

Opskrbljenost i sadržaj mineralnih tvari u biljci

Esencijalni elementi biljne ishrane

17

C, O, H, N, P, K, S, Ca, Mg,
Fe, B, Mn, Zn, Cu, Mo, Cl, Ni

Podjela prema značaju i količini

1	IA																VIII B										He									
2	Li		IIA														B		C		N		O		F		Ne									
3	Na		Mg		III A		IV A		V A		VI A		VII A		VIII A		IB		IIB		Al		Si		P		S		Cl		Ar					
4	K		Ca		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Ga		Ge		As		Se		Br		Kr	
5	Rb		Sr		Y		Zr		Nb		Mo		Tc		Ru		Rh		Pd		Ag		Cd		In		Sn		Sb		Te		I		Xe	
6	Cs		Ba		La		Hf		Ta		W		Re		Os		Ir		Pt		Au		Hg		Tl		Pb		Bi		Po		At		Rn	
7	Fr		Ra		Ac		U		Np		Pu		Am		Cm		Bk		Cf		Es		Fm		Md		No		Lr							
Lantanidi		Ce		Pr		Nd		Pm		Sm		Eu		Gd		Tb		Dy		Ho		Er		Tm		Yb		Lu								
Aktinidi		Th		Pa		U		Np		Pu		Am		Cm		Bk		Cf		Es		Fm		Md		No		Lr								

1. Potrebni (esencijalni, biogeni) elementi:

a) makroelementi:

C, O, H, N, P, K, S, Ca, Mg, Fe

b) mikroelementi:

B, Mn, Zn, Cu, Mo, Cl, Ni

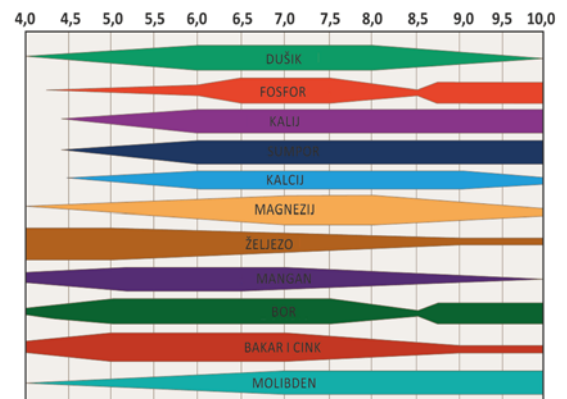
2. Korisni elementi:

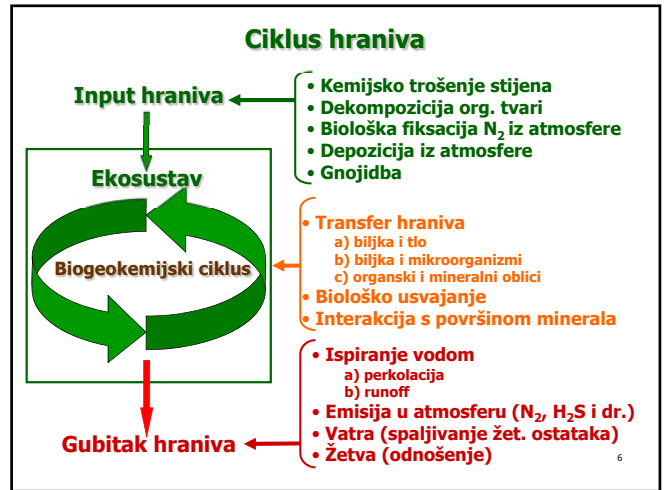
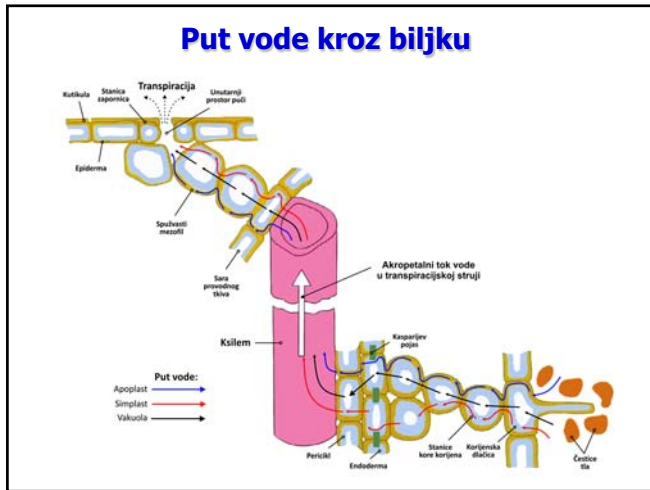
Co, Na, Si, Al, Se, V, Ti, La, Ce

3. Toksični i nekorisni elementi:

Cr, Cd, U, Hg, Pb, As i dr.

Raspoloživost elemenata obzirom na pH vrijednost tla





Uobičajeno je da se količina biogenih elemenata u biljkama izražava na suhoj tvari zbog vrlo promjenjivog sadržaja vode u njima.

Koncentracija makroelemenata izražava se u postotku, a zbog niske koncentracije mikroelemenata ona se iskazuje u **ppm ili mg kg⁻¹** na suhoj tvari.

U pojedinim situacijama, koncentracija hranjivih tvari može se iskazivati na svježu ili apsolutno suhu tvar biljke. Npr., kod primjene brzih testova za utvrđivanje potrebe u prihrani dušikom koncentracija nitrata se utvrđuje u svježoj tvari, listu kod pšenice, peteljka kod šećerne repe itd.

$$\text{ppm} = \text{mg kg}^{-1} = \mu \text{g g}^{-1}$$

Koncentracija biogenih elemenata u biljnoj tvari

n	Elementi biljne ishrane	Kemijski simbol	Oblik usvajanja	% u svježoj biljnoj tvari
1.	Ugljik	C	CO ₂ , CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻	45
2.	Vodik	H	H ₂ O, H ⁺	8
3.	Kisik	O	H ₂ O, O ₂	41
Makroelementi				
4.	Dušik	N	NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻	2.0
5.	Fosfor	P	HPO ₄ ²⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻	0.4
6.	Kalij	K	K ⁺	1.1
7.	Kalcij	Ca	Ca ²⁺	0.6
8.	Magnezij	Mg	Mg ²⁺	0.3
9.	Sumpor	S	SO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻	0.5
Mikroelementi				
10.	Željezo	Fe	Fe ²⁺ , Fe ³⁺	0.0200
11.	Mangan	Mn	Mn ²⁺ , Mn ³⁺	0.0500
12.	Cink	Zn	Zn ²⁺	0.0100
13.	Bor	B	BO ₃ ³⁻	0.0050
14.	Bakar	Cu	Cu ⁺ , Cu ²⁺	0.0010
15.	Nikal	Ni	Ni ²⁺	0.0010
16.	Molibden	Mo	MoO ₄ ²⁻	0.0001
17.	Klor	Cl	Cl ⁻	<0.0001

Budući da je većina elemenata konstituent organske tvari, prvo dolazi do hidrolitičkih procesa i oslobađanja elemenata **remobilizacija**, njihove **translokacije** (**floem- ksilem retranslokacija**) i ugradnje u nove spojeve na mjestu potrebe.

Takva pojava naziva se jednim imenom **reutilizacija** elemenata.

Koncentracija elemenata u listu zbog njihove fotosintetičke funkcije dobar je pokazatelj ishranjenosti biljaka pri tome se mora uvažiti sposobnost premještanja pojedinog elementa iz starijeg u mlade, fiziološki aktivno lišće.



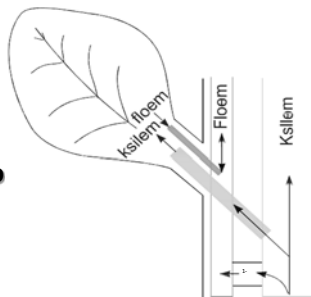
U nedostatku hranjivih elemenata kod formiranja novih organa, posebno fotosintetskog aparata i reproduksijskih organa, biljke su sposobne premještati tvari iz starijih, manje aktivnih tkiva u mlade i aktivnije. Budući da je većina elemenata konstituent organske tvari, prvo dolazi do hidrolitičkih procesa i oslobađanja

pokretni elementi

N, P, K, Mg, Cl, Mn

nepokretni elementi

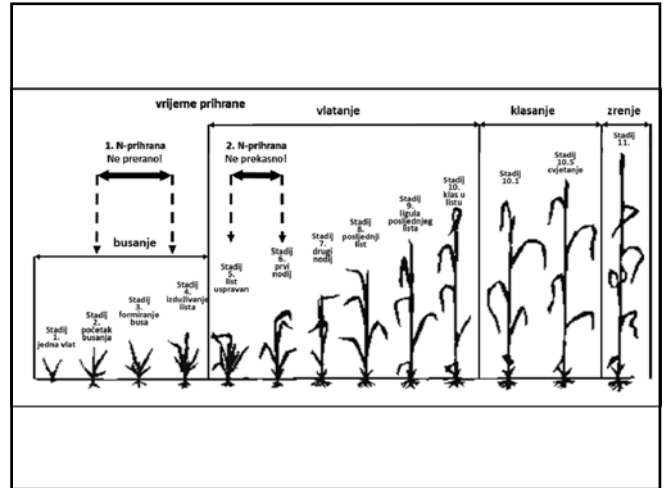
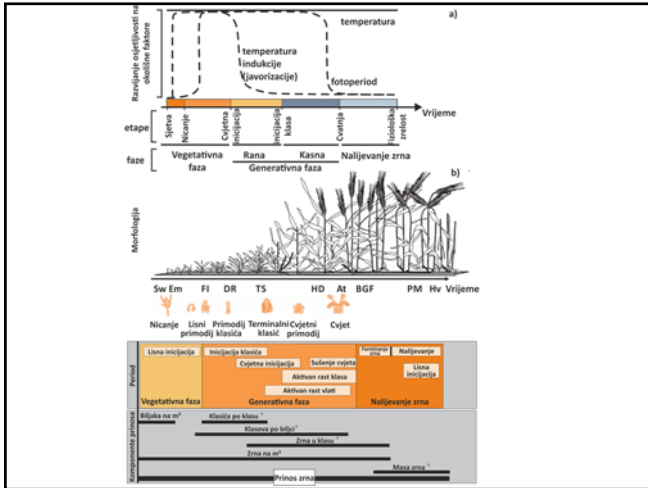
Ca, S, Fe, Cu, Zn, B, Mo



Pokretnost mineralnih elemenata u floemu

Pokretni	Srednje	Nepokretni
Rubidij	Mangan	Kalcij
Natrij	Cink	Stroncij
Magnezij	Bakar	Barij
Fosfor	Molibden	Bor
Sumpor		
Klor		

Sposobnost translokacije elemenata zavisi i od biljne vrste. Tako je Mn pokretni u bazipetalnom smjeru kod zobi, repe, voćaka itd, ali kod leguminoza i krumpira ubraja se u nepokretne elemente.



Nasad	Faza rasta	Uzorkovani dio biljke	Kolicina
Lucerna	početak cvatnje	cijela biljka iznad tla ili gornjih 15 cm	15 - 20 biljaka
	a) od 3. do 9. faze rasta po Feekes-u	cijela biljka iznad površine tla	30 - 40 biljaka
Pšenica, Ječam, Raž	a) 10. faza rasta po Feekes-u	list zastavičar	30 - 40 listova
	a) rani porast od 15 do 30 cm visine	cijela biljka iznad površine tla	15 - 20 biljaka
Kukuruz (merkantilni, silažni i kocičar)	a) metičanje	prvi potpuno razvijeni list ispod vrha rasta	10 - 15 listova
	a) početak sviranja do pojave smeđe svile	list ispod klipa	10 - 15 listova
	a) rani porast	cijela biljka iznad površine tla	15 - 20 biljaka
Soja	a) vegetativne faze rasta i rano naljevanje zrna mahune	najmlađi potpuno razvijeni list bez peteljke	15 - 20 listova
	a) rani porast	cijela biljka iznad površine tla	15 - 20 biljaka
Suncokret	a) u vegetacijskoj fazi do potpune cvatnje	najmlađi potpuno razvijeni list bez peteljke	15 - 20 listova
	a) rani porast	cijela biljka iznad površine tla	15 - 20 biljaka
Šećerna repa	a) rani porast	cijela biljka iznad površine tla	15 - 20 biljaka
	a) vegetativne faze rasta	najmlađi potpuno razvijeni list bez peteljke	10 - 20 listova

Simptomi nedostatka i suviška elemenata ishrane

Poznavanja pokretljivosti elemenata u biljkama značajno je kod utvrđivanja deficijencije elemenata na temelju pojave simptoma nedostatka.

Kod simptoma nedostatka pojedinog elementa u starijem lišću vjerojatno je došlo do njegovog premještanja u mlađe organe.

Ako se isti simptom primjećuje na mlađem lišću, tada je jasno da se radi o nedostatku nepokretljivog elementa.

Shema vizualne dijagnostike poremećaja u ishrani bilja

Biljni dio	Osnovni simptom	Uzrok
Starije lišće	Kloroza	Ravnomjerna Međužilna ili mrlje
	Nekroza	Vršna ili rubna Međužilna
Mlađe lišće i vrhovi	Kloroza	Ravnomjerna Međužilna ili mrlje
	Nekroza (kloroza)	
	Deformacije	
Starije lišće	Nekroza	Pjegavost Vršna ili rubna
	Kloroza, nekroza	

Autor: Vukadinović V.

Značajniji simptomi nedostatka su **kloroze** koje se očituju kao svjetložuto, reverzibilno obojenje lišća i **nekroze** kada dolazi do izumiranja dijelova lišća.

Pored **primarnog simptoma nedostatka** nekog elementa naknadno se mogu pojaviti i **sekundarni simptomi nedostatka** koji kompliciraju determinaciju uzroka pojave simptoma. Stoga je vizualna dijagnostika često nemoćna i preostaje jedino kemijskom analizom utvrditi pravi uzrok pojave simptoma.

Vrlo slična je problematika dijagnoze uzroka pojave **multiplih simptoma nedostatka ili suviška elemenata ishrane**, a kod oslabljenih biljaka često dolazi do napada bolesti što dalje komplicira vizualnu dijagnostiku **maskiranjem** primarnog uzroka pojave simptoma.

Stupnjevi opskrbe biogenim elementima i odgovarajuće granične vrijednosti

A	B	C	D	E	porast konc. hraniva
akutni manjak	prikriveni manjak	dobra opskrba	luksuzna opskrba	otrovnost količina	
granično područje simptoma	granično područje prinosa			granično područje otrovnosti	

Vukadinović 2011.

- **akutni manjak (A):** jasni simptomi nedostatka biogenog elementa, slab rast biljaka, a primjenom elementa u nedostatku prinos znatno raste.
- **prikriveni (latentni) manjak (B):** vizualnom dijagnostikom ne može se utvrditi nedostatak biogenog elementa, rast je prividno dobar, ali se gnojidbom postiže povećanje prinosa uz bolju kakvoću.
- **dobra opskrba (C):** nema simptoma nedostatka hraniva i primjenom gnojidbe uglavnom nema porasta prinosa, ali se postiže bolja kakvoća.
- **luksuzna opskrba (D):** simptomi suviška nisu vidljivi, kakvoća prinosa je niža, a primjenom gnojidbe prinos opada.
- **otrovnost (E):** simptomi suviška elementa jasno su vidljivi, loš je rast, jako je smanjen prinos slabe kakvoće (Vukadinović 2011.).