

AGROHEMIJA

Pojam: – U širem smislu: – biljka – zemljište – đubrivo.
– U užem smislu: – proučavanjem svih procesa u zemljištu....

Tesno povezana sa:

- Fiziologijom biljaka;
- Pedologijom;
- Mikrobiologijom.

Istorijski razvoj agrohemije

Proizvodnji hrane putem biljaka – predmet interesovanja još prvih ljudskih civilizacija.

Tako npr:

- **Aristotel** - još u 4 veku P.N.E. tvrdi - voda, vazduh, zemljište i vatra, glavni činioci razvoja biljaka.
- **Stari rimljani** - u to vreme su zapazili pozitivnu ulogu izmeta životinja i nekih minerala (pepeo, kreč, gips) u razvoju biljaka.
- **U Egiptu** - su zapazili da zeleno đubrenje lupinom daje bolje prinose gajenih biljaka.

Sva ova zapažanja nisu mogla stručno da se objasne – tokom srednjeg veka uglavnom bila zaboravljena.

Bernard Palissy (1563): – Teorija o "mineralnoj ishrani"

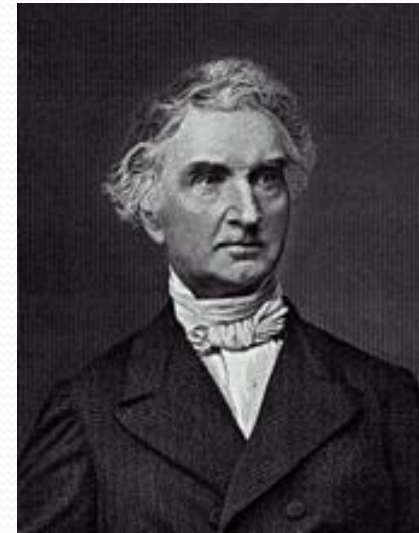
Mineralne materije koje nastaju razlaganjem stajnjaka i slame u zemljištu, su osnov života i razvića svih biljaka. – nepoznata naredna dva veka.

Libig (1840): – Teorija o "mineralnoj ishrani"

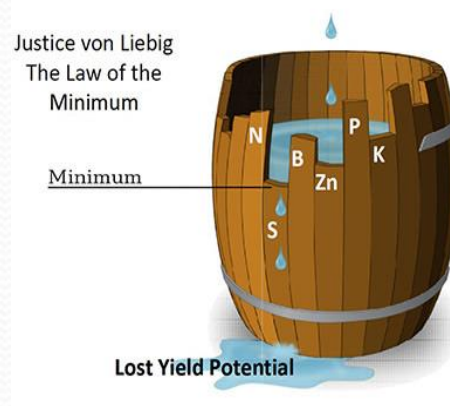
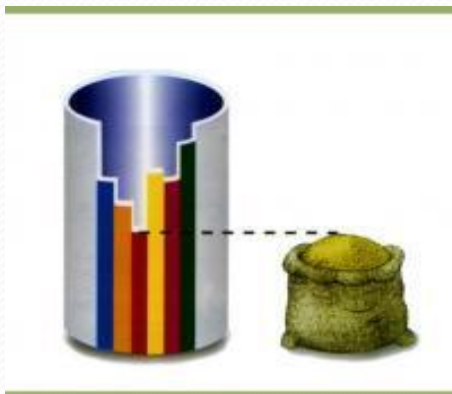
"Prinos je uslovljen, ograničen, količinom onog hranljivog elementa koji se nalazi u najvećem minimumu - "Zakon o minimumu"

- **Ravnoteža hraniva daje najveće prinose.**
- **Hraniva dodavati češće ali u minimalnim količinama.**

Libig u vegetacione faktore ubraja: vodu, vazduh, svetlost, toplotu i mineralne materije. Smatra ih podjednako važnim i nezamanljivim.



**Baron Justus von Liebig
(1803-1873)**



Srbija:

Tek krajem 19 i početkom 20 veka, započelo se sa ogledima - ispitivan uticaja NPK đubriva na visinu prinosa biljaka.

- Sima Lozanić - "snaženje zemljišta" – upotrebom đubriva.

Ipak, do početka prvog svetskog rata, praktično kod nas i nije bilo primene mineralnih đubriva.

U periodu između dva svetska rata (1919 – 1941) – dolazi do intenzivnije upotrebe min. đubriva – pojedinačnih N – Čilska i norveška šalitra, P – superfosfat, K – soli.

- prof. Stevan Nikolić (1919) – osnovao zavod za agrikulturnu hemiju i napisao prvi udžbenik iz Agrikulturne hemije.

***Tek nakon II sv. rata** – dolazi do intenzivnije upotrebe mineralnih đubriva, otvaraju se brojne fabrike "Zorka", postavljaju se brojni ogledi sa min. đubrivima, izdaju se naučni i stručni časopisi (Agrohemija, Zemljište i biljka).*

Hemijski sastav biljaka

- Biljke se odlokuju velikom hemijskom heterogenošću.
- U hemijski sastav biljaka ulazi > 40, a po nekima čak > 74 elementa, od ukupno 80 elemenata koliko učestvuje u izgradnji zemljene kore.
- Biljke u svežem stanju u proseku sadrže oko 80% vode i 20% suve materije (O.M. i M.M.).

Organska materija – 95%

- Ugljenik – 45%
- Kiseonik – 42%
- Vodonik – 6,5%
- Azot – 1,5%

Mineralna materija – 5%

- Elementi pepela (K, Ca, Mg, P, ...).

Glavni deo O.M. (80 – 95%) čine ugljeni hidrati, masti i belančevine. Nagomilani suže kao "rezervne materije".

1. Ugljeni hidrati (šećeri) dele se:

- Monosaharide – $C_6H_{12}O_6$ (Glukoza i Fruktaza);
- Disaharide – $C_{12}H_{22}O_{11}$ (Saharoza i Maltoza);
- Polisaharidi – $C_6H_{10}O_5$ (Skrob, Cel., Hemicel.).

2. Masti i ulja (Lipidi) – Masti su estri trohidroksilnog alkohola glicerola i višemasnih kiselina. Nerastvorljive u vodi, rastvorljive u org. rastvaračima.

3. Belančevine (Proteini) – Visokomolekulska azotna organska jedinjenja.

Vodni režim biljaka

Pojam: – *Primanje, kretanje i gubljenje vode, tj. učešće u svim fiziološkim procesima.*

Značaj vode:

- *Svi životni procesi u biljkama odvijaju se normalno samo uz neprekidno prisustvo dovoljnih količina vode;*
- *Najbolji prirodni rastvarača organskih i neorganskih (mineralnih) materija;*
- *Omogućava usvajanje i transport raznih materija kroz biljku i njihovo učešće u metaboličkim procesima;*
- *Obezbeđuje hidrataciju jona i molekula, bubrenje koloida, protoplazme i turgorov pritisak;*
- *Reguliše temperaturu biljaka;*
- *Javlja se kao konstrukcioni element – izvor H i O – jona značajnih za proces fotosinteze.*

Od 1000g usvojene vode, 990g (99%) je rashodovana voda, a 10g (1%) se zadržava u biljci. Od toga 8-9g je hemijski vezana voda, a 1-2g hem. nevezana.

- **Rashodovana voda** - *pomaže kretanje min. i org. mat. u biljci i vrši hlađenje nadzemnih delova biljke.*
- **Hemijski vezana voda** – *veže se u procesu fotosinteze. U protoplazmi vrši ulogu rastvarača, izvor H i O – jona, utiče na turgorov pritisak.*

1. Primanje (usvajanje) vode

1.1. Preko korena – aktivno

1.2. Preko lista – pasivno

Činioci (faktori) koji utiču na usvajanje vode preko korena:

- **Veličina korenovog sistema (Raž);**
- **Sadržaj lakopristupačne vode u zemljištu;**
- **Sastav i koncentracija zemljišnog rastvora (veći osmotski pritisak Z.R. – slabije usvajanje i obrnuto);**
- **Temperatura zemljišta (hladno zemljište, 3-5 °C; normalno toplo, 15-20 °C);**
- **Aeracija – slabija aeracija slabije usvajanje vode i obrnuto, izuzev pirinča.**

2. Kretanje vode

2.1. Osmozom – ćelije korenovih dlačica usvajaju vodu sa min. mat. - sporo;

2.2. Sprovodnim sudovima (traheje i traheide) – kreće se brže.

Brzina kretanja - različita: četinari 1-2 m/h, lišćari 1-6 m/h, ljiljani do 150 m/h.

Za ascedentno (uzlazno) kretanje vode – glavna pokretačka snaga je transpiracija i korenov pritisak.

3. Gubljenje (odavanje) vode

3.1. Gutacija

Gubljenje (odavanje) vode u tečnom agregatnom stanju u vidu kapi (lat. gutta – kap).

Dešava se u proleće.

Uslovi:

- 1. Zemljište toplo i vlažno;*
- 2. Koren aktivan;*
- 3. Visoka relativna vlažnost vazduha.*

U takvim uslovima transpiraciju zamenjuje gutacija. Gutacijom kod nas biljke izlučuju male količine vode za razliku od tropskih područja.



3.2. Suzenje

Izlučivanje vode (soka) od strane povređenih biljnih delova (sok plača).

Dešava se u proleće pri istim uslovima kao i gutacija. Npr: rezidba voća i vinove loze. Sok plača bogatiji mineralnim materijama od soka gutacije.



3.3 Transpiracija

Transpiracija je proces gubljenja (odavanja) vode najčešće preko lisne površine u atmosferu u vidu vodene pare.

Značaj:

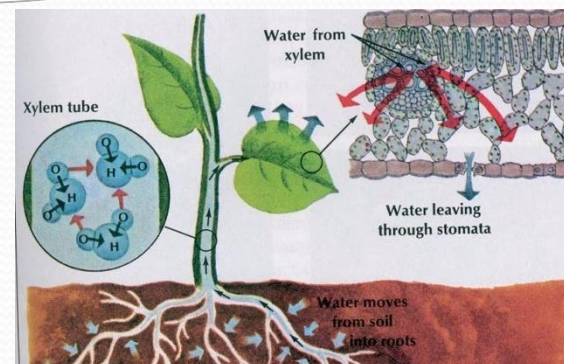
1. Predstavlja neku vrstu "krvotoka biljke";
2. Isparavanjem vode biljke se tokom leta hlade i tako podnose visoke letnje temperature;
3. Transpiracioni tok omogućava ascedentni transport mineralnih i organskih materija i dr.

Razlikujemo:

1. Kutikulnu transpiraciju – kod starijih biljaka 5 – 10%, mlađih do 50%;
2. Stomatenu transpiraciju – dominantna.

Pokazatelji transpiracije:

1. **Intenzitet transpiracije** – predstavlja količinu transpirisane vode po jedinici lisne površine u jedinici vremena ($\text{g/dm}^2/\text{h}$).
2. **Koeficijent transpiracije** – predstavlja količinu transpirisane vode u gramima za stvaranje jednog grama suve materije.
3. **Produktivnost transpiracije** – predstavlja količinu suve materije u gramima koja se sintetiše pri gubitku 1 kg vode.



Činioci koji utiču na transpiraciju:

1. Unutrašnji (osobine biljke):

- **Starost listova** – Mlado lišće – najviše transpiriše vode, staro - najmanje;
- **Položaj i raspored listova** – manji ugao i gušći raspored manja transpiracija; Uvijanjem listova smanjuje se transpiracija od 35 – 75%;
- **Sadržaj vode u listu** – veći sadržaj veća transpiracija (povrće).

2. Spoljašni (ekološki):

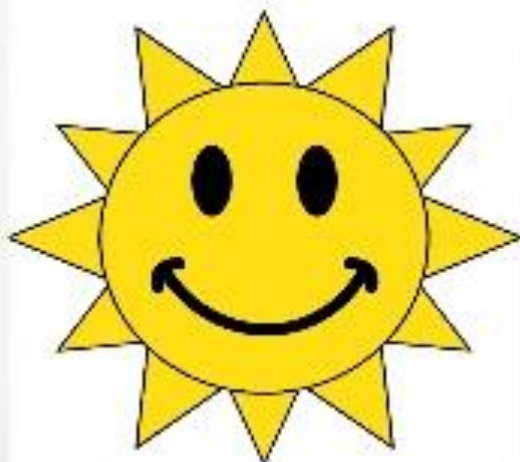
- **Svetlost** – Povećanjem intenziteta svetlosti povećava se transpiracija. Noću se stome zatvaraju čime se smanjuje transpiracija;
- **Temperatura vazduha** – povećanjem temperature povećava se transpiracija;
- **Relativna vlažnost vazduha** – povećanjem vl. vazduha smanjuje se transpiracija;
- **Vetar** – jači vetar veća transpiracija;
- **Vlažnost zemljišta** – smanjenjem pristupačne vode u zemljištu smanjuje se transpiracija;
- **Plodnost zemljišta** – Plodnija zemljišta manja transpiracija.

ŽIVOTNI PROCESI

FOTOSINTEZA

TRANSPIRACIJA

DISANJE



Fotosinteza

Pojam: - Fotosinteza je proces kojim se iz neorganskih jedinjenja CO_2 i H_2O uz prisustvo svetlosne energije u zelenim biljnim delovima (hlorofilu) sintetišu energijom bogata organska jedinjenja.



Hlorofil se nalazi u posebnim biljnim telašcima u protoplazmi – hloroplasti.

Po hemijskom sastavu - hloroplasti su izgrađene od vode, masti, belančevina, ugljenih hidrata, mineralnih materija i pigmenata (hlorofila i karotinoida).

1. Hlorofili su organska jedinjenja zelene boje – vrše adsorpciju svetlosne energije. Najviše ih ima u listu. Daju biljci zelenu boju.

2. Karotinoidi su organska jedinjenja izgrađena iz:

- C i H – karotin ($\text{C}_{40}\text{H}_{56}$), narandasto crvene boje, i
- C, H i O – ksantofil ($\text{C}_{40}\text{H}_{56}\text{O}_{2,3,4}$), žute boje.

Adsorbuju 10-20% ukupne svetlosne energije i smatraju se pomoćnim pigmentima.

Sa agronomskog aspekta imaju veliki značaj jer utiču na izgled - boju, a time i na tržišnu vrednost poljoprivrednih proizvoda, naročito voća i povrća.

Mehanizam i hemizam fotosinteze

Fotosinteza – veoma složen biohemijski proces koji se odvija u **dve faze**, uz učešće velikog broja fermenta.

1. Svetla faza fotosinteze

Odvija se u toku dana, u hloroplastima, u kojima pigmenti (hlorofil i karotinoidi) adsorbuju svetlost određene talasne dužine.

Adsorbovana svetlost uz prisustvo fermenta biljne ćelije izaziva niz oksido-redukcionih procesa, u kojima dolazi do fotolize vode i nastanka O_2 , redukcije NADP i sinteze ATP – neophodan za tamnu fazu.



"Fotoliza vode" – Hilov-a reakcija cepanja molekula vode – uz prisustvo svetlosti i hlorofila, $4H_2O$ se cepaju na $4H^+$ i $4OH^-$. H^+ - vrši redukciju CO_2 , a od $4OH^-$ jona nastaje $2H_2O_2$, koji se uz prisustvo fermenta peroksidaze razlaže na $2H_2O$ i O_2 .

Svetla faza je preduslov za odvijanje tamne faze, tj. za redukciju CO_2 do ugljenih hidrata.

2. Tamna faza fotosinteze

- Odvija se noću. Obuhvata niz biohemijskih reakcija.
- U tamnoj fazi dolazi do vezivanja CO_2 , njegove redukcije i ugradnje u organska jedinjenja. – C_3 biljke.
- Put vezivanja, redukcije i ugradnje CO_2 u organska jedinjenja odvija se u više faza koje imaju cikličan tok i naziva se "Kalvinov ciklus". – po američkom naučniku Kalvinu, koji je prvi utvrdio redosled biohemijskih reakcija i otkrio njene produkte, zašto je dobio Nobelovu nagradu, 1961 godine.

Kalvinov ciklus – 3 faze:

1. Karboksilacija: - dolazi do vezivanja CO_2 iz atmosfere za organsko jedinjenje Ribulozu 1,5 di fosfat. Nastalo jedinjenje ima 6 C- atoma, nestabilno je i brzo se raspada na 2 molekula 3-fosfoglicerinske kiseline – jedinjenje sa 3 C-atoma i predstavlja prvi stabilni produkt fotosinteze.
2. Redukcija: - redukuje se 3-fosfoglicerinska kiselina u 3-fosfoglicerin aldehyd, uz pomoć redukujućih ekvivalenata (ATP i ADP) nastalih u svetloj fazi.
3. Regeneracija: - Da bi Kalvinov ciklus imao cikličan tok potrebno je da se polazno jedinjenje ribulozu 1,5 di fosfat, stalno obnavlja.

Cilj Kalvinovog ciklusa je stvaranje i određeni produkti, u prvom redu trioza fosfati, koji se koriste za sintezu organskih jedinjenja - ugljenih hidrata (saharoza, skrob, celuloza i dr.), aminokiseline, organske kiseline i dr., neophodni za opstanak života na našoj planeti.

Cilj - Kalvinovog ciklusa je i sinteza određenih produkata, u prvom redu trioza fosfata, koji se koristi za sintezu organskih jedinjenja – ugljenih hidrata (saharoza, skrob, celuloza i dr.), aminokiselina, organskih kiselina i dr., neophodnih za opstanak života na našoj planeti.

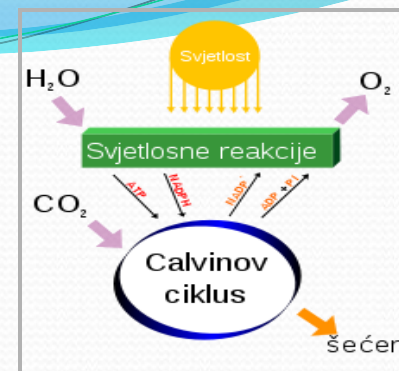
Pokazatelji fotosinteze:

- 1. Intenzitet fotosinteze:** – podrazumeva se količina usvojenog CO_2 ili izdvojenog O_2 , po jedinici lisne površine u jedinici vremena ($\text{mg CO}_2/\text{dm}^2/\text{h}$).
- 2. Produktivnost fotosinteze:** – predstavlja količinu stvorene organske materije po m^2 lisne površine za 1 dan ($\text{gr}/\text{m}^2/\text{dan}$).

Činioci koji utiču na intenzitet fotosinteze:

1. Unutrašnji (osobine biljke):

- **Veličina lisne površine** – Povećanjem lisne površine povećava se adsorpcija svetlosti, a time i intenzitet fotosinteze do određene granice. Previše velika lisna površina je štetna isto kao i mala.
- **Starost listova** – Starenjem listova menja se građa i fiziološka aktivnost.
 - Mlado lišće koje još raste – fiziološki najaktivnije, ali produkte fotosinteze pretežno koristi za svoj rast.
 - Potpuno odraslo lišće – fiziološki vrlo aktivno, najveći deo produkata fotointeze odvodi u druge organe.
 - Staro lišće – manje više izgubilo životnu aktivnost.



➤ **Položaj listova** – Gušći sklop, manji uga listova ($30-60^\circ$), manji intenzitet fotosinteze i obrnuto.

➤ **Sadržaj hlorofila u listu**

- Mlado lišće - svetlije boje, manje hlorofila - slabiji intenzitet fotosinteze.
- Potpuno odraslo lišće – tamno-zelene boje, maksimalna koncentracija hlorofila – maksimalni intenzitet fotosinteze.

2. Spoljašni (ekološki):

➤ **Svetlost** (intenzitet, kvalitet, dužina trajanja):

- Povećanjem intenziteta svetlosti povećava se intenzitet fotosinteze do određene granice, tj. do svetlosnog zasićenja. Daljim povećanjem intenzitet fotosinteze se ne povećava, čak može i da opada.

Različite biljne vrste imaju različite zahteve prema jačini svetlosti – kukuruz 25.000 luksa, pšenica i ječam 6.000, pasulj 7.000, grašak 3.000 luksa i td.

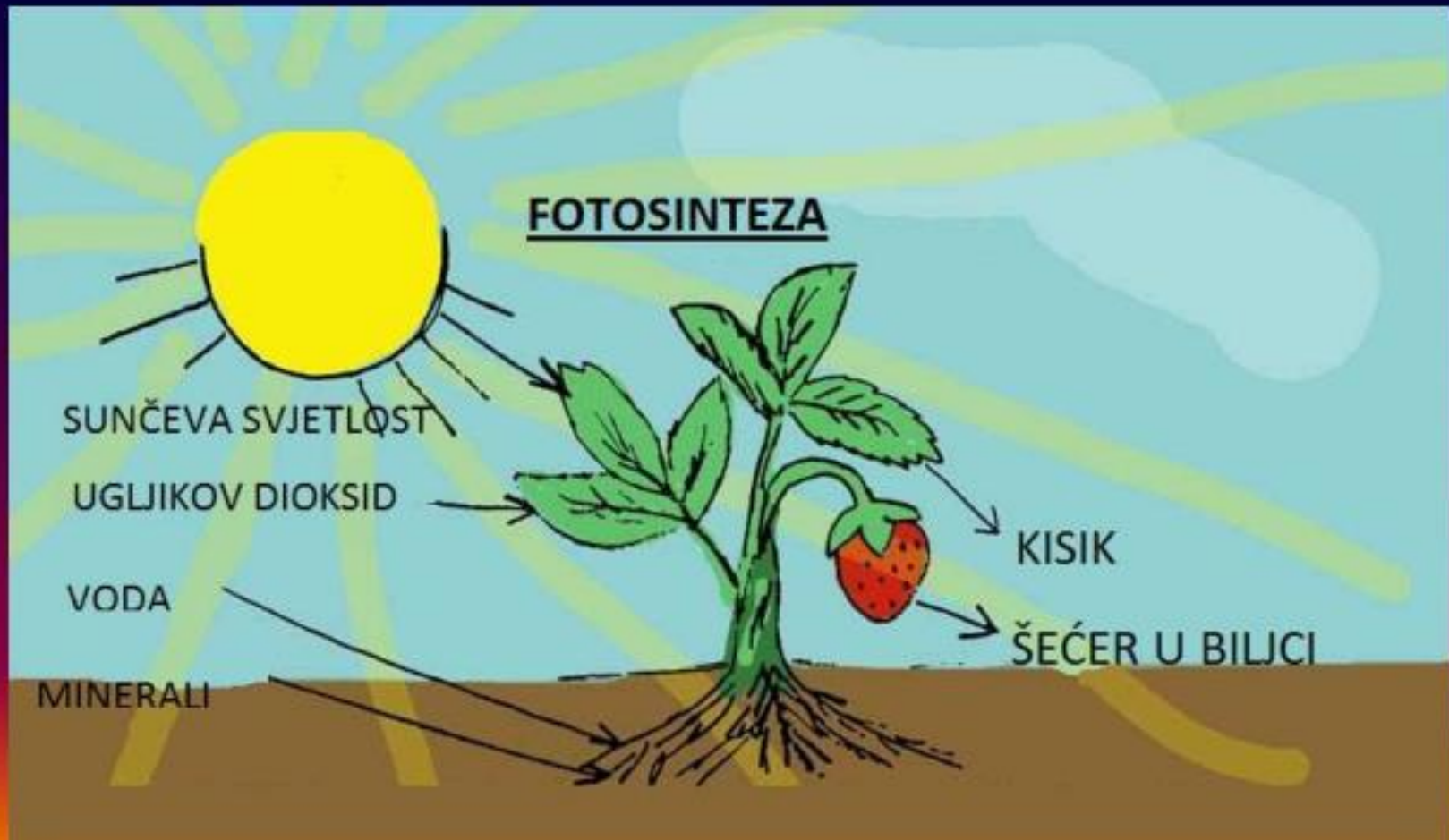
- Kvalitet svetlosti - Pri plavoj svetlosti (421 – 491 nm) stvara se više belančevina, a pri crvenoj (700 nm) ugljenih hidrata.
- Dužina trajanja osvetljenja - Radi boljeg iskorišćavanja svetlosti pravac redova istok – zapad, sa odgovarajućim razmakom u redu i između redova.

➤ **Koncentracija CO_2 u prizemnoj atmosferi** – 0,03% poželjno je da se poveća čak za 10 puta.

- **Temperatura** – optimalna t^0 je 25 – 30 °C. Pri nižim temperaturama intenzitet fotosinteze se smanjuje. Visoke noćne t^0 (>20 °C) usled intenzivnijeg disanja su nepoželjne.
- **Mineralna ishrana** – Obezbeđenost zemljišta biogenim (makro i mikro) elementima, u prvom redu N, P, K i Mg, vrlo je važno za intenzitet fotosinteze.
- **Obezbeđenost biljaka vodom** – nedovoljna obezbeđenost (leti) dovodi do delimičnog ili potpunog zatvaranja stoma, da bi se održao turgorov pritisak, što dovodi do slabijeg usvajanja CO_2 i pada intenziteta fotosinteze.

Fotosinteza je najintenzivnija u prepodnevnom časovima, kada su stome široko otvorene, kada su se hloroplasti tokom noći i jutra oslobodile asimilativa stvorenih fotosintezom transportujući ih u centre potrošnje ili nakupljanja, pri vlažnosti zemljišta 80% od PVK.

Fotosinteza izgleda ovako:



Disanje biljaka

Pojam: – Predstavlja oksidaciono razlaganje složenih organskih materija (uglavnom ugljenih hidrata) do krajnjih produkata CO_2 i H_2O .

Disanje je suprotan proces fotosintezi. Odvija se u svakoj biljnoj ćeliji. Sastoji se iz niza povezanih oksido-redukcionih reakcija.



Od materija za disanje najčešće se koriste ugljeni hidrati, masti i belančevine. Nihovom oksidacijom oslobađa se energija neophodna za odvijanje životnih procesa u ćeliji.

Smatra se da se 20 – 30% ugljenih hidrata stvorenih fotosintezom utroši na disanje.

Hemizam i mehanizam disanja:

Protiče kroz 3 faze:

1. Razlaganje visokomolekulskih organskih jedinjenja na prostija: – Da bi se uključili u proces disanja, tj. u 2 i 3 fazu, visokomolekulska jedinjenja se razlažu na prostija.
Npr: škrob se razlaže do glukoze, proteini do aminokiselina, masti do masnih kiselina, i td.
2. Glikoliza: – Glukoza (monosaharid) se razlaže do pirogroždane kiseline. Sastoji se najmanje iz 10-tak uzastopnih reakcija katalizovanih najmanje sa po 1 enzimom.
3. Oksidacija: – Pirogroždana kiselina se oksidiše do krajnjih produkata CO_2 i H_2O , uz izdvajanje energije akumulirane u vidu ATP.

Činioci koji utiču na intenzitet disanja:

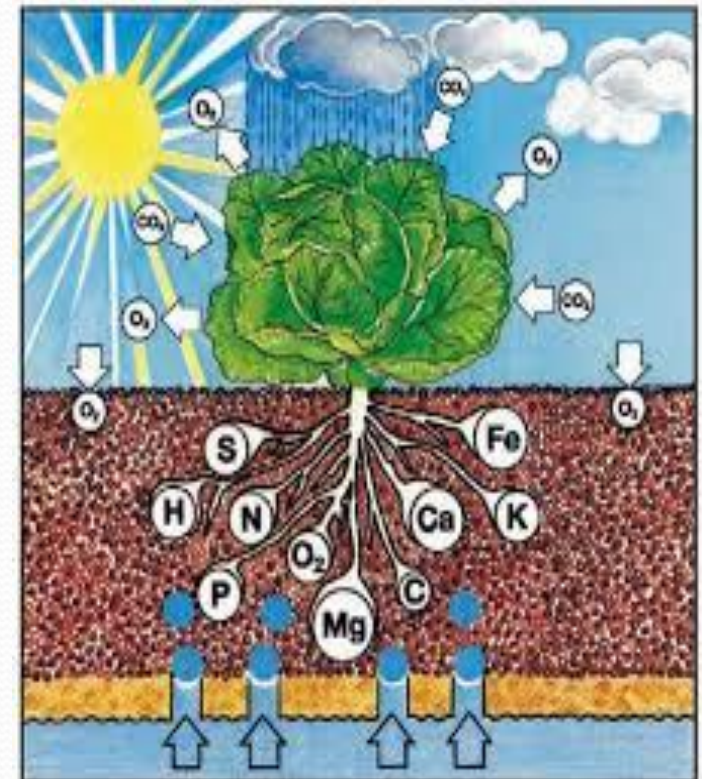
- **Temperatura vazduha** – Povećanjem t^0 vazduha povećava se intenzitet disanja. Minimalna t^0 za disanje zimi iznosi -25°C , a ljeti -4°C . Maksimalna t^0 od $45 - 55^{\circ}\text{C}$.
- **Sadržaj O_2** – Smanjenjem sadržaja O_2 , smanjuje se intenzitet disanja.
- **Sadržaj CO_2** – Povećanjem sadržaja CO_2 , smanjuje se intenz. disanja.
- **Sadržaj vode** – Smanjenjem sadržaja vode u biljnim tkivima povećava se intenzitet disanja.
- **Svetlost** – Pri istoj t^0 , na svetlosti intenzitet disanja je niži u odnosu na tamu.
- **Mineralna ishrana** – Na dobro obezbeđenim zemljištima u hranljivim elementima slabije (ravnomernije) disanje.
- **Starost biljaka** – Starenjem biljaka smanjuje se disanje.

Mineralna ishrana biljaka

Biljke za svoju ishranu koriste veći broj hranljivih elemenata (>40, a po nekim čak >74)

Svi hranljivi elementi koji učestvuju u izgradnji biljnog tkiva mogu se podeliti:

- 1. Neophodne (biogene);**
- 2. Korisne;**
- 3. Ostale.**



1. Neophodni (biogeni) elementi: - su elementi bez kojih biljke ne mogu normalno da završe svoj životni ciklus (razvoj).

- Prema količini koju biljke usvajaju iz zemljišta i njihovoj zastupljenosti u biljci dele se:

1.1. Makroelemente: – Biljke ih usvajaju u većim količinama i njihov sadržaj u suvoj materiji je veći od 0,01%. Spada 10 elemenata, i to: C, O, H, N, P, S, K, Ca, Mg i Fe.

1.2. Mikroelemente: – Biljke ih usvajaju u manjim količinama i njihov sadržaj u suvoj materiji je manji od 0,01%. Spada 7 elemenata, i to: B, Zn, Mn, Cu, Mo, Co i Cl.

Zajednička karakteristika:

- Podjednako su važni bez obzira na količinu koju biljke usvajaju iz zemljišta i i sadržaja u biljnom tkivu;
- Nezamenljivi su – zbog svoje specifične uloge u životnim procesima biljaka ne mogu se zameniti drugim elementima, a njihov nedostatak ispoljava se putem hloroze;
- Malih su atomskih težina (nisu otrovni).

2. **Korisni elementi:** - su elementi bez kojih biljke mogu da završe svoj životni ciklus, ali njihovo prisustvo deluje povoljno na njihov rast i razviće (Na, Si, Se, Al i dr).
3. **Ostali elementi:** - imaju štetno dejstvo, čak i u veoma malim koncentracijama (Pb, As, Hg, Cd i dr).

Usvajanje mineralnih materija (jona)

Vrši se:

1. Preko korena – aktivno
2. Preko lista – pasivno

Preko korena bilje usvajaju hranljive elemente iz:

- Zemljišnog rastvora – najlakše – u vidu lakorastvorljivih soli;
- Sa adsorptivnog kompleksa – adsorbovani na površini kol. čestica;
- Iz kristalne rešetke minerala (K^+ , Ca^{++} , ...).

Mehanizam usvajanja jona - teorije:

1. Prosta difuzija: – Prostom difuzijom biljke koriste jone iz zemljišnog rastvora i sa adsorptivnog kompleksa.

Princip: – Kad se poveća koncentracija nekog jona u Z.R. (NO_3^- , NH_4^+ - nakon đubrenja), taj jon vrlo brzo dospeva na površinu korena.

Zahvaljujući razlici u koncentraciji tog jona između ćelija korenovih dlačica i Z.R. dolazi do proste difuzije, tj. supstitucije, gde NO_3^- jon ulazi u ćeliju a H^+ jon ili neki drugi jon u procesu metabolizma odlazi u Z.R.

2. Kontaktna zamena: – Koren rastenjem dolazi u kontakt sa koloidnom česticom na čijoj se površini nalaze adsorbovani joni (difuzni sloj). Kao rezultat kontakta sa koloidne čestice odlazi K^+ jon ili neki drugi, a dobija u zamenu H^+ jon (uvek ekvivalentan odnos).

3. Aktivna (metabolistička) adsorpcija: – Predstavlja ulaženje anjona u ćeliju na bazi energije oslobođene iz ATP. Prenosilaci anjona kroz polupropustljivu membranu su citohromi. Fe^{3+} koje se nalazi u sastavu citohroma vezuje za sebe anjone (NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}), redukuje se i preko drugih citohroma kroz polupropustljivu membranu ih prenosi u biljnu ćeliju. Predavanjem anjona Fe^{2+} se oksiduje u Fe^{3+} i postaje spremno za vezivanje novih anjona.

Činioci koji utiču na usvajanje jona preko korena:

1. Spoljašni (ekološki):

- **Temperatura** – Povećanjem t^0 , povećava se usvajanje hranljivih elemenata.
- **Svetlost** – Svaka biljna vrsta ima svoje zahteve za određenim intenzitetom i kvalitetom svetlosti.
- **Reakcija zemljišnog rastvora (pH)** – Pri slabo kiseloj reakciji (pH 5,5 – 6,5) najintenzivnije je usvajanje anjona, a pri neutralnoj pH 7) katjona. Pri pH < 3 dolazi do oštećenja ćelijske membrane i smanjenja njene selektivnosti.
- **Koncentracija jona** – Povećanjem koncentracije nekog jona povećava se njegovo usvajanje.
- **Odnos i antagonizam jona** – Poželjno je da Z.R. sadrži sve neophodne hr. elemente u određenim količinama i određenom odnosu. Narušavanjem odnosa često jedan element blokira drugi – Antagonizam K/Ca, Ca/Mg, i td.
- **Aeracija zemljišta** – Različite biljke imaju različite potrebe za aeracijom (O_2).
Npr. leguminoze – pirinač.

2. Unutrašnji (osobine biljke):

- **Korenov sistem** – Dobro razvijen i zdrav korenov sistem je osnovni uslov za dobro usvajanje hranljivih elemenata iz zemljišta.
- **Faza razvića** – Razvoem biljaka povećava se usvajanje jona preko korena do momenta najvećeg nakupljanja organskih materija. Nakon toga, starenjem smanjuje se usvajanje.

2. Usvajanje mineralnih materija (jona) preko lista

- Osnovna fiziološka uloga lista je fotosinteza i transpiracija.
- Ne postoje suštinske razlike u mehanizmu usvajanja jona između korena i lista. U oba organa zasniva se na difuziji, zameni i transportu jona kroz membrane.

Razlika se javlja u:

1. **Gradi** - list ima kutikulu (štiti list od prevelike transpiracije, napada insekata, mikroorganizama i dr), a koren nema;
2. **Kretanju materija kroz biljku** - Materije usvoene preko korena transportuju se ascedentno kroz ksilemske elemente (traheje i traheide), a materije usvoene preko lista transportuju se descedentno, od listova u niže delove, po floemu, čiji sok ima pH 7-8 i visoku konc. rastvorenih organskih materija (veću 15-25%)

Brzina transporta pojedinih jona po floemu:

- **Brzo** - N, P, K, S, Mg, Cl;
- **Srednje** - Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Co;
- **Sporo** – Ca, B.

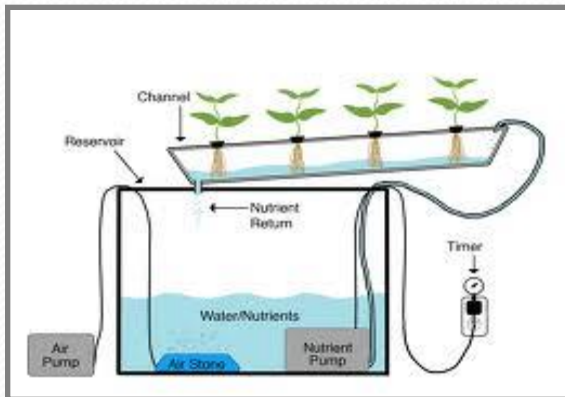
Hranljivi rastvori

Biljke mogu da koriste hranljive elemente i iz posebno pripremljenih rastvora – hranljivih rastvora, u kojima moraju biti zastupljeni svi hranljivi elementi u određenoj koncentraciji i u određenom odnosu.

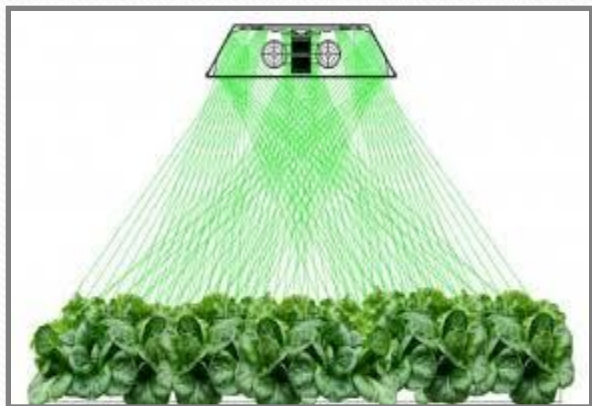
Pripremaju se od hemijskih čistih soli i destilovane vode ili tehničkih soli i obične (vodovodne) vode.

U zavisnosti od toga da li biljke koriste hranljive elemente preko korena ili lista, dele se:

1. Hidropone – bilka hranljive elemente usvaja preko korena, koji se razvija u hranljivom rastvoru.



2. Aeropone – biljka hranljive elemente usvaja preko lista, prskanjem iz vodenih kapljica. Cela biljka se nalazi u slobodnom prostoru gde se održava visoka relativna vlažnost vazduha.



Neophodni (biogeni) elementi

Makroelementi:

- Azot (N)

Simptomi suviška N u zemljištu



Simptomi nedostatka N u zemljištu:



- Fosfor (P)

Simptomi nedostatka P u zemljištu



Simptomi nedostatka P u zemljištu



Nedostatak P

Simptomi suviška P u zemljištu:

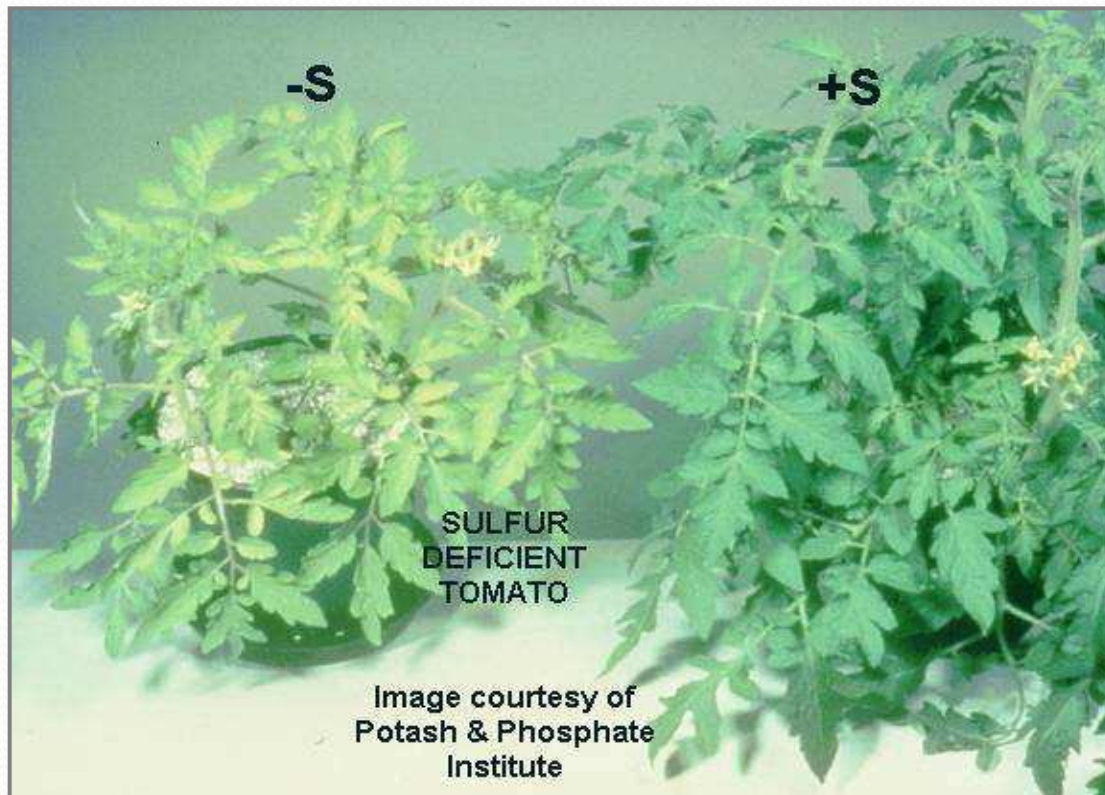
- Retko se javlja zbog brzog vezivanja sa katjonima - Al, Fe i Ca;
- Antagonizam sa metalnim jonima: Fe, Zn, Cu, Mn – veže ih i izaziva nedostatak – list žute boje.

- Sumpor (S)

Simptomi nedostatka S u zemljištu



Simptomi nedostatka S u zemljištu



Nedostatak S

Simptomi suviška S u zemljištu:

- Retko se javlja, izuzev kod velikih industrijskih centara koji koriste fosilna goriva kao izvor energije. – "Kisele kiše".
Količina sumpora 10 – 40 – 200 kg/ha.
- H_2S toksičan.

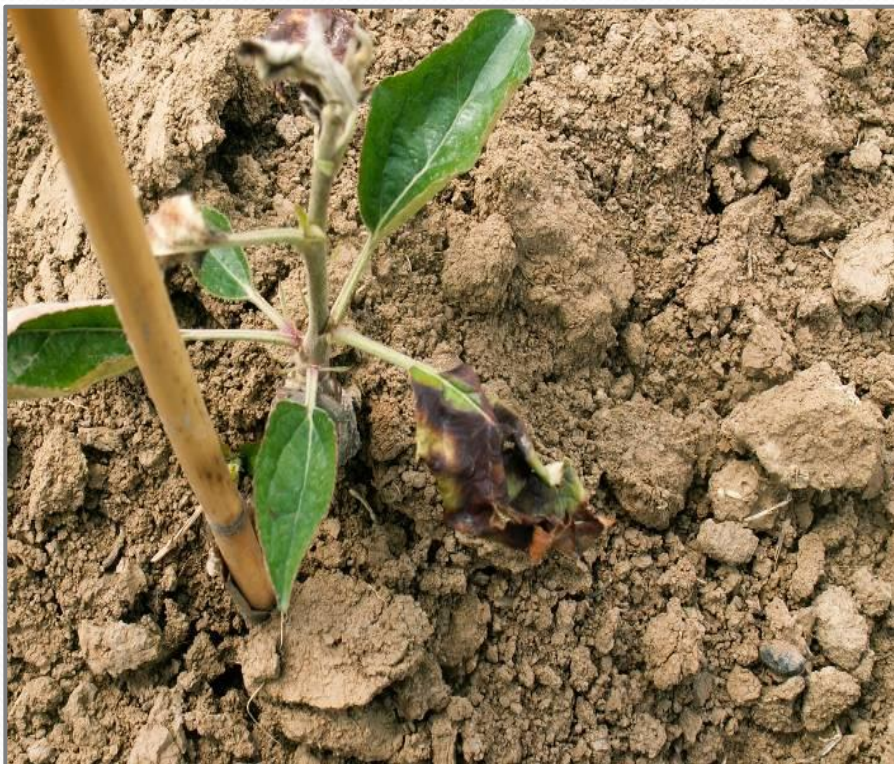


- Kalijum (K)

Simptomi nedostatka K u zemljištu



Simptomi nedostatka K u zemljištu



Simptomi nedostatka K u zemljištu

- "Zelene kragne" -



Nedostatak K

Simptomi nedostatka K u zemljištu: - kod grožđa utiču na oplodnju, veličinu i ujednačenost grozdova.

Oplodnja



Grozdovi sa i bez tretiranja K



Simptomi suviška K u zemljištu:

- Retko se javlja. Nema vidljive efekte;
- Antagonizam sa Ca i Mg, B, Zn, Mn.

- *Kalcijum (Ca)*

Simptomi nedostatka Ca u zemljištu



Simptomi nedostatka Ca u zemljištu

Trulenje vrhova plodova



Simptomi nedostatka Ca u zemljištu

Gorke pege "Bitter pit"

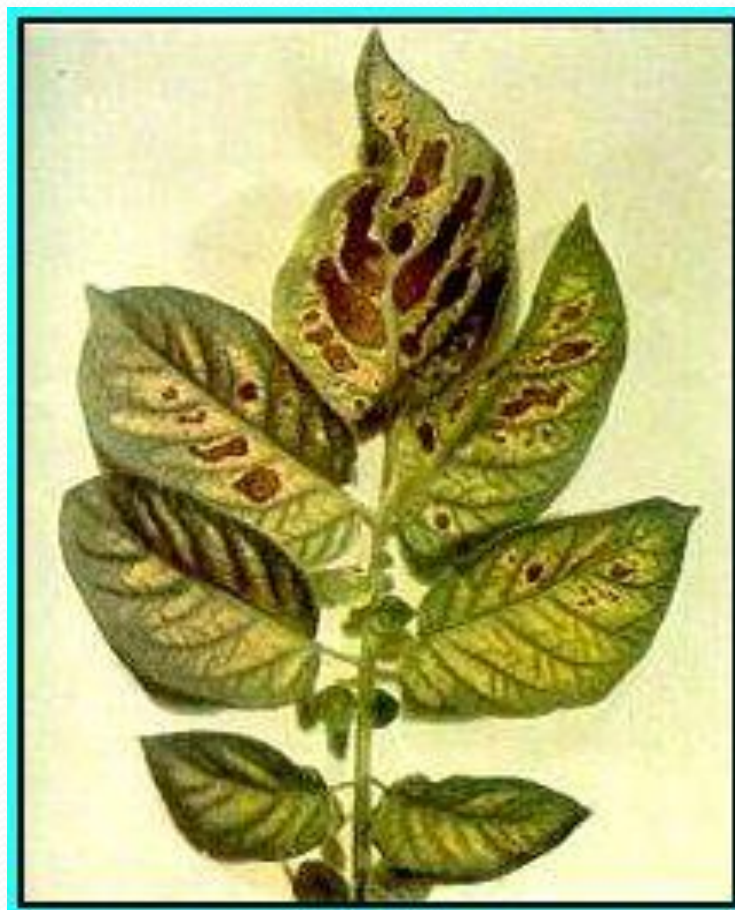
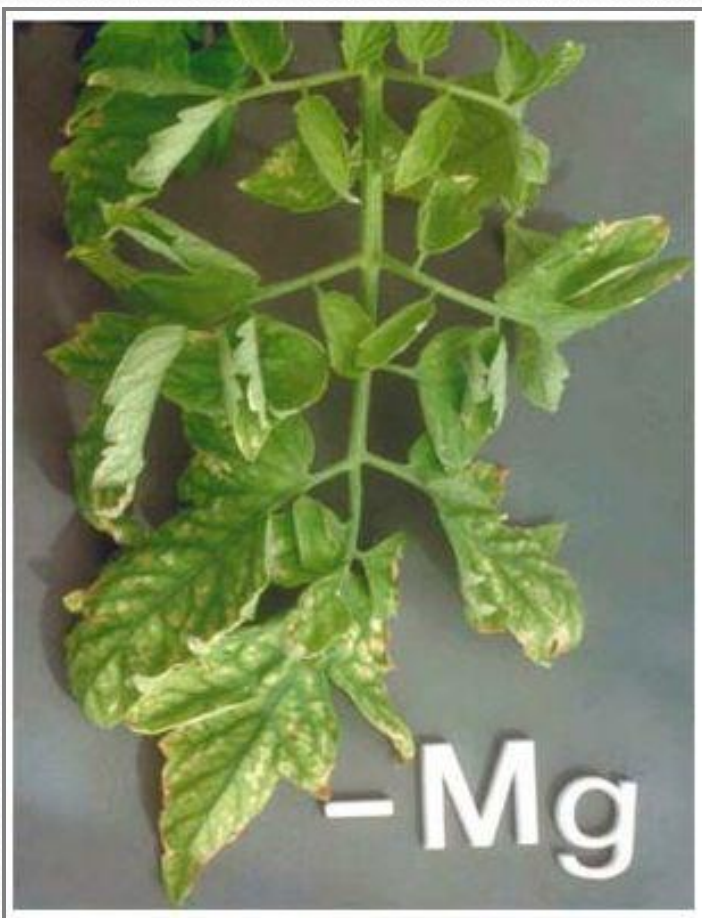


Simptomi suviška Ca u zemljištu:

- Retko se javlja. Nema vidljive efekte.
- Antagonizam sa P, Mn, Fe, Zn, i dr.

- Magnezijum (Mg)

Simptomi nedostatka Mg u zemljištu



Simptomi nedostatka Mg u zemljištu



Simptomi suvišak Mg u zemljištu:

- Retko se javlja. Nema velike vidljive efekte;
- Antagonista sa Ca, K, NH_4 , H, Mn.

- Gvožđe (Fe)

Simptomi nedostatka Fe u zemljištu



Simptomi nedostatka Fe u zemljištu



Simptomi suvišak Fe u zemljištu:

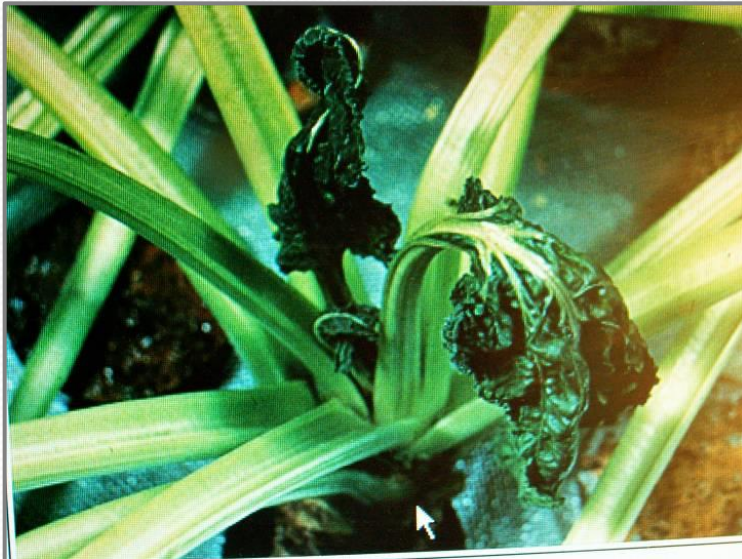
- Retko se javlja, izuzev na jako kiselim zemljištima;
- Antagonista sa P i Mn.

Mikroelementi:

Simptomi nedostatka B u zemljištu

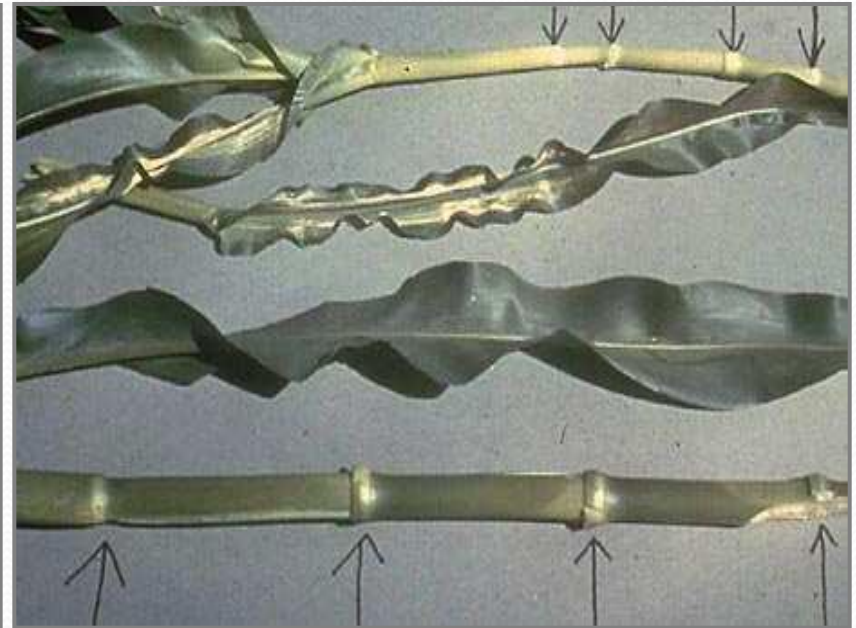
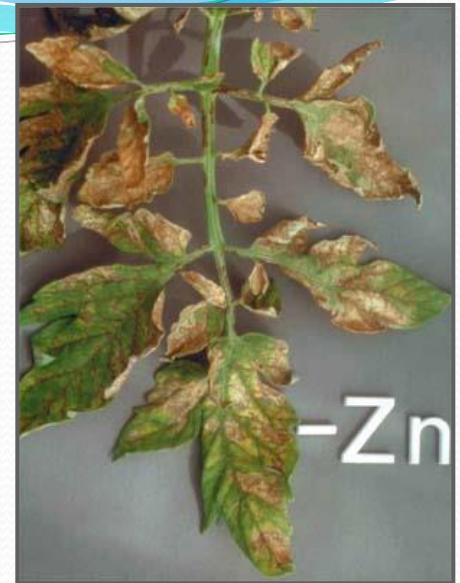


Simptomi nedostatka B u zemljištu



- Cink (Zn)

Simptomi nedostatka Zn u zemljištu:



Simptomi nedostatka Zn u zemljištu:

Rozetavost



Sušenje vrhova



Simptomi suviška Zn u zemljištu: - Retko se javlja.

➤ Zn je teški metal - ispoljava toksično dejstvo na biljke.

- Mangan (Mn)

Simptomi nedostatka Mn u zemljištu:

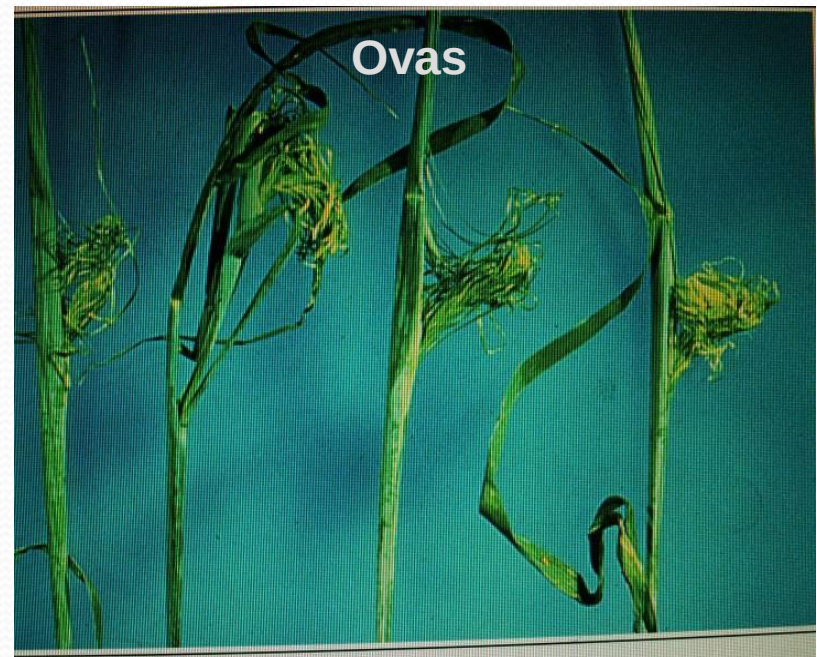
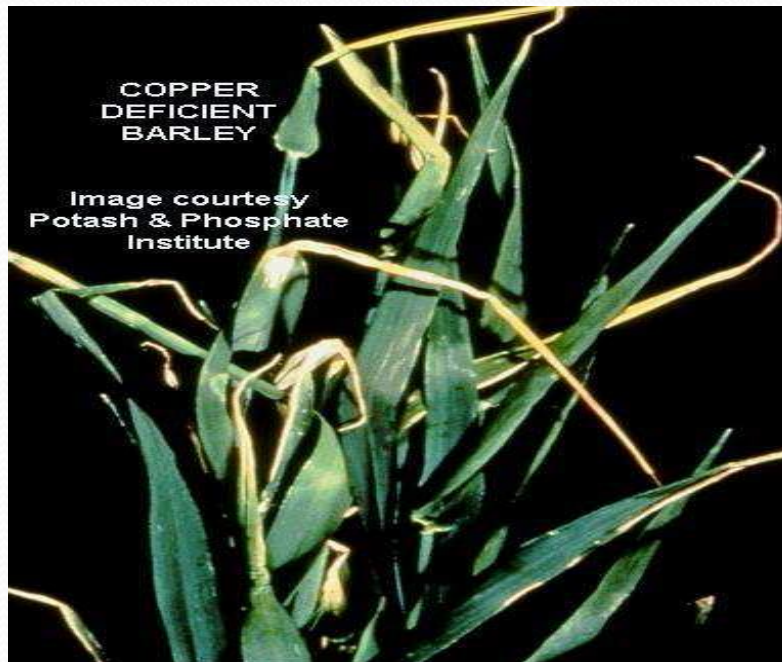


Simptomi suviška Mn u zemljištu:

➤ Retko se javlja. Hloroza, nekroza.

- Bakar (Cu)

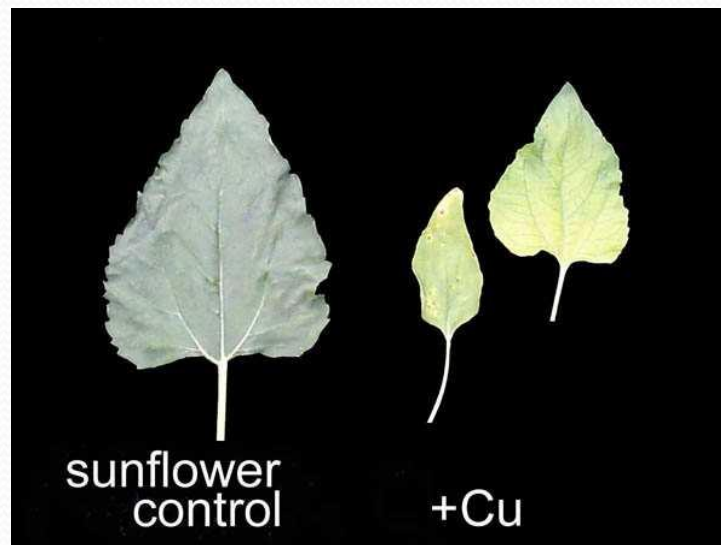
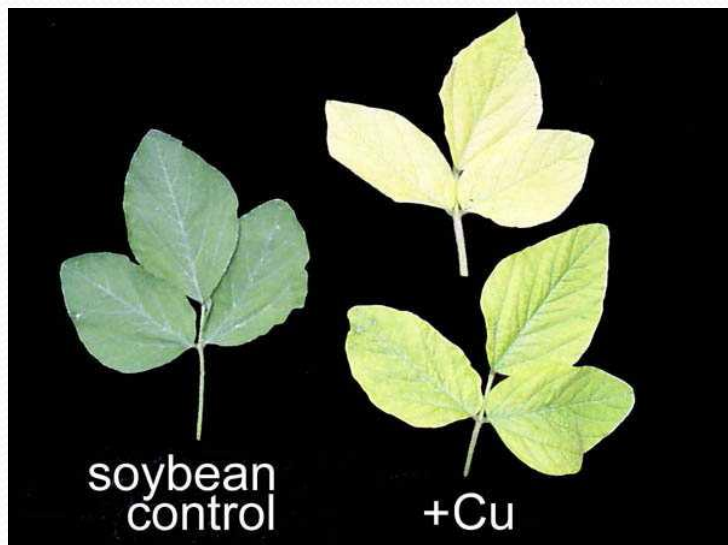
Simptomi nedostatka Cu u zemljištu:



Simptomi suvišaka Cu u zemljištu:

- Retko se javlja.

- Hloroza po rubu listova;
- Koren mali, zadebljao;
- Izaziva Fe – hlorozu – smanjeno usvajanja Fe^{2+}).



- Molibden (Mo)

Simptomi nedostatka Mo u zemljištu:

- Patuljavost, rozetavost;
- Hloroza, nekroza lista;



Simptomi suvišaka Mo u zemljištu: - Retko se javlja.

- Manji rast, hloroza, nekroza.