავილის შეზრდილი წვერები გამოისახება მათი რიცხვის ფრჩხილებში ჩასმით. მაგ: $Ca_{(5)}Co_{(5)}Al_1G_{(5)}$ და ა.შ.

6.2. ღამტვერვა

მტვრის მარცვლის მოხვედრას ღინგზე დამტვერვა ეწოდება. დამტვერვის პროცესი ორგვარია: თვითდამტვერვა და ჯვარედინი დამტვერვა.

თვითდამტვერვა ანუ ავტოგამია მიმდინარეობს ორსქესიან ყვავილებში, როდესაც მტვრის მარცვალი მოხვდება თავისივე ყვავილის ბუტკოს ღინგზე. თვითდამტვერავია: ხორბალი, ქერი, შვრია, ბარდა, ლობიო და ბევრი სხვა. ტიპურია კლეისტოგამიური ყვავილებისათვის. კლეისტოგამიური ყვავილები პატარა ზომის ყვავილებია, რომლის ყვავილსაფარი დახურულია, ის არ იხსნება დამტვერვის შემდეგაც და სცილდება ნაყოფის წარმოქმნისას. მაგ:ია, მუაველა, უკადრისა. კლეისტოგამიური ყვავილები წარმოიშობიან ღეროს ქვედა ნაწილზე და არ იხსნებიან. მცენარის ზედა ნაწილში კი წარმოიშობიან: ხაზმოგამური ყვავილები, ესენი გაშლილი სურნელოვანი ყვავილებია. მცენარეთა მცირე რაოდენობა ყვავილობს მიწისქვეშ და ხდება მათი თვითდამტვერვა.

თვითდამტვერვას აქვს მნიშვნელობა წმინდა ჯიშების შესანარჩუნებლად. დარვინმა აღწერა 55 სახეობის კლეისტოგამია და დაამტკიცა თვითდამტვერვის უარყოფითი როლი მცენარის განვითარებაში. ის აღნიშნავდა, რომ რამდენიმე წლის მანძილზე თვითდამტვერვის შედეგად მიღებული შთამომავალი სუსტია, ნაკლებსიცოცხლისუნარიანია.

თვითდამტვერვის დროს ხდება მამრობითი და მდედრობითი უჯრედების ერთნაირი მემკვიდრული ნიშნების შერწყმა. ხშირად, თვითდამტვერვის დროს მტვრის მარცვალ ვერ ღივდება. განაყოფიერება არ ხდება და თესლი არ ღივდება. ასეთ მცენარეებს თვითოსტერილური ეწოდება. მაგ: ჭკავი, სიმინდი, ბრინჯი.

ჯვარედინი დამტვერვა ისეთი პროცესია, როდესაც ერთი მცენარის მტვრის მარცვალ მოხვდება მეორე მცენარის ბუტკოს ღინგზე. ჯვარედინი დამტვერვა მიმდინარეობს ერთსქესიან ყვავილებში და ორსახლიან მცენარეებში. ჯვარედინი დამტვერვა ორი სახისაა: ქსენოგამია და ჰეიტენოგამია. ქსენოგამიის დროს ერთი მცენარის ყვავილის მტვრის მარცვალ გადადის ასეთივე სახეობის მეორე მცენარის ყვავილის ბუტკოს ღინგზე. ქსენოგამია დამახასიათებელია ორსახლიანი მცენარეებისათვის. ჰეიტენოგამია დამახასიათებელია ერთსქესიანი და ერთსახლიანი მცენარეებისათვის. მაგ: სიმინდი, ჯვარედინ დამტვერვას ხელს უწყობს დიქოგამია და ჰეტეროსტილია.

დიქოგამია ისეთი მოვლენაა, როდესაც ყვავილში მტვრიანები და ბუტკო სხვადასხვა დროს მწიფდება. თუ მტვრიანები უფრო ადრე მწიფდებიან, ვიდრე ბუტკო პროტერანდრია ეწოდება. დამახასიათებელია პარკოსნების, რთულყვავილოვნების, მიხაკისებრთა ოჯახის წარმომადგენლებისათვის. თუ ბუტკო უფრო ადრე მწიფდება, ვიდრე მტვრიანები პროტეროგენია ეწოდება. მაგ: ხორბლოვანი, ჯვაროსნების, ვარდისებრთა ოჯახების წარმომადგენლებისათვისაა დამახასიათებელი.

ჰეტეროსტილია ანუ ნაირსვეტიანობა ისეთი პროცესია, როდესაც მცენარის სხვადასხვა ეგზემპლარებს უვითარდება გრძელი ან მოკლე ბუტკოს სვეტი. თუ ყვავილში გრძელი სვეტია, მაშინ მტვრიანების ძაფები გრძელია. ჰეტეროსტილია დამახასიათებელია იასამნისთვის, ბარდასთვის, ფურისულასებრთა ოჯახისათვის.

ჯვარედინი დამტვერვის რეაგენტებია: ქარი, მწერი, ფრინველები, ცხოველები, წყალი და ხელოვნური დამტვერვა, რომელიც ადამიანის ჩარევით მიმდინარეობს. თუ მტვრის გადატანა ქარის საშუალებით ხდება, ასეთ დამტვერვას *ანემოფილია* ეწოდება (ტირიფი, ვერხვი, მურყანი, თხილი და სხვა).

მწერების საშუალებით დამტვერვას *ენტომოფილია* ეწოდება. ყვავილები, რომლებიც მწერებით იმტვერებიან დიდი ზომის, სასიამოვნო სუნის, სხვადასხვა ფერის გვირგვინის, სანექტრეებით ხასიათდებიან (ნუში, ვარდი, ცაცხვი, ია). ფრინველების მიერ დამტვერვას *ორნიტოფილია* ეწოდება (ტროპიკული მცენარეები).

წყალში მცხოვრები მცენარეების დამტვერვა წყლის მეშვეობით მიმდინარეობს, ასეთ დამტვერვას *ჰიდროფილია* ეწოდება (რქაფოთოლა, ზღვის ბალახი).

ძოვების დროს ცხოველებს გადააქვთ მტვრის მარცვლები ერთი ყვავილიდან მეორეზე, ასეთ დამტვერვას *ზოოფილია* ეწოდება.

ბუნებაში ჯვარედინი დამტვერვა უფრო ხშირი მოვლენაა, ვიდრე თვითდამტვერვა. ჯვარედინ დამტვერვას ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს. იგი უფრო პროგრესულია მცენარეთა სამყაროს ევოლუციაში. ჯვარედინი დამტვერვის შედეგად მიღებულია ახალი თაობა — ჰიბრიდი, უფრო სიცოცხლისუნარიანია და კარგად ეგუება გარემო

პირობებს. გამძლეა დაავადებების მიმართ, ვინაიდან ჰიბრიდი ფლობს ორმაგ მემკვიდრულ ნიშან-თვისებას.

6.3. განაყოფიერება

განაყოფიერება მეტად რთული პროცესია და ხორციელდება დამტკვრვის შემდეგ. ორი მამრობითი და მდედრობითი, გამეტების შერწყმის შედეგად.

ფარულთესლოვან მცენარეებში მამრობითი გამეტა – სპერმია უჯრედია, ხოლო მდედრობითი – კვერცხუჯრედი. მომწიფებული მტვრის მარცვალი, სხვადასხვა რეგენტების საშუალებით ხვდება ბუტკოს დინგზე და იწყებს გაღივებას. ჯერ კიდევ სამტვრე პარკში, მტვრის მარცვალი განიცდის ცვლილებებს. მისი ბირთვი იყოფა ორად და წარმოიქმნება ორი უჯრედი: ერთი შედარებით დიდი – ემბეიტაციური უჯრედი, რომელიც ხელს უწყობს მტვრის მილის წარმოქმნას და ზრდას, მეორე კი უფრო პატარა – გენერაციული უჯრედი, რომელიც შემდეგ იყოფა ორად და წარმოიქმნება ორი სპერმია უჯრედი.

ბუტკოს დინგი მომზადებული დამტკვრვისათვის გამოყოფს წებოვან ნივთიერებას, სითხეს, რომელიც ხელს უწყობს მტვრის მარცვლის დამაგრებას და გაღივებას. გაღივებისას ინტინა (მტვრის მარცვლის შიგნითა გარსი) წარმოქმნის მტვრის მილს, რომელიც გაივლის სვეტს და მოხვდება ნასკვში, სადაც განლაგებულია თესლკვირტი. თესლკვირტში მტვრის მილი სკდება და ორი სპერმია უჯრედი შეირწყმება ჩანასახის პარკში, რომელიც მომზადებულია განაყოფიერებისათვის.

განაყოფიერებისათვის მომზადებული ჩანასახის პარკი შეიცავს შვიდ უჯრედს: ზედა პოდუქსში განლაგებული 3 უჯრედიდან ერთი, შუაში,

შედარებით დიდი – კვერცხუჯრედი, ორი, გვერდით განლაგებული – სინერგიდები, სამი ქვედა პოლუსში განლაგებული – ანტიპოდები.

ორი სპერმა უჯრედი მოხვედრილია ჩანასახის პარკში ერთი ანაყოფიერებს კვერცხუჯრედს, მეორე კი მეორეულ ანუ ცენტრალურ ბირთვს. განაყოფიერებული კვერცხუჯრედიდან განვითარდება ჩანასახი ანუ ემბრიონი, რომელიც მომავალ მცენარეს წარმოადგენს, ხოლო მეორეული ბირთვიდან წარმოიქმნება ენდოსპერმი, რომელიც ჩანასახის საკვებია.

მტვრის მილის მოხვედრა ჩანასახის პარკში მიმდინარეობს სამი გზით, მოკროპილეს გზით, რასაც პოროგამია ეწოდება. ინტეგუმენტების გზით – აპოროგამია და ქალაქის გზით – ქალაქოგამია.

კვერცხუჯრედის და მეორეული ბირთვის განაყოფიერება ერთდროულად მიმდინარეობს. ასეთ განაყოფიერებას ორმაგი განაყოფიერება ეწოდება.

ორმაგი განაყოფიერება დამახასიათებელია მხოლოდ ფარულთესლოვანი ანუ ყვავილოვანი მცენარეებისათვის, რომელიც პირველად აღმოჩენილი და აღწერილი იყო რუსი მეცნიერის, აკადემიკოს ს.ნავაშინის მიერ 1898 წელს.

ორმაგი განაყოფიერების შემდეგ თესლკვირტიდან განვითარდება თესლი, მთლიანად ნასკვიდან კი ნაყოფი.

ორმაგ განაყოფიერებას დიდი ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს. ორი ნაირთვისებრიანი გამეტის შერწყმა ხელს უწყობს მცენარის მემკვიდრული თვისებების გამდიდრებას, სიცოცხლისუნარიანობას და გარემო პირობების მიმართ შეგუებას.

ჯერ კიდევ დარვინი აღნიშნავდა, რომ ორმაგი განაყოფიერება ბიოლოგიურად სასარგებლო აქტია,

მეორეული ბირთვის განაყოფიერებისას წარმოიქმნება საკვები ჩანასახისათვის – ენდოსპერმი („ენდონ“- შიგნითა, „სპერმა“-თესლი, ბერძ)

განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი (ზიგოტა) სვენების შემდეგ ორ უჯრედად იყოფა. ერთი, ზედა უჯრედი მიკროპილესაკენ არის მიმართული, მეორე ქვედა უჯრედი, ჩანასახის პარკის ცენტრისკენაა მიმართული. ჯერ რამდენიმე უჯრედად იყოფა და პირველად ჩანასახს წარმოშობს.

პირველადი ჩანასახი მრავალ უჯრედად იყოფა და სრულ ჩანასახად ყალიბდება. თესლში მომწიფებული ჩანასახი შედგება: პირველადი ანუ ჩანასახოვანი ფესვისაგან, ღეროსაგან, ფოთლებისა და კვირტებისაგან. მეორეული ბირთვისაგან (ორმაგი განაყოფიერების შედეგად) წარმოშობილ ენდოსპერმს მეორეული ენდოსპერმი ეწოდება. (შიშველთესლოვანებში იგი პირველადია) ენდოსპერმი ძირითადად სახამებლისაგან, ცხიმებისაგან და იშვიათად ცილებისაგან შედგება.

ზოგჯერ საზრდო მასალა ნუცელუსში გროვდება. ნუცელუსში წარმოქმნილ საზრდო-ნივთიერებას პერისპერმი („პერი“- გარშემო, ბერძ) ეწოდება. ჩანასახის ორივე მხარეზე ორი ბორცვი წარმოიქმნება, რომელიც ორლებნიანებში ორ ლებნად ვითარდება.

თესლის გაღივების შემდეგ ლებნები ნიადაგის ზევით ღეროს ასდევენ. ორივე ლებანში საკვები ნივთიერებაა დაგროვილი.

ლებანს, რომელიც უშუალოდ ენდოსპერმს ესაზღვრება და მასში საზრდო მასალა არ გროვდება, ფარი ეწოდება.

თესლის კლასიფიკაცია, ერთლებნიანი და ორლებნიანი თესლების აგებულება. თესლი

შეიძლება იყოს ენდოსპერმიანი (მარცვლოვნები), პერისპერმიანი (მიხაკისებრი) ან ერთდროულად ენდოსპერმიანი და პერისპერმიანი. ხშირად საზრდო ნივთიერებები ლებნებში გროვდება. ასეთ თესლს უენდოსპერმოს (პარკოსნები და სხვა მრავალი ოჯახები) უწოდებენ.

ფარულთესლოვანი მცენარეებიდან გამოყოფენ ორ ჯგუფს: ერთლებნიანებს და ორლებნიანებს.

ორლებნიანების თესლის აღნაგობის გასაცნობად განვიხილოთ ღობიოს თესლი. იგი გარედან კანითაა დაფარული. თესლზე განირჩევა ორი მხარე: მუცლის მხარე, სადაც ჭიპია მოთავსებული, მეორე ზურგის მხარე- ნაწიბური. ზურგის მხარე ღობიოს თესლინ დაღბობის შემდგომ ორ ნახევრად იყოფა. ეს ნახევრები ლებნებს წარმოადგენენ. ორი ლებნის ჭიპის არეში ჩანასახია, რომელიც შედგება ჩანასახოვანი ფესვის, ღეროსა და წყვილი ფოთლისაგან. ღობიოს თესლს ენდოსპერმი არ გააჩნია, რადგან საზრდო-ნივთიერება ლებნებშია მოქცეული.

ერთლებნიანი თესლის აღნაგობა განვიხილოთ სიმინდის თესლის მაგალითზე. მისი თესლი ერთი ლებნისაგან შედგება. ლებანში საზრდო-ნივთიერება არ არის დაგროვილი. იგი ყოფს თესლის ჩანასახს ენდოსპერმისაგან და მას ფარი ეწოდება. თესლის ქვედა მცირე ნაწილი ჩანასახისაგან შედგება. მას ისეთივე აგებულება აქვს, როგორიც ორლებნიანებს. ზედა ნაწილში ენდოსპერმია მოთავსებული, ამიტომ მისი თესლი ენდოსპერმიანია.

თესლი ფორმით მრავალნაირია: მრგვალი, ოვალური, თირკმელისებრი, ელიფსური და სხვა, თესლის ზომაც ცვალებადია, მცირე ზომის თესლებს ახასიათებთ: ჯადვარისებრნი, კელეპტარასებრნი და

სხვა დიდი ზომის თესლები ასევე მრავალ მცენარეს ახასიათებს. თესლის წონაც ცვალებადია, ზოგი მილიგრამებს იწონის, ზოგი – რამოდენიმე კილოგრამს.

ზოგიერთ თესლში რამდენიმე ჩანასახი ვითარდება. ამ მოვლენას პოლიემბრიონია („პოლი“-ბევრი, „ემბრიონ“- ჩანასახი, ბერძ) ეწოდება.

თესლის განვითარება განაყოფიერების გარეშე. ზოგჯერ ჩანასახი გაუნაყოფიერებელი კვერცხუჯრედიდან ვითარდება. ჩანასახის ასეთ განვითარებას პართენოგენეზს უწოდებენ („პართენოს“-ქალწული, „გენეზის“-დაბადება, ბერძ) (მარმუჭი, ბაბუაწვერა, ხარნუყა და სხვა.)

არის შემთხვევები, როდესაც ჩანასახი სინერგიდებისა და ანტიპოდების უჯრედებისაგან წარმოიქმნება. მას აპოგამია ეწოდება(ლანცეტა, მრავალძარღვა). როცა ჩანასახი წარმოიქმნება, ჩანასახის პარკის გარეთ ნუცელუსის ან ინტეგუმენტების უჯრედებისაგან, მას აპოსპორია ეწოდება. გაუნაყოფიერებლად ჩანასახის და თესლების განვითარება აპომიქსისის („აპო“-უარყოფის ნაწილაკი, „მიქსის“- შერევა, ბერძ) სახელწოდებითაა ცნობილი. (ვარდისებრთა, მარცვლოვანთა, რთულყვავილოვნების ოჯახის წარმომადგენლებს ახასიათებთ). ჩვეულებრივი, ნორმალური განაყოფიერების შედეგად განვითარებულ ჩანასახს – ამფიმიქსისი ეწოდება.

7.2. ნაყოფი- Fructus

ნაყოფი არის განაყოფიერების შედეგად განვითარებული სახეცვლილი ბუტკო ე.ი. ის რაც ნასკვისაგან თესლის მომწიფებასთან ერთად ვითარდება. ე.ი. განაყოფიერების შემდეგ ნასკვიდან

ვითარდება ნაყოფი, თესლკვირტი გადაიქცევა თესლად.

ნაყოფების კლასიფიკაცია. ნაყოფი წარმოადგენს თესლის საფარს და გამავრცელებელ მოწყობილობას. ნაყოფი ნასკვის გარდა ყვავილის სხვა ნაწილებისაგან წარმოიქმნება (ყვავილსაჯდომი, ყვავილსაფარი, ბუტკოს დინგი, სვეტი, მტვრიანა და სხვა). როდესაც ნაყოფის შექმნაში მარტო ნასკვი იღებს მონაწილეობას, ასეთი ნაყოფი ნამდვილი ნაყოფია.

თუ ნასკვთან ერთად ნაყოფის წარმოქმნაში ყვავილის სხვა ნაწილებიც იღებენ მონაწილეობას, მაშინ წარმოიქმნება ცრუნაყოფი. (მარწყვი, ასკილი, ვაშლი, მსხალი). 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 და ნაკრები ნაყოფი იქმნება.

ნასკვის კედლებიდან ნაყოფსაფარი ანუ პერიკარპიუმი ('პერი"-გარშემო, 'კარპო"- ნაყოფი, ბერძ) ვითარდება.

პერიკარპიუმი შედგება სამი შრისაგან გარეთა ნაწილისაგან-ეგზოკარპიუმი, შუა-მეზოკარპიუმი და შიგნითა-ენდოკარპიუმი, მაგ: ქლიავის ან ბლის გარეთა ნაწილი თხელი კანისაგან შედგება, შუა-წვნიანი, ხოლო შიგნითა ნაწილი კურკის ნაჭუჭია. ნასკვის ბუდისაგან ნაყოფის ბუდე ვითარდება.

ნაყოფის თავისებურ ტიპს წარმოადგენს ისეთი ნაყოფი, რომელიც ერთი ყვავილისაგან კი არა ყვავილეულისაგან (თითოეული ყვავილი თითო ნაყოფს

ქმნის) ვითარდება, ასეთ ნაყოფს *ნაყოფელი* ეწოდება (თუთა, ანანასი, ლეღვი და სხვა)

სველი ნაყოფები. ნაყოფსაფარის მიხედვით ნაყოფი შეიძლება იყოს: წვნიანი ანუ სველი და მშრალი.

წვნიანი ნაყოფებიდან განირჩევა კენკრა და კურკიანა. კენკრა მრავალთესლიანი, იშვიათად ერთთესლიანი, წვნიანი ან ხორცოვანი ნაყოფია, კენკრა – ზედა ან ქვედა ნასკვისაგან წარმოიქმნება. ნაყოფი გარეთა თხელი კანითაა დაფარული (კოწახური, ხურტკმელი, ვაზი, მოცვი, პომიდორი, სატაცური და სხვა)

ტიპიური კენკრა ნაყოფიდან ცალკეა გამოყოფილი კენკრას მსგავსი ნაყოფები, ვაშლურა, რომელთა ნაყოფსაფარის შიგნითა ნაწილი, განსაკუთრებით რბილობი, ხორცოვანია და ცრუ ნაყოფს წარმოადგენს (ვაშლი, მსხალი, კომში და სხვა)

გოგრულა, როდესაც ნაყოფის ეგზოკარპიუმი გამაგრებულია, მისი ხორცოვანი ნაწილი კი ნასკვის კედლების შიგა შრეებიდან ვითარდება (გოგრა, ნესვი, საზამთრო, კიტრი და სხვა)

კენკროვანი ნაყოფების ფორმისაა ნარინჯულა, მისი გარეთა ნაწილი-ეგზოკარპიუმი სქელი და ტყავისებურია, შუა-მეზოკარპიუმი შედარებით თხელი და მშრალია, ხოლო შიგა-ენდოკარპიუმი წვნიანი ან ხორცოვანია (ნარინჯი, თურინჯი, შანდარინი, ლიმონი, ფოთოხალი და სხვა.)

კურკიანა უფრო ხშირად ერთთესლიანი ნაყოფია ხანდახან მრავალთესლიანი. კურკიანას ნაყოფსაფარი ჩვეულებრივ ხორცოვანია, იშვიათად მშრალი. მისი ენდოკარპიუმი გახეხვებულია. მეზოკარპიუმი – ხორცოვანი, ეგზოკარპიუმი თხელ

კანს წარმოადგენს. ერთთესლიანი კურკიანა ნაყოფების მაგალითებია: ქლიავი, ბალი, აღუბალი ტყემალი, გარგარი, ჭერამი, ატამი, ზეთის ხილი და სხვა)

მშრალი ნაყოფები. ნაყოფს, რომელსაც ნაყოფსაფარი გახვეებული ან ტყავისებრი აქვს და წვეს არ შეიცავს მშრალი ნაყოფი ეწოდება. მშრალი ნაყოფები ორ ჯგუფად იყოფა: მშრალი თვითხსნადი და მშრალი თვითუხსნადი.

მშრალი, თვითხსნადია ნაყოფი, რომლის ნაყოფსაფარი (პერიკარპიუმი) მომწიფებისას იხსნება და შიგ არსებული თესლი გადმოიხსნება. მშრალი თვითხსნადი ნაყოფებია: *ფოთლურა, პარკი, ჭოტი, ჭოტაკი და კოლოფი.*

ფოთლურა ერთი ნაყოფის ფოთლისაგან შემდგარი ერთბუდიანი ნაყოფია. მომწიფებისას მუცლის ნაკერზე იხსნება. უმეტესად მრავალთესლიანია (იორდასალამი, ხარისძირა, წყალიკრეფია, დეზურა, სოსანი და სხვა).

პარკი ერთი ნაყოფის ფოთლისაგან განვითარებული, ერთბუდიანი ნაყოფია. მისი გახსნა ხდება მუცლის და ზურგის ნაკერით. ე.ი. ორი საგდულთ ზევიდან ქვემოთ. იგი ერთთესლიანი ან მრავალთესლიანია (პარკოსანთა ოჯახი).

ჭოტი ორი ნაყოფის ფოთლისაგან შემდგარი ორბუდიანი, ორი ან მრავალთესლიანი ნაყოფია. თესლები ტიხრის ნაწიბურზე ორ რიგადაა განლაგებული. ორი საგდულთ იხსნება ქვევიდან ზევით ჭოტის სიგრძე სამჯერ ან მეტჯერ აღემატება სიგანეს, როცა სიგრძე და სიგანე თითქმის ერთნაირია ასეთ ნაყოფს ჭოტაკი ეწოდება (ჭოტი და ჭოტაკი ჯვაროსანთა ოჯახის ტიპური ნაყოფებია)

კოლოფი ისეთი ნაყოფია, რომლის შექმნაში ორი ან რამოდენიმე ნაყოფის ფოთოლი მონაწილეობს. ერთი ან მრავალბუდიანი, ხშირად მრავალთესლიანი ნაყოფია. მისი გახსნა საგულეებით რამდენიმე გზით ხდება: სახურავით, ხვრელებით, ნაპრალეებითა და კბილებით. კოლოფი იშვიათ შემთხვევაში შეიძლება იყოს ხორცოვანი (უკადრისა)

მშრალი უხსნადი ნაყოფებია: კაკალი, თესლურა, მარცვალი და ფრთიანა.

კაკალი უხსნადი ნაყოფია, რომლის უმეტესად სქელი ან თხელი პერიკარპიში გამაგრებული და გახვეებულია. კაკალი ერთთესლიანი ნაყოფია (თხილი, კაკალი, რკო, წიწიბო).

კაკლუჭა – ერთთესლიანია, ნაყოფსაფარი ტყავისებრია, კაკლუჭა ნაყოფები ტუჩოსან და ლაშქარასებრთა ოჯახის მცენარეებს უვითარდებათ. *თესლურა* ორი ნაყოფის ფოთლისაგან შემდგარი, ერთთესლიანი მშრალი, უხსნადი ნაყოფია. თესლურას ტყავისებრი ნაყოფსაფარი თესლთან შეზრდილი არ არის. (რთულყვავილოვნები, ვარდისებრნი)

მარცვალი ნაყოფის ნაყოფსაფარი მჭიდროდაა შეზრდილი თესლთან. მარცვალი სამი ან რამდენიმე ნაყოფის ფოთლისგანაა განვითარებული და ერთთესლიანია (მარცვლოვანები)

ფრთიანა ისეთი ნაყოფია, რომლის ნაყოფსაფარი ტყავისებრი ან სიფრიფანისებრია, მას ნაყოფსაფარი ფრთისებრ გამონაზარდად აქვს ქცეული (არყი თელა, იფანი ნეკერჩხალი და სხვა).

ზოგიერთი ნაყოფი განაყოფიერების გარეშე უთესლოდ ვითარდება და ასეთ ნაყოფს პართენოკარპული („პართენოს“-ქალწული, ბერძ)

ნაყოფი ეწოდება. (ვაშლი მსხალი, პომიდორი, გოგრა, კიტრი და სხვა)

ზოგჯერ ნაყოფი ნიადაგში ვითარდება. ამ დროს ბუტკო ნიადაგში მოექცევა და ნასკვის ქვემოთ განსაკუთრებული სხეული *გინოფორი* ვითარდება, რომელსაც ნასკვი ნიადაგში ჩააქვს და ნაყოფი წარმოიქმნება ნიადაგში. ამ მოვლენას გეოკარპია („გეო“- მიწა, „კარპოს“- ნაყოფი ეწოდება, ხოლო ნაყოფს – გეოკარპული (არაქისი- მიწის თხილი).

7.3. თესლებისა და ნაყოფების გავრცელება

ნაყოფიდან გამოსავისუფლებული ან ნაყოფშიშველი მომწიფებული თესლები ნაყოფთან ერთად სხვადასხვა გზით ვრცელდება. გავრცელების ძირითად რეაგენტებად ითვლებიან ქარი ანემოქორია („ანემო“-ქარი, „ქორეო“-ვრცელდები, ბერძ), ცხოველები – ზოოქორია, („ზოო“- ცხოველი, ბერძ), ფრინველები – ორინთოქორია („ორნს“-ფრინველი, ბერძ), წყალი-ჰიდროქორია („ჰიდრო“-წყალი, ბერძ) და ადამიანი – ანთროპოქორია („ანტროპოს“-ადამიანი, ბერძ) გონივრული და არაგონივრული ჩარევით.

ქარით ვრცელდება უმეტესად პატარა ზომის თესლები და ნაყოფები. ცხოველებით ვრცელდება ის თესლები, რომელთა ნაყოფს ცხოველი საკვებად იყენებს, ხოლო თესლები ნაყოფის მონელების შემდეგ თავისუფლდებიან და ისე ვრცელდებიან. ფრინველებს დიდ მანძილზე გადააქვთ მის სხეულზე მიმაგრებული თესლები, ნაყოფები ან კუჭ-ნაწლავში მოქცეული თესლები. წყალში წყლის ნაპირზე ან ჭაობიან ადგილებში მცხოვრები მცენარეების თესლებსა და ნაყოფებს საპყრო გამონახარდები

უვითარდებათ ბუშტების სახით და წყალში არ ზიანდებიან.

თესლები და ნაყოფები სხვა რეაგენტების ჩარევის გარდა, მომწიფებისას თვით ვრცელდებიან, ამ მოვლენას ავტოქორია ეწოდება ('აუტოს'-თვითონ) ეწოდება. (უკადრისა, კიტრანა)

თესლების და ნაყოფების გავრცელებამ ხელი შეუწყო კულტურული ფლორის თანდათანობით გამდიდრებას. ამრავლებდა რა კულტურულ მცენარეებს, ადამიანი ზოგჯერ მისდაუნებურად ხელს უწყობდა მათი თანმხლები სარეველა მცენარეების გავრცელებასაც.

7.4. ნაყოფის და თესლის სახალხო- სამეურნეო მნიშვნელობა

ნაყოფსა და თესლს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ადამიანისათვის. ჩვენ ძირითადად ნაყოფითა და თესლით ვიკვებებით. ნაყოფითა და თესლით ვკვებავთ შინაურ ცხოველებს, ვიყენებთ მრეწველობასა და მედიცინაში.

ნაყოფისა და თესლის მისაღებად ადამიანს მოჰყავს მარცვლეული მცენარეები: ხორბალი, სიმინდი, ჭვავი, ბრინჯი, ქერი, ფეტვი და სხვა. პარკოსნები: ლობიო, ბარდა, არაქისი, მუხუდო, ცერცვი. აშენებენ ხეხილსა და კენკროვან მცენარეებს: მსხალი, ვაშლი, ატამი, ბალი, აღუბალი, ქლიავი, ლეღვი გოგრა, საზამთრო, ბროწეული, ხურტკმელი. ნაყოფისათვის მოჰყავთ აგრეთვე გოგრა, კიტრი, ბადრიჯანი, ნესვი და სხვა. სუბტროპიკულ რაიონებში აშენებენ: მანდარინს, ფორთოხალს, ლიმონს, გრეიფრუტს, ზეთისხილს და სხვა.

დასავლეთ საქართველოში გაშენებულია ტუნგო, რომლის ნაყოფისაგან ხდიან ძვირფას ტექნიკურ ზეთს.

ტროპიკულ ქვეყნებში აშენებენ კაკოს, ყავას, ბანანს, ქოქოსის პალმას, მანგოს, ავოკადოს და სხვა.

მრავალი მცენარის ნაყოფი და თესლი გამოიყენება ხალხურ და მეცნიერულ მედიცინაში (აკაკი კავკასიური, ასკილი, ბროწეული, გლედიჩია და სხვა)

გარდა ზემოაღნიშნულისა მცენარეთა ნაყოფებისა და თესლებისაგან ამზადებენ კონსერვებს, მარინადს, ტუკატებსა და სხვა.

თავი VIII. გამრავლება

გამრავლება, ანუ რეპროდუქცია, არის ცოცხალ ორგანიზმთა ერთ-ერთი თვისება — წარმოქმნან თავისივე მსგავსი, ახალი ინდივიდები, რაც უზრუნველყოფს მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემას თაობიდან თაობაზე. ვინაიდან ახალი თაობა მშობლების გამრავლებით წარმოიშობა. ყოველი სახეობა ცალკეული ინდივიდებისაგან შედგება და თითოეული თაობის სიცოცხლის ხანგრძლივობა თვით სახეობის არსებობასთან შედარებით უმნიშვნელოა. თაობათა და სახეობის შენარჩუნება სწორედ გამრავლების მეშვეობით არის შესაძლებელი, გამრავლება განაპირობებს სიცოცხლის უწყვეტობას ჩვენს პლანეტაზე.

გამრავლება სიცოცხლის წარმოშობისთანავე განხორციელდა, როგორც ცოცხალი სისტემის უმთავრესი თვისება. არსებობს გამრავლების ორი ძირითადი გზა: უსქესო და სქესობრივი.

8.1. უსქესო გამრავლება

შთამომავალთა წარმოშობას მხოლოდ დედისეული ორგანიზმიდან – უსქესო გამრავლება ეწოდება. უსქესო გამრავლების დროს მშობლები და შვილები გენეტიკურად არიან ერთნაირნი. ასეთ შთამომავლობას კლონი ეწოდება. კლონის წევრებს შორის არსებობს მხოლოდ მოდიფიკაციური ცვალებადობისა და მასტაბილიზებული გადარჩევის ფაქტორი. გამოყოფილია უსქესო გამრავლების შემდეგი ნაირსახეობები.

1) გაყოფით გამრავლება. გაყოფით მრავლდებიან ერთუჯრედიანი პროკარიოტული და ეუკარიოტული ორგანიზმები. ამ პროცესს წინ უსწრებს პროკარიოტებში ნუკლეოტიდის, ხოლო ეუკარიოტებში ბირთვის გაყოფა. ხდება ბინალური გაყოფა, ანუ წარმოიშობა ორი შვილეული უჯრედი. ამ გზით მრავლდებიან ბაქტერიები და ერთუჯრედიანი წყალმცენარეები.

2) შიზოგონია, ანუ მრავლობითი გაყოფა. ამ წესით გამრავლების დროს დედისეული უჯრედის ბირთვი რამდენიმე ბირთვად იყოფა თანმიმდევრულად, სწრაფად და ყალიბდება ერთბირთვიანი შვილეული უჯრედები. ასე მრავლდება ზოგიერთი ერთუჯრედიანი წყალმცენარე.

3) დაკვირტვა. დაკვირტვით გამრავლების დროს დედისეული უჯრედს უჩნდება გამონაზარდი – კვირტი, მასში გადადის ნუკლეოიდი ანუ ბირთვი. კვირტი თანდათანობით იზრდება და აღწევს დედისეული უჯრედის ზომას, რის შემდეგადაც შორდება მას და იწყებს დამოუკიდებელ არსებობას. დაკვირტვით მრავლდებიან საფუარი სოკოები და ზოგიერთი ბაქტერია.

4) სპორების წარმოქმნა (სპორულაცია). ერთბირთვიან, მიკროსპორულ პეპროდუქციულ უჯრედს – სპორა ეწოდება. სპორა ჰაპლოიდია, რომელშიც მცირე რაოდენობით არის სამარაგო ნივთიერებები. არსებობენ ისეთი ორგანიზმები, რომელთაც დიდი რაოდენობით წარმოქმნებათ სპორები. მცირე მასის გამო ისინი ქარის ან სხვა რეაგენტების საშუალებით ადვილად ვრცელდებიან. სპორებით მრავლდებიან ერთუჯრედიანი წყალმცენარეები და სოკოები, მრავალუჯრედიანი ორგანიზმებიდან კი ხავსნაირები და გვიმრანაირები.

8.2. ვეგეტატიური გამრავლება

ახალი ინდივიდების წარმოშობას დედისეული სხეულის ნაწილიდან – ვეგეტატიური გამრავლება ეწოდება. ასეთი გამრავლების უამრავი ხერხი არსებობს. ვეგეტატიურად მრავლდებიან ზოგიერთი უმდაბლესი და უმაღლესი მცენარეები. იგი ხორციელდება მცენარის შემდეგი ნაწილებით: თალუსით, კვირტით, ბოლქვით, ფესურით, ფესვ-გორგლით, ფესვით, ღეროთი, ფოთლით.

წყალმცენარეებში და ბაქტერიებში ვეგეტატიური გამრავლება მარტივი თანმიდევრობით ხდება – ერთი უჯრედის ორად გაყოფით, მრავალუჯრედიანებში ან კოლონიურ წყალმცენარეებში იგი შრეთა დანაწევრებით მიმდინარეობს.

ყველაზე მრავალფეროვანი ფორმა ვეგეტატიური გამრავლებისა უმაღლეს მცენარეებში შეინიშნება. ფარულთესლოვანებში იგი ხორციელდება ვეგეტატიური ორგანოს ნაწილებით, მათი მეტამორფოზებით.

ვეგეტატიური გამრავლებისას სავეგეტაციო ნაწილები დედა ორგანიზმის შორდებიან და შესაფერის პირობებში მოხვედრილი ახალ მცენარედ ვითარდებიან, ასეთ გამრავლებას ბუნებრივი ვეგეტატიური გამრავლება ეწოდება.

ფესურებით ვეგეტატიური გამრავლება ახასიათებთ ბალახოვან მცენარეებს. ფესურებზე არსებული კვირტებიდან წარმოიქმნებიან მიწისზედა ყლორტები. ასე მრავლდებიან: შროშანა (*Convallarin*), ზამბახი (*Jris*), ბანანი (*Musa*), ჭანგა (*Agropyrum repens*) და სხვა.

ყლორტებით გამრავლება ახასიათებთ წყლის მცენარე ლემნას (*Lemna*) და ელოდეას (*Elodea*). ღეროს სცილდებიან ყლორტები და ახალ მცენარედ ვითარდებიან. ზოგიერთი მცენარის ყლორტები ნიადაგზეა გართხმული, რომლებიც მუხლებში დამატებით ფესვებს და ფოთლის უბეებში კვირტებს ივითარებენ, საიდანაც ვითარდებიან ახალი მცენარეები; მაგ. გვიმრა (*Asplenium bulbiferum*), ბეგონია (*Begonia*) და სხვ.

გორგლებით გამრავლების მაგალითია კარტოფილის (*S.tuberosum*) გორგლით გამრავლება. გორგლზე განლაგებული კვირტებიდან ვითარდებიან მიწისზედა ყლორტები. გორგლით მრავლდება მიწავაშლა (*Heliantus Alberosum*) და ჩინური კარტოფილი (*Dioskorea batatas*) და სხვ.

ბოლქვებით გამრავლება დამახასიათებელია შროშანისებრთა და ამარალისებრთა ოჯახის მცენარეთათვის, როგორიცაა: ხახვი (*A. cepa*), ნიორი (*A. Sativum*), ყანის ნიორი (*A. rotondum*), სუმბული (*Hacintyrus*), ჩიტისთავა (*Gagea*), შროშანი (*Lilia*), თეთრყვავილა (*Balanthus*), ცხენისკბილა (*Leucolium*) და სხვ.

ზოგიერთი მცენარის ყვავილებში ან ფოთლის უბეებში უვითარდებათ ჩეკია კვირტები, რომლებიც ჩამოვარდებიან და ჯერ ფესვებს ივითარებენ, შემდეგ კი მცენარედ ვითარდებიან. ასე მრავლდებიან: თივაქასრა (Posibulbosa) ფხიჭა (Saxifraga nivalis), და სხვ. ზოგიერთი წყლის მცენარე ღეროს წვერზე ან გვერდით ყლორტებზე ივითარებს მოზამთრე კვირტებს და დედამცენარეს მოცილებული ეს კვირტები გამოიზამთრებენ რა წყლის ქვეშ, გაზაფხულზე წყლის ზედაპირზე ახალ მცენარედ ვითარდებიან. ასეთი გამრავლება ახასიათებთ: წყლის ვაზს (potamogeton), წყლის სუროს (Hydrocharis morsus), ფართოფოთოლას (Myriophyll spicatum), ბუშტოსანას (Utricularia) და სხვ.

ბუნებრივ ვეგეტაციურ გამრავლებასთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლება, რომელიც მხოლოდ ადამიანის ჩარევის შედეგად ხდება.

ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლება. ხელოვნური ვეგეტაციური გამრავლება გულისხმობს დედამცენარიდან გასამრავლებელი სავეგეტაციო ნაწილების მოცილებას და მის გამრავლებას. ასეთი გამრავლების ერთ-ერთი სახეა კალმებით გამრავლება. კალამი შეიძლება იყოს ფესვის, ფოთლის, ღეროს ან ყლორტის ნაწილი. ჩარგული კალამი ჯერ ივითარებს სქელ, უხეშ ნაწილს – კალუსს, შემდეგ კი დამატებით ფესვებს. კალამზე ვითარდება ახალი ყლორტები უბის კვირტებიდან. ღეროსეული კალმებით ამრავლებენ ვაზს (Vitis), ტირიფს (Salix), ვერხვს (Populus), მოცხარს (Ribes), ხურტკმელს (Grossularia)

ფესვისეული კალმებით გამრავლების დროს 1-2 სმ სისქის 8-12 სმ სიგრძის კალამს რგავენ

ნიადაგში 3-5 სიმაღლეზე ისე, რომ კალმის წვერი ზევით უნდა იყოს მიმართული. კალაში ივითარებს დამატებით კვირტებს, საიდანაც ახალი მცენარე ყალიბდება. ასე ამრავლებენ კომშს (*Gidonia*), აღუბალს (*Cerasus*) ქლიავს (*Prunus*), ვარდს (*Rosa*) და სხვ. ფესვისეული კალმებით მრავლდება კაუჩუკოვანი მცენარე ქოქ-სალიბი (*Taraxacum kok - saghyz*) და ტაუ-სალიბი (*scorzonera tau - sceghyz*).

ფოთლისეული კალმებით გამრავლების დროს ფოთლის ზედა კანის უჯრედებისაგან წარმოიქმნებიან კვირტები და შემდეგ ფოთლები, ხოლო ქვედა კანის უჯრედებისაგან – ფესვები ასეთი გამრავლება ახასიათებთ ბეგონიას (*Begonia*) და ბრიოფილუმს (*Briofilum*).

ზოგიერთ მრავალწლოვანი ბალახეული, ბუჩქის, ხე-მცენარეების ფესვებს, ფესურებს და ყლორტებს ანაწევრებენ, ჩარგავენ ნიადაგში და ამ გზით ამრავლებენ. ზოგჯერ ფესვებზე ჩნდებიან ამონაყრები, მათ აცლიან დედამცენარეებს და სხვა ადგილზე ჩარგავენ. ასე შეიძლება გამრავლდეს ქლიავი (*Prunus*), მაყვალი (*Rubus*), ჟოლო (*Rubus*), აღუბალი (*Cerasus*) და სხვა. ღებოს ამონაყრით მრავლდება: მარწყვი (*Fragaria*), ხენდრო და სხვ.

ხელოვნური გამრავლების ერთ-ერთი ხერხია გადაწვევით გამრავლება. ამ დროს რკალივით მიღწეულ ტოტს მიწაზე გადააწვენენ, მიწას მიაყრიან ისე, რომ ყლორტის წვერი ზევით უნდა მოექცეს. მიწაში მოქცეულ ყლორტს რამდენიმე ხნის შემდეგ დამატებითი ფესვები უვითარდება. ამ დაფესვიანებულ ყლორტს დედამცენარეს მოაჭრიან და სხვა ადგილზე ჩარგავენ.

გადაწვენიოთ ამრავლებენ: თუთას (morus), ლელვს (Ficus carica), იელს (Rododendron), ვაზს (vitis), თხილს (Corylus) 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 პოლარულობა ეწოდება.

მცნობა და ტრანსპლანტაცია (გადარგვა). მცნობა გამრავლების თავისებური სახეა. არსებობს მცნობის სხვადასხვა ხერხი. მცნობის დროს ერთი მცენარის ნაწილის გადარგვა ხდება მეორე მცენარეზე მათი შესრდით. გადასარგავ ნაწილს ეწოდება სანამყენე, რომელსაც ზედ უნდა ჰქონდეს ერთი ან რამოდენიმე კვირტი. იმ მცენარეს კი, რომელზედაც ხდება გადანერგვა – საძირე ეწოდება.

მცნობის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს საძირეს ინდივიდუალურ თვისებებს და სანამყენე კვირტის ან კალმის ხნოვანებას, მდებარეობას და სხვ.

სანამყენე მცენარიდან მოჭრიან ყლორტს, კალამს ან ცალკე ერთ კვირტს, რომელსაც უნდა აყვეს ქერქისა და მერქნის მცირე ნაწილიც. ამ კვირტს სანამყენე კვირტი ეწოდება, მას საძირეზე გადანერგავენ. ხემცენარეებიდან კალმებს გამოჭრიან ერთწლიანი ყლორტებისაგან გვიან შემოდგომაზე ან ზამთრის ბოლოს ანაჭერ კალმებს ინახავენ ცივ ადგილას და ადრე გაზაფხულზე კვირტებს გაშლამდე ამყნობენ.

კოპულირება. მცნობით გამრავლების ერთ-ერთი ხერხია – კოპულირება. ამ დროს სანამყენე და საძირე კალამი ერთი სიმსხოსია. კალამსა და

საძირეს გადაჭრიან ირიბად ისე, რომ მათი კამბიუმის თანხვედრა უნდა მოხდეს. თუ საძირე სანამყენეზე უფრო მსხვილია, მაშინ მიმართავენ მიმყნობას ან გაპობით (გახლეჩით) მყნობას. არსებობს ოკუულირებაც, ანუ ისეთი მყნობა, რომლის დროსაც სანამყენე კვირტს გადანერგავენ საძირეს კანქვეშ.

8.3. სქესობრივი გამრავლება

სქესობრივი გამრავლება არის პროცესი, სადაც მონაწილეობს ორი ინდივიდი, რომელშიც ყალიბდება პაპლოიდური ქრომოსომული კომპლექტის მქონე სასქესო უჯრედები – გამეტები.

გამეტები ორი ტიპისაა: მდედრობითი და მამრობითი, რომელთა შერწყმით მიიღება დიპლოიდური ზიგოტა – ახალი ორგანიზმის საწყისი.

სქესობრივი გამრავლების დროს მიმდინარეობს ორი სხვადასხვა ორგანიზმის გენეტიკური მასალის განაწილება (რეკომბინაცია) შთამომავლობაში. იგი საფუძვლად უდევს კომბინაციურ ცვალებადობას, მიიღება მრავალფეროვანი მასალა ბუნებრივი გადარჩევისათვის. უსქესო გამრავლებასთან შედარებით, სქესობრივი გამრავლება შედარებით გვიან ჩამოყალიბდა, მისი მეშვეობით გაიზარდა, როგორც მემკვიდრული ცვალებადობის დონე, ისე ევოლუციის ტემპი. სქესობრივი გამრავლების ორი ფორმა არსებობს: კონუგაცია და კოჟულაცია.

კონიუგაცია. კონუგაცია სქესობრივი გამრავლების თავისებური ფორმაა: იგი გვხვდება ზოგიერთ ყალმცენარეში, სოკოებში და ბაქტერიებში.

კონიუგაციის დროს ორი უჯრედი უახლოვდება ერთმანეთს და ციტოპლაზმური ხიდაკის გავლით ხდება მიგრირებადი ბირთვების მიმოცვლა, რის შემდეგაც ინდივიდები ერთმანეთს ცილდებიან და თითოეული მათგანი უსქესო გამრავლებას იწყებს. კონიუგაციის დროს ინდივიდთა რიცხვი უცვლელია, მხოლოდ გენეტიკური მასალის გაცვლა – რეკომბინაცია ხდება.

კოპულაცია – ისეთი სქესობრივი პროცესია, რომლის დროსაც ერთმანეთს ერწყმის განსხვავებული სქესის მქონე გამეტები. კოპულაციის სხვადასხვა ფორმა არსებობს. ერთ-ერთი ყველაზე მარტივი ფორმაა – იზოგამია. ამ დროს ერთმანეთს ერწყმიან მორფოლოგიურად მზგავსი და ფიზიოლოგიურად განსხვავებული გამეტები. იზოგამიით მრავლდება ზოგიერთი მწვანე წყალმცენარე. ზოგიერთ ერთუჯრედიან წყალმცენარეში და უმდაბლეს სოკოებში წარმოიქმნებიან მორფოლოგიურად განსხვავებული მოძრავი გამეტები, სქესობრივ პროცესს, რომლის დროსაც ერთმანეთს ერწყმიან შედარებით დიფერენცირებული და ერთმანეთისაგან განსხვავებული მოძრავი გამეტები – ანიზობამია ეწოდება.

ისეთ სქესობრივ გამრავლებას, როდესაც წარმოიშობიან დიდი ზომის უძრავი (მედერობითი) და მცირე ზომის მოძრავი (მამრობითი) გამეტები და ხდება მათი შერწყმა – ოოგამია ეწოდება.

უმაღლეს მცენარეებს და ხშირად უმდაბლეს მცენარეებს ახასიათებთ უსქესო და სქესობრივი მორიგეობა, ანუ თაობათა მორიგეობა. სქესობრივი გამრავლების დროს თითოეული გამეტის ბირთვი შეიცავს ქრომოსომების რედუცირებულ რიცხვს (n)

და მას ჰაპლოიდური („ჰაპლოს“ - მარტივი) ბირთვი ეწოდება. გამეტების შეერთებისთანავე ხდება ბირთვების შერწყმაც და მათგან წარმოშობილი ახალი ბირთვი ქრომოსომათა (2n) რაოდენობას შეიცავს, რომელსაც დიპლოიდური ბირთვი ეწოდება („დიპლოს“-ორმაგი). სქესობრივი გამრავლების ციკლი შეიცავს ბირთვების ფაზების ცვლას - ჰაპლოიდურსა და დიპლოიდურს. სწორედ ამაში მდგომარეობს უმაღლესი მცენარეების ზომურ ჯგუფში თაობათა მორიგების არსი.

თაობათა მორიგეობა ხავსებში. ხავსებს, ხმელეთის მცენარეთა შორის ყველაზე მარტივ მცენარეებს უწოდებენ. ღეროს წვერზე უვითარდება მდედრობითი ორგანო- არქეგონიუმი და მამრობითი ორგანო - ანთერიდიუმი. არქეგონიუმი ფოთლის მოყვანილობის სხეულია, რომელიც ჩამჯდარია ღეროს წვერში და შედგება ქვედა განსხვავებული ნაწილისაგან, სადაც კვერცხუჯრედი ზის, ზედა ნაწილი კი მიღია. ანთერიდიუმი ელიფსური მოყვანილობის სხეულია და ისევე, როგორც არქეგონიუმი, ღეროს წვერშია ჩამჯდარი. ანთერიდიუმის შიგნით მრავალი სპერმატოგენური უჯრედია და ისინი ერთ ან ორ სპირალურად დახვეულ სპერმატოზოიდებს წარმოშობენ. სპერმატოზოიდები შოლტებით მოძრაობენ. განაყოფიერება აუცილებლად წყლიან გარემოში უნდა მოხდეს. განაყოფიერების შემდეგ კვერცხუჯრედი გარსს შემოიკრავს, დაიწყებს დაყოფას და მწვანე ან უქლოროფილო სპოროგონიუმს წარმოქმნის.

სპოროგონიუმი, რომელიც მცენარე ხავსს ზედვე უვითარდება, შედგება ფეხისაგან, სვეტისა და კოლფისაგან. სპოროგონიუმში წარმოიქმნებიან

სპორები და მათი მომწიფებისას ხდება კოლოვის გახსნა და სპორების გამობნევა. წიაღაგზე დაყრილი სპორები იწყებენ განვითარებას. განვითარების პირველ სტადიაში სპორადან ვითარდება ჯერ დატოტვილი, ძაფნაირი წყალმცენარის მსგავსი მრავალუჯრედიანი სხეული – პროტონემა („პროტოს“ - პირველი, „ნემა“ - ძაფი), რომელიც სუბსტრაქტში ჩაიზრდება რიზოიდებით. პროტონემაზე კვირტები ვითარდებიან, ხოლო კვირტებიდან ახალი მცენარე – ხავსი წარმოიშვება, თავისი სასქესო ორგანოებით. 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 სპორანგიუმი უსქესო თაობა – სპოროფიტი. ხავსების თაობათა მორიგეობაში დომინანტობს გამეტოფიტი, ხოლო სპოროფიტი რეცესიულია.

თაობათა მორიგეობა გვიმრებში. ხავსებთან შედარებით, დღევანდელი გვიმრები ხმელეთის პირობებთან უკეთ შეგუებული, უმაღლესი მცენარეებია, რომელთაც გამრავლების პროცესი უსქესო თაობით ეწყებათ. უსქესო თაობა – სპოროფიტი, ქრომოსომათა დიპლოიდური რაოდენობითაა, ხოლო სპორადან სქესიანი თაობა – გამეტოფიტი ქრომოსომათა ჰაპლოიდური რაოდენობით სასქესო ორგანოებს წარმოქმნის.

გვიმრა საასიმილაციო ფოთლების ქვედა მხარეზე სპორანგიუმებს ივითარებს. სპორანგიუმების ჯგუფს – სორუსებს ქმნიან. მომწიფებული

სპორანგიუმებიდან გამოფანტული მუქი ფერის სპორები შესაფერის სუბსტრატზე მოხვედრის დროს წარმოქმნიან გულისებური ფორმის მწვანე (ქლოროფილინ) სხეულის – წინაზრდილს. წინაზრდული სუბსტრატზე რიზოიდებით არის მიმაგრებული და დამოკიდებული ორგანიზმია. წინაზრდილზე ვითარდებიან სასქესო ორგანოები – არქეგონიუმი და ანთერიდიუმი. განაყოფიერების შემდეგ წარმოიქმნება ახალი მცენარე – გვიმრა. ამით მთავრდება გვიმრების გამრავლების თავისებური სახე – თაობათა მორიგეობა გვიმრებში, სადაც დომინანტობს სპოროფიტი, ხოლო გამეტოფიტი რეცესიულია. სპოროფიტი თვით მცენარე – გვიმრაა, ხოლო წინაზრდილი – გამეტოფიტი.

სქესობრივი გამრავლების პროცესი შიშველთესლიანებში. შიშველთესლიანებს უვითარდებათ მდედრობითი ორგანო – თესლი – კვირტი, რომელიც შიშველია და მისგან განვითარებული თესლიც ასევე შიშველია. თესლკვირტი არის მაკროსპორანგიუმი, მასში არსებული ერთი მაკროსპორა ჩანასახის პარკს ანუ მდედრობით წინაზრდილს წარმოადგენს. მიკროსპორა (მტვრის მარცვალი) ქარით ან სხვა რეაგენტებით გადაიტანება თესლკვირტზე, ამ პროცესის შემდეგ კი ხდება კვერცხუჯრედის განაყოფიერება. მაკროსპორანგიუმი (მეგასპორანგიუმი) გადაიქცევა ჩანასახისა და საზრდო ნივთიერებისაგან შემდგარ თესლად. შიშველთესლოვანებში უფრო დაბალ საფეხურზე დგანან საგოვანები.

საგოვანების ტიპური წარმომადგენელია გვარი-ციკასი (Cycas), რომლის თესლკვირტი

(მეგასპორანგიუმი) შედგება ცენტრალური ნაწილისაგან. მას ნუცელუსი („ნუცელუს“ - პატარა კაკალი) ეწოდება. ნუცელუსი გარედან დაფარულია საფარი კედლებით ანუ ინტეგუმენტებით („ინტეგუმენტუმი“ - საბურველი), რომლებიც თესლკვირტის ზედა ნაწილში ქმნიან პატარა ნასვრეტს, ანუ მიკროპორეს („პილე“ - კარები). ნუცელუსში ერთი დიდი უჯრედი - ჩანასახის პარკი ვითარდება (წინაზრიდლი). ჩანასახის პარკის ზედა ნაწილში ორი ან მეტი (8) არქეგონიუმი. იგი შედგება მუცლის უჯრედისა და ყელისაგან. მიკროპილისაკენ მიშვერილი ნუცელუსის ერთი ჩაღრმავებული ადგილი, რომელსაც სამტვრე კამერა ეწოდება, ციკასის მტვრის მარცვლები ხვდება სამტვრე კამერის გამონაჟონ ლორწოში, შემდეგ კი თვით კამერაში. მტვრის მარცვალი, რომელიც შედგება გარეთა სქელი შრისაგან - ეგზინისაგან („ეგზო“ - გარედან) და შიგნით თხელი შრისაგან ინტინისაგან („ინტუს“ - შიგნით). განვითარების პირველ სტადიას იწყებს კამერაში მოხვედრისთანავე. ჯერ წარმოშობს სამ უჯრედს, რომელთაგანც ერთი ევგამეტიურ უჯრედად ვითარდება; მეორე - შუა უჯრედიდან, ორი სპერმატოზოიდი მრავალი სპირალური შოლტებით; მესამედან კი - პაუსტორიუმი („პაუსტრო“ - შემწოვი) 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. თესლკვირტის განაყოფიერების შემდეგ წარმოიქმნება თესლი, რომელიც შედგება ჩანასახის, ენდოსპერმისა და კანისაგან. შიშველთესლოვანებში

ფართოდ გავრცელებული უმაღლესი ჯგუფია გირჩოვანები. გირჩოვანებს მიკროსპოროფილები და მაკროსპოროფილები მჭიდროდ აქვთ განლაგებული ღერძზე და მათ გირჩებს უწოდებენ. სპირალურად განწყობილი მიკროსპოროფილები მამრობით გირჩად არის შეკრებილი, ხოლო მეგასპოროფილები – მდედრობით გირჩად. გირჩა მეგასპოროფილებზე ორ-ორ თესლკვირტს ივითარებს. თესლკვირტი შედგება ინტეგუმენტისაგან, რომლის შიგნით ნუცელუსია. ნუცელუსის უჯრედებისაგან რედუქციული დაყოფის გზით ვითარდება ჩანასახის პარკი.

ჩანასახის პარკის ზედა ნაწილში არქეგონიუმები წარმოიქმნებიან. არქეგონიუმი ერთ კვერცხუჯრედს შეიცავს. თესლკვირტის მიკროპილზე მოხვედრილი მარცვალი გადადის ნუცელუსში და იწყებს განვითარებას. მტვრის მარცვალი ზრდის შემდეგ, ჯერ დიდი ზომის ანთერიდალური უჯრედს წარმოქმნის, ხოლო მის შიგნით დიდ ეგებეტიურ უჯრედს. ეგებეტიური უჯრედი ეგზინის გახვეით ქმნის სამტვრე მილს, რომელიც იჭრება ნუცელუსში და ნელა ვითარდება მის ქსოვილში. ანთერიდალური უჯრედი იყოფა გენერაციულ და ბაზალურ უჯრედებად, რომლებიც სამტვრე მილში ექცევიან. აქ გენერაციული უჯრედი იყოფა ორ მამრობით უჯრედად – სპერმიებად. სპერმიები სამტვრე მილს გადააქვს არქეგონიუმში, რის შემდეგ სპერმია უერთდება კვერცხუჯრედის ბირთვს და განაყოფიერდება. განაყოფიერებული დიპლოიდური ბირთვისაგან წარმოიქმნება ჩანასახი. მთელი თესლკვირტი გადაიქცევა თესლად, რომელიც მომწიფებას მეორე წელს იწყებს. საგოვანებში და გირჩოვანებში მამრობითი ელემენტი სპერმატოზოიდებია, გირჩოვანებში კი სპერმიები.

უმაღლესი მცენარეების ყველაზე უფრო გაბატონებული მრავალრიცხოვანი და მრავალფეროვანი ჯგუფია — ფარულთესლოვანები, რომელთა გამრავლების პროცესი ყვავილში მიმდინარეობს.

სქესობრივი გამრავლების არარეგულარული ტიპები. სქესობრივი გამრავლების არარეგულარულ ტიპებს მიეკუთვნება: პარტენოგენეზი, გინოგენეზი, ანდროგენეზი.

პარტენოგენეზი. განაყოფიერებელი კვერცხუჯრედთან ჩანასახის განვითარებას პარტენოგენეზი ეწოდება. ეს არის სქესობრივი გამრავლება განაყოფიერების გარეშე. პარტენოგენეზი გვხვდება, როგორც მცენარეებში, ასევე ცხოველებშიც. მცენარეებში გამრავლების ამ ფორმას შეესაბამება ტერმინი „აპომიქსისი“. პარტენოგენეზი ორგვარია: ფაკულტატური და ობლიგატური. ფაკულტატური მხოლოდ ცხოველებშია, ხოლო ობლიგატური პარტენოგენეზი გვხვდება ბაბუაწვერაში, ხარნუყაში, თამბაქოში და სხვ. ობლიგატური პარტენოგენეზი ანუ ციკლური პარტენოგენეზი ჩამოყალიბდა როგორც მნიშვნელოვანი ადაპტაცია, იგი სახეობის არსებობას განაპირობებს.

გინოგენეზი. გინოგენეზი პარტენოგენეზის ანალოგიურია, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ გინოგენეზის დროს მონაწილეობენ სპერმატოზოიდები. ხდება კვერცხუჯრედში სპერმატოზოიდის შეღწევა, მაგრამ არ ხდება მდედრობითი და მამრობითი პრონუკლეუსის შეერთება. მამრობითი პრონუკლეუსი მხოლოდ მასტაბილიზებელ როლს ასრულებს და შემდეგ იღუპება, ჩანასახის ფორმირება ხდება მხოლოდ მდედრობითი პრონუკლეუსის ხარჯზე. ამ მოვლენას

ეწოდება ცრუ განაყოფიერება ანუ ფსევდოგამია. გინოგენეზი აღწერილია ბაიაში (მდელის თივაქასრაში) და სხვ.

ანდროგენეზი. ანდროგენეზი გინოგენეზის საპირისპირო მოვლენაა. ანდროგენეზის დროს ჩანასახი ვითარდება მამრობითი პრონუკლეუსის და კვერცხუჯრედის ციტოპლაზმის ხარჯზე. ანდროგენეზი მიმდინარეობს, როდესაც კვერცხუჯრედის ბირთვი სხვადასხვა მიზეზით იღუპება. თუ კვერცხუჯრედში ერთი სპერმატოზოიდი შეაღწევს (მონოსპერმია), მაშინ ჩანასახს ჰაპლოიდური ქრომოსომული კომპლექტი აქვს. ასეთი ჩანასახი ნაკლებად სიცოცხლისუნარიანია და მეტწილად იღუპება. ჩანასახი ნორმალურად ვითარდება მაშინ, როდესაც მას ქრომოსომათა დიპლოიდური კომპლექტი აქვს. დიპლოიდური ჩანასახი პოლისპერმიის შემთხვევაში ყალიბდება.