

Елизабета Ангелеска, Игорче Николов, Ангелко Ангелески

# АГРОХЕМИЈА

Учебник за II година  
Земјоделско-ветеринарна струка

Скопје, 2011 година

---

**Автори:**

- Ангелеска Елизабета: наставник во СУГС „Браќа Миладиновци“ Скопје
- Николов Игорче: наставник во СОУ „Кочо Рацин“ Свети Николе
- Ангелески Ангелко: советник за агрометеорологија во УХМР- Скопје

**Рецензенти:**

- д-р Живко Гацовски, Вонреден професор на Ветеринарниот факултет од Битола
- Марија Петровска, наставник во СУГС „Браќа Миладиновци“ од Скопје
- Кристина Јованова, наставник во СУГС „Браќа Миладиновци“ од Скопје

**Лектор:**

- Велкова Зорица

**Компјутерска обработка:**

- Тодороска Билјана
- Ангелеска Фросина

**Издавач:** Министерство за образование и наука за Република Македонија

**Печати:** Графички центар дооел, Скопје

**Тираж:** 350

Со одлука за одобрување на учебник по предметот Агрохемија за II (втора) година, земјоделско-ветеринарна струка, профил техничар за фармерско производство за средно сручно образование, бр:22-969/1 од 09.06.2011 донесена од Национална комисија за учебници.

CIP - Каталогизација во публикација  
Национална и универзитетска библиотека “Св.Климент Охридски”, Скопје  
АВТОР: Ангелеска, Елизабета - автор  
ОДГОВОРНОСТ: Николов, Игорче - автор // Ангелески, Ангелко - автор  
НАСЛОВ : Агрохемија : учебник за II година среднообразование : земјоделско-ветеринарна струка  
ИМПРЕСУМ : Скопје : Министерство за образование и наука на Република Македонија, 2011  
ФИЗИЧКИ ОПИС: 162 стр. : илустр. ; 29 см  
ISBN : 978-608-226-234-5  
УДК : 631.41:634.8(075.3)  
ВИД ГРАЃА: монографска публикација, текстуална граѓа,  
ИЗДАВАЊЕТО СЕ ПРЕДВИДУВА: 07.11.2011  
COBISS.MK-ID: 89004042

## ВОВЕД

Учебников е наменет за учениците за II година на земјоделско-ветеринарната струка, за образовните профили техничар за фармерско производство и хидромелиоративен техничар.

Во него се опфатени шест тематски подрачја во согласност со Програмата за наставниот предмет АГРОХЕМИЈА .

**Во првата тема:** Агрохемијата како наука и поледелска активност, посветено е посебно внимание на содржините кои го третираат историскиот развој на Агрохемијата како наука и нејзиниот предмет на изучување.

За полесно усвојување на наставните содржини, во почетокот е дадена наставна содржина (за потсетување) која не е планирана во Наставната програма, но е неопходна да се знае за полесно разбирање на останатите наставни содржини.

**Во втората тема:** Хемиски состав на растенијата, разработени се наставни содржини кои се однесуваат на елементарниот состав на растенијата, водата, органските и минералните материји во растенијата.

**Во третата тема:** Снабдување на растенијата со вода, преку текстови, цртежи и скици објаснети се својствата на водата како хемиско соединение и нејзиното значење во животот на растенијата. Исто така разработен е водниот режим на растенијата, кој има огромна улога и значење во животните процеси на растението.

**Четвртата тема:** Растење и развивање на растенијата, обработени се процесите на растење и развивање, условите кои се неопходни за растењето и развивањето, како и физиологијата на отпорност кај растенијата.

**Петтата тема:** Исхрана на растенијата ги опфаќа процесите кои се случуваат за време на растењето на семето, фотосинтезата, како и факторите кои влијаат врз овие два процеса кои се носители на хетеротрофната и афототрофната исхрана на растенијата, вклучувајќи ги и процесите на синтеза и разложување на јаглехидратите, белковините и мастите.

**Шестата тема:** Ѓубриња, е посветена на органските и минералните ѓубриња и потребата од додавање на хранливи материји во почвата, за нормално растење и развивање на растенијата.

На крајот од учебников дадени се вежби кои можете да ги реализирате доколку во училиштето има агрохемиска, педолошка или хемиска лабораторија. Доколку немате, можете истите да ги реализирате при посета на некој лаборатории на факултети или институти.

Се надеваме дека овој учебник кај учениците ќе поттикне иницијатива за продлабочување на знаењата од областите Физиологија на растенијата и исхрана на растенијата.

Исто така сме убедени дека стекнатите знаења, со кои ќе се здобијат учениците изучувајќи го наставниот предмет Агрохемија, преку овој учебник ќе им користат за практична примена на агротехничките мерки значајни за исхраната на растенијата.

Од Авторите



# Тема 1

## АГРОХЕМИЈАТА КАКО ЗЕМЈОДЕЛСКА НАУКА

Агрохемијата е наука којашто се занимава со проучување на исхраната на растенијата, а како резултат на исхраната е нивното растење и добивање на приноси.

Растењето и плодносењето се физиолошки процеси. Бидејќи растењето и плодносењето се резултат на метаболизмот на органските соединенија во растението, овие процеси се истовремено и биохемиски процеси.

Агрохемијата како наука е во тесна врска и се темели на следниве науки: органска, неорганска и физичка хемија, педологија, микробиологија, физиологија, биохемија, ботаника, наводнување, заштита на растенијата и др.

Како самостојна наука е формирана во 19 век, па од тогаш наваму има интензивен развој во нејзините научни дисциплини.

Агрохемијата всушност ја проучува исхраната на растенијата.

**Исхраната на растенијата** е наука којашто се занимава со проучување на исхраната на земјоделските култури кои живеат на одреден простор, сè со цел да се добијат поголеми и поквалитетни приноси.

Исхраната на растенијата како наука има задача да ја проучи улогата и однесувањето на хемиските елементи во супстратот или почвата, заемното дејство на растенијата и супстратот, пренесувањето на хемиските елементи во растенијата и нивната улога во растението и физиолошките процеси. Проучувањето на овие процеси е од растително-физиолошки аспект, еколошки и агроколошки аспект.

**Растително-физиолошкиот аспект** го проучува усвојувањето на хемиските елементи, синтезата на органската материја и растењето и развивањето на растенијата.

**Еколошкиот аспект** го проучува меѓусебниот однос на агробеоценозата и природната средина (екофизиологија).

**Агроколошкиот аспект** се занимава со проучување на начините и постапките за зголемување на приносите и нивниот квалитет, како мерка за успешно земјоделско производство.

Исхраната на растенијата ги развива методите и техниките за подобрување на минералната исхрана на тој начин што ја истражува почвата како природен супстрат, сите видови на ѓубриња и материји кои ги подобруваат квалитетот и својствата на почвата.

Производството на храна е најважен фактор за опстанок на човечкиот род. Затоа, луѓето уште пред 9000 години почнале да одгледуваат растенија.

Низ историјата, многу научници се занимавале со проучување на производството на растителна храна.

За исхраната на растенијата има пишувано старогрчкиот филозоф **Аристотел** (384-322 год пр.н.е.). Тој е првиот човек кој го поставил прашањето, како се хранат растенијата и смета дека растението се храни со хумус, а после неговото изумирање хумусот повторно се враќа во почвата.

**Палиси** (1563) смета дека почвата е извор на минералните материи и отпочнува со првите истражувања кои се однесуваат на исхраната на растенијата, односно ја проучувал плодноста на почвата, кои материи влегуваат во составот на растенијата и докажал дека пепелот после горењето на растението содржи и минерални материи кои се слична на солта. Доколку на растенијата им недостасува некој минерален елемент, како на пример натриум, тогаш се додавала пепел.

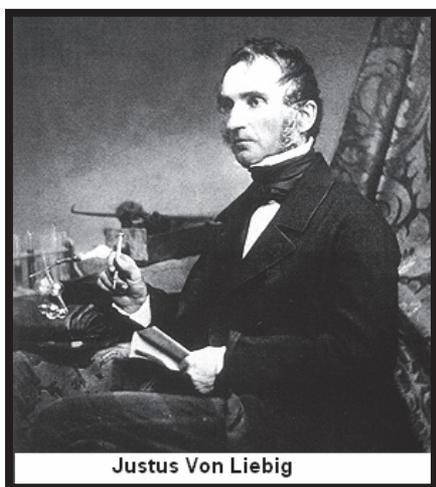
**Ван Хелмот** (1577-1644год.), е белгиски физичар кој прв почнал да се занимава со квантитативно проучување на исхраната на растенијата.

**Џон Вудворд** (1665-1728 год.), докажал дека растенијата побрзо растат доколку во водата има растворено цврсти (минерални) материи, во споредба со растенијата кои растат во дестилирана вода, каде што нема цврсти (минерални) материи.

**Сошур** (1767-1845), открива дека водата, почвата и јаглеродниот диоксид се важни за процесот на фотосинтеза, бидејќи се зголемува биомасата како последица на усвојувањето на  $\text{CO}_2$  од воздухот и  $\text{O}_2$  и состојките на пепелот од почвата.

**Бусинголт** (1802-1887), е основач на модерната исхрана на растенијата. Тој го проучувал односот на почвата и растението, правел полски опити со различни ѓубриња во плодород, ја нагласил важноста на кислородот за растението и рамнотежата помеѓу хранливите материи и почвата.

**Џасис Вон Либиг** (1803 – 1873), ја поставува минералната теорија за исхрана на растенијата според која:



Сл.бр.1.- Justus Von Liebig

Некои Либигови заклучоци не биле точни, но Либиг е првиот кој создал основа за индустриско производство на минерални ѓубриња (создал индустрија за суперфосфат).

- минералните материи во растението се неопходни, а не случајни составни делови;
- за животот на растенијата се потребни 10 елементи C, O, H, N, P, S, K, Ca, Mg и Fe, од кои C, O и H потекнуваат од воздухот;
- недостатокот од некоја хранлива материја може да се надополни со ѓубрење;
- хумусот не е неопходен за животот на растенијата, но како извор на хранливи материи е многу значаен.

Потоа следат голем број на имиња кои дале свој печат во проучување на исхраната на растенијата. Иако науката и техниката имаат голем напредок сепак во агрохемијата и исхраната и физиологијата на растенијата постојат многу проблеми кои треба да се проучат.

### **ВЕЖБА бр.1: ОПШТИ МОРФОЛОШКИ СВОЈСТВА НА РАСТЕНИЈАТА**

#### **Цел на вежбата:**

- препознавање на вегетативни и генеративни органи на растенијата;
- одредување на функцијата на растителните органи (корен, стебло, лист, цвет, плод и семе).

#### **Потребен материјал:**

- цело растение со корен, стебло, лисја и цветови, или поодделни растителни делови;
- лупа, молив, тетратка, боички.

#### **Постапка:**

На растението (или растителните делови) одредувајте ги вегетативните и генеративните органи. Она што го гледате нацртајте го во Вашата тетратка.

За набљудување на цветот и семето, како и на коренските влакненца користете лупа.

Како заклучок од вежбата, запишете ја функцијата на растителните органи.

#### **Одговорете на прашањата:**

1. Што проучува агрохемијата?
2. Кои други науки претставуваат основа на агрохемијата?
3. Објаснете ја минералната теорија за исхрана на растенијата според Либиг?

Треба да запомниш:

- ✓ Агрохемијата е наука којашто се занимава со проучување на исхраната на растенијата.
- ✓ Агрохемијата го проучува:
  - усвојувањето на хемиските елементи, синтезата на органската материја и растењето и развивањето на растенијата;
  - меѓусебниот однос на агробиоценозата и природната средина;
  - начините и постапките за зголемување на приносите и квалитетот на растенијата, како мерка за успешно земјоделско производство,
- ✓ Низ историјата, многу научници оставиле печат во проучување на производството на растителна храна.
- ✓ Најзначајни од нив се Аристотел, Палиси, Ван Хелмонт, Вон Либиг и др.

## Тема 2

# ХЕМИСКИ СОСТАВ НА РАСТЕНИЈАТА

Хемискиот состав на растенијата има клучно значење за видот и за текот на биохемиските реакции кои се одвиваат во растителните клетки и биосинтезата, односно за нивниот метаболизам.

Растенијата во текот на растењето и развивањето се стремат да го сочуваат и да го одржат својот хемиски состав. Оваа појава се нарекува **хомеостаза**.

Хемискиот состав на растенијата е во тесна врска со хемискиот состав на растителната клетка.

За поедноставно да се разбере хемискиот состав на растенијата, потребно е да се знае физиологијата на растителната клетка, којашто претставува основна структурна единица во растителниот организам.

### 2.1. ФИЗИОЛОГИЈА НА РАСТИТЕЛНА КЛЕТКА

Растенијата се составени од вегетативни и генеративни органи.

Во вегетативните органи спаѓаат: корен, стебло и лист, а во генеративните: цвет, плод и семе.

Органите се изградени од ткива, како што се: **кожно, меристемско и спроводно ткиво** карактеристични за секој орган. Треба да се знае дека сите ткива се изградени од **растителни клетки**.

**Клетката** претставува елементарен жив систем и е основа во градбата, без која не е можно развивањето и функционирањето на сите растенија и животни.

Сите основни својства на живата материја како што е размената на материите и енергијата, растењето, развивањето, дразбите, размножувањето, наследноста, прилагодувањето, движењето и сл., се одвиваат во клетката.

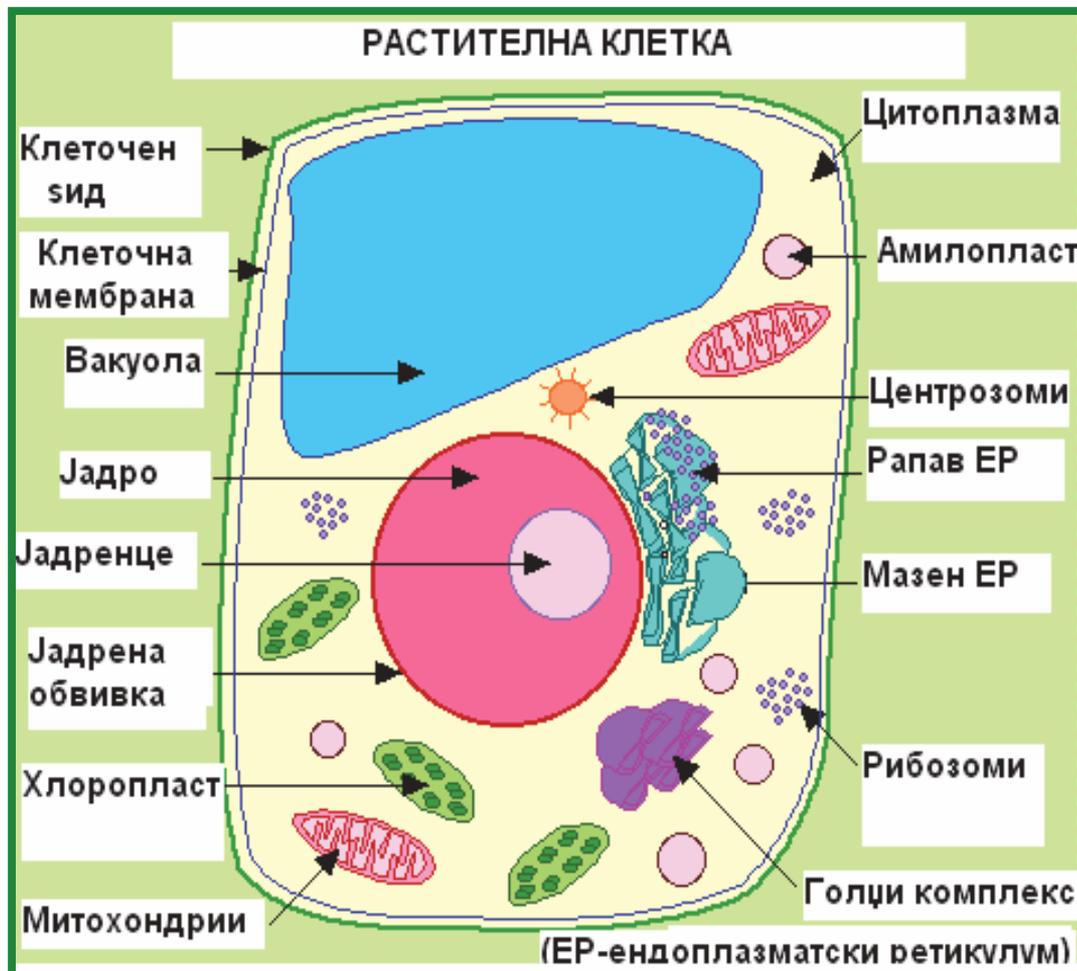
Растителната клетка е изградена од поголем број составни делови:

- **клеточен ѕид;**
- **јадро и**
- **протоплазма .**

Протоплазмата е составена од цитоплазма во која се сместени сите клеточни органели. Во постарите растителни клетки има вакуола која зазема најголем процент од клетката (90 %). Секоја клеточна органела има своја градба.

Растителните клетки по форма можат да бидат различни. Клетките кои влегуваат во составот на спроводното ткиво имаат издолжена форма, а за

клетките кои влегуваат во составот на основните растителни ткива карактеристична е топчестата, полиедричната и коцкестата форма.



Сл.бр.2.-Растителна клетка

**Клеточниот сид** ја обвиткува клетката од сите страни. Кога клетката е млада тој е составен од еден слој и има способност да се растегнува, со што го следи порастот на клетката. Со стареењето на клетката од внатрешната страна се образуваат нови слоеви кои се дел од клеточниот сид.

Клеточниот сид на клетката и дава цврстина и ја заштитува цитоплазматската мембрана. Со текот на времето во клеточниот сид се случуваат физички и хемиски промени, па така тој одрвенува, се појавува кутикула, слузеста материја или станува како плута.

Треба да се истакне дека во клеточниот сид се јавуваат пори преку кој поминуваат плазмодезмите (цитоплазматски конци) кои ја поврзуваат цитоплазмата од другите клетки во единствен систем наречен **симпласт**.

Исто така во него се одвиваат голем број на процеси, бидејќи тој ја пропушта водата и минералните материји. Ова својство е многу значајно за исхраната на растенијата.

Основни материи кои влегуваат во хемискиот состав на клеточниот ѕид се целулозата, хемицелулозата, пектинските материи, фосфолипиди, кутин, минерални материи и сл.

Под клеточниот ѕид се наоѓа **цитоплазматската мембрана** која е полупропустлива, со што е овозможено движење и размена на продуктите од метаболизмот со околната средина. Всушност цитоплазматската мембрана врши контрола на продуктите што влегуваат и излегуваат од клетката и го контролира активното усвојување на јоните.

Освен цитоплазматската мембрана во растителните клетки постојат и други мембрански системи слични на неа кои ги обвиткуваат клеточните органели, и на тој начин ги прават посебни простори во кои се одвиваат различни реакции. По хемиски состав цитоплазматската и другите мембрани составени се од хидрофилни и хидрофобни материи, масти и белковини.

**Протоплазмата** претставува многу сложен и динамичен хемиски систем. Таа е носител на живите својства на клетката. Во протоплазмата се одвива преобразбата на органската материја во жива материја. Всушност живата материја на протоплазмата настанува од јаглехидратите, белковините и мастите. Овој процес се нарекува асимилација.

Во **цитоплазмата** се сместени клеточните органели кои имаат различна функција, како што се:

- **вакуоли**, тоа се округли клеточни органели кои се образуваат од ендоплазматскиот ретикулум или голџи системот со одделување. Кога клетките се помлади во нив има повеќе мали вакуоли кои се спојуваат во една голема за време на стареењето на клетката. Оваа вакуола најчесто се наоѓа во средината од клетката. Во вакуолата се наоѓа клеточниот сок, составен од вода и растворени резервни материи и од отпадни продукти од метаболизмот. Вакуолата го одржува и контролира тургорот на клетката;

- **јадро**, тоа е клеточна органела исполнета со јадрен сок, во кој се наоѓаат хромозоми и едно или повеќе јадренца. Јадрото е составено од белковини и нуклеински киселини кои градат сложени белковини (нуклеопротеиди) и сложени масти (липопротеиди) и фосфолипиди.

Во јадрото се пренесуваат наследните особини, се врши синтеза на рибонуклеинска киселина и нејзин транспорт до цитоплазмата, како и метаболизам на фосфатите и фосфорилизација и синтеза на макро енергетски соединенија и контрола на процесот на растење на клетката;

- **митохондри**, се клеточни органели во кои се одвиваат процесите на дишење, па така претставуваат место каде што се акумулира енергијата. Во нив се синтетизираат и белковините, а по хемиски состав митохондриите се составени од масти, белковини и нуклеински киселини;

- **ендоплазматски ретикулум (ЕР)**, претставува систем од каналчиња, или меурчиња, исполнети со течност составена од растворливи белковини и други материи. Ендоплазматичниот ретикулум учествува во синтезата на аденозин три фосфат, сложените јаглехидрати, белковините и сл.;

- **рибозоми**, се клеточни органели кои се наоѓаат како во цитоплазмата, така и во јадрото, хлоропластите и митохондриите. Во цитоплазмата се наоѓаат слободни или врзани за ендоплазматскиот ретикулум. Во рибозомите се наоѓаат рибонуклеинските киселини, кои овозможуваат синтеза на белковините. Рибозомите се составени од рибонуклеинска киселина и белковини;

- **пластиди**, тоа се клеточни органели кои единствено се наоѓаат во растителните клетки. Постојат хлоропласти, хромопласти и леукопласти.

Хлоропластите се зелено обоени пигменти во кој е сместен хлорофилот. Тие се значајни за процесот на фотосинтеза.

Хромопластите се носители на црвените, портокаловите и жолтите пигменти и се јавуваат во цветовите и плодовите.

Леукопластите се безбојни пластиди во кои се акумулира скроб, или други резервни материји. Се јавуваат во клетки кои не се изложени на сончева светлина.

Пластидите се обвиткани со двослојна мембрана. Внатрешноста на пластидот е исполнета со строма во која има систем од ламели и течност во која се растворени различни материји. Во стромата има рибозоми и белковини.

- **лизозоми**, тоа се клеточни органели исполнети со течност во која се сместени хидролитичките ферменти. Во нив се врши разложување на сложените органски материји на попроси.

Треба да запомниш:

- ✓ Растенијата се составени од органи, органите од ткива, а ткивата од растителни клетки;
- ✓ Сите основни својства на живата материја се одвиваат во клетката;
- ✓ Растителната клетка е изградена од клеточен сид, јадро и протоплазма;
- ✓ Клеточниот сид ја обвиткува клетката од сите страни и на клетката и дава цврстина и форма и ја заштитува цитоплазматската мембрана; Цитоплазматската мембрана се наоѓа под клеточниот сид и е полупропустлива, со што е овозможено движење и размена на продуктите од метаболизмот со околната средина. Протоплазмата е носител на живите својства на клетката и во неа се одвива преобразба на органската материја во жива материја;
- ✓ Јадрото е место каде што се пренесуваат наследните особини и во него се врши синтеза на рибонуклеинска киселина и нејзин транспорт до цитоплазмата, во него се врши метаболизмот на фосфатите и фосфорилизација, како и синтезата на макро енергетските соединенија и контролата на процесот на растење на клетката.

## 2.2. ХЕМИСКИ СОСТАВ НА РАСТЕНИЈАТА

Хемискиот состав на растенијата може да се подели на:

- елементарен состав;
- вода и минерални материји и
- органски соединенија.

### 2.2.1. ЕЛЕМЕНТАРЕН СОСТАВ НА РАСТЕНИЈАТА

Во составот на растенијата влегуваат речиси сите елементи од периодниот систем, што укажува на тоа дека елементарниот состав на растенијата одговара на квалитативниот состав на неживата природа.

Треба да се напомене дека растенијата многу се разликуваат од неживата природа со обзир на тоа што во растенијата има застапено различни елементи кои влегуваат во составот на високомолекуларни соединенија кои се составен дел на растителните ткива и органи. Денес, во растенијата се проучени околу 60 елементи.

Елементите кои влегуваат во состав на растенијата, потекнуваат од почвата. Колку елементи и во колкаво количество ќе се акумулираат, од страна на растенијата, зависи од видот на растението, растителните органи, еколошките фактори, почвениот тип и сл.

Иако функцијата на елементите во растенијата не е до крај проучена, сепак се смета дека тие се најпотребни кога растенијата се наоѓаат во фазата на растење, кога и биохемиските процеси се најинтензивни.

Елементите што влегуваат во составот на растенијата можат да се групираат во три групи:

- елементи кои се неопходни за изградба и нормален развој на растенијата или биогени елементи (група I);
- елементи за кои не е доволно проучена биолошката функција (група II) и
- елементи за кои се мисли дека во растенијата се нашле сосема случајно (група III).

Хемиските елементи кои влегуваат во состав на растенијата имаат различни функции:

- тие се структурни елементи кои влегуваат во состав на соединенијата што се наоѓаат во растенијата;
- претставуваат стабилизатори на составот на белковините;
- претставуваат посредници во ферментациските процеси;
- тие се оксидациски или редукциски средства;
- можат да бидат активатори или инхибитори на ферментите;
- ја регулираат киселинско-базната рамнотежа;
- ја регулираат рН вредноста;
- ја регулираат пропустливоста на клеточната мембрана и сл.

Во зависност од количеството, елементите се делат на:

- макроелементи, застапени се  $< 10^{-3} \%$ ;
- микроелементи, застапени се од  $10^{-3}$  до  $10^{-6} \%$  и
- ултрамикроелементи, застапени се  $> 10^{-6} \%$ .

Во биогените **макроелементи** влегуваат C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S и Fe, додека во **микроелементите** спаѓаат B, Mn, Cu, Zn, Mo, Cl и Co, а во **ултрамикроелементите** спаѓаат Na, Si, Al, J, Ni, As, Pb и др.

Треба да запомниш:

- ✓ Хемискиот состав на растенијата може да се подели на: елементарен состав, вода и минерални и органски соединенија.
- ✓ Во составот на растенијата влегуваат речиси сите елементи од периодниот систем.
- ✓ Елементите кои влегуваат во состав на растенијата, потекнуваат од Почвата.
- ✓ Елементите што влегуваат во составот на растенијата можат да се групираат во три групи:
  - елементи кои се неопходни за изградба и нормален развој на растенијата или биогени елементи;
  - елементи за кои не се доволно проучени биолошките функции;
  - елементи за кои се мисли дека во растенијата се нашле сосема случајно.
- ✓ Во зависност од количеството, елементите се делат на:
  - макроелементи, застапени се  $< 10^{-3} \%$ ;
  - микроелементи, застапени се од  $10^{-3}$  до  $10^{-6} \%$  и
  - ултрамикроелементи, застапени се  $> 10^{-6} \%$ .
- ✓ Во биогените макроелементи влегуваат C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S и Fe, додека во микроелементите спаѓаат B, Mn, Cu, Zn, Mo, Cl и Co, а во ултрамикроелементите спаѓаат Na, Si, Al, J, Ni, As, Pb и др.

**Одговорете на прашањата:**

1. Како се дели хемискиот состав на растенијата?
2. Од каде потекнуваат хемиските елементи во растенијата?
3. Како се групираат елементите кои влегуваат во составот на растенијата?
4. Кои биогени елементи се макро, а кои микро елементи?

## 2.2.2. ВОДА И МИНЕРАЛНИ МАТЕРИИ ВО РАСТЕНИЈАТА

Водата покрива околу 70% од Земјината топка. Таа е најраспространетото соединение во биосферата. Живите организми во својот состав содржат од 70 до 90 % вода, која најмногу е застапена во протоплазмата. Високиот процент на вода во живите организми укажува на тоа дека најголем број од биохемиските реакции се одвиваат во присуство на вода.

Протоплазмата од растителните клетки обично содржи од 8 до 98 % вода. Количеството на вода пред сè зависи од видот на клетката, ткивото или растителниот орган, од физиолошката состојба и фазите на развој на растението.

Така на пример, клетките од семето и сувите плодови содржат најчесто многу мала содржина на вода (10-14%), со што се намалени физиолошките процеси, а основните животни функции се сведени на минимум или се прекинати.

Клетките, пак, кои влегуваат во составот на листот, младите плодови и сл. каде што има интензивни метаболитски процеси, имаат висока содржина на вода.

Водата служи како растворувач на минералните и другите материи, а се јавува и како дисперзна средина на високомолекуларните соединенија кои имаат афинитет кон водата (хидрофилни соединенија).

Водата е неопходна во метаболизмот на секоја клетка, затоа што сите физиолошки процеси се одвиваат во нејзино присуство.

Во процесите на фотосинтеза, дишењето (Крепсовиот циклус) и други процеси може да се формира вода како резултат на размената на материите.

Водата во растителните клетки се јавува како слободна и како врзана вода.

Водата има својство да прави обвивка (хидратација) околу честичките што имаат електричен полнеж заради тоа што се однесува како дипол, или да се врзува со водородни врски за поларните групи на хидрофилните соединенија (на пр., белковините).

Молекулата на водата е електронеутрална, но заради нееднаквиот распоред на електроните, околу атомите на кислород, преовладува негативен електричен полнеж, а околу атомите на водород преовладува позитивниот електричен полнеж, со што молекулата на вода станува поларна.

Позитивно наелектризираниот крај на една молекула вода се врзува со слаби електростатични (водородни) врски со негативно наелектризираниот полнеж на другиот крај од водената молекула.

Оваа способност на водата овозможува таа да влегува во голем број интерактивни реакции, односно:

- молекулите од водата се распоредуваат околу јоните и околу наелектризираните макромолекули со што им се зголемува растворливоста;

- големината на хидратациската (водената) обвивка зависи од електричниот полнеж на јоните (колку електричниот полнеж е поголем, поголема ќе биде и водената обвивка, а материите потоа ќе имаат помало влијание на другите честички);

- материите кои ги привлекуваат водените молекули се нарекуваат хидрофилни, а оние кои ги одбиваат се наречени хидрофобни.

**Минералните матери** во растенијата се наоѓаат во вид на соли или влегуваат во составот на органските соединенија.

Минералните матери кои дисоцираат на јони имаат многу важна улога во одржувањето на кисело-базичната рамнотежа, како и во регулирање на осмотскиот притисок во клетката. Освен тоа што минералните матери се јавуваат во вид на јони, тие може да влезат во составот на молекулата од органските соединенија како, на пример, железото влегува во составот на некои ферменти, магнезиумот влегува во составот на хлорофилот и сл.

**Одговорите на прашањата:**

1. Зошто водата е значајна за растенијата?
2. Зошто е можно правење на водена обвивка околу честичките?
3. Во какви интерактивни реакции влегува водата?
4. Освен водата, кои други матери влегуваат во составот на растенијата?

Треба да запомниш:

- ✓ Живите организми во својот состав содржат од 70 до 90% вода, која најмногу е застапена во протоплазмата.
- ✓ Протоплазмата од растителните клетки обично содржи од 8 до 98 % вода.
- ✓ Водата е неопходна во метаболизмот на секоја клетка. Таа се однесува како дипол.
- ✓ Водата влегува во голем број на физиолошки реакции во растенијата како што се фотосинтезата, дишењето и сл.
- ✓ Молекулите на водата ги раствораат материите, прават хидратациска обвивка и др.
- ✓ Материите кои ги привлекуваат молекулите од вода се хидрофилни, а оние кои ги одбиваат се хидрофобни.
- ✓ Минералните матери во растенијата се наоѓаат во вид на соли или влегуваат во составот на органските соединенија.

### 2.2.3. ОРГАНСКИ МАТЕРИИ ВО РАСТЕНИЈАТА

Во составот на растенијата, застапени се следниве органски соединенија:

● **Белковини:** Животната активност на растението е невозможна без присуство на белковините. Тие учествуваат во составот на клетките и клеточните органели, влегуваат во составот на ферментите кои имаат важна улога во метаболизмот на растенијата и сл. Белковините се изградени од аминокиселини.

Се делат на прости (составени само од аминокиселини) и сложени белковини (содржат и небелковинска материја).

Простите белковини се наречени **протеини**, а сложените **протеиди**.

Протеините најчесто се јавуваат во изградбата на клетките или се наоѓаат како резервни материји. Резервните протеини најчесто се складираат во семињата од растенијата.

Сложените белковини (протеидите) се составени од аминокиселини и небелковинска материја која се нарекува активна материја или простетична група.

Доколку небелковинската материја е некој шеќер, се нарекуваат **гликопротеиди**, ако е масло **липопротеиди**, ако е обоена материја се нарекуваат **хромопротеиди**, ако е нуклеинска киселина наречени се **нуклеопротеиди** и сл.

Нуклеопротеидите се многу важни соединенија кои што влегуваат во составот на растителните клетки. Нуклеинските киселини кои влегуваат во состав на нуклеопротеидите се многу важни соединенија кои учествуваат во наследните процеси. Тоа се DNK (дезоксирибонуклеинска киселина) и RNK (рибонуклеинска) киселините.

● **Јаглехидрати:** Во растителните клетки се јавуваат како „градежен“ материјал, кој служи како потпора на целиот организам, но и како енергетски материјал. Растителните клетки имаат способност, од неоргански материји, со помош на сончевата светлина да синтетизираат органски материји (шеќери).

Од јаглехидратите значајни се гликозата, која е главен извор на енергија, фруктозата која исто така претставува енергоген материјал, сахарозата која влегува во составот на сочните плодови од растенијата, скробот кој се складира во семето и клубените, целулозата, која пак, учествува во изградбата на клеточниот ѕид и сл.

● **Маси (липиди):** Тоа се органски соединенија кои се раствораат во органски растворувачи.

Се делат на прости и на сложени.

- **Простите маси** се нарекуваат триглицериди. На собна температура се цврсти или течни. Цврстите маси во својот состав содржат заситени масни киселини, а течните незаситени масни киселини.

Простите маси се многу важни резервни материји кои многу брзо можат да се вклучат во метаболитските процеси при што се ослободува енергија потребна за самата клетка.

Во групата на маси спаѓаат и восоците. Тие се синтетизираат и се излучуваат на површината на клетките и на самата површина од растителните органи.

- **Сложените масти** најчесто влегуваат во составот на цитоплазматската мембрана. Од нив најзначајни се липопротеидите и фосфолипидите.

Покрај наведените три групи на процентуално најзастапените органски соединенија, во составот на растенијата влегуваат и други многу важни органски соединенија како витамини, ферменти, пигменти и др.

**Истражувајте:**

**Во кои видови на растенија и нивни делови се најзастапени јаглехидратите, белковините и мастите?**

Треба да запомниш:

- ✓ Во составот на растенијата, застапени се белковините, јаглехидратите и мастите.
- ✓ Белковините влегуваат во составот на клетките и клеточните органели.
- ✓ Белковините се изградени од аминокиселини и се делат на прости (протеини) и сложени (протеиди) белковини.
- ✓ Јаглехидратите влегуваат како „градежен“ или енергетски материјал во растенијата.
- ✓ Јаглехидратите се синтетизираат во растенијата во процесот на фотосинтеза од вода и јаглороден диоксид.
- ✓ Мастите во растенијата се среќаваат како прости (триглицериди) и сложени масти (липопротеиди и фосфолипиди).

**Одговорете на прашањата:**

1. Зошто се значајни белковините за растенијата?
2. Како се делат белковините?
3. Зошто се значајни јаглехидратите во растенијата?
4. Објаснете ги простите и сложените масти во растенијата?

## Тема 3

# СНАБДУВАЊЕ НА РАСТЕНИЈАТА СО ВОДА

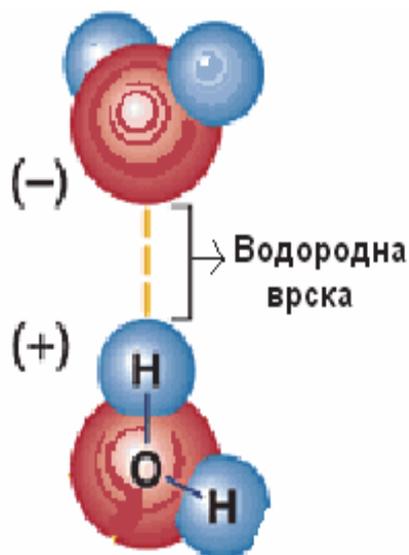
### 3.1. СВОЈСТВА НА ВОДАТА

*Да се потсетиме:*

*Водата претставува хемиско соединение составено од два атома на водород кои се врзани преку ковалентна врска со кислородот. Хемиската формула за вода е  $H_2O$ . Молекулата на вода е диполна. Атомот на кислород има негативен електричен полнеж, а водородните атоми имаат позитивен електричен полнеж.*

*Водените молекули меѓусебно се поврзани со водородни врски. Водородните врски постојано се кинат и постојано се образуваат.*

*Својствата на водата многу зависат од поларноста на водната молекула.*



Водата е течност без боја, мирис и без вкус. Таа е единствена супстанца која во природата се наоѓа чиста во трите агрегатни состојби (цврста, течна и гасовита). Водата врие на  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а мрзне на  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На надморска височина од 0 м горната граница се намалува, а долната се зголемува.

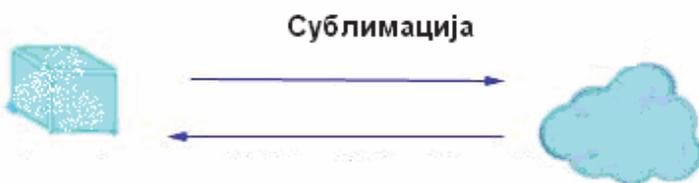
Слика бр.3.- Водородна врска



Преминувањето на водата од гасовита во течна состојба се нарекува **кондензација**, а од течна во гасовита состојба **евапорација (испарување)**.



Со ладење, водата преминува од течна во **цврста** (мразна) состојба, а со загревање, од цврста во **течна** состојба (**топење**).

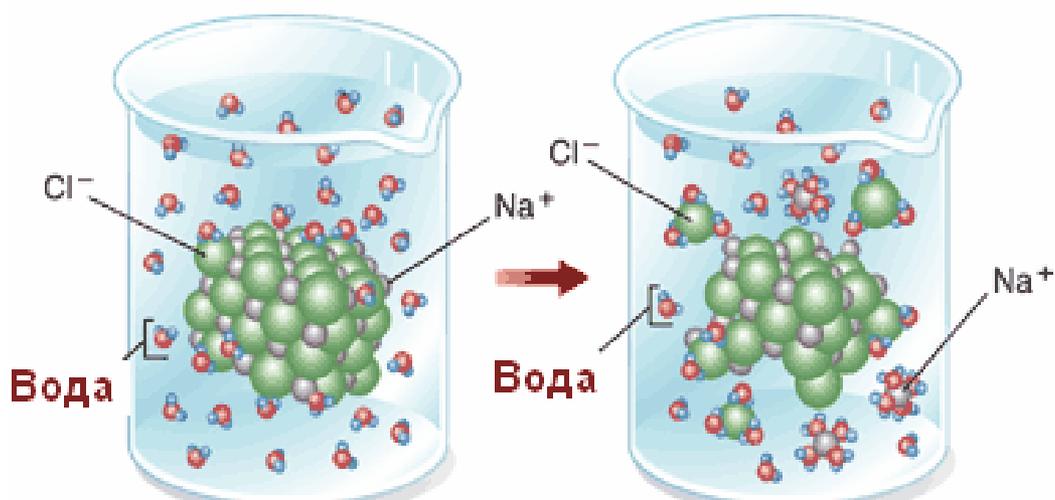


Кога водата поминува директно од цврста во гасовита состојба и обратно, процесот се нарекува **сублимација**.

Поларноста на водата овозможува таа да биде многу добар растворувач. Таа многу лесно ги раствора поларните честички поради тоа што со нив гради водородни врски со што ја намалува вкупната енергија на соединението.

**Хидрофилните матери** се молекули кои ја привлекуваат водата, па затоа во вода многу побрзо се раствораат.

**Хидрофобните матери** се неполарни молекули, па поради неможноста да се создадат водородни врски не се раствораат во вода.



Слика бр.4.- Растворање на  $NaCl$

Специфичните својства на водата се резултат на силите на **кохезија** и

**атхезија.**

**Кохезијата** е сила на привлекување на молекулите на вода помеѓу себе со создавање на водородни врски. Благодарение на силата на кохезија, водата е компактна.

Кохезијата овозможува водата да се одликува со:

- голема површинска енергија;
- голема специфична топлина;
- топлина на испарување и
- висока температура на вриење.



**Површинската енергија** се јавува на границата помеѓу водата и воздухот.

*Сл.бр.5.-Површинска енергија на водата*

Под **специфична топлина** се подразбира количество на топлина што е потребно 1 грам од некоја материја, да прими топлина за да се загрее за 1 °C. За загревање на еден грам вода за 1 °C потребно е 4.187 J/g. Водата има висока вредност на специфична топлина поради ширењето на водородните врски. Благодарение на високата специфична топлина, водата е значајно **терморегулациско средство**.

Под **топлина на испарување** се подразбира количеството на енергија што е потребно да испари еден грам течност. Оваа вредност кај водата е голема поради тоа што за испарување е потребно да се раскинат водородните врски. Ова својство на водата ја прави многу добар **разладувач**.

**Атхезијата** претставува сила која ги привлекува водните молекули кон различни материји.

Силата на атхезија при транспортот на водата од коренот кон листот, не дозволува водениот столб во ксилемот да се оддели од водениот столб на спроводните клетки.

Треба да се напомене дека силите на кохезија и атхезија не се движечки сили на водата, туку тие не дозволуваат да се прекине водениот столб.

Водата поседува воден потенцијал. **Водниот потенцијал** всушност е способност на молекулите на вода, во некој систем, во одреден момент да извршуваат некоја хемиска работа. Колку е поголема концентрацијата на вода, толку е поголем водниот потенцијал.

Водниот потенцијал има негативен предзнак, бидејќи силите кои влијаат во растителните ткива и растворените материји ја намалуваат концентрацијата на водата, а со тоа се намалува и способноста на молекулите од водата да извршуваат хемиска работа во однос на слободната и чиста вода.

Водниот потенцијал зависи од концентрацијата на растворените материји, притисокот и земјината тежа. Водниот потенцијал може да се искористи како

мерка за водниот статус на растението од кој зависат сите физиолошки процеси во клетките.

Треба да запомниш:

- ✓ Водата е течност без боја, мирис и без вкус.
- ✓ Водата во природата се наоѓа во три агрегатни состојби (цврста, течна и гасовита).
- ✓ Водата врие на  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а мрзне на  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- ✓ Преминувањето на водата од гасовита во течна состојба се нарекува кондензација, а од течна во гасовита состојба евапорација.
- ✓ Кога водата поминува од цврста во гасовита состојба и обратно, процесот се нарекува сублимација.
- ✓ Кохезијата е сила на привлекување на молекулите на вода помеѓу себе со создавање на водородни врски.
- ✓ Атхезијата претставува сила која ги привлекува водните молекули кон различни материји.
- ✓ Водниот потенцијал е способност на молекулите на вода, во некој систем, во одреден момент да извршуваат некоја хемиска работа.

**Одговорете на прашањата:**

1. Преку кои врски водените молекули се поврзани меѓу себе?
2. Со кои својства се одликува водата?
3. Објаснете ги поимите кондензација, евапорација и сублимација!
4. Кои материји се хидрофобни, а кои хидрофилни?
5. Што е кохезија, а што атхезија?
6. Што се подразбира под специфична топлина на водата, а што под воден потенцијал?

### 3.2. ВОДАТА ВО РАСТЕНИЈАТА, ПРИМАЊЕ НА ВОДАТА ПРЕКУ КОРЕНОВИОТ СИСТЕМ И ДВИЖЕЊЕ НА ВОДАТА

Водата претставува основна компонента на растителната клетка. Таа е средина во која се одвиваат сите метаболитски процеси.

Без неа не може да се одржи единството на клеточните органели.

Водата претставува растворувач за многу хранливи материи со што овозможува нивно движење во самото растение. Има својство на тоplotен пуфер во животот на растенијата. Таа непосредно учествува во многу хемиски и биохемиски реакции и овозможува хидратација, бабрење и движење на протоплазмата.

Растенијата водата ја примаат од почвата преку кореновиот систем.

Водата во почвата се наоѓа како:

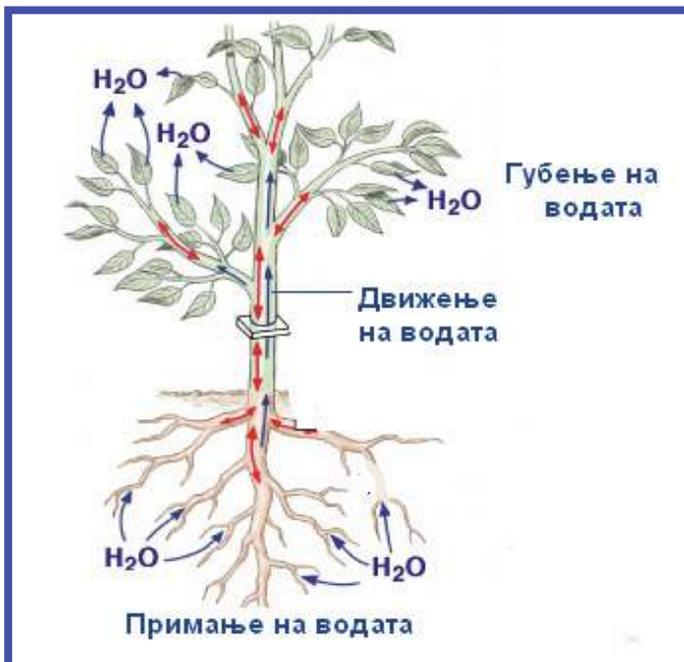
- **капиларна вода:** оваа вода се наоѓа во капиларните пори и во нив се задржува под дејство на Менискови сили.

Капиларната вода е значајна за растенијата, бидејќи тие лесно ја усвојуваат, а таа се движи во почвата во сите насоки, најчесто од повлажни кон посуви места.

- **гравитациска вода:** тоа е онаа вода што се цеди од некапиларните пори под влијание на гравитациската сила. Оваа вода се движи само од горе надолу (десцедентно). Таа е достапна вода за растенијата.

- **подземна вода:** тоа е вода што лежи на некој непропустлив слој и не може да се движи надолу. Подземните води, доколку не се засолени и алкализирани, се користат за наводнување на земјоделските култури. Доколку нивото на подземните води е високо, потребно е нивно одводнување.

- **мразна вода:** се јавува само во површинските слоеви од почвата, кога температурите на воздухот се негативни подолг период.



Сл.бр.6.-Примање на вода кај растенијата

Растенијата во текот на својот живот трошат огромно количество на вода. Поголем дел од оваа вода испарува од растението и оди во атмосферата. Бидејќи оваа вода само поминува низ растението се нарекува **транзитна вода** и изнесува околу 98% од впиената вода од страна на растенијата.

Останатото количество на вода што останува во растението се нарекува **задржана вода**.

Задржаната водата се наоѓа во две форми:

- слободна и
- врзана вода.

**Слободна** е онаа вода која слободно се движи од коренот преку стеблото до листот, од каде што испарува. Таа служи како транспортер (пренесувач) на минералните материи од коренот до надземните органи од растението и за регулирање на топлината во растението.

**Врзаната вода** всушност претставува хемиски сврзана вода во органските соединенија во процесот на фотосинтеза или во други процеси.

Примањето, движењето и губењето на водата од растенијата се нарекува **воден режим**.

Водниот режим на растенијата се одвива преку:

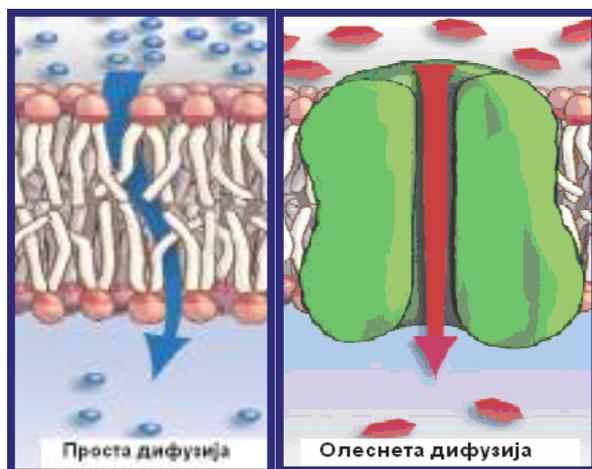
- **примање на водата;**
- **транспортирање на водата и**
- **губење на водата.**

**Примањето на водата**, од страна на растенијата, најчесто се изведува преку кореновиот систем и може да биде:

- **пасивно и**
- **активно.**

**Пасивното** примање на водата е резултат на процесот на транспирација, при што се создава дефицит (недостаток) на вода во листовите. Овој дефицит се пренесува од клетка во клетка се до коренските влакненца, при што се создаваат услови за усвојување на нови количества од вода.

Пасивното примање на вода всушност се одвива со дифузија.



Под **дифузија** се подразбира процес на движење и мешање на молекулите од водата и растворените материи во неа и гасовите во еден простор, се до израмнување на концентрациите, односно движење на молекулите од места со повисока кон места со помала концентрација. За движење на молекулите, при дифузија, не е потребна енергија, затоа што молекулите тогаш се движат со помош на сопствената кинетичка енергија.

Сл.бр.7.-Шематски приказ на дифузија

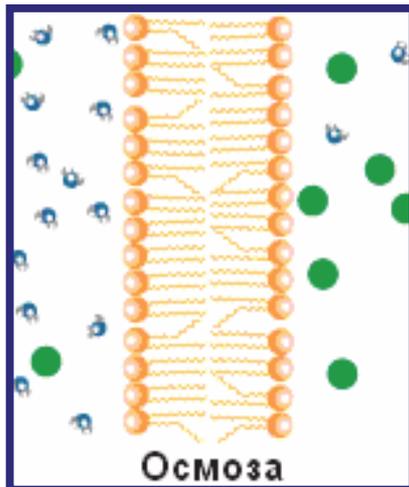
Дифузијата може да биде проста и олеснета.

При **простата дифузија**, молекулите се движат од места со повисока кон места со пониска концентрација. **Олеснетата дифузија**, се одвива со движење на хидрофилните молекули со помош на протеински носач.

**Осмозата** е дифузија (преминување) на молекулите на вода (растворувачот) преку полупропустлива мембрана од места со повисока концентрација кон места со пониска концентрација.

Растителните клетки, покрај клеточниот ѕид се обвиткани со клеточна мембрана (плазмалема) преку која дифундира водата со хранливите материи, а излегуваат продуктите на метаболизмот.

Плазмалемата не ги пропушта сите материи, туку таа ги одбира, со што го регулира доводот и одводот на материите. Затоа се вели дека **плазмалемата е полупропустлива**.



Во клеточниот сок се растворени нискомолекуларни соединенија со одредена концентрација. Клеточниот сок кај различни клетките има различна концентрација. За да дојде до израмнување на концентрациите на две соседни клетки, водата навлегува од клетка со пониска концентрација кон клетка со повисока концентрација сè до израмнување на концентрациите на двете клетки.

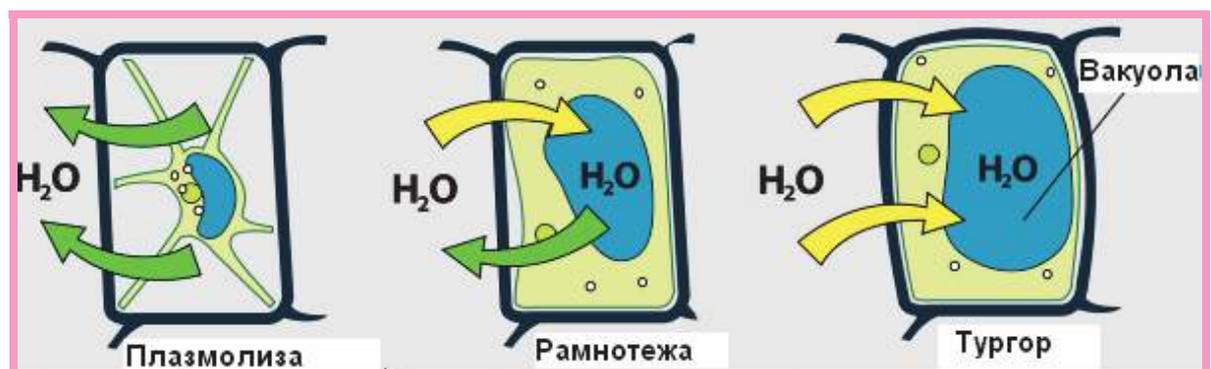
**Притисокот** што предизвикува преминување на молекулите преку полупропустливата мембрана до израмнување на концентрациите на течностите на две соседни клетки се нарекува **осмотски притисок**.

Сл.бр.8.- Шематски приказ на осмоза

**Осмотските појави** во клетката се претставени со **тургор** и **плазмолиза**.

Растителните клетки содржат една или повеќе вакуоли исполнети со клеточен сок. Кога концентрацијата на клеточниот сок е поголема отколку во околната средина тогаш водата од околната средина се стреми да навлезе во клетката. Навлезената вода го наголемува обемот на вакуолите притискајќи ја цитоплазмата до ѕидот кој се растега, па клетката добива цврст „напнат“ изглед.

**Тургорот**, всушност претставува притисок што го прави живата содржина врз клеточниот ѕид и спротивставувањето на клеточниот ѕид на тој притисок.



Сл.бр.9-Шематски приказ на тургор и плазмолиза

Ако живите клетки се стават во раствор со поголема концентрација (хипертоничен) од концентрацијата на клеточниот сок, тогаш растворот нема да навлегува во клетката, туку ќе ја одзема водата од клеточниот сок. Тогаш, се намалува и обемот на цитоплазмата и вакуолите па на одредени места

цитоплазмата се одделува од клеточниот ѕид. Доколку не се прекине ваквото излегување на водата може да дојде до целосно одлепување на цитоплазмата од клеточниот ѕид и нејзино насобирање во средишниот дел од клетката. Оваа појава на губење на вода од клетката се нарекува **плазмолиза**.

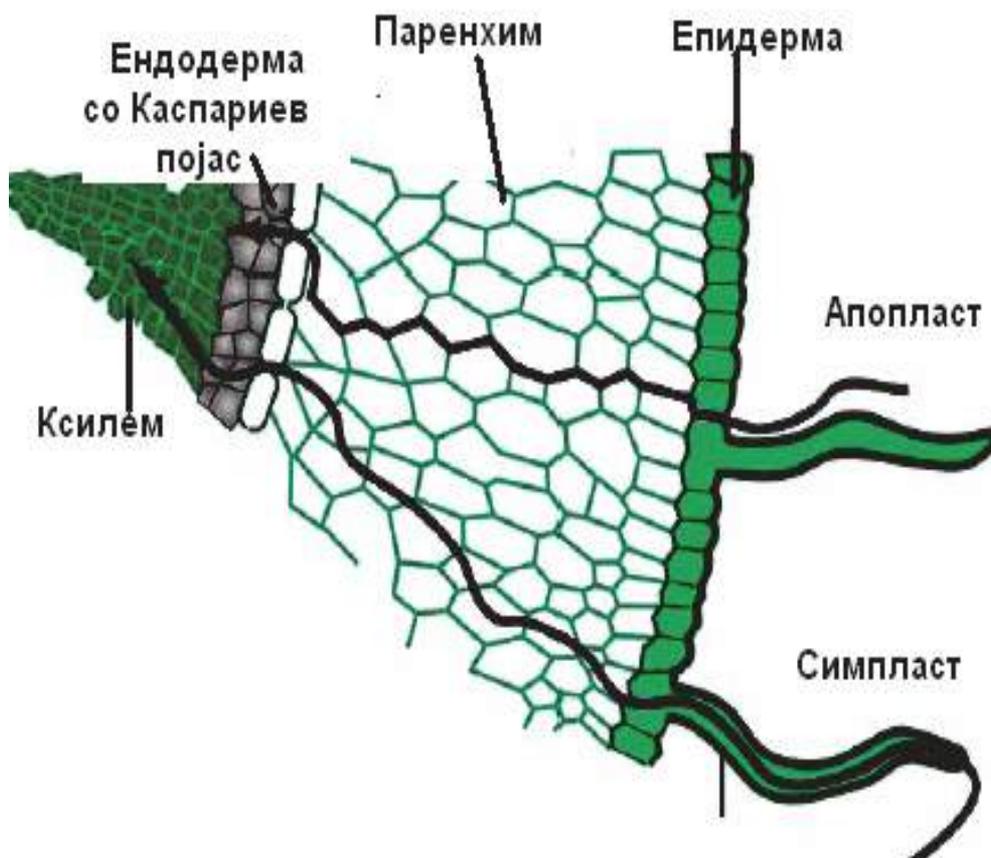
Силата со која клетката ја впива водата од околната средина се нарекува **сила на цицање**.

**Активниот транспорт** на водата и растворените материи во растението се одвива со помош на енергија која се добива од АТФ (аденозин трифосфат) кој е продукт на метаболитските процеси. При активниот транспорт, молекулите се движат од места со пониска кон места со повисока концентрација.

Како движечка сила на асцедентното пренесување на водата во растенијата (од коренот до листот) е транспирацијата и кореновиот притисок.

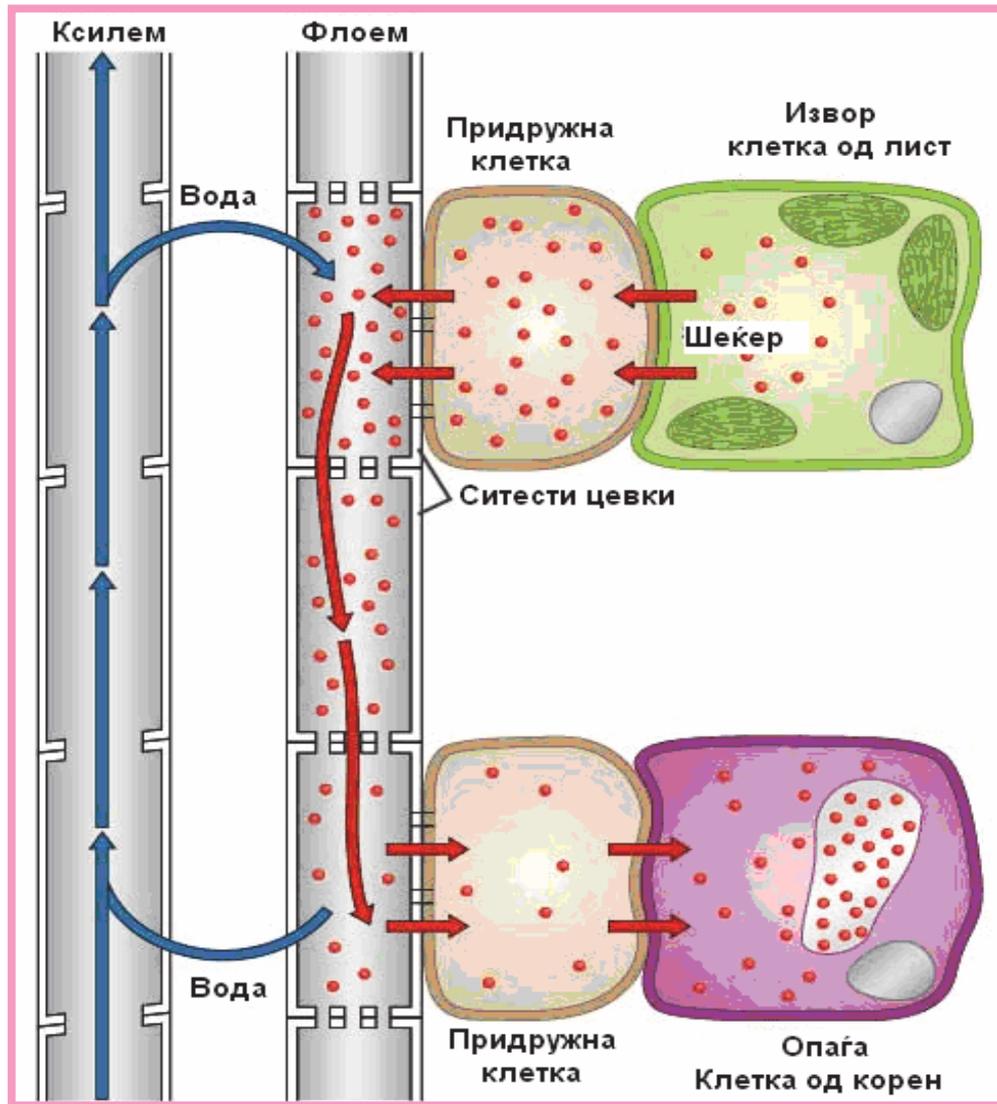
Врз примањето на вода, од страна на растенијата, влијаат следниве фактори:

- **кореновиот систем;**
- **количеството на достапна вода во почвата;**
- **способноста на почвата да ја задржува водата;**
- **составот и концентрацијата на почвениот раствор;**
- **температурата на почвата;**
- **аерацијата на почвата и**
- **интензитетот на транспирација.**



Сл.бр.10.- Движење на водата на мали растојанија

Движењето на водата на мали растојанија се одвива од клетка во клетка (од кореновите влакненца, клетките од епидермисот и примарната кора сè до ендодермисот). Ова движење се нарекува **екстравакуларно движење**.



Слика бр.11.- Движење на водата на поголеми растојанија

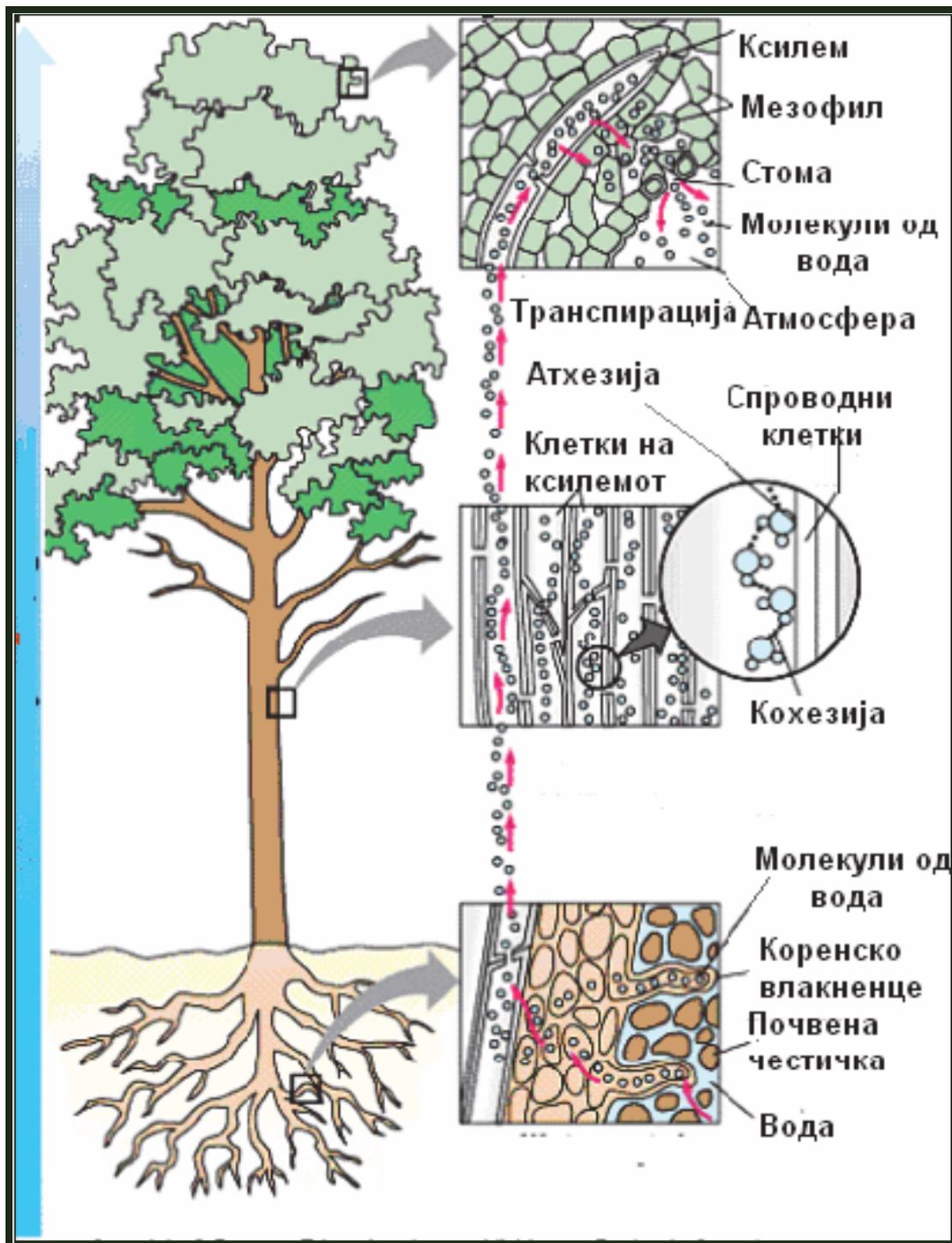
Преку спроводните садови, водата се движи на поголемо растојание. Ова движење се одвива преку составните елементи на ксилемот. Ваквото движење се нарекува **вакуларно движење**.

Водата во растението се движи како резултат на транспирацијата и кореновиот притисок.

Транспирацијата претставува испарување на водата од листот, со цел да се изедначи концентрацијата на водата во атмосферата со концентрацијата на водата во листот.

Со губењето на водата од листот, доаѓа до намалување на концентрацијата на вода во клетките од листот со што се зголемува транспирациската сила на цицање, па водата преку ксилемот навлегува во листот.

Поради силата на кохезија и атхезија, водата се искачува по ксилемот нагоре во непрекинат тек, движејќи се со капиларните сили.



Сл.бр.12.-Пасивно движење на водата во растенијата

## ВЕЖБА бр.2: ОДРЕДУВАЊЕ НА ПЛАЗМОЛИЗА И ДЕПЛАЗМОЛИЗА КАЈ РАСТИТЕЛНИ КЛЕТКИ

**Цел на вежбата:** ученкот да може да направи споредба на двата процеси: плазмолиза и деплазмолиза.

**Потребен материјал:** црвен кромид, 10% глицерол, предметни и покривни стакла, микроскоп, филтер хартија, пинцета и скалпел.

**Постапка:** со пинцета се зема долен епидермис од црвен кромид и се поставува на предметно стакло во капка вода. На едната страна од предметното стакло се капнува 10% глицерол, а од другата страна водата се впира со филтер хартија. Во истиот момент се набљудува периферниот дел од клетката. Се забележува дека просторот помеѓу протопластот и клеточната мембрана се исполнува со глицеролот, а плазмата се собира кон внатрешноста (плазмолиза). Ако ваквиот епидермис се пренесе во капка со вода ќе следи појавата деплазмолиза.

Треба да запомниш:

- ✓ Растенијата ја примаат водата од почвата преку кореновиот систем.
- ✓ Водата во растенијата се наоѓа како слободна и врзана вода.
- ✓ Водениот режим во растенијата се одвива преку примање, транспортирање и губење на водата.
- ✓ Дифузија претставува процес на пренесување (транспорт) на материите од места со повисока кон места со пониска концентрација преку полупропустливата клеточна мембрана сè додека не дојде до изедначување на концентрациите.
- ✓ Осмозата е дифузија на молекулите на растворувачот преку полупропустлива мембрана од места со повисока кон места со пониска концентрација се до изедначување на концентрациите
- ✓ Тургорот и плазмолизата се осмотски појави
- ✓ Тургорот, претставува притисок што го прави живата содржина врз клеточниот ѕид и спротивставувањето на клеточниот ѕид на тој притисок.
- ✓ Губењето на водата од клетките под дејство на хипертоничен раствор со што се собира плазмалемата, а протоплазмата се одлепува од клеточниот ѕид се нарекува плазмолиза.
- ✓ Движењето на водата во растенијата се одвива екстраваскуларно и васкуларно.

### 3.3. ГУБЕЊЕ НА ВОДАТА ОД РАСТЕНИЈАТА

Водата од растенијата се губи на три начини:

- со транспирација;
- со гутација и
- со солзење.

Транспирацијата претставува најзначаен начин на губење на водата.

Под **транспирација** се подразбира испарување на водата од сите надземни делови од растението, кои се во допир со атмосферата.

Како движечка сила на процесот на транспирација, е водениот потенцијал кој се јавува помеѓу незаситената атмосфера со вода, надземните делови од растението и самиот корен.

Транспирацијата има мошне значајна улога затоа што со неа растението се штити од преголемо загревање, се обезбедува непрекинат воден тек од коренот до листот, а со тоа и пренесување на водата и хранливите материи од коренот кон листот.

Транспирацијата може да биде:

- кутикуларна;
- стомина и
- лентицеларна.

**Кутикуларната** транспирација, се одвива преку кутикулата која го покрива листот. Испарувањето на водата преку кутикулата е многу мало и занемарливо (околу 10% од вкупната транспирација), од причина што кутикулата со епидермисот претставуваат пречка (бариера) за испарување на водата.

**Лентицеларната** транспирација се одвива преку лентицелите (отвори кои се наоѓаат на ткивата кои се прекриени со плута). Оваа транспирација, како и кутикуларната е минимална и занемарлива.

**Стомината** транспирација е најзначајна, затоа што 90% од водата испарува преку стомите.

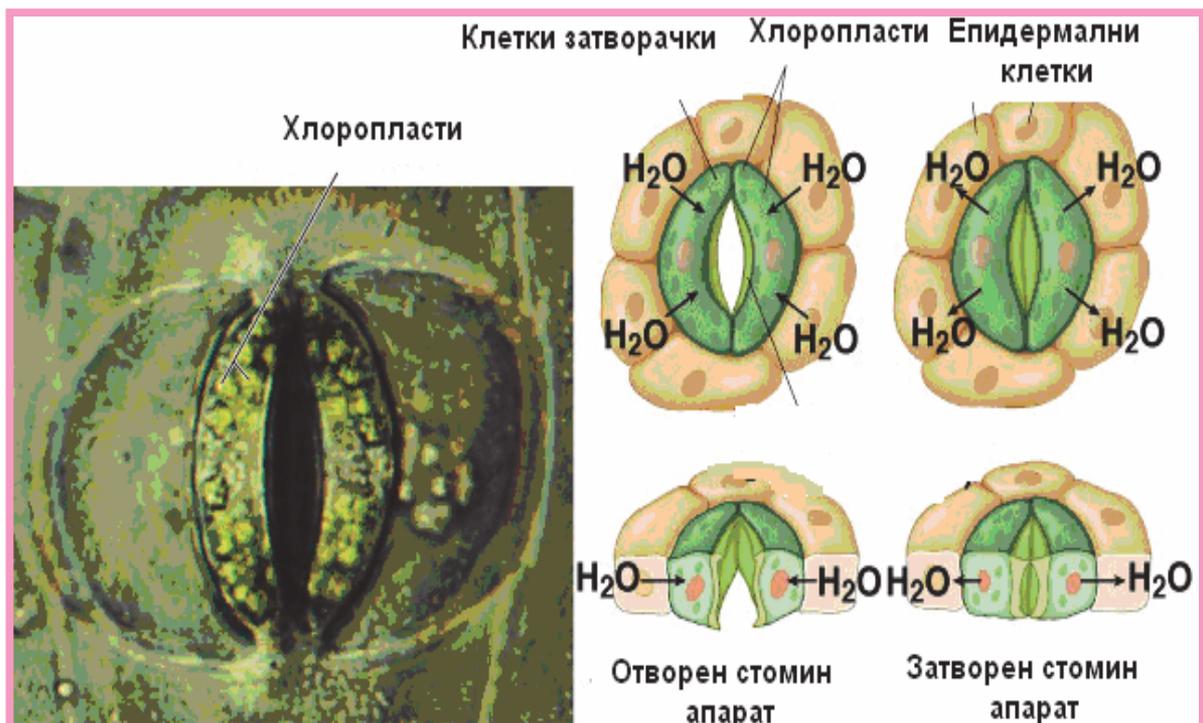
Стомите се специфични отвори кои се наоѓаат на епидермисот од листот. Тие имаат функција да го **регулираат водниот режим** во растението и **размената на гасови** ( $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ ).

Како резултат на водниот потенцијал доаѓа до отворање и затворање на „стоминиот апарат“.

Всушност, кога концентрацијата на клеточниот сок во клетките затворачки е поголема во однос на надворешната средина, водата навлегува во нив и се зголемува тургорот, а „стоминиот апарат“ се отвора.

Ова е резултат на фотосинтетската активност на самите стомини клетки во кој се синтетизираат шеќери и се зголемува осмотскиот притисок. Со зголемување на осмотскиот притисок, се зголемува и силата на цицање, водата навлегува во клетките затворачки и тие се отвораат.

Со испуштање на водата во надворешната средина опаѓа осмотскиот притисок, се намалува тургорот и клетките затворачки се затвораат. Со затворање на стомините отвори водата не излегува од растението преку „стоминиот апарат“.



Сл.бр.13.- Стомин апарат

Надворешните фактори имаат влијание врз отворањето и затворањето на стоминиот апарат. Интензитетот на транспирацијата зависи од релативната влажност на воздухот (ако воздухот е посув, транспирацијата е поголема), од температурата на воздухот (со зголемување на температурата се зголемува транспирацијата), светлината (процес на фотосинтеза). Транспирацијата зависи и од количеството на вода во почвата, ветерот и сл., но таа зависи и од следниве внатрешни фактори: концентрацијата на клеточниот сок, еластичноста на клеточниот ѕид, големината на лисната површина и сл.



Сл.бр.14.- Гутација

**Гутација** е губење на водата од растението во вид на водени капки. Најчесто се одвива преку рабовите на листот.

Кога воздухот е превлажен и не се одвива транспирација, а условите за примање на вода преку кореновиот систем се оптимални, тогаш гутацијата ја презема улогата на транспирација со што се одржува рамнотежата на водниот режим.

**Солзењето** е губење на водата од растенијата, како течна вода од место кое механички е повредено (рана на растенијата). Солзењето на растенијата не е

резултат на водниот потенцијал, туку на кореновиот притисок (сила која ја притиска водата нагоре).

**Истражувајте !**  
**Какви последици предизвикува недостигот на вода кај растенијата**

Треба да запомниш:

- ✓ Водата од растенијата се губи на три начини: со транспирација, со гутација и со солзење.
- ✓ Под транспирација се подразбира испарување на водата од сите надземни делови од растението.
- ✓ Транспирацијата може да биде кутикуларна, стомина и лентицеларна.
- ✓ Гутација е губење на водата од растението во вид на водени капки.
- ✓ Солзењето е губење на водата од растенијата, како течна вода од место кое механички е повредено (рана на растенијата).

**Одговорете на прашањата:**

1. Зошто се привлекуваат молекулите од вода меѓу себе?
2. Со какви својства се одликува водата?
3. Во каква форма водата се наоѓа во почвата, а во каква во растенијата?
4. Објаснете го пасивниот начин на примање на вода од страна на растенијата!
5. Што претставува тургор, а што плазмолиза кај растенијата?
6. Објаснете го процесот на транспирација?
7. Зошто растенијата губат вода со солзње?

## Тема 4

# РАСТЕЊЕ И РАЗВИВАЊЕ НА РАСТЕНИЈАТА

Сите живи суштества се хранат, се со цел да обезбедат материји и енергија за синтеза на протоплазмата, па на тој начин се зголемува димензијата на нивното тело, односно тие растат.

Растењето претставува контролиран процес, контролиран од гените во клетките со што се создаваат нови растенија кои личат на своите родители.

Растењето е проследено со формирање на растителни органи, при што се менува структурата и формата на растителниот организам. Оваа појава е наречена **морфогенеза**.

Со текот на растењето во растенијата се случуваат квалитативни промени во структурата и функцијата на организмот. Овие промени се опфатени со поимот **диференцијација**.

Во развивањето на растението, влучени се два процеса:

- процес на растење и
- процес на диференцирање.

Растењето и диференцијацијата се два процеса кои истовремено се одвиваат, при развивањето на растенијата.

### 4.1. РАСТЕЊЕ НА РАСТЕНИЈАТА

Растењето е една од карактеристиките на сите живи суштества. Тоа е сложен процес, независно од тоа дали растат едноклеточни или повеќеклеточни организми.

Растењето ги опфаќа сите процеси што овозможуваат зголемување на размерот на растението или размерот и бројот на неговите органи. Всушност растењето претставува формирање на нови вегетативни органи, ткива и клетки.

Растењето треба да се сфати како својство на живата материја при што едновремено се одвиваат процесите на изградба и разградување. Во зависност од интензитетот на овие процеси, растењето може да биде преку зголемување на општите размери и вкупната тежина (сувата материја), или, пак, воопшто да не се забележува.

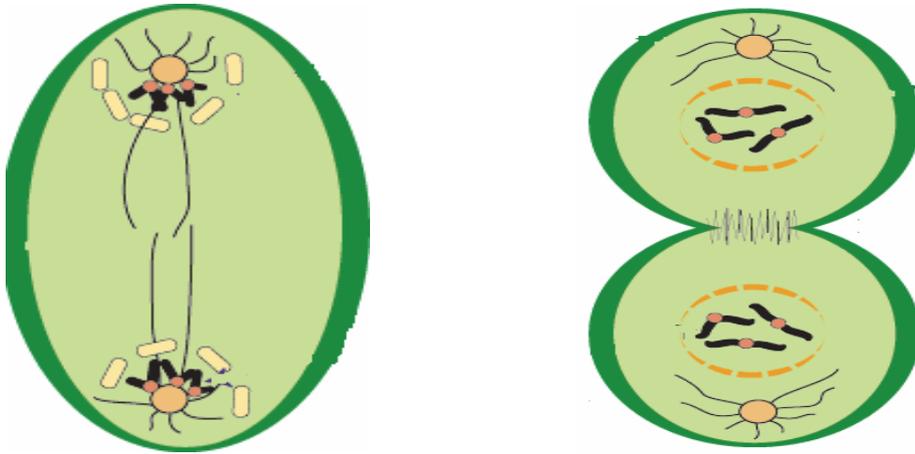
Процесот на растење настанува со различна брзина и е тесно поврзан со онтогенетскиот развиток на организмот.

Растењето исто како и развивањето се под контрола на генетските информации, но зависат и од надворешните услови.

Растењето на организмот настанува на два начина:

- со **наголемување на бројот на клетките** и
- со **наголемување на волуменот на клетките**.

Наголемувањето на **бројот** на клетките е резултат на клеточната делба со што бројот на клетките расте и кај растението се зголемуваат општите размери.



Слика бр.15.- Делба на клетка

Растењето на клетките се сведува на наголемување на општите размери со што клетката многукратно го зголемува својот **волумен**.

Растењето со наголемување на бројот на клетките секогаш не е проследено со наголемување на општите размери на органите.

Постојат три фази на растење:

- **ембрионално;**
- **издолжување и**
- **диференцирање.**

При **ембрионалното** растење, клетките се делат при што се зголемува нивниот број.

Во фазата на **издолжување**, клетките ја губат способноста да се делат зголемувајќи го обемот за сметка на новата плазма и вакуолите.

Во фазата на **диференцирање**, клетките ја постигнуваат големината, придобивајќи форма што е најпогодна за извршување на нивните специјални функции.

Растењето на растенијата со делба на клетките се одвива во посебно ткиво, наречено меристемско ткиво. Меристемските ткива се наоѓаат на различни места во растенијата.

На врвот од растението, коренот и фиданките се наоѓа апикална (врвна) меристема, каде што делбата на клетките е најинтензивна.

Интеркаларното растење е резултат на интеркаларната меристема и основното растење е резултат на базална меристема

## **Истражувајте за: Фазите на растење кај растенијата!**

Со **развивање** се означуваат сите процеси кои доведуваат до квалитативните промени при што се образуваат структурни елементи во организмот, кои пак подоцна доведуваат до образување на репродуктивните органи.

Овие промени се условени од онтогенезата на растението.

На пример, процесите на формирање на листот и лисната површина се означуваат како процеси на растење, додека процесите кои доведуваат до формирање на репродуктивните органи се означуваат како развивање.

Развивањето на растението се одвива во фази (стадиуми). За да помине развивањето од една во друга фаза, потребно е да се исполнат одредени надворешни услови од кои ќе зависи успешноста за доведување на растението во репродуктивна фаза.

Постојат два стадиума на развој кај растенијата:

- **топлински или стадиум на јаровизација и**
- **светлосен стадиум.**

Стадиумот на **јаровизација** отпочнува веднаш со 'ртењето на семето и претставува физиолошки процес од кој зависи преминувањето на растението од вегетативна во репродуктивна фаза од животот и се одвива под влијание на одредени температурни услови. Карактеристичен е стадиумот на јаровизација кај зимските култури. Тие, за да поминат во репродуктивна состојба, потребно е да добијат соодветно комплексно температурно третирање во определен временски период. Така, кај пченицата-зимските сорти ги задоволуваат потребите со температура од 0 до 2 °C за период од 20 до 30 дена, факултативните сорти ги задоволуваат потребите со температура од 5 до 10 oC за период од 7 до 10 дена, потребни за да помине процесот на јаровизација. Исто, така, периодот на јаровизација не е ист за сите сорти пченица, а исто така, ни за сите други видови.

**Светлосниот стадиум** отпочнува тогаш кога ќе заврши стадиумот на јаровизација, а како комплексен фактор се јавува светлината. Доколку не се исполнат условите за светлосниот стадиум, растението не може да помине во репродуктивен развој.

Различните физиолошки и биохемиски процеси, кои се одвиваат при растењето, го доведуваат растението во две состојби:

- **вегетативна и**
- **генеративна (репродуктивна).**

Во зависност од морфолошките промени, кај растенијата, се разликуваат одредени фенолошки фази.

Така, кај повеќегодишните растенија (на пр. јаболко) се разликуваат следниве фази:

- **бутонизација (формирање на пупки);**
- **отворање на цветови и лисни пупки;**
- **појава на првите лисја;**

- образување соцветие;
- цутење;
- врзување на плодови;
- созревање на плодовите и
- опаѓање на листовите.

Кај житните култури се разликуваат следниве фази:

- ртење;
- никнење;
- појава на трет лист;
- братење;
- вретенисување;
- класење;
- цутење;
- млечна зрелост;
- восочна зрелост и
- целосна зрелост.

**За дома:**

*Разговарајте со некој земјоделски производител за времето кога се случуваат различните фази на развој на растенијата кои ги одгледуваат.*

*Направете есеј во кој ќе ги објасните поимите од фазите на развој! Есејот поткрепете го со цртежи!*

Треба да запомниш:

- ✓ Растењето претставува формирање на нови вегетативни органи, ткива и клетки.
- ✓ Растењето на организмот настанува на два начина со наголемување на бројот на клетките и со наголемување на волумен на клетките.
- ✓ Со развивање се означуваат сите процеси кои доведуваат до квалитативните промени при што се образуваат структурни елементи во организмот, кои пак доведуваат до образување на репродуктивни органи.
- ✓ Стадиумот на јаровизација отпочнува веднаш со ртењето на семето и претставува физиолошки процес од кој зависи преминувањето на растението од вегетативна во репродуктивна фаза од животот и се одвива под влијание на одредени температурни услови.
- ✓ Светлосниот стадиум отпочнува тогаш кога ќе заврши стадиумот на јаровизација, а како комплексен фактор се јавува светлината.

### 4.3. ВЛИЈАНИЕТО НА НАДВОРЕШНИТЕ ФАКТОРИ ВРЗ РАСТЕЊЕТО И РАЗВИВАЊЕТО НА РАСТЕНИЈАТА

Растењето и развивањето на растенијата во голема мерка зависи од условите на надворешната средина. Растенијата имаат различна потреба кон одредени надворешни услови. Овие потреби кај растенијата се резултат на наследните особини на самото растение.

Растенијата имаат способност до одреден степен да се прилагодуваат кон надворешните услови. Оваа нивна способност им овозможува да се распространат на целата земјина површина.

Најважни надворешни фактори од кои зависи растењето и развивањето на растенијата се температурата, интензитетот и времетраењето на светлината, воздухот, водата и други орографски и антропогени фактори.

**Температура** - Растителните клетки содржат големо количество вода која што при ниски температури може да замрзне. Тропските растенија се многу осетливи на ниски температури, а растенијата од умерениот и поларниот појас различно се прилагодиле и се поотпорни на ниски температури.

Прилагодувањето на ниски температури, кај одредени растенија, се гледа во тоа што некои го прекинуваат активното растење на вегетативните врвови. Вегетативните врвови на есен се обвиткуваат со лушпи (зимски пупки) кои влегуваат во фаза на мирување (**дорманција**). Улогата на лушпите е исклучително заштитна. Кај некои растенија настанува изумирање на надземните делови, додека подземните органи (луковици, ризоми, клубени и сл.) презимуваат под почвената површина, а напролет од нив израснуваат нови фиданки или цели растенија.

Семињата се најотпорни на ниски температури, бидејќи содржат најмало количество вода.

Топлината е еден од важните еколошки фактори за опстанок на живите организми. Температурните услови ги одредуваат климатските зони на Земјата (тропска, субтропска, умерено топла, умерено ладна и ладна поларна зона).

Животот на растенијата евозможен како на ниски така и на високи температури. Постојат растенија кои се развиваат и на вечен снег.

Во процесот на еволуција растенијата се прилагодиле на оптимални температурни услови. Оптималните температури при кои растенијата најинтензивно растат обично се од 25 до 30 °C. Најголем број од растенијата изумираат на температура од 50 °C, а измрзнувањето на растенијата се случува на температури под нулата.

Одредени растенија имаат специфичен **термопериодизам**, односно имаат потреба од менување на периодот со ниски со периодот на високи температури.

Растенијата растат и се развиваат на одредена температура. Топлината го предизвикува стадиумот на јаровизација, го забрзува цветањето и сл. Почвената температура ја забрзува кореновата апсорпцијата, неговото растење и дишење.

**Светлина** - Сезонските промени на светлина се многу важни за животниот циклус кај растенијата.

Ртењето, цутењето како и отпочнувањето и завршувањето на фазата на мирување се примери на одредени фази од развојот на растенијата кои се одвиваат во одредено годишно време.

Главен надворешен фактор кој на растенијата им го „кажува“ годишното време е релативната должина на денот и ноќта (**фотопериод**).

Реагирањето на растенијата на должината на денот се нарекува **фотопериодизам**.

Најдобар пример за фотопериодизам е преминувањето на растенијата од вегетативна во репродуктивна фаза, односно почетокот на цветање, развојот на зимските пупки и опаѓањето на лисјата.

Светлосниот режим на растенијата зависи од сончевата радијација. Интензитетот на сончевото зрачење зависи од височината на сонцето над хоризонтот (географска широчина), годишното време, облачноста, водената пара во воздухот и сл.

Сончевата радијација може да биде директна и дифузна.

**Директната сончева светлина** стигнува на површината од земјата непосредно од Сонцето, во вид на паралелни зраци кои не скршнуваат.

**Дифузната сончева светлина** доаѓа на земјата после расејувањето на паралелните зраци од честичките на атмосферата и водената пара.

Директната сончева светлина може да биде опасна за растенијата, бидејќи може да доведе до разрушување на хлорофилот и цитоплазмата од клетките, а дифузната светлина влијае повољно, бидејќи во неа преовладуваат жолто-црвените зраци.

Светлината дејствува врз морфолошките и врз анатомските особености на растенијата.

**Воздух:** Воздухот како еколошки фактор се манифестира преку хемискиот состав и движењето (ветерот).

Хемискиот состав на воздухот речиси е ист насекаде на Земјината топка. Во составот на воздухот со најголем процент влегуваат азотот, кислородот и јаглеродниот диоксид. Кислородот и јаглеродниот диоксид учествуваат во процесите на фотосинтеза и дишење.

Влијанието на ветерот врз растенијата може да биде индиректно и директно.

Индиректното влијание се состои во тоа што ветерот дејствува врз промената на температурата, влажноста на воздухот, и сл, а директното влијание се соогледува во неговото механичко дејствување, како на пример, корнење на дрвја, кршење на гранки, полегнување на посевите и сл.

Ветерот има позитивно влијание врз опрашувањето на растенијата, расејување на семето и др.

**Вода и воден режим:** Водата се јавува како основен фактор во растењето и развивањето на растенијата. Освен физиолошко значење, за растенијата, водата преку заедничко влијание со другите фактори дава одредени карактеристики на животниот простор (биотип), со што се формирале различни типови на растенија со специфични особености.

Водата на површината од земјата доаѓа преку атмосферските врнежи (снег, дожд и др.). Количеството на атмосферските врнежи во различно време и место е различно.

Почвената влага се добива од врнежите и од подземните води.

Атмосферскиот воздух содржи извесно количество на вода во вид на водена пара. Количеството на водена пара зависи од температурата на воздухот.

Животот на растенијата зависи од протокот на вода низ нивното тело. Околу 0,5% од примената вода растенијата ја користат за синтеза на материите, а 99,5% за транспирација.

Постојат две големи групи на растенија во однос на режимот на влажност:

- **растенија кои што живеат целосно, или се делумно потопени во вода (хидрофити) и**
- **сувоземни (терестрични) растенија.**

**Почвата како комплекс на еколошки фактори:** Почвата е важна животна средина за сувоземните растенија. Тие се прицврстени за почвата и од неа примаат хранливи материи.

Почвата се одликува со одредени физички, хемиски, адсорпциони и биолошки својства. Исто така почвата има водни, воздушни и топлотни својства. Комплексот од сите наведени својства на почвата ја даваат нејзината плодност.

Голем број на својства на почвата зависат од нејзиниот механички состав.

Од **орографските фактори** најголемо значење за составот и распространетоста на растенијата имаат надморската височина, релјефот, експозицијата на теренот и сл.

Докажано е дека со порастот на надморската височина, за секои 100 м, температурата се намалува за 0,5 °C при што се јавува планинска клима, а периодот на вегетација се скратува за 11,5 дена на секои 100 м. Одејќи од подножјето на планината кон врвот се менуваат и вегетационите зони.

Кои растенија ќе бидат застапени на одредено место и како ќе растат и ќе се развиваат, зависи и од експозицијата на теренот.

**Биотички фактори:** Растенијата во својата животна средина се наоѓаат во помала или поголема мерка под влијание на останатите живи организми.

Постојат разновидни заемни односи помеѓу вишите растенија и микрофлората, меѓу вишите растенија и животните и меѓу самите виши растенија.

Микрофлората во почвата има огромно значење во педогенетските процеси и исхраната на растенијата. Како резултат на микробиолошката активност, во почвата се одвиваат биохемиски процеси со кои органските материи се разложуваат до соединенија достапни за исхрана на растенијата.

**Антропогени фактори:** Влијанието на човекот врз формирањето, градбата и развивањето на растенијата претставува важен еколошки фактор кој се означува како **антропоген фактор**. Човекот свесно или несвесно влијае врз промената на околината. Тој ги уништува шумите, степите и сл. за да добие обработлива земјоделска или градежна површина. До уништување на растителната вегетација доаѓа и со појавата на пожарите, одводнувањето на мочуриштата, и др.

Влијанието на човекот врз растенијата може да биде преку:

- **уништување на некои растенија или цели растителни заедници;**
- **одгледување на културни растенија;**

- внесување или пренесување на растенија кои не припаѓаат на нивниот природен ареал.

Растенијата, во зависност од влијанието на антропогениот фактор, се делат на:

- културни растенија и
- плевели.

#### 4.4. ОТПОРНОСТ НА РАСТЕНИЈАТА

Способноста на растенијата да се прилагодуваат кон надворешните услови и да се спротивстават на неповолните влијанија, се нарекува **отпорност**. Растението кое што е изложено на неповолни надворешни услови се наоѓа во „напната“ состојба позната како **стрес**.

Кога растението е во стресна состојба кај него се намалуваат некои животни функции. Ако растението е отпорно на предизвиканиот стрес, тогаш тоа ќе биде способно да ги преживее неповолните услови. Всушност, растението преку стресот реагира на неповолните надворешни услови, со што во него се случуваат редица на заштитни физиолошки и биохемиски процеси. Ако стресот е многу голем, тогаш настапува изумирање на растението.

Растенијата се адаптираат на стресот, а со тоа тие се прилагодуваат на неповолните надворешни фактори.

##### **Отпорност на растенијата на ниски температури:**

Во текот на зимата, а понекогаш во рана есен или доцна пролет, температурите се спуштаат под нулата. Во некои области температурите во зимскиот период постепено се спуштаат пониско од -10 до -25 °C. Во вакви сурови услови, растенијата измрзнуваат со можност повторно да се вратат во живот доколку измрзнувањето било краткотрајно, а маразот се формирал во меѓуклеточните празнини.

При измрзнувањето на растенијата, најпрвин измрзнува водата во интерцелуларите (меѓуклеточните простори). Кристали од мраз во меѓуклеточните простори ја извлекуваат водата од клетката сè додека траат ниските температури, па така клетката станува дехидрирана и ја губи животната функција. Со дехидратацијата доаѓа до коагулација на колоидите при што се нарушуваат осмотските појави и клетката изумира. До изумирање на клетките може да дојде и при механичко оштетување предизвикано од кристалите од мраз.

Доколку дојде до нагло спуштање на температурите, тогаш во клетката измрзнува водата и настанува разрушување на структурата од цитоплазмата и таа умира.

Отпорноста на растенијата од изумирање предизвикано од ниски температури е многу сложен процес при кој се предизвикуваат биолошки и физиолошки промени кои придонесуваат во клетките да се зголеми содржината на леснорастворливи соединенија кои овозможуваат да се намали количеството на слободна, а да се зголеми количеството на врзана вода. На овој начин, растенијата стануваат поотпорни на ниски температури. За нив велиме дека се **искалени**.

**Отпорност на растенијата на високи температури:** Како ниските така и високите температури можат да предизвикаат изумирање на растенијата (температура повисока од 35°C). Високата температура предизвикува забрзување на метаболичките процеси кои доведуваат до распаѓање на хлорофилот, разградување (без некаков ред) на сложените органски соединенија и ослободување на токсични материи. Високата температура може да предизвика коагулација на протоплазмата, а со тоа и угинување на растението.

Растенијата се заштитуваат од прегрејување со затворање на стомите, модифицирање на листовите (појава на влакненца, трње и или, пак, со спречување на синтеза или неутрализација на ослободените отровни материи.

**Отпорност на растенијата спрема суша:** Недостигот на вода во почвата, а со тоа и во растенијата како резултат на малите количества на атмосферски врнежи, се нарекува **суша**.

Ниската релативна влажност на воздухот и високата температура ја сочинуваат **атмосферската суша**, а исушувањето на почвата во отсуство на достапна вода за растенијата, е **почвена суша**.

Штетното дејство на почвената и атмосферската суша се манифестира на тој начин што се нарушува синтетската способност на растението, при што настанува неконтролирана хидролиза на протоплазмата.

Транспирацијата која е неконтролирана при сушата доведува до венење на растението. Најмладите органи најбзо страдаат, а најпосле изумира коренот.

Способноста на растението да се развива во услови на суша се нарекува отпорност на растенијата кон суша. Растенијата со отпорност кон сушата се стекнуваат на различни начини, исто како и при справувањето од прегрејување со формирање на восочна превлака на површината од листот, растење на влакненца, затворање на стомите и сл.

**Отпорност на растенијата кон засолени почви:** Опстанокот на растенијата на почви со висока содржина на соли зависи од нивната способност да обезбедат повисока концентрација на клеточниот сок.

Растенијата коишто се адаптирани да вуреат на солени почви, се нарекуваат **халофити**.

Треба да запомниш:

✓ Најважни надворешни фактори од кои зависи растењето и развивањето на растенијата се температурата, интензитетот и времетраењето на светлината.

✓ Отпорноста на растенијата од изумирање предизвикано од ниски температури претставува процес на зголемување на содржината на леснорастворливи соединенија кои овозможуваат да се намали количеството на слободна, а да се зголеми количеството на врзана вода во клетките.

✓ Растенијата се заштитуваат од прегрејување преку процесот на транспирација или, пак, со спречување на синтеза или неутрализација на ослободените отровни материји

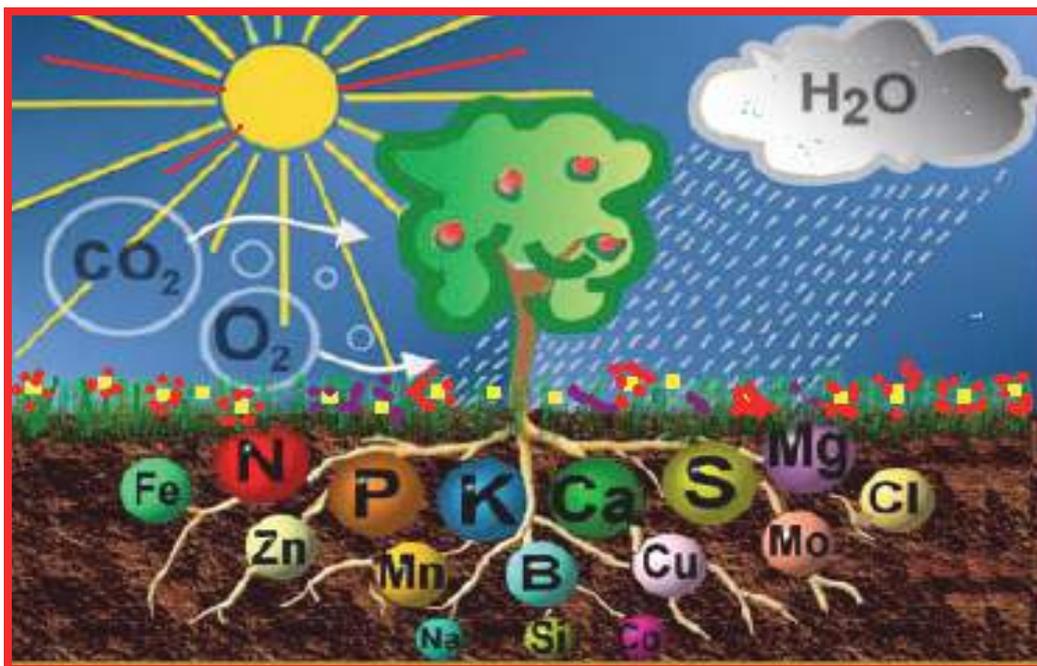
**Одговорете на прашањата:**

1. Како се поделени растенијата врз основа на нивното однесување кон водата?
2. Како се делат растенијата врз основа на нивната прилагоденост кон температурата?
3. Кои растенија се скиофити, а кои хелиофити?
4. На кој начин орографските фактори влијаат врз растењето и развивањето на растенијата?
5. На кој начин човекот влијае врз растењето и развивањето на растенијата?
6. Како надворешните фактори влијаат врз растењето и развивањето на растенијата?
7. Што претставува поимот фотопериодизам?
8. Зошто доаѓа до изумирање на клетките доколку дојде до измрзнување на растението?
9. Како се манифестира сушата кај растенијата?

## Тема 5

# ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА

Растенијата претставуваат најсовршен апарат за синтеза на органска материја. Продуктите кои се синтетизираат во растенијата се наречени **асимилати**, а процесот на синтеза се нарекува **асимилација**.



Слика бр.16.- Примање на хранливи материи преку почвата и листот

Растенијата се хранат афототрофно. Под **афототрофна исхрана** на растенијата се подразбира исхрана на растенијата со неоргански материи кои во растителното тело, под влијание на сончевата светлина и јаглеродниот диоксид, се претвораат (синтетизираат) во органска материја (шеќер).

Поради тоа што растенијата ја користат сончевата енергија за образување на органски соединенија, тие уште се нарекуваат **фотоавтотрофни растенија**.

Во периодот на 'ртење, кога од семето се развива младото растение, растенијата се хранат **хетеротрофно**, користејќи ги **резервните хранливи материи** кои се складирани во семето.

## 5.1. ХЕТЕРОТРОФНА ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА

Во периодот од 'ртење до поникнување, растенијата се хранат хетеротрофно.

Под **хетеротрофен начин на исхрана**, на растенијата, се подразбира исхрана на младото растение (ртулецот) кое за време на ртењето користи од резервните материи, кои се акумулирани во ендоспермот или котиледоните.

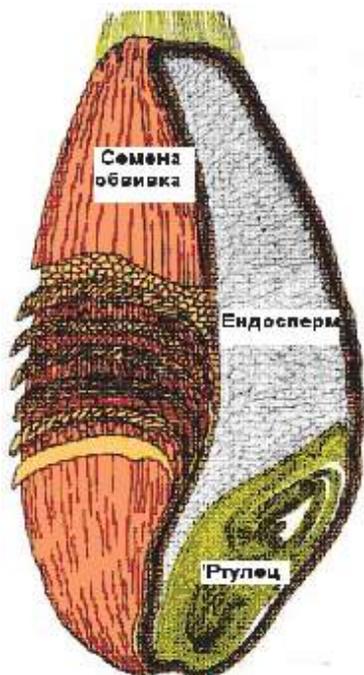
### 5.1.1. АНАТОМСКА ГРАДБА НА СЕМЕ

На напречен пресек кај **семето од монокотиледоните**, се разликуваат следниве основни делови:

- обвивка;
- ендосперм и
- 'ртулец.

**Обвивката** на семето уште се нарекува **семеница**. Составена е од надворешен дел **перикарп** (обвивка на плодот) и внатрешен дел **перисперм** (обвивка на семето). Обвивката го штити семето од надворешни и механички влијанија.

**Ендоспермот (endosperm)** ја зафаќа целата внатрешност на зрното. Слојот од ендоспермот, веднаш под семената обвивка се нарекува алеуронски слој и во него нема скроб, туку има белковини и масла. Под него се наоѓаат големи клетки кои се исполнети со скроб во вид на скробни зрнца. Во меѓуклеточните простори од ендоспермот се распоредени белковинските материи.



**'Ртулецот (embryo)** е најмалиот дел од зрното и претставува минијатурно растение. Се наоѓа во основата од зрното поставено косо спрема грбната страна.

'Ртулецот е составен од:

- **штитче (scutelum)**, претставува дел од единствениот котиледон кај стрните жита. При 'ртење расте и ги притиска разложените хранливи материи кон 'ртулецот.

- **коренче (radicula)**, се наоѓа на долниот дел од 'ртулецот. При 'ртење потерува со едно или со повеќе примарни коренчиња.

- **стебленце (plumula)**, е составено од повеќе ливчиња кои го покриваат конусот на пораст, од кој се формира стеблото и генеративните органи.

- **ливче (coleoptila)**, го покрива целото стебленце и служи како заштитен дел при пробивањето на почвената површина при 'ртењето.

Сл.бр.17.-Семе од монокотиледони

**Дикотиледоните** имаат вистинско семе. Плодот кај нив претставува мешунка во која е сместено семето.



Сл.бр.18.-Семе од дикотиледони

Семето кај дикотиледоните е составено од:

- обвивка;
- 'ртулец и
- две котиледонски ливчиња.

**Обвивката** ги обвиткува котиледоните и 'ртулецот. На обвивката се забележува израс-ток наречен **папок** со кој семето е прицврстено за плодот.

**Папокот** е составен од три дела:

- **хилум**, претставува вистински папок, не е покриен со кутикула и при бабрењето на семето преку него најлесно навлегува водата.

- **микропила**, претставува мала кружна вдлабнатина поставена во долниот дел од папокот. При 'ртење на семето, низ овој дел излегува примарното коренче.

- **халаза**, претставува мало збрчкување на обвивката во горниот дел од папокот. При 'ртењето, халазата пука и од тука излегува стебленцето од 'ртулецот.

**Котиледонските ливчиња** се наоѓаат под обвивката на семето и во нив се сместени резервните материи за исхрана на 'ртулецот до почетокот на самостојната исхрана на растението. При поникнување, тие излегуваат над површината од почвата или остануваат во неа.

**'Ртулецот** се состои од:

- коренче и
- стебленце со пупка.

Кај некои видови семиња се забележуваат и зачетоци на првиот пар на вистински листови.

Според **хемискиот состав**, семето е составено од **вода** и од **суви материи**. Семето кај најголем дел на земјоделските растенија содржи од **3,5 до 15% вода**. Ако водата во семето е застапена со поголем процент, тогаш тоа не може долго да се чува поради започнување на процесите на гниење.

**Сувите материи** во семето се составени од **неоргански** и **органски соединенија**. Неорганските материи уште се нарекуваат **пепелни материи** и тие во семето се застапени во вид на соли или комплексни соединенија. Најмногу се застапени следниве пепелни материи:  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $N_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $SiO_2$  и други.

Од **органските материи**, во семето најмногу се застапени јаглехидратите, белковините и маслата, кои се складираани во ендоспермот или котиледонските ливчина како резервна храна. Овие соединенија ги користи 'ртулецот како храна за време на 'ртењето. Освен јаглехидратите, белковините и маслата, во семето се застапени и физиолошки активни материи како што се

ферментите, витамините и фитохормоните, потоа алкалоидите, восоците, пектинските материи и сл.

Треба да запомниш:

✓ Под афототрофна исхрана на растенијата се подразбира исхрана на растенијата со неоргански материи кои во растителното тело, под влијание на сончевата светлина и јаглеродниот диоксид, се претвораат (синтетизираат) во органска материја (шеќер).

✓ Под хетеротрофен начин на исхрана, на растенијата, се подразбира исхрана на младото растение (ртулецот) кое за време на ртењето користи од резервните материи, кои се акумулирани во ендоспермот или котиледоните.

✓ Семето од монокотиледоните е составено од семена обвивка, ендосперм и 'ртулец.

✓ Семето од дикотиледоните е составено од семена обвивка, 'ртулец и две котиледонски ливчиња.

✓ Според хемискиот состав, семето е составено од вода и од суви материи (органски и минерални материи).

**Одговорете на прашањата:**

1. Кога растенијата се хранат афототрофно, а кога хетеротрофно?
2. Објаснете ја анатомската градба на семето од монокотиледоните?
3. Во што се разликува семето од дикотиледоните од семето на монокотиледоните?
4. Кои пепелни материи се застапени во семето?
5. Кои органски материи ги има најмногу во семето?

**За дома:**

**Користејќи Интернет научете нешто повеќе за опрашување и оплодување кај растенијата.**

**Обидете се Вашите сознанија да ги презентирате пред останатите ученици и наставникот!**

### 5.1.2. 'РТЛИВОСТ НА СЕМЕТО И ПРОМЕНИ ВО СЕМЕТО ЗА ВРЕМЕ НА 'РТЕЊЕТО

'Ртливоста на семето започнува со впирањето на водата и бабрењето на семето, а завршува со појава на младото коренче.

'Ртењето на семето всушност претставува процес во кој 'ртулецот од состојба на мирување и латентен живот, поминува во фаза на интензивно растење.

За да може да изрти семето потребно е тоа да **биде физиолошки зрело, да е здраво и неоштетено.**

За нормално 'ртење на семето, потребно е определено количество на **вода, воздух и топлина.**

Прв и неопходен услов за одвивање на 'ртливоста е семето во себе да содржи доволно количество вода, за да дојде до активирање и хидролиза на сложените резервни материи до прости соединенија, достапни за исхрана на младиот 'ртулец.

Воздушно суво семе содржи многу мал процент на вода (8-12 %). Во него биохемиските процеси се запрени, при што нема синтеза и разградување на органски материи, а дишењето е сведено на минимум, сè до оној момент додека семето не се најде во влажна средина и соодветна температура.

Штом ќе се најде семето во влажна средина, отпочнува впирањето на водата со што се формира водена обвивка околу семето, а хидрофилните макромолекули (белковини, јаглехидрати и др.) почнуваат да бабрат.

Под бабрење се подразбира зголемување на волуменот на семето како резултат на впирање на вода.

Најголемо количество на вода впираат семињата кои во себе содржат поголем процент на белковини, скроб и сл., а најмалку оние што содржат целулоза и хемицелулоза. Макромолекулите на маслата воопшто не впираат вода и не бабрат. Бабрењето на семето е поинтензивно доколку има соодветна температура, одредена рН, присуство на електролити и сл.

Со навлегување на водата во семето, отпочнуваат биохемиските процеси, па 'ртливоста започнува да се одвива со поголем интензитет.

За време на 'ртењето, во семето се одигруваат сложени биохемиски процеси и активен метаболизам на резервните хранливи материи што се наоѓаат во него. Во метаболизмот на резервните материи први се вклучуваат ферментите, а нивната активност, пак, е тесно поврзана со присуство на вода и одредено количество топлина. Со нивната активност отпочнува разградувањето на резервните органски соединенија во семето и нивна трансформација до нискомолекуларни соединенија во вид на аминокиселини и прости шеќери кои се достапни за младото растение ('ртулецот).

Кога семето ќе се најде во средина погодна за 'ртење (влага, температура,) веднаш впира вода преку хилумот или преку целата своја површина. Со впирање на водата семето бабри, а при бабрењето испушта одредени материи во околната средина (азот, калциум, гликоза и др.) кои му служат како антибиотици на младиот ембрион и го заштитуваат од инфекции.

Со почетокот на бабрењето и 'ртењето семето интензивно диши при што се ослободува големо количество на енергија. Оваа енергија се користи за синтеза на органски материи, за делба на клетките и за другите животни активности на 'ртулецот.

При 'ртењето на семето, младиот организам поминува на хетеротрофна исхрана. Благодарение на органските материи кои се наоѓаат во ендоспермот и котиледонските ливчиња, младото растение е обезбедено со сите хранливи елементи неопходни за неговата исхрана, кои после разградувањето се придвижуваат од ендоспермот кон 'ртулецот.



Сл.бр.19.-Пораст на 'ртулецот

По впивањето на водата, извршениот метаболизам на резервните материи и нивното разградување во семето до попусти материи доаѓа до пораст на младиот 'ртулец. Прв видлив знак за порастот на 'ртулецот е зголемување на должината и масата на примарното коренче кое прво се појавува при 'ртењето. Кај некои растенија првин се појавува хипокотилот. При 'ртењето котиледоните можат да останат во почвата, или да излезат на површината од почвата.

### ВЕЖБА бр.3: 'РТЕЊЕ НА СЕМЕТО КАЈ МОНОКОТИЛЕДОНИТЕ И ДИКОТИЛЕДОНИТЕ

**Цел на вежбата:** споредување на процесот на 'ртење кај монокотиледоните и дикотиледоните.

**Потребен материјал:** Семе од пченица и семе од грав, Петриева кутија, филтер хартија, пинцета.

**Постапка:** Во Петриевата кутија се става филтер хартија и се ставаат неколку семки од пченица и грав. Филтер хартијата се навлажнува со вода. За неколку дена ќе отпочнат процесите на 'ртење.

**Активност:** Бележете ги во тетратката промените што ќе ги забележите на семето кое 'рти. Ако сте во можност фотографирајте ги промените. Запишете во што се разликува семето од пченицата во однос на семето од гравот за време на 'ртењето.

Треба да запомниш:

✓ 'Ртливоста на семето започнува со впирањето на водата и бабрењето на семето, а завршува со појава на младото коренче.

✓ За да може да изрти семето потребно е тоа да биде физиолошки зрело, да е здраво и нештетено.

✓ За нормално 'ртење на семето, потребно е определено количество на вода, воздух и топлина.

✓ Прв видлив знак за порастот на 'ртулецот е зголемување на должината и масата на примарното коренче кое прво се појавува при 'ртењето.

**Одговорете на прашањата:**

1. Кога отпочнува семето да 'рти?

2. Кои надворешни услови се потребни за да може семето нормално да 'рти?

3. Која е причината што оштетеното семе не може да 'рти, или пак, доколку почне да 'рти зошто се добиваат „слаби“ растенија?

4. Која енергија ја користи 'ртулецот за растење?

5. Кој е првиот видлив знак дека семето почнало да 'рти?

### 5.1.3. УСЛОВИ ЗА 'РТЕЊЕ НА СЕМЕТО

'Ртливоста на семето зависи од повеќе **фактори** кои можат да се поделат на:

- **физички (температура, светлина, скарификација);**
- **хемиски (вода, кислород) и**
- **биолошки фактори (период на мирување на семето).**

За нормално одвивање на биохемиските процеси во семето, за време на 'ртењето, неопходно е тие да се одвиваат на одредена температура.

**Температурата** може да ја забави или да ја забрза 'ртливоста на семето.

Забрзувањето, или намалувањето на 'ртливоста негативно влијае на младото растение. Затоа е потребно да се обезбеди оптимална температура, која за различни видови семиња е различна. Кај некои видови семето може да 'рти на многу ниски температури (0 °C), а кај некои на многу високи температури (40 °C).

Температурата потребна за 'ртење на семето може да биде:

- **минимална;**
- **оптимална и**
- **максимална.**

Под минималната температура семето престанува да 'рти, бидејќи се нарушува структурата на клеточната мембрана и доаѓа до разградување на белковините.

Над максималната температура, исто така, семето не може да 'рти бидејќи доаѓа до коагулација на белковините.

'Ртливоста најнормално се одвива ако семето се наоѓа во средина со оптимална температура, затоа што тогаш семето континуирано ја впира водата, бабрењето се одвива нормално, активноста на хормоните и ферментите е интензивна и сл.

**Светлината** како физички фактор, активно влијае врз процесот на 'ртење на семето, особено во подоцнежните фази кога отпочнува процесот на фотосинтеза кај младиот 'ртулец. Некои семиња, за време на 'ртењето, имаат потреба од светлина, некои немаат, а некои, пак, се однесуваат индиферентно кон светлината. Според однесувањето на семињата кон светлината, за време на 'ртењето тие се делат на:

- семиња врз кои светлината дејствува стимулативно врз 'ртливоста;
- семиња кај кои светлината дејствува инхибиторно за време на 'ртењето и
- семиња кои се однесуваат индиферентно кон светлината за време на 'ртењето.

Влијанието на светлината, врз 'ртливоста на семето, е познато под името **фотобластичност**.

**Скарификација** е процес на оштетување на семената обвивка со цел да стане пропустлива за вода и гасови за време на 'ртењето. Оштетувањето на семената обвивка може да се изврши механички (со триење на семето со песок), или хемиски (со третирање на семето со разблажени раствори од некои соли со што омекнува или се разградува семената обвивка). Стимулативно влијание врз 'ртливоста имаат и ултравиолетовото, рентгенското и ласерското зрачење, ултразвукот, електричната струја и др.

**Водата** претставува важен хемиски фактор за нормално одвивање на процесите на 'ртење. Со отпочнување на процесот на 'ртење на семето, во него навлегува водата која ги активира фитохормоните и растителните ферменти. Таа, од една страна, врши хидролиза на сложените органски материи од ендоспермот кои ги користи ембрионот за исхрана, а од друга страна, учествува во синтезата на органски материи во младото растение ('ртулецот). Влијанието на водата може да биде поволно за 'ртењето доколку е застапена во нормални количества и е во добар сооднос со другите фактори. Семињата во кои водата навлегува многу лесно 'ртат брзо, а оние во кои водата навлегува бавно 'ртат подолго.

Семето не може да 'рти без **кислород**. Кислородот е потребен заради процесите што се случуваат во семето, за време на 'ртењето, а се слични со процесите на дишење кај човекот. Семето, за време на 'ртењето користи  $O_2$  (кислород), а испушта  $CO_2$  (јаглероден диоксид) и топлина. Всушност, во текот на 'ртењето на семето доаѓа до делба на клетките и разградување и синтеза на сложени органски соединенија. За сите овие процеси е потребно огромно количество на енергија која се добива за време на дишењето на семето кога се трошат огромни количества на кислород.

**Од биолошките фактори**, од кои зависи 'ртењето на семето, значаен е онтогенетскиот развoтoк.

**Онтогенетскиот развoтoк** на семето (негова зрелост) е физиолошка состојба која има мошне големо влијание врз 'ртливоста на семето. Зелено семе и семе кое не е дозреано нема 'ртливост, или има послаба 'ртливост во споредба со физиолошки зрело семе. Физиолошки незозреано семе има послаба енергија на 'ртење има неквалитетно поникнување и се добиваат послаби приноси.

Кај некои семиња, за да можат да 'ртат, потребно е после одделување од мајчинското растение да помине извесно време т.е. да помината стадиум на мирување со што физиолошки дозреваат.

Треба да запомниш:

✓ 'Ртливоста на семето зависи од повеќе фактори и тоа физички (температура, светлина, скарификација), хемиски (вода, кислород) и биолошки фактори (период на мирување на семето).

✓ Температурата, количеството на вода и кислород потребни за 'ртење на семето може да биде минимално, оптимално и максимално.

**Одговорете на прашањата:**

1. Кои услови се потребни за семето да може да из'рти?
2. Што претставува поимот скарификација?
3. Дефинирајте го поимот онтогенетски развoтoк на растенијата!

## 5.2. АФТОТРОФНА ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА

При афототрофната исхрана, растенијата хранливите материи ги примаат преку **коренот** и преку **листот**.

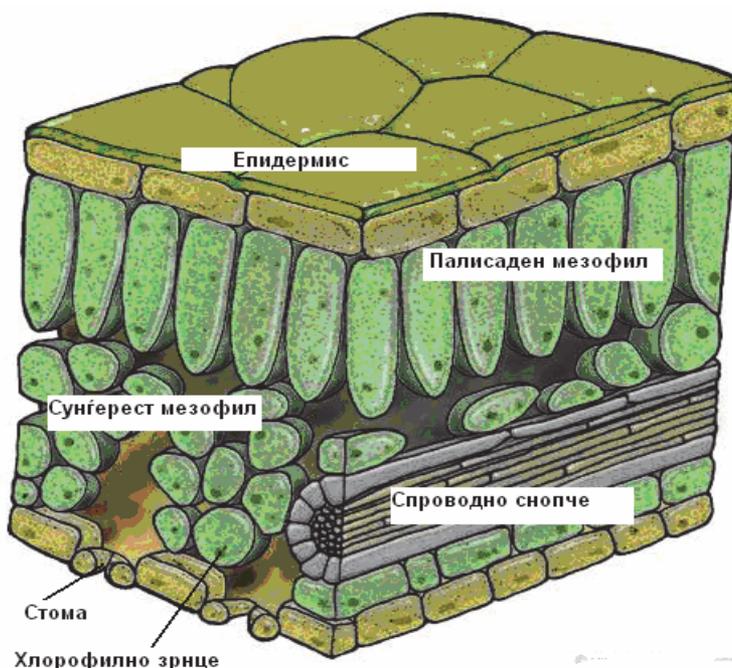
Преку кореновиот систем во растенијата навлегува водата и растворените минерални материи, а преку листот јаглерод диоксидот ( $\text{CO}_2$ ) и кислородот ( $\text{O}_2$ ) и се впива сончевата светлина важна за процесот на фотосинтеза.

### 5.2.1. АНАТОМСКА ГРАДБА НА ЛИСТОТ

Анатомската градба на листот во целост одговара на функцијата која што ја извршува, а тоа е одвивање на процесот на фотосинтеза. Тој ја апсорбира сончевата енергија и овозможува пристап на јаглеродниот диоксид до сите клетки, како и транспортирање на органските материи во другите растителни органи.

Листот е изграден од основно ткиво (паренхим), наречено **мезофил** (средина на листот), заграден од сите страни со примарен кожен систем (епидермис). Во мезофилот се сместени спроводните снопчиња, механичко ткиво, каналчињата исполнети со различни материи (етерични масла, слузести материи, вода и сл.) и др.

**Епидермисот** го покрива листот од сите страни и го чува листот од исушување, физички и механички повреди како и од навлегување на патогени микроорганизми. Епидермисот ја регулира транспирацијата и циркулацијата на воздухот. Епидермисот е изграден од еден слој клетки кои се доближени и тесно поврзани меѓу себе. На слободната страна (горната страна на листот) од епидермисот, епидермалните клетки лачат кутикула. На долниот епидермис се наоѓаат стомите.



Сл.бр.20.- Анатомска градба на лист

**Мезофилот** е составен од два морфолошки различни паренхима: **палисаден и сунѓерест**. Клетките на палисадниот паренхим се издолжени и тесни, допрени една до друга и се вертикално поставени во однос на епидермисот. Во клетките од палисадното ткиво има голем процент на хлорофилни зрнца (80% од хлорофилот се наоѓа во палисадните клетки), што значи дека палисадот е фотосинтетски активен. Сунѓерестото ткиво е составено од клетки со различна форма кои меѓу себе имаат големи интерцелулари (празнини) од каде што се добива изглед на сунѓер.

Во клетките од сунѓерестото ткиво има извесен процент на хлоропласти. Главната функција на сунѓерестото ткиво е вентилација на внатрешните клетки на листот, но исто така во нив се одвива и фотосинтезата.

**Спроводните снопчиња** навлегуваат во листот преку лисната дршка. Спроводните снопчиња се од затворен колатерален тип, освен оние на главната жила (нерв).

Јаглеродниот диоксид преку стомите навлегува во меѓуклеточните празнини во листот, а потоа се усвојува од мезофилните клетки каде што се раствора. Како раствор преку клеточниот ѕид поминува во клетката, а од таму се движи низ цитоплазмата кон хлоропластите. Во стромата од хлоропластите  $\text{CO}_2$  се сврзува во процесот на фотосинтеза.

Треба да запомниш:

- ✓ При афототрофната исхрана, растенијата хранливите материи ги примаат преку коренот и преку листот.
- ✓ Листот е изграден од основно ткиво (паренхим), наречено мезофил, заграден од сите страни со примарен кожен систем.
- ✓ Во палисадните клетки сместен е хлорофилот, па тие претставуваат фотосинтетски активни клетки.

**Одговорете на прашањата:**

1. Од каде ги прима растението хранливите материи при афототрофната исхрана?
2. Во кое ткиво се одвива процесот на фотосинтеза?
3. Каде се наоѓаат стомите од листот?

**Истражувајте:**

*Дали во листовите кои наместо зелена имаат друга боја се одвива процесот на фотосинтеза?*

## 5.2.2. ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА ПРЕКУ ЛИСТОТ

**Фотосинтезата** е процес кој се одвива во афототрофните организми и претставува синтеза на органска материја од неорганска ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) под влијание на сончевата енергија. Фотосинтезата се одвива само во растителните клетки кои содржат хлорофил. Бидејќи листовите се најбогати со хлорофил фотосинтезата примарно се одвива во листот.

Во процесот на фотосинтеза покрај тоа што се синтетизираат органски соединенија се врши и трансформација на сончевата енергија во хемиска и нејзино акумулирање во растенијата.

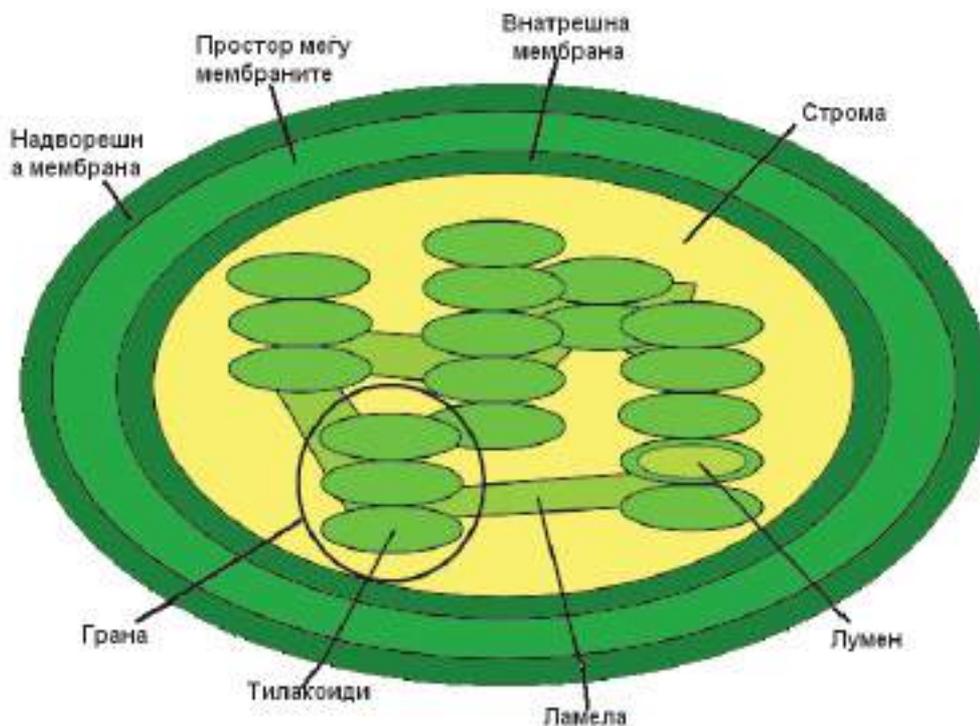
Синтезата на органските од минералните материи во листот се одвива под влијание на голем број надворешни и внатрешни фактори.

Од внатрешните фактори значајни се растителните пигменти, ферментите, витамините и фитохормоните, а од надворешните: сончевата светлина, јаглеродниот диоксид, водата и минералните материи.

### 5.2.2.1. РАСТИТЕЛНИ ПИГМЕНТИ

Пигментите се материи кои се наоѓаат во клетките и ткивата од растенијата. Растителните пигменти учествуваат во процесот на фотосинтеза и во процесите на растење и развивање на растенијата.

Растителните пигменти се сместени во пластидите (клеточни органели).



Сл.бр.24-Граѓба на хлоропласт

Во хлоропластите сместен е хлорофилот и голем број на ферменти, витамини и нивни деривати кои учествуваат во процесот на фотосинтеза.

Хлоропластите слично како митохондриите имаат способност да синтетизираат белковини. Во една клетка може да има од 20 до 100 хлоропласти. Хлоропластите се составени од белковини, масти, јаглехидрати и пигменти. Тие имаат способност да се движат во цитоплазмата, но најчесто се наоѓаат околу јадрото или, пак, околу клеточниот ѕид.

Хлоропластите имаат елипсовидна форма. Обвиткани се со двослојна мембрана. Внатрешноста од хлоропластот е исполнета со грануларна течност која се нарекува **stroma**. Во стромата се наоѓа систем од мембрани кои се распоредени паралелно со оската на хлоропластот. Соседните мембрани се споени на краевите, образувајќи ги **тилакоидите** и **ламелите**. На површината од ламелата има задебелување во форма на зрнце, составено од повеќе тилакоиди. Зрнцето се нарекува **грana**.

Пигментите се обоени органски материи кои селективно апсорбираат сончева светлина, и можат да се раствораат во вода или во органски растворувачи.

Во пигменти кои се растворливи во органски растворувачи како ацетон, алкохол, бензин, хлороформ и сл. спаѓаат хлорофилот и каротиноидите, а во пигментите растворливи во вода спаѓаат флавононите и антоцијаните.

## ● Хлорофил

Хлорофилот е зелен пигмент кој се наоѓа во растенијата, а најмногу го има во листот. Без хлорофил не може да се одвива процесот на фотосинтеза. Хлорофилот се образува во хлоропластите кои личат на зрнце од сочиво и се наречени хлорофилни зрнца. Хлорофилните зрнца секогаш се наоѓаат во живите ткива до кои допира сончева светлина. Во хлоропластите се изведува примарната синтеза на јаглехидратите од  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  во присуство на светлина (фотосинтеза).

Хлорофилот кај растенијата се наоѓа во тилакоидите кои претставуваат основни единици на хлоропластите.

Образувањето на хлорофилот се врши во присуство на светлина. Во отсуство на светлина растителните органи стануваат жолтеникави (етиолирани).

Постојат повеќе видови на хлорофил, но за растенијата најзначајни се хлорофилот А и хлорофилот Б.

**Хлорофилот А** има емпириска формула  $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$  има сивозелена боја и претставува естер на двобазната киселина хлорофилин А со алкохолите фитол и метил алкохол.

**Хлорофил Б** има емпириска формула  $\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$  има жолтозелена боја и претставува естер на двобазната киселина хлорофилин Б со фитолот и метил алкохолот.

Хлорофилот во растенијата ја има истата улога како хемоглобинот во крвта од човекот и животните (процеси на дишење).

Хлорофилот А и хлорофилот Б, во листовите на растенијата се наоѓаат во меѓусебна врска. Каков ќе биде односот помеѓу хлорофилот А и хлорофилот Б зависи од интензитетот на сончевата радијација, староста на растението, видот на растението, условите за исхрана и други фактори.

Освен сончева светлина за синтеза на хлорофилот потребно е и одредено количество на топлина, вода, кислород и минерални материи. Оптималната температура за синтеза на хлорофилот се движи околу 25 °С. Ако нема доволно количество на вода синтезата на хлорофилот во растенијата престанува. Исто така доколку нема доволно количество на кислород синтезата на хлорофилот е намалена. Од минералните материи за синтезата на хлорофилот најнеопходни се железото, како катализатор во синтезата на хлорофилот со азотот и магнезиумот, како составни елементи на хлорофилот.

При синтезата на органските материи хлорофилот игра важна и незаменлива улога во два процеса:

- **фотосинтетичко фосфолирање**, претставува сврзување на сончевата енергија и нејзино претворање во хемиска, односно создавање на органски материи и

- **фотолиза**, разлагање на водата на  $H^+$  и  $OH^-$  јони.

### ● Каротиноиди

Каротиноидите се пигменти кои се наоѓаат во тилакоидите на хлоропластите и имаат многу важна улога во процесот на фотосинтезата. Тие заедно со хлорофилите се врзани за исти протеини при што прават хлорофилно-протеински комплекс. Хлорофилите ги апсорбираат зраците од црвениот и синиот дел на спектарот на видливата светлина, а каротиноидите имаат максимална апсорпција во синиот дел од спектарот.

Каротиноидите имаат повеќе функции меѓу кои позначајни се:

- **заштитата на хлорофилот од фотодинамичка деструкција;**
- **апсорпција и транспорт на светлосната енергија до хлорофилот.**

Каротиноидите спаѓаат во групата на изопреноидни соединенија. Каротиноидите содржат околу 40 јаглеродни атоми.

Постојат над 600 познати каротиноиди кои се поделени во две класи:

- **каротини и**
- **ксантофили.**

Каротините се поделени на  $\alpha$ ,  $\beta$ , и  $\gamma$  каротини. Каротините по хемиски состав претставуваат јаглеводороди ( $C_{40}H_{56}$ ). За прв пат биле добиени од коренот на морковот, од каде што го добиле и името.

Ксантофилите претставуваат оксидирана форма на каротините. Ксантофилите освен јагледорот и водородот содржат и кислород. Попознати ксантофили се ликопинот, лутеинот, зеаксантинонот, виалаксантинонот и други.

Се претпоставува дека каротиноидите во процесот на фотосинтеза учествуваат на тој начин што ја пренесуваат светлосната енергија на хлорофилот. Исто така тие учествуваат во синтезата на хлорофилот и го штитат од разрушување од сончевите зраци со голем интензитет.

## ● Флавони и антоцијани

**Флавоните и флавонолите** се застапени кај растенијата од тропските и од планинските предели. Ги има во листовите, цветовите и плодовите на растенијата. Нивната улога се состои во апсорпцијата на ултравиолетовите зраци од сончевиот спектар, со што го штитат хлорофилот од штетното влијание на овие зраци.

Најпознат флавор е **рутинот** кој претставува гликозид.

**Антоцијаните** се пигменти растворливи во вода. Познати се околу 550 различни видови на антоцијани. Тие се застапени во листовите, цветовите и плодовите. Според рН вредноста антоцијаните можат да имаат црвена до сина боја.

Антоцијаните се однесуваат како амфотерни соединенија, односно се однесуваат и како киселини и како бази. Во кисела средина даваат црвена боја, а во базична средина даваат сина боја.

Во растенијата антоцијаните имаат оксидациски својства, односно имаат важна улога во процесот на дишење. Антоцијаните, светлосната енергија ја претвараат во топлотна.

Антоцијаните ја зголемуваат отпорноста на растенијата спрема сушата и мразевите.

Бојата на плодовите од вишни, цреши, тринки, сливи, цвекло и сл. доаѓа од антоцијаните.

Треба да запомниш:

✓ Фотосинтезата е процес во кој се произведува органска материја од  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и сончева енергија, а се одвива само во растителните клетки кои содржат хлорофил.

✓ Хлорофилот е зелен пигмент кој се наоѓа во растенијата и најмногу го има во листот.

✓ Каротиноидите се пигменти кои се наоѓаат во тилакоидите на хлоропластите и имаат жолтеникава, црвеникава и портокалова боја. Каротиноидите го заштитуваат хлорофилот од фотодинамичка деструкција и вршат апсорпција и транспорт на светлосната енергија до хлорофилот.

✓ Антоцијаните се пигменти растворливи во вода кои вршат апсорпцијата на ултравиолетовите зраци од сончевиот спектар и го штитат хлорофилот.

**Одговорете на прашањата:**

1. Дефинирајте го процесот на фотосинтеза?
2. Набројте ги видовите растителните пигменти?
3. Каде се сместен пигментите во растенијата?
4. Кои видови на хлорофил познаваш?
5. Што претставува Хлорофилот А?
6. На кој хлорофил припаѓа следнава формула  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ ?
7. Кои пигменти спаѓаат во групата каротиноиди?

### 5.2.2.2. ФИЗИОЛОШКИ АКТИВНИ МАТЕРИИ

Во физиолошки активни материи спаѓаат витамините, ферментите и фитохормоните.

#### ● **Витамини**

Витамините за првпат се откриени од полскиот научник Казимир Фанк (Kazimir Funk) во 1911 година. Тие имаат големо значење за растенијата и претставуваат комплексни органски соединенија со различен хемиски состав.

Витамините можат да се сретнат како киселини, алкохоли, азотни хетероциклични соединенија, производи на феноли и други. Витамините иако се застапени во многу мали количини сепак се неопходни за растењето, за нормалното функционирање на клетките и ткивата, но и за одржување на здравјето.

Растенијата како и некои микроорганизми се способни сами да ги синтетизираат витамините, додека животните и човекот мораат да ги внесуваат преку храната.

Во исхраната, кај животните и кај човекот, витамините се среќаваат во две основни форми:

- **активна (дејствуваат веднаш во организмот) и**
- **неактивна (за да дејствуваат, треба да се активираат).**

Витамините во неактивна форма се означуваат како провитамини.

Сите витамини кои се растворливи во вода (освен витаминот С), влегуваат во структурата на одредени ферменти како коферменти.

Доколку има недостиг на определен витамин во организмот, таквата состојба се нарекува **авитаминоза**.

Витамините се обележуваат со големите букви од абecedата: А, В, С, D и други. Кога еден витамин е комплексен се додава и бројче покрај буквата (на пр. В<sub>12</sub>). Витаините освен со големите букви имаат и соодветно име според нивната улога во организмот и хемиската структура.

Синтезата на витамините, во текот на вегетацијата, се менува. Најбогати со витамини се младите растенија и ткива.

Витамините во однос на растворливоста се делат на:

- **витамини растворливи во масти (липосолубилни);**
- **витамини растворливи во вода (хидросолубилни).**

Во витамини растворливи во масла спаѓаат витамините А, D, Е, К и F, а во витамини растворливи во вода спаѓаат витамините од В комплексот, витаминот С, витаминот Н и други.

**Витамин А (ретинол):** Тоа се производи на каротиноидите. Постојат два вида на витамин А:

- **витамин А<sub>1</sub> и**
- **витамин А<sub>2</sub>.**

Се сретнува во зелените делови на растенијата, но и во плодовите од разни градинарски и овошни култури. Најмногу го има во луцерката, спанаќот, црвените пиперки и морковите. Има големо значење за човекот и за животните, бидејќи при недостаток на овој витамин се јавува болеста **кокошкино слепило**.

Бруто формулата за витамини од групата **A** е:  $C_{20}H_{30}O$ .

**Витамин D:** Недостиг од овој витамин во исхраната кај човекот и животните предизвикува болест наречена **рахитис**.

Постојат шест видови на витамин D. Витаминот D го има само кај животните, додека кај растенијата не е пронајден. Кај растенијата се наоѓаат форми на провитамин D во облик на фитостероли, кои под влијание на сончевата светлина кај животните се претвораат во витамин D.

**Витамин E (токоферол):** Во оваа група спаѓаат 8 слични хемиски соединенија. Овој витамин е многу застапен кај растенијата. Најмногу го има во 'ртулците од житните култури, сончогледот, но и во зелените делови на растенијата.

Витаминот E има антиоксидантска способност. Недостаток на овој витамин кај човекот и кај животните предизвикува **стерилност**.

**Витамин K (филохинон):** Овој витамин е од групата K (антихеморагичен фактор).

Најмногу го има во зелените делови на растенијата, а најбогати растенија со овој витамин се морковите, зелката, тиквите, спанаќот, копривата, луцерката, и други. Кај човекот овој витамин ја помага **коагулацијата на крвта**.

**Витамин F (есенцијални масни киселини):** Есенцијалните масни киселини претставуваат незаситени масни киселини. Застапени се само кај растенијата и тоа во растителните масла од лен, сончоглед, соја и кикиритки. Есенцијалните масни киселини се неопходни за одржување на функцијата на цитоплазматската мембрана, а учествуваат и во метаболизмот и транспортот на мастите.

**Витамин B<sub>1</sub> (анеурин/тиамин):** Овој витамин најмногу го има во квасецот, оревите, костените, крушите, лимоните, праските, но и во зелените делови на растенијата. Учествува во регулирање на метаболизмот на јаглехидратите кај човекот, растенијата, животните и микроорганизмите. Недостатокот на овој витамин доведува до појава на болеста **бери-бери**.

**Витамин B<sub>2</sub> (лактофлавин/рибофлавин):** Овој витамин го има како кај животните така и кај растенијата. Витаминот B<sub>2</sub> е значаен, бидејќи во форма на коензим влегува во состав на оксидоредуктазите и учествува во оксидацијата на разни киселини.

Најмногу го има во зелените делови на растенијата, 'ртулците и во сеното од луцерка. Во големи количества го има и во кајсиите, крушите, праските, морковот, спанаќот, компирот и.т.н.

Недостиг од овој витамин предизвикува нарушување на апетитот, намалување на тежината и слабост.

**Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин):** Се јавува како кофермент кај многу ферменти (декарбоксилази, дезаминази и трансaminaзи). Најмногу го има кај квасецот, пченицата, пченката и кај легуминозните култури. Недостатокот на овој витамин предизвикува анемија, епилепсија и други болести кај човекот.

**Витамин В<sub>12</sub> :** Овој витамин е многу ефикасен во лекување на различни форми на анемија. Овој витамин не го синтетизираат растенијата, животните и човекот, туку го синтетизираат микроорганизмите.

**Витамин Н (биотин):** Биотинот влегува во составот на декарбоксилазата, и е неопходен за синтеза на масни киселини. Најмногу го има во кикиритките, спанакот, оревите и други култури.

**Витамин С (аскорбинска киселина):** Аскорбинската киселина е силно редуцијоно средство. Го синтетизираат сите растенија. Најмногу го има во листовите и во плодовите. Од растенијата најмногу го има во пиперката, црната рибизла, лимонот, јагодите и други. Вистинската биохемиска функција на овој витамин сè уште не е доволно позната. Кај човекот и животните, при недостаток на овој витамин се јавува болеста **скорбут**. Овој витамин има и бактерицидно дејство, а може да се користи и како конзерванс.

**Витамин РР (амид на никотинска киселина):** Има важна улога во оксидационите процеси во организмот, бидејќи влегува во составот на дехидрогеназите како кофермент. Како амидот така и самата никотинска киселина имаат витаминско дејство. Најмногу го има во квасецот, житните култури, кикиритките и гравот. Недостатокот на овој витамин допринесува до појава на болеста **пелагра**.

**Пантотенска киселина:** Овој витамин игра значајна улога во синтезата на сите масни киселини, хлорофилот, каротиноидите и други соединенија, бидејќи влегува во составот на коферментот А. Најмногу го има во квасецот, кикиритките, житарките и кај некои градинарски култури.

**Фолна киселина:** Овој витамин е неопходен за синтеза на пиримидинските и пуринските бази, но и за синтеза на нуклеотиди. Најмногу го има во квасецот, печурките (габите) и зелениот зеленчук.

### ● Ферменти (ензими)

Ферментите во живите организми имаат улога на биолошки катализатори т.е. ги забрзуваат биолошките процеси во организмот, без да се промени нивниот состав и количество при тие процеси. Ги има во сите органели во клетката.

Ферментите по хемискиот состав претставуваат прости или сложени протеини.

Ферментите составени од сложени протеини, се изградени од протеинска компонента (**апофермент**) и непротеинска компонента (**кофермент или простетична група**), при тоа образувајќи **холофермент**.

Ферментите кои се прости протеини, се изградени само од протеини (прости белковини).



Сл.бр.25.- Биокатализа

Реакцијата во која учествува одреден фермент се нарекува биокатализа. Во текот на биокатализата, апоферментот одбира соединение кое претставува супстрат, а коферментот го презема одвивањето на одредната хемиска промена.

При интеракција помеѓу ферментот и супстратот се формира комплекс фермент-супстрат, кој е постојан само кратко време и во него се одвиваат многу реакции. По завршената реакција настанува регенерација на ферментот.

Ферментите се специфични за супстратот и за него се поврзуваат преку одделни места, т.н. активни центри.

Поврзувањето се одвива преку принципот клуч-брава, со што се формира привремен комплекс фермент-супстрат. Брзината на ферментациската активност зависи од температурата, рН и количинскиот однос на ферментот и супстратот.

Според видот на реакцијата ферментите се поделени во 6 групи.

Во самите групи постојат повеќе подгрупи:

**1. Оксидоредуктази-ферменти** кои учествуваат во оксидоредуктивните процеси во пренесувањето на електроните. Се делат на оксидази (го активираат кислородот) и на редукази (го активираат водородот). Претставници на оваа подгрупа се: цитохромите, пероксидазата, фенолоксидазата, уриказата, и разните дехидрогенази

**2. Трансферази-ферменти** кои вршат активирање и пренесување на одделни хемиски групи или нивни радикали. Во оваа подгрупа спаѓаат: фосфоферазите (трансфосфатазите), аминокферазите (трансаминазите), метилферазите (трансметилазите), ацилферазите (трансацилазите).

**3. Хидролази-ферменти** кои учествуваат во процесите на разлагање, но и синтеза на сложените органски соединенија во присуство на вода. Во оваа подгрупа спаѓаат: естерази, карбоксидази, амидази и протеази.

**4. Лиази-ферменти** кои вршат синтеза или разградување на органски материи без додавање или отцепување на вода, односно учествуваат во раскинувањето на врските помеѓу C-атомите кај органските соединенија со што се овозможува нивна оксидација. Во оваа подгрупа спаѓаат: алдолазата, карбоксилазата, декарбоксилазата, енолазата и цис-аконитазата.

**5. Изомеразии-ферменти** кои учествуваат во пренесување на една активна група од едно место на друго место во структурата, со што настанува реакција на претварање на соединенијата. Во оваа подгрупа спаѓаат: хексо-фосфоизомеразата и триозо-фосфоизомеразата.

**6. Лигази (синтетазии)-ферменти** кои учествуваат во реакциите за синтеза на органски соединенија, користејќи енергија од АТФ системот. Во оваа подгрупа спаѓаат: аминок-ацил синтетазите и ацил-синтетазите.

Врз влијанието на ферментите дејствуваат одредени супстанции кои се наречени **активатори** и **инхибитори**.

**Активаторите** се супстанции кои ја иницираат активноста на ферментот и се делат на специфични и неспецифични.

**Инхибиторите** се супстанции кои го инхибираат дејството на ферментите, и тие се делат на специфични и неспецифични.

## ● **Фитохормони**

**Хормоните** се органски соединенија кои учествуваат во регулирање на метаболизмот, контролата на растењето и развивањето на растенијата, цветањето, плодносењето и друго.

Растителните хормони уште се наречени и **фитохормони**.

Растителните хормони главно се поделени во пет класи:

- **апсцисинска киселина;**
- **ауксини;**
- **citoкинини;**
- **гиберелини и**
- **етилен (етен).**

**Апсцисинска киселина:** Апсцисинската киселина е растителен хормон кој по хемиска структура претставува **сесквитерпеноид**. Синтезата на апсцисинската киселина најмногу се одвива во хлоропластите, но и во другите плазмотида. Апсцисинската киселина е неопходно да ја има во ниски концентрации за нормално растење и диференцирање на растителните ткива.

Зголемена концентрација на апсцисинска киселина доведува до затворање на стомите, стареење и паѓање на листовите, но и зголемена толеранција кон физиолошка суша.

**Ауксини:** Првите откриени растителни хормони се ауксините. Името го добиле од грчкиот збор αυχεῖν, што во превод значи расте.

Во составот на ауксините влегуваат еден цикличен незаситен прстен и една органска киселина, која е верижно поврзана со прстенот. Ауксините играат огромна улога во процесот на 'ртење на семето. Во семето ги има слободни и врзани. При 'ртењето на семето се зголемува концентрацијата на слободните ауксини. Од слободните ауксини најпознат претставник е индолоцетната киселина. Со про'ртувањето на 'ртулецот, ауксините се распоредуваат во коренот, стеблото и во листовите. Ауксините во голема концентрација се токсични за растенијата.

**Цитокинини:** Цитокинините имаат огромна улога во цитокинезата (клеточната делба) и во целокупното растење на клетката.

По хемиски состав се слични со аденинот, односно претставуваат негови деривати. Ги има во мали концентрации во сите растителни ткива. Во однос на клетките кои ги лачат цитокинините можат да имаат автокрино дејство (дејствуваат само на тие клтки) и паракрино дејство (дејствуваат на соседните и подалечните клетки).

Тие учествуваат во клеточната делба, развојот и формирањето на пупките и фиданките, ширењето на листовите и друго. Како најпознат цитокинин е **зеаксантино** кој е изолиран од пченката.

**Гиберелини:** Овој хормон за прв пат бил изолиран од габа *Gibberella fujikuroi*. Познати се 136 гиберелини. Имаат улога во растењето на растенијата, ја стимулираат делбата на клетките. Гиберелините делуваат и врз цветањето, плодносењето, опрашувањето на цветовите, стимулирање на цветањето, прекинување на мирувањето на семето и друго.

Гиберелините имаат влијание на низа физиолошки процеси во растенијата. Постојат соединенија кои ја блокираат работата на гиберелините наречени ретарданти.

**Етен C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (Етилен):** Хемиско соединение кое спаѓа во групата на алкени. Етенот е гас без боја, мирис и вкус, слабо растворлив во вода. Етенот е лесно запаллив и во контакт со воздухот создава експлозивна смеса. Етенот претставува еден од основните растителни хормони. Учествува во регулацијата на физиолошките процеси во растенијата.

Етенот е единствен хормон во гасовита состојба. Концентрацијата на етенот во растителните ткива зависи од стадиумот на развојот на растението. При складирањето, зрелите плодови ослободуваат етен кој влијае врз зреењето на недоволно созреаните плодови.

Етенот во растенијата се создава при разградување на аминокиселината метионин. Етенот дејствува на зреењето на плодовите и го спречува издолжувањето на клетките на коренот и на стеблото.

**За дома:**

*Истражувајте за влијанието на растителните физиолошки активните материји врз човечкиот организам и направете семинарски труд!*

Треба да запомниш:

✓ Витамините се неопходни за растењето, за нормалното функционирање на клетките и ткивата, и за одржување на здравјето.

✓ Витамините се делат на витамини растворливи во масти (липосолубилни) А, D, Е, К и F и витамини растворливи во вода (хидросолубилни) В комплекс, С, Н и други.

✓ Ферментите се биолошки катализатори т.е. ги забрзуваат биолошките процеси во организмот, без да се промени нивниот состав и количество при тие процеси.

✓ Постојат повеќе групи на ферменти како оксидоредуктази, трансферази, хидролази, лиази, лигази, изомерази.

✓ Активаторите се супстанции кои ја иницираат активноста на ферментот, а инхибиторите се супстанции кои го инхибираат дејството на ферментите.

✓ Фитохормоните се органски соединенија кои учествуваат во регулирање на метаболизмот, контролата на растењето и развивањето на растенијата, цветањето, плодносењето и друго.

**Одговорете на прашањата:**

1. Како се нарекуваат витамините во неактивна форма?
2. Од што се составени сложените ферменти?
3. Кои фитохормони влијаат врз делбата на клетките?

### 5.2.3. ФОТОСИНТЕЗА

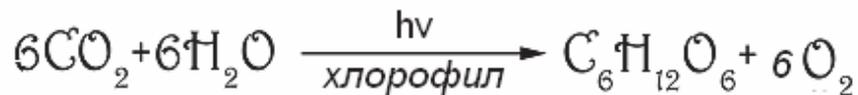
Фотосинтезата претставува сложен повеќефазен оксидо-редукциски процес кој се одвива во хлоропластите. Во овој процес настанува редукција на  $\text{CO}_2$  до јаглехидрати и оксидација на водата до  $\text{O}_2$ , односно при фотосинтезата од  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  се добиваат органски соединенија, а се ослободува кислород.

Фотосинтезата се одвива во два фотосистеми, односно:

- **фотосистем I**, кој е составен од 200 молекули на хлорофил А, 50 молекули од каротиноиди и еден молекул на хлорофил А кој има максимална апсорпција на сончева енергија од 700 nm.

- **фотосистем II**, кој е составен од 200 молекули на хлорофил А, 200 молекули од хлорофил Б, и еден молекул на хлорофил А кој има максимална апсорпција на сончева енергија од 680 nm.

Сумарната равенка за фотосинтезата е:



За правилно одвивање на процесот на фотосинтеза, покрај хлорофил потребно е присуство и на светлина. Енергијата на сончевата светлина, во вид на фотони, обезбедува изведување на фотохемиски реакции.

Суштината на фотосинтезата се состои во следново:

- **преобразување на светлосната енергија во хемиска (во макроенергетски соединенија);**

- **асимилација на  $\text{CO}_2$  до јаглероди и други интермедијарни соединенија.**

Фотосинтезата, се одвива во две фази:

- **светла и**

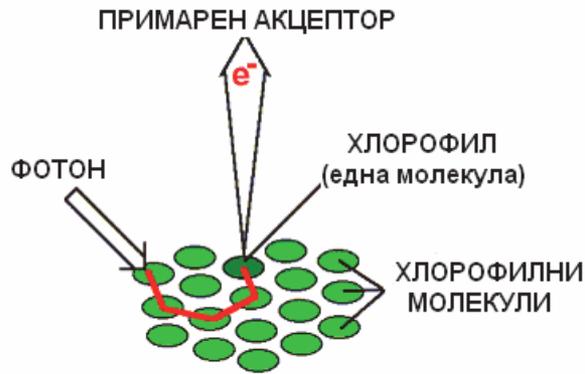
- **темна фаза.**

**Светлата фаза** на фотосинтезата се состои од две етапи, фотофизичка и фотохемиска.

Во фотофизичката етапа се врши апсорпција на светлината, со што доаѓа до возбудување на хлорофилот, па тој станува способен да испушта електрони, кои потоа преминуваат на соединенија кои се вклучуваат во биохемиските реакции.

Транспортот на електрони може да биде цикличен (се одвива во фотосистем I) и ацикличен (се одвива во фотосистем II).

Електронот се вклучува во синџирот за транспорт и се движи циклично со помош на одредени соединенија кои го прифаќаат (акцептираат), за повторно да се врати до почетниот хлорофил.



Сл.бр.26.-Возбудување на хлорофилот

Ацикличниот транспорт на електрони се одвива со помош на примател (акцептор) и се предава на NADP (никотин-амид-аденин-динуклеотидфосфат) кој поминува во редуцирана форма со висок потенцијал на енергија.

Во оваа етапа водата се јавува како постојан донатор, а NADP како постојан акцептор на електрони.

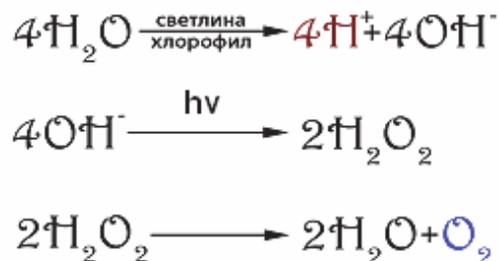
Во фотохемиската етапа енергијата на сончевата светлина, во вид на фотони, обезбедува изведување на фотохемиски реакции, при што таа се претвора во хемиска енергија.

Оваа етапа се одвива преку следниве реакции:

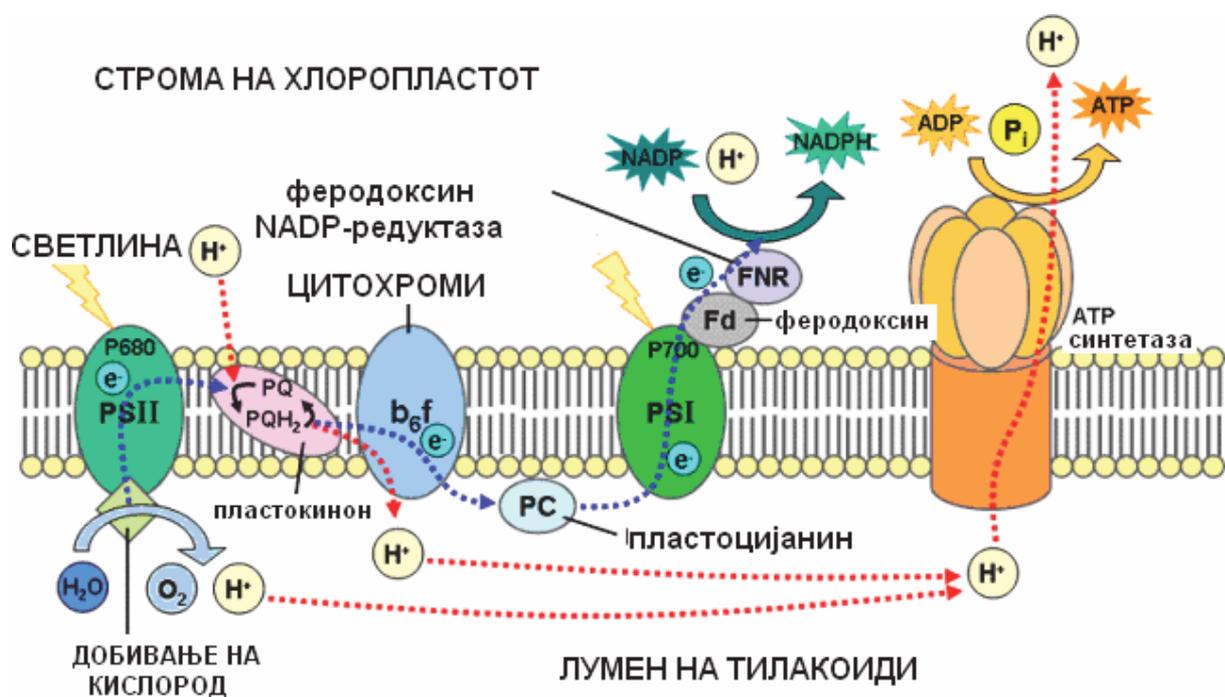
- **фотолиза на водата;**
- **ослободување на O<sub>2</sub> и**
- **вградување на сончевата енергија во аденозин три фосфат (АТР).**

**Фотолизата** се одвива во хлоропластите каде што водата со помош на сончевата светлина се разложува на **H<sup>+</sup>** и **ОН<sup>-</sup>** јони.

ОН<sup>-</sup> јоните реагираат меѓу себе и градат водороден пероксид кој не е стабилен и се распаѓа на вода и кислород, односно:



Водородните јони служат за редукција на CO<sub>2</sub> при синтезата на органската материја (темна фаза).



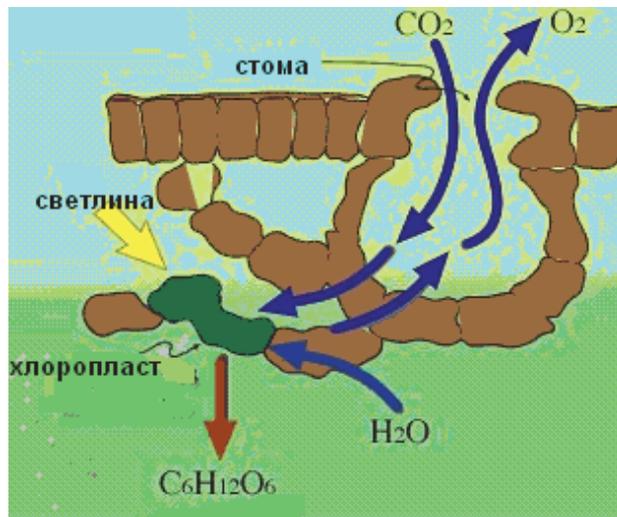
Сл.бр.27.-Светла фаза на фотосинтеза

**Фотосинтетско фосфолирање** всушност претставува претворање на примената сончева енергија во хемиска и нејзино акумулирање во макроенергетски соединенија, односно синтеза на ATP, ADP и неоргански фосфорни соединенија. Фосфолирање може да биде циклично (кога како единствен производ се јавува ATP) и ациклично (возбудениот електрон од хлорофилот го прима NADP како акцептор, но прима и H<sup>+</sup> и поминува во редуцирана форма NADPH<sub>2</sub>, при што се ослободува кислород, како спореден производ при искористувањето на водата како донатор на електрони.

Енергијата вградена во макроенергетските соединенија со фотосинтетското фосфолирање се користи во темната фаза од фотосинтезата.

**Темната фаза** на фотосинтезата не е врзана со присуство на сончева светлина. Во оваа фаза се врши фиксација и асимилација на CO<sub>2</sub> и негова преобразба во органски соединенија. Прво стабилно соединение кое се јавува после апсорпцијата на CO<sub>2</sub> во процесот на фотосинтеза е фосфоглицеринската киселина. Фосфоглицеринската киселина со голем број на реакции (карбоксилирање, редукција, регенерација и сл.) со искористување на акумулираната енергија од ATP поминува во шеќер. Овој процес на преминување на фосфоглицеринската киселина во шеќер се нарекува Келвинов циклус.

Може да се каже дека фотосинтезата во првата фаза (светлосна) се одвива во фотосинтетските клетки, односно фотолизата и фотосинтетската фосфорилација се одвиваат во граната, додека втората фаза (темната)-фиксација на CO<sub>2</sub> и биохемиската преработка на CO<sub>2</sub> во скроб се изведува во стромата на хлоропластите под влијание на ATP.



Сл.бр.28.-Фотосинтеза

За да се одвива нормално процесот на фотосинтеза потребно е да бидат задоволени одредени надворешни и внатрешни фактори.

Од надворешните фактори за фотосинтезата значајни се:

- **светлината**, се јавува како главен фактор од кој зависи фотосинтезата. Интензитетот, аголот под кој паѓаат сончевите зраци и сл. можат да ја намалат или да ја зголемат фотосинтезата;

- **температурата**, се јавува како фактор за одвивање на фотосинтезата во границите што се потребни за нормално функционирање на активноста на протоплазмата од клетките (0-35 °C). Со зголемување на температурата, расте интензитетот на фотосинтезата, но на температура поголема од 40 °C наплно престанува;

- **јаглерод диоксидот (CO<sub>2</sub>)**, е фактор кој може да има лимитирачко дејство врз процесот на фотосинтеза, поради тоа што неговата концентрација се наоѓа во помали количества.

Треба да запомниш:

- ✓ Асимилацијата на CO<sub>2</sub> во присуство на светлосна енергија се означува како фотосинтеза.
- ✓ Целокупниот механизам на синтеза, на процесот на фотосинтеза, се одвива во хлоропластите.
- ✓ Фотосинтезата, се одвива во две фази светлосна (фотофизичка) и темна (термофизичка) фаза.
- ✓ Во светлосната фаза се одвиваат процесите фотолиза на водата, ослободување на CO<sub>2</sub> и вградување на сончевата енергија во аденозин три фосфат (ATP).
- ✓ Во темната фаза се врши фиксација и асимилација на CO<sub>2</sub> и негова преобразба во органски соединенија.

#### **ВЕЖБА бр.4: ДОКАЖУВАЊЕ НА ПРОЦЕСОТ НА ФОТОСИНТЕЗА**

**Цел на вежбата:** да се сфати важноста на сончевата светлина во процесот на фотосинтеза.

**Потребен материјал:** затемнети растенија од *Pelargonium zonale* (сардела).

**Постапка:** 2-3 дена пред вежбата се завиткуваат цели растенија во станиол, при што во растенијата не се одвива процесот на фотосинтеза. Од растението се отстранува станиолот и со него се завиткуваат неколку листови. Растението се остава неколку часа на интензивна светлина. Се отстранува станиолот од листовите.

**Активност:** набљудувајте што се случува со листовите кои не биле изложени на сончевата светлина. Дали во нив се одвивал процесот на фотосинтеза?

#### **Одговорете на прашањата:**

1. Објаснете го накратко процесот на фотосинтеза!
2. Напишете ја сумарната равенка за фотосинтезата!
3. Во која фаза од процесот на фотосинтеза се одвива процесот фотолиза?
4. Што претставува фотосинтетското фосфолирање?
5. Опишете ја темната фаза од процесот на фотосинтеза!

#### 5.2.4. ДИШЕЊЕ НА РАСТЕНИЈАТА

Клетката за да се одржи во живот, потребно е непрекинато да се снабдува со енергија.

Клетките во своето тело синтетизираат органски соединенија благодарение на сончевата енергија, водата и минералните материји.

Вака синтетизираните соединенија се богати со енергија која клетките ја користат за извршување на своите животни функции.

Синтетизирањето на органските соединенија, како и нивното претворање во енергија од една во друга форма, претставуваат сложени процеси, познати како **метаболитски процеси**.

Всушност, размената на материите во живите клетки се нарекува метаболизам на клетката.

Метаболизмот е составен од голем број реакции на синтеза и разградување, кои се одвиваат континуирано сè додека клетката е жива.

Сите процеси на синтеза на органски соединенија се одвиваат со користење (трошење) на одредено количество енергија. Во процесите на разградување, оваа вградена енергија се ослободува.

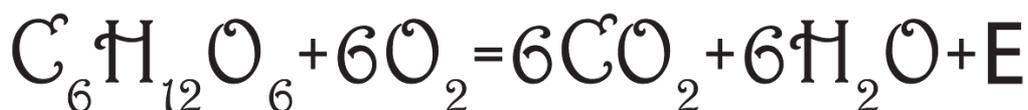
Сите процеси кои во клетката доведуваат до ослободување на хемиски сврзаната енергија, за сметка на процесите на оксидација и редукција на органските соединенија, се означуваат како **дисимилација** или **дишење**.

Дишењето всушност претставува процес во кој органските материји, најчесто јаглехидратите се разградуваат до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  ослободувајќи ја енергијата постепено.

Вака ослободената енергија се вградува во макроенергетски соединенија (носачи), од каде што ќе биде користена според потребата на клетката.

Дишењето е сложен биохемиски процес кој се одвива во присуство на кислород или без него. Од тука постојат два вида на дишење: аеробно (кислородно) и анаеробно дишење (вриење).

**Аеробното дишење** уште се нарекува и биолошка оксидација. Аеробното дишење се одвива во присуство на кислородот при што органската материја се разградува до  $\text{CO}_2$  и вода и се ослободува енергија.



Јаглехидратите се основен супстрат во процесот на дишење. Доколку материјалот за дишење претставува сложено соединение, како на пример скроб, потребно е претходно тој да се разгради до гликоза па да се вклучи во процесите на дишење.

Разградувањето на гликозата е постепено и строго регулирано со постепено ослободување на енергија. При тоа се случуваат голем број реакции кои се одвиваат во две фази, анаеробна (гликолиза) и аеробна фаза (Кребсов циклус).

**Гликолизата** се одвива во цитоплазмата во анаеробни услови без присуство на кислород. Одговорни за одвивање на гликолизата се ферментите.

Како резултат на гликолизата се добива **пирогроздова киселина**

и се ослободува мал дел на хемиска енергија (околу 5%). Ослободената енергија се складира во АТФ соединение.

Следна фаза во разградување на гликозата е аеробната фаза која се нарекува Крепсов циклус. Крепсовиот циклус името го добил по научникот кој го открил Ханс Адолф Крепс. **Крепсовиот циклус** уште е познат и како циклус на **лимонската киселина** или циклус на **трикарбоксилни киселини**.

Крепсовиот циклус представува дел од клеточното дишење, и опфаќа низа каталитички хемиски реакции. Во Крепсовиот циклус се добиваат многу соединенија кои делуваат како прекурсори (аминокиселини). Дел од реакциите што се случуваат во Крепсовиот циклус се важни и за одвивање на вриењето во клетките. Разложувањето на пирогроздовата киселина во Крепсовиот циклус треба да се сфати како процес на ослободување на енергија, во форма којашто можат клетките да ја користат.

Во процесите на дишење, освен што се добива енергија, се добиваат и други соединенија како меѓупродукти кои се вклучуваат во метаболизмот на маслата и белковините.

Треба да запомниш:

✓ Синтетизирањето на органските соединенија, како и нивното претворање во енергија од една во друга форма, претставуваат сложени процеси, познати како метаболитски процеси.

✓ Размената на материите во живите клетки се нарекува метаболизам на клетката.

✓ Процесите кои во клетката доведуваат до ослободување на хемиски сврзаната енергија, за сметка на процесите на оксидација и редукција на органските соединенија, се означуваат како дисимилација или дишење.

✓ Постојат два вида на дишење: аеробно (кислородно) и анаеробно (вриење).

**Одговорете на прашањата:**

1. Што се подразбира под поимот метаболитски процеси?
2. Која е разликата помеѓу процесите на синтеза и процесите на разградување, во однос на енергијата?
3. Какви соединенија се макроенергетски соединенија?
4. Преку равенка опишете го аеробното дишење!
5. Како се разградуваат шеќерите во процесот на дишењето?
6. Што знаете за Крепсовиот циклус во растенијата?

## 5.2.5. ТРАНСФОРМАЦИЈА НА ЈАГЛЕХИДРАТИТЕ ВО РАСТЕНИЈАТА

Првото стабилно соединенија што се формира во процесот на фотосинтеза е фосфоглицеринската киселина. Во понатамошната преобразба таа дава различни моносахариди (гликоза, фруктоза, маноза и галактоза. Овие моносахариди во растенијата се образуваат без учество на сончева светлина како резултат на темната фаза од процесот на фотосинтеза.

Од **фосфоглицеринската киселина (HOOC-CH<sub>2</sub>-O-P-H<sub>2</sub>O)** преку редукција се образува **фосфоглицерински алдехид** кој понатаму поминува во **фосфодиокси ацетон**. Овие соединенија се наречени **триозофосфати**.

Од една молекула на **фосфоглицерински алдехид** и една молекула на **фосфодиоксиацетонот**, под влијание на ферментот **алдолаза**, се образува првата хексоза - **фруктоза 1,6 дифосфат**.

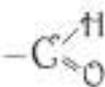
Од фруктоза 1,6 дифосфат под влијание на ферментите се образуваат простите шеќери, од кои подоцна настануваат сложените шеќери.

Треба да се напомене дека првата фаза од синтезата на шеќерите се одвива под влијание на ферментите кои се богати со енергија (аденозин дифосфат ADP и аденозин трифосфат ATP). Овие ферменти ја имаат акумулирано сончевата енергија како хемиска. Покрај нив во синтезата на шеќерите учествуваат и други ферменти како оксидази, редуктази и др.

**Моносахариди:** Моносахаридите се нарекуваат уште и прости шеќери. Составени се од една молекула, а според бројот на C - атомите се делат на:

- триози (со 3 C-атоми);
- тетрози (со 4 C-атоми);
- пентози (со 5 C-атоми) и
- хексози со (6 C-атоми).

Моносахаридите се делат на две групи:

- **алдози**, кои содржат **алдехидна група**: 
- **кетози**, кои содржат **кето група**: 

Во растенијата, најраспространети се хексозите и пентозите, а другите се појавуваат во метаболизмот на шеќерите.

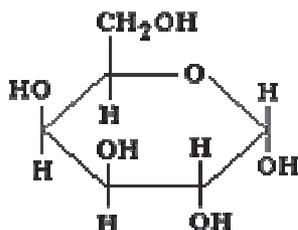
Од **хексозите** во растенијата, најзастапени се гликозата, фруктозата, галактозата и манозата. Карактеристично за овие шеќери е тоа што имаат иста емпириска формула **C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>**. Гликозата, манозата и галактозата се алдози, а фруктозата е кетоза.

**Фруктозата** се нарекува овошен шеќер. Таа прва се синтетизира, а од неа се синтетизираат другите шеќери. Фруктозата има големо биолошко значење во исхраната на растенијата.

Таа е застапена во зелените делови од растенијата, во цветовите, плодовите и во медот. Во плодовите е застапена како резервна материја, па затоа се нарекува овошен шеќер. Меѓу шеќерите има најголема сладост.

**Гликозата** се нарекува гроздов шеќер. Се образува од фруктозата. Има важна улога во метаболизмот на шеќерите и се сретнува во составот на сложените шеќери. Овој шеќер се сретнува како резервна материја во овошните плодови и грозјето, но ја има и во сите делови од растението (цветот, плодот, стеблото, листот, коренот).

Структурната формула на гликозата е:



**Галактозата и манозата** се хексози кои се среќаваат во составот на сложените шеќери.

**Од пентозите** во растенијата се застапени арабинозата, ксилозата, рибозата и рибулозата.

**Арабинозата и ксилозата** се сретнуваат во состав на слузестите и смолестите материји, кои се појавуваат на повредените места од стеблото и гранките на дрвјата како и во хемицелулозата.

**Рибозата** влегува во составот на нуклеинските киселини, кои се составен дел на цитоплазмата и јадрото од сите клетки.

**Рибулозата** е застапена во зелените делови од растенијата и има големо значење за фотосинтезата.

Слободни моносахариди нема во семето кое мирува, а нивното количество е редуцирано кај овошките и виновата лоза во зимскиот период.

При 'ртењето на семето и напролет и при потерување на вегетацијата, нивното количество се зголемува како резултат на разложувањето на сложените шеќери.

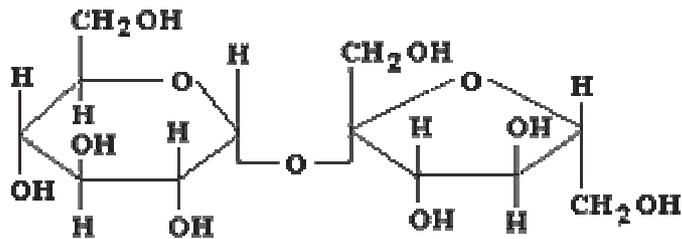
**Сложени шеќери:** Се образуваат од простите шеќери. Во зависност од бројот на молекули на моносахаридите кои се синтетизираат во сложени шеќери можат да бидат:

- **дисахариди (со 2 молекули);**
- **трисахариди (со 3 молекули) и**
- **полисахариди (со поголем број).**

**Дисахариди:** Составени се од две молекули на моносахариди. Од дисахаридите во растенијата, најзастапени и најзначајни се сахарозата, малтозата, лактозата и др. Дисахаридите имаат иста емпириска формула  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

**Сахарозата** се нарекува уште трскин шеќер, или тоа е шеќер добиен од шеќерна репка. Молекулата од сахароза составена е од гликоза и фруктоза. Во растенијата е најраширен шеќер. Сахарозата најзастапена е во листовите, стеблото, семето, плодот, клубените и сл. Најмногу ја има во шеќерната трска и репката.

Сахарозата ја има следнава структурна формула:



**Малтозата** е составена од две гликози. Се образува при метаболитските процеси (за време на 'ртењето), па затоа се користи за производство на пиво (сладов шеќер) со 'ртење на јачменот.

**Лактозата** се нарекува млечен шеќер. Составни делови на овој шеќер се гликоза и галактоза. Најмногу е застапен во млекото, но се сретнува и кај некои растенија.

**Трисахариди:** Составени се од три молекули на моносахариди. Од трисахаридите најраширен шеќер е рафинозата. **Рафинозата** C<sub>18</sub>H<sub>32</sub>O<sub>16</sub> составена е од гликоза, фруктоза и галактоза. Најмногу е застапен во шеќерната репка.

**Полисахариди:** Се делат на чисти или прави полисахариди (составени од еден шеќер) и хетерополисахариди (составени од повеќе шеќери). Во првата група спаѓаат скробот, целулозата, инулинот, манини и сл., а во втората група спаѓаат хемицелулозата, пектинските материи, смолестите и слузестите материи.

Според физиолошката улога, полисахаридите можат да се поделат на:

- градежни (целулозата, пектински материи и хемицелулозата);
- резервни (скроб, гликоген, инулин и сл.) и
- заштитни (слузестите и смолестите материи).

**Скроб:** Тоа е полисахарид со голема молекула. Составен е од амилоза и амилопектин. Емпириската формула е (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>. Кај најголем број растенија се сретнува како резервна храна. Најмногу го има во компирот, житните култури и др. Во семето е застапен како резервна материја. При 'ртењето на семето, под влијание на ферментите, се разлага до гликоза. Скробот не е растворлив во вода, има голема молекула и 'ртулецот не може да го користи како храна. Затоа, со помош на голем број ферменти се разложува до гликоза која е растворлива во вода, па младото растение може да ја користи за време на 'ртењето.

**Целулоза:** Има емпирииска формула како скробот (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>. Влегува во составот на секоја клетка. Клеточните ѕидови се изградени од целулоза. Целулозата е значајна за индустријата за хартија, за вештачка свила, за производство на алкохол и др.

**Хемицелулозата** е хетерополисахарид. Претставува придружник на целулозата. Од целулозата се разликува по тоа што хемицелулозата се раствора во базни раствори. Се сретнува во сите растенија, а најмногу во сламата, стеблата, семињата и листовите.

**Пектинските материи** се високомолекуларни хетерополисахариди застапени во овошните плодови, во клубените и стеблото од растенијата.

Пектинските материји можат да бидат растворливи во вода (пектин) и нерастворливи во вода (протопектин). Пектинските материји имаат голема улога во созревањето и преработка на различните плодови.

**Слузестите и смолестите материји** се колоидни полисахариди растворливи во вода. Најзастапени се во семињата од ржта и ленот. Смолестите материји се формираат на местото од повредените гранчиња и гранки кај овошните култури.

**Гликозидите** се сложени органски соединенија во чиј состав влегуваат и шеќерите. Тоа се безбојни кристали, со многу горчлив вкус и специфична арома. Познати гликозиди се амигдалинот, соланинот, антоцијанот и др.

### ВЕЖБА бр.5: ДОКАЖУВАЊЕ НА ЈАГЛЕХИДРАТИТЕ

**Цел на вежбата:** Моносахаридите и сложените шеќери кои имаат слободна полуацетална група во алкална средина вршат редукција на јоните од бакар, сребро, железо и сл. Реакциите се забележуваат со промена на бојата или создавање талог.

**Потребен материјал:** воден екстракт од растителен материјал, Fehling I, Fehling II, епрувети, пипети и др.

**Постапка:** Растителниот екстракт се подготвува со варење на растителниот материјал во дестилирана вода. Во една епрувета се додава растителниот екстракт, а во другата подеднакво количество на Fehling I и Fehling II и се загреваат. Се добива црвенокерамидест талог, како резултат на редуцирачките шеќери во растворот, што е доказ дека во растителниот екстракт има шеќери.

Треба да запомниш:

- ✓ Првото стабилно соединенија што се формира во процесот на фотосинтеза е фосфоглицеринската киселина.
- ✓ Од една молекула на фосфоглицерински алдехид и една молекула на фосфодиоксиацетонот, под влијание на ферментот алдолаза, се образува првата хексоза-фруктоза 1,6 дифосфат.
- ✓ Моносахаридите според бројот на C - атомите се делат на триози, тетрози, пентози и хексози.
- ✓ Моносахаридите се делат на алдози и кетози.
- ✓ Сложени шеќери се образуваат од простите шеќери.
- ✓ Сложените шеќери се делат на дисахариди, трисахариди и полисахариди.

**Одговорете на прашањата:**

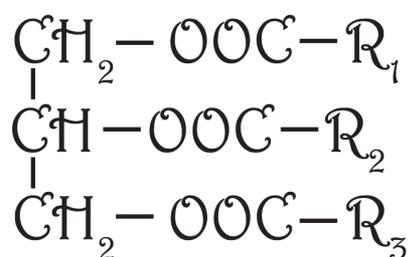
1. Кое прво стабилно соединение се синтетизира во процесот на фотосинтеза?
2. Кои ферменти во почетокот на синтезата на шеќерите се најактивни?

### 5.2.6. МЕТАБОЛИЗАМ НА МАСНИ МАТЕРИИ

Растителните масла претставуваат естри на вишите масни киселини и трихидроксилниот алкохол глицерол.

Растителните масла се јавуваат како резервни материи кои најчесто се складираат во семињата од растенијата.

Општа формула за растителните масла е:



$\text{R}_1$ ,  $\text{R}_2$  и  $\text{R}_3$  претставуваат радикали на вишите масни киселини.

Синтезата на маслата условно се одвива во три фази:

1. Синтеза на виши масни киселини
2. Синтеза на глицерол
3. Синтеза на масла

Вишите масни киселини можат да бидат:

- заситени (не содржат двојни врски) и
- ненаситени (содржат двојни врски).

Од заситените масни киселини најважни се:

- палмитската киселина со формула  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ ;
- стеарската киселина со формула  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ .

Најважни ненаситени масни киселини се:

- олеска киселина:  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$
- линолската киселина:  $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$
- линолеска киселина:  $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$

Растителните масла богати со незаситени масни киселини на собна температура се течни.

Животинските масти на собна температура се цврсти поради содржината на заситени масни киселини.



**За дома:**

Направете проект во кој ќе ги обработите растителните масла, фосфолипидите, стеридите и восоците и истиот презентирајте го пред Вашиот наставник и соученици!

Треба да запомниш:

- ✓ Растителните масла претставуваат естри на вишите масни киселини и трихидроксилен алкохол глицерол.
- ✓ Растителните масла се јавуваат како резервни материји кои најчесто се складираат во семињата од растенијата.
- ✓ Синтезата на маслата условно се одвива во три фази синтеза на виши масни киселини, синтеза на глицерол и синтеза на масла.
- ✓ Растителните масла се резервни енергетски материјали за дишењето и образувањето на јаглехидратите од кои ѝ настанале.
- ✓ Восоците, фосфолипидите и стеридите се соединенија слични на мастите.

**Одговорете на прашањата:**

1. Што претставуваат растителните масла?
2. Која е општата формула на растителните масла?
3. Како се делат вишите масни киселини?
4. Кои виши масни киселини се значајни во синтезата на растителните масла?
5. Напишете ги равенките за синтеза на виши масни киселини, глицерол и растителни масла!
6. Како се разградуваат растителните масла во процесот на дишење?

## 5.2.7. МЕТАБОЛИЗАМ НА БЕЛКОВИНТЕ ВО РАСТЕНИЈАТА

Белковините се сложени хемиски соединенија кои во својот состав содржат јаглерод (C), водород (H) и кислород (O) (исто како кај јаглехидратите и маслата), но содржат и азот (N) кој дава комплексност во составот на аминокиселините, од кои, пак, се составени белковините.

Најважната улога на белковините е регенерација и изградба на ткивата и добивање на енергија. При хидролиза на белковините, како крајни соединенија се добиваат аминокиселините. Аминокиселините се основна структурна единица која влегува во составот на белковините.

### 1. Синтеза на аминокиселини

**Аминокиселините** се синтетизираат во растенијата благодарение на процесот на фотосинтеза и усвоениот азот во нитратна ( $\text{NO}_3^-$ ) и амонијачна ( $\text{NH}_4^+$ ) форма од почвата. За да може нитратниот азот да влезе во процесите на синтеза потребно е во растението да се редуцира во амонијачна форма.

Освен јаглерод, водород, кислород и азот, во составот на белковините можат да бидат застапени и сулфурот, фосфорот и други елементи.

Аминокиселините се амфотерни соединенија, содржат карбоксилна и аминокиселинска група, поради што, овие соединенија реагираат и како киселини и како бази.



Според нивната реакција (присуството на карбоксилната и амидната-група) можат да бидат неутрални, кисели и базични.

Според структурата, аминокиселините се делат на:

- **алифатични**, обични нециклически соединенија во кои јаглеродните атоми се поврзани во низа;
- **ароматични** (циклично поврзани C-атоми) и
- **хетероциклически** (циклично поврзани C-атоми).

Биосинтезата на аминокиселините се одвива во најголем дел во хлоропластите, а со помал интензитет во митохондриите и цитоплазмата.

Најновите истражувања покажуваат дека синтезата на аминокиселините се одвива и во подземните делови од растенијата (како што се луковиците и клубените).

Со усвојување на азотот од почвата, од страна на растенијата, тој во амонијачна форма ( $\text{NH}_4^+$ ) влегува во реакција со органските киселини при што се синтетизираат аминокиселините.



Аминокиселините исто така реагираат со амонијачниот азот и се добиваат соединенија наречени **амиди**.

Аминокиселините се образуваат и со разградување на белковините. Ова е особено изразено во процесите кои се случуваат за време на 'ртењето на семето. Сложените белковини кои влегуваат во составот на семето како резервни материји, под влијание на водата и ферментите се разградуваат до аминокиселини растворливи во вода. Овие аминокиселини, 'ртулецот ги користи за исхрана во самиот почеток од 'ртењето, но ги користи и за синтеза на нови аминокиселини. Овие аминокиселини во подоцнежниот период ќе влезат во синтезата на белковини кои, пак, потоа влегуваат во градбата на клетките од новото растение.

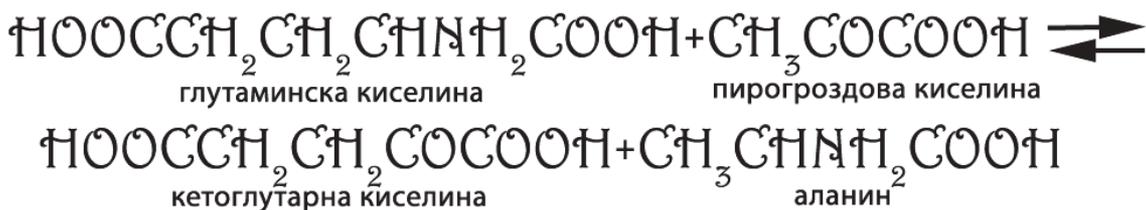
Синтезата на нови аминокиселини, од други аминокиселини, кои веќе постојат се одвива преку процесите на:

- **дезаминација;**
- **трансаминација (преаминирање) и**
- **декарбоксилација.**

**Дезаминацијата** претставува одземање на амонијакот од аминокиселините под влијание на ферментите дезаминази. При овој процес се ослободува амонијак, а се добива кето-киселина (реакцијата тече во обратна насока од онаа на добивање на аминокиселини, како на пр., добивање на аланин од пирогроздова киселина што е дадена погоре).

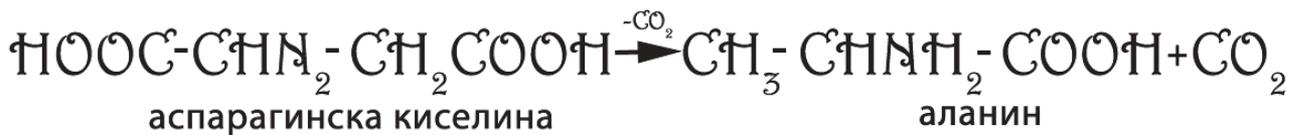
**Трансаминацијата** претставува преместување на amino групата (NH<sub>2</sub>) од amino киселина на друга органска кето киселина под влијание на ферментите трансаминази:

На пример:



**Декарбоксилирањето** на аминокиселините претставува ослободување на CO<sub>2</sub> од аминокиселината под влијание на ферментите декарбоксилази, со што се образува нова аминокиселина:

На пример:



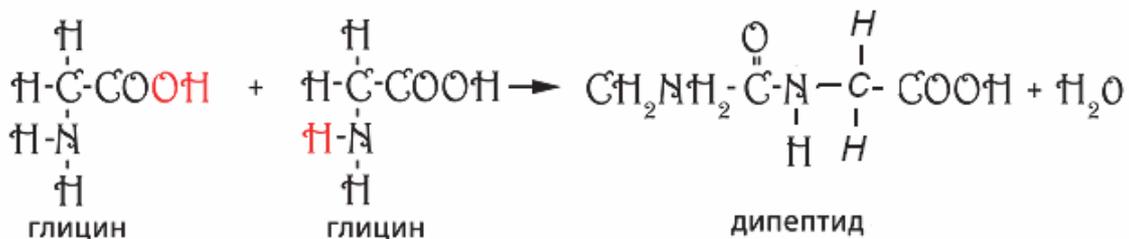
Аминокиселините во процесот на дишење се разградуваат до јаглерод диоксид, азотна киселина и вода:



## 2. Синтеза на белковини

Белковините се синтетизираат од две или повеќе аминокиселини кои реагираат меѓу себе под влијание на ферментите.

Синтезата на белковини, всушност е резултат на меѓусебната реакција на карбоксилната група од една аминокиселина со аминогрупата од друга аминокиселина при што настанува **пептидна врска**.



Со спојување на две аминокиселини се добива дипептид, на три аминокиселини - трипептид и на повеќе аминокиселини се добива полипептид.

За да се синтетизираат белковините, потребно е огромно количество на енергија. Енергијата потребна за синтеза на белковини, растенијата ја користат од макроенергетските соединенија ADP и ATP.

Белковините во растенијата можат да се синтетизираат само од аминокиселини (прости белковини), или од аминокиселини и други небелковински материји (сложени белковини).

Најзначајни **прости белковини** во растенијата се: **глутените, проламините, албумините и глобулините**. Простите белковини најчесто влегуваат во изградбата на клетките или, пак, како резервни материји во семињата од растенијата.

За животната активност, на клетките од растенијата, најголемо значење имаат **сложените белковини**.

Сложените белковини се нарекуваат и како **протеиди**.

Според небелковинската материја која влегува во составот на сложените белковини, тие се делат на:

- **липопротеиди, небелковинската материја е масло;**
- **гликопротеиди, небелковинската материја е шеќер;**
- **хромопротеиди, небелковинската материја е пигмент и**
- **нуклеопротеиди, небелковинската материја е нуклеинска киселина.**

Нуклеопротеидите најмногу ги има во јадрото (нуклеус) од клетката. Составени се од прости белковини и нуклеинска киселина.

Нуклеинските киселини се сложени соединенија во чиј состав влегуваат различни нуклеотиди.

Една нуклеинска киселина е составена од повеќе нуклеотиди (полинуклеотиди).

Во составот на нуклеинските киселини влегуваат шеќерите-пентози (рибоза и дезоксирибоза), азотна база (пуринска или пирамидинска) и фосфорна киселина.

Процесот на синтеза на протеидите е многу сложен процес кој главно се одвива во четири фази:

- во првата фаза, се **активираат аминокиселините** со цел да се добие енергија која ќе се користи за создавање на пептидните врски во белковините.

- во втората фаза, наречена иницијална фаза, се формира **иницијална аминокиселина** на која ќе се надоградува ланецот од полипептиди. После тоа отпочнува синтезата на белковините.

- во третата фаза, наречена **елонгација**, се создаваат две страни на полипептидниот ланец на кој ќе можат да се врзуваат пептидите. Од едната страна се нарекува пептидна, а другата аминокиселинска страна.

- последната фаза, во синтезата на протеидите, е **терминацијата**. Во оваа фаза, всушност се испраќа информација да се стопира синтезата на белковината.

Во растенијата, освен нуклеинските киселини, застапени се и слободни нуклеотиди како што се аденозин дифосфат и аденозин трифосфат.

Освен во белковините, азотот влегува и во составот на алкалоидите. Алкалоидите се хетероциклични соединенија. Нивната функција во растенијата сè уште не е доволно проучена, но се мисли дека во алкалоидите се акумулира азот и дека тие ги штитат растенијата од разни болести и штетници.

Во сите растенија, алкалоидите не се застапени. Најпознати алкалоиди се никотинот (тутун), морфиумот (афион) и др.

**За дома:**

*Истражувајте на Интернет за алкалоидите во растенијата и нивното влијание врз човечкиот организам!*

Треба да запомниш:

✓ Белковините се сложени хемиски соединенија кои во својот состав содржат јаглерод (C), водород (H), кислород (O) и азот (N) кој дава комплексност во составот на аминокиселините, од кои, пак, се составени белковините.

✓ Најважната улога на белковините е регенерација и изградба на ткивата и добивање на енергија.

✓ Аминокиселините се амфотерни соединенија, содржат карбоксилна и amino група, поради што, овие соединенија реагираат и како киселини и како бази.

✓ Белковините се синтетизираат од две или повеќе аминокиселини кои реагираат меѓу себе под влијание на ферментите.

✓ Синтезата на белковините е резултат на меѓусебната реакција на карбоксилната група од една аминокиселина со аминогрупата од друга аминокиселина при што настанува пептидна врска.

✓ Најзначајни прости белковини во растенијата се: глутените, проламините, албумините и глобулините.

✓ Сложените белковини се делат на липопротеиди, гликопротеиди, хромопротеиди и нуклеопротеиди.

#### Одговорете на прашањата:

1. Која е улогата на белковините во растителните клетки?
2. Кои соединенија претставуваат основна структурна единица во составот на белковините?
3. Какви соединенија се amino киселините?
4. Како се делат amino киселините?
5. Со кои процеси се врши ресинтеза на amino киселините?
6. Која врска настанува при синтезата на белковините?
7. Кои белковини се прости?
8. Што претставуваат нуклеопротеидите?

### 5.3. ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА ПРЕКУ КОРЕНОТ

Исхраната на растенијата преку кореновиот систем кај народот е позната како **минерална исхрана на растенијата**.

Минералната исхрана на растенијата, всушност претставува усвојување на минерални елементи од надворешната средина и нивно вклучување во физиолошките процеси во растението. Минералните елементи се многу важни но и корисни елементи во исхраната на растенијата.

Растението претставува многу сложен систем кој минералните материи ги прима преку коренот и преку листот.

Преку кореновиот систем растенијата ги усвојуваат водата и растворените во неа минерални материи, кои се вклучуваат во метаболизмот на растенијата и се претвораат во органски соединенија. Овие органски соединенија растенијата ги користат како храна.

За начинот на примање на водата и минералните материи, преку кореновиот систем, постојат повеќе теории кои целосно не се прифатени.

Земајќи ги предвид сите теории може да се каже дека усвојувањето на хранливите материи преку кореновиот систем се одвива преку:

- **проста дифузија**, навлегување на материите од место со повисока кон место со пониска концентрација;

- **Донова дифузија**, каде дифузијата се одвива помеѓу два раствора кои се одделени со полупропустлива мембрана, при што доаѓа до поминување на јоните низ мембраната поради разликите во електричниот потенцијал, со што доаѓа до заменување на јоните од почвените колоиди со јоните од колоидите на протоплазмата;

- **метаболитската апсорпција**, се одвива како резултат на енергијата што се добива со процесот на дишење.

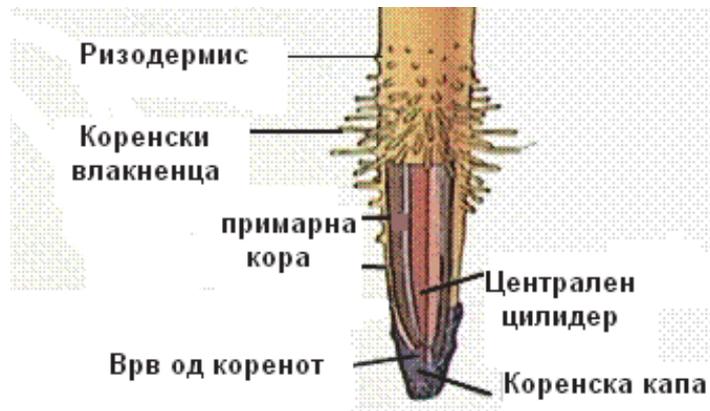
Основен орган преку кој растенијата примаат вода и минерални материи како што кажавме е коренот. Потребно е да се нагласи дека минералните материи растенијата можат да ги примаат и преку другите органи.

За да се свати усвојувањето на хранливите материи од почвата преку кореновиот систем да се потсетиме на анатомската градба на коренот!

**Анатомската градба на коренот** е различна и зависи од староста на коренот и од оддалеченоста од врвните делови.

**Врвот** од коренот е покриен со **коренска капа** која има заштитна улога на врвната (апикалната) меристема. На мала оддалеченост од врвот е зоната на **коренски влакненца** преку кои се впива водата и хранливите материи. Коренот на оваа висина е обвиткан со еднослоен **ризодермис** (одговара на епидермисот од стеблото), кој претставува **апсорпционо ткиво**.

Внатрешноста на коренот ја сочинуваат два цилиндра вметнати еден во друг со слаби меѓусебни врски. Надворешниот цилиндар се нарекува примарна кора, а внатрешниот-централен цилиндар.



Сл.бр.29.- Анатомска градба на корен

### 5.3.1. ЗНАЧЕЊЕ НА ПОЧВАТА ЗА РАСТЕНИЈАТА

Почвата се одликува со голем број својства од кои зависи растењето и развивањето на растенијата.

Почвата е составена од три фази:

- **цврста;**
- **течна и**
- **гасовита фаза.**

Во различни почвени типови, овој однос е различен. Од агрохемиска гледна точка, најповолен за исхраната на растенијата е односот 25:25:50. При ваков однос подобро се одвиваат физичките, хемиските и микробиолошките процеси и побрзо се активираат ѓубрињата. Исто така подобра е и динамиката на хранливите елементи (преминување на елементите од недостапни во достапни форми).

**Цврстата фаза** од почвата е составена **од органски** и од **минерални материи**. Овие материи се основен природен извор на храна за растенијата. Со долгогодишно користење на почвата, за одгледување на земјоделски култури, хранливите материи можат да се сведат на минимум. Следејќи ја состојбата на почвата (нејзината плодност) преку агрохемиски анализи, земјоделскиот производител додава ѓубриња за да се надополни природната плодност.

Минералните материи во почвата потекнуваат од карпите и од минералите.

Минералите се делат на:

- **примарни и**
- **секундарни.**

**Примарните минерали** настанале со ладење на жешката магма, а **секундарните** со хемиско распаѓање на примарните минерали. Најзастапени секундарни минерали во почвата се од групата на монтморилонит, каолинит, илит, хидролискунска група и др.

Овие минерали претставуваат извор на хранливи материи за растенијата. За растенијата достапни се хранливите елементи кои се наоѓаат во форма на

јони (катјони и анјони) врзани за почвениот атсорптивен комплекс или слободни во почвениот раствор.

**Органските материи**, во почвата, се застапени како органски отпадоци кои со **хумификација** поминуваат во високомолекуларни соединенија познати под името хумус.

Со **минерализација** на хумусот се добиваат леснодостапни минерални хранливи материи за растенијата.

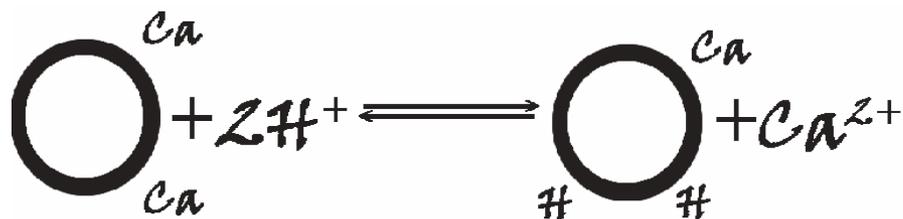
За исхраната на растенијата, најзначајно својство на почвата е нејзината атсорпција.

Под **атсорпција** се подразбира својство на почвата во својата маса да задржува најразлични материи.

Постојат повеќе видови на атсорпција: супституциона, физичка, хемиска и биолошка.

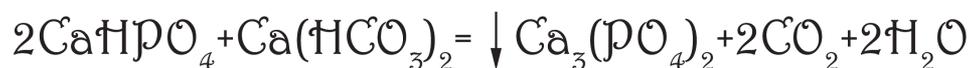
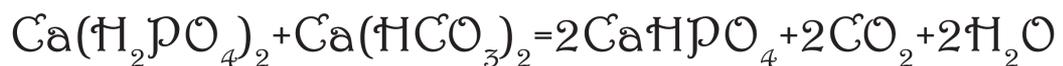
Најситните почвени честички (глината и колоидите) го сочинуваат почвениот **атсорптивен комплекс**, кој има огромно значење во исхраната на растенијата и ѓубрењето.

**Супституционата атсорпција** е размена на катјони од почвениот атсорптивен комплекс со катјони од почвениот раствор. Како резултат на супституционата атсорпција, катјоните од почвениот раствор со катјоните од почвениот атсорптивен комплекс се во постојана рамнотежа.



**Хемиската атсорпција** на почвата настанува како резултат на меѓусебните реакции на катјоните и анјоните при што настануваат соединенија кои можат да бидат достапни или недостапни за растенијата.

На пример:



**Биолошката атсорпција** претставува примање на јони од страна на растенијата и микроорганизмите со што се спречува промивањето на хранливите материи. Оваа атсорпција е значајна за задржување на азотот во почвата.

Хранливите материји во почвениот раствор се движат во сите правци заедно со движењето на водата. Ова движење може да биде асцедентно, десцедентно и странично.

Движењето на хранливите материји го поттикнува ризосферата на коренот, како резултат на дифузијата.

За правилен избор на земјоделски растенија како и за правилно ѓубрење, потребно е да се познава реакцијата на почвата.

Под **реакција на почвата** се подразбира односот на  $H^+$  и  $OH^-$  јоните во почвениот раствор.

Во зависност од овој однос, реакцијата на почвата може да биде:

- кисела;
- базична и
- неутрална.

Реакцијата на почвата се обележува со симболот **pH** кој може да биде:

- за кисели почви:  $pH < 7$ ;
- за базични:  $pH > 7$  и
- за неутрални почви:  $pH = 7$ .

Почвата се одликува со: богатство и со плодност.

Под **богатство** на почвата со хранливи материји се подразбира вкупното количество на овие материји независно од нивната достапност.

Под **плодност** на почвата се подразбира вкупно количество на достапни хранливи материји.

### **ВЕЖБА бр.6: ОДРЕДУВАЊЕ НА РЕАКЦИЈАТА НА ПОЧВАТА**

**Цел на вежбата:** докажување на реакција на почвата

**Потребен прибор:** порцеланска чинија, почва, дестилирана вода и лакмусова хартија.

**Постапка:** ставете во порцеланска чинија 100 гр иситнета воздушно сува почва. Полијте ја со 100 мл дестилирана вода. Смесата оставете ја да отстои 10-15 минути со повремено промешување. После тоа оставете почвата да се исталожи на дното од чинијата.

Потопете лакмусова хартија во течноста! Објаснете што се случува со бојата на лакмусовата хартијата и врз основа на тоа донесете заклучок за каква почва станува збор?

Треба да запомниш:

- ✓ Растенијата, хранливите материи ги примаат преку листот и преку коренот.
- ✓ Цврстата фаза од почвата е составена од органски и од минерални материи.
- ✓ Најситните почвени честички (глината и колоидите) го сочинуваат почвениот адсорптивен комплекс, кој има огромно значење во исхраната на растенијата и ѓубрењето.
- ✓ Реакцијата на почвата може да биде ксела, базична и неутрална.

**Одговорете на прашањата:**

1. Како се одвива усвојувањето на хранливите материи од страна на растенијата преку кореновиот систем?
2. Од кои материи е составена почвата?
3. Како се образувале примарните, а како секундарните минерали на почвата?
4. Што се подразбира под адсорпција на почвата?
5. Објаснете ја супституционата адсорпција на почвата?
6. Каква е реакцијата на почвата во зависност од pH?
7. Што е богатство, а што плодност на почвата

### 5.3.2. БИОГЕНИ МАКРОЕЛЕМЕНТИ

Биогени се оние елементи без кои растението не може да расте и да се развива.

Според застапеноста во растенијата, биогените елементи се поделени на:

- биогени макроелементи и
- биогени микроелементи.



Во биогени макроелементи спаѓаат: јаглерод, водород, кислород, азот, фосфор, калиум, калциум, магнезиум, сулфур и железо.

**Азотот (N)** е многу значаен елемент, бидејќи влегува во составот на белковините, нуклеинските киселини и други соединенија. Тој е составен дел на хлорофилот и на многу ферменти. Со еден збор азотот е примарен елемент кој учествува во изградбата на сите делови од растението.

Растенијата се снабдуваат со азот од почвениот раствор кој за растенијата е достапен во форма на јони:  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$ . Азотот е лесноподвижен во растенијата.

Недостатокот од азот, во исхраната на растенијата, се манифестира различно кај различни видови. Заедничко за сите е што растението помалку расте, листовите се поиздолжени и пократки со бледозелена боја која подоцна поминува во црвенкаста, заради недостаток на хлорофил.

Сл.бр.30.-Симптоми од недостиг на азот

Овие симптоми најпрвин се јавуваат кај постарите листови.

Доколку има вишок од азот, во исхраната на растенијата, тие имаат буен пораст, а листовите добиваат темнозелена боја.

Според содржината на азот во почвата, тие се делат на слабо плодни (4 мг азот на 100 гр почва), средно плодни (4-7 мг/100 гр почва) и плодни почви (> 7 мг/100 гр почва) со азот.

**Фосфорот (P)** е составен елемент на нуклеотидите ADP, ATP, NADP и учествува во голем број физиолошки процеси како што е фотосинтеза, фотосинтетска фосфоризација, синтеза на нуклеинските киселини и сл.

Фосфорот е вклучен во сите енергетски процеси кои се одвиваат во клетката, како и во изградбата на клеточната мембрана.

Главен извор на фосфор во исхраната на растенијата е фосфорната киселина ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), односно нејзините јони  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ .



Фосфорот е лесноподвижен во растението.

При недостиг од фосфор, кај растението се јавуваат следниве симптоми: лисјата стануваат многу нежни и млитави, зелената боја постепено поминува во црвенкаста до кафеавоцрна.

Според количеството на фосфор кај почвите, тие можат да бидат слабо плодни (< 10 мг/100 гр почва), средно плодни (10-20 мг/100 гр почва) и плодни почви (> 20 мг/100 гр почва).

Сл.бр.31. Симптоми од недостиг на фосфор

**Калиумот (К)** е активатор на ферментите, со што поттикнува голем број на физиолошки процеси во растенијата.

Тој ги регулира физичките и хемиските процеси во протоплазмата (вискозност, еластичност, пропустливост), вклучен е во процесите на фотосинтеза и дишење, учествува во движењето на шеќерите и белковините и ја зголемува отпорноста на растенијата спрема ниски температури.

Растенијата, калиумот го искористуваат во минерална и во органска форма во вид на  $K^+$  јон. Тој е лесно подвижен во растението.



Сл.бр.32.-Симптоми од недостиг на калиум

При недостиг на калиум, во исхраната на растенијата, се јавуваат следниве симптоми: се намалува или напoлно запира растењето, се јавува некроза на рабовите прво кај постарите, а подоцна и кај помладите лисја, стеблото станува тенко и издолжено, коренот станува пократок и не се развиваат кореновите влакненца. При недостиг на калиум клетките го губат тургорот и растението вене.

**Сулфурот (S)** влегува во составот на многу органски соединенија како аминокиселините, гликозидите, етеричните масла и сл. Тој е составен дел на коферментот А и многу ферменти од типот карбиксилази и трансминази. Исто така има значајна улога во процесот на фотосинтеза.

Растенијата сулфурот го користат во форма на сулфати и сулфиди.

Симптомите при недостаток на сулфур, во исхраната на растенијата, се слични со оние при недостаток од азот.

**Калциумот (Ca)** го неутрализира вишокот на органски киселини создавајќи калциум оксалати. Учествува во изградбата на клеточната мембрана, ја зголемува вискозноста на протоплазмата, учествува во метаболизмот на јаглехидратите и е неопходен при формирање на плодовите.



Калциумот во почвата се наоѓа во форма на леснорастворливи соли (карбонати, сулфати, нитрати) и е лесно достапен за растенијата како  $\text{Ca}^{2+}$  јон. Тој малку е подвижен во растенијата.

При недостиг од калциум на листовите се јавува хлороза, листовите често пати се набрани, со краевите свиткани нагоре, а на плодовите се јавуваат карактеристични дамки.

Сл.бр.33.-Симптоми при недостиг од калциум

**Магнезиумот (Mg)** е составен елемент на хлорофилот. Влегува во составот на ферментите трансферази и има значајна улога во ферментациските процеси на клетката.

Во почвата, магнезиумот се јавува во форма на леснорастворливи соединенија, па затоа е достапен за растенијата во форма на  $\text{Mg}^{2+}$  јони. Во растенијата е лесно подвижен.

При недостиг од магнезиум кај растенијата се јавуваат следниве симптоми: старите листови пожолтуваат помеѓу нерватурата, постепено добивајќи темна боја и хлорозни дамки по целиот лист. Плодовите од растенијата при недостиг од магнезиум остануваат мали.



Сл.бр.34.-Симптоми при недостиг од магнезиум

**Железото (Fe)** учествува во синтезата на хлорофилот, влегува во составот на голем број оксидоредуктази, учествува во транспортот на електрони и сл.

За растенијата, во почвениот раствор, железото е достапно во форма на  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и во форма на хелати.

Недостаток од железо кај растенијата предизвикува намалена синтеза на белковини и шеќери.

Недостаток од железо во исхраната на растенијата се јавува кај алкални почви поради антагонизмот што се јавува помеѓу Fe и Ca.

Исто така недостаток се јавува при користење на вода богата со бикарбонати, потоа со преголемо ѓубрење со незозреано шталско ѓубре (кое предизвикува растворање на калциумот).

Недостиг од железо се јавува и како последица од антагонизмот со Mn, Zn, Cu, потоа поради создавање на нерастворливи железни фосфати, негово промивање со обилни врнежи или, пак, поради суша, па станува достапно за растенијата.



Сл.бр.35.-Симптоми при недостиг од железо

При недостиг на железо, во исхраната на растенијата, се јавуваат следниве симптоми:

- се појавува железна хлороза на младите лисја (по што се разликува од Mg- хлорозата која се јавува на старите лисја);

- преодот помеѓу ткивата со и без хлороза е многу остар (при Mg е доста благ);

- жилите (нервите) од листот остануваат зелени, а листот во подоцнежната фаза постепено ја губи зелената боја добивајќи жолта боја како лимон или побелува.

### 5.3.3. БИОГЕНИ МИКРОЕЛЕМЕНТИ

Со откривање на биогените микроелементи се објаснија голем број појави кои се манифестираат на растението предизвикувајќи анатомски и морфолошки промени (физиолошка болест кај растенијата). Дотогаш се мислело дека растенијата се болни од болести кои ги предизвикуваат микроорганизмите или некои други фактори.

Во биогените микроелементи спаѓаат: бор, цинк, манган, бакар, молибден и кобалт.

**Борот (B)** е важен биоген микроелемент за растенијата. Учествува во транспортот на асимилатите. При недостиг од бор се јавува помала застапеност на шеќер во плодовите и сл.

Почвата е богата со вкупно количество на бор, а сиромашна со достапен бор за растенијата. Како главен извор на бор во почвата е органската материја која со минерализација го дава достапниот бор.

Недостиг од бор кај растенијата се јавува на кисели почви поради измивање, потоа на алкални почви поради адсорпцијата, при суша и сл.

При недостиг на бор кај растенијата се јавуваат следниве симптоми:

- изумираат врвните пупки;
- одумирање на врвот од главното стебло;
- деформирање на лисјата при што добиваат кадравест изглед (се виткаат);



- листот и лисната петелка се задебелуваат и стануваат кршливи;
- се смалува растењето на коренот и
- растението лошо се оплодува.

Вишок на бор во исхраната на растенијата предизвикува токсичност која се манифестира со жолтење на рабовите од лисјата.

Сл.бр.36.-Симптоми при недостиг од бор

**Цинкот (Zn)** се акумулира на површината од почвата во хумусниот хоризонт во форма на Zn- органски комплекси. Во почвата може да се јави недостиг од цинк поради микробиолошката имобилизација.



Почви кои содржат калциум содржат и поголемо количество цинк.

Цинкот учествува во активирање на ферментите, во синтезата на ауксинот и сл.

Растенијата го примаат цинкот во форма на двовалентен јон  $Zn^{2+}$ . Во растенијата е слабо подвижен.

При недостиг од цинк кај растенијата се јавуваат следниве симптоми: џуџест раст, лисја како розета со бледозелена боја.

Цинкот е антагонист со P, Ca, Mn, Fe, Cu.

Сл.бр.37.-Симптоми при недостиг од цинк

**Манганот (Mn)** е важен елемент кој учествува во активирањето на голем број ферменти. Тој учествува во процесот на фотосинтеза во фазата на фотолиза на водата. Недостиг од манган предизвикува дамчеста (точкеста) хлороза, која во почетокот многу личи на железната хлороза. На недостиг од манган осетливи се гравот, грашокот, репките и др.

Недостиг од манган се јавува во почви кои имаат висока рН, во почви богати со органски комплекси, при зголемена микробиолошка активност и др.

**Бакарот (Cu)** во почвата се наоѓа во некои примарни и секундарни минерали или е врзан за органските и минералните колоиди од почвата. Во органогените почви бакарот е цврсто врзан за органската материја што

претставува негативна појава. Пристапноста на бакарот за растенијата зависи од реакцијата на почвата, односно во алкални почви тој е недостапен.



Бакарот влегува во состав на голем број ферменти, има значење во транспортот на електрони, има позитивно влијание на отпорноста на растенијата на суша, ја поттикнува оплодувачката моќ на поленот, учествува во синтезата на хлорофилот, антоцијаните и сл. Растенијата, бакарот го примаат во вид на  $\text{Cu}^{2+}$  јони и хелати. Тој е слабоподвижен во растенијата.

*Сл.бр.38.-Симптоми при недостиг од бакар*

При недостиг од бакар кај растенијата, се јавува хлороза на лисјата, како и свиткување и венење (Слика бр.14) кое е резултат на губење на тургорот (нарушување во прометот на водата).

Вишок од бакар, во исхраната на растенијата делува токсично и се манифестира преку забавено растење на коренот, појава на хлороза и др.

**Молибденот (Mo)** учествува во процесот на фиксирање на азотот и во редукцијата на нитратите поради тоа што е составен дел на ферментите нитроредуктази. Тој ја поттикнува синтезата на аскорбинската киселина, учествува во процесите на растење и развивање на растенијата преку поттикнување на стадиумот на јаровизација.

Растенијата се снабдуваат со молибден во вид на  $(\text{MoO}_4)^{2-}$  анјон. При недостиг од молибден кај растенијата се јавуваат следниве симптоми: кај старите листови се јавуваат некротски дамки, се смалува растењето на растението и сл.



*Слика бр.39.- Хлорозни и некротски нарушување*

## ВЕЖБА бр.7: УПАТСТВО ЗА ОТКРИВАЊЕ НА НАРУШУВАЊЕ ВО ИСХРАНАТА НА РАСТЕНИЈАТА

За да знаете дека има нарушување во исхраната на растенијата, следете го следново упатство:

1. Убаво погледнете го болното растение и утврдете дали се работи за недостаток на некој хранлив елемент, или, причината е некоја инфективна болест!

2. Доколку нема класични симптоми за инфекција (конидии, спори) претпоставуваме дека има нарушување во исхраната.

3. Потребно е да се види дали симптомите се јавуваат на младите или на старите лисја.

4. Доколку во растението има недостиг од некој лесноподвижен елемент, тогаш симптомите се јавуваат на постарите лисја, затоа што елементите многу брзо ќе се преместат од постарите кон помладите лисја. Во лесноподвижни елементи спаѓаат: N, P, K, Mg, Cl, Mn.

5. Недостиг на тешкоподвижни елементи најпрвин се манифестираат кај младите лисја. Во неподвижни елементи спаѓаат: Ca, S, Fe, Cu, Zn, B и Mo.

6. Потоа треба да се утврди дали симптомите се хлорозни или некрозни. Хлорозата е реверзибилен процес и се манифестира со пожолтување на целиот лист, додека некрозата е иреверзибилна и се манифестира со изумирање на делови од листот (Слика бр.37).

7. Врз основа на овие податоци и користејќи одредени табели, може да се утврди за кое нарушување во исхраната, станува збор.

Треба да запомниш:

✓ Биогени се оние елементи без кои растението не може да расте и да се развива.

✓ Биогените елементи според количеството во растенијата се делат на биогени макро и микро елементи.

✓ Во биогени макроелементи спаѓаат: јаглерод, водород, кислород, азот, фосфор, калиум, калциум, магнезиум, сулфур и железо.

✓ Во биогените микроелементи спаѓаат: бор, цинк, манган, бакар, молибден и кобалт.

**Одговорете на прашањата:**

1. Како се поделени биогените елементи според застапеноста во растенијата?

2. Кои симптоми се јавуваат кај растенијата при недостиг од азот во исхраната?

# Тема 6

## ЃУБРИЊА

### 6.1. КЛАСИФИКАЦИЈА НА ЃУБРИЊАТА

Поделбата на ѓубрињата најчесто се врши според потеклото, составот, својствата, начинот на кој дејствуваат и сл.

Според потеклото на материите кои се користат за ѓубрење на почвата, тие се делат на: **органски, минерални, органско-минерални и бактериски ѓубриња.**

Според составот, односно според содржината на хранливите материји ѓубрињата се делат на:

- азотни;
- фосфорни;
- калиумови;
- калциумови;
- магнезиумови;
- сулфурни и
- ѓубриња на микроелементите.

Врз основа на бројот на хранливите материји кои ги содржат, ѓубрињата се делат на : **единечни (содржат само еден хранлив елемент) и сложени ѓубриња (содржат два или повеќе хранливи елемента).**

Ѓубрињата можат да се поделат и на:

- мешани, доколку се добиени со механичко мешање на одделни ѓубриња и
- комплексни, во кои два или повеќе хранливи елемента се врзани меѓу себе со хемиска реакција.

Ѓубрињата се делат и според тоа во каква агрегатна состојба се наоѓаат, и тоа на: **цврсти и течни.**

Според начинот и брзината на дејствување, ѓубрињата се делат на:

- ѓубриња со бавно дејствување и
- ѓубриња со брзо дејствување.

Според реакцијата што ја предизвикуваат во почвата, ѓубрињата се делат на:

- физиолошки кисели;
- физиолошки алкални и
- физиолошки неутрални ѓубриња.

## 6.2. ОРГАНСКИ ЃУБРИЊА

### 6.2.1. ЦВРСТО ШТАЛСКО (АРСКО) ЃУБРЕ

Изметот од домашните животни уште од дамнина се користел за ѓубрење на земјоделските култури.

Храната која ја конзумираат домашните животни, во дигестивниот тракт, се преработува и се користи за потребите на организмот, а поголем дел од неа се излучува како физиолошки отпадни материи во форма на цврсти (фецес) и течни (урина) екскременти.

Изметот од домашните животни (со сламата или без неа), отпадоците од храна, водата за пиење и миење во шталата и сл. претставуваат споредни производи во сточарското производство, односно претставуваат шталско ѓубре. Во зависност од тоа како се чуваат домашните животни, односно дали се чуваат на простирка или не, ѓубрето може да биде цврсто и течно.

**Цврстото шталско ѓубре** всушност претставува смеса од цврстите и од течните екскременти и простирката која може да биде од слама, струганици и сл.

Составот и количеството на шталското ѓубре пред сè зависи од видот на добитокот, начинот на исхрана и видот на храната, од видот на простирката што се користи, количеството на вода и сл.

Така, од говедо кое е тешко околу 500 кг се добива 15 тони свежо шталско ѓубре. Од помалите животни се добива помало количество на шталско ѓубре односно од овцата се добива околу 1 тон годишно и сл.

Шталското ѓубре богато со слама може да се складира до 3 м височина и од него да се цедат течностите кои се богати со азот.

Со успех може да се предвиди количеството на шталско ѓубре што се добива од домашните животни. Тоа се прави според следнава формула:

**Очекувано количество на ѓубре во кг =  $(K/2 + P) \times 4$**

- **K-сува материја од храната (кг)**

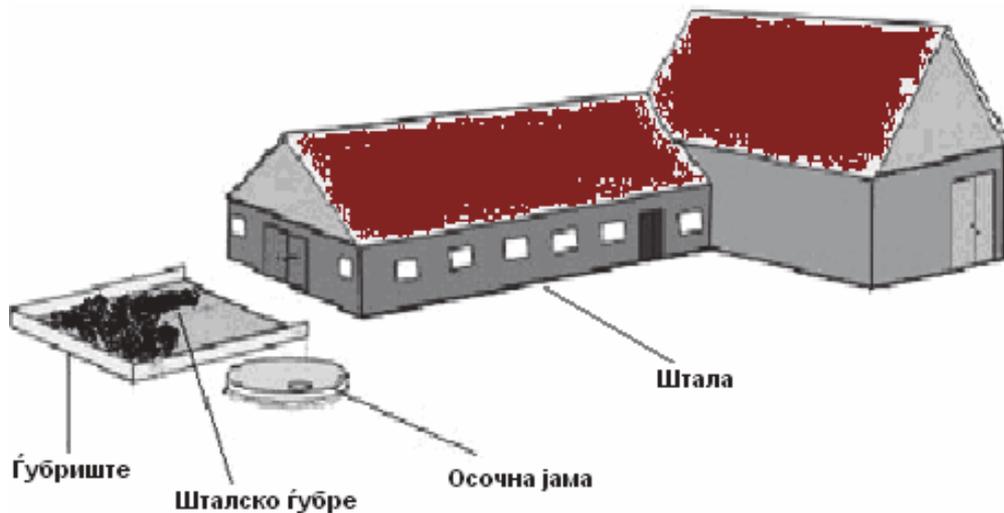
- **P-количество на простирка (кг)**

При ферментација на шталското ѓубре, во зависност од начинот на чување, може да се изгуби до 30% од тежината и од азотот (доколку се чува во купови кои се добро набиени), или повеќе (доколку се чува во купови во кои има воздух).

Обично се смета дека шталското ѓубре е полузрело за 3-4 месеци и целосно зрело после 6-8 месеци.

Шталското ѓубре се произведува во текот на целата година, а растенијата ова ѓубре можат да го користат само во текот на своето растење и развивање.

Поради ова, потребно е фармите да имаат определено место за складирање и за чување на шталското ѓубре. Ѓубрето треба да се чува на место определено за тоа (ѓубриште), со бетонски под за полесно одведување на течностите до осочната јама.



Сл.бр.40.-Распоред на објектите во шталата

Постојат повеќе начини за чување на шталското губре:

- класичен начин;
- во длабоки штали;
- ладен начин и
- топол начин.

Чувањето на губрето на **класичен начин**, всушност, претставува вадење на губрето од шталата и чување на отворено место. Овој начин на чување има многу негативни страни бидејќи се губи азотот, отекува осоката, а се загадува околината и подземните води.

Чувањето во **длабоки штали**, всушност, претставува чување на губрето под самиот добиток со постојано додавање на нова простирка. Овој начин на чување негативно влијае врз здравствената состојба на добитокот.

При **ладниот начин** на чување на губрето, тоа се изнесува од шталата и се носи на губриште со постојано набивање (поминување со трактор) со цел да се истисне воздухот од губрето. На ваков начин сочувано губре содржи поголемо количество азот, не се загадува околината и водата и.т.н.

**Топлиот начин** на чување на шталското губре е ист како и ладниот начин со таа разлика што губрето не се набива, односно се остава онака како што ќе се изнесе од шталата. Бидејќи во него има големо количество на воздух тука се одвиваат интензивни микробиолошки процеси при што се ослободува поголемо количество на топлина (50 °C). Ваквиот начин на чување има позитивна страна, односно губрето побрзо прегорува (ферментира).

## 6.2.2. ТЕЧНО ШТАЛСКО ЃУБРЕ

Во групата на течно шталско ѓубре спаѓаат воденесто шталско ѓубре, течно шталско ѓубре познато како „гнојовка“ и осока.

**Воденестото шталско ѓубре** се добива од цврстото шталско ѓубре кое се чисти со млаз од вода. Сламата која служи за простирка при ваквиот начин на изѓубрување се сечка поситно, а смесата што се добива потсетува на каллива супа.

Ваквото шталско ѓубре има поефикасно дејство врз почвата и исхраната на растенијата. Пред растурање врз почвата, потребно е да се разреди со вода во однос 1:3.

**Течното шталско ѓубре** („гнојовка“) всушност претставува шталско ѓубре добиено од изметот на домашните животни (лепешката и урината) без простирка.

(За да се намалат трошоците во сточарското производство користењето на сламата како простирка сè повеќе се одбегнува).

Чистењето на шталата се врши со вода, па ѓубрето паѓа преку решеткаст под кој го носи ѓубрето до септичката јама направена за оваа намена.



Сл.бр.41.-Лагуна за течно ѓубре

Течното шталско ѓубре е зрело доколку ферментира 1-4 месеци. Пред да се користи потребно е да се промеша со мешалка. Потоа се транспортира со цистерни до местото каде што треба да се растури. Растурањето треба да биде при мирно, ладно и облачно време. Со оглед на тоа дека најмногу содржи азот и калиум течното шталско ѓубре претставува азотно-калиумово ѓубре. Почвата треба да се ѓубри со 20-25 м<sup>3</sup> ѓубре на хектар.

**Осоката** претставува течен дел од шталското ѓубре. Најмногу е застапена во мочката (урината) од домашните животни и водата со која се чисти шталата.

Штом урината ќе се излучи, веднаш ја напаѓаат микроорганизми разложувајќи ја со помош на ферментот уреаза во (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, а ова соединение пак се разложува до NH<sub>3</sub>. Амонијакот испарува, па постои опасност од губење на азотот. Затоа е потребно да се преземат мерки за нејзина конзервација. За да се спречи губењето на азот, урината преку затворени одводни канали се одведува до осочната јама која треба да биде направена од бетон.

На површината од осоката потребно е да се истури прегорено тракторско масло за да се спречи испарувањето на амонијакот.

Најдобро време за растурање на осоката е пролет, лето и есен. Таа не треба да се растура врз смрзната почва, ниту врз снег затоа што азотот наполно ќе се изгуби. Осоката се растура врз почвата пред сеидба или, пак, кога посевет поникнал. Количеството на осока што е потребно за да се нагубри 1 ха се движи од 100 до 200 хл/ха, доколку содржи 0,2% азот.



При производство на **биогаз** од шталско ѓубре (со метанска ферментација) се добива метан кој се користи за осветлување, греење и некоја механичка работа.

**Тињата** што се добива после искористувањето на биогасот содржи азот, фосфор и калиум. За ѓубрење на земјоделските култури тињата се користи во количество од 10 до 60 тони на хектар.

Сл.бр.42.-Цистерна за биогаз

#### **Активности надвор од училиница:**

Посетете фарма за говеда. При тоа набљудувајте:

- На кој начин се врши изѓубрувањето на ѓубрето од шталата?
- Каде се изнесува ѓубрето и како се чува?
- Дали на фармата постои систем за производство на биогаз?

### **6.2.3. КОМПОСТ**

Компостот претставува смеса од различни органски отпадоци од фармата, домаќинството, индустријата и сл., преработени со помош на микроорганизмите и инсектите. Органските отпадоци при компостирањето се целосно распаднати, а добиениот хумус е зрел хумус.

Првиот компост кој се произведувал бил оној добиен од отпадоците од домаќинството и фармата како што се отпадоци од храна, фекалии, пепел, тиња, отпадоци од живината, плевели, слама, отпадоци од компир, расипана силажа и сл. Во компостниот куп уште се става почва и минерални ѓубриња, а не треба да се ставаат материји кои не се распаѓаат.

Зрелиот компост има темнокафена боја, претставува аморфна смеса богата со хумус и има добри пуферни и атсорптивни својства.

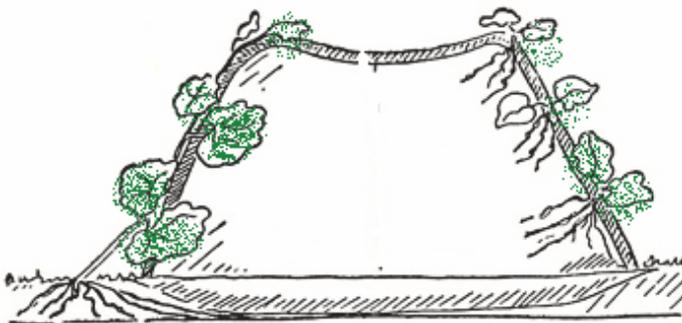
За добивање на обичен компост се одбира оцедно и леснопристапно место. Најдобро е компостиштето да биде на северна страна. Ширината на

компостниот куп треба да биде од 1,5 до 2 м, а висината од 0,6 до 1,2 м, а должината, пак, од количеството на материјалот за компостирање.



Сл.бр.43.-Компостирање

На површината од почвата каде што се става компостниот куп, првин таа се набива со слој од глина, па слој од стара слама, плева или лисја, а потоа првиот слој од отпадоци. Потоа се става слој од почва (10 см) и така се реди по ред до конечната висина.



Сл.бр.44.-Засадување на тиква врз компостен куп

На крајот на површината се става плодна земја во слој од 10 до 20 см за да се заштити компостот од негативните атмосферски влијанија. На компостиштето обично се сее некоја култура која сака доста азот, а создава голема лисна површина на пр. тиква

За време на зреењето на компостот, компостниот куп се меша 2-3 пати со цел да се отстранат штетните материји и да се поттикне ферментацијата. При мешањето се додава варовник и некое минерално ѓубре за да се забрза процесот на хумификација. Првото мешање на компостниот куп се прави за 3-4 недели од неговото формирањето. Компостот зрее од 6 до 20 месеци. Составот на компостот е променлив и зависи од материите кои се компостираат.

Зрелиот компост претставува хумифицирана маса во која бурните процеси на ферментација се завршени и може веднаш да се користи заедно со семето или садниот материјал.

Компостот содржи фитохормони кои го поттикнуваат 'ртењето и оживувањето. Зрелиот компост може да се користи во секое време во количество од 20 до 60 тони на хектар на секои две години.

#### 6.2.4. ОРГАНСКО ЃУБРЕ ДОБИЕНО ОД КАЛИФОРНИСКИ ЦРВИ

Како подлога за одгледување на калифорниски црви се користи говедско, коњско, свинско, козјо и овчо ѓубре. Освен овие ѓубриња се користи картон, хартија, лисја, пилевина, мелен тресет, сечкана слама, растителни отпадоци и сл. Храната која ќе ја користат црвите најдобро е да има неутрална реакција.

Значењето на црвите за почвата била позната многу одамна. Плодноста на наносите од реката Нил се припишувала на присуството на црвите.

Во почетокот на 20 век, во Америка, отпочнува да се одгледуваат црвите за производство на супстрат кој го користеле во сопствената градина. Во педесеттите години во Калифорнија, на Универзитетот Беркли, отпочнува со селекција на црви кои најбрзо и најквалитетно ја претворале органската материја во хумус. Како резултат на таа селекција добиени се калифорниските црви кои се хибрид на црвените црви.



Сл. бр.45.- Легло од црви

Производството на црви може да се реализира насекаде на отворено поле или во затворени простории.

Основна единица за производство на црви е леглото.

Под легло се подразбира волумен 100x200x25 см од подлога и храна и околу 100.000 поединечни црви.

Во едно легло има 20-30 илјади полово зрели црви кои за 100 дена може да овозможат поделба од едно на две легла.

На површината каде што ќе се подигне леглото се поставува мрежа од жица, потоа слој од картон или стара хартија. Како подлога може да се користи претходно обработено говедско, коњско, свинско и сл. ѓубре. Треба да се избегнуваат материи кои се богати со белковини или етерични масла, како и материи со остатоци од пестициди и антибиотици.

Не се препорачува леглото да се подигнува блиску до градилишта, каменоломи, железници, автопатишта и сл. затоа што црвите не поднесуваат потреси. Леглото не смее да биде изложено на директно струење на ветерот, затоа што силниот ветер ги тера црвите во пониските слоеви од почвата со што ги прави помалку продуктивни.

За да биде производството успешно, потребно е да се обезбедат оптимални услови за растење и за развивање на црвите.

Водата е важен фактор во производството на црвите, затоа што тие бараат висока влажност на супстратот во целиот период од нивниот живот. Меѓутоа и преголема влажност негативно влијае врз развојот на црвите. Водата во супстратот треба да се одржува околу 80%.

Освен тоа што е потребно одредено количество на влага, потребно е и одредено количество на кислород, односно добра аерација.

За да се постигне аерација, а при тоа црвите да не се вознемируваат од потрес, се превртува само површинскиот слој.

Оптимална температура за црвите е 20 °C. Тие се многу осетливи на температурните колебања. Температура помала од 0°C ги убива црвите.

Ѓубрето од калифорниски црви се користи во количество од 0,2 до 0,5 кг/м<sup>2</sup>. Со ѓубрето се прават и смеси со почва која се користи за производство на расад, цвеќе, овошки и сл. на отворено или во затворени простори

### 6.2.5. ЗЕЛЕНО ЃУБРЕЊЕ (СИДЕРАЦИЈА)

Под зелено ѓубрење се подразбира внесување зелена маса од растенија во почвата кои се одгледувани за таа намена. Со зеленото ѓубрење, почвата се збогатува со свежа органска материја, која најчесто е составена од целулоза и хемицелулоза со што се влијае на биолошката активност на почвата.

Сидератите (растенијата што се користат за зелено ѓубрење) ги црпат тешкодостапните хранливи материи од подлабоките слоеви, а легуминозните сидерати ја збогатуваат почвата со азот.

Зеленото ѓубрење се применува на почви кои се сиромашни со хумус, а нема можност тие да се ѓубрат со шталско или со некое друго органско ѓубре.

Бројот и видот на растенијата, кои ќе се користат за зелено ѓубрење, е огромен. Тие припаѓаат на различни групи и фамилии (Слика бр.19 ).



Сл. бр.46.- Растенија што се користат за зелено ѓубрење

Изборот на култура за зелено ѓубрење зависи од климата, почвата и системот на растителното производство.

За успешно зелено ѓубрење многу значајно е времето на внесување на органската материја во почвата. Потребно е надземната маса да биде добро

развиена. Кај легуминозите најдобро е заорувањето да се врши во фазата на цветање. Тогаш тие се најбогати со азот.

Зеленото ѓубрење има позитивно влијание кај тешките, песокливите и кај почви што се ѓубрат само со минерални ѓубриња. Длабокиот коренов систем на растенијата сидерати овозможува да се продлабочи почвата, да се подобри структурата, водниот режим и содржината на органска материја во самата почва.

## 6.2.6. БАКТЕРИСКИ ЃУБРИЊА

Бактериските ѓубриња претставуваат препарати од почвените микроорганизми, кои со својата животна активност допринесуваат збогатување на почвата со одредени хранливи елементи или, пак, хранливите елементи ги трансформираат во форми достапни за растенијата.



Во земјоделското производство, најголема примена нашле бактериските ѓубриња во кои се застапени бактерии кои вршат фиксирање на воздушниот азот и оние кои вршат минерализација на органските фосфорни соединенија.

Азотот во атмосферскиот воздух е застапен со 70%. Во  $N_2$  елементарна форма која е недостапна за растенијата. Огромен е бројот на растенија кои вршат синтеза на аминокиселините и белковините, користејќи ги нитратите од почвата, што значи дека атмосферскиот азот треба да помине во нитратен облик за да можат растенијата да го користат за исхрана. Првото комерцијално производство на бактериско ѓубре започнало во Германија (1897) со бактерии од родот *Rizobia*.

Сл.бр.47-Грутчести бактерии на коренот од легуминозите

Денеска при производство на едногодишни или повеќегодишни легуминозни растенија, инокулацијата е неопходна агро - мерка.

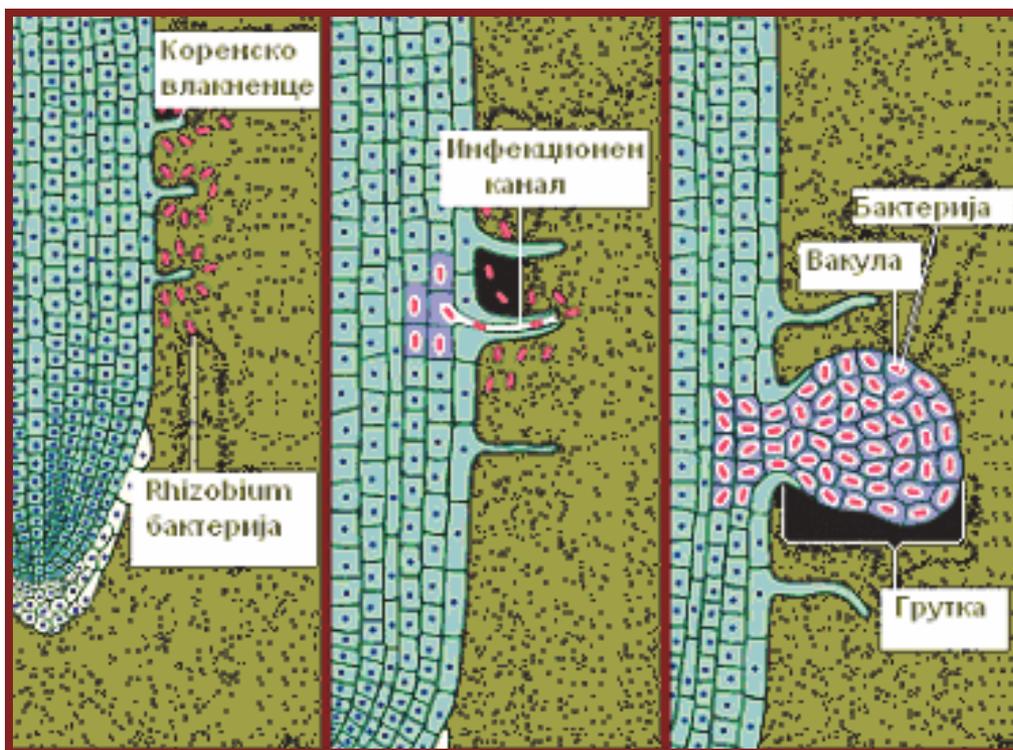
Како резултат на азотофиксацијата во текот на растењето и развивањето на растенијата, се акумулира од 20 до 400 kg N/ха.

Препаратите за фиксација на воздушниот азот можат во себе да содржат азотобактер (**azotobacter**) кој се размножува на различни подлоги како агар-агар, тресет или почва. Овие препарати се употребуваат на тој начин што се третира семето со пропишано количество од препаратот.

Постојат препарати од чиста култура на **Bactreuim radicila** кои се користат за легуминозните посеви. Оваа бактерија врши симбиотска азотофиксација, а за производство на ѓубре се меша со стерилна почва. Се користи за инокулација на семето пред сеидба.

За минерализација на сложените органски фосфорни соединенија, во почвата, често пати се користат фосфобактерии од родот **Bacterium**

**megatherium var.phosphaticum.** Размножувањето на бактеријата се врши на течна хранлива подлога, а финалните препарати се во цврста состојба.



Сл.бр.48.-Фаза на инфекција со азотобактерија

Треба да запомниш:

- ✓ Цврстото шталско ѓубре всушност претставува смеса од цврстите и од течните екскременти и простирката која може да биде од слама, струганици и сл.
- ✓ Во групата на течно шталско ѓубре спаѓаат воденесто шталско ѓубре, течно шталско ѓубре познато како „гнојовка“ и осока.
- ✓ Како подлога за одгледување на калифорниски црви се користи говедско, коњско, свинско, козјо и овчо ѓубре
- ✓ Под зелено ѓубрење се подразбира внесување зелена маса од растенија во почвата кои се одгледувани за таа намена.
- ✓ Бактериските ѓубриња претставуваат препарати од почвените микроорганизми

**Одговорете на прашањата:**

1. Како се добива цврстото шталско ѓубре?
2. Која е разликата помеѓу ладниот и топлиот начин на чување на цврсто шталско ѓубре?
3. Што се подразбира под терминот „гнојовка“?
4. Како се добива компост?
5. Што се подразбира под сидерација?
6. Кави ѓубриња се бактериските?

## 6.3. МИНЕРАЛНИ ЃУБРИЊА

### 6.3.1. АЗОТНИ ЃУБРИЊА

Во зависност од тоа во каква форма се јавува азотот, азотните ѓубриња се делат на:

- нитратни;
- амонијачни;
- амонијачно-нитратни и
- амидни ѓубриња.

#### 6.3.1.1. НИТРАТНИ ЃУБРИЊА

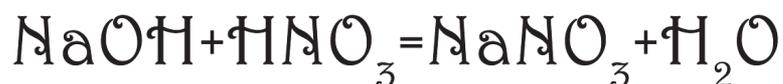
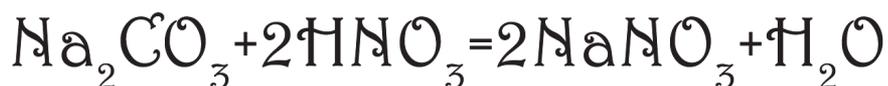
Во нитратните ѓубриња азотот е застапен во  $\text{NO}_3^-$  (нитратна) форма. Нитратните ѓубриња уште се нарекуваат шалитри. Најзначајни нитратни ѓубриња се натриумовата и калциумовата шалитра.

**1. Чилската шалитра** е природно азотно ѓубре. Се произведува во Чиле, Перу, Боливија и др. земји како руда којашто е создадена од изметот на птиците Гуано. Чилската шалитра е првото азотно ѓубре коешто се користело во земјоделското производство.

Во неговиот состав влегуваат следниве соли:  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$  и др. Азотот во ова ѓубре е застапен од 15 до 16%.

#### 2. Синтетичка натриумова шалитра $\text{NaNO}_3$

**Добивање:** Ова ѓубре се добива со неутрализација на натриум карбонат или натриум хидроксид со азотната киселина, односно:



**Својства:** Тоа е кристална бела сол која личи на готварска сол. Содржи од 16 до 16,5% **N**. На пазарот се јавува во форма на кристали или гранули. Во вода се раствора лесно и во целост. Хемиски синтетичката шалитра е неутрална сол, а физиолошки е алкална сол. Алкалноста произлегува како резултат на тоа што растенијата побрзо и повеќе го асимилираат нитратниот јон, отколку натриумовиот кој со водените молекули гради база.

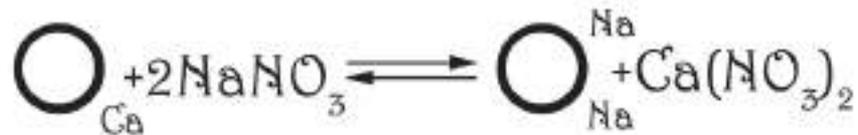
**Влијание врз почвата:** Со внесување во почвата, ѓубреото се раствора во почвената влага и дисоцира на **Na<sup>+</sup>** и **NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** јони.

Јонот на натриум реагира со почвениот атсорптивен комплекс, а нитратниот јон останува во почвениот раствор од каде што го користат растенијата за своја исхрана.

Кај кисели почви синтетичката натриумова шалитра дејствува на следниов начин:



Кај неутрални почви ѓубрето дејствува на следниов начин:

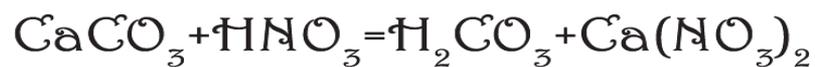


**Употреба:** Се препорачува со ова ѓубре да се ѓубрат почви коишто содржат калциум за да не дојде до влошување на физичките својства на почвата, или да се користи и на другите почви, но не повеќе години.

### 3. Калциумова шалитра ( $\text{CaNO}_3$ )<sub>2</sub>

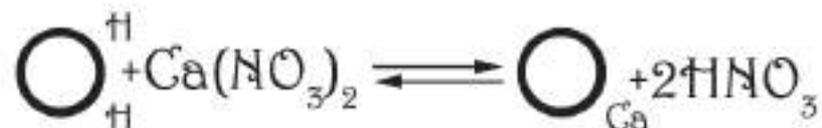
Ова ѓубре уште се нарекува норвешка шалитра.

**Добивање:** Се добива со неутрализација на калциум карбонат со азотна киселина:



**Својства:** Се јавува во форма на гранули со бела боја. Содржи 15% N . Ова ѓубре е многу хигроскопно, па при чување атсорбира влага, гранулите се распаѓаат и се слепуваат. Затоа се пакува во пластични вреќи. Ова ѓубре хемиски и физиолошки е алкално ѓубре.

**Влијание врз почвата:** Калциумовата шалитра е леснорастворливо ѓубре во вода, па после ѓубрењето веднаш се раствора во почвената влага. Со растворањето  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  дисоцира на  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{NO}_3^-$  јони. Јоните од калциум се атсорбираат во почвениот атсорптивен комплекс, а нитратните јони остануваат во почвениот раствор од каде што преку кореновиот систем ги искористуваат растенијата како храна.



**Употреба:** Ѓубрето може да се користи за ѓубрење на сите почви и кај сите земјоделски култури. Може да се користи и како фолијарно ѓубре.

### 6.3.1.2. АМОНИЈАЧНИ ЃУБРИЊА

Во амонијачните ѓубриња азотот е застапен во амонијачна ( $\text{NH}_4^-$ ) форма. Од амонијачните ѓубриња најзначаен е амониум сулфатот.

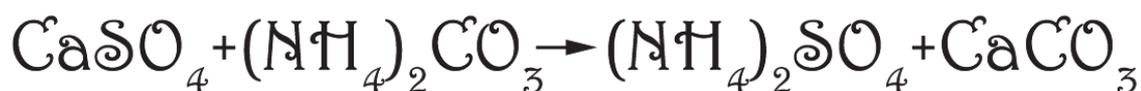
#### 1. Амониум сулфат $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$

**Добивање:** Амониум сулфатот се добива на два начина:

- со неутрализација на сулфурна киселина со гасовит амонијак, односно:



- со конверзија на гипс и амониум сулфат:

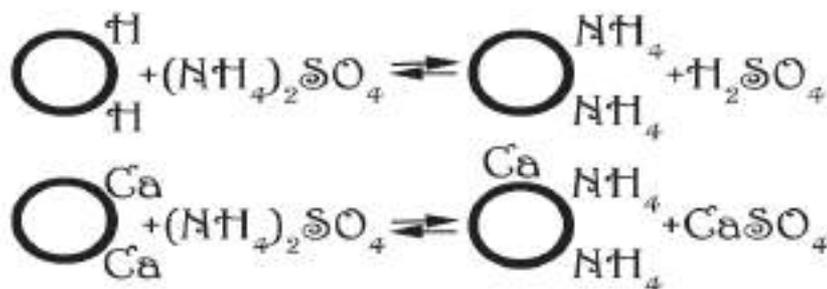


**Својства:** Тоа е кристална сол која содржи 21% N. По боја може да биде различна, во зависност од начинот на добивање. Најчесто има бела, жолта или сива боја. Во својот состав содржи и слободна сулфурна киселина, но не повеќе од 0,5%. Се чува лесно, бидејќи не е хигроскопно ѓубре. Лесно се раствора во вода. При ѓубрењето не смее да се меша со  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaCO}_3$  и томас-фосфат бидејќи со нив стапува во реакција при што се губи амонијакот.

Физиолошки и хемиски  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  е кисело ѓубре.

**Влијание врз почвата:** Бидејќи е леснорастворлив во вода  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$  штом ќе дојде во почвата дисоцира на  $\text{NH}_4^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  јони. Растенијата многу побрзо ги усвојуваат амонијачните јони отколку  $\text{SO}_4^{2-}$  јоните, па може да дојде до закиселување на почвата.

Амониум сулфатот стапува во реакција со почвениот атсорптивен комплекс, при што настанува супституциона атсорпција:

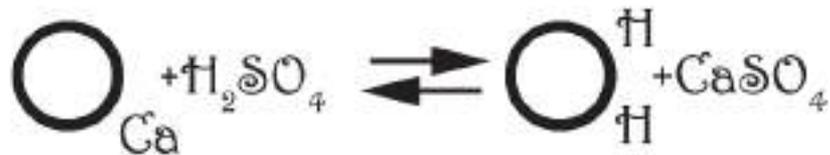
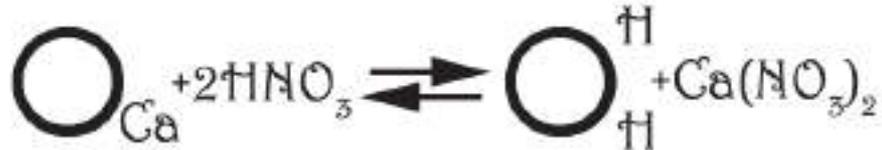


Со супституционата атсорпција азотот се заштитува од промивање.

Под влијание на нитрификационите бактерии, амонијачниот азот во почвата се трансформира во нитратен:



Како азотната, така и сулфурната киселина стапуваат во реакција со почвениот адсорптивен комплекс:



**Употреба:** Се препорачува ѓубрење на почви кои се богати со бази. Не треба да се ѓубрат кисели почви, затоа што уште повеќе, ќе се закиселат.

Се препорачува после ѓубрењето на почвата со амониум сулфат, истата да се наѓубри со мелен варовник.

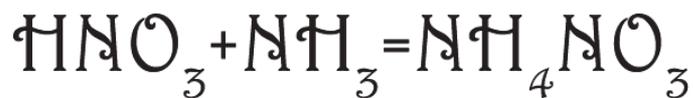
### 6.3.1.3. АМОНИЈАЧНО-НИТРАТНИ ЃУБРИЊА

Во амонијачно-нитратните ѓубриња, азотот е застапен како во амонијачна, така и во нитратна форма.

Најзначајни амонијачно-нитратни ѓубриња се амонијачната шалитра и калциумовата амонијачна шалитра.

#### 1. Амонијачна шалитра $\text{NH}_4\text{NO}_3$

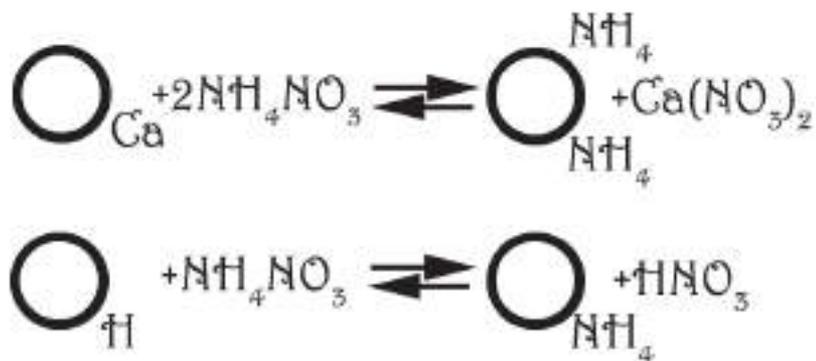
**Добивање:** Се добива со неутрализација на азотната киселина со амонијак:



**Својства:** Амониум нитратот е силно хигроскопно кристално ѓубре. Доколку ја адсорбира влагата, гранулитите се слепуваат меѓу себе и станува стврдната маса која пред ѓубрење треба да се иситни. Ѓубретото е лесно-растворливо во вода.

Содржи 35% N. Хемиски и физиолошки, ова е кисело ѓубре.

**Влијание врз почвата:** Штом ќе се внесе во почвата се раствора во почвената влага и веднаш стапува во реакција во почвениот адсорптивен комплекс:



Како што се гледа од равенката растенијата имаат веднаш достапен азот во нитратна форма, затоа што  $\text{NO}_3^-$  останува во почвениот раствор.  $\text{NH}_4^+$  се адсорбира во почвениот адсорптивен комплекс, па растенијата подоцна го искористуваат.

**Употреба:** Ова ѓубре е концентрирано, без баласт, па затоа може да се користи на сите почви без некоја поголема опасност од закиселување. Негативна страна е што е силно хигроскопно и при пожар може да експлодира.

## 2. Варова амонијачна шалитра $\text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$

**Добивање:** Постојат повеќе начини на добивање на ова ѓубре. Еден од нив е со додавање на мелен варовник во растопен амониум нитрат. При тоа се добива смеса наречена **Калциум Амониум Нитрат**. Кај народот ова ѓубре е познато под името **КАН, или како тарана**.

**Својства:** Тоа е гранулирано ѓубре (личи на тарана) со различна боја (бела, жолта, сива, зеленикава). Во споредба со амонијачната шалитра ова ѓубре е помалку хигроскопно. Се препорачува да се пакува во најлонски вреќи за да не адсорбира влага или да се чува во суви простории. Доколку впије влага гранулите се распаѓаат и се слепуваат меѓу себе правејќи цврста маса. На овој начин се губи дел од азотот. Ѓубретото КАН содржи 27% азот.

**Влијание врз почвата:** Ова ѓубре е погодно за сите почви, особено за киселите. Амонијачниот и калциумовиот јон стапуваат во реакција со почвениот адсорптивен комплекс, а нитратниот јон останува во почвениот раствор од каде што го користат растенијата.

**Употреба:** Се користи за ѓубрење на сите типови на почва. Бидејќи е леснорастворлив во вода и има брзо и ефикасно влијание врз растенијата може да се користи во секое време за сите земјоделски култури. Кај нас наоѓа голема примена при прихранување на растенијата.

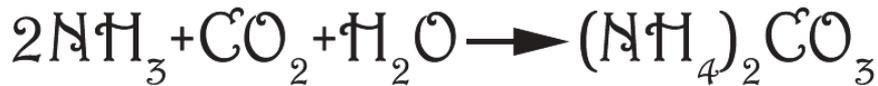
### 6.3.1.4. АМИДНИ ЃУБРИЊА

Кај ѓубрињата кои спаѓаат во оваа група, азотот е застапен во амидна форма. Најзначајни амидни ѓубриња се уреа карбамид и калциум цијанамид.

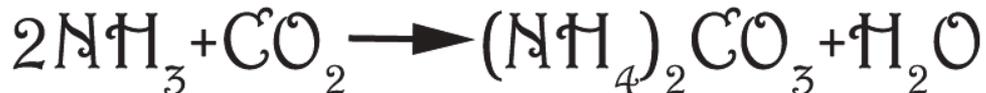
#### 1. Уреа карбамид $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

**Добивање:** Уреата се добива од јаглероден диоксид, вода и амонијак. Постојат два начина на производство:

Според **првиот начин** на производство, уреа карбамидот се добива од амонијак, јаглероден двооксид и вода при што се добива амониум карбонат, а потоа со истиснување на водата се добива уреакарбамид:

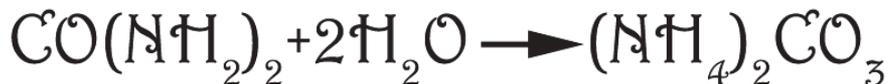


Вториот начин се разликува од првиот по тоа што амониум карбонатот се добива директно од амонијак и јаглероден двооксид без присуство на вода:



**Својства:** Уреата е кристално ѓубре, кое содржи 46% азот. Во продажба се сретнува и во форма на гранули и прав. Тоа е хигроскопно ѓубре кое на влажни места може да се раскашави, при што доаѓа до губење на азотот. Во вода лесно се раствора, а растворливоста се зголемува во топла вода. Има мирис на мочка.

**Влијание врз почвата:** Штом ќе се растури на почвената површина, уреата се раствора во почвената влага и под влијание на бактериите кои го лачат ферментот уреаза, се трансформира во амониум карбонат:



Амониум карбонатот, пак, под влијание на почвената влага и ферментите, поминува во амониум хидроксид и амониум хидроген карбонат:



Уреата во почвата се трансформира многу брзо, па доаѓа до загуби на извесно количество од азотот.

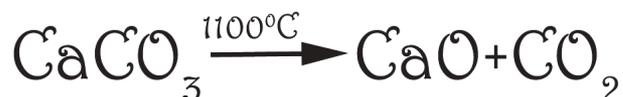
**Употреба:** Се користи на сите почви и за ѓубрење на сите култури. Времето на ѓубрење може да биде пред сеидба или за време на вегетација.

## 2. Калциум цијанамид $\text{CaCN}_2$

**Добивање:** Калциум цијанамидот заедно со тараната е најприменуваното азотно ѓубре во минатиот век.

За добивање на ова ѓубре потребни се следниве сировини: **јаглен, варовник и воздух**. Производството на ѓубрето може да се подели во 4 фази:

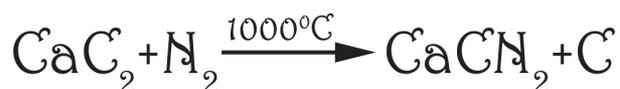
- **варовникот** се пече во специјални печки на температура од  $1100^\circ\text{C}$  при што се добива негасена вар;



- **негасената вар** се жари заедно со **кокс** или **јаглен** во печки на температура од  $1800^\circ\text{C}$ . При тоа се добива калциум карбид кој претставува цврста маса;

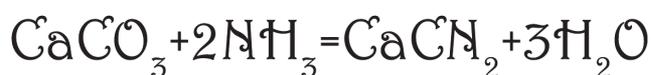
- **азотот** кој се користи во производство на ова ѓубре се добива од воздухот и се претвора во течна состојба;

- **цврстата маса** од калциум карбид се меле и ситни и се затоплува на температура од  $1100^\circ\text{C}$ . Паралелно со затоплувањето се третира со течен азот. При тоа, настанува реакција и се добива **калциум цијанамид**:



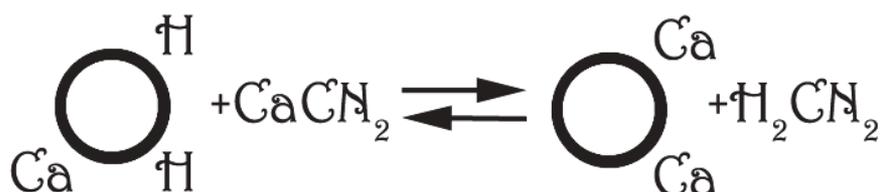
Вака добиениот калциум цијанамид е со црна боја, поради присуството на јаглен.

Белиот калциум цијанамид се добива од чист варовник и амонијак:

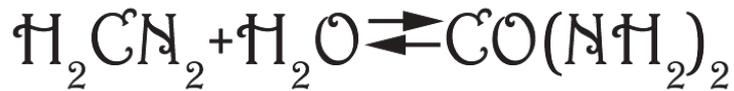


**Својства:** Ѓубрето претставува црн прав (поради јагленот). Доколку се произведува без користење на јаглен тогаш калциум цијанамидот е со бела боја. Се одликува со карактеристичен мирис на карбид (ацетилен). Кога ќе ја впие влагата бабри со што го наголемува својот волумен. Ова ѓубре не е растворливо во вода. Содржи 20-22% азот. Освен азот содржи вар, јаглен и др. Поради присуството на вар, ова ѓубре е алкално.

**Влијание врз почва:** Влијанието врз почвата се гледа од следнава равенка:



Од равенката се гледа дека калциумот се врзува за почвениот адсорптивен комплекс, а во почвениот раствор се синтетизира цијанамид. Цијанамидот е токсичен за растенијата, но веднаш се распаѓа под влијание на почвената влага градејќи уреа.



Уреата, пак, под влијание на ферментите од уробактериите поминува во амониум карбонат, а овој во процесот на нитрификација поминува во нитратна форма.

Треба да запомниш:

- ✓ Азотните ѓубриња се делат на: нитратни, амонијачни, амонијачно-нитратни и амидни ѓубриња.
- ✓ Кај нитратните ѓубриња азотот е застапен во  $\text{NO}_3$   $\text{NH}_4$   $\text{NH}_2$  форма.
- ✓ Од нитратните ѓубриња најзначајни се синтетичка натриумова шалитра ( $\text{NaNO}_3$ ) и калциумова шалитра ( $\text{CaNO}_3$ )<sub>2</sub>.
- ✓ Од амонијачните ѓубриња најзначаен е амониум сулфат ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub>  $\text{SO}_4$ .
- ✓ Од амонијачно-нитратни ѓубриња најзначајни се амонијачна шалитра  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  и КАН-от.
- ✓ Од амидните ѓубриња најзначајна е уреата  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

**Одговорете на прашањата:**

1. Како се поделени азотните ѓубриња?
2. Опишете го влијанието на шалитрите врз почвата?
3. Како се добива уреа карбамидот?
4. Како уреа карбамидот влијае врз почвата?
5. Какво ѓубре е калциум цијанамидот?
6. Како влијае калциум карбидот врз почвата?

### 6.3.2. ФОСФОРНИ ЃУБРИЊА

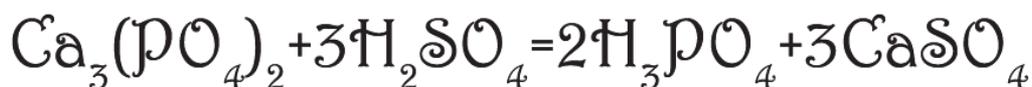
Фосфорните ѓубриња за прв пат се откриени во минатиот век, и до средината на минатиот век го заземале првото место во производството на вештачки ѓубриња.

Како суровини за добивање на фосфорни ѓубрива се користат:

- природните рудни наоѓалишта;
- железните руди и
- коските од животните.

Како главни суровини за добивање на фосфорни ѓубриња се користат природните сурови фосфати. Големи наоѓалишта на природни сурови фосфати има во Русија, Кина, Мароко и други држави. При добивањето на фосфорните ѓубриња од природните сурови фосфати, се врши екстракција на фосфатната киселина.

Постојат повеќе начини на екстракција на фосфатната киселина. Најчесто применувана е екстракцијата на фосфорната киселина со помош на сулфурна киселина (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).



Фосфорната киселина понатаму се користи за добивање на фосфорни ѓубрива.

Фосфорните ѓубриња се поделени на:

- мелени сурови фосфати;
- примарни монокалциеви фосфати;
- секундарни калциумови или дикалциумови фосфати и
- термофосфати.

#### 6.3.2.1. МЕЛЕНИ СУРОВИ ФОСФАТИ

Во групата на мелени фосфорни ѓубрива спаѓаат: коскено брaшно, фосфоритот, апатитот, микрофосот и пелофосот.

##### 1. Коскено брaшно

**Добивање:** Се добива со мелење на коските од животните. Мелењето на коските може да биде заедно со лепакот и масните материи, но најчесто е со претходно нивно отстранување (со варење и екстракција со бензин).

**Својства:** Фосфорот во коскено брaшно се наоѓа во форма на трикалциум фосфат Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> и тримагнезиум фосфат Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>. Овие форми на фосфор се тешкодостапни за растенијата. Содржи 20-25% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и има базична реакција.

**Влијание врз почвата:** Најдобро влијание има на кисели почви, а за да може да се разгради, потребна е добра аерација на почвата, односно потребно е да се внесе со плитко орање.

## 2. Фосфорит и апатит

**Добивање:** Се добиваат со мелење на природните сурови фосфати, **фосфорит** и **апатит**. Апатитот потекнува од минерали, а фосфоритот настанал со таложење на органски материи (измет од птиците Гуано).

**Својства:** Содржината на фосфор во овие ѓубриња се движи од 10 до 36 %. Освен фосфор во овие ѓубриња може да има и калциум карбонат, Al, Fe, Si и други метали. Природните сурови фосфати имаат сива до зеленкаста боја. Растворливоста во вода на овие ѓубриња е мала.

**Влијание врз почвата:** Најдобро дејство има во кисели почви на кои се одлгедуваат легуминозни култури (луцерка). Дејството на овие ѓубриња зависи од квалитетот на мелењето. При ситно и квалитетно сомелено брашно, ѓубрето побрзо се распаѓа и има поголем ефект.

## 3. Микрофос (хиперфосфат)

**Добивање:** Се добива од супер фосфатот. Постапката за добивање е многу едноставна. Прво се врши дехидрација на суперфосфатот, а потоа се меле во ситен прав.

**Својства:** Фосфорот во ова ѓубре е во вид на трикалциум фосфат  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Содржи околу 30%  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Ѓубрето е во форма на прав со сивкаста боја, не е хигроскопно и тешко е растворливо во вода.

**Влијание врз почвата:** Ова ѓубре има најдобро влијание врз киселите и врз неутралните почви. Влијанието му е двојно, односно делува како фосфорна храна за растенијата и како средство за намалување на киселоста на почвата.

## 4. Пелофос

**Добивање:** Се добива со мешање на ситно сомелен фосфат со згура од железни отпадоци кои се добиваат при производство на железо во Сименс-Мартиновите печки.

**Својства:** Содржи околу 17%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , Ѓубрето е во форма на прав со сивкасто до темнокафеава боја. Тоа е тешкорастворливо во вода и не е хигроскопно.

**Влијание врз почвата:** За да се добијат најдобри резултати, при ѓубрење со ова ѓубре, се препорачува тоа да се растура врз почвата наесен. Пелофосот ја збогатува почвата со микро и макроелементи.

### 6.3.2.2. ПРИМАРНИ КАЛЦИУМОВИ ФОСФАТИ

Суперфосфатот е најзначајно ѓубре, кое спаѓа во групата примарни калциумови фосфати. На пазарот може да се најде како:

- суперфосфат;
- збогатен суперфосфат и
- концентриран суперфосфат.

#### 1. Супер фосфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

**Добивање:** Суперфосфатот претставува водечко фосфорно ѓубре. За добивање на суперфосфатот се користат суровите фосфати и сулфурната киселина. Процесот на добивање се одвива во неколку фази:

- мелење на сировите фосфати;
- мешање на сомелените сурови фосфати со техничка  $\text{H}_2\text{SO}_4$  во специјални барабани, така што се добива кашеста маса од монокалциумфосфат (примарна сол) и гипс, кој содржи вода. Реакцијата за добивање на суперфосфатот е според равенката:



Гипсот по завршувањето на процесот овозможува кашестата маса да се стврдне, а со тоа, да се забрза процесот на дехидратација. После тоа потребно е ситнење, сушење и мелење во ситен прав на тврдата маса од суперфосфат. Од вака добиениот суперфосфат може да се преработи и во форма на гранули.

**Својства:** Формулата на суперфосфатот е  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \times \text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ , што значи во својот состав содржи и гипс ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Суперфосфатот е слабо растворлив во вода, не е хигроскопен (поради присуството на гипс) и има сивкастобела боја. Содржи околу 19%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 19-21% калциум и околу 10-12% сулфур. Суперфосфатот содржи и други примеси како микроелементи, особено Al, Fe, и мал процент на тешки метали и др. Ѓубрето има слабо кисела до неутрална реакција.

**Влијание врз почвата:** Влијанието на суперфосфатот врз почвата зависи од својствата на самата почва.

Фосфорната киселина од суперфосфатот стапува во реакција со почвените соединенија и гради нови, кои можат да бидат помалку или повеќе достапни за растенијата.

Во силно карбонатни почви се случува ретроградација на фосфорот, односно повратен процес, при што фосфорот од суперфосфатот од примарна повторно се враќа во терцијарна форма.

Овој процес е штетен, бидејќи се инактивира или блокира достапноста на P за растенијата. Процесот се случува во силно карбонатни почви (настанува хемиска атсорпција). Со примена на гранулиран суперфосфат значително се намалува процесот на ретроградација.

## 2. Збогатен суперфосфат

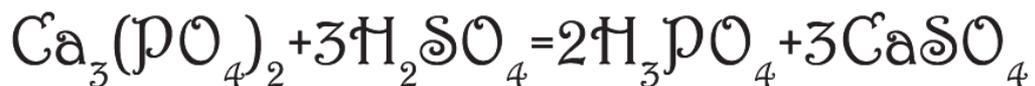
**Добивање:** За добивање на ова ѓубре се користи суров фосфат, фосфорит или апатит. Суровиот фосфат се дехидрира, а потоа се меша со фосфорна ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) и сулфурна киселина ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), а потоа се врши екстракција на фосфорот, со што се зголемува содржината на P во ѓубрето.

**Својства:** Содржината на  $\text{P}_2\text{O}_5$  во збогатениот суперфосфат изнесува 22-34 %. Колкав ќе биде процентот ќе зависи од вкупното количество на употребена сулфатна и фосфатна киселина. Збогатениот суперфосфат е во вид на прав, а има исти својства како и обичниот суперфосфат.

**Влијание врз почвата:** Влијанието на збогатениот суперфосфат е исто како и кај обичниот суперфосфат.

## 3. Концентриран суперфосфат

**Добивање:** За добивање на концентрираниот суперфосфат се користат нископроцентни фосфорити (фосфорит и апатит), кои се третираат со разредена сулфурна киселина ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). На ваков начин се добива фосфорна киселина и гипс.



Добиениот гипс и другите нечистотии се таложат, а фосфорната киселина се дехидрира се додека не се добие висок процент на фосфор. Висококонцентрираната фосфорна киселина, понатаму се користи за производство на концентриран суперфосфат:



**Својства:** Содржината на  $\text{P}_2\text{O}_5$  во концентрираниот суперфосфат изнесува околу 45 %. Ова ѓубре може да биде во форма на прав или гранули.

Концентрираниот суперфосфат може да се користи за ѓубрење на почвата, но и како суровина за добивање на комплексни NPK ѓубриња.

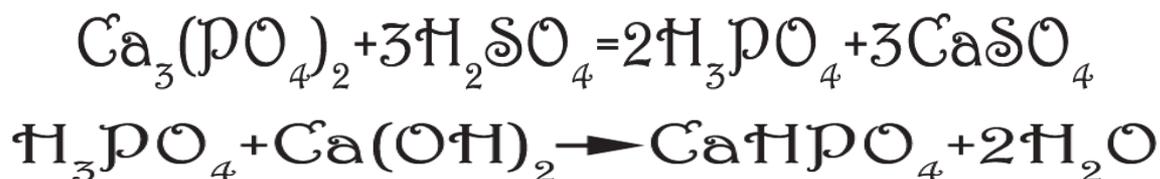
**Влијание врз почвата:** Концентрираниот суперфосфат е многу добро основно ѓубре за сите видови на земјоделски култури. Може да се користи и за мелиоративно ѓубрење кај повеќегодишните култури.

### 6.3.2.3. СЕКУНДАРНИ КАЛЦИУМОВИ ФОСФАТИ

Во оваа група најпознат претставник е **преципитатот**.

**Добивање:** Во оваа ѓубре фосфорната киселина се наоѓа во секундарна форма. За производство на преципитатот се користат примарни сурови фосфати.

Преку екстракција од примарните фосфати се добива фосфорна киселина ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), којашто се меша со варно млеко ( $\text{Ca}_2(\text{OH})_2$ ).



По завршување на процесот се врши таложење, па дехидратација, сушење и мелење на талогот.

**Својства:** Формулата на оваа ѓубре е  $\text{Ca}_2\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Содржината на  $\text{P}_2\text{O}_5$  во преципатот изнесува 30-35%. Ѓубрето е во форма на прав со бела боја, не е хигроскопно и слабо е растворливо во вода. Може да се корисити за ѓубрење на почвата, како суровина за добивање на комплексни NPK ѓубрива, но и како додаток во добиточната храна.

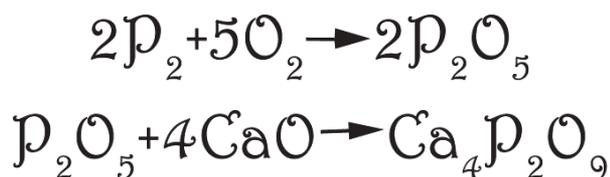
**Влијание врз почвата:** Се применува за ѓубрење на кисели почви. Најдобри резултати дава, ако се примени како основно ѓубре наесен.

### 6.3.2.4. ТЕРМОФОСФАТИ

Во оваа група спаѓаат ѓубриња кои се добиени со топење на фосфатите на висока температура. Претставници на оваа група ѓубриња се: Томас фосфатот, калциум метафосфатот и калиум метафосфатот.

#### 1. Томас фосфат $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9$

**Добивање:** Оваа ѓубре името го добило по технологот кој за прв пат го произвел, Сиднеј Томас. Суровина за добивање на оваа ѓубре е железната руда. По топењето на рудата на температура од  $2.000^\circ\text{C}$ , течната маса се пренесува во специјални конвектори во кои има доломитно брашно ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) и негасена вар ( $\text{CaO}$ ). Во исто време во конвекторот се внесува чист кислород ( $\text{O}_2$ ). При хемиската реакција, прво настанува оксидација на фосфорот, а потоа реакција со негасената вар, при што се добива Томас фосфатот ( $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9$ ).



На крајот течната маса се лади и се врши мелење во специјални мелници.

**Својства:** Формулата на оваа ѓубриво е  $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9$ . Содржината на  $\text{P}_2\text{O}_5$  во Томас фосфатот изнесува 6-8%. Освен фосфор содржи и калциум оксид ( $\text{CaO}$ ) 45%, железо оксид ( $\text{FeO}$ ) 12%, силициум оксид ( $\text{SiO}$ ) и околу 2-3%  $\text{Mn}$ ,  $\text{Zn}$  и  $\text{Cu}$ .

Ѓубретото е во форма на прав со темнокафеава до црна боја, не е хигроскопно и тешко е растворливо во вода.

**Влијание врз почвата:** Се применува за ѓубрење на слабокисели почви. Позитивно влијае на стабилноста на структурните агрегати во почвата.

Може да се користи и како мелиоративно ѓубриво. Во почвата поминува во терцијална форма која е достапна за растенијата.

## 2. Калциум метафосфат (метафос) $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$

**Добивање:** За добивање на ова ѓубре се користи суров фосфат, апатит флуор ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ), кој во конвектори се изложува на температура од  $1.200\text{ }^\circ\text{C}$ , при што се добива  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Процесот продолжува со додавање на ново количество на апатит сè додека издвоената  $\text{P}_2\text{O}_5$  не достигне концентрација од 60 до 65%. Потоа се лади и се ситни.

**Својства:** Формулата на оваа ѓубриво е  $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$ . Содржината на  $\text{P}_2\text{O}_5$  во метафосот изнесува 60%. Освен фосфорот, метафосот содржи и флуор. Оваа ѓубре е во вид на прав, не гори, не е хигроскопно и тешко се раствора во вода.

**Влијание врз почвата:** Оваа ѓубре особено е погодно за почви со кисела реакција, а кои имаат потреба од фосфор.

## 3. Калиум метафосфат $\text{K}_4(\text{PO}_3)_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

**Добивање:** За добивање на ова ѓубре се користат сурови фосфати, калиеви силикати и кокс. Со висока температура се издвојуваат фосфор и калиум хлорид кои реагираат помеѓу себе градејќи го ова ѓубре. Потоа се лади, и се ситни.

**Својства:** Формулата на оваа ѓубре е  $\text{K}_4(\text{PO}_3)_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ . Содржината на  $\text{P}_2\text{O}_5$  во ѓубретото изнесува 60%. Освен фосфорот метафосот содржи и околу 40% калиум оксид ( $\text{K}_2\text{O}$ ). Оваа ѓубре е во форма на прав, не гори, не е хигроскопно и тешко се раствора во вода.

Треба да запомниш:

✓ Како суровини за добивање на фосфорни ѓубрива се користат природните рудни наоѓалишта, железните руди и коските од животните.

✓ Фосфорните ѓубриња се поделени на мелени сурови фосфати, примарни монокалциеви фосфати, секундарни калциумови или дикалциумови фосфати и термофосфати.

✓ Во групата на мелени фосфорни ѓубрива спаѓаат: коскено бршно, фосфоритот, апатитот, микрофосот и пелофосот.

✓ Во примарни монокалциеви фосфати спаѓа супер фосфатот  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

✓ Во секундарните калциумови фосфати спаѓа преципитатот  $\text{CaHPO}_4$ .

✓ Во термофосфатите спаѓа томасовото бршно  $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_9$ , калциум метафосфатот (метафос)  $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$  и калиум метафосфат  $\text{K}_4(\text{PO}_3)_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

#### Одговорете на прашањата:

1. Како се добива суперфосфатот?
2. Кои фосфорни ѓубриња се природни?
3. Со какви својства се одликува суперфосфатот?
4. Што претставува Томасовото бршно?
5. Каково фосфорно ѓубре е преципитатот?

### 6.3.3. КАЛИУМОВИ ЃУБРИЊА

Калиумовите ѓубриња заедно со азотните и фосфорните, спаѓаат во групата на основни ѓубрива за растенијата. Калиумовите ѓубриња се физиолошки кисели ѓубриња и на кисели почви имаат штетно влијание, ако се употребуваат сами.

Во комбинација со други ѓубриња изразената киселост на овие ѓубриња може да има позитивно влијание.

Калиумовите ѓубриња можат да се поделат во две групи:

- природни калиумови ѓубриња и
- концентрирани калиумови ѓубриња.

#### 6.3.3.1. ПРИРОДНИ КАЛИУМОВИ ЃУБРИЊА

Овие ѓубриња се добиваат од рудните наоѓалишта на калиумовите соли. Можат да се користат директно за ѓубрење, но и за добивање на чисти калиумови соли.

Како рудни наоѓалишта најмногу ги има во Германија, Русија, Блискиот Исток, Шпанија и САД. Меѓу себе се разликуваат по содржината на калиум и примесите кои ги содржат. Во оваа група спаѓаат: силвинот, силвинитот, карналинот, каинитот и шенитот.

##### 1. Силвин

**Добивање:** Се добива со вадење од наслгите со соли кои се формирале со повлекување на морето.

**Својства:** Калиумот е застапен како KCl, но содржи и примеси. Силвинот содржи 12-15% K<sub>2</sub>O. Ѓубрето е во вид на кристали и е хигроскопно ѓубре. Покрај KCl содржи и CaSO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>, и други примеси.

**Влијание врз почвата:** Се користи за директно ѓубрење, но и како суровина за добивање на концентрирани калиумови ѓубриња.

##### 2. Силвинит

**Добивање:** Се добива исто како и силвинот.

**Својства:** Силвинитот содржи 12-15% K<sub>2</sub>O. Формулата му е KCl x NaCl. Има слични својства со силвинот.

**Влијание врз почвата:** Се користи за директно ѓубрење, но и како суровина за добивање на концентрирани калиумови ѓубриња.

##### 3. Карналин

**Добивање:** Се добива како и останатите калиумови соли со вадење од рудните наслаги.

**Својства:** Карналинот содржи 9 -12%  $K_2O$ . Формулата му е  $KCl \times MgCl_2 \times 6H_2O$ . Во себе содржи примеси од  $MgSO_4$ . Ѓубрето по форма преставува кристална сол.

При чување солта се стврднува, па пред употреба потребно е нејзино кршење и ситнење.

**Влијание врз почвата:** Се користи за директно ѓубрење. Освен како ѓубре карналитот дејствува и како хербицид за уништување на некои плевели.

#### 4. Шенит

**Добивање:** Се добива како и останатите калиумови соли со вадење од рудните наслаги.

**Својства:** Содржината на калиум кај шенитот е слична како кај останатите природни калиумови соли. Формулата му е  $K_2SO_4 \times MgSO_4 \times H_2O$ . Застапени се две сулфатни соли со K и Mg, додека хлорот не е застапен. Оваа ѓубре е помалку хигроскопно од останатите калиумови ѓубриња.

**Влијание врз почвата:** Се користи за директно ѓубрење, но и како суровина за добивање на концентрирани калиумови ѓубриња.

### 6.3.3.2. КОНЦЕНТРИРАНИ КАЛИУМОВИ ЃУБРИЊА

Се добиваат со преработка на природните калиумови ѓубриња. Кај овие ѓубриња процентот на активната материја  $K_2O$  е многу поголем. Во оваа група спаѓаат: калиум хлоридот, 30-40% калиумовата сол, камексот, патент калиумот и калиум сулфатот.

#### 1. Калиум хлорид

**Добивање:** Се добива од силвинитот со растворање во вода и раздвојување на солите. Силвинитот се меле и се раствора во топла вода, сè додека не се добие заситен раствор. Потоа се лади на температура од 20 до 25 °C, при што  $KCl$  се таложи, додека  $NaCl$  останува растворен во водата. Водата со  $NaCl$  се отстранува, а талогот со  $KCl$  се суши и меле.

**Својства:** Калиум хлоридот содржи околу 60%  $K_2O$ . Формулата му е  $KCl$ . Има примеси од  $NaCl$  до 3%. Ѓубрето претставува кристална сол, со сивкасто бела боја. Тоа е умерено растворливо во вода, среднохигроскопно и има солен вкус. Има неутрална хемиска реакција, а физиолошката реакција му е кисела.

**Влијание врз почвата:** Ако се употребува на кисели почви, создава солна киселина, така што дополнително ја закиселува почвата. Најдобро е ако во почвата се додаде наесен, но може и напролет, ако има услови за наводнување. За ѓубрење се користи 100 -250 кг/ха.

## 2. Калиумова сол 30 – 40%

**Добивање:** Се добива со мешање на калиум хлоридот со силвинитот. Мешањето е во соодветен сооднос, при што се добива сол со помал процент на активна материја.

**Својства:** Постојат калиумова сол со 30%  $K_2O$ , и калиумова сол со 40%  $K_2O$ . Формулата му е  $KCl$ . Ѓубрето е со сивкаста боја. Тоа е доста хигроскопно и има иста хемиска реакција со калиум хлоридот.

**Влијание врз почвата:** Употребата му е иста како со калиум хлоридот, само што се користат поголеми дози за ѓубрење.

## 3. Камекс

**Добивање:** Кај нас ова ѓубре не се користи. Го има и се користи во Германија.

**Својства:** Камексот содржи околу 40%  $K_2O$ . Претставува двојна сол со формула  $K_2Cl \times MgSO_4$ . Содржи примеси од  $NaCl$ , а освен  $K$  содржи и  $Mg$  и  $S$ .

**Влијание врз почвата:** Употребата му е иста како и кај другите калиумови ѓубрива.

## 4. Патент калиум

**Добивање:** Може да се добие по хемиски пат со реакција на  $K_2SO_4$  и  $MgSO_4$ .

**Својства:** Патент калиумот содржи околу 28%  $K$ , 5%  $Mg$ , и 20%  $S$ . Претставува двојна сулфатна сол со формула  $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$ .

**Влијание врз почвата:** Се употребува за ѓубрење на почви кои имаат потреба од  $S$ . Исто така се користи за ѓубрење на култури кои не поднесуваат  $Cl$ .

## 5. Калиум сулфат

**Добивање:** Се добива со растворање на каинот. Талогот кој останува на дното од базенот претставува калиум сулфат. Талогот потоа дехидрира, се суши и се меле. Калиум сулфатот може да се добие и по хемиски пат со употреба на калиум хлорид и сулфурна киселина.

**Својства:** Калиум сулфатот содржи околу 50%  $K$ , 0,6%  $Mg$  и 18%  $S$ . Формула на калиум сулфатот е  $K_2SO_4$ . Калиум сулфатот е во вид на кристали со сиво бела боја, не е хигроскопен и е растворлив во вода.

**Влијание врз почвата:** Се употребува за ѓубрење на почви пред основната обработка на почвата. Може да се примени и рано напролет на лесни почви. Дозите за ѓубрење се движат од 200 до 400  $kg/ha$ .

Треба да запомниш:

- ✓ Калиумовите ѓубриња можат да се поделат во две групи природни калиумови ѓубриња и концентрирани калиумови ѓубриња.
- ✓ Во природните калиумови ѓубриња спаѓаат силвинот, силвинитот, карналинот, каинитот и шенитот.
- ✓ Во концентрираните калиумови ѓубриња спаѓаат калиум хлоридот, 30-40% калиумовата сол, камексот, патент калиумот и калиум сулфатот.

**Одговорете на прашањата:**

1. Како се поделени калиумовите ѓубриња?
2. Како се добиваат природните калиумови ѓубриња?
3. Кои калиумови ѓубриња се концентрирани?

### 6.3.4. КАЛЦИУМОВИ ЃУБРИЊА

Калциумовите ѓубриња се нарекуваат и варовни ѓубриња. Калциумовите ѓубриња покрај тоа што можат да се користат за исхрана на растенијата, се користат и за мелиоративно ѓубрење со цел да се подобри структурата на почвата. Калциумовите ѓубриња ја подобруваат стабилноста на почвените агрегати. Тие се користат за калцификација на кисели почви. Калциумот во почвата најчесто се додава преку други ѓубриња кои содржат калциум како што се: варовата шалитра, фосфорните ѓубриња и други. Во групата на калциумови ѓубриња спаѓаат: варовникот, доломитот, калциум оксидот, лапорот и сатурационата мил.

#### 1. Варовник

**Добивање:** Се добива од карбонатните карпи, со кршење, дробење и ситнење.

**Својства:** Формулата на варовникот е  $\text{CaCO}_3$ . Варовникот содржи 75-85% Ca. Ѓубрето е во форма на прав со бела до извалкано бела боја. Покрај калциум содржи и други примеси. Ѓубрето не е хигроскопно и не се раствора во вода.

**Влијание врз почвата:** Се користи за директно ѓубрење. Во почвата се раствора под влијание на  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Се применува на кисели и неутрални почви.

Претставува одлично ѓубре за мелиоративно ѓубрење, односно за калцификација. Монгу добри резултати се добиваат ако се користи за ѓубрење на почви кои содржат органска материја, каде што се создава стабилна структура образувајќи Ca - хумати. За ѓубрење се користи во количество од 500 до 600 кг/ха.

#### 2. Доломит

**Добивање:** Се добива од доломитни карпи, кои се многу поцврсти и покомпактни од варовникот, со кршење, дробење и ситнење на доломитот.

**Својства:** Формулата на доломитот е  $\text{CaCO}_3 \times \text{MgCO}_3$ . Освен CaO, доломитот содржи и  $\text{MgCO}_3$  и други примеси. Ѓубрето е во форма на прав со сиво бела боја, не е хигроскопно и не се раствора во вода.

**Влијание врз почвата:** Се користи за директно ѓубрење. Во почвата бавно се раствора под дејство на  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , што значи дека е подолготрајно ѓубре. Присуството на Mg му дава подобри својства од варовникот.

#### 3. Печена вар

**Добивање:** Се добива од варовник, кој се пече на висока температура. По печењето се врши мелење на печената вар.

**Својства:** Формулата на печената вар е CaO (калциум оксид). Освен CaO, може да содржи и други примеси. Содржината на Ca изнесува 80-95%.

Ѓубрето е во форма на прав со бела боја. Хигроскопно е и лесно растворливо во вода.

**Влијание врз почвата:** Ѓубрето е едно од најефикасните калциумови ѓубрива. Се употребува во количества двапати помали од оние на варовникот. При употреба дава доста добри резултати при калцификација. Може да се

употреби директно или со претходно мешање со почвата или, пак, со попрскување со вода.

#### 4. Лапор

**Добивање:** Се добива од седиментни карпи на варовник кои се формирале во земјата.

**Својства:** Освен Са, содржи глина, песок, фосфор и други примеси. Содржината на Са изнесува од 35 до 65%.

**Влијание врз почвата:** Лапорот е погоден за ѓубрење и калцификација на песокливи почви сиромашни со глина.

#### 5. Сатурациона кал

**Добивање:** Се добива при фабрикацијата на шеќерната репка, како нус-производ.

**Својства:** Сатурационата кал спаѓа во групата на органски ѓубриња. Освен Са содржи и околу 30 – 40% органски материји. Сатурационата кал содржи и N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O и низа на микроелементи S, B, Mn, Cu и други.

**Влијание врз почвата:** Претставува доста добро ѓубре за ѓубрење, бидејќи освен со Са почвата се ѓубри и со други макро и микроелементи. Ова ѓубре ја подобрува и структурата на почвата.

Треба да запомниш:

- ✓ Калциумовите ѓубриња се нарекуваат и варовни ѓубриња.
- ✓ Калциумовите ѓубриња покрај тоа што можат да се користат за исхрана на растенијата, се користат и за мелиоративно ѓубрење со цел да се подобри структурата на почвата.
- ✓ Во калциумовите ѓубриња спаѓаат варовникот, доломитот, калциум оксидот, лапорот и сатурационата мил.

**Одговорете на прашањата:**

1. Кои ѓубриња спаѓаат во калциумови ѓубриња?
2. Какво е влијанието на варовникот врз почвата?
3. Што претставува сатурационата кал?

## 6.4. СЛОЖЕНИ ЃУБРИЊА

Сложените ѓубриња се едни од најзначајните ѓубриња кои се користат за исхрана на растенијата. Во хемискиот состав на сложените ѓубриња се застапени 2-3 хемиски елементи.

Како основа за производство на сложените ѓубриња, се користат основните макроелементи N и P и K.

Според начинот на производство, сложените ѓубриња се делат на: мешани и комплексни, а според содржината и бројот на елементите, се делат на: двојни и тројни.

Во сложените ѓубрива можат да бидат вградени и други елементи (S, Br, Zn и други).

### 6.4.1. МЕШАНИ ЃУБРИЊА

Се добиваат со механичко мешање на простите ѓубриња. Мешањето се врши пред употребата. Кај мешаните ѓубриња може да дојде и до одредени хемиски реакции помеѓу некои од нив.

За мешањето на ѓубрињата постојат одредени правила, односно се користат шеми за мешање.

При неправилно мешање може да дојде до влошување на физичките својства на ѓубрињата или до губење на активната материја.

Основно правило е дека, не се мешаат две хигроскопни ѓубриња. Мешаните ѓубриња денес се заменети со комплексни ѓубриња.

Постојат следниве комбинации на мешани ѓубрива:

- двојни мешани ѓубрива NP комбинација;
- двојни мешани ѓубрива NK комбинација;
- двојни мешани ѓубрива PK комбинација и
- тројни мешани ѓубрива NPK комбинација.

#### 1. Двојни мешани ѓубриња NP комбинација

Ове ѓубриња претставуваат комбинација помеѓу азотни и фосфорни. Спаѓаат во групата на нископроцентни ѓубриња. Во оваа група спаѓаат: амонијаков суперфосфат, амонизираниот суперфосфат и нитрофосот.

- **Амонијаков суперфосфат:** Се добива со мешање на супер фосфатот ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) и амониум сулфатот ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). При мешањето настанува и хемиска реакција. Хемиската формула на ѓубретото е  $2\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ . Кај ова ѓубре односот N :  $\text{P}_2\text{O}_5$  изнесува 4 : 12.

- **Амонизиран супер фосфат:** Се добива со мешање на суперфосфатот и амонијакот. И кај оваа ѓубре се случува иста хемиска реакција. Количествата на азот изнесуваат 3-9%, а количествата на фосфор остануваат исти како кај суперфосфатот. Хемиската формула на ова ѓубре е  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ .

- **Нитрофос:** Се добива со мешање на суперфосфат и калциум цијанамид ( $\text{CaCN}_2$ ). Односот  $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5$  изнесува 4 : 12. Се употребува за ѓубрење на житни култури, пченка и за индустриски култури.

## 2. Двојни мешани ѓубрива НК комбинација

Во оваа група спаѓа само едно ѓубре познато под името патазот. Се добива со мешање на калиум хлорид ( $\text{KCl}$ ) и амониум хлорид ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Ова ѓубре содржи 50% хлор и малку азот 12%.

## 3. Двојни мешани ѓубриња РК комбинација

Во оваа група спаѓаат ѓубриња добиени со мешање на суперфосфатот и калиумовата сол. Добри се за ѓубрење со есенско длабоко орање. Постојат повеќе комбинации на  $\text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O}$ , во однос 14 : 12, 14 : 8, 11 : 21 и други.

## 4. Тројни мешани ѓубриња NPK комбинација

Тројните мешани ѓубриња покрај основните елементи NPK, можат да содржат и други елементи неопходни за исхрана на растенијата ( $\text{Ca}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{Br}$ ,  $\text{Zn}$  и други).

За добивање се користат амониум нитратот или сулфатот, суперфосфатот и калиум хлоридот или сулфатот. Односот на овие ѓубриња при мешањето може да биде различен.

Постојат повеќе комбинации каде што односот  $\text{N} : \text{P}_2\text{O}_5 : \text{K}_2\text{O}$  изнесува:

**6 : 11 : 11**, **4 : 12 : 9**, **4 : 8 : 16**, **8 : 8 : 8** и други.

### 6.4.2. ПОЛУКОМПЛЕКСНИ ЃУБРИЊА

Се добиваат со дополнителна обработка на претходно измешаните прости ѓубриња. Со дополнителната обработка се создава похомогена структура на ѓубретото и се вметнати и други материи, како што се: инсектицидите, фунгицидите и хербицидите.

За производство на овие ѓубриња се користат фосфорната киселина, сулфурната киселина и течен амонијак.

Освен за ѓубрење на почвата, овие ѓубриња се користат и за заштита од инсекти, болести и плевели.

### 6.4.3. КОМПЛЕКСНИ ЃУБРИЊА

Комплексните ѓубриња се добиваат со сложени хемиски реакции и технолошки процеси.

Во комплексните ѓубриња со застапени исти активни материи, односно азот, фосфор и калиум (NPK).

За добивање на овие комплексни ѓубриња во светот има различни технологии.

Комплексните ѓубриња содржат 2-3 пати повеќе активна материја од мешаните ѓубриња.

Како суровини за добивање на комплексните ѓубриња се користат: амонијакот, сулфурната, азотната, фосфорнатаа киселина, амониум нитратот, калиумовата сол, калиум сулфатот и други соединенија.

Комплексните NPK ѓубрива според вкупниот процент на активна материја се делат на:

- нископроцентни, содржат до 30% активна материја;
- среднопроцентни, содржат од 30 до 40% активна материја;
- високопроцентни, содржат над 40% активна материја.

Според структурата, комплексните ѓубриња се делат на: амофоски и нитрофоски.

Според содржината на хранливи материји, комплексните ѓубриња се делат на: двојни и тројни.

### 1. Амофоски комплексни ѓубрива

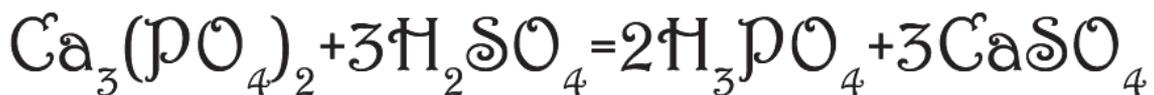
Постојат повеќе од 20 различни односи на активната материја од N, P и K.

Кај овие ѓубриња азотот (N) е застапен во амонијачна форма (NH<sub>4</sub>).

Фосфорот во ѓубрето е застапен како примарната сол на фосфатната киселина.

Калиумот е застапен во форма на калиумова или сулфатна сол.

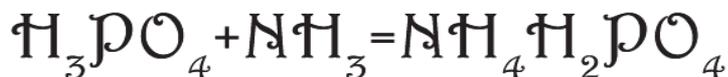
При производство на амофоските прво се издвојува фосфорот од сурови фосфати (фосфит или апатит), односно со помош на техничка сулфурна киселина се издвојува фосфорна киселина, и се отстранува гипсот.



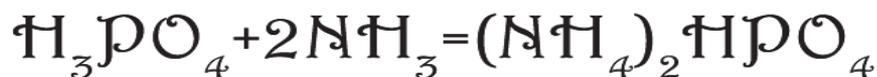
Потоа, со загревање на фосфорната киселина се врши дехидрирање на водата и се зголемува концентрацијата на фосфорната киселина.

Врз концентрираната фосфорната киселина се додава амонијак (NH<sub>3</sub>), односно се врши вградување на азотна компонента и се добива амофос.

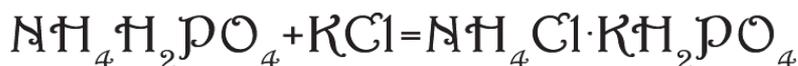
Амофосот може да се користи како финално ѓубриво NP комбинација, но и како основа за добивање на NPK комбинација.



Со истата постапка може да се добие и диамфосот, кој е сличен по хемиски состав со амофосот.



При добивањето на тројно комплексно ѓубре, на амофос или диамфос се реагира со некое калиумово ѓубре.



Коплексните ѓубрива можат да се користат за прихранување и за есенско основно ѓубрење.

Комбинациите на комплексни ѓубриња **N : P : K** се поделени во зависност од тоа кои проценти од елементите доминираат.

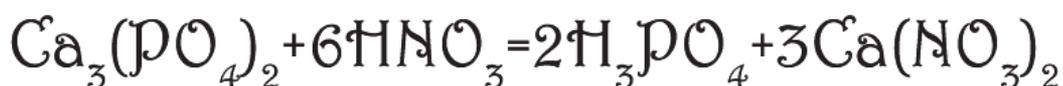
Постојат следниве комбинации : **20 : 10 : 10**; **18 : 9 : 9**; **20 : 20 : 8**; **20 : 20 : 0**; **15 : 15 : 15**; **17 : 17 : 17** и други.

## 2. Нитрофоски комплексни ѓубрива

Кај нитрофоските-комплексни ѓубриња, азотот е застапен во  $\text{NO}_3^-$  и  $\text{NH}_4^+$  форма, за разлика од амофоските каде што е застапен само во  $\text{NH}_4^+$  форма.

Овие ѓубриња се понерастворливи во вода во однос на амофоските. За екстракција на фосфорната киселина се користи нитратната киселина.

Процесот на добивање започнува со реакција на суровите фосфати и нитратната киселина, при што се добива висока содржина на калциум нитрат ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ).



Високата содржина на калциум нитрат има негативно влијание врз ѓубривото, па поради тоа се врши претворање на калциум нитратот во друга форма со додавање на киселина и во присуство на амонијак.



Понатаму постапката продолжува со вградување на фосфатната и калиумовата компонента во ѓубрето. Постојат повеќе комбинации на **N : P : K** кај нитрофоските: **13 : 10 : 12**, **12 : 9 : 16**, **17 : 8 : 8**, **12 : 12 : 12**, и други.

### 6.4.4. ДВОЈНИ КОМПЛЕКСНИ ЃУБРИЊА

Кај двојните комплексни ѓубриња се застапени два елемента во ѓубрето. Комбинации на двојни комплексни ѓубриња се: **N : P**, **N : K**, и **P : K**.

**Двојни комплексни ѓубрива N : P комбинација:** За добивање на овие ѓубриња се користат суровите фосфати и амонијакот. Во оваа група спаѓаат: моноамонфосфатот (MAP) и диамонфосфатот (DAP).

Моноамонфосфатот (MAP) е кисело ѓубре, додека диамонфосфатот (DAP) е базично. Овие ѓубриња се со сивкасто бела боја, леснорастворливи во вода и не се хигроскопни. Се користат како претсеидбени ѓубриња. Постојат повеќе комбинации: **16 : 48**, **16 : 52**, **18 : 45** и други.

**Двојни комплексни ѓубриња N : K комбинација:** Оваа комбинација многу ретко се произведува, и најчесто служи за добивање на тројни ѓубрива.

**Двојни комплексни ѓубрива P : K комбинација:** Оваа комбинација на ѓубриња е добра за есенско ѓубрење на почвата. Ѓубрето е растворливо во вода, и е во форма на гранули. Претставува добро ѓубре за овошните култури.

**За дома:** Истражувајте за производството на сложени ѓубриња!

## 6.5. ЃУБРИЊА СО МИКРОЕЛЕМЕНТИ

Растенијата покрај основните елементи N, P, и K, имаат потреба и од користење на други елементи кои иако се користат во помали количества имаат идентично значење.

Недостатокот на одреден елемент може да биде ограничувачки фактор за производство на одредена култура, без разлика дали N, P, и K ги има во оптимални количества во почвата.

Примената на овие ѓубриња е различна. Може да се применуваат преку почвата или фолијарно преку листот. Најчесто се применуваат со вградување на елементот во комплексните NPK ѓубрива (NPK + Mg, NPK + S, NPK + B).

Како позначајни ѓубриња на другите елементи се: сулфурни, железни, магнезиумови, бакарни, манганови, борни, цинкови и други.

### ● Сулфурни ѓубриња

Сулфурот во почвата се наоѓа во доволно количество, но може да се аплицира во почвата со додавање на арско (шталско) ѓубре и со други ѓубриња кои содржат сулфур.

За ѓубрење на почвата се употребува како елементарен сулфур и така сулфур во форма на  $\text{CaSO}_4$  (гипс). Освен наведените ѓубриња, сулфурот се додава и при додавање на други ѓубриња кои содржат сулфур (амониум сулфат  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , калиум сулфат  $\text{K}_2\text{SO}_4$  и други).

Елементарниот сулфур има поголемо значење за заштита на растенијата од болести, а многу малку се користи како ѓубре.

Гипсот се користи за мелиорации (гипсирање) на солени почви, каде што предизвикува намалување на алкалната реакција на почвата. Се користи во количество од 10 до 20 тони/ха.

### ● Железни ѓубриња

Железните ѓубриња се особено значајни за почвите каде што железото се наоѓа во недостапна форма. Најчесто, такви се карбонатните почви.

Примената на железните ѓубриња најчесто е фолијарна (преку листот), но може да биде и преку почвата.

За ѓубрење се употребуваат железни хелати (комплексни ѓубрива на метали и органски соединенија).

Попознати хелати се секвестинот, рексенот, EDTA и други. Хелатите се користат во концентрација од 0,2 до 0,6%, во зависност од фенофазата на културата.

Освен хелатите, за ѓубрење може да се користи и железо сулфатот ( $\text{FeSO}_4$ ). Ѓубретото може да се употреби како фолијарно така и преку почвата.

### ● Магнезиумови ѓубриња

Постојат повеќе магнезиумови ѓубриња. Најчести магнезиумови ѓубриња кои се користат се следниве: магнезиум сулфатот ( $\text{MgSO}_4$ ), доломитот, камексот и комплексното ѓубре NPK + Mg.

Магнезиум сулфатот е сол. Се користи во концентрација од 0,2 до 0,5% како фолијарно ѓубре.

Магнезиумовите ѓубриња имаат особено значење при одгледување на компирот, репката и другите клубенести култури.

### ● Бакарни ѓубриња

Бакарот во почвата се наоѓа во доволни количества и многу ретко се јавува потреба од ѓубрење со бакарни ѓубриња, особено ако се користат бакарни препарати за заштита на растенијата од болести.

Поголема потреба за ѓубрење со бакарни ѓубриња се јавува кај тресетните почви.

За ѓубрење преку почвата, се користат бакарната згура и бакарното брашно.

За фолијарно ѓубрење се користат бакарните соли ( $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ) и бакарните хелати.

### ● Манганови ѓубрива

Мангановите ѓубриња поголема примена имаат во овоштарството. Постојат повеќе видови на манганови ѓубриња.

За ѓубрење преку почвата се користат мангановата згура и манганизираниот суперфосфат.

За фолијарно ѓубрење се користат мангановиот хелат и некои манганови соли ( $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$  и други).

### ● Ѓубриња со бор

Речиси кај сите растенија се јавува потреба од бор. Ѓубрењето со бор дава особено добри резултати кај одредени градинарски култури, шеќерната репка и други повеќегодишни култури.

Борните ѓубриња се користат за натопување на семето и резанците, фолијарно и со внесување преку почвата.

Како борни ѓубриња се користат: бораксот, техничката борна киселина, NPK + B, борните руди, минерали и други.

Бораксот ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) се користи во мали количества, бидејќи поголеми количества предизвикуваат штети кај растенијата.

Техничката борна киселина ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) може да се употребува преку почвата и фолијарно, преку листот. Таа има и инсектицидно дејство.

Борните руди и минерали најчесто се користат за добивање на други борни ѓубриња.

### ● Цинкови ѓубрива

Цинковите ѓубриња се користат за натопување на семето и садниците, фолијарно за прихрана на растенијата и со внесување преку почвата.

Во почвата може да се појави недостаток на цинк поради негова микробиолошка имобилизација. Како цинкови ѓубриња се користат: цинк сулфатот ( $\text{ZnSO}_4$ ), цинк карбонатот ( $\text{ZnCO}_3$ ), цинк хелатот, NPK + Zn, како и остатоци од индустријата во која се преработуваат цинковите руди.

Цинк сулфатот содржи 26-36% цинк и се користи за ѓубрење на повеќе земјодлески култури. Најдобри резултати дава при ѓубрење на шеќерната репка, пченицата, пченката и други култури.

Најчесто за ѓубрење со цинк се користи комплексното ѓубре NPK + Zn во концентрација од 0,5%.

Цинковиот хелат содржи 14% Zn и се користи како фолијарно ѓубре и како ѓубре што се додава преку почвата.

Треба да запомниш:

- ✓ Во хемискиот состав на сложените ѓубриња застапени се 2-3 хемиски елементи.
- ✓ Како основа за производство на сложените ѓубриња, се користат основните макроелементи N и P и K.
- ✓ Според начинот на производство, сложените ѓубриња се делат на: мешани и комплексни, а според содржината и бројот на елементите, се делат на: двојни и тројни.
- ✓ Во сложените ѓубрива можат да бидат вградени и други елементи (S, Br, Zn и други).
- ✓ Постојат следниве комбинации на мешани ѓубрива, двојни мешани ѓубрива NP комбинација; двојни мешани ѓубрива NK комбинација; двојни мешани ѓубрива PK комбинација и тројни мешани ѓубрива NPK комбинација.
- ✓ Како позначајни ѓубриња на другите елементи се: сулфурни, железни, магнезиумови, бакарни, манганови, борни, цинкови и други.

**Активности надвор од училиница:**

*Посетете ја најблиската земјоделска аптека, или, пак, продавница која се занимава со продажба на ѓубриња. Побарајте проспекти за секое ѓубре и направете постер!*

## 6.6. ФОЛИЈАРНИ ЃУБРИЊА

Во високоразвиените земји фолијарното ѓубрење претставува важна и задолжителна агротехничка мерка во земјоделското производство. Во зависност од фенофазите на развој, потребни се различни количества и во различен сооднос од хранливи елементи.

Усвојувањето на хранливите елементи преку коренот, често пати може да биде ограничено, па растенијата не се снабдени со потребните хранливи материи.

Со фолијарното ѓубрење се овозможува брзо и ефикасно усвојување на хранливите материи (90%) и нивно транспортирање до местото каде што се одвива синтезата на сложените органски соединенија. Со фолијарното ѓубрење може истовремено да се врши заштита на растенијата од болести и штетници.

Во составот на фолијарните ѓубриња влегуваат сите ѓубриња кои се леснорастворливи во вода, но и оние кои се специјално произведени како фолијарни ѓубриња со висока содржина на хранливи материи.

Најчесто се користат фолијарни ѓубриња кои содржат микроелементи во форма на хелати.

Фолијарното ѓубрење треба да се врши во поволни услови, односно кога нема ветер, на температура од 25 °C, кога релативната влажност на воздухот не е многу мала, а сончевото зрачење не е големо.

Во вакви услови тенкиот филм од растворот што се создава на листот од растението не се суши веднаш, па за кратко време стигнува до ткивата во кои се одвива процесот на фотосинтеза. Од погоре кажаното, фолијарното ѓубрење треба да се врши рано наутро или во доцните попладневни часови.

Концентрацијата на растворот со фолијарно ѓубре најчесто е од 1 до 1,5 %, а се препорачува користење на вода за растворот околу 300 литри на хектар.

Фолијарното ѓубрење се изведува со прскалки и распрскувачи кои ја распрскуваат течноста со хранливи материи на многу ситни капки.



Сл.бр.49.- Распрскување на фолијарно ѓубре

## 6.7. ХИДРОПОНО ОДГЛЕДУВАЊЕ НА ЗЕМЈОДЕЛСКИТЕ КУЛТУРИ

Под хидропоно одгледување на земјоделските култури се подразбира беспочвено одгледување на културите на инертни супстрати или одгледување без нив во специјални раствори кои содржат хранливи елементи неопходни за развивањето на растенијата со одредена концентрација.

Хидропониката е „технологија на иднината“ во одгледувањето на растенијата. Корените на хидропоното одгледување можеме да ги најдеме во „Семиаридните висечки градини“. Овие градини покрај тоа што се познати по тоа што се наоѓаат во пустина и тие имаат своја убавина, но тие претставуваат и први хидропони системи.

Со хидропоника се занимавале и грчкиот филозоф Аристотел, потоа научникот Хелмонт кој го проучувал овој начин на производство, па германските ботаничари Кнопс и Закс и др.

Професорот Герике од Калифорнискиот универзитет Беркли, во 1929 година, докажал дека одгледувањето на растенијата без почва е возможно и во целост изводливо. Неговиот научен труд, дека е возможно и исплатливо одгледувањето на растенијата во големи количества, во корита наполнети со хранлив раствор (свежа храна за американските војници).

Растенијата одгледувани без почва, во хранливи раствори, се поздрави и почисти, а приносите се поголеми неколкукратно. Растенијата при тоа имаат одлична кондиција, што може да се види по нивната здравствена состојба. Затоа плодовите од растенијата одгледувани хидропоно се поголеми и побогати со хранливи материи.

Во зависност од големината на растението, кореновиот систем има три основни функции:

- примање на вода и хранливи материи;
- задржување на хранливите материи и
- давање на физичка потпора на надземниот дел од растението.

Целокупната хидропонија зависи од здравиот коренов систем. Коренот ја усвојува водата и хранливите материи кое се одвива преку дифузија. Во овој процес водата и кислородот поминуваат во коренот преку клеточната мембрана од коренските влакненца. Целиот овој процес се одвива на ниво на јони, што значи дека системот за хидропоно одгледување е дотолку добар колку што е добар хранливиот раствор којшто се користи.

За нормално да се развива кореновиот систем, при хидропоното одгледување, потребно е да се обезбеди физичка потпора. Како физичка потпора за кореновиот систем од растенијата при хидропоното одгледување може да се користат различни медиуми како песок, камења, кокосови влакна или камена волна или, пак, комбинација од нив.



Сл.бр.50.- Различни медиуми за физичка потпора на коренот

Хидропонскиот начин на одгледување мора да ги задоволи потребите на растението на ефикасен начин. Тие потреби се:

- да обезбеди на кореновиот систем доволно количество вода и добро избалансирана исхрана;
- да обезбеди високо ниво на размена на гасовите од хранливиот раствор со коренот и
- да го заштити кореновиот систем од дехидратација и брзо изумирање на растението, во случај кога ќе дојде до застој во самиот систем на одгледување.

Системот на хидропоното одгледување на растенијата може да биде активен и пасивен.

Активниот систем подразбира користење на механички средства за рецикулација на хранливиот раствор.

Пасивниот систем се потпира на капиларноста, абсорпцијата или гравитационата сила, која ќе го обнови снабдувањето на коренот со хранлив раствор.



Сл. бр.51.-Различни системи на хидропоно одгледување на растенија

Предноста на хидропоното одгледување на земјоделските култури се состои во следново:

- културите можат да се одгледуваат на локација каде што нема почва, или почвата е некавалитетна и неплодна;
- не е потребен плодоред при одгледувањето;
- подобра контрола во снабдувањето на растенијата со вода;
- намалена појава на болести и штетници и
- чување на подземните води од загадување.

**За дома:** Напишете есеј за хидропоно одгледување на земјоделски култури

## 6.8. ЃУБРИЊА КОИ СЕ КОРИСТАТ ВО ОРГАНСКОТО ЗЕМЈОДЕЛСКО ПРОИЗВОДСТВО

Органското земјоделско производство во нашата земја зазема сè поголем замав. Органски произведените продукти се барани на пазарот на производи.

Производството на органска храна се базира на одгледување на земјоделски култури без да се користат хемиски средства.

Органската фарма која не располага со сопствено шталско ѓубре има потреба од обезбедување на хранливи материи од надвор.

При тоа, треба да се обрне внимание на обврската за евиденција на дотурот, ограничување на количините, да се додаваат само дозволени додатоци и сл.

Во органското земјоделско производство, на органските ѓубриња им се дава огромно значење, затоа што тие ја ревитализираат почвата т.е. тие ги подобруваат физичките, хемиските, биолошките и хранливите својства.

Минералните ѓубриња, добиени по хемиски пат, не се користат во органското земјоделство.

Како **органски ѓубриња** се користат:

- шталско ѓубре;
- осока-течно ѓубре;
- тресет;
- компост;
- биохумус.

Сите овие видови ѓубриња се обработени во делот на природни органски ѓубриња, каде што е опишан начинот на производство и употреба.

Во органското земјоделско производство може да се користат и некои **минерални ѓубриња**, но тие не треба да се обогатени хемиски.

Од минералните ѓубриња се користат: суровите фосфати, шкрилци (цепен камен), пепел од дрво, гипс, лапор, варовник, глина, сулфур и др.

***Во органското земјоделство хранливите материи во почвата се обезбедуваат преку природната плодност, ѓубрење со шталско ѓубре, компост, растителни отпадоци, правилен плодоред и дозволени органски ѓубриња.***

***Се забранува  
употреба на лесно-  
растворливи  
хемиско-синтетички  
ѓубриња***

## 6.9. ЃУБРЕЊЕ НА ЗЕМЈОДЕЛСКИТЕ КУЛТУРИ

### ● Системи на ѓубрење

Примената на ѓубрињата не може да биде добра и ефикасна без да се познаваат одредени параметри кои ги определуваат системите за ѓубрење.

Поважни параметри за примена на агротехничката мерка ѓубрење се:

- плодноста на почвата;
- планираниот принос од културата;
- потреба од хранливи материи за единица принос;
- потребните корекции на дозите на ѓубрење;
- фолијарните анализи и друго.

Постојат повеќе системи за ѓубрење кои се базираат на агротехничките мерки потребни за одгледување на одредената култура, својствата на ѓубрето и својствата на почвата:

- системи за редовно ѓубрење;
- мелиоративно или резервно ѓубрење;
- системи за подобрување на физичките својства на почвата;
- системи на ѓубрење без услови за наводнување;
- системи на ѓубрење во услови за наводнување и
- системи за комбинирано ѓубрење (минерално и органско).

### ● Начини на ѓубрење

Начините на ѓубрење зависат од сезоната, биологијата на културата и техниката која се применува.

Постојат повеќе начини на ѓубрење:

- основно есенско ѓубрење – може да биде рачно или машинско;
- пролетно ѓубрење пред сеидба – може да биде рачно или машинско;
- пролетно ѓубрење при сеидба;
- прихранување на житни и и други посеви;
- прихранување на окопни култури;
- фолијарно ѓубрење и
- фертилизација - ѓубрење со наводнување.

Кој начин ќе биде применет зависи пред сè од културата и потребите на одгледуваната култура од хранливи материи.

### ● Време на ѓубрење

Времето на ѓубрење зависи од културата што се одгледува, како и од фенофазата во која се наоѓа. Во однос на времето, ѓубрењето може да се подели на: основно ѓубрење и прихрана.

**Основното ѓубрење** се врши пред или при самата сеидба на културата. Обично се применуваат комплексни ѓубриња, при што се внесуваат 80-100% од потребите на P и K, и околу 40% N.

**Прихраната** се врши во текот на вегетацијата на културата, и директно зависи од фенофазата во која се наоѓа културата. Може да се примени една прихрана, но најчесто е подобро ако културата се прихранува повеќе пати. Прихранувањето се врши со употреба на почвени и фолијарни ѓубриња, но и преку фертиригација. За прихрана се користат ѓубриња кои полесно се примаат од страна на растенијата.

## 6.10. ЃУБРЕЊЕ НА ОДРЕДЕНИ ЗЕМЈОДЕЛСКИТЕ КУЛТУРИ

### 6.10.1. ЃУБРЕЊЕ НА ПОЛЕДЕЛСКИ КУЛТУРИ

#### ● Ѓубрење на пченицата и јачменот

Пченицата и јачменот се есенски култури и кај нив се применува основно есенско ѓубрење и пролетна прихрана.

**Основно ѓубрење:** За основно ѓубрење се користат комплексни NPK ѓубриња, со комбинации во кои доминираат P и K ( 10 : 30: 20, 10 : 20 : 30, 5 : 10 : 20 и други). Ѓубрето се внесува со основната обработка на почвата. N се внесува само со 40%, бидејќи останатото количество на N има поголем ефект, ако се додаде со прихранување.

**Прихрана:** Прихраната зависи од фенофазата на развојот на пченицата. За прихрана се користат азотнити ѓубриња и тоа најчесто уреа и KAN.

Најдобро е ако прихранувањето се врши два пати. Првата прихранување се врши во фаза на братимење со околу 30-40 кг/ха чист N, или околу 100 кг уреа (34%).

Втората прихрана се врши во фазата на вретенисување со околу 100 кг KAN.

Може да се изврши и трета прихрана со околу 50 кг KAN, во фаза на налевање на зрното.

#### ● Ѓубрење на пченката

Пченката дава голема зелена маса и високи приноси во зрно, па поради тоа троши големи количества на хранливи материи. Кај пченката се применува основно ѓубрење и прихрана.

**Основно ѓубрење:** За основно ѓубрење се користат комплексни NPK ѓубриња, со комбинации во кои доминираат P и K ( 10 : 30: 20, 10 : 20 : 30, и други). При основното ѓубрење добро е да се додаде и специјално ѓубре со цинк (10 : 20 : 30 + 5% Zn), затоа што пченката има нагласена потреба од Zn.

Ѓубрето се внесува со основната обработка на почвата или пред самата сеидба. При сеидбата може да се додаде и N ѓубре (100 кг KAN).

**Прихрана:** За прихрана се користат азотнити ѓубриња и тоа најчесто уреа и KAN.

Прихраната се дава во периодот кога растението има 3-5 листови до фазата на метличење.

#### ● Ѓубрење на оризот

Оризот представува житна култура која се одгледува во специфични услови, бидејќи најголем дел од вегетацијата коренот го поминува во вода. Кај оризот се применуваат основно ѓубрење и прихрана.

**Основно ѓубрење:** За основно ѓубрење се користат комплексни NPK ѓубриња, со комбинации во кои доминираат P и K или само P и K комбинации. Ѓубрето се внесува наесен со основната обработка на почвата. N се внесува само со 30-40%, а останатото количество на N се дава со прихрана. За основно

ѓубрење може да се користи и прегорено арско ѓубре кое дава многу добри резултати во подобрување на структурата на почвата.

**Прихрана:** Прихраната се врши два пати: прв пат во фазата на вкоренување и втор пат во фазата на вретенување.

### ● Ѓубрење на тутунот

За тутунот е многу значајно листот да има добри квалитетни особини. Тутунот е особено осетлив на азотот, кој ако го има во поголеми количества ги влошува квалитетните особини на листот. Тутунот има нагласена потреба од калиум. Кај тутунот се применува основно ѓубрење, ѓубрење на расадот и прихрана.

**Основно ѓубрење:** Основното ѓубрење може да се изведе со основната обработка или пред самото расадување.

За основно ѓубрење се користат 200-300 кг/ха комплексни NPK ѓубриња, со комбинации (10 : 30: 20, 10 : 20 : 30, и други). При расадувањето може да се додадат 100-150 кг/ха комплексно NPK ѓубре, со комбинација 15 : 15: 15,

**Ѓубрење на расадот:** Ѓубрењето на расадот на тутунот најчесто е со употреба на раствор со ѓубриња. Ѓубрењето се врши повеќе пати со додавање на потребните хранливи материи. После додавањето на ѓубрето, неопходно е измивање на растенијата со вода за да не дојде од оштетување на расадот

**Прихрана:** Тутунот може да се прихранува во текот на вегетацијата. Најдобро е прихраната да е преку листот со давање на мали количества азот и лесноприфатливи форми на калиум.

### ● Ѓубрење на компирот

Компирот претставува пролетна култура. Компирот бара поголеми количини на калиум. Кај компирот се применуваат основно ѓубрење и прихрана.

**Основно ѓубрење:** За основно ѓубрење се користат комплексни NPK ѓубриња, со комбинации во кои доминираат P и K (10 : 20 : 30, 5 : 10 : 20 и други) или само P и K комбинации (15 : 30). Ѓубрето се внесува наесен со основната обработка на почвата во количества од 500 до 700 кг/ха. За ѓубрење на компирот може да се користи и 20-30 тони/ха прегорено арско ѓубре.

**Претсеидбено ѓубрење:** Дел од потребните ѓубриња можат да се дадат и пред сеидбата или за време на сеидбата.

**Прихрана:** Прихраната се врши пред првото или пред второто окопување на компирот. За прихрана се користат азотните ѓубриња.

Може да се примени и фолијарна прихрана во комбинација со средства за заштита.

### ● Ѓубрење на сончогледот

Сончогледот спаѓа во културите со голема потрошувачка на хранливи материи. Кај сончогледот се применуваат основно ѓубрење, ѓубрење пред сеидба и прихрана.

**Основно ѓубрење:** За основно ѓубрење се користат комплексни NPK ѓубриња, со комбинации во кои доминираат K, бидејќи сончогледот има голема

потреба од К. Ѓубрето се внесува наесен со основната обработка на почвата со заорување на 30 см. Дозите за ѓубрење се движат од 300 до 600 кг/ха.

**Претсеидбено ѓубрење:** Дел од потребните ѓубриња можат да се дадат и пред сеидбата. За сончогледот најдобро е да се дадат амофоски NPK ѓубриња, во количина од 150-200 кг/ха.

**Прихрана:** Прихраната се врши во периодот кога сончогледот има 3-5 листови до фазата на 9 листови. За прихрана се користат азотни ѓубриња. Треба да се внимава со N ѓубрињата затоа што преголема количина на N го влошува квалитетот на семето.

### ● **Ѓубрење на шеќерната репка**

Шеќерната репка се одгледува за производство на шеќер. Кај шеќерната репка се применуваат основно ѓубрење, ѓубрење пред сеидба и прихрана.

**Основно ѓубрење:** За основно ѓубрење се користат комплексни NPK ѓубриња, репката особено бара поголеми количества на К. Ѓубрето се внесува наесен со основната обработка на почвата со заорување. Дел од потребните ѓубриња можат да се дадат и пред сеидбата. Шеќерната репка добро поднесува и ѓубрење со органски ѓубриња, кои се даваат наесен при основната обработка

**Прихрана:** Прихраната се врши во услови на наводнување на шеќерната репка.

### ● **Ѓубрење на луцерката**

Луцерката е повеќегодишна култура. Во коренот на луцерката живеат грутчести бактерии кои вршат азотофиксација, и ја намалуваат потребата од ѓубрење со азотни ѓубриња. Кај луцерката се разликуваат системи за ѓубрење во првата година, и системи за ѓубрење во наредните години. Се применуваат основно ѓубрење, ѓубрење пред сеидба и прихрана.

**Ѓубрење во првата година:** При подигнување на посебот со луцерка, се врши ѓубрење со P и K ѓубриња. Ѓубрињата се внесуваат со основната обработка на почвата. Најдобри за примена се двојните комплексни ѓубриња P : K во комбинација 15 : 30, 25 : 25 и други. Количества за ѓубрење изнесуваат 400-600 кг. Во првата година може да се додаде и некое азотно ѓубре во количество од 100 до 150 кг/ха.

**Ѓубрење во наредните години:** Ѓубрењето во втората и наредните години се врши со додавање на фосфорни или PK комбинации во количества од 100 до 200 кг/ха после косењето.

### ● **Ѓубрење на природни и вештачки ливади и пасишта**

Ѓубрењето на ливадите и пасиштата зависи од бројот на откосите. Ѓубрењето се врши по прибирањето на откосот. За ѓубрење се користат комплексни NPK ѓубриња во доза од 200 до 500кг/ха. При подигање на вештачки ливади и пасишта се разликуваат ѓубрење пред сеидба и во текот на вегетацијата.

**Ѓубрење пред сеидба:** Се врши со употреба на комплексни NPK ѓубриња, по основното орање или пред дискувањето, со количество од 500 кг/ха

**Ѓубрење во текот на вегетацијата:** Најчесто се врши после првиот откос со употреба на азотни ѓубриња.

**За дома:** Направете план за ѓубрење на горенаведените поделелски култури и пресметајте го потребното количество на ѓубре (видот на ѓубрето е по Ваш избор).

## 6.10.2. ЃУБРЕЊЕ НА ГРАДИНАРСКИ КУЛТУРИ

Градинарските култури трошат големи количества на хранливи материи, бидејќи даваат голема вегетативна маса и високи приноси. Кај дел од градинарските култури производството се одвива со претходно производство на расад.

### ● Ѓубрење на расад

Ѓубрењето на расадот се врши со употреба на раствор со ѓубриња. Ѓубрењето се врши повеќе пати со додавање на потребните хранливи материи.

За ѓубрење се користат азотни ѓубриња или комплексни NPK ѓубриња. За ѓубрење на расадот може да се користи и раствор од органско ѓубре (најчесто од живина). После додавањето на ѓубрето неопходно е измивање на растенијата со вода за да не дојде од оштетување на расадот

### ● Ѓубрење на домати

Ѓубрењето на доматиците се врши со употреба на минерални и органски ѓубриња. За успешно производство, неопходно е да се направи правилен баланс на употребата на овие ѓубриња. Кај доматиците се применуваат: основно, претсеидбено ѓубрење и прихрана.

**Основно ѓубрење:** За основно ѓубрење се користат комплексни NPK ѓубриња, со комбинации во кои доминираат P и K (7 : 14 : 21, 10 : 20 : 30, и други), во количество од 500 до 600 кг/ха. Како основно ѓубре може да се користи и прегорено арско ѓубре во количество од 30 до 60 тони/ха.

Ѓубрето се внесува со основната обработка на почвата или пред расадувањето.

**Прихрана:** За прихрана се користат азотните ѓубриња, а по потреба и калиумови ѓубриња.

Прихраната се дава при формирање на првите плодови. За прихрана можат да се користат и фолијарни ѓубриња, а прихраната може да биде и преку фертиригација.

### ● Ѓубрење на пиперка

Ѓубрењето на пиперката исто така се врши со употреба на минерални и органски ѓубриња. Начинот и времето на употреба се слични како кај доматиците.

**Основно ѓубрење:** За основно ѓубрење се користат комплексни NPK ѓубриња, со комбинации во кои доминираат P и K (7 : 14 : 21, 10 : 20 : 30, и други),

во количество од 500 до 600 кг/ха. Како основно ѓубре може да се користи и прегорено арско ѓубре во количество од 30 до 60 тони/ха. Ѓубретото се внесува со основната обработка на почвата целосно или дел, а останатиот дел се внесува пред расадувањето.

**Прихрана:** За прихрана се користат азотните ѓубриња, а по потреба и калиумови.

Прихраната се дава по појавата на првите цветови. За прихрана можат да се користат и фолијарни ѓубриња, а прихраната може да биде и преку фертиригација.

#### ● Ѓубрење на спанаќ

Спанаќот не поднесува директно ѓубрење со арско ѓубре.

**Основно ѓубрење:** За основно ѓубрење се користат комплексни NPK ѓубриња, со комбинација 10 : 20: 30 во количество од 400 до 500 кг/ха.

**Прихрана:** За прихрана се користи 150-200 кг/ха KAN.

#### ● Ѓубрење на зелка

Зелката претставува голем потрошувач на хранливи материи. Кај зелката се применува основно ѓубрење, ѓубрење пред расадување и прихрана.

**Основно ѓубрење:** Основното ѓубрење може да се изведе со додавање на 30-50 тони/ха прегорено арско ѓубре со основната обработка.

Минералните ѓубриња се користат пред расадување во количества од 300 до 500 кг/ха.

**Прихрана:** Зелката се прихранува во фазата на создавање на листовите. Најдобро е ако се прихранува со 200-300 кг/ха KAN.

### 6.10.3. ЃУБРЕЊЕ НА ОВОШНИТЕ КУЛТУРИ И ВИНОВАТА ЛОЗА

Овошните култури и виновата лоза во исхраната имаат особено изразена потреба од микро и макроеlementи, затоа што претставуваат повеќегодишни насади. Ефектот од ѓубрењето нема да биде целосен ако недостасува некој од потребните елементи.

Со правилно ѓубрење се постигнуваат низа позитивни ефекти:

- приносот може да се зголеми за 20-60 %;
- плодовите и гроздовите да се поголеми и поразвиени со покрупни зрнца;
- побрзо да созреваат;
- се добива поволан однос помеѓу шеќерите и киселините;
- подобра обоеност на покожицата;
- подобра содржина на ароматични материи и друго.

За ѓубрење на овошките и виновата лозата се применуваат следниве видови на ѓубрење: мелиоративно ѓубрење пред подигањето на насадот, ѓубрење при садењето на насадот, ѓубрење до периодот на плодносење, ѓубрење во периодот на родност на насадот, ѓубрење во расадничко

производство, затревување и зелено ѓубрење, фолијарно ѓубрење, и фертиригација.

**Ѓубрење пред подигање на насадот:** Пред подигањето на овошниот или лозовиот насад, се врши мелиоративно ѓубрење. За ова ѓубрење се користат потешкорастворливи фосфорни и калиумови ѓубриња. Овие ѓубриња се внесуваат на длабочина од 40 до 80 см, каде што се развива главната коренова маса на кореновиот систем. Можат да се користат и органски ѓубриња во количества од 30 до 60 тони/ха.

**Ѓубрење при подигање на насадот:** Се применува при садењето на овошките и лозата за да може коренот полесно да зајакне. При ставање на садниците или калемот во дупката, се додава 5-7 кг прегорено арско ѓубре, или 3-4 кг минерално ѓубре. Најдобро е да се направи комбинација на двата типа ѓубре.

**Ѓубрење до периодот на плодносење:** Овој период трае од подигањето на насадот до почетокот на плодносењето. Ѓубрењето во овој период се изведува за да се подобри хранливиот режим на младите овошки и лозата. Во овој период, особено е значајно ѓубрењето со азот. Количества се зголемуваат со годините на насадот. Најчесто се применуваат две ѓубрења. Во овој период може да се постави и системот за фертиригација.

**Ѓубрење во периодот на родност на насадот:** Времето на родност кај овошките и лозата изнесува 10-20 години и повеќе.

За правилно ѓубрење потребно е да се направи план за ѓубрење на насадот. Со ѓубрењето се врши планирање на родноста и квалитетот на производството.

Во текот на одгледувањето на насадите на секои 3-4 години потребно е да се внесе арско ѓубре околу 25 тони/ха,

Ѓубрењето може да биде со растурање на ѓубрето по површината, во бразди, со внесување на ѓубрето на длабочина од 40 до 50 см, и фолијарно.

Ѓубрењето на овошките и виновата лоза, во годините на родност на насадот, се состои од: основно (есенско) ѓубрење, рано пролетно ѓубрење, и прихрана.

**Есенското ѓубрење** се врши со комплексни NPK ѓубриња со доминација на P и K во комбинациите. Се користат во количество од 500 до 800 кг/ха.

**Ранопролетното ѓубрење** се врши со азотни ѓубриња во количина од 150 до 250 кг/ха.

**Прихраната** се изведува подоцна напролет, по заврзување на плодовите. За прихрана се користат азотни или фолијарни ѓубриња.

**Ѓубрење во расадничко производство:** Почвата на која се произведуваат садници и лозови калеми, мора да е со добра структура, плодна и богата со хранливи материи. Хранливите материи треба да се лесно достапни и да овозможат постојано и непрекинато снабдување на садниците со хранливи материи.

**Затревување и зелено ѓубрење:** За затревување на почвата во насадите се користат едногодишни и повеќегодишни тревни смески. Најдобро е во тревните смески да бидат вклучени и легуминозни култури. Тревата се коси 2-

3 пати во текот на годината. Орањето на тревниците се врши на 3-4 години кај повеќегодишните тревни смеси, а кај едногодишните во фаза на полн развој. Затревувањето овозможува подобрување на структурата на почвата, и збогатување на содржината на хранливи материји.

**Фолијарно ѓубрење:** Се изведува за време на вегетацијата, со прскање на листовите и другите растителни делови со воден раствор. Може да се комбинира со средстава за заштита.

**Фертиригација:** Фертиригацијата претставува истовремено ѓубрење и наводнување. Фертиригацијата денеска има многу големо значење во лозарството и во овоштарството. Фертиригацијата може да се изведува на два начина: класичен начин и преку системот капка по капка. Класичниот начин на фертиригација се одвива со претходно растопување на ѓубрето во базен.

Системот капка по капка е најсовершен систем кој овозможува рамномерно распоредување на ѓубрето.

## 6.11. ЗАШТИТА НА РАБОТНИЦИТЕ ПРИ ЃУБРЕЊЕ СО МИНЕРАЛНИ ЃУБРИЊА

Минералните ѓубриња по правило треба да се чуваат во соодветна амбалажа (книжни или пластични вреќи) наредени во куп со височина до 2 м.

Доколку минералните ѓубриња се рефус (растурени) се чуваат во специјални магацини. Врз подот од магацинот се поставуваат штици подигнати околу 15 см за подобро проветрување. Чувањето на ѓубрето и применувањето на заштитните мерки при работа се дадени во декларацијата од производителот на ѓубрето.

Доколку е потребно да се транспортира ѓубрето во растурена состојба, тоа се става во машините за растурање на ѓубре или, пак, во приколка покриена со непропустливо платно (церада).

Ако се транспортира отровно ѓубре тоа се прави со херметички затворени садови.

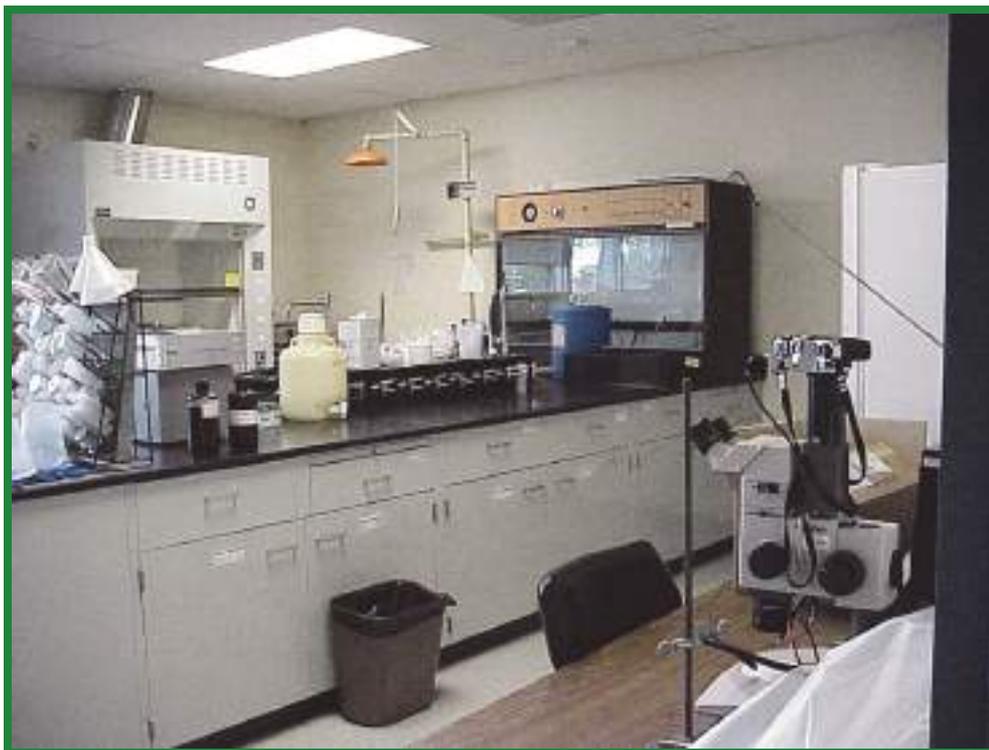
Работниците кои ќе го транспортираат и растураат ѓубрето, мора да бидат запознати со својствата и начинот на постапување со ѓубрето. Тие мора да бидат обезбедени со средства за лична заштита (гумени ракавици, заштитна маска, работничко одело и сл.

Доколку се растура калциум цијанамид, работникот треба да е здрав и да нема инфекција или некои рани по кожата. Откриените делови од телото потребно е да се премачкаат со специјална маст.

Минералните ѓубриња не смеат да се растураат при силно ветровито време, а ако се растураат кога има слаб ветер, тогаш растурањето се прави во насоката на дување на ветерот.

**За дома:** Направете збирка од ѓубриња. Напишете ги за секое ѓубре поединечно основните карактеристики.

## 7. ВЕЖБИ



*Сл.бр. Агрохемиска лабораторија*

### 7.1. ВОВЕД ВО АГРОХЕМИСКИТЕ АНАЛИЗИ

Во зависност од тоа што е целта на анализата, агрохемиските анализи можат да се поделат на:

- хемиска анализа на растителниот материјал;
- агрохемиска анализа на почвата;
- хемиска анализа на вештачките ѓубриња.

#### 7.1.1. ХЕМИСКА АНАЛИЗА НА РАСТИТЕЛНИОТ МАТЕРИЈАЛ

Хемиската анализа на растителниот материјал се врши со цел:

- да се одреди квалитетот на земјоделските производи (смето, добиточната храна, брашно и сл.) или, пак, анализата се користи во научни цели (генетски и селекциони испитувања на растителниот материјал);
- да се утврди степенот на исхраната на растенијата со хранливи елементи;
- да се потврдат некои заболувања (болести предизвикани од вишок или недостаток на некои хранливи материји), се со цел примена на соодветна исхрана и сл.

##### **Земање на просечна проба за анализа**

За добивање на точни податоци при хемиска анализа на растителниот материјал, потребно е да се знае како точно се зема проба и како истата се подготвува за анализа.

Материјалот кој се зема од нива треба да биде просечен, а се зема од цело растение или дел од него, од едно растение или од повеќе растенија.

**Земање на проба од цело растение:** Растението се вади од почвата со се корен и се чисти од почвата на тој начин што првин се мие со обична, а потоа со дестилирана вода. После тоа водата се цеди од растението и истото се суши.

**Земање на проба од семе:** Пробите од семе се земаат од повеќе места со специјална сонда, а потоа се прави средна просечна проба.

**Земање на проба од клубени:** Пробата може да се земе на два начини: со одбирање на најкрупните, средните и најситните (околу 1 кг), или, пак, од 6 до 7 кг клубени се прави средна проба (1-2 кг).

**Земање на проба од добиточна храна:** Пробата се зема од повеќе места (од местото каде што се чува хараната), на тој начин што се прават засеци и пробата се зема во природен состав (материјал околу 10 кг). Ако добиточната храна е силажа, тогаш пробата се зема од повеќе места, вертикално по длабочини (4-5 кг) и се меша. Доколку се зема од брашно се зема проба на пример, ако има 100 вреќи се зема од секоја петта вреќа во количество околу 4 кг, а потоа се прави просечна проба во количество од 1 до 2 кг.

**Подготовка на пробите за анализа:** Земениот материјал за хемиска анализа се ситни со ножици или во специјални мелници (1-2 см должина), а потоа се меле во фина прашина (големина на честичките да биде околу 1мм). Иситнетиот материјал се суши на собна температура 10 дена, или во сушница на температура од 40 до 60 °С. Добиениот сув метеријал се пакува во количество од 1 кг, се става етикета со податоци (вид на материјалот, датум, место и потпис) и се затвора.

## **ВЕЖБА БР.1.**

### **ОДРЕДУВАЊЕ НА ВОДА И СУВИ МАТЕРИИ ВО РАСТЕНИЈАТА**

Водата во растенијата се наоѓа слободна и врзана. Слободна е онаа која се движи од коренот, преку стеблото до лисјата, од каде што испарува (транспирациона вода). Оваа вода е важна за транспортот на хранливите материи од коренот до листот и за регулирање на топлотниот режим.

Врзана вода е онаа што се наоѓа во протоплазмата, сврзана во органските соединенија.

#### **- Одредување на слободна вода во растенијата**

Слободната вода се наоѓа во вакуолите од клетката, во меѓуклеточните простори и адсорбирана на површината од растителните ткива.

Наједноставен начин на одредување на слободната вода во растенијата е нивно сушење на собна температура. За да се скрати времето на сушење, растителниот материјал се суши во сушница на температура од 40-60 °С.

**Цел на вежбата:** да се одреди количеството на слободна вода во растенијата.

**Потребен материјал и прибор:** растителен материјал, ножици, петриева кутија, сушница, аналитичка вага.

**Постапка:** растителниот материјал се ситни со ножици и се става во петриева кутија и се мери на аналитичка вага. Се запишува тежината ( $M_1$ ). Петриевката со материјалот се суши во сушница на температура од 40 до 60 °C, до константна тежина. Потоа материјалот се остава 2-3 часа (да се врати изгубената хигроскопна вода), па повторно се вага. Се запишува масата ( $M_2$ ).

Разликата помеѓу тежината на почетниот материјал и материјалот после сушење претставува слободна вода.

**Пресметка:** со оглед на тоа што слободната вода во растенијата се изразува во проценти, потребно е таа да се пресмета по следнава формула:

$$\% \text{ на слободна вода} = \frac{M_1 \cdot 100}{M_2}$$

#### - Определување на хигроскопна вода

Хигроскопната вода претставува цврсто адсорбирана вода, цврсто врзана со механички сили за растителниот материјал.

Определувањето на хигроскопната вода се базира на сушење на материјалот на температура од 105°C, при што оваа вода испарува.

**Цел на вежбата:** одредување на хигроскопна вода во растителен материјал.

**Потребен материјал и прибор:** Растителен материјал, ножици, петриева кутија, сушница, аналитичка вага, ексикатор.

**Постапка:** Растителниот материјал на кого претходно сме ја определиле слободната вода се вага на аналитичка вага, се става во петриева кутија и се суши во сушница на температура од 105°C. За време на сушењето петриевата кутија е без капакот. После сушењето се поклопува со капакот и се става во ексикатор да се олади до константна тежина околу 1 час. После тоа се вага на аналитичка вага и се запишува масата. Разликата помеѓу првото и второто мерење е хигроскопна вода.

Пресметка: Хигроскопната валага се изразува во проценти па пресметката се врши на следниов начин:

$$\% \text{ на слободна вода} = \frac{M_1 \cdot 100}{M}$$

$M_1$ -разлика помеѓу првобитната маса и масата после сушење на 105°C

$M$ - првобитна маса (маса на пробата после сушење на 40-60°C).

Кога сме ги определиле слободната и хигроскопната вода, може да се определи процентот на вкупната вода на следниов начин:

$$\% \text{ на вкупна вода} = x + y - \frac{x \cdot y}{100}$$

$x$ -содржина на слободна вода %

$y$ -содржина на хигроскопна вода %

**- Определување на сува материја кај растителниот материјал:** се прави на следниов начин:

$$\% \text{ суви материји} = 100 - \% \text{ вкупна вода}$$

## ВЕЖБА БР.2.

### ДОКАЖУВАЊЕ НА ТРАНСПИРАЦИЈАТА НА ЛИЦЕТО И ОПАЧИНАТА ОД РАСТИТЕЛНИОТ ЛИСТ

Кога е сува кобалтовата хартија (филтер хартија потопена во 5% раствор од  $\text{CoCl}_2$ ) е со сина боја, но кога ќе дојде во допир со влага (вода) ја менува бојата во црвеникаво-розева.

**Цел на вежбата:** Демонстрирање на транспирација.

**Потребен материјал и прибор:** Растение чии листови се поставени дорзивентрално (на пример, бегонија или сончоглед), филтер хартија, пластични кеси или стаклен поклопец, спајалици, пинцета и 5% раствор од  $\text{CoCl}_2$ .

**Постапка:** Филтер хартијата се потопува во 5% раствор од  $\text{CoCl}_2$  и се суши се додека хартијата не добие сина боја. Потоа со помош на пинцета се става на лицето од листот и на опачината, а листот се покрива со пластична кеса прицврстувајќи ја со спајалици. После тоа се следи промената на филтер хартијата.

**Резултати:** Водената пареа што се ослободува преку стомите ја влажи филтер хартијата, па нејзината боја од сина поминува во црвеникаво-розева.

## ВЕЖБА БР.3.

### ДОКАЖУВАЊЕ НА ГУТАЦИЈА ВО ЛАБОРАТОРИСКИ УСЛОВИ

Гутацијата претставува губење на водата од растението преку лисните рабови во вид на водени капки. Се јавува за време на висока релативна влажност на воздухот, а условите за усвојување на водата оптимални, но за транспирација минимални. Губењето на водата со гутација се одвива преку хидатодите (творби од паренхимски клетки без хлоропласти, сместени на работ од листот).

**Цел на вежбата:** Докажување на гутација.

**Потребен материјал и прибор:** Пченично семе, петриева кутија, филтер хартија, кварцен песок, саксија за одгледување на пченицата и стаклено своно. За вежбата потребно е и вазелин.

**Постапка:** Семето од пченица се става на влажна филтер хартијата со цел да из'рти. После 'ртењето семето се пренесува во саксијата која претходно сме ја наполниле со песок. Кога никулците ќе достигнат висина од 2-3 см се наводнуваат со големо количество на вода, се става во стаклено своно чии рабови се премачкуваат со вазелин за да се постигне висока релативна влажност во своното. Ќе се забележи дека од работ од лисјата излегуваат капки вода.

**Резултати:** После покривањето на растението со стакленото своно, под него многу брзо воздухот ќе се засити со водена пареа. Поради заситеноста транспирацијата престанува, а растението за да го одржи непрекинатото движење на водата, водата ја губи преку рабовите во вид на капки.

## ВЕЖБА БР.4.

### ОДРЕДУВАЊЕ НА МИНЕРАЛНИТЕ МАТЕРИИ ВО РАСТИТЕЛЕН МАТЕРИЈАЛ

Одредувањето на минералните материи во растителниот материјал се базира на спалување на материјалот на висока температура (600-700 °C) со што органската материја гори, а останува минералната во вид на пепел.

**Цел на вежбата:** Одредување на минералните материи во растителниот материјал.

**Потребен материјал и прибор:** Сув растителен материјал, порцеланска чинија, ексикатор, муфолна печка, аналитичка вага, водороден пероксид.

**Постапка:** порцеланската чинија која претходно сме ја жареле во муфолна печка и ладена во ексикатор се вага на аналитичка вага и се запишува масата. Во неа се става 5 гр апсолутно сув растителен материјал. Чинијата со материјалот се става во печка на температура од 700 °C, за да изгори растителниот материјал се до моментот кога пепелта не добие бела боја (околу 1 час). После жарењето, се лади во ексикатор и повторно се вага и запишува масата. Масата пред жарење и после жарење претставува содржина на минерални (пепелни) материи во растенијата.

**Резултати:** Вкупното количеството на минерални материи во растителниот материјал се одредува на следниов начин:

$$\% \text{ на минерални материи} = \frac{M \cdot 100}{M_1}$$

M-маса на пепелта

M<sub>1</sub>-маса на апсолутно сув растителен материјал (без никаква содржина на вода)

Содржината на органска материја се пресметува на следниов начин:

% на органска материја = 100 - % на минерални материи

### 7.1.2. АГРОХЕМИСКА АНАЛИЗА НА ПОЧВАТА

Под агрохемиска анализа на почвата се подразбира испитување на плодноста и богатството на почвата со хранливи материји, кои се неопходни во исхраната на растенијата.

Агрохемиска анализа на почвата се препорачува да се врши на секои 4 години, од причина што во овој временски период можни се промени во хемиските и агрохемиските својства кои можат негативно да се одразат врз растенијата.

Испитување на почвата е потребно за да се определи потребното количество на ѓубриња за ѓубрење на одредена култура.

За да се добијат правилни резултати потребно е и правилно земање на почвена проба.

**Земање на проба за агрохемиска анализа:** При земање на почвена проба потребно е да се запазат следниве принципи:

- на секои 4-5 ха се зема по една просечна проба од соодветна длабочина,
- местото од каде што се зема пробата да биде оддалечено од стопански двор, канали за наводнување, патишта, ѓубришта, и сл.;
- почвата не треба да биде ѓубрена со органски и минерални ѓубриња пред земање на почвената проба .

**Начин на земање на пробите:** На терен се земаат поединечни проби, а потоа се добива просечна проба. За таа цел од површина од 4 до 5 ха се одбира место каде што ќе се копа профил со цел да се утврди механичкиот состав и структурата на почвата (описно). Потоа на оддалеченост од 15 до 30 м. со почвена сонда се земаат проби на длабочина од 0 до 20 см и од 20 до 40 см од 10 до 15 места, а потоа се прави просечна проба во количество од 1 кг. На пробата која се пакува во кеса се става етикета со место, длабочина, датум и потпис.

Земената проба се суши на собна температура 7-10 дена, потоа се ситни во аван со толчник и се сее низ сито со отвори од 1мм. Просеаната проба се пакува во кеси во количество од 200 до 500 гр. Оваа проба се нарекува аналитичка проба.

## ВЕЖБА БР.5.

### КВАЛИТАТИВНО ОДРЕДУВАЊЕ НА АЗОТ ВО ПОЧВАТА

Азотот во почвата се јавува во органска и минерална форма. Растенијата можат да ги користат минералните форми.

**Цел на вежбата:** Квалитативно докажување на азот во почвата.

**Потребен материјал и прибор:** техничка вага, почвена проба, ерленмаер, порцеланска чинија, епрувети, филтер хартија, 10%  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , 3%  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , дифенил амин, неслеров реагенс и др.

**Постапка:** На техничка вага се вага 10 гр почва, се става во ерленмаер и се меша со 10 %  $\text{CH}_3\text{COONa}$  и 3% смрзната  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (раствор за екстракција) и се остава 30 минути со повремено мешање. После тоа се филтрира, а филтратот се користи за докажување на азотот.

**Докажување на  $(\text{NO}_3)^-$ :** во порцеланска чинија се ставаат неколку капки од филтратот, а потоа се додава 4-8 капки дифенил амин. Ако почвата содржи азот во нитратна форма филтратот ќе се обои сино. Во зависност од интензитетот на бојата се оценува плодноста со нитратен азот:

- интензивно сина боја: добро обезбедена со нитратен азот;
- обична сина боја: средно обезбедена и
- бледосина: слабо обезбедена со нитратен азот.

**Докажување на  $(\text{NH}_4)^+$ :** во епрувета се става околу 5 мл филтрат и се додава неслеров реагенс 3-4 капки. Доколку бојата се смени во интензивно бело заматување почвата е добро обезбедена со амонијачен азот, ако се добие обично заматување почвата е средно обезбедена и ако слабо се замати почвата е малку обезбедена со амонијачен азот.

### 7.1.3. АНАЛИЗА НА ВЕШТАЧКИ ЃУБРИЊА

Вештачките ѓубриња се одликуваат со многу физички и хемиски својства. Со познавање на својствата на ѓубрињата земјоделецот може да го определи времето на ѓубрење и потребното количество на ѓубре за единица површина, потоа правилно чување на ѓубрето и идентификација на непознато ѓубре.

За анализа на вештачките ѓубриња потребно е правилно земање на проба. Земањето на проба се врши на тој начин што најпрвин се земаат поединечни проби, а потоа од нив се прави просечна проба за анализа.

**- физичките својства на ѓубрињата:**

- **агрегатна состојба:** ѓубрињата се сретнуваат во три агрегатни состојби, цврста, течна и гасовита;

- **форма:** по форма ѓубрињата моѓат да бидат во гранули, прав, кристали;

- **растворливост:** се делат на сосема растворливи, нерастворливи и делумно растворливи;

- **хигроскопност:** ова својство е негативно кај ѓубрињата, затоа што на ѓубрето му се менуваат останатите својства;

- **боја:** бојата е различна кај различните видови;

- **мирис:** некои ѓубриња имаат карактеристичен мирис (на пример, уреата има мирис на мочка, калциум карбамидот на ацетилен и сл.);

- **вкус:** калиумовите ѓубриња имаат солен вкус;

- **однесување при горење:** некои ѓубриња кога ќе се запалат предизвикуваат експлозија.

### ВЕЖБА БР.6.

#### ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА РАСТВОРЛИВОСТА НА ЃУБРИЊАТА

Растворливоста на ѓубрињата е многу важно својство од практична гледна точка, бидејќи од растворливоста зависи времето на употреба. Во принцип сите ѓубриња кои се слабо растворливи или нерастворливи во вода се применуваат со основната обработка на почвата, а леснорастворливите за прихранување.

**Цел на вежбата:** Определување на растворливоста на ѓубрињата во вода.

**Потребен материјал и прибор:** различни видови на минерални ѓубриња, епрувети, дестилирана вода.

**Постапка:** Се зема неколку грама минерално ѓубре и се става во епрувета.

Во епруветата се додава дестилирана вода и се клунка 10-15 пати, па се набљудува растворливоста.

## 8. ПРИЛОЗИ

Табела: Антагонистички парови од елементите значајни за исхраната на растенијата.

<b>NH<sub>4</sub> - K</b>	<b>K - B</b>	<b>Mn - Mo</b>	<b>Zn - Fe</b>
<b>NH<sub>4</sub> - Ca</b>	<b>P - Fe</b>	<b>Mn - Zn</b>	<b>Ni - Fe</b>
<b>NH<sub>4</sub> - Mg</b>	<b>P - Zn</b>	<b>Cu - Mn</b>	<b>Cr - Fe</b>
<b>K - Mg</b>	<b>P - Al</b>	<b>Cu - Fe</b>	<b>Co - Fe</b>
<b>K - Ca</b>	<b>Mn - Mg</b>	<b>Cu - Mo</b>	<b>SO<sub>4</sub> - Mo</b>
<b>K - Na</b>	<b>Mn - Fe</b>	<b>Cu - Zn</b>	<i>Bergman, 1983.</i>

## Витамини и нивното значење за човекот:

Витамини	Во што се раствора и значење	Дефицит и авитаминози	и Хиповитаминози	Природни извори
<b>В<sub>1</sub></b> (Тиамин)	Водорастворлив. <u>Метаболизам на јаглехидрати</u>	Парализа и атрофија на <u>мускулите</u>	<u>Бери-бери</u> (Полинеуритис)	Месо, <u>црн дроб</u> , јајца, лушпи од <u>жито</u> , мешунки, орев и др.
<b>В<sub>2</sub></b> (Рибофлавин)	Водорастворлив. Коењим FMN (флавино-мононуклеотид), FAD (флавино-аденин-динуклеотид)	Воспаление во аглите на устата	Дерматитис, снежно слепило	<u>Млеко</u> , јајца, риба, внатрешни <u>органи</u> , спанаќ, грашак и др.
<b>PP</b> (Нијацин)	Водорастворлив. Коењим NAD (никотинамид аденин динуклеотид) и NADP (никотинамид аденин динуклеотид фосфат)	Застој во <u>растот</u> и во развитокот на ЦНС	Пелагра	Месо, црн дроб, <u>компир</u> , квасец и др.
<b>В<sub>6</sub></b> (Пиридоксин)	Водорастворлив. Метаболизам на аминокиселини	Ретко	Ретко	Мешунки, житни и градинарски <u>растенија</u> , јајца, црн дроб, млеко и др.
<u>Пантотенска киселина</u>	Водорастворлив. Коењим А, метаболизам на <u>глукоза</u> и <u>масни киселини</u>	Ретко	Burning foot синдром	Не се среќава слободно во <u>природата</u>
<u>Фолна киселина</u>	Водорастворлив. Метаболизам на <u>нуклеински киселини</u> и аминокиселини	Недиференцирани (големи) <u>еритроцити</u> , вртоглавица, исцрпеност	Мегалобластна <u>анемија</u>	Во темно-зелени делови на растенијата, месо, ја <u>синтетизираат</u> микроорганизми
<b>В<sub>12</sub></b> ( <u>Кобаламин</u> )	Водорастворлив. Создавање и созревање на еритроцити, метаболизам на аминокиселини, синтеза на масти и <u>гликоген</u>	Вртоглавица, физичка слабост, намалена вредност на <u>хемоглобин</u>	Пернициозна анемија	Месо, пилешко, риба, жолток од јајце, црн дроб
<b>С</b> (Аскорбинска киселина)	Водорастворлив. Структурна улога во <u>коските</u> , забите, формирање на <u>колаген</u> , метаболизам на шеќери	Крвавење на непцата, пукање на <u>крвни садови</u> (модринки)	<u>Скорбут</u>	Во сите свежи <u>овошки</u> , <u>зеленчук</u> , особено во пиперките, шипките, <u>доматите</u> и др.
<b>А</b> (Ретинол)	Масторастворлив. Синтеза на родопсин, формирање на коски, заби, епителизација	Воспалителни процеси на слузокожата и рожницата на <u>окото</u>	Кокошкино слепило, ксерофтالميја	Се формира од <u>каротинот</u> во темножолтиот и зелен лиснат <u>зеленчук</u> , жолток од јајце, риба, црн дроб
<b>В<sub>2</sub></b> , <b>В<sub>3</sub></b> се добиваат со UV зрачење од провитаминови	Масторастворливи. Поттикнуваат растење на коските, <u>минерализација</u> и апсорпција на Ca <sup>++</sup>	Меки, еластични коски, губење на апетит, застој во растот и развојот	<u>Рахитис</u>	Во црн дроб, <u>морски плодови</u> , риба, жолток од јајце, рибино масло

**Ферменти:**

Главна група	Дејство	Претставници
Оксидоредуктази	Катализираат реакции на <a href="#">оксидација</a> и <a href="#">редукција</a>	Дехидрогенази Оксидази Хидроксипероксидази
Трансферази	Пренесуваат разни <a href="#">групи</a> , како -CH <sub>3</sub> , -NH <sub>2</sub> итн.	Метилтрансферази Трансаминази Ацилтрансферази Транкетолази
Хидролази	Кинат <a href="#">естерски</a> , <a href="#">гликозидни</a> и <a href="#">пептидни врски</a> во присуство на вода	Естерази Пептидази Гликозидази Фосфатази
Лиази	<a href="#">Разградуваат</a> различни соединенија без присуство на вода	Декарбоксилази Алдолази Хидролиази
Изомерази	Катализираат претворање на еден <a href="#">изомер</a> во друг, на пример, <a href="#">алдоза</a> во <a href="#">кетоза</a>	Епимерази Рацемази Мутази
Лигази	Катализираат <a href="#">синтеза</a> на -C-O-, -C-N-, -C-C- врска	Синтетази

## Користена литература:

- Поповиќ Ж., Глинтиќ М., Жекиќ М., Приручник о ѓубривима и ѓубрењу, Задружна књига, Београд, 1969;
- Жекиќ М., Агрохемија втор дел-Физиологија на минерална исхрана на растенијата, Универзитет во Скопје, 1966;
- Жекиќ М., Џекова Марија, Агрохемија втор дел- Универзитет „Кирил и Методиј“ во Скопје, 1985;
- Жекиќ М., Агрохемија прв дел- Елементи на физиологија на растенијата, Универзитет „Кирил и Методиј“ во Скопје, 1983;
- Стојкова Ангелина, Агрохемија, Наша Книга, Скопје, 1987;
- Поповиќ Ж., Ѓубрива и ѓубрење, Задружна књига, Београд;
- Димовска Јорданка, Митев С., Ѓоршиоски И., Биологија, Просветно дело, Скопје, 2003;
- Гацовски Живко, „Испитување на озимноста и јаровоста на сорти пченица одгледувани во ЗИК-Пелагонија“, Магистерски трд, Земјоделски факултет, Скопје, 1992 година;
- Групче Радмила, Ботаника, НИО „Студентски збор“, Скопје, 1994;
- Василевски Гоце, Зрнести и клубенести култури, Земјоделски факултет, Универзитет „Кирил и Методиј“ - Скопје, 1982;
- Трајче Младеновски, Биологија на семето, Земјоделски институт, Скопје, 1996, Скопје;
- Елизабета Ангелеска, Игор Николов, Моме Давидовски, Прирачник за органско земјоделско производство, Консултантска куќа за органско земјоделство и рурален развој Пробио, Скопје, 2008;
- Marie-Luis Kreuter, Био врт, Свеучилишна књижница у Сплиту, Марјан тисак, 2008;
- Секуловски Ж., Секуловска Славица, Биологија, Просветно дело, Скопје, 2008;
- Соколовска Пена, Потсетник по хемија, Печатница „Гоце Делчев“, Скопје, 2000;
- Др Миломир Џамиќ, Биохемија, четврто прераѓено издање, Научна књига, Београд, 1988;
- Др Милка Шопова, д-р. Ж. Сековски, Биологија, за прва година, природно-математичка и општа гимназија, второ издание, Просветно дело, Скопје, 1995;
- Др Драгољуб Ѓокиќ, др Јованка Стојановиќ, др Милена Ѓукиќ, Физиологија Биљака, Технички факултет, Чачак, 2001;
- Рудол Кастори, Физиологија билјака, Наука, Београд, 1993;
- Ангелко Ангелески, Елизабета Ангелеска, Агрометеорологија со климатологија, учебник за прва година, земјоделско-ветеринарна струка, ТОПЕР, Скопје, 2006;
- ИНТЕРНЕТ:  
[-www.poljoberza.net/AutorskiTekstoviJedan.aspx...](http://www.poljoberza.net/AutorskiTekstoviJedan.aspx...)  
[www.psss.rs/request.php?53](http://www.psss.rs/request.php?53) - Similar  
[http://www.artigomenino.com/hr/118267\\_Uvod-u-hidroponi/](http://www.artigomenino.com/hr/118267_Uvod-u-hidroponi/)  
<http://www.agroklub.com/hortikultura/hidroponski-sistemi-uzgoja-biljaka/2431/>  
<http://polj.ns.ac.yu/~biohemija/PDF/BB.2.1.pdf>  
<http://www.salabahteri.tk/>  
[http://www.istocar.bg.ac.yu/tic\\_inst/obuka02.html#o23](http://www.istocar.bg.ac.yu/tic_inst/obuka02.html#o23)  
[http://farmaluka.awardspace.com/proizvodnja\\_qlistenjaka.htm](http://farmaluka.awardspace.com/proizvodnja_qlistenjaka.htm)

Prof. dr Ilija Komljenović OPŠTE RATARSTVO

Vuk Vujasinović, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

[http://www.medp.unist.hr/moduli/zprostorihidrop\\_teh\\_u\\_b.pdf](http://www.medp.unist.hr/moduli/zprostorihidrop_teh_u_b.pdf)

[http://www.medp.unist.hr/moduli/zprostorihidrop\\_teh\\_u\\_b.pdf](http://www.medp.unist.hr/moduli/zprostorihidrop_teh_u_b.pdf)

1. ↑ <sup>1.0</sup> <sup>1.1</sup> Berg, JM; JL Tymoczko, L Stryer (2002). Biochemistry - 5th Edition. *WH Freeman and Company*. *cmp. 476*. ISBN 0-7167-4684-0.

[http://www.agr.hr/cro/nastava/bs/moduli/doc/ag1114\\_makro\\_elementi.pdf](http://www.agr.hr/cro/nastava/bs/moduli/doc/ag1114_makro_elementi.pdf)

[http://pfos.hr/~vladimir/Tloznanstvo/Gnojidba\\_cb.pdf](http://pfos.hr/~vladimir/Tloznanstvo/Gnojidba_cb.pdf)

## СОДРЖИНА

ВОВЕД.....	3
ТЕМА 1: АГРОХЕМЈАТА КАКО ЗЕМЈОДЕЛСКА НАУКА.....	5
ТЕМА 2: ХЕМИСКИ СОСТАВ НА РАСТЕНИЈАТА.....	9
2.1. ФИЗИОЛОГИЈА НА РАСТИТЕЛНА КЛЕТКА.....	9
2.2. ХЕМИСКИ СОСТАВ НА РАСТЕНИЈАТА.....	11
2.2.1. ЕЛЕМЕНТАРЕН СОСТАВ НА РАСТЕНИЈАТА.....	13
2.2.2. ВОДА И МИНЕРАЛНИ МАТЕРИИ ВО ПОЧВАТА.....	15
2.2.3. ОРГАНСКИ МАТЕРИИ ВО РАСТЕНИЈАТА.....	17
ТЕМА 3: СНАБДУВАЊЕ НА РАСТЕНИЈАТА СО ВОДА.....	19
3.1. ВОДА И СВОЈСТВА НА ВОДАТА.....	19
3.2. ВОДАТА ВО РАСТЕНИЈАТА, ПРИМАЊЕ НА ВОДАТА ПРЕКУ КОРЕНОВИОТ СИСТЕМ И ДВИЖЕЊЕ НА ВОДАТА.....	23
3.3. ГУБЕЊЕ НА ВОДАТА ОД РАСТЕНИЈАТА.....	30
ТЕМА 4: РАСТЕЊЕ И РАЗВИВАЊЕ НА РАСТЕНИЈАТА.....	33
4.1. РАСТЕЊЕ НА РАСТЕНИЈАТА.....	33
4.2. РАЗВИВАЊЕ НА РАСТЕНИЈАТА.....	35
4.3. ВЛИЈАНИЕТО НА НАДВОРЕШНИТЕ ФАКТОРИ ВРЗ РАСТЕЊЕТО И РАЗВИВАЊЕТО НА РАСТЕНИЈАТА.....	37
4.4. ОТПОРНОСТ НА РАСТЕНИЈАТА.....	40
ТЕМА 5: ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА.....	43
5.1. ХЕТЕРОТРОФНА ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА.....	44
5.1.1. АНАТОМСКА ГРАДБА НА СЕМЕ.....	44
5.1.2. РТЛИВОСТ НА СЕМЕТО И ПРОМЕНИ ВО СЕМЕТО ЗА ВРЕМЕ НА РТЕЊЕТО.....	47
5.1.3. УСЛОВИ ЗА РТЕЊЕ НА СЕМЕТО.....	50
5.2. АФТОТРОФНА ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА.....	52
5.2.1. АНАТОМСКА ГРАДБА НА КОРЕН И ЛИСТ.....	52
5.2.2. ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА ПРЕКУ ЛИСТОТ.....	54
5.2.2.1. РАСТИТЕЛНИ ПИГМЕНТИ.....	54
5.2.2.2. ФИЗИОЛОШКИ АКТИВНИ МАТЕРИИ.....	59
5.2.3. ФОТОСИНТЕЗА.....	66
5.2.4. ДИШЕЊЕ НА РАСТЕНИЈАТА.....	71
5.2.5. ТРАНСФОРМАЦИЈА НА ЈАГЛЕХИДРАТИТЕ ВО РАСТЕНИЈАТА.....	73
5.2.6. МЕТАБОЛИЗАМ НА МАСНИ МАТЕРИИ.....	77
5.2.7. МЕТАБОЛИЗАМ НА БЕЛКОВИНИ ВО РАСТЕНИЈАТА.....	80
5.3. ИСХРАНА НА РАСТЕНИЈАТА ПРЕКУ КОРЕНОТ.....	85
5.3.1. ЗНАЧЕЊЕ НА ПОЧВАТА ЗА РАСТЕНИЈАТА.....	86
5.3.2. БИОГЕНИ МАКРОЕЛЕМЕНТИ.....	90
5.3.3. БИОГЕНИ МИКРОЕЛЕМЕНТИ.....	93

<b>ТЕМА 6: ЃУБРИЊА.....</b>	<b>97</b>
6.1. КЛАСИФИКАЦИЈА НА ЃУБРИЊАТА.....	97
6.2. ОРГАНСКИ ЃУБРИЊА.....	98
6.2.1. ЦВРСТО ШТАЛСКО (АРСКО) ЃУБРЕ.....	98
6.2.2. ТЕЧНО ШТАЛСКО ЃУБРЕ.....	100
6.2.3. КОМПОСТ.....	101
6.2.4. ОРГАНСКО ЃУБРЕ ДОБИЕНО ОД КАЛИФОРНИСКИ ЦРВИ.....	103
6.2.5. ЗЕЛЕНО ЃУБРЕЊЕ (СИДЕРАЦИЈА).....	104
6.2.6. БАКТЕРИСКИ ЃУБРИЊА.....	105
6.3. МИНЕРАЛНИ МАТЕРИИ.....	108
6.3.1. АЗОТНИ ЃУБРИЊА.....	108
6.3.2. ФОСФОРНИ ЃУБРИЊА.....	116
6.3.3. КАЛИУМОВИ ЃУБРИЊА.....	123
6.3.4. КАЛЦИУМОВИ ЃУБРИЊА.....	127
6.4. СЛОЖЕНИ ЃУБРИЊА.....	129
6.5. ЃУБРИЊА НА МИКРОЕЛЕМЕНТИТЕ.....	133
6.6. ФОЛИЈАРНИ ЃУБРИЊА.....	136
6.7. ХИДРОПОНО ОДГЛЕДУВАЊЕ НА ЗЕМЈОДЕЛСКИ КУЛТУРИ.....	137
6.8. ЃУБРИЊА КОИ СЕ КОРИСТАТ ВО ОРГАНСКОТО ЗЕМЈОДЕЛСКО ПРОИЗВОДСТВО.....	139
6.9. ЃУБРЕЊЕ НА ЗЕМЈОДЕЛСКИТЕ КУЛТУРИ.....	140
6.10. ЃУБРЕЊЕ НА ОДРЕДЕНИ ЗЕМЈОДЕЛСКИТЕ КУЛТУРИ.....	141
6.10.1. ЃУБРЕЊЕ НА ПОЛЕДЕЛСКИ КУЛТУРИ.....	141
6.10.2. ЃУБРЕЊЕ НА ГРАДИНАРСКИ КУЛТУРИ.....	144
6.10.3. ЃУБРЕЊЕ НА ОВОШНИТЕ КУЛТУРИ И ВИНОВАТА ЛОЗА.....	145
6.11. ЗАШТИТА НА РАБОТНИЦИТЕ ПРИ ЃУБРЕЊЕ СО МИНЕРАЛНИ ЃУБРИЊА.....	147
 <b>7.ВЕЖБИ.....</b>	 <b>148</b>