

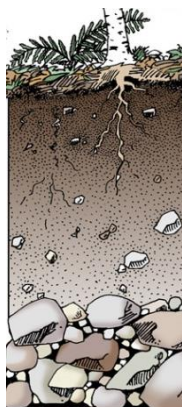


10let  
VIŠJE STROKOVNE ŠOLE



*Tla v okolju*

2015  
Mednarodno  
leto tal



**HORTIKULTURA – možnosti,  
priložnosti, prenos dobre prakse,  
zbornik 7. strokovnega posveta s temo  
*TLA***

Celje, 11. november 2015



Šola za  
**HORTIKULTURO in  
VIZUALNE UMETNOSTI**  
Celje  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

100 let  
VIŠJE STROKOVNE ŠOLE



2015  
Mednarodno  
leto tal



Tla v okolju

Izdajatelj:	ŠOLA ZA HORTIKULTURO IN VIZUALNE UMETNOSTI CELJE Višja strokovna šola Ljubljanska cesta 97, 3000 CELJE Spletni naslov: <a href="http://www.hvu.si">www.hvu.si</a>
Naslov	Hortikultura – možnosti, priložnosti, prenos dobre prakse, zbornik 7. strokovnega posveta s temo TLA
Zbrala in uredila:	Barbara Pajk
Recenzenti	Prof. dr. Hojka Kraigher Dr. Tanja Mrak Dr. Peter Železnik Dr. Tine Grebenc Mag. Nataša Dolejši Recenzenti so recenzirali prispevke, pri avtorstvu katerih niso sodelovali.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana  
631.46(082)(0.034.2)

STROKOVNI posvet s temo Tla (2015 ; Celje)

Hortikultura - možnosti, priložnosti, prenos dobre prakse [Elektronski vir] : zbornik 7.  
strokovnega posveta s temo Tla, Celje, 11. november 2015 / [zbrala in uredila Barbara Pajk]. -  
El. knjiga. - Celje: Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti, Višja strokovna šola, 2015

ISBN 978-961-6703-62-8 (pdf)  
1. Gl. stv. nasl. 2. Pajk, Barbara, 1968-  
282077696

**HORTIKULTURA – možnosti, priložnosti,  
prenos dobre prakse,  
zbornik 7. strokovnega posveta s temo  
*TLA***

Celje, 11. november 2015

## KAZALO

PREDGOVOR.....	1
BIOLOGIJA GOZDNIH TAL IN MICELIJSKE MREŽE V TLEH .....	2
MIKORIZA KOT OSNOVNI POVEZOVALNI ELEMENT V TLEH (MIKORIZA – VPLIV NA RAST IN RAZVOJ SADIK V DREVESNICI IN PO PRESADITVI) .....	9
VPLIV SUŠE NA KORENINE IN MIKORIZO .....	22
SPOSOBNOST ODZIVA KORENIN NA SPREMEMBE: KAKŠNE SO RAZLIKE ZNOTRAJ VRSTE.....	27
EKOSISTEMSKE STORITVE IN VLOGA TAL V KOPENSKIH EKOSISTEMIH .....	33
ZRAČNO-VODNE RAZMERE IN ZBITOST TAL, KRATEK PREGLED SLANOSTI TAL .....	41
RAZDELITEV TAL GLEDE NA PREVLAJUJOČE MIKROBNE KULTURE.....	49
POZNAVANJE IN PERSPEKTIVE GOJENJA EKTOMIKORIZNIH GLIV (GOMOLJIKE OZ. TARTUFI).....	55
ZDRAVJE LJUDI JE V TLEH .....	59
POMEN PRIDELOVANJA STROČNIC V KOLOBARJU NA STRUKTURO TAL IN ŽIVLJENJE V ZEMLJI.....	68
VRNIMO ŽIVLJENJE ZEMLJI.....	71
UPORABA KOMPOSTA IN BIOOGLJA V PRAKSI.....	77
VPLIV RAZLIČNIH SREDSTEV ZA APNENJE NA PH TAL.....	91
PRIPRAVA VRTNARSKIH SUBSTRATOV IN IZBOLJŠEVALCEV TAL .....	95
PRIDELAVA KRIZANTEM ( <i>DENDROTHEMA SPP.</i> ) S POMOČJO EM TEHNOLOGIJE .....	98
POSREDOVANJE JEZIKA STROKE ŠTUDENTOM VIŠJE STROKOVNE ŠOLE NA OSNOVI BESEDILA VEGETACIJSKO-EKOLOŠKA IN PEDOLOŠKA PRIMERJAVA INTEGRIRANO IN BIOLOŠKO OBDELOVANIH NASADOV JABLAN V VISCHGAU.....	105
ZELENA STREHA V URBANI MIKROKLIMI.....	116

## PREDGOVOR

Pred nami je zbornik 7. posveta Hortikultura – možnosti, priložnosti, primeri dobrih praks z aktualno, zanimivo in pomembno temo TLA. Ta tema obeležuje tudi mednarodno leto, ki je tokrat posvečeno tlom.

Tla so del zemeljske površine z določenimi značilnostmi. Vsaka od teh značilnosti je pomembna za življenje in delo na našem planetu - Zemlja. Tla se razlikujejo po kemičnih in fizikalnih lastnostih, razlikujejo se glede na strukturo in teksturo, globino, sestavo kamenin, in s tem na barvo, ter glede na geografsko lego. Erozije, suše, zasoljevanje, različne pozidave lahko vse te značilnosti spremenijo in posledično zmanjšajo vrednost tal in jih tudi uničujejo. Hkrati zmanjšujejo možnosti za življenje na kopnem. Tla so bistveni del okolja in vpliv različnih negativnih dejavnikov povzroča njihovo degradacijo in tako tudi degradacijo okolja. Tla so naravni vir, zato je potrebno z njimi gospodarno ravnati, ne le danes, ampak tudi jutri, pojutrišnjem...

Izbor predavateljev in tem na današnjem posvetu je namenjen prepoznavanju značilnosti različnih tal, ohranjanju tal kot naravnemu viru - kljub različnim vplivom - in ohranjanju ekosistema na sploh. Posamezne predstavitve na današnjem posvetu posegajo na področje biologije gozdnih tal, mikorize kot osnovnega povezovalnega elementa v tleh, različnih vplivov na spremembe in dogajanje v tleh, vključevanje gliv v procese delovanja v tleh, pomen nekaterih rastlinskih vrst na delovanje v tleh, možnost dodajanja različnih elementov v tla in s tem vplivanja na izboljšanje tal ter na druga pomembna področja, ki si jih boste lahko prebrali v zborniku.

Naši programi na višji strokovni šoli so povezani s tlemi. V programu Hortikultura naši študenti spoznavajo tla v smislu pridelave različnih rastlinskih vrst, uporabnih za urbani bivalni prostor ali kot pridelavo za hrano ljudi; v programu Snovanje vizualnih komunikacij in trženja pa so tla kot naravni material, uporaben za izdelavo različnih dekorativnih izdelkov. V ta namen je pripravljena tudi razstava izdelkov, pridobljenih iz različnih sestavin v tleh, predvsem iz gline.

Kaj od vsega je raziskano in kaj še moramo raziskati, je glavni cilj današnjega posveta. Vabljeni predavatelji, strokovnjaki z izkušnjami in znanjem, nam bodo odgovorili na mnoga pomembna vprašanja, hkrati pa si bomo v razpravi zastavili nova vprašanja in določili teme naslednjim posvetom.

V letošnjem letu obeležujemo 10-letnico vpisa prve generacije študentov v takratnem programu Vrtnarstvo. Več dogodkov se je že zvrstilo med letom in tudi 7. posvet je eden izmed njih, zato je za nas še pomembnejši in tako tudi dodatno obogaten.

Vsem želim prijeten dan.

Nada Reberšek Natek, ravnateljica VŠŠ

## BIOLOGIJA GOZDNIH TAL IN MICELIJSKE MREŽE V TLEH

Prod. dr. Hojka Kraigher  
Gozdarski inštitut Slovenije  
Hojka.kraigher@gozdis.si

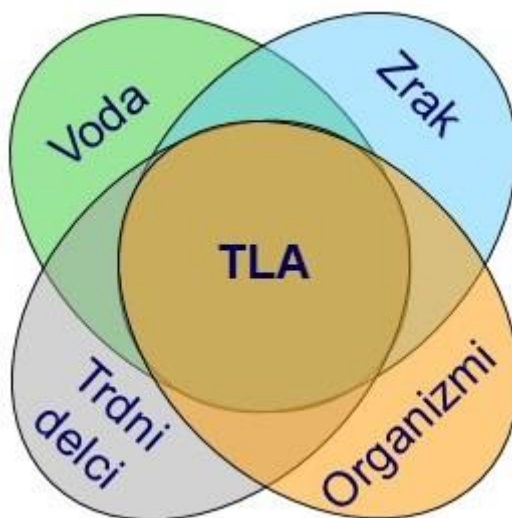
### Izvleček

Biokomponenta gozdnih tal je del 'skrite biodiverzitete', ki jo pogosto prezremo, saj je prostemu očesu nevidna. Vendar odločilno prispeva k uspevanju gozdnih ekosistemov in rodovitnosti tal; bistvena je za procese, ki uravnavajo dinamiko ogljika v naravnih ekosistemih; micelijske mreže pa omogočajo uspevanje gozdnega ekosistema kot celote. Mikoriza je ena najbolj razširjenih oblik simbiotskih odnosov med organizmi; večinoma gre za mutualistično simbiozo, v kateri imata oba partnerja koristi. Vplive mikoriznih gliv na rastlino lahko opredelimo na morfološkem, fiziološkem in ekološkem nivoju; v ekologiji je predvsem zanimiv slednji – vloga mikoriznih gliv v povezovanju izvorov in porabnikov asimilatov, ter posredovanju vode in hranil. Micelij mikoriznih gliv predstavlja osnovno povezovalno mrežo v gozdnih tleh, ki povezuje naravni gozdni ekosistem v celoto.

**Ključne besede:** gozdna tla, interakcije v mikorizosferi, mikoriza, dinamika ogljika, gozdni ekosistemi.

### 1. Tla so življenjsko okolje mnogoštevilnih vrst živih organizmov

Gozdna tla so sestavni del gozdnih ekosistemov, za katera so značilni ohranjeni talni horizonti. Tla omogočajo rastlinam sidranje v tleh, rast, privzem vode in hranil, in so življenjsko okolje cele plejade organizmov, ki spadajo v kraljestva rastlin, živali, gliv in mikroorganizmov (Slika 1).



Slika 1: Tla sestavljajo trdni mineralni in organski delci, vodna raztopina, zrak, ki je drugačne sestave kot nad tlemi, ter živa bitja

Konvencija o biotski raznovrstnosti (s tujko biodiverziteti) vključuje raznolikost znotraj vrste, med vrstami in raznovrstnost ekosistemov. Ker se med živimi bitji spletajo funkcionalne vezi in prehranjevalne mreže, lahko pojem biodiverzitet razširimo tudi na ekosistemske procese, ki opredeljujejo ravnotežje v biocenozi. Delovanje skupnosti vseh vrst oziroma njihovih populacij ustvarja ekološko ravnovesje ekosistemov. V raznovrstnosti medpopulacijskih razmerij so varovalke, ki ohranjajo trdnost temeljnega ekosistemskega procesa, kroženje snovi in pretok energije.

Biokomponenta gozdnih tal vključuje dele rastlin, živali, glive, mikroorganizme, katerih velikost nakazuje tudi njihovo življenjsko okolje v tleh. Po velikosti živali v gozdnih tleh delimo na mega-, makro, mezo- in mikro-favno, velikost prostora v tleh, ki ga naseljujejo različni organizmi, pa je od več cm do manj kot mikrometrski velikosti (Preglednica 1).

Preglednica 1: Velikost (v mikrometrih,  $\mu\text{m}$ ) organizmov v tleh v primerjavi s trdnimi delci

<b>Trdni delci</b>		<b>Velikost (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
kamni		2000
grobi pesek		200-2000
drobni pesek		50-200
melj		2-50
glina		0,2-2
<b>Z vodo napolnjene pore v tleh</b>		<b>Velikost (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
-10 kPa		<30
-100 kPa		<3
-1000 kPa		0,3
<b>Vodni film okoli delcev tal</b>		<b>Velikost (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
-100 kPa		<0,003
-1000 kPa		debeline nekaj molekul
<b>Skupina organizmov</b>	<b>Organizem, del organizma</b>	<b>Velikost (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
Rastline	debele korenine	1000<
	drobne korenine	100-1000
	koreninski laski	2-200
Živali	megafavna (sesalci, dvoživke)	5000<
	makrofavna (stonoge, pajki)	2-5000
	mezofavna (pršice, skakači)	200-2000
	mikrofavna (praživali, gliste)	0,2-200
Glive	trošnjaki	1000<
	rizomorfi	10-1000
	hife, trosi	0,2-20
Mikroorganizmi	bakterije	0,5-1,5
	virusi	0,005-0,2

V 1g gozdnih tal je lahko preko 40.000 vrst bakterij, 7.000 vrst gliv, 100 vrst nevretenčarjev. Vsaka od teh vrst ima določeno vlogo v procesih v tleh, npr. v kroženju ogljika, dušika, fosforja, pa tudi vode in stabilnosti talnih agregatov, torej obstojnosti tal pred erozijskimi procesi.

## 2. Kompleksni odnosi med organizmi v tleh

Medvrstni odnosi vključujejo različne vrste sodelovanja, tekmovanja in sobivanja, katere prikazuje preglednica 2.

**Medvrstne odnose lahko strnemo na nekaj glavnih skupin, predvsem v pogledu »koristi« in negativnih posledic, ki jih imajo za sobivanje druge vrste:**

*Simbioza ali sožitje* je vsaka tesna zveza med organizmi različnih vrst;

*Parazitizem* je sožitje, v katerem parazitski organizem živi v ali na gostiteljskem organizmu in od njega pridobiva vire za lastno preživetje; gostiteljski organizem lahko preživi precej časa oziroma ni nujno, da zaradi parazita pogine;

*Mutualizem* je sožitje, v katerem imata korist oba organizma; mutualizem je lahko *obligaten* (*obvezen*), pri tem obe vrsti samai, druga brez druge, nista sposobni preživeti v okolju; ali *fakultativen* (*neobvezen*), pri kateri vrsti lahko preživita tudi samostojno;

*Komenzalizem* ni niti škodljiv niti koristen za katerega koli od obeh organizmov v sožitju.

*Kompeticija ali tekmovalništvo*: osebkovi ene vrste so utrpijo izgube pri razmnoževanju, preživetju in rasti, ker tekmujejo za iste vire energije in hranil z osebkovi druge vrste;

*Predatorstvo ali plenilstvo*: organizem se prehranjuje z drugim organizmom ali njegovim delom, s svojim plenom; plenilec pridobi, plen pa izgubi pri sposobnosti za razmnoževanje, preživetje in rast.

Preglednica 2: Medvrstni odnosi

Vrsta razmerja	Pomen za		splošni opis
	vrsto A	vrsto B	
Mutualizem	+	+	koristno za obe vrsti, obvezno
Komenzalizem	+	0	A je komenzal in ima korist, B nima niti koristi niti škode
Predatorstvo (plenilstvo)	+	-	A je plenilec (predator) in ima korist, B je plen in ima škodo
Parazitizem (zajedavstvo)	+	-	A je parazit in ima korist, B je gostitelj in ima škodo
Amenzalizem	-	0	A je oškodovana, B nima koristi
Kompeticija	-	-	vrsti A in B si škoduieta

### 3. Mikoriza

Mikoriza je glivna korenina, ki deluje kot organ za sprejem vode in hranil. Prvi jo je opisal Frank leta 1885 (*gr. mukes* - gliva, *rhiza* - korenina), ki je razlikoval dve obliki mikorize, ektotrofno mikorizo (ektomikoriza) in endotrofno mikorizo (endomikoriza).

V simbiozi prihaja do dvosmernega pretoka: asimilatov iz rastline v glivo ter vode in hranil iz glive v gostiteljsko rastlino. Gostiteljski rastlini se spremeni dolgoživost korenin, odpornost korenin na vdor patogenih organizmov, nekatere vrste gliv so sposobne kopičenja in imobilizacije ali selektivne absorpcije ionov toksičnih težkih kovin. Vse te značilnosti omogočajo višji rastlini rast in razvoj v različnih (stresnih) pogojih v okolju.

Delovanje mikorize lahko opredelimo na morfološkem (velikost in doseganje kompartmentov v tleh, rast korenin), fiziološkem (dostopno, sprejem, prenos in shranjevanje hranil ali ionov toksičnih elementov v tleh, hitrost rasti in poraba energije za prehod preko 'cone pomanjkanja hranil' in dostopnost oddaljenih ali majhnih predelov v tleh, odpornost na patogene ali preprečevanje njihovega vstopa v korenino, spremenjena življenjska doba korenin) in ekološkem nivoju (povezovanje različnih vrst med seboj v substratu preko micelijskih mrež, posredovanje hranil med organizmi, retranslokacija vode v tleh ipd.).



Taksonomsko pripadnost partnerjev v različnih oblikah mikorize prikazuje preglednica 3, njihovo aktivnost v tleh in encimske sisteme pa preglednica 4.

Preglednica 3: Oblike, značilnosti in skupine partnerjev v simbiozi

oblika mikorize	značilnosti	glivne skupine	rastlinske skupine
ektomikoriza	plašč, Hartigova mreža, izhajajoče hife in rizomorfi	<i>Glomeromycota</i> , <i>Basidiomycota</i> , <i>Ascomycota</i> , ( <i>Deuteromycota</i> )	<i>Pinaceae</i> , <i>Fagaceae</i> , <i>Betulaceae</i> , <i>Salicaceae</i> (v severnih zmernih in borealnih klimatih), <i>Dipterocarpaceae</i> (tropi), <i>Myrtaceae</i> , <i>Fagaceae</i> (južna polobla)
endomikoriza, najbolj pogosta arbuskularna mikoriza	arbuskuli-grmički in vezikli znotraj celic primarne skorje	<i>Glomeromycota</i> ( <i>Endogone</i> , <i>Gigaspora</i> , <i>Acaulospora</i> , <i>Glomus</i> )	ca 90% vseh rastlinskih vrst (semenke, praprotnice, posamezni mahovi)
ektendomikoriza	plašč, Hartigova mreža, intracelularna razrast hif	<i>Ascomycota</i> , <i>Basidiomycota</i>	nekateri sicer ektomikorizni rodovi semenk
erikoidna mikoriza	inter- in intracelularna razrast hif	<i>Ascomycota</i>	<i>Ericaceae</i>
arbutoidna mikoriza	plašč, Hartigova mreža in intracelularna razrast hif	<i>Basidiomycota</i>	<i>Ericaceae</i> ( <i>Arbutus</i> , <i>Arctostaphylos</i> )
monotropoidna mikoriza	plašč, Hartigova mreža in intracelularna razrast hif	<i>Basidiomycota</i>	<i>Monotropaceae</i>
orhidejska mikoriza	intracelularne spirale hif, prehod med simbiotsko in parazitsko obliko sožitja	<i>Basidiomycota</i> ( <i>Rhizoctonia</i> , <i>Armillaria</i> ...)	<i>Orchidaceae</i>

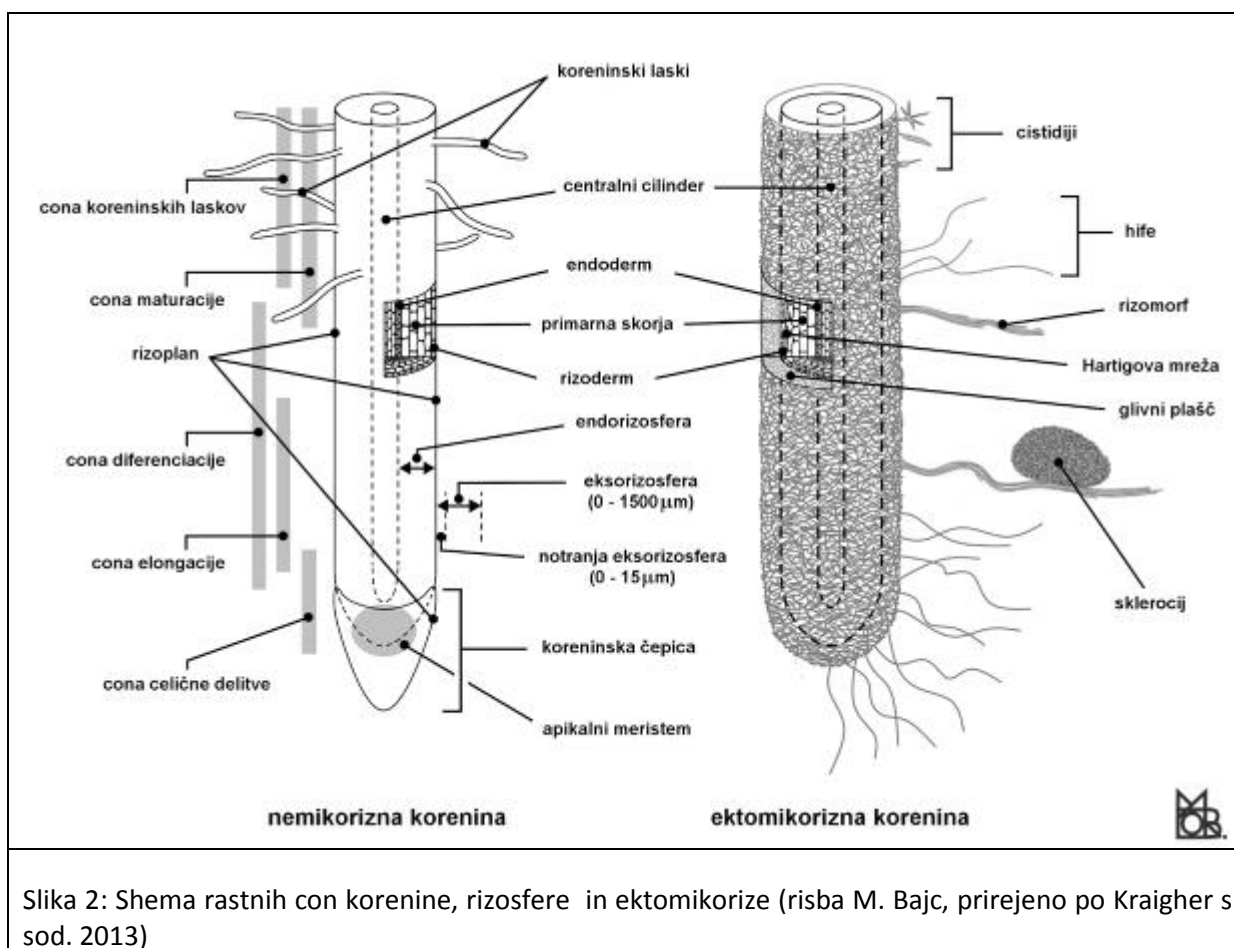
Preglednica 4: Interakcije med obliko, delovanjem razširjenostjo oblik mikorize v svetu

Oblika mikorize / Interakcija	Erikoidna mikoriza	Ektomikoriza	Arbuskularna mikoriza
Dostopnost hranil	Revna z mineralnim N in P	N in P dostopna sezonsko	Visok N, nedostopen P
pH	pod 3 - 4	pod 4 - 7	5 - 9
C : N razmerje	120 - 100	110 - 20	30 - 10
opad	visoke vsebnosti lignina, polifenolov, organskih kislin, organsko vezana N in P	različno stabilni kompleksi polifenolov in proteinov, organsko vezana N in P	nestabilni kompleksi polifenolov in proteinov, malo organskih kislin in polifenolov
čas dekompozicije	5 let	2 - 5 let	1 - 2 leti
oblike rastlin in podrast	grmovne vresnice	gozdno drevje z erikoidnimi ali arbuskularnimi rastlinami v podrasti	zelnate rastline in tropsko drevje
humus	surovi humus	3 oblike humusa	sprstenina
micelij gliv	micelij slabo razrasel, tik pod površjem opada, ob viru hranil	široko razrasel micelij v opadu za sprejem hranil in plašč za shranjevanje	micelij razrasel v različnih globinah tal
encimi gliv	proteaze, lignaze, fenol-oksidge	polifenol-oksidge, proteaze, celulaze, fosfataze	alkalne fosfataze
prevladujoči klimatski pas	tundra	borealni in zmerni pas	tropske savane in pragozd

Gozdna tla so zelo heterogen življenjski prostor, in odnosi med organizmi v tleh niso enoznačni. Med njimi obstaja cela vrsta povezav, med drugim multiple simbioze. Te vključujejo simbioze korenin višjih rastlin, gliv in bakterij, katere delimo na:

- bakterije fiksatorke dušika: simbioza *Alnus/Frankia*, simbioza *Rhizobium/Robinia*, simbioza *Rhizobium-Bradirhizobium/Genistae*
- in kompleksom spremljevalnih bakterij, ki pomagajo pri vzpostavljanju simbioz in rasti višjih rastlin: 'bakterije pomočnice mikoriznim glivam' - 'mycorrhization helper bacteria' in 'plant growth promoting bacteria' - 'bakterije pospeševalke rasti'

Glede na vplivno območje korenin, mikorize in micelija gliv, delimo ohranjena tla na tla brez korenin in hif, in rizosfero, to je vplivno območje korenin. Ker je večina korenin naših sestojnih drevesnih vrst, kot so smreka, jelka, bori, bukev, hrasti, mikoriznih, rizosfero dalje delimo na mikorizosfero, to je vplivno območje korenin in hif gliv, in hifosfero, to je vplivno območje hif in rizomorfov gliv (Slika 2).



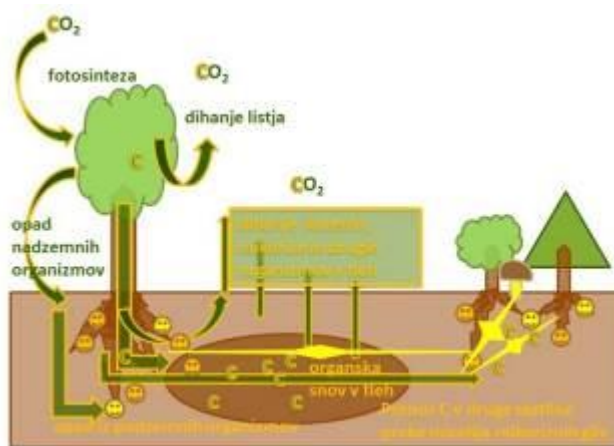
Slika 2: Shema rastnih con korenine, rizosfere in ektomikorize (risba M. Bajc, prirejeno po Kraigher s sod. 2013)

#### 4. Dinamika ogljika v gozdnih ekosistemih

Ob obravnavanju klimatskih sprememb je zlasti pomembna vloga gozda v dinamiki ogljika. Gozdovi akumulirajo letno okoli tri četrtine vsega ogljika, ki vstopa v kopenske ekosisteme. Ogljik vstopa v gozdni ekosistem v procesu fotosinteze zelenih rastlin, ki ga del uporabijo za svojo rast in metabolizem; večji del, v povprečju okoli 60% asimilacije, pa ga preide v gozdna tla (Slika 3). Ogljik prehaja v tla direktno z opadom, katerega razgrajujejo organizmi – razkrojevalci in razgrajevalci, del ogljika v obliki asimilatov prehaja skozi rastlino v simbiotske organizme na koreninah, ali pa jih rastlina izloča skozi korenine. Del asimilatov, ki prehajajo v mikorizne glive, le-te porabijo za lastno

rast, del pa ga po miceliju – hifnem prepletu v tleh, posredujejo drugim rastlinam – pravimo, da so rastline v gozdnem ekosistemu 'priključene' na skupno micelijsko mrežo – 'wood wide web'. Na ta način lahko mlajše gozdne drevesa preživi v senci dominantnih dreves na račun fotosinteze njihovih staršev ali drugih vrst drevja.

Vlogo mikroorganizmov v kroženju ogljika v gozdnem ekosistemu zelo shematično prikazuje slika 3.



Slika 3: Kroženje ogljika v gozdnem ekosistemu (prirejeno po Kraigher s sod., v Medved s sod, 2011)

## 5. Zaključek

Biokomponenta gozdnih tal je del 'skrite biodiverzitete', ki jo pogosto prezremo, saj je prostemu očesu nevidna. Vendar odločilno prispeva k uspevanju gozdnih ekosistemov in rodovitnosti tal; bistvena je za procese, ki uravnavajo dinamiko ogljika v naravnih ekosistemih; micelijske mreže pa omogočajo uspevanje gozdnega ekosistema kot celote. Ob plejadi organizmov, njihovih medsebojnih odnosov in delovanja posameznih vrst in združb, predstavlja biologija gozdnih tal in mikorize, kot glavne povezovalne komponente gozdnih tal, veliko, skrito in mamljivo področje za raziskovalce, ter ponuja možnosti za inovativne pristope pri razmnoževanju in vzgoji sadik v gozdarstvu in hortikulturi.

## 6. Viri

KRAIGHER, Hojka. Mikoriza nekaterih drevesnih in grmovnih vrst v Sloveniji = Mycorrhiza of some tree and shrub species in Slovenia. V: KOTAR, Marijan (ur.). *Prezrte drevesne vrste : zbornik seminarja*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in gozdne vire, 1995, str. 127-138. [COBISS.SI-ID 7334]

KRAIGHER, Hojka. Tipi ektomikorize - taksonomija, pomen in aplikacije = Types of ectomycorrhizae - their taxonomy, role and application. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, ISSN 0351-3114. [Tiskana izd.], 1996, št. 49, str. 33-66, ilustr. <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/709>. [COBISS.SI-ID 201382]

KRAIGHER, Hojka. Biologija gozdnih tal. V: JAKŠA, Jošt (ur.), URBANČIČ, Mihej (ur.). *Gozdna tla - temeljna sestavina gozdnega ekosistema : posvetovanje : 25.- 26. september 1997, Poljče, Pokljuka, Ljubno*. [Ljubljana]: Zavod za gozdove Slovenije, 1997, f. [35]. [COBISS.SI-ID 342438]

KRAIGHER, Hojka. *Botanika s fiziologijo rastlin : kurz iz fiziologije gozdnega drevja : gradivo za študij : (1. letnik visokošolskega študija gozdarstva)*. Ljubljana: [s.n], 1997. [120] f., ilustr. [COBISS.SI-ID 339366]

KRAIGHER, Hojka. Diversity of types of ectomycorrhizae on Norway spruce in Slovenia. *Phyton*, ISSN 0079-2047, 1999, vol. 39, fasc. 3, str. 199-202. [COBISS.SI-ID 585382]

KRAIGHER, Hojka. Pomen micelija mikoriznih gliv v gozdnih tleh = the role of the mycorrhizal mycelium in forest soils. V: KRAIGHER, Hojka (ur.), SMOLEJ, Igor (ur.). *Rizosfera : raziskave gozdnih tal in rizosfere ter njihov vpliv na nekatere fiziološke parametre gozdnega drevja v izbranih gozdnih ekosistemih, sestojnih tipih in razvojnih fazah gozda*, (Strokovna in znanstvena dela, ISSN 0353-6025, 118). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2000, str. 110-118. [COBISS.SI-ID 756902]

KRAIGHER, Hojka. Rizosfera bistveno prispeva k stabilnosti gozda. *Delo*, ISSN 0350-7521, 2001, letn. 43, št. 36, str. 22. [COBISS.SI-ID 800678]

KRAIGHER, Hojka. *Gozdna mikoriza : učni načrt predmeta*. [Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005]. 2 f. [COBISS.SI-ID 1595814]

KRAIGHER, Hojka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, GREBENC, Tine, SIMONČIČ, Primož. Types of ectomycorrhiza as pollution stress indicators : case studies in Slovenia. *Environmental monitoring and assessment*, ISSN 0167-6369, 2007, vol. 128, no. 1, str. 31-45, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-006-9413-4>. [COBISS.SI-ID 1729190]

MEDVED, Mirko (avtor, področni urednik), BAJC, Marko, BOŽIČ, Gregor, ČAS, Miran, ČATER, Matjaž, FERREIRA, Andreja, GREBENC, Tine, KOBAL, Milan, KRAIGHER, Hojka, KUTNAR, Lado, MALI, Boštjan, PLANINŠEK, Špela, SIMONČIČ, Primož, URBANČIČ, Mihej, VILHAR, Urša, WESTERGRENN, Marjana, KRAJNC, Nike, KUŠAR, Gal, LEVANIČ, Tom, POLJANŠEK, Simon, JURC, Dušan, JURC, Maja, OGRIS, Nikica, KLUN, Jaka, PREMRL, Tine, ROBEC, Robert, ŽELEZNIK, Peter, GRIČAR, Jožica, PIŠKUR, Mitja. *Gospodarjenje z gozdom za lastnike gozdov*. Ljubljana: Kmečki glas, 2011. 311 str., ilustr. ISBN 978-961-203-396-5. [COBISS.SI-ID 255198464]

KRAIGHER, Hojka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar. Mycobioindication of stress in forest ecosystems. V: RAI, Mahendra (ur.), VARMA, Ajit (ur.). *Diversity and biotechnology of ectomycorrhizae*, (Soil biology, ISSN 1613-3382, vol. 25). Heidelberg; New York: Springer, cop. 2011, str. 301-322, ilustr. [COBISS.SI-ID 3075494]

KRAIGHER, Hojka, BAJC, Marko, GREBENC, Tine. Mycorrhizosphere complexity. V: MATYSSEK, Rainer (ur.). *Climate change, air pollution and global challenges : understanding and perspectives from forest research*, (Developments in environmental science, ISSN 1474-8177, 13). Amsterdam [etc.]: Elsevier, cop. 2013, str. 151-177, ilustr., doi: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-098349-3.00008-6>. [COBISS.SI-ID 3751846]



# MIKORIZA KOT OSNOVNI POVEZOVALNI ELEMENT V TLEH (MIKORIZA – VPLIV NA RAST IN RAZVOJ SADIK V DREVESNICI IN PO PRESADITVI)

Vladimir Planinšek  
Drevesnica Omorika d.o.o.  
drevesnica@omorika.si

## Izveček

Prispevek opisuje tipe mikoriz in njihovo delovanje na rastline v simbiotskem odnosu z višjimi rastlinami. Opisuje tudi inokulacijske poskuse z ektomikoriznimi glivami v drevesnici Omorika in vplive na rast sadik na rastišču v Žerjavu, kjer vladajo ekstremno s težkimi kovinami onesnaženi pogoji. Podani so različni parametri v inikuliranih sadikah v drevesnici in nekaj let po presaditvi. Opisana je stimulativnost rasti sadik in opazni učinki simbioze na mineralno prehrano in oskrbovanost z vodo sadik smreke. V poskusu so bile uporabljene naslednje glive: *Laccaria laccata*, *Lactarius piperitus* in *Pisolithus tinctorius*.

**Ključne besede:** mikoriza, inokulacija, rast, smreka, simbioza.

## 1. Uvod

Mikoriza je sožitje med glivami in višjimi rastlinami. Termin mikoriza izhaja iz grščine. Miko je gliva, rhiza je korenina in pomeni povezovanje specializirane glive s koreninami določenih vrst višjih rastlin. Takšna vrsta sožitja je skoraj nepogrešljiva za pravilno delovanje gozdnih ekosistemov. Različne vrste rastlin potrebujejo različne vrste mikoriznih gliv.

Več kot 90 % rastlinskih vrst ima naravno vzpostavljen simbiotski odnos med rastlino in glivo zaradi česar je takšno sožitje nepogrešljivo pri zaščiti ekosistemov. Tako je mikoriza izrednega pomena ne le v gozdarstvu ampak tudi v sadjarstvu, vinogradništvu, vrtninarstvu in okrasnih nasadih.

Mikoriza deluje na rastline tako da:

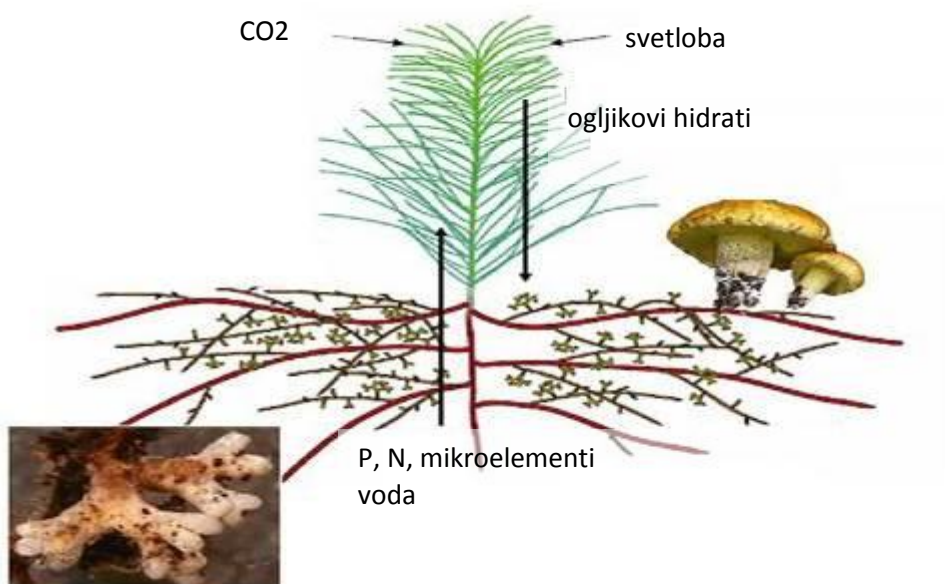
- povečuje absorpcijsko površino koreninskega sistema (slika 1),
- tvori podzemno komunikacijsko mrežo med rastlinami,
- omogoča boljši izkoristek mineralnih snovi ,
- ščiti rastline pred sušo in posledično pospešuje njihovo rast,
- povečuje fotosintetsko aktivnost
- povečuje odpornost na bolezni in zmanjšuje porabo FFS,
- povečuje toleranco na toksične in težke kovine,
- zmanjšuje porabo mineralnih in organskih gnojil,
- povečuje absorpcijo makro in mikro elementov iz tal,
- zavira staranje,
- vpliva na stabilizacijo strukturnih agregatov v tleh, ...



Slika 1: Povečana absorpcijska površina koreninskega sistema

Vir: [www.good4plants.com](http://www.good4plants.com)

Določene vrste gliv, ko zaznajo rastlinske hormone, razvijejo micelij in pričnejo pospeševati razkroj organskih snovi v spojine, ki so spremenljive za višje rastline (slika 2). Dovajajo tudi vitamine in minerale. Glive v sušnem obdobju dovajajo rastlini preko koreninskega sistema vodo. Iz rastline pa črpajo organske spojine, predvsem sladkorje in jih uporabljajo za svojo rast. Istočasno pa pospešujejo obrambno reakcijo rastlin.



Slika 2: Simbiotski odnos gliv in višje rastline

Vir: Vodnik 2015

Zaradi zgoraj naštetih učinkov mikorize v svetu raziskujejo raznovrstnost mikoriznih gliv in njihovo fiziologijo. Z njimi poskušajo okužiti že rastline primerne za posaditev na terenu tako v drevesničarstvu kot vrtnarstvu. Raziskave temeljijo na vzgoji odpornih mikoriznih rastlin za določena ekološko obremenjena okolja, ki jih z inokulumom gliv dodajajo v območje koreninskega sistema rastlin. Pri vzgoji takšnih rastlin ne smemo uporabljati fungicide, kar pa zaradi pretirane rabe le - teh v večini drevesnic in vrtnarij predstavlja problem. Večkrat se pojavljajo problemi s prehranjenostjo sadik z minerali. Mikorize s svojo sposobnostjo dovajanja mineralov v rastlino pomagata premagovati stresne situacije.

V Sloveniji so se prvi inokulacijski poskusi pričeli 1988 po predhodnih bazičnih raziskavah na Katedri za rastlinsko fiziologijo, Oddelka za biologijo Univerze v Ljubljani. Z vegetativnim inokulumom treh gliv: rdečkaste bledivke – *Laccaria laccata*, popraste mlečnice – *Lactarius piperitus* in peščenke – *Suillus variegatus* so bile ob sajenju inokulirane sejanke smreke – *Picea abies* (D. Vodnik, N. Gogala 1997), ki sta jo izvedle Karin Gabrovšek pod mentorstvom prof.dr. Nade Gogala. V letu 1991 je bila na isti način izvedena inokulacija smrekovih sejank tudi s tremi glivami, le da je peščenka bila zamenjana s češko gomoljiko – *Pisolithus tinctorius*, ki sta jo izvedla Dominik Vodnik in prof.dr. Nada Gogala. Vse inokulacije so bile izvedene v drevesnici Omorika, sadike smrek pa prenesene na s težkimi kovinami obremenjena področja v Žerjavu. Glede na različnost rasti smo ovrednotili primernost različnih vrst mikoriznih gliv za nadaljnjo uporabo.

## 2. Mikorizna simbioza

Rastline oz. skupine rastlin imajo svojega glivnega partnerja. Ker je učinkovitost simbioze med rastlino in glivo odvisna od vrste obeh, je nujna determinacija najboljše mikorizne glive za določene vrste rastlin. Simbioza se začne, ko gliva zazna rastlinske hormone in se nanje odzove z rastjo micelija, prav tako pa prične s proizvodnjo signalnih molekul na katere se odzove rastlina. Tako se v simbiozi izvaja dvosmerni pretok v uvodu navedenih procesov.

### 2.1 Tipi mikorize

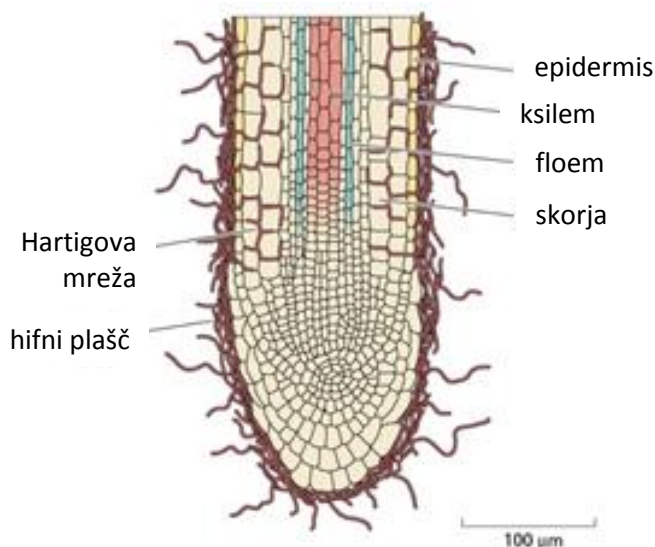
Najbolj razširjeni tipi mikorize so:

- ektomikoriza,
- arbuskularna mikoriza,
- ektendomikoriza,
- erikoidna mikoriza,
- orhidejska mikoriza.

#### 2.1.1 Ektomkoriza

Ektomikoriza je prisotna predvsem pri lesnatih rastlinah in je značilna predvsem za drevesne vrste zmerne borealne pasu. Vzpostavi se predvsem na koncu koreninskih laskov in tvori plašč okoli korenine iz katerega izraščajo hife v tla kjer tvori obsežen micelij. Hife se razraščajo tudi med celicami skorje primarnih korenin in tvorijo tako imenovano Hartigovo mrežo (slika 3). Poleg oddajanja mineralov in vode rastlini pa ta tip mikorize razgrajuje organske snovi iz odpadnih listov in iglic. Ektomikoriza se najbolj pogosto pojavlja pri drevesnih vrstah iz družin: *Pinaceae*, *Betulaceae*, *Fagaceae*, idr.

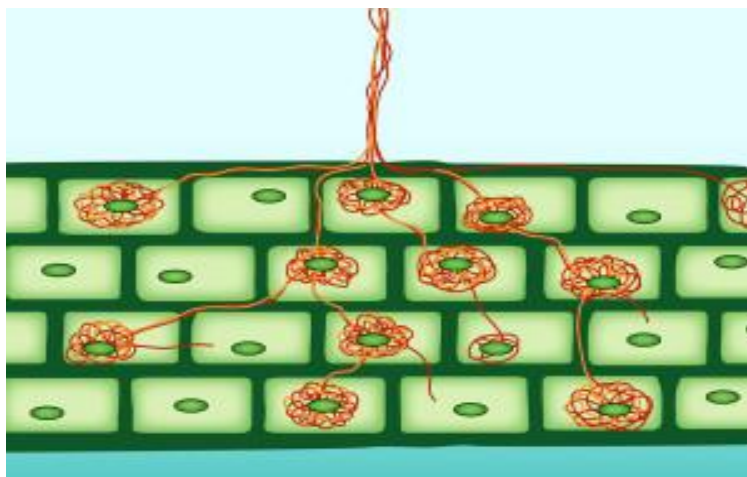
## mikorizni koreninski vršiček



Slika 3: Mikorizni rastni vršiček ektomikorize  
Vir: Vodnik 2015

### 2.1.2 Arbuskularna mikoriza

Pri arbuskularni mikorizi (po starem endomikoriza) hife gliv prodrejo v celico primarne skorje korenin kjer tvorijo nekakšne spirale imenovane arbuskule in strukture podobne balonom imenovane vezikle. (Slika 4) Tako poteka aktivna izmenjava substanc med glivo in rastlino. Arbuskularna mikoriza je najpogostejša vrsta mikorize in predstavlja eno najpomembnejših zalog ogljika v zemlji. Glive, ki tvorijo arbuskularno mikorizo v okolico, sproščajo protein glomalin, ki veže delce substrata in tako stabilizira prst in zmanjšuje erozijo tal. (Rosier in sodelavci 2006).



Slika 4: Arbuskularna mikoriza s prikazanimi arbuskulami in veziklami  
Vir: [www.good4plants.com/mycorrhiza](http://www.good4plants.com/mycorrhiza)

### 2.1.3 Ektendomikoriza

Tudi ektendomikoriza tvori glivni plašč in Hartigovo mrežo. Istočasno pa vstopajo hife gliv tudi v notranjost celic primarne skorje (Vilhar 2001).



### 2.1.4 Erikoidna mikoriza

Erikoidna mikoriza je ena izmed ekološko najpomembnejših tipov mikorize, predvsem zaradi tvorjenja simbioze z rastlinami, ki imajo plitev koreninski sistem. Značilna je predvsem za kislila tla.

Pri tej mikorizi ločimo arbutoidno in erikoidno mikorizo. Pri erikoidni ni razvit hifni plašč, hife se razraščajo med celicami in znotraj celic primarne skorje. Pri arbutoidni mikorizi je razvit hifni plašč, Hartigova mreža, hife pa se razraščajo tudi znotraj celic primarne skorje (Kraigher 1996). Najbolj je razvita pri rastlinah iz družine *Ericaceae*.

### 2.1.5 Oridejska mikoriza

Pri oridejski (orhidacejski) mikorizi tvorijo hife gliv spirale in druge skupke hif znotraj celic embrija in korenin rastlin iz družin kukavičnic – *Orchidaceae*. Glive sodijo v skupino *Basidiomycotina*, ki so sicer znane kot parazitske ali saprofitske glive na višjih rastlinah. Ta oblika predstavlja prehod med mutualistično in parazitsko obliko sožitja (Kraigher 1996).

## 3. Vzgoja mikoriznih sadik smreke – *Picea abies* v Drevesnici Omorika

Vzgoja mikoriznih sadik smreke – *Picea abies* se je pričela v leti 1988 in je potekala v dveh delih. V prvem delu je bil poskus izvršen s inokulumi treh gliv rdečkaste bledivke – *Laccaria laccata* (slika 5), popraste mlečnice – *Lactarius piperitus* (slika 6) in peščenke – *Suillus variegatus* (slika 7), ki ga je izvajala Karin Gabrovšek. Drugi poizkus se je pričel leta 1991 tudi z inokulumom treh gliv in sicer: rdečkaste bledivke – *Laccaria laccata*, popraste mlečnice – *Lactarius piperitus* in češke gomoljike – *Pisolithus tinctorius* (slika 8), ki ga je izvajal Dominik Vodnik. Vse v poskusu uporabljene glive spadajo v tip ektomikoriz. Oba izvajalca sta delala pod mentorstvom prof.dr Nade Gogala. Pri opisu se bom omejil na drugi poizkus, ki se je pričel leta 1991. Opis postopka sem povzel po članku objavljenem v Zborniku gozdarstva in lesarstva, 54, 1997, str 87 – 108 avtorjev Dominika Vodnika in Nade Gogala.



Slika 5: *Laccaria laccata*

Vir: [http://www.mykoweb.com/CAF/species/Laccaria\\_laccata.html](http://www.mykoweb.com/CAF/species/Laccaria_laccata.html)



Slika 6: *Lactarius piperatus*

Vir: [http://www.mushroomexpert.com/lactarius\\_piperatus.html](http://www.mushroomexpert.com/lactarius_piperatus.html)



Slika 7: *Suillus variegatus*

Vir: <http://www.pharmanatur.com/Mycologie/Suillus%20variegatus.htm>



Slika 8: *Pisolithus tinctorius*

Vir: [www.mykoweb.com/CAF/species/Pisolithus\\_tinctorius.html](http://www.mykoweb.com/CAF/species/Pisolithus_tinctorius.html)

### 3.1 Vzgoja mikoriznih sadik v drevesnici

Poskus se je pričel v začetku leta 1991 v laboratorijih na Katedri za rastlinsko fiziologijo, Oddelka za biologijo, Univerze v Ljubljani po predhodnih izbirah primernih gliv, ki so kompatibilne s simbiotskim partnerjem to je s smreko. Proučiti je bilo potrebno učinke inokulacije na rast in razvoj sejank smreke.

Za inokulacijo so se uporabili vegetativni inokulumi v začetku poglavja 3 imenovanih gliv. Cepiči so bili iz svežih kultur micelijev, vzgojeni na trdem M40 gojišču, precepljeni na steriliziran vermikulitno – šotni substrat, ki mu je bilo dodano tekoče M40 gojišče. Miceliji so preraščali v temi pri temperaturi 25° C, ki so po treh mesecih popolnoma prerasli substrat.

Tako pripravljene inokulome imenovanih treh gliv so se v maju leta 1991 v drevesnici Omorika vkopali v zgornji sloj pripravljenega osnovnega šotno – vermikulitnega substrata. Istočasno se je pripravila kontrola v enakem substratu le brez glivnega micelija. Na tako pripravljeno podlago smo posejali seme smreke. Pri vzgoji sadik nismo uporabljali nikakršnih FFS. Plevel, ki je vzniknil se je odstranjeval ročno. Sejanke so v drevesnici rastle dve rastni sezoni.

Pred presaditvijo se je koreninski sistem pregledal z namenom, da se ugotovi uspešnost inokulacije po posameznih glivah. Deleži mikoriznih vršičkov so bili skoraj enaki pri vseh treh inokuliranih sejankah (cca 70%). Tudi pri kontrolnih sadikah je bilo na koreninah opaziti majhen delež mikoriznih vršičkov. Pri teh sadikah je bila prisotna gliva pozemska roža - *Telephora terrestris* (Slika 9), ki je naravno prisotna v drevesnici Omorika.



Slika 9: *Telephora terrestris*

Vir: <http://www.first-nature.com/fungi/telephora-terrestris.php>

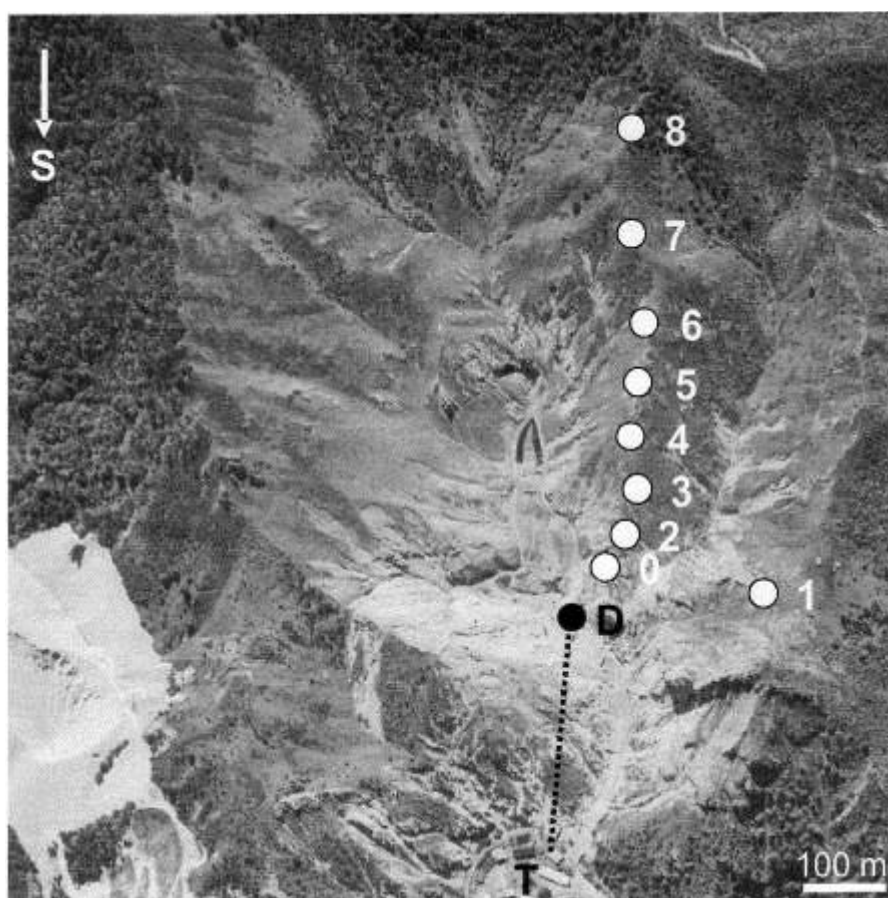
### 3.2 Presaditev sadik na stalno rastišče in meritve rastnih parametrov

V začetku leta 1993 smo dvoletne sejanke smreke presadili na s težkimi kovinami obremenjena rastišča v Žerjavu nad Dolino smrti (slika 10 in 11). Poleg velike prisotnosti težkih kovin vladajo na teh rastiščih še drugi stresni dejavniki: neugoden vodni režim, visoka intenziteta svetlobe in občasni ožigi s SO<sub>2</sub>. Na terenu so se mikorizne sadike označile za vsako glivo posebej. Kontrola na terenu se je vršila v letih 1995 in 1996 pri vsaki skupini sadik. Vsakokrat se je merilo višino presajenk in

debelino koreninskega vratu presajenk, analiziralo se je vsebnost fotosintetskih pigmentov v iglicah ter izmerila se je vsebnost posameznih mineralov (fosfor, kalij in kalcij) v iglicah in koreninah.



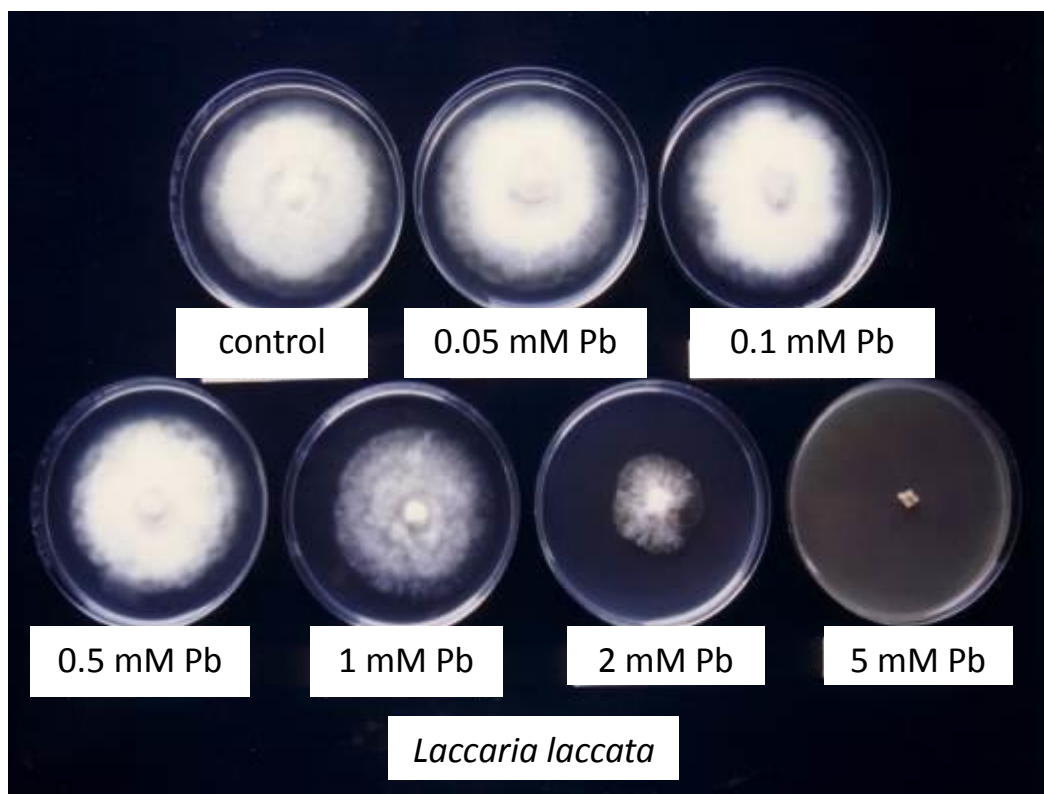
Slika 10: Mesto presaditve mikoriznih sadik  
Vir: Vogel 2003



Slika 11: Meritve obremenjenosti s težkimi kovinami  
Vir: Vidic 2003

## 4. Rezultati

Mikorizne sadike so predvsem zaradi odpornosti na stresne pogoje zelo primerne za zasaditve na ekstremnih rastiščih. Učinek inokulacije se izrazi šele po nekem obdobju. Rastni odgovor pa je različen glede na izbrano vrsto glive. Stimulativni učinek treh v poskusu izbranih gliv se najbolj pokaže v drevesnici v procesu vzgoje inukoliranih sadik. Razlike pa se kažejo pri presaditvi. Najbolj pomembna je sposobnost tvorbe izvenkoreninskega micelija. Najslabše karakteristike merjenih parametrov je pokazala gliva *Laccaria laccata*, predvsem zaradi slabše tolerance na težke kovine (slika 12). Funkcija mikorize v primeru obremenjenosti s težkimi kovinami je tudi funkcija povečanega privzema fosforja s katerim so povezane interakcije fosfata s kovinskimi ioni, kar lahko omeji fitotoksičnost težkih kovin. Večji privzem fosforja je najbolj očiten pri sadikah inokuliranih z glivo *Pisolithus tinctorius*.



Slika 12: Toleranca glive *Laccaria laccata* na težke kovine  
Vir: Vodnik in sod. 1998

Pozitivni učinki mikorize, ki so se tudi po presaditvi ohranili, nakazujejo, da je možno s primerno selekcijo kombinacije glive in gostiteljskega drevesa izboljšati uspevanje presajenk na ekstremna rastišča.

### 4.1 Meritev višine in debeline

V drevesnici pred presaditvijo sta bili v letu 1993 izmerjena višina in debelina koreninskega vratu vsaki skupini mikoriznih sadik in kontroli. V drevesnici je bila najboljša rast sadik inokuliranih z glivama *Laccaria laccata* in *Pisolithus tinctorius* (slika 13). Po presaditvi so se meritve vršile vsako leto do leta 1996. Meritve so pokazale slabše priraščanje sadik inokuliranih z *L. laccata*, ostali dve *L. piperitus* in *P. tinctorius* pa sta bili v prednosti, ki se je ohranjala skozi vsa leta meritev. Zelo podobno stanje priraščanja sta pokazala oba merjena parametra (Grafikon 1)

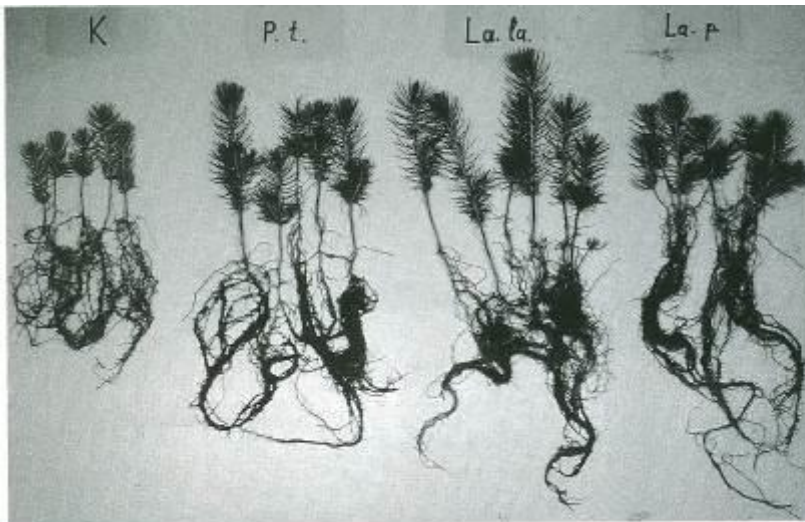
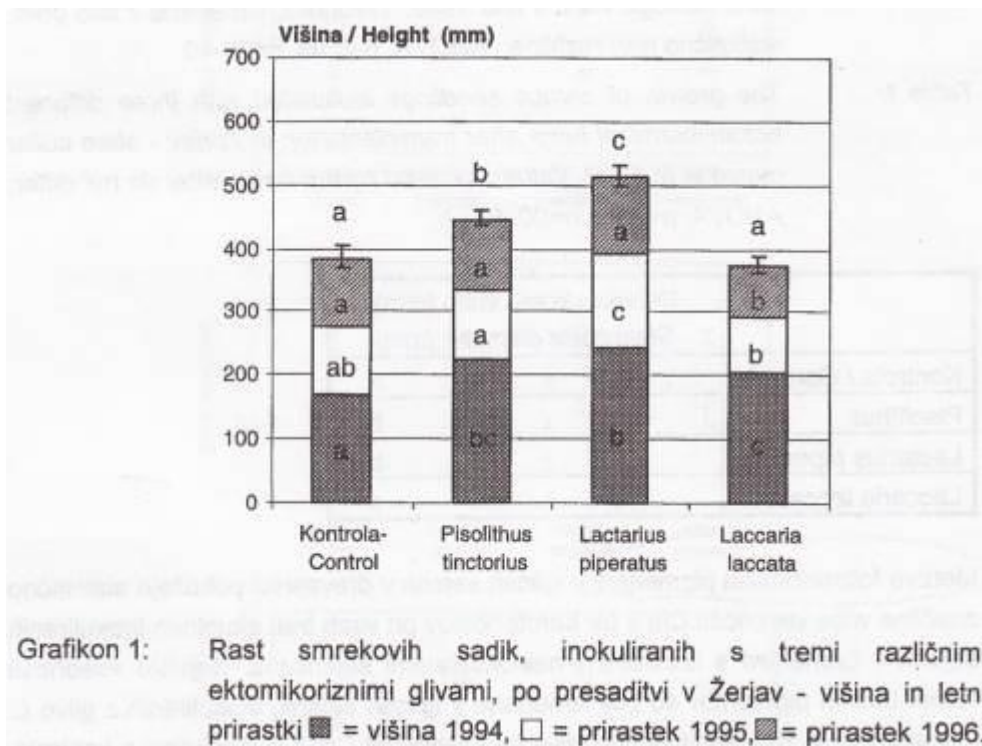


Fig. 1. One-year spruce seedlings after inoculation with the fungi *Laccaria laccata* (La. la.), *Pisolithus tinctorius* (P. t.) and *Lactarius piperatus* (L. p.). K, Control

Slika 13: Semenske sadik inokuliranih sadik smreke

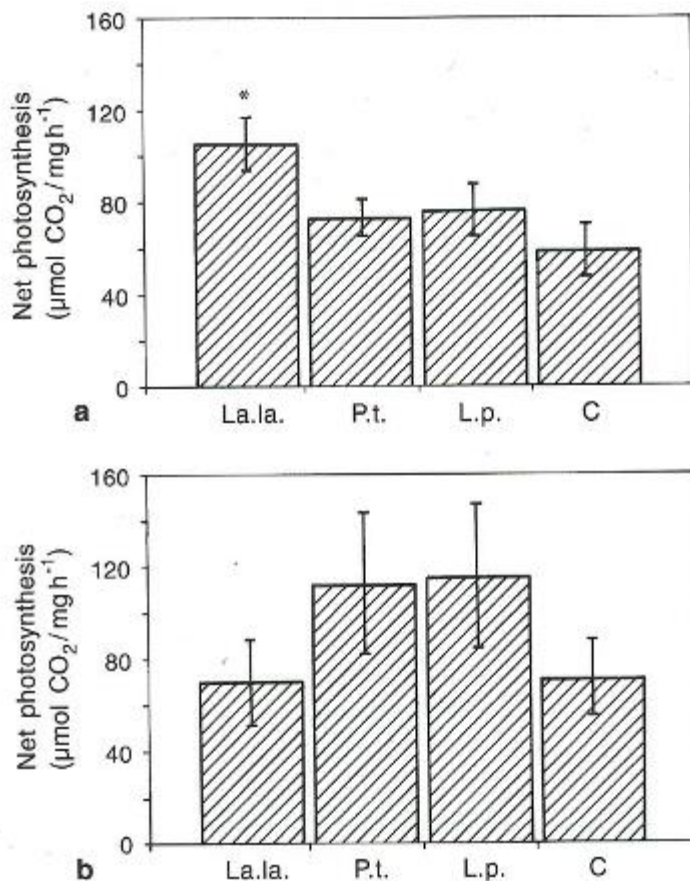
Vir: Vodnik, Gogala 1994



Vir: Vodnik, Gogala 1997

#### 4.2 Meritve fotosintetskih pigmentov

Meritve fotosintetskih pigmentov so se merile v drevesnici in kasneje vsako leto na mestu presaditve. V drevesnici so imele sadike inokulirane z *L.laccata* najvišjo vsebnost fotosintetskih pigmentov. Eno leto po presadu pa je bila vsebnost pri teh sadikah najmanjša in skoraj izenačena s kontrolnimi sadikami. Pri ostalih dveh *L.piperitus* in *P.tnctorius* je bila vsebnost fotosintetskih pigmentov znatno večja in skoraj da izenačena (Slika 14). Pri teh sadikah smo torej zaznali večjo fotosintetsko aktivnost. Odziv pa je odvisen časa sezone in kot je razvidno od vrste glive.



**Fig. 2a,b.** Photosynthesis of 1-year spruce seedlings (per mg chlorophyll a + b) inoculated with various fungi (abbreviations as in Fig. 1). C, controls; **a** May 1992; **b** September 1992. The bars indicate standard errors

Slika 14: Fotosintetska aktivnost posameznih inokuliranih sadik  
Vir: Vodnik, Gogala 1994

### 4.3 Vsebnost posameznih mineralov v iglicah in koreninah

Meritve so bile izvedene za tri minerale: fosfor (P), kalij (K) in kalcij (Ca).

#### Fosfor (P)

Pri meritvah v drevesnici je bila vsebnost P v iglicah najvišja pri kontrolnih sadikah, pri istih sadikah pa ga je bilo znatno manj v koreninah. Najvišja skupna vsebnost pa je bila pri sadikah inokuliranih z *P.tinctorius* in *L.piperitus*.

Leto dni po presaditvi so se vsebnosti P zmanjšale. Znatno so izstopale sadike inokulirane s *P.tinctorius* pri vsebnosti P v iglicah. V koreninah so bile vsebnosti skoraj izenačene, nekoliko manj je bilo P v koreninah sadik inokuliranih z *L.laccata*.

#### Kalij (K)

Pri meritvah v drevesnici je vsebnost K v iglicah in koreninah sadik zelo podobna. Eno leto po presaditvi so se vsebnosti K v iglicah in koreninah zvišale. Nekoliko manjše so bile pri sadikah inokuliranih z glivo *L.laccata*, nekoliko večje pa pri *P.tinctorius*.

## Kalcij (Ca)

Vsebnosti Ca v iglicah in koreninah sadik eno leto po presadu so bistveno višje kot so bile v drevesnici. Glede na Ca v iglicah so razlike med posameznimi skupinami večje. Največ ga je v iglicah sadik inokuliranih z glivo *L.piperitus*. Še večje so razlike pri vsebnosti Ca v koreninah. Znatno največ ga je pri glivi *L.laccata*.

## 5. Zaključek

Mikoriza je izraz simbioze med glivami in koreninami višje razvitih rastlin. Mikoriza je v naravnem okolju razvita na več kot 90 % rastlinskih vrst. Poskusi, ki so bili opravljeni v drevesnici Omorika in nadalje na ekstremnih rastiščih v bližini Žerjava, so pokazali na nujnost prisotnosti mikorize pri sadikah predvsem zaradi boljšega prenašanja presaditvenega šoka in njihovega nadaljnega preživetja.

Mikoriza je sicer naraven pojav, vendar je za prenos sadik iz drevesnice na stalno rastišče pomembno, da so glive, ki jih inokuliramo na sadike kompatibilne s simbiontom. To je še posebno pomembno na rastiščih, kjer je zaradi človeških vplivov ogrožena ali osiromašena populacija samoniklih gliv.

Možnosti za inokulacijo mikoriznih gliv se tako odpirajo tudi v ekološkem kmetijstvu predvsem zaradi omejene oz. prepovedane uporabe mineralnih gnojil. Zaradi omejenosti dostopa do vode in hranil pa je zelo primerno razmišljati o inokulaciji z mikoriznimi glivami tudi v okrasnih nasadih predvsem na javnih površinah.

## 6. Zahvala

Zahvalil bi se rad prof.dr. Nadi Gogala, ki me je uvedla v svet mikorize in možnosti sodelovanja pri poskusih v drevesnici Omorika ter zasaditvi in meritvami na terenu v okolici Žerjava. Posebna zahvala velja prof. dr. Dominiku Vodniku za posredovano literaturo in slike, kot tudi za strokovno debato s področja mikorize.

## 7. Viri

First Nature. 2015. [Online]. *Thelephora terrestris*. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.first-nature.com/fungi/thelephora-terrestris.php>.

Good4Plants. 2015. [Online] Mycorrhiza. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.good4plants.com/mycorrhiza>.

KRAIGHER, Hojka. 1996. Tipi ektomikorize – taksonomija, pomen in aplikacije. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 49, 1996 str. 33 – 66.

MushroomExpert. 2015. [Online]. *Lactarius piperatus*. Dostopno na spletnem naslovu: [www.mushroomexpert.com/lactarius\\_piperatus.html](http://www.mushroomexpert.com/lactarius_piperatus.html).

MykoWeb – Mushrooms, Fungi, Mycology. 2015. [Online]. *Laccaria laccata*. Dostopno na spletnem naslovu: [http://www.mykoweb.com/CAF/species/Laccaria\\_laccata.html](http://www.mykoweb.com/CAF/species/Laccaria_laccata.html).



MykoWeb – Mushrooms, Fungi, Mycology. 2015. [Online]. *Pisolithus tinctoria*. Dostopno na spletnem naslovu: [http://www.mykoweb.com/CAF/species/Pisolithus\\_tinctorius.html](http://www.mykoweb.com/CAF/species/Pisolithus_tinctorius.html).

Pharmanatur. 2015. Mycologie. [Online]. *Suillus variegatus*. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.pharmanatur.com/Mycologie/Suillus%20variegatus.htm>.

ROSIER, Carl L., HOYE, Andrew T., Rilling, Matthias C. 2006. Glamalin – related soil protein: Assessment of current detection and quantification tools, *Soil Biology & Biochemistry* 38, 2006, str 2205 – 2211.

VILHAR, Urša. 2001. Pestrost tipov ektomikorize na naravnem mladju na Pokljuki – diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

VODNIK, Dominik, GOGALA, Nada. 1997. Inokulacija smreke (*Picea abies* / L/ Karsten) z mikoriznimi glivami: Vpliv na rast in razvoj v drevesnici in po presaditvi. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 54, 1997, str 87 – 108.

VODNIK, Dominik, GOGALA, Nada. 1994. Seasonal fluctuations of photosynthesis and its pigments in 1-years mycorrhized spruce seedlings. *Mycorrhiza* 4, Springer Verlag, str. 277 – 281.

## VPLIV SUŠE NA KORENINE IN MIKORIZO

Dr. Tanja Mrak  
Gozdarski inštitut Slovenije  
tanja.mrak@gozdis.si

Domen Finžgar in prof. dr. Hojka Kraigher  
Gozdarski inštitut Slovenije

### Izvleček

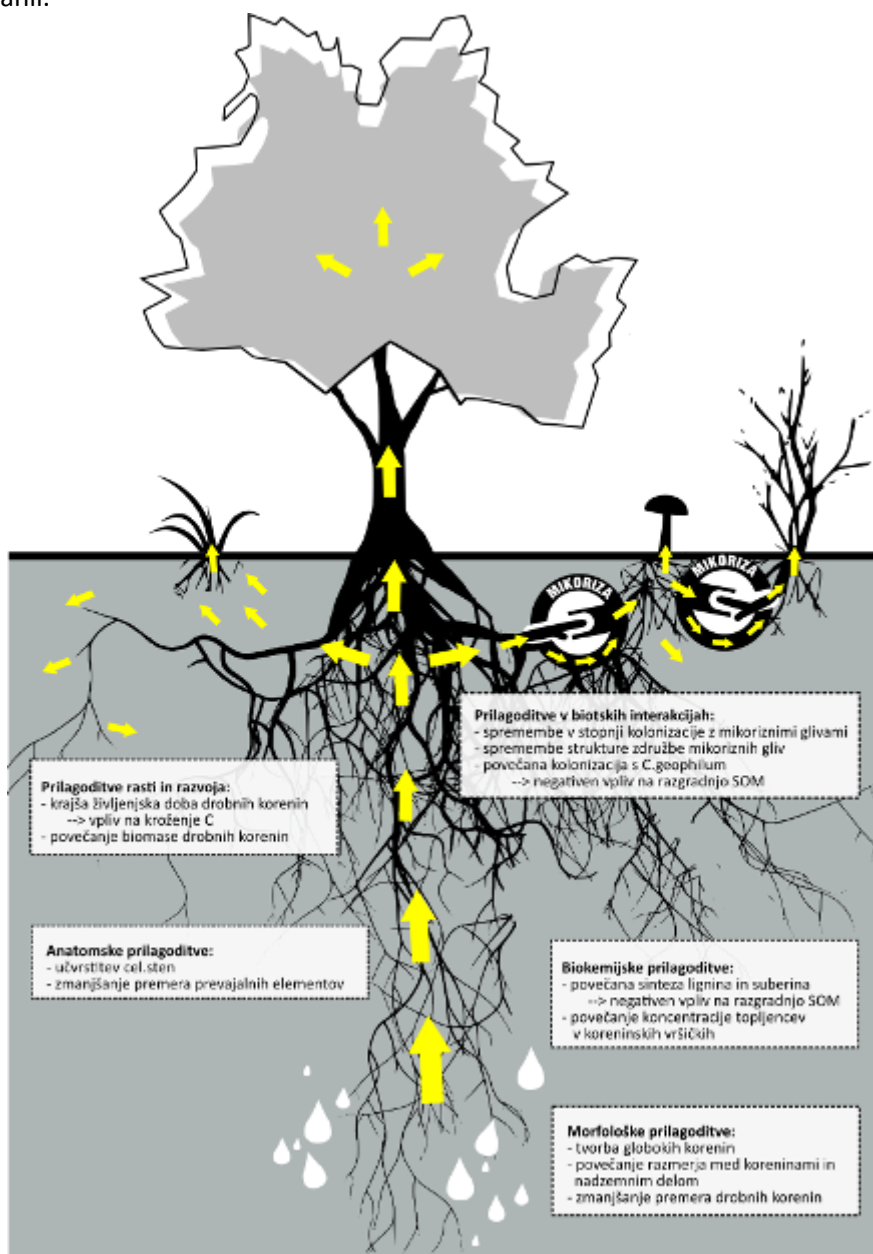
Sušni stres sproži tako v drevesnih koreninah kot pri ektomikoriznih glivah številne spremembe na različnih nivojih. Korenine se branijo pred sušo z mehanizmi izogibanja (povečanje razmerja med koreninami in nadzemnim delom, povečanje števila drobnih korenin, tvorba globokih korenin) in tolerance (prilagajanje ozmotskega potenciala, povečanje odpornosti na kavitacijo, sposobnost meristemskih celic, da ostanejo žive). Ob zmerni suši je kolonizacija z mikoriznimi glivami večja kot ob ekstremni suši, kar ima z vidika rastline številne pozitivne učinke. V pogojih suše se še posebej poveča pogostnost mikorizne vrste *Cenococcum geophilum*, ki omogoča, da drobne korenine ostanejo funkcionalne in takoj po končanem sušnem obdobju pričnejo z absorpcijo vode. Po drugi strani pa ta vrsta v smislu prehrane z makrohranili rastlini ne nudi posebnih koristi. V sušnih razmerah se poveča tvorba težko razgradljivih molekul v koreninah (lignin), prav tako pa so težko razgradljive molekule (melanin) prisotne tudi pri mikorizni vrsti *C. geophilum*, kar prispeva k kopičenju težko razgradljivih organskih snovi v tleh.

**Ključne besede:** drobne korenine, ektomikoriza, skupne micelijske mreže, hidravlična redistribucija, hidravlični dvig, toleranca na sušo, izogibanje suši, vpliv suše na kroženje snovi.

### 1. Vpliv suše na korenine in mikorizo

Suša je v zadnjih desetletjih postala pogost pojav, ki pušča svoje posledice tudi na gozdnih ekosistemih. Medtem ko je za najpogostejše evropske drevesne vrste vpliv suše na nadzemne dele razmeroma dobro raziskan, podatkov o vplivu suše na koreninski sistem ni veliko. Najbolj aktivni del koreninskega sistema so drobne korenine. Drobne korenine merijo v premeru 2 mm ali manj, v gozdu pa opravljajo nadvse pomembno nalogo črpanja hranil in vode iz tal. Pri tej nalogi jim pomagajo mikorizne glive, ki živijo s koreninami v tesnem stiku. Večina evropskih sestojnih drevesnih vrst je ektomikoriznih, kar pomeni, da se hife gliv ovijajo okoli korenine ter prodirajo med celicami koreninske skorje v obliki mreže, ki jo imenujemo Hartigova mreža. Z micelijem, ki sega v okoliška tla, gliva prodira v dele tal, ki za korenine niso dostopni in od tam črpa hranila in vodo ter jih dovaja drevesu, drevo pa v zameno glivi dovaja ogljikove hidrate, pridobljene v procesu fotosinteze. Preko skupnega micelija so povezana tudi sosednja ter bolj oddaljena drevesa iste ali različnih vrst med sabo. Zaradi velikega pomena, ki jo imajo ektomikorizne glive skupaj z drobnimi koreninami v delovanju gozdnih ekosistemov, je za predvidevanje posledic suše in njihovo morebitno blaženje potrebno poznati vplive suše tako na ektomikorizne glive, kot tudi na drobne korenine.

Sposobnost koreninskega sistema, da se prilagaja razmeram v okolju, je zelo velika. Ob pomanjkanju vode pride do sprememb v koreninskem sistemu na več nivojih. Prilagodi se lahko globina koreninjenja, razvejanost koreninskega sistema, premer korenin, privzem hranil, količina koreninskih izločkov ter interakcije z ostalimi organizmi v tleh (Slika 1). V primeru, da se korenine nahajajo v slojih tal z različno vlažnostjo, prihaja z njihovo pomočjo do prerazporejanja vlage v tleh, procesa, ki ga imenujemo hidravlična redistribucija. Največkrat hidravlična redistribucija poteka iz globljih, vlažnejših slojev tal proti površinskim, sušnejšim, kar imenujemo hidravlični dvig. Ko so listne reže zaprte, ta vlaga prehaja iz korenin v tla, od koder jo počrpajo okoliške rastline oz. se do njih prenese preko skupne micelijske mreže. Od hidravlične redistribucije je še posebej odvisno preživetje drevesnih sadik. Navlaženje tal s hidravlično redistribucijo pospeši razkroj organskih snovi ter sproščanje hranil.



Slika 1: Shema odzivov koreninskega sistema na sušni stres. Puščice označujejo hidravlično redistribucijo. SOM (angl. soil organic matter) = organska snov v tleh.

Na sušni stres se koreninski sistem, podobno kot nadzemni deli, odziva na dva različna načina, z izogibanjem ali toleranco. Ko se drevo poskuša izogniti sušnemu stresu, najprej zapre listne reže, ob dolgotrajnejši izpostavljenosti suši pa se rast nadzemnega dela zmanjša, kar vodi v povečanje

razmerja med podzemnim in nadzemnim delom, poveča pa se tudi število drobnih korenin in zmanjša njihov premer. Pri toleranci drevo ohranja tok vode po rastlini kljub suši. Da je v sušnih razmerah možen privzem vode v korenine, je potrebna prilagoditev ozmotskega potenciala v koreninah, poveča pa se tudi odpornost na kavitacijo. Ključna je tudi sposobnost meristemskih celic, da ostanejo žive. Povečana sinteza lignina in suberina preprečita izgube vode iz korenin, vendar pa se zaradi spremenjene kemijske sestave poslabša razgradljivost korenin po njihovem odmrtnju, kar vodi v kopičenje nerazgradljive organske snovi v tleh.

Dognanja o vplivu suše na kolonizacijo drevesnih korenin z ektomikoriznimi glivami ter na strukturo glivne združbe so si zelo nasprotujoča, kar pa je v veliki meri posledica zelo različnih poskusnih pogojev. Kolonizacija z ektomikoriznimi glivami naj bi bila največja v pogojih zmerne suše, medtem ko v pogojih hude suše drevo varčuje z ogljikovimi hidrati ter prekine njihov dovod do simbiotske glive. Ob suši se struktura združbe ektomikoriznih gliv spremeni, ena od najpogostejših vrst, ki se pojavljajo v različnih stresnih razmerah, pa je *Cenococcum geophilum*.



Slika 2: Vrsta ektomikorizne glive *Cenococcum geophilum*, ki je pogosta v stresnih razmerah. Velikost merilca: 0.5 mm.

*C. geophilum* je kozmopolitska vrsta zaprtotrošnic, katere ektomikoriza je zaradi visoke vsebnosti pigmenta melanina črne barve. Omenjena vrsta naj bi koreninske vršičke ohranjala žive tudi med sušo, tako da se lahko ob ugodnih razmerah takoj aktivirajo. Prisotnost pigmenta melanina zmanjša razgradljivost organske snovi po odmrtnju mikorize, zaradi česar ponovno pride do povečanje količine nerazgradljive oz. slabo razgradljive organske snovi v tleh. *C. geophilum* drevo mnogo slabše oskrbuje z dušikom kot nekatere druge ektomikorizne vrste, količina dušika, ki ga dovede, pa je odvisna tudi od tega, s katero drevesno vrsto stopa v mikorizo.

Z vidika rastline ima prisotnost ektomikoriznih gliv v pogojih suše veliko pozitivnih učinkov na vodni potencial, stopnjo fotosinteze, rast, vsebnost hranil, življenjsko dobo korenin ter stopnjo oksidativnega stresa.

## 2. Zahvala

Nastanek prispevka je financiral FP7 infrastrukturni projekt EUFORINNO (Regpot No. 315982).

### 3. Viri

- Bardgett R. D., Mommer L., De Vries F. T. 2014. Going underground: root traits as drivers of ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 29, 12: 692-699
- Brunner I., Godbold D. L. 2007. Tree roots in a changing world. *Journal of Forest Research*, 12, 2: 78-82
- Brunner I., Herzog C., Dawes M., Arend M., Sperisen C. 2015. How tree roots respond to drought. *Frontiers in Plant Science*, 6,
- Danielsen L., Polle A. 2014. Poplar nutrition under drought as affected by ectomycorrhizal colonization. *Environmental and Experimental Botany*, 108, 89-98
- di Pietro M., Churin J. L., Garbaye J. 2007. Differential ability of ectomycorrhizas to survive drying. *Mycorrhiza*, 17, 6: 547-550
- Egerton-Warburton L. M., Querejeta J. I., Allen M. F. 2007. Common mycorrhizal networks provide a potential pathway for the transfer of hydraulically lifted water between plants. *Journal of Experimental Botany*, 58, 6: 1473-1483
- Egerton-Warburton L. M., Querejeta J. I., Allen M. F. 2008. Efflux of hydraulically lifted water from mycorrhizal fungal hyphae during imposed drought. *Plant Signalling & Behaviour*, 3, 1: 68-71
- Fernandez C. W., Koide R. T. 2014. Initial melanin and nitrogen concentrations control the decomposition of ectomycorrhizal fungal litter. *Soil Biology and Biochemistry*, 77, 150-157
- Herzog C., Peter M., Pritsch K., Günthardt-Goerg M. S., Egli S. 2013. Drought and air warming affects abundance and exoenzyme profiles of *Cenococcum geophilum* associated with *Quercus robur*, *Q. petraea* and *Q. pubescens*. *Plant Biology*, 15, 230-237
- Kipfer T., Wohlgemuth T., van der Heijden M. G. A., Ghazoul J., Egli S. 2012. Growth Response of Drought-Stressed *Pinus sylvestris* Seedlings to Single- and Multi-Species Inoculation with Ectomycorrhizal Fungi. *PLoS ONE*, 7, 4: e35275
- Kraigher H., Bajc M., Grebenc T. 2013. Chapter 8 - Mycorrhizosphere Complexity. V: Developments in Environmental Science. R. Matyssek N. C., P. Cudlin, T. N. Mikkelsen, J. P. Tuovinen, G. Wieser, E. Paoletti (ur.). (Developments in Environmental Science, Elsevier: 151-177
- Lehto T., Zwiazek J. J. 2011. Ectomycorrhizas and water relations of trees: a review. *Mycorrhiza*, 21, 2: 71-90
- McCormack M. L., Guo D. 2014. Impacts of environmental factors on fine root lifespan. *Frontiers in Plant Science*, 5
- Prieto I., Armas C., Pugnaire F. I. 2012. Water release through plant roots: new insights into its consequences at the plant and ecosystem level. *New Phytologist*, 193, 4: 830-841
- Querejeta J., Egerton-Warburton L., Allen M. 2003. Direct nocturnal water transfer from oaks to their mycorrhizal symbionts during severe soil drying. *Oecologia*, 134, 1: 55-64

Shi L. B., Guttenberger M., Kottke I., Hampp R. 2002. The effect of drought on mycorrhizas of beech (*Fagus sylvatica* L.): changes in community structure, and the content of carbohydrates and nitrogen storage bodies of the fungi. *Mycorrhiza*, 12, 6: 303-311

Simard S. W., Durall D. M. 2004. Mycorrhizal networks: a review of their extent, function, and importance. *Canadian Journal of Botany*, 82, 8: 1140-1165

Staddon P. L., Thompson K., Jakobsen I., Grime J. P., Askew A. P. in sod. 2003. Mycorrhizal fungal abundance is affected by long-term climatic manipulations in the field. *Global Change Biology*, 9, 2: 186-194

Vilagrosa A., Chirino E., Peguero-Pina J. J., Barigah T. S., Cochard H. in sod. 2012. Xylem Cavitation and Embolism in Plants Living in Water-Limited Ecosystems. V: *Plant Responses to Drought Stress*. Aroca R. (ur.). (Plant Responses to Drought Stress, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag 63-109



# SPOSOBNOST ODZIVA KORENIN NA SPREMEMBE: KAKŠNE SO RAZLIKE ZNOTRAJ VRSTE

Dr. Peter Železnik  
Gozdarski inštitut Slovenije  
peter.zeleznik@gozdis.si

Dr. Gregor Božič, Marko Bajc, prof. dr. Hojka Kraigher  
Gozdarski inštitut Slovenije

## Izvleček

Podnebne spremembe postajajo vse bolj očitne in občutne. Za doseganje dolgotrajnosti naših drevesnih nasadov in stabilnosti gozdov, je pomembna uporaba drevesnih provenienc, ki imajo izraženo večjo sposobnost prilagajanja na spremembe v njihovem življenjskem okolju. Pomemben dejavnik pri preživetju dreves je tudi prilagodljivost njihovih koreninskih sistemov, o čemer pa je naše znanje omejeno. Rezultati preteklih raziskav kažejo, da se drevesni koreninski sistemi na spremembe odzivajo različno. Nekateri raziskave podpirajo tezo, da se koreninski sistemi močno spreminjajo pod vplivom okoljskih dejavnikov ne glede na provenienco, medtem ko rezultati drugih kažejo v nasprotno smer. Koreninski sistemi bi naj imeli predvsem genetsko programirano rast. Odzive dreves na različne razmere v okolju se najlažje preučuje v provenienčnih poskusih. V omenjenih poskusih so raziskave koreninskih sistemov redkeje vključene med poskusnimi parametri. V članku prikazujemo rezultate raziskave koreninskih sistemov treh provenienc bukve, ki kažejo na omejeno sposobnost prilagajanja specifičnih provenienc na spremenjene razmere v okolju.

**Ključne besede:** bukev, genotip, fenotip, drevesne korenine, podnebne spremembe, prilagajanje na spremembe.

## 1. Uvod

Variabilnost organizmov iste vrste ni nujno posledica dednosti. Del variabilnosti je odraz specifičnih okoljskih razmer, ki vplivajo na izražanje dedne zasnove. Še posebno pri rastlinah je opazna velika sposobnost prilagajanja njihove rasti in morfologije tako da sta lahko dva osebka iste vrste identična, čeprav imata različno dedno zasnovo. Ravno tako sta si lahko genetsko identična osebka (klona) v različnih okoljih morfološko zelo različna (Eriksson in Ekberg, 2001).

Genetsko kodirana sposobnost organizmov za prilagajanje na spremembe v njihovem življenjskem okolju se lahko izraža na več načinov. Na eni strani so vrste, pri katerih znotraj populacij obstajajo osebki z genotipi, ki so dobro prilagojeni in posledično vezani na določene okoljske razmere. Govorimo o pojavljanju izrazitih genotipov, pri katerih pa je sposobnost prilagajanja na močnejše okoljske spremembe bolj ali manj omejena. Na drugi strani so vrste z genotipi, ki osebkom omogočajo, da uspevajo v širokem spektru okoljskih razmer, torej je v teh genotipih zakodirana velika sposobnost posameznega organizma na prilagajanje različnim razmeram v življenjskem okolju in tudi spremembam le-teh. V različnih okoljih imajo ti genotipsko identični organizmi lahko izražene

značilno različne fenotipske znake (Gregorius in Kleinschmit, 1999), kar označujemo z izrazom fenotipska plastičnost. Fenotipska plastičnost je v določeni meri izražena pri vseh živih organizmih, še posebej pa je pomembna pri pritrjenih oblikah organizmov, npr. pri rastlinah. Pri njih je plastičnost lahko izražena kot sprememba v anatomiji in fiziologiji rastlinskih tkiv, ali kot sprememba v alokaciji hranil in signalnih snovi med različnimi rastlinskimi deli, npr. koreninami in listi, kar povzroči morfološke razlike.

Podnebne spremembe postajajo vse bolj očitne in izrazite. Gozdni ekosistemi so zaradi dolgoživosti dreves še posebej občutljivi na podnebne spremembe. Pri tem pa različne raziskave nakazujejo, da imajo drevesa kljub vsemu učinkovite strategije in mehanizme na različnih nivojih (posamezno drevo, populacija, ekosistem), ki omogočajo evolucijsko prilagajanje na osnovi genetske raznolikosti. Zato je v gozdarstvu pomembno izbiranje drevesnih provenienc z veliko fenotipsko plastičnostjo, kar bo omogočilo obstanek in razvoj gozdov v prihodnosti. Izbiranje prilagodljivih provenienc je vse pomembnejše tudi v urbanih okoljih, saj zasaditev dreves in grmovnic v mestih predstavlja velik prispevek k kvaliteti bivanja v urbanem okolju. Predstavlja tudi velik strošek, ki se še poveča, če zasajeni osebki odmirajo pred svojo optimalno starostjo (Poljanšek, 2015).

Prilagajanje drevesnih vrst na spremembe v okolju se najpogosteje testira v provenienčnih poskusih (Mátyás *et al.*, 2009). Prilagodljivost koreninskih sistemov dreves je zaradi velike heterogenosti tal še posebej pomembna, a redko vključena kot poskusni parameter v omenjenih poizkusih.

## 2. Prilagodljivost koreninskega sistema na okoljske spremembe

V splošnem koreninski sistemi lahko izkazujejo precejšnjo plastičnost v oblikah rasti (Kutschera in Lichtenegger, 2002; Callaway *in sod.*, 2003). Raziskave koreninskih sistemov se večinoma osredotočajo na korenine najmanjših premerov (ti. drobne korenine), tj. premerov do največ 2 mm. Preko teh korenin namreč rastlina izvede večino privzema vode in hranil iz tal ter vstopa v različne interakcije s talnimi organizmi.

Pri rastlinah, ki uspevajo v zelo spremenljivih okoljih, koreninski sistemi po navadi izražajo veliko plastičnost v lastnostih kot so absorptivna kapaciteta, celotna površina korenin, razmerje med maso in površino, gostota koreninjenja, čas rasti in razvoja in koreninska arhitektura (Callaway *in sod.*, 2003). Nedavne raziskave vpliva razmer okolju na dinamiko rasti drobnih korenin (Leppälammikujansuu *in sod.*, 2014; Montagnoli *in sod.*, 2014; Štraus *in sod.*, 2014; Železnik *in sod.*, 2015) povezujejo spremembe različnih koreninskih parametrov (npr. dolžina, masa in dolgoživost korenin) s talno temperaturo, padavinami, vsebnostjo vode v tleh in evapotranspiracijo. Tem dognanjem nasprotujejo rezultati cele vrste študij na različnih drevesnih vrstah, kjer očitnega vpliva okoljskih razmer na rast korenin niso opazili (Hendrick in Pregitzer, 1997; Joslin *in sod.*, 2001; Aspelmeier in Leuschner, 2006). Dokončnih zaključkov o vplivu okoljskih parametrov na koreninske sisteme različnih vrst tako ni.

## 3. Primer prilagoditve koreninskega sistema: bukev

Zakaj je bukev (*Fagus sylvatica* L.) zanimiva za preučevanje? Njena velika razširjenost, prevladujoča vloga v evropskih gozdnih ekosistemih, funkcionalna prilagodljivost ter genetska plastičnost predstavljajo velik potencial bukve za preučevanje vpliva okoljskih razmer na rast rastlin.

Študija sušnega stresa pri bukvi je pokazala neposredno povezavo med talno temperaturo in rastjo korenin, medtem ko je bil vpliv talne vlage na rast manj izrazit (Mainiero and Kazda, 2006). Kasnejša



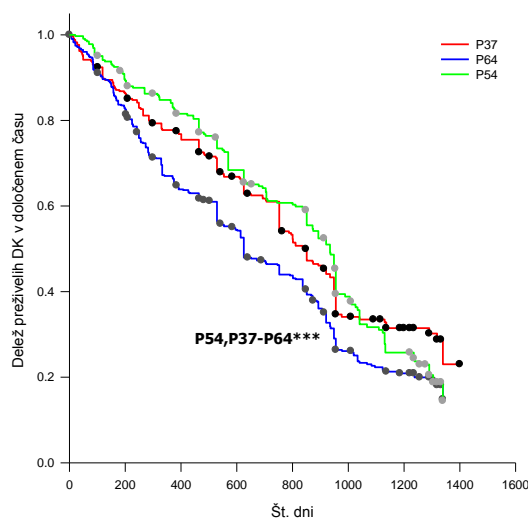
študija istih avtorjev (Mainiero *in sod.*, 2010) je potrdila velik vpliv okoljskih razmer na dinamiko rasti drobnih korenin bukve. Druga študija koreninskih sistemov bukev različnih provenienc med poletno sušo je zaznala njihovo veliko fenotipsko plastičnost. Ob tem je bila genetska variabilnost manjšega pomena (Meier in Leuschner, 2008).

V Sloveniji smo opravili študijo vplivov okoljskih dejavnikov na rast in razvoj drobnih korenin bukve v mednarodnem provenienčnem poskusu z bukvijo na Kamenskem hribu, kjer je bilo na 1,3 ha veliki ograjeni ploskvi posajenih 31 provenienc bukve. Poskus je bil osnovan l. 1998. V analizo smo zajeli koreninske sisteme treh provenienc, ki izvirajo iz okolij z različnimi klimatskimi pogoji (Tabela 1), v provenienčnem poskusu pa so vse rasle pod enakimi pogoji. Na Kamenskem hribu znaša povprečna letna količina padavin 1275 mm, povprečna letna temperatura je 6.3 °C, v poletnih mesecih pa 14.4 °C. Ellenbergov podnebni kvocient (EQ) in ekodistanca kažeta na največjo spremembo rastiščnih razmer pri provenienci 64 (P64), ki izvira iz veliko bolj sušnega območja.

Tabela 1: Rastne razmere izbranih provenienc bukve v njihovem izvornem okolju in Ellenbergov podnebni kvocient (EQ) z ekodistanco.

Šifra	Država	Provenienca	Nadmo rska višina (m)	Julijska povpreč na temperatura (°C)	Povpre čne letne padavine (mm)	EQ	ekodista nca
P54	Sloven ija	Idrija- Il/2, 14	930	16.4	1315	17.8	2.8
P37	Italija	Val di Sella	1150	22.1	1245	12.5	-2.5
P64	Češka	Nizbor	480	17.7	538	32.9	-17.6

Med testnimi proveniencami smo ugotovili razlike v rasti, pri čemer so nadzemni deli rasli najpočasneje pri provenienci 64, najhitreje pa pri provenienci 37 (P37). Koreninski sistem P64 je imel najdaljše in najhitreje odmirajoče drobne korenine (Slika 1), ki opravljajo večino privzemanja hranil in vode iz tal (Železnik, 2013).



**Slika 1:** Krivulja verjetnosti preživetja drobnih korenin bukve na Kamenskem hribu. Povprečna dolgoživost predstavlja starost, pri kateri odmre 50% korenin. Krivulja provenience 64 je statistično

značilno različna od krivulj provenienc 54 in 37 ( $p \leq 0,001$ ), kar pomeni, da drobne korenine P64 odmirajo hitreje od drobnih korenin drugih dveh provenienc.

Masa in povprečni premeri koreninskih sistemov vseh treh provenienc so bili podobni, kar nakazuje na razlike v gostoti tkiv (Železnik, 2013). Z genetsko analizo smo ugotovili, da P37 na eni ter P54 in P64 na drugi strani pripadajo dvema različnima skupinama (genetskima grozdoma). Glede na rezultate domnevamo, da imajo populacije iz zelo sušnih območij, kot je P64, bolj omejeno genetsko zapisano sposobnost prilagajanja drugačnim okoljskim razmeram in manjšo fenotipsko plastičnost, kar je že bilo ugotovljeno tudi za graden (Borovics in Mátyás, 2013). Rezultati našega poskusa kažejo na pomembnost izbire najbolj prilagodljivih drevesnih provenienc v gozdarstvu.

Tabela 2: Povprečna masa in premer drobnih korenin (DK) na Kamenskem hribu za tri testne provenience. Vrednosti predstavljajo aritmetično sredino  $\pm$  S.E.

	P54	P64	P37
Skupna masa DK ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	3643 $\pm$ 587	3669 $\pm$ 629	6195 $\pm$ 1274
Masa živih DK ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	2256 $\pm$ 433	2210 $\pm$ 476	5170 $\pm$ 1184
Masa odmrlih DK ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	1263 $\pm$ 284	1458 $\pm$ 423	1088 $\pm$ 226
Premer DK (mm)	0.47 $\pm$ 0.05	0.49 $\pm$ 0.03	0.52 $\pm$ 0.05

Izsledki raziskave na Kamenskem hribu seveda niso definitivni, predvsem zaradi relativne kratkotrajnosti poskusa. Drevesca vseh provenienc so bila še vedno v juvenilni fazi in njihov odziv na razmere je lahko potencialno drugačen kot odziv odraslih dreves (Železnik, 2006).

## 4. Zaključek

Naše vedenje o genetski variabilnosti in fenotipski plastičnosti znotraj populacij je še precej omejeno. Pri rastlinskih vrstah (še posebej drevesnih), ki imajo velike in med seboj vsaj malo povezane populacije lahko pričakujemo veliko fenotipsko plastičnost, medtem ko se omejena fenotipska plastičnost pojavlja pri vrstah z razdrobljeno distribucijo in majhnim prenosom genov med populacijami. Dobra prilagodljivost koreninskega sistema na spremembe v okolju je lahko eden izmed glavnih dejavnikov, ki vplivajo na preživetje in uspevanje dolgoživih rastlinskih vrst, še posebej v urbanih okoljih. V prihodnosti bo, tudi zaradi vse bolj občutnih podnebnih sprememb, potrebno za doseganje dolgotrajnosti naših nasadov in funkcioniranja gozdov, nameniti več pozornosti pri izbiri provenienc v gozdarstvu in hortikulturi.

## 5. Zahvala

Nastanek prispevka je financiral FP7 infrastrukturni projekt EUFORINNO (Regpot No. 315982).

## 6. Viri

- Aspelmeier, S., Leuschner, C., 2006. Genotypic variation in drought response of silver birch (*Betula pendula* Roth): leaf and root morphology and carbon partitioning. *Trees - Structure and Function* 20, 42-52.
- Borovics, A., Mátyás, C., 2013. Decline of genetic diversity of sessile oak at the retracting (xeric) limits. *Annals of Forest Science* 70, 835-844.
- Callaway, R.M., Pennings, S.C., Richards, C.L., 2003. Phenotypic Plasticity and Interactions among Plants. *Ecology* 84, 1115-1128.
- Eriksson, G., Ekberg, I., 2001. An Introduction to Forest Genetics. SLU, Genetic Center, Department of Forest Genetics.
- Gregorius, H.-R., Kleinschmit, J.R.G., 1999. The Environmental Dichotomy of Adaptation and the Role of Genetic Diversity. *Silvae Genetica* 48, 193-199.
- Hendrick, R., Pregitzer, K., 1997. The relationship between fine root demography and the soil environment in northern hardwood forests. *Ecoscience* 4, 99-105.
- Joslin, J.D., Wolfe, M.H., Hanson, P.J., 2001. Factors controlling the timing of root elongation intensity in a mature upland oak stand. *Plant & Soil*, 201-212.
- Kutschera, L., Lichtenegger, E., 2002. Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher. In: Stocker, Graz.
- Leppälampi-Kujansuu, J., Salemaa, M., Kleja, D.B., Linder, S., Helmisaari, H.-S., 2014. Fine root turnover and litter production of Norway spruce in a long-term temperature and nutrient manipulation experiment. *Plant and Soil* 374, 73-88.
- Mainiero, R., Kazda, M., 2006. Depth-related fine root dynamics of *Fagus sylvatica* during exceptional drought. *Forest Ecology and Management* 237, 135-142.
- Mainiero, R., Kazda, M., Schmid, I., 2010. Fine root dynamics in 60-year-old stands of *Fagus sylvatica* and *Picea abies* growing on haplic luvisol soil. *European Journal of Forest Research* 129, 1001-1009.
- Mátyás, C., Božič, G., Gömöry, D., Ivanković, M., Rasztoivits, E., 2009. Transfer Analysis of Provenance Trials Reveals Macroclimatic Adaptedness of European Beech (*Fagus sylvatica* L.). *Acta Silvatica and Lignaria Hungarica* 5, 47-62.
- Meier, I.C., Leuschner, C., 2008. Genotypic variation and phenotypic plasticity in the drought response of fine roots of European beech. *Tree Physiology*, 297-309.
- Montagnoli, A., Di Iorio, A., Terzaghi, M., Trupiano, D., Scippa, G.S., Chiatante, D., 2014. Influence of soil temperature and water content on fine-root seasonal growth of European beech natural forest in Southern Alps, Italy. *European Journal of Forest Research* 133, 957-968.
- Poljanšek, S., 2015. Stres dreves v mestnem okolju. *Silva Slovenica*, založba Gozdarskega inštituta Slovenije, Ljubljana.

Štraus, I., Mrak, T., Ferlan, M., Železnik, P., Kraigher, H., 2014. Influence of soil temperature on growth traits of European beech seedlings. *Canadian Journal of Forest Research*, 245-250.

Železnik, P., 2006. Vpliv ozona in osvetljenosti na razvoj korenin bukve (*Fagus Sylvatica L.*) = Influence of ozone and light on growth of beech (*Fagus sylvatica L.*). In, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Univerza v Ljubljani, Ljubljana:, p. 45 str.

Železnik, P., 2013. Dinamika razvoja drobnih korenin gozdnega drevja kot indikator razmer v okolju: doktorska disertacija (Fine root growth dynamics of forest trees as indicator of environmental conditions: doctoral dissertation). In, Biotechnical faculty. University of Ljubljana, Ljubljana, p. 150.

Železnik, P., Vilhar, U., Starr, M., de Groot, M., Kraigher, H., 2015. Fine root dynamics in Slovenian beech forests in relation to soil temperature and water availability. *Trees - Structure and Function* 2015.



# EKOSISTEMSKESKE STORITVE IN VLOGA TAL V KOPENSKIH EKOSISTEMIH

Doc. dr. Borut Vrščaj  
Kmetijski inštitut Slovenije  
borut.vrscaj@kis.si

## Izvleček

Tla so osnovni naravni vir, ki opravlja osnovne ekosistemске storitve in funkcije ter zagotavlja različne materialne dobrine. Tla so temelji del ekosistemov, določajo habitate in usmerjajo biotsko pestrost. Seznam ekosistemskih storitev je dolg in prepleten ter praviloma preveč abstrakten za praktično uporabo pri pripravi strategij in ukrepov trajnostnega upravljanja z ekosistemi in naravnimi viri. Prispevek v prvem delu predstavlja kratek pregled splošnih ekosistemskih funkcij in zadrege pri njihovi interpretaciji in klasifikaciji. V drugem delu predstavljamo hierarhičen seznam ekosistemskih storitev tal, skupaj s krajšimi pojasnili in primeri. Na koncu so predstavljene osnovne usmeritve trajnostnega upravljanja za potrebe ohranjanja ekosistemskih storitev tal.

**Ključne besede:** tla, ekosistemске storitve, trajnostno upravljanje.

## 1. Uvod

Nekatere naravoslovne vede kot so npr. geologija, kemija, biologija, deloma tudi meteorologija in so dobro prisotne v izobraževanih sistemih in predstavljajo vsebinsko pomemben del splošne izobrazbe. Preko izobraževalnega procesa so prepoznane in dobro prisotne v javnem mnenju. V primeru pedologije, vede o tleh, temu ni tako. Tla in njihova vloga so v širši javnosti slabo prisotna. Kaj pravzaprav tla so, kakšna so in kaj od njih dobimo je še vedno omejeno predvsem na tradicionalno pojmovanje kmetijsko-proizvodne funkcije tal. Kakšno vlogo imajo tla v okolju in kakšne storitve opravljajo v kopenskih ekosistemih, pa je dokaj slabo poznano. V izobraževalnem procesu na osnovnošolski in srednješolski ravni so vsebine o tleh marginalno prisotne, pogosto omenjene mimogrede ob bok drugim naravoslovnim vedam. Vsebine, ki se nanašajo na funkcije in storitve tal so fragmentarne in predvsem slabo povezane v celoto, ki je potrebna za holistično obravnavo in predvsem upravljanje kopenskih ekosistemov.

Obstoj kopenskih ekosistemov in s tem človeka je v temeljih odvisen od pravih in racionalnih odločitev v ravnanju in upravljanju z naravnimi viri. Z drugimi besedami, dobrine naravnih virov, funkcije in storitve ekosistemov morajo biti dostopne tudi naslednjim generacijam in morajo trajati. Človeštvo se mora prilagoditi trajnostnim ciljem in v svojem ravnanju (po)iskati trajnostne rešitve. Po mnenju nekaterih raziskovalcev je beseda 'trajnostno' ena izmed tistih besed, ki so v zadnjem desetletju široko in pogosto neustrezno uporabljane in so postale celo modne. Izraz je uporabljen in pogosto zlorabljen do te mere, da v znanstvenih besedilih že predstavlja jezikovno mašilo. Celovite opredelitve in mnenje o tem, kaj je to trajnostno, pa se zelo razlikujejo. Vsekakor ima vsaka stroka in človekova dejavnost svoj pogled na 'trajnost'. Za potrebe tega prispevka bomo trajnostno ravnanje in rabo naravnih virov opredelili kot način upravljanja, ki bo omogočil naslednjim generacijam

koriščenje storitev in dobrin naravnih virov vsaj v primerljivem obsegu in načinu kot je to omogočeno sedanjim generacijam. Pri tem se zavedamo dvoje: a) da je takšna opredelitev izraza lahko površna in vsebinsko preozka in b), da je obseg dobrin in storitev, ki jih bo človek koristil v ekosistemih bodočnosti v veliki meri odvisna od številčnosti prebivalstva, kar ni tematika tega prispevka. Namen tega prispevka je namreč sedanjim generacijam predstaviti oz. osvetliti ekosistemske storitve tal v okolju in nakazati potrebo po trajnostnem upravljanju tal kot naravnega vira.

## 2. Kratek pregled ekosistemskih storitev, funkcij in dobrin

Raziskovanje ekosistemov, njegovih storitev, funkcij in dobrin, ki jih človeštvo koristi, je že dlje časa predmet raziskav mnogih avtorjev. V preteklih letih so nekateri avtorji povezovali tudi vrednost ekosistemskih storitev (ESS) in 'naravnega kapitala' za obstoj življenja na Zemlji, kot prispevek k dobrobiti človeka, ekonomsko vrednost ekosistemov planeta (Costanza in sod., 1997) in odvisnost človekove družbe od storitev in zdravja ekosistemov (Daily, 1997). Pri tem lahko ugotovimo, da so opredelitve, klasifikacije, vrednotenja ekosistemskih storitev in pogledi na njih zelo razlikujejo. Tako je na primer de Groot s sodelavci (2002) opredelil širok nabor triindvajsetih ekosistemskih funkcij, dobrin in storitev. Ekosistemske storitve in funkcije je razporedil v štiri primarne skupine: regulacijske, habitatne, produkcijske in informacijske storitve in funkcije. Regulacijske ESS so povezane s sposobnostjo naravnih in pol-naravnih ekosistemov, da omogočajo življenje v ekosistemih in uravnavajo osnovne okoljske procese. Ti so predvsem posledica kroženja snovi in energije v bio-geokemičnih krožnih procesih, kot so predvsem:

- regulacija in kroženje plinov in snovi;
- kroženje in dostopnost hranil;
- regulacija vodnega kroga;
- uravnavanje klimatskih dejavnikov;
- odpornost habitatov na spremembe;
- filtriranje in zadrževanje vode;
- nastajanje tal; in
- zadrževanje talnih delcev.

K slednjim je de Groot pridružil tudi biotske ESS kot sta npr. opraševanje v funkciji reprodukcije rastlinskih genomov in uravnavanje številčnosti populacij kot posledica trofičnih verig. Habitatne ESS omogočajo življenjski prostor ter možnost razmnoževanja rastlin in živali. S tem prispevajo k obstoju in razvoju vrst ter posledično k biotski pestrosti (bivalni prostor, reprodukcijski habitat). Produkcijske ESS v osnovi zajemajo proces fotosinteze in preko njega pretvorbo energije, vode, CO<sub>2</sub> in hranil v pester nabor različnih vrst in oblik biomase. Tako produkcijske storitve oz. pridobivanje dobrin zajema predvsem pridelavo hrane in biomase kot je npr. les ter pridobivanje biokemičnih snovi npr. za potrebe ohranjanja zdravja človeka. Produkcijsko storitev ekosistemov predstavlja tudi pridobivanje okrasne biomase – npr. okrasnega cvetja in drevnin. Produkcijske ESS kratko imenujemo tudi primarna produkcija. Med tako imenovane informacijske ESS de Groot uvršča nematerialne vrednosti ekosistemov za človeka oz. možnosti, ki jih ekosistemi človeku nudijo za njegov kognitivni razvoj, rekreacijo, duševno in estetsko bogatitev. To imenuje kot rekreacijsko, kulturno-umetniško, estetsko, duhovno-zgodovinsko in izobraževalno ter, za potrebe preučevanja, znanstveno funkcijo ekosistemov. V nadaljevanju prispevka poskuša vsako izmed triindvajsetih ekosistemskih storitev in funkcij ekonomsko ovrednotiti oz. jim določiti neposredno in posredno tržno vrednost. Ekosistemske storitve tal v prispevku de Groot-a niso posebej izpostavljene in so kot take, neprepoznavne ter prepletene z drugimi funkcijami in storitvami ekosistemov. Klasifikacija in opredelitev ESS, kot jo podaja de Groot, je težko uporabna za praktično rabo pri pripravi smernic in ukrepov za trajnostno upravljanje s prostorom. Avtor je v poznejših prispevkih ESS dodatno opredelil in klasificiral (de Groot, 2013).

Mednarodna organizacija The Economics of Ecosystems & Biodiversity v svojih virih (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) opredeli ESS v štiri skupine:

- storitve preskrbe (pridelava hrane in surovin – les in energetske rastline, preskrbo s sladko vodo oz. vodni krog ter rastline za medicinske potrebe);
- regulacijske storitve (uravnavanje lokalnih in mikro-klimatskih razmer in kakovosti zraka, ponore atmosferskega ogljika, blaženj ekstremnih klimatskih dogodkov, obdelava odpadnih voda, preprečevanje erozije in ohranjanje rodovitnosti tal, opráševanje kmetijskih in divjih rastlin, ter biološka kontrola rastlinskih in naravnih bolezni z vzdrževanje populacij naravnih sovražnikov);
- storitve vzdrževanja habitatov, ki zajemajo sam obstoj habitatov za posamezne vrste kakor tudi vzdrževanje genetske pestrosti.
- v skupni kulturne ekosistemske storitve združujejo širok nabor funkcij in storitev ekosistemov, ki so podrejene izključno nematerialnim človekovim potrebam in sicer: pogoje za rekreacijo kot prispevek za vzdrževanje telesnega in mentalnega zdravja, zagotavljanje turističnih potreb, estetske vrednosti naravne in kulturne krajine, umetnosti in oblikovanja ter duhovne vrednote in posebne vrednosti posameznih krajev ali lokacij velikega religioznega pomena.

Ob tem seznamu lahko ponovno ugotovimo izjemno širino in pestrost ekosistemskih storitev, ki zajemajo tako zadovoljevanje osnovnih eksistenčnih potreb (zdravo atmosfero, pitno vodo in hrano), potrebe ohranjanja zdravja (rekreacija, turizem) kot zadovoljevanje širokega spektra duhovnih in estetskih potreb sodobnega človeka. Ob podrobnem pregledu ESS bi lahko ugotovili, da gre v nekaterih primerih za vprašljivo klasifikacijo ESS in predvsem to, da v veliki meri odraža antropocentričen pristop in potrebe sedanjih generacij. Nekateri drugi avtorji so poskušali opredeliti ekosistemske storitve in jih vrednotiti kot dodatek/prispevek h konvencionalnim storitvami in dobrinam za potrebe izračuna BDP (Boyd, 2007; Boyd in Banzhaf, 2007). Ekosistemske storitve se razlikujejo tudi v prostorskem smislu, glede na merilo. Tako Hein in sodelavci (2006) razlikujejo med merili ekosistema v katerih storitve nastajajo in institucionalnimi merili pri katerih se storitve koristijo oz. dobrine uporabljajo. Pri tem pogosto izpostavljajo problematičnost klasifikacij ESS. Te je obravnaval Wallace (2007), ki v prispevku *Classification of ecosystem services: Problems and solutions* opozarja na mešanje različnih procesov in storitev v klasifikacijskih sistemih in izpostavi predvsem dejstvo, da so tako procesi za doseganje storitev kakor storitve same uvrščene v iste kategorije. Opozarja tudi na ohlapnost definicij ključnih izrazov kot so ekosistemski procesi, funkcije in storitve ter poudarja velik pomen, ki jih pristop vrednotenja ESS omogoča za razvoj modrih (pametnih – trajnostnih?) načinov rabe naravnih virov in biotske pestrosti. Žal avtor v prispevku, tako kot mnogi pred njim, omenja tla le obrobno, predvsem v kontekstu nastajanja tal in uvršča neposredne ekosistemske storitve tal v geomorfološke okvire. Avtorju v kasnejših razpravah ugovarjajo in opozarjajo na potrebo po povezovanju storitev ekosistemov s potrebami človeka ter razlikovanju med vmesnimi in končnimi ESS in koristmi; posebej takimi, ki jih je možno ekonomsko ovrednotiti in to predvsem za potrebe upravljanja z naravnimi viri (Fisher in Kerry Turner, 2008). Wallace-u ugovarjajo tudi drugi avtorji, ki izpostavljajo potrebo po več različnih klasifikacijah ESS, kar med drugimi utemeljijo z medsebojnim prekrivanjem in izključevanjem posameznih ESS (Costanza, 2008), kar pa Wallace zavrača in opozarja na morebitno zmedo v klasifikacijah (Wallace, 2008).

Cilj klasifikacije in opredelitve ESS je v začetnih prispevkih usmerjeno predvsem v samo opredelitev, medtem ko poznejši avtorji poskušajo vsebinsko opredeliti ekosistemske storitve za potrebe odločanja in upravljanja. Okvir ekosistemskih storitev je postal pomemben za povezovanje delovanja ekosistemov za zagotavljanja blagostanja in dobrobiti človeka. Pri tem nekateri avtorji izpostavljajo, da bi moral vsak poizkus klasifikacije ekosistemskih storitev temeljiti predvsem na: a) lastnostih ekosistemov in b) na okviru storitev in dobrobiti, ki jih potrebujemo in od ekosistemov pričakujemo

(Fisher in sod., 2009). Precej obsežne vire o ekosistemih, storitvah in njihovih klasifikacijah v zadnjih letih različni avtorji dopolnjujejo, opozarjajo na pomanjkljivosti in nejasnosti klasifikacij ter poskušajo vzpostaviti preprostejše opredelitve, ki bi bile dovolj jasne in primerne tudi za potrebe upravljanja z naravnimi viri (Johnston in Russell, 2011), načrtovanje rabe (Barral in Oscar, 2012) ali spremembi rabe prostora (Burkhard in sod., 2012) ter opozarjajo na kompleksnost in prepletenost ekosistemskih storitev v kmetijskem prostoru (Lattera in sod., 2012). V novejše preglede, opredelitve in klasifikacije ESS so se vključile tudi organizacije in institucije. Tako je Evropska komisija predstavila obširen pregled ESS, jih povezala z biotsko pestrostjo ter predstavila vrednotenje in kartiranje (Science for Environment Policy in Brickhill, 2015).

Poleg samega pregleda izbora literature ESS smo želeli v tem poglavju predvsem poudariti, da je opredelitev, klasifikacija ESS odraz pristopov, pogledov in predvsem vedenj med seboj zelo različnih strok, tako naravoslovnih kot socioloških in ekonomskih znanstvenih disciplin. Pri tem bi veljalo poudariti, da so ti pristopi v veliki meri teoretski, z manjšo uporabno vrednostjo za potrebe trajnostnega upravljanja ekosistemov in rabe naravnih virov. Posledično lahko ugotovimo, da potrebujemo jasne in jednate opredelitve ESS, ki bodo omogočale razvoj metod za njihovo vrednotenje in pripravo smernic za trajnostno upravljanje ekosistemov.

### 3. Ekosistemske storitve tal

Ekosistemske storitve tal (EES tal) zajemajo pester nabor tako imenovanih storitev, ki jih tla opravljajo v okolju in dobrin, ki jih iz tal posredno ali neposredno pridobimo ali koristimo. ESS obravnavane v prejšnjem poglavju v veliki meri implicitno in manj eksplicitno zajemajo ESS tal. Slabo poznavanje in nedosledno obravnavo ESS tal popravijo nekateri novejši avtorji. Tako je Dominatijeva s sodelavci (2010) opravila poglobljen pregled ekosistemskih storitev tal, kot so jih parcialno navajali drugi avtorji. Pogled po celovitosti nabora ESS bistveno presega večino obravnav ES in ga zato v tem prispevku podrobneje predstavljamo.

Dominatijeva ekosistemske storitve, ki so jih navajali drugi avtorji kot storitve ekosistemov na splošno ali ekosistemov v različnih vrstah rabe zemljišč (gozdni, kmetijski, urbani ekosistemi), v veliki meri pripiše tlem (Dominati in sod., 2010 op. Table 2). Razporedi jih v dva sklopa: *I. Storitve tal* in *II. Splošne storitve ekosistemov*. V *Storitve tal* razporedi šest glavnih skupin ekosistemskih storitev: hranila v tleh, voda v tleh, zgradba tal, uravnavanje klime, biotska pestrost in surovine. Sklop *Splošne storitve ekosistemov* pa razdeli na splošne ESS storitve in funkcije, rekreacijo, opraševanje in estetske vrednosti. S tem je avtorica v svojem prispevku bistveno boljše prepoznala in ustrezneje predstavila vlogo tal in njihovo vpetost v delovanje kopenskih ekosistemov. Z drugimi besedami, ESS, ki so jih drugi avtorji nedoločeno in okvirno pripisovali ekosistemom, je avtorica pravilno prepoznala kot storitve in funkcije tal. ESS je navezala na lastnosti tal, na procese v tleh oz. na procese, v katerih tla pomembno prispevajo oz. sodelujejo.

Kljub izčrpnemu pregledu literature o ESS (ali ravno zaradi tega) pa v tem pregledu pogrešamo hierarhičen pristop in vsebinska pojasnila o ESS. Zato v nadaljevanju predstavljamo dopolnjen in prilagojen nabor ESS tal, v katerem so mestoma ESS podkrepjene s primeri, ki vsaj do neke mere konkretizirajo običajno abstraktne opredelitve ESS in funkcij tal.

#### Seznam ekosistemskih storitev tal

##### ESS tal v povezavi s hranili v tleh

- Oskrba rastlin s hranili, ki je temelj delovanja kopenskih ekosistemov in zajema predvsem:
  - zadrževanje in posredovanje hranil rastlinam;
  - odvzem hranil iz tal z rastlinami (→in vključevanje v biološko kroženje);



- ohranjanje rodovitnosti tal (→ ohranjanje splošnega integralna stanja naravnega vira in s tem možnosti delovanja kopenskih ekosistemov).
- Prispevek k pridobivanju dobrin, ki zajema predvsem pridelavo biomase oz.:
  - pridelavo hrane;
  - pridelavo surovin (npr. les in drugih konstrukcijskih materialov ali tehničnih vlaken);
  - pridelavo energetskih rastlin;
  - pridelavo medicinskih rastlin in pridobivanje zdravil;
  - pridelavo okrasnih rastlin.
- Uravnavanje kroženja snovi in energije, ki zajema predvsem:
  - kroženje glavnih hranil in strukturnih prvin (P, K, N, C );
  - mineralizacija biološko vezanih hranil;
  - uravnavanje kroženja glavnih bio-geogenih prvin.
- Ohranjanje rodovitnosti tal:
  - sproščanje hranil s talnih delcev v talno raztopino.
  - sprotno nastajanje tal, ki zajema sproščanje hranil iz mineralnih rešetak kamnin in kompenzacija erodiranih talnih delcev;
- Premeščanje snovi: hranil, plinov, organskih in mineralnih delcev v okviru zgradbe talnega profila in s tem razvoj in diverzifikacijo tal, kar je pogoj za talno in nadzemno biotsko pestrost.

#### **ESS tal vezane na prisotnost vode v tleh**

- Oskrba rastlin in živali z vodo:
  - zadrževanje vode v tleh in na tleh;
  - regulacija toka vode v tleh (lateralni, ascendenčni in descendečni tokovi vode v tleh, pomembni za premeščanje vode iz stanja večje v območja manjše vlažnosti in s tem kompenzacijo talne suše oz. uravnavanje sušnosti tal).
- Uravnavanje bilance tokov sladke vode:
  - blaženje posledic poplavnih tokov (vsaj začasno zadrževanje vode, do stopnje popolne zasičenja tal vodo, in s tem do neke mere blaženje poplavnih valov);
  - blaženje širših hidroloških suš;
  - zadrževanje sladke vode v kopenskih ekosistemih.

#### **ESS tal vezane na strukturo in zgradbo tal (talnega profila)**

- Nosilnost in zgradba tal
  - nosilna in oporna funkcija za rast rastlin;
  - prispevek k pestrosti krajine;
  - prispevek k stabilnosti tal (usadi, udori, plazovi);
  - nosilna funkcija za infrastrukturo.
- Vplivi na izraženost erozijskih procesov
  - regulacija erozijskih procesov ← (ne)odpornost različnih tipov tal na erozijo.

#### **ESS tal kot prispevek uravnavanju klime**

- Splošni vplivi tal na izraženost klime:
  - splošno uravnavanje mikro-klime, in s tem rasti pogojev za rastline in življenje živali; oblikovanje lastnosti habitatov, in vplivov na zdravstveno stanje rastlin in živali;
  - spremembe in blaženje antropogenih vplivov na klimo in antropogenih klimatskih sprememb.
- Kroženje ogljika (atmosfera – biota – tla – atmosfera) zajema predvsem :
  - ponori (akumulacija ) atmosferskega CO<sub>2</sub> v tleh;
  - mineralizacija organske snovi in sproščanje ogljika: z mineralizacijo organske snovi se CO<sub>2</sub> iz tal in tam vstopa v proces fotosinteze;

- v atmosferi poteka regulacija prisotnosti in kroženje plinov v sledovih (← metan, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> / NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, itd.).

### ESS tal v funkciji določanja in vzdrževanja biotske pestrosti

- Habitatne funkcije in storitve tal:
  - tla so bistvena komponenta habitatov (→ tla v temeljih določajo habitat in njegove lastnosti in so s tem temelj biotske pestrosti);
  - razvoj, vzdrževanje in zadrževanje biotske pestrosti (→ pedosfera kot zelo kompleksen prostor v katerem se prepletajo trda, plinasta in tekoča faza), je razlog pojava izjemne biotske pestrosti organizmov v tleh);
  - tla so 'skladišče genov' oz. pogosto koristnih organizmov (→ v tem primeru je znana storitev tal npr. raba biotske pestrosti v humani in živalski medicini; glive → zdravila)
- Uravnavanje populacij zajema:
  - uravnavanje vrst in številčnosti nadzemnih in podzemnih živali ter rastlin (→ tla s svojimi lastnostmi določajo fitocenološke združbe, ki v nadaljevanju vplivajo na živalske združbe; npr. kislila tla npr. distrična rjava tla, pogosto določa združbo *Blechno-Fagetum* oz. omogoča prisotnost *Vaccinium myrtillus* kot splošno poznano acidofilno rastlinsko vrsto);
  - uravnavanje populacij patogenih organizmov (→ biološka kontrola rastlinskih, živalskih in humanih bolezni: npr. majski hrošč pri žuželkah oz. antrax pri boleznih živali).

### Filtriranje, razgradnja in zadrževanje snovi zajema:

- Filtriranje meteoritnih in poplavnih voda:
  - filtriranje trdih tal delcev (pesek, melj, glina), organskih delcev (rastlinski opad) in delcev umetnih snovi;
  - nastajanje, filtriranje in zadrževanje koloidnih delcev.
- Razgradnja in imobilizacija škodljivih snovi zajema predvsem:
  - 'predelava odpadkov' in bioremediacija onesnažil (tla s kemijskimi lastnostmi in talno bioto razgrajujejo neškodljive snovi ter spreminjajo in imobilizirajo neškodljive organske snovi in vežejo škodljive anorganske snovi kot so težke kovine). Storitve zajema tudi blaženje učinkov neprijetnih izpustov (plinov/vonjav, tekočin) in dejavnosti človeka (kmetijske, urbane dejavnosti);
  - blaženje, zmanjševanje zdravstvenih tveganj za človeka in okolje: tla opravljajo biološko kontrolo populacij patogenih organizmov.

### Širše ekosistemske in kulturne storitve in funkcije tal:

- Tla kot funkcija naravne dediščine in tla kot naravna znamenitost: posebne strukture v tleh, posebni tipi tal, ki so glede na redkost naravna znamenitost; npr. prisotnost podzolov v Sloveniji, vertična tla v Sloveniji, so naravna dediščina, ki prispeva k pestrosti, posebnosti in zanimivosti nacionalnega prostora in jo je potrebno ohranjati tako kot drugo naravno dediščino.
- Ohranjanje kulturne in zgodovinske dediščine je pomembna storitev tal, ki je omogočila ohranitev kulturne zapuščine prejšnjih obdobij (arhivska funkcija tal).
- Rekreativne storitve tal omogočajo rekreacije v odprtem prostoru / krajini.
- Estetske storitve tal predstavljajo prispevek tal k estetiki naravne in kulturne krajine. Ker tla s svojimi lastnostmi v temeljih določajo rabo tal ter strukturo in videz naravnih in v veliki meri kulturnih krajin, so temelj krajinske pestrosti.

Seznam ekosistemih storitev seveda ni popoln in je lahko tudi drugačen. Kot je predstavljen, je še vedno premalo konkreten in predvsem predolg za praktično rabo in namene zasnove trajnostni strategij upravljanja z ekosistemi in s tlemi. Za to je potreben krajši izbor najpomembnejših ESS tal, ki

omogoča pripravo konkretnih ukrepov in preventivnih aktivnosti za varovanje tal in ESS na področju vseh bistvenih dejavnosti človeka v prostoru oz. predvsem kmetijstva, gozdarstva, prometa, izgradnje infrastrukture in prostorskega načrtovanja ter urbanizma. Če ustrežnejša opredelitev ESS tal presega namen tega prispevka in bi morala v bližnji bodočnosti predstavljati izziv pedološki stroki, pa je na tem mestu smiselno osvetliti osnovne usmeritve trajnostnega upravljanja tal za ohranjanje ESS tal.

#### **4. Osnovne usmeritve trajnostnega upravljanja za potrebe ohranjanja ekosistemskih storitev tal**

Obstoj in delovanje kopenskih sistemov, in in zagotavljanje dobrobiti za človeka, so v največji meri odvisne od delovanja ekosistemov. 'Trajnostni razvoj', pogosta besedna zveza zadnjih let, v tem pogledu predstavlja načine in usmeritve upravljanja, ki predvsem:

- preprečujejo degradacijo tal in s tem degradacijo ekosistemov. Pri tem je potrebno uvajati in izvajati ukrepe za zmanjševanje ključnih degradacij tal (npr. za zmanjševanje/preprečevanje erozije, zmanjševanje izgub organske snovi/večanje vsebnosti humusa v tleh, zmanjševanje onesnaževanja tal, zakisanja in zaslanjanja. Kot največjo degradacijo izpostavljam pozidavo tal, ki predstavlja izničenje praktično vseh pomembnih ESS tal. Ključen ukrep je omejitev nesmiselnih pozidav tal);
- v bodočnosti vsaj okvirno v sedanjem obsegu ohranjajo obseg osnovnih ekosistemskih funkcij in storitev tal (ohranjanje rodovitnosti, ohranjanje sposobnosti tal zadrževanja vode, ohranjanje sposobnosti filtriranja, razgrajevanja, imobilizacije škodljivih snovi, itd.);
- posledično zagotavljajo obseg dobrin, ki jih pridobivamo na tleh in iz tal (hrana, vlakna, biomasa, energetske rastline, itd.) tudi v bodočnosti.

Trajnostna raba tal in trajnostno upravljanje tal in ekosistemov je etično dejanje. Naslednjim generacijam smo dolžni zagotoviti:

- dovolj velik obseg rodovitnih, zdravih ter biotsko pestrih tal;
- tla ustrezne kakovosti, t.j. sposobne opravljanja bistvenih ekosistemskih storitev in funkcij vsaj v sedanjem obsegu.

Ali leta 2015, ki je proglašeno kot mednarodno leto tal 2015, dovolj trajnostno ravnamo s tlemi Slovenije, s to pogosto omenjano rodno grudo in z našimi pestrimi ekosistemi? Na to vprašanje naj poskusi bralec odgovoriti sam.

#### **5. Zahvale**

Zahvaljujem se dr. Petri Karo Bešter za natančno branje in popravke besedila.

#### **6. Viri**

Barral M.P., Oscar M.N. 2012. Land-use planning based on ecosystem service assessment: A case study in the Southeast Pampas of Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 154, 34–43

Boyd J. 2007. Nonmarket benefits of nature: What should be counted in green GDP? *Ecological Economics*, 61, 4: 716–723

Boyd J., Banzhaf S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics*, 63, 2–3: 616–626

- Burkhard B., Kroll F., Nedkov S., Müller F. 2012. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, 21, 17–29
- Costanza R. 2008. Ecosystem services: Multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, 141, 2: 350–352
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 6630: 253–260
- Daily G.C. 1997. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington, DC, Island PrES:
- Dominati E., Patterson M., Mackay A. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecological Economics*, 69, 9: 1858–1868
- Fisher B., Kerry Turner R. 2008. Ecosystem services: Classification for valuation. *Biological Conservation*, 141, 5: 1167–1169
- Fisher B., Turner R.K., Morling P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68, 3: 643–653
- de Groot R. 2013. 12.02 - What Are Ecosystem Services? V: Treatise on Estuarine and Coastal Science. Waltham, Academic PrES: 15–34
- de Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M.. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41, 3: 393–408
- Hein L., van Koppen K., de Groot R.S., van Ierland E.C. 2006. Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics*, 57, 2: 209–228
- Johnston R.J., Russell M. 2011. An operational structure for clarity in ecosystem service values. *Ecological Economics*, 70, 12: 2243–2249
- Laterra P., Orúe M.E., Booman G.C. 2012. Spatial complexity and ecosystem services in rural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 154, 56–67
- Millennium Ecosystem AssESment. 2005. *Ecosystems and human well-being synthesis*. Washington, DC, Island PrES:
- Science for Environment Policy, Brickhill D. 2015. *Ecosystem Services and the Environment*. In-depth Report 11 produced for the European Commission. Bristol, DG Environment by the Science Communication Unit: 32 str.
- Wallace K.J. 2007. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. *Biological Conservation*, 139, 3–4: 235–246
- Wallace K. 2008. Ecosystem services: Multiple classifications or confusion? *Biological Conservation*, 141, 2: 353–354

# ZRAČNO-VODNE RAZMERE IN ZBITOST TAL, KRATEK PREGLED SLANOSTI TAL

Mag. Tomaž Prus  
Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo  
tomaz.prus@bf.uni-lj.si

## Izvleček

Ob podajanju osnovnih dejavnikov nastajanja tal se ob kemizmu tal pogosto pozabi na fizikalne parametre, ki omogočajo rast rastlin. Fizika tal se začne z upoštevanjem velikosti in deleža mineralnih delcev, ki skupaj z humusnimi snovmi tvorijo strukturne agregate. Med njim nastajajo prazni prostori – pore, ki so ključni za pretok in zadrževanje plinov in vode. Mehanski pritiski sprožajo proces zbivanja tal, ki lahko znatno ovira izmenjavo plinov in pretok vode. Na primeru tal iz območja Dragonje oziroma Drnice smo podali oceno zbivanja in priporočila ravnanja ob eventualnih posegih na zemljišče.

Slanost tal je dejavnik, ki v klimatskih razmerah kot vladajo v Sloveniji, nima pogojev za razvoj. Eventualno bi tla v bližini morske obale bila izpostavljena vplivom slane podtalnice. V ta namen smo podrobno preučili kriterije za opredeljevanje slanosti tal ter jih uporabili pri oceni slanosti v sečoveljski dolini. Ugotovljen je nekoliko povečan delež natrijevih ionov, kar pa je še zdaleč ne izpolnjuje kriterijev za slana ali zaslanjena tla.

**Ključne besede:** strukturni agregati, gostota tal, poroznost tal, zbitost tal, slanost tal.

## 1. Zbitost tal

Skupaj z vodo in zrakom so tla najpomembnejša dobrina našega okolja. Čeprav se o tleh uči že v osnovni šoli pa pomen tal ni dovolj jasno predstavljen in ga le redki ljudje kasneje pri delu, oziroma v vodilnih funkcijah ali v politiki razumejo v celoti.

Da bi razumeli pomen tal moramo začeti pri njihovem nastanku. Kamnine so v stiku z atmosfero in vodo podvržene procesom mehničnega razpadanja in kemičnih sprememb. Ob tem nastajajo vedno drobnejši delci, ki kasneje postanejo sestavni del tal oziroma njihov mineralni del. Rastline, ko odmrejo, prispevajo največ k nastajanju posebnih oblik organske snovi v tleh, ki jih imenujemo tudi humus. V proces spremembe rastlinskih ostankov v humus je vključenih še veliko število različnih živali, posebno vlogo imajo seveda mikroorganizmi. Teh je v tleh največ, so tudi najmanj znani in zaradi njih so tla eden največjih genskih rezervoarjev na svetu. Nastajanje tal je izjemno dolgotrajen proces ki poteka več tisoč let, lahko pa tudi več.

Poleg založenosti z rastlinskimi hranili je za uspevanje rastlin pomemben dostop do vode in zraka. Pa ne samo tega »od zgoraj« ampak tudi zraka v območju koreninskega sistema. Zelo redke so rastline, ki jim ustreza skrajno suho ali zelo namočeno mikro okolje koreninskega sistema. Večina rastlin za uspešno rast zahteva t.i. uravnotežen vodno zračni režim.

Uravnotežen vodno zračni režim zagotavljajo seveda tudi reliefne razmere. Uleknine v zemeljskem površju so pogosto zadržujejo vodo, izbokline so običajno bolj suhe. V nekih srednjih, povprečnih razmerah pa je ta seveda zagotovljen z dobrimi mehansko fizikalnimi lastnostmi tal. Tla so s tega vidika specifičen porozni sistem. Poroznost zagotavljajo t.i. strukturni agregati, skupki mineralnih delcev in humusa, ki nastajajo pod vplivom fizikalno kemičnih povezav kot so npr. koagulacija koloidov, van der Waalove sile, elektrostatične povezave, kationske povezave in drugo. Na povezave delujejo tudi preprostejši dejavniki kot so sluzi, poliuronidi/polisaharidi, huminske snovi ipd. ki delujejo kot lepila ali celo skupki ki nastanejo v prebavilih talnih živali. Strukturni agregati so zelo različnih oblik in velikosti ter seveda obstojnosti. Slednja dejavnika sta pomembna za oblikovanje in stabilnost poroznega sistema tal.

Pri zbijanju se zaradi pritiska koles, nog, vlečenih ali kotaljenih predmetov ter delovanja orodij pri obdelavi tal delci in strukturni agregati stisnejo in zamažejo, volumen por pa se zmanjša. Jakost in trajnost deformacije je odvisna velikosti in smeri obremenitve, lastnosti in vlažnosti tal. Lastnosti obremenitve značilno označuje velikost stične ploskve med bremenom in tlemi, smer delovanja sil ter število prehodov oziroma ponavljanja obremenitve. Lastnosti tal določa tekstura, struktura, delež organske snovi, volumska gostota. Dejansko to pomeni, da moramo za oceno ogroženosti tal zaradi zbijanja poznati tako lastnosti strojev oziroma naprav s katerimi delamo, tip in lastnosti tal, kot rabo tal (vrsto rastlin oziroma posevkov) in agrotehniko ter vse posebnosti tehnološkega postopka (Prus, 2007)

Preglednica 1: Posledice zbijanja tal zaradi obdelave in vožnje v tleh in na posevkih (Prus, 2007)

Vzrok zbitosti	Posledice	Znaki zbitosti v/na tleh	Posledice na posevkih
Gibanje strojev in vozil	Uničenje strukturnih agregatov v površinskem delu tal	Zastajanje vode na površini Nastajanje skorje	Pozen ali zmanjšan vznik rastlin iz semena
	Zmanjšanje poroznosti	Nižja temperatura tal	Neenakomerna višina posevka
	Nastanek zbitih plasti (pod obdelovalnim horizontom)	Počan površinski odtok Zmanjšano zadrževanje vode	Pomanjkanja hranil (predvsem N) Pojav suše
Obdelovanje tal	Zmanjšanje poroznosti	Povečani stroški opreme in goriva (večje vlečne sile) Povečana upornost prodiranja korenin Slaba zračnost tal Slaba odcednost	Plitev koreninski sistem Suša Pomanjkanje hranil Bolezni korenkega sistema Zmanjšan pridelek Zamuda v dozorevanju pridelkov

## 1.1 Ocene zbijanja tal na primeru možnega nadvišanja tal z izkopano zemljinov v Sečoveljski dolini

### 1.1.1 Ocena stanja tal

#### Hidravlična prevodnost

Zaradi težje teksture imajo tla majhno hidravlično prevodnost. Po podatkih študije Grčman in Prus (2013) je koeficient hidravlične prevodnosti od  $10^{-4}$  m/dan (neprepustno) do 4,8 m/dan (nizka prepustnost). Poleg teksture na hidravlično prevodnost vplivajo tudi vsebnosti organske snovi, deleža skeleta, strukturnost tal in zbitost tal. Poslabšanje omenjenih lastnosti lahko še poslabša hidravlično prevodnost tal.



Slika 1: Zastajanje padavinske vode v kolesnicah na desnem in levem bregu Drnice. Oboje posneto aprila 2013 po močnem in dolgotrajnem deževju (Grčman in Prus, 2013).

### 1.1.2 Gostota tal in občutljivost za zbijanje

Izmerjene volumske gostote tal v obeh primerih so značilne za obdelovalna tla in ne kažejo povečanja zaradi zbitosti. Le v spodnjih plasteh tal so najvišje vrednosti npr. 1,47 ali 1,48 g/cm<sup>3</sup> že zelo blizu najnižjim vrednostim izmerjenim za zbita tla (Chesworth, 2008). Na osnovi gostote in teksture je določen razred občutljivosti za zbijanje tal po Jones-u in Spoor-u (Jones, 2003; Spoor s sod, 2003). Glede na teksturo in gostoto so tla srednje občutljiva na zbijanje, vendar je ranljivost za zbijanje v mokrem stanju ekstremno visoka. Le v zelo suhem stanju so tla malo občutljiva za zbijanje.

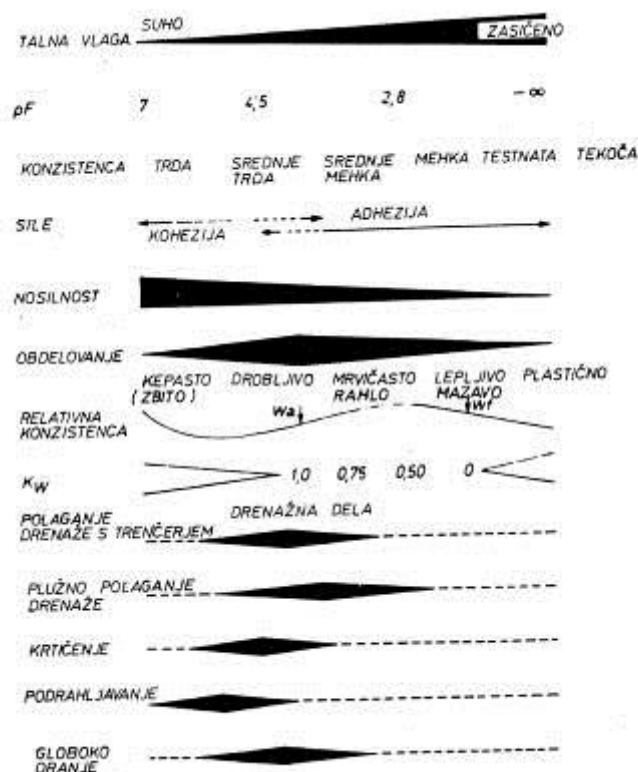
Preglednica 2: Volumske gostote talnih horizontov v profilih izkopanih na predlaganem območju nasipavanja. Podana je tudi občutljivost za zbijanje glede na teksturo in gostoto ter ranljivost za zbijanje glede na vlažnost tal.

Profil	Horizont	Globina [cm]	Gostota [g/cm <sup>3</sup> ]	Teksturni razred po Jones-u in Spoor-u	Občutljivost za zbijanje glede na teksturo in gostoto	Ranljivost za zbijanje glede na občutljivost in vlažnost za tla brez zaščite podtalja Mokra/vlažna/suha/zelo suha
1688	A	0 - 6	1,10	fina	srednja <sup>1</sup>	ekstremno/močno/srednje/mala
1688	P	6 - 23	1,31	fina	srednja <sup>1</sup>	ekstremno/močno/srednje/mala
1688	I(B)	23 - 50	1,39	fina	srednja <sup>1</sup>	ekstremno/močno/srednje/mala
1688	II(B)	50 - 80+	1,41	fina	srednja <sup>1</sup>	ekstremno/močno/srednje/mala
1689	A	0 - 8	1,23	srednje fina	srednja <sup>1</sup>	ekstremna/ekstremna/visoka/srednja
1689	P	8 - 42	1,43	srednje fina	visoka	ekstremno/močno/srednje/mala
1689	I(B)	42 - 65	1,48	srednje fina	srednja <sup>1</sup>	ekstremno/močno/srednje/mala
1689	II(Go)	65 - 80+	1,47	fina	srednja <sup>1</sup>	ekstremno/močno/srednje/mala
1690	A	0 - 8	1,25	fina	srednja <sup>1</sup>	ekstremno/močno/srednje/mala
1690	P	8 - 30	1,38	fina	srednja <sup>1</sup>	ekstremno/močno/srednje/mala
1690	I(B)	30 - 65	1,42	fina	srednja <sup>1</sup>	ekstremno/močno/srednje/mala
1690	II(Go)	0 - 6	1,44	fina	srednja <sup>1</sup>	ekstremno/močno/srednje/mala

<sup>1</sup> velja za recentna aluvialna tla oziroma Fluvisole.

## 1.2 Ranljivosti tal z vidika gradbenih del ob nadviševanju terena in tehnološki ukrepi za zmanjšanje negativnih vplivov gradbenih del pri nadvišanju

V primeru da bi taka tla želeli nadvišati kot začasno ali stalno deponijo zemljine ali zaradi povišanega vodostaja ob izgradnji akumulacijskih objektov je potrebno oceniti posledice na možno zbijanje tal. Tla izbranega območja so zaradi težke teksture z velikim deležem melja in glin izredno ranljiva na zbijanje zaradi uporabe težke mehanizacije, ki je ob premikih zemeljskih mas potrebna. Ranljivost tal je še posebej velika, če so tla ob izvajanju gradbenih del mokra. Negativni vplivi uporabe težke mehanizacije se lahko zmanjšajo, če se dela izvajajo, ko so tla suha. Slika 2 prikazuje lastnosti tal glede na vlažnost, ki so relevantne za uporabo strojev za nasipavanje, ali planiranje. Nasipavanje je primerljivo z izvajanjem drenažnih del z običajnimi gradbenimi stroji z ustrezno nizkim pritiskom na tla. Iz diagrama je razvidno, da je za to ustrezna vlaga  $pF$  4,5 in več, to je več, kot je vlaga pri točki venenja, torej zelo suha tla.



Slika 2: Lastnosti kohezivnosti tal v odvisnosti od talne vlažnosti glede na uporabo strojev (Matičič, 1984)

Navoz večjih plasti zemljine lahko stisne plasti avtohtonih tal, poveča zbitost tal in zmanjša mikrobiološko aktivnost tal. Raziskav, ki bi merile spremembe lastnosti tal med in po izvedenih delih (monitoring), je zelo malo, zato je težko z gotovostjo predvideti vpliv nadvišanja ali začasnega deponiranja zemljin na lastnosti tal. Ne glede na to, je evidentno, da je prvi ukrep za zmanjšanje negativnih vplivov gradbenih del na tla omejitev uporabe strojev pri delu na zemljišču glede na pritisk na tla, ki mora biti manjši od  $0,03\text{MPa}$  ( $<0,3\text{ kp/cm}^2$ ) (Matičič, 1984).

Glede na verjetnost nastajanja podobnih situacij oziroma zahtev za t.i. nadvišanje terena ali začasnih deponij ugotavljamo sledeče:

1. Dodan material ki je podobne sestave kot so avtohtona tla ne prispeva ničesar k izboljšanju oziroma spremembi talnih lastnosti.
2. Nadvišanje z nagibom bo, v primeru neustrezne izvedbe, stalen vir erozijskih procesov oziroma zasipavanja odvodnega sistema, saj je predvsem glede na teksturo (velik delež



- melja) taka zemljina močno erodibilna. Erozijske procese zaradi nagiba lahko omeji zatravitev oziroma ozelenitev zemljišča, kar pa pomeni omejitev pri rabi tal.
3. Izgubljeni bodo elementi hranil v zgornjih horizontih nadvišanih tal do globine poprečno 30 cm, razen če bi ta sloj odstranili, namestili zemljino za nadvišanje in jo prekrili z odstranjenim avtohtonim slojem, kar pa seveda poveča možnost zbijanja tal.
  4. Bolj kot na kemizem tal vpliva tak poseg na fizikalne lastnosti. Izjemno tveganje uničenja strukture in pojav zbitosti tal je povezano z uporabe mehanizacije za ravnanje terena in transportnih vozil. Razne manipulacije, kot so mešanje plasti, tako tveganje še dodatno izjemno povečajo. Glede na izkušnje pri izvajanju melioracij v sedemdesetih letih je absolutno potrebno vztrajati na uporabi strojev z manj kot 0,03 MPa pritiska na tla.
  5. V primeru izvedbe deponije rodovitnega in mineralnega dela zemljin je glede na izkušnje z zemeljskimi deli pri nadviševanju zemljišč nujna izdelava tehnološkega elaborata, v katerem bo izvedba deponiranja zemeljskih mas natančno opredeljena. S tem je mišljena organizacija gradbišča oz. deponije tako, da bo transportnih poti čim manj oziroma bodo razpored operativnih polj in posamezne trase transportnih poti izbrane smotrno in tako, da bo velika obremenitev s težko mehanizacijo, ki je za premike zemeljskih mas potrebna, kratkotrajna. V elaboratu mora biti natančno napisan postopek za zagotovitev suhih pogojev za izvedbo (npr. pokrivanje transportnih poti, med operativnimi polji, širina operativnih polj ustrezna mehanizaciji, ki jo bo izvajalec deponije uporabljal). Svetujemo tudi, da se vpelje monitoring sprememb lastnosti tal pred in po izvedbi del.
  6. Iz preglednice 2 je razvidno, da ko gre za zelo ranljiva tla za zbijanje in še zelo suho stanje teh tal zmanjša ranljivost na majhna stopnjo (not particularly vulnerable), pri čemer je priporočljivo dovoz zemljine po vzoru dobre prakse iz Združenega kraljestva izvajati z majhnimi vozili po položenih lesenih ploščah za porazdelitev obremenitve na večjo površino.
  7. Za določen tip prevoznega sredstva je potrebno izvesti statičen izračun pritiska na tla **glede na količino tovara in vlažnost podlage oz. tal**. Slednje je neizogibno potrebno upoštevati, ker zelo verjetno ne bi bilo mogoče izvajati celotnega postopka v idealno suhih razmerah.
  8. Nasipavanje oziroma deponiranje zemljine večinoma ne izboljša talnih lastnosti oziroma uporabnosti za kmetijske namene. Povezano je z veliko odgovornostjo za poslabšanje oziroma močno poslabšanje talnih lastnosti. Le striktno upoštevanje zgornjih navodil lahko vpliva na preprečitev stanja opustošenja tal oziroma zemljišča.

Potrebe po rodovitnih neonesnaženih tleh se v Sloveniji povečujejo (reševanje onesnaženih območij, nasipavanja, urejevanje zemljišč po zaključku gradbenih del, ...), zato zagovarjamo stališče, da je potrebno izkopano zemljino primerno hraniti na urejenih deponijah. Izkušnje kažejo, da se potrebe po neoporečni zemljini kažejo postopoma, zato je smiselno vzpostaviti urejene deponije, kjer se zemljine lahko hranijo na način, da se ne izgublja rodovitnost izkopane zemljine in da ni negativnih vplivov na okolje. V prihodnosti bodo tako urejene deponije zagotovo imele ekonomski potencial. Poudariti želim, da je potrebno za izkopan material, ki se uporablja za rekultivacijo kmetijskih in nekmetijskih površin pridobiti analize, ki jih zahteva Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. L. 34/2008 in 61/2011).

## 2. Slanost tal

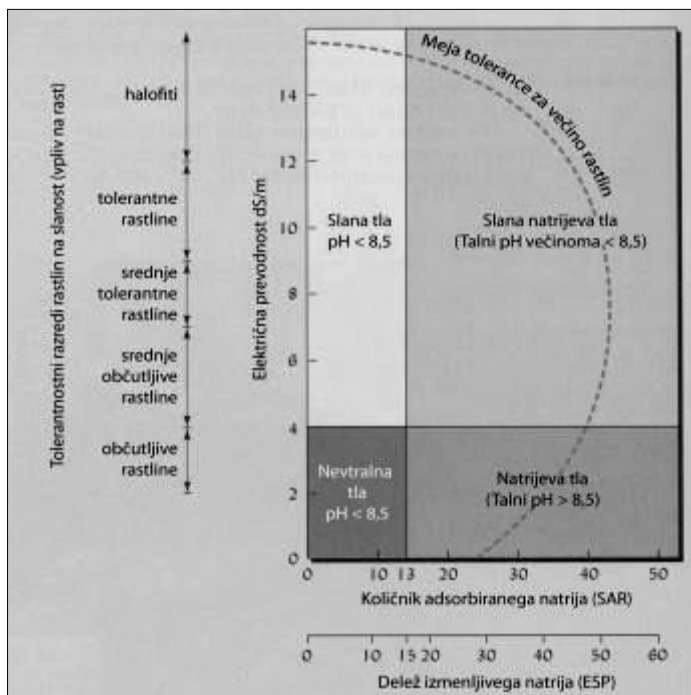
V zgoraj omenjenem primeru Sečoveljske doline smo se srečali tudi z vprašanjem o slanosti tal. Zanesljivo gre za območje v katerem obstoja v naših razmerah največja možnost da se slanost v tleh pojavi, zaradi bližine morske obale in eventualnih podzemnih povratnih tokov ob večjem plimovanju. Raziskava je potekala na vzorcih treh talnih profilov izkopanih na desnem bregu Drnice (slika 1).

## 2.1 Kriteriji slanosti tal

Slanost tal smo merili s tremi kriteriji: z vrednostjo električne prevodnosti nasičenih tal (vrednost  $EC_e$ ), z deležem Na na sorptivnem delu tal (vrednost ESP) in z razmerjem med Na ter Ca in Mg (vrednost SAR). Delež izmenljivega  $Na^+$  (en. ESP – exchangeable sodium percentage) nam pove, v kolikšni meri je sorptivni del tal zaseden z  $Na^+$  ioni. Pri vrednostih ESP med 10 in 15 pride do razpada glinenih koloidov in slabšanja strukture tal, predvsem v primeru reakcije z vodo za namakanje ali ob padavinah (Rowell, 1994). Količnik adsorbiranega natrija (en. SAR –sodium adsorption ratio) podaja razmerje med  $[Na^+]$  in  $[Ca^{2+}]$  ter  $[Mg^{2+}]$  na sorptivnem delu tal. Opredelitev slanosti tal glede na te kriterije je razložena v preglednici 3 in sliki 3.

Preglednica 3: Opredelitev slanih tal (Brady in Weil, 2002).

Vrsta slanih tal	Lastnosti
Slana tla	imajo $EC_e > 4dS/m$ , medtem ko je $ESP < 15$ (oziroma $SAR < 13$ ). Sorptivni del tal je večinoma zaseden s $Ca^{2+}$ in $Mg^{2+}$ , ne z natrijevimi ( $Na^+$ ) ioni. Reakcija takih tal (pH) je pod 8,5. Prisotnost omenjenih soli omogoča, da rast rastlin ni omejena zaradi razpada strukturnih agregatov in s tem zmanjšanja infiltracijske sposobnosti ter zračnosti tal. Na površini takih tal se ponavadi tvori kristalizirana bela skorja kot posledica evaporacije.
Slana natrijeva tla	imajo $EC_e > 4dS/m$ in hkrati velik delež delež $Na^+$ na izmenljivih mestih nosilcev sorpcije ( $ESP > 15$ oz. $SAR > 13$ ). Rast rastlin je v tem primeru že izpostavljena škodljivemu vplivu koncentracije soli in direktni toksičnosti natrija.
Natrijeva tla	so najbolj problematična vrsta slanih tal, rast rastlin je tu najbolj omejena prav zaradi direktne toksičnosti alkalno delujočih ionov $CO_3^-$ , $HCO_3^-$ in $Na^+$ . Izboljšanje takih tal je izjemno težko in dolgotrajno. Ta tip tal ima nizko vsebnost nevtralnno delujočih soli ( $EC_e < 4dS/m$ ), delež natrija na sorptivnem delu tal je relativno visok, ESP in SAR vrednosti so nad vrednostjo 15, oziroma 13. Tla imajo pH vsaj nad 8,5, pogosto je presežena vrednost 10 ali več.



Slika 3: Posamezne lastnosti vrst slanih tal v odnosu do glavnih opisanih parametrov ( $EC_e$ , ESP oz. SAR, pH). Navedeni parametri so v povezavi s toleranco rastlin na slanost tal. (Brady in Weil, 2002, str. 426).

## 2.2 Rezultati raziskav

Kot kažejo rezultati analiz (preglednica 3), se talni profili razlikujejo po vrednosti E<sub>Ce</sub>. V prvem profilu je E<sub>Ce</sub> v razponu od 1,43 do 3,77 dS/m; v drugem od 1,52 do 2,52 dS/m, v tretjem pa od 2,42 do 6,12 dS/m. Vrednosti so se ujemale tudi s slanostjo tal talne vode (voda na dnu profila). V primeru profila 1, je bila EC vode 2,8 dS/m, koncentracija Na 428 g/L. V Tretjem profilu je bila EC vode 4,6 dS/m; koncentracija Na 836 g/L. V drugem profilu ni bilo talne vode.

Vrednosti ESP v nobenem vzorcu ne presegajo vrednosti 15 % (so v razponu od 0,20 do 3,98 %) ter vrednosti SAR v nobenem vzorcu ne presegajo vrednosti 13 (so v razponu od 0,02 do 0,38). Vrednost pH v nobenem vzorcu tal ne presega vrednosti 8,5. Na osnovi tega ugotavljamo, da tla prvega in drugega profila lahko uvrstimo v normalna (normalno slana) tla, tla drugega profila pa v rahlo slana tla, vendar brez vidnih znakov zaslanjevanja, ki bi se kazala v kristalizirani soli na površini tal in v poslabšani strukturnosti tal. Dobra strukturnost tal je tudi posledica velikega deleža Ca v tleh, ki v tleh sodeluje pri tvorbi strukturnih agregatov preko koagulacije glinenih mineralov. Tretji profil, ki kaže največje vrednosti E<sub>Ce</sub> in deleža Na na sorptivnem delu tal, se nahaja v bližini na novo izkopanega/zgrajenega zajetja/vrtine za vodo.

Preglednica3: Parametri slanosti tal: električna prevodnost nasičenega vzorca (E<sub>Ce</sub>), deležem Na na sorptivnem delu tal (vrednost ESP) in razmerjem med Na ter Ca in Mg (vrednost SAR) v treh profilih po horizontih.

Oznaka vzorca	Globina zgoraj [cm]	Globina spodaj [cm]	E <sub>Ce</sub> [dS/m]	ESP [%]	SAR
O1/A	0	6	1,88	0,22	0,02
O1/P	6	23	1,43	0,20	0,02
O1/l	23	50	3,77	3,00	0,28
O1/l	50	80	2,52	1,93	0,18
O2	0	8	1,88	0,21	0,02
O2	8	42	2,52	1,68	0,15
O2	42	63	1,52	0,84	0,08
O2	63	90	1,97	1,08	0,10
O3	0	8	6,12	3,86	0,38
O3	8	30	4,22	3,53	0,34
O3	30	65	2,42	1,73	0,16
O3	65	90	4,22	3,98	0,38

Celotno preiskovano območje desnega brega Drnice (slika1) smo dodatno sondirali na 19 mestih in merili E<sub>Ce</sub> v treh slojih (preglednica 4). Kot kažejo rezultati analiz, so na globini 0-30 cm vrednosti od 0,9 do 1,53 dS/m, na globini 30-60 cm 1,08 do 2,88 dS/m. V tretji globini (več od 80 cm) pa od 1,08 do 11,78 dS/m. Visoke vrednosti E<sub>Ce</sub> smo pravzaprav izmerili le na lokaciji ene sonde, kar kaže, da se slanost pojavlja samo lokalno, predvsem v spodnji globini. Vrednosti E<sub>Ce</sub> po globinah in nadmorska višina vzorčnih mest so prikazane tudi na slikah v prilogi.

Zgoraj navedene vrednosti parametrov za sondi 2 in 3 v skrajnem severozahodnem delu območja lahko povežemo z vdiranjem plimnih tokov po odvodnem jarku, ki je v neposredni bližini. Parametrov v profilu 3, pa ne moremo primerno pojasniti, vendar rezultati sovpadajo z analizami vode iz vrtine/vodnjaka, ki se nahaja relativno blizu.

Preglednica 4: Izbrane vrednosti električne prevodnosti nasičenega vzorca tal (ECe) iz sond za tri vzorčene globine.

Št. sonde	X	Y	Nad. višina [m]	ECe (dS/m)		
				0 - 30 cm	30 - 60 cm	> 80 cm
S1	392516	37595	1,4	1,35	1,35	2,52
S2	392538	37651	1,2	1,43	2,88	11,78
S3	392697	37658	1,5	0,90	1,35	3,97
S4	392699	37603	1,5	1,35	1,27	1,27
Min				0,90	1,08	1,08
Max				1,53	2,88	11,78

Iz navedenega je razvidno da v naših razmerah ne obstajajo tla, ki bi jih lahko opredelili po relevantnih kriterijih kot slana tla.

### 3. Viri

Brady N.C., Wiel R.R. 2002. The Nature and Properties of Soil. 13th edition. Pearson Education Inc.: 960 str.

Bricman J. Mineralne lastnosti tal spodnjega dela doline Dragonje = mineralogical properties of soil in the lower part of Dragonja river valley : diplomsko delo. Ljubljana: [J. Bricman], 2014. 59 f., pril., ilustr. COBISS.SI-ID 1145438]

Chesworth W. (ed.) ...[et al.]. 2008. Encyclopedia of Soil Science. Springer Dordrecht, .... 902 str. [ISBN:978-1-4020-3994-2].

Grčman H., Prus T. Strokovno mnenje o lastnostih tal na območju južno od Sečovelj do struge Drnice. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 2013. 42 str., Ilustr. [COBISS.SI-ID 7852665]

Jones R.J.A., Spoor G., Thomasson A.J. Vulnerability of subsoils in Europe to compaction: a preliminary analysis. Soil&Tillage Research, 2003, let.73, str. 131-143.

Matičič B. (ur.) ...[et al.]. Izvajanje drenažnih sistemov. Ljubljana: VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za agronomijo, Katedra za melioracije in urejanje kmetijskega prostora, 1984. 358 str, ilustr.,

Prus T., Zupančič N., Grčman H. Soil of the lower valley of the Dragonja river (Slovenia). Acta agriculturae Slovenica, ISSN 1581-9175. [Tiskana izd.], 2015, let. 105, št. 1, str. 61-72, ilustr., doi: 0.14720/aas.2015.105.1.07. [COBISS.SI-ID 1198174], [SNIP]

Prus T. Zbijanje in zaslanjevanje tal v Sloveniji. V zbornik referatov konference: Strategija varovanja tal v Sloveniji, ur. Knapič M. Pedološko društvo Slovenije, Ministrstvo za okolje in prostor RS. Ljubljana 2007.

Rowell L. David. 1994. Soil science. Methods & Applications. Longman group UK Limited: 350 str.

Spoor G., Tijink F.G.J., Weiskopf P. Subsoil compaction: risk, avoidance, identification and alleviation. Soil&Tillage Research, 2003, let.73, str. 175-182.

## RAZDELITEV TAL GLEDE NA PREVLAJUJOČE MIKROBNE KULTURE

Luka Kompare  
Micronatura d.o.o.  
luka@micronatura.si

Matjaž Zupančič  
Maklen k.d.  
maklen\_zupancic@t-2.net

### Izvleček

Prevladujoče mikrobnne vrste v tleh določajo kakšni mikrobiološki procesi bodo v njih potekali. Če prevladujejo patogeni mikroorganizmi, bomo imeli pretežno gnitne procese razkroja organske mase, če pa prevladujejo koristni mikrobi, pa so procesi bolezensko supresivni, cimogeni, sintezni ali pa kompozitni. Kompozitna tla so sposobna z zelo malim vnosom organske mase ustvarjati dovolj presežkov hranil, da dosežemo in presegamo do sedaj mejne vrednosti genetskega potenciala rastlin in so trajnostna ter regenerativna.

**Ključne besede:** učinkoviti mikroorganizmi, EM, gnila tla, vitalna tla, cimogena tla, sintezna tla, kompozitna tla, fermentacija, sinteza, fotosintetske bakterije, mlečnokislinske bakterije, fiksacija dušika, fiksacija ogljika.

## 1. Uvod

Profesor hortikulture Dr. Teruo Higa in Dr. James F. Parr, specialist za mikrobiologijo tal, sta že s prvo knjigo **Koristni in učinkoviti Mikroorganizmi za trajnostno Kmetijstvo in okolje** (*Beneficial and Effective Microorganisms for Sustainable Agriculture and Environmental protection*), ki je izšla leta 1994 predstavila razdelitev tal glede na mikrobiološko strukturo (*talni mikrobiom*). Do takrat so bile pedološke klasifikacije znane samo na drugih osnovah, recimo kemičnih oziroma fizičnih in fizikalnih lastnostih tal. Eden od razlogov je bilo to, da do leta 1994 še nismo imeli orodij in tehnologij, ki bi bila sposobna, npr. s sekvencioniranjem genoma v mikrobem DNK analizirati mikrobiom tal. Danes je to z orodji metagenomike sicer že mogoče, a lahko dostopnih podatkov o tem je malo, v Sloveniji jih pa, pravzaprav, skorajda ni. Vsaj ne toliko, kolikor bi si jih želeli.

Higa in Parr sta prva ztrdila, da je kakovost tal določena s prevladujočo vrsto mikrobne flore v njih. Takrat nihče, razen nekaj strokovnjakov, povezanih z EM<sup>TM</sup>, v to ni verjelo. Nihče si ni mogel predstavljati, da bi bilo, s pomočjo v laboratoriju vzgojenih mikrobni kultur, mogoče vplivati na talni mikrobiom, saj je skupnost mikroorganizmov v tleh tako številna in vrstno neverjetno raznolika. Do tedaj je bilo opravljenih nekaj tovrstnih poskusov z vnosi enega ali dveh mikrobni sevov v tla, a vsi so se izjalovili, saj se dodani mikroorganizmi niso vključili v mikrobiom. Enostavno niso preživel! Zato je

bila skepsa v strokovnih krogih razumljiva. Kljub temu kmetje in nekateri strokovnjaki, ki so si upali sprejeti tak izziv, sčasoma dosegli želene rezultate. Izkušnje in znanje so se širili po vsem svetu in vse več rezultatov je bilo v okvirih, ki jih je dr. Higa omenjal v svoji knjigi. Danes pa je uporaba takih tehnologij razširjena na domala vse dejavnosti na planetu. Vse je tako ali drugače povezano z mikrobi, ki so motor življenja, saj reciklirajo skoraj vsa hranila: ogljik, dušik, žveplo, makrohranila in kovine. Interakcije med mikrobnimi vrstami pa določajo, kako učinkoviti bodo njihovi procesi: bodo za nas škodljivi ali koristni.

Dr. Higa je v knjigi tla razdelil na 5 skupin: naraščajoče od tal, v katerih dominirajo patogeni mikroorganizmi, do tal s prevlado koristnih mikroorganizmov. Ta razdelitev ni natančna mikrobiološka specifikacija talnega mikrobioma, temveč orodje, s katerim kmetje lažje določijo kakovost svojih tal in ukrepe za njihovo izboljšanje.

## 2. Gnitje, fermentacija, sinteza

Mikroorganizme v tleh lahko delimo na mikrobe razgradnje, dekompozicije – to so življenju nasprotni procesi in na mikrobe sinteze, ki življenje podpirajo in obnavljajo .

Razgradnja ali dekompozicija v naravi poteka večinoma anaerobno in deloma aerobno (samo okrog 10% mikrobnih vrst je aerobnih). Zato lahko govorimo o reduktivnih, oksidativnih in fermentativnih procesih. Reduktivni so procesi fermentacije hidrolizne poti (temna fermentacija, gnitje, popolna dekompozicija organske snovi), z izrazom koristna fermentacija pa pojmujemo fermentacijske procese glikolizne poti. V njih mikroorganizmi razgradijo samo molekule sladkorjev, sintetizirajo pa celo vrsto biološko aktivnih snovi: od aminokislin, vitaminov, rastnih hormonov, antioksidantov do ektoencimov. Nekateri vrste sinteznih mikroorganizmov pa so poleg tega sposobne vezati tudi dušik iz zraka za sintezo aminokislin, vitaminov, ipd., bodisi v nodule na koreninah metuljnic in nekaterih drugih rastlin kot simbiotski diazotrofi, ali pa kot svobodni diazotrofi neposredno v organsko maso (humus), ko jo razgrajujejo kot svoj poglavitni vir ogljika. Fotosintezne bakterije in enocelične alge pa ogljik iz zraka vežejo v procesih fotosinteze v sladkorje. Zato sintezni mikroorganizmi v okolju ustvarjajo pomembne presežke hranil in energije.

Fermentacija so metabolni procesi, kjer fakultativno anaerobni mikroorganizmi (kvasovke), presnavljajo kompleksne organske molekule (*ogljikove hidrate*) v enostavne organske spojine, ki so pogosto takoj dostopne rastlinam. Fermentacija ne potrebuje veliko energije v primerjavi z aerobnimi procesi razkroja organske snovi z istimi mikrobnimi skupinami. Aerobna razgradnja vodi v popolno oksidacijo, kjer se sprošča ogromno energije v obliki toplote, vodika, CO<sub>2</sub> in vode. Gnitje pa je proces, kjer obligatno anaerobni heterotrofni mikroorganizmi razgradijo npr. beljakovine anaerobno in povzročajo neprijetne vonjave zaradi reduktivnih metabolitov (amonijak, metan, fosfin, merkaptan, indol, žveplovodiki), ki so strupeni za rastline in živali.

Diagram 1. Termin sinteza se nanaša na mikrobno sintezo, torej mikrobe, ki so sposobni fiksirati N<sub>2</sub> oziroma CO<sub>2</sub> iz atmosfere in jih imenujemo sintezni mikroorganizmi. Če v tleh prevladujejo te vrste mikrobov, so taka tla sintezna.



Diagram 1.

Mikroorganizmi, ki so sposobni fiksirati dušik iz atmosfere, so po navadi autotrofni (*azotobacter*), simbiotski heterotrofni (*rizobium*) in fototrofne modro-zelene alge (*cianobakterije*), ki delujejo aerobno. Fotosintezni mikroorganizmi fiksirajo CO<sub>2</sub> kot rastline. So tudi zelo raznolike, od modro-zelenih alg in enoceličnih zelenih alg, ki imajo popolno fotosintezo v aerobnem, do fotosinteznih bakterij, ki imajo nepopolno v anerobnem okolju.

Procesi gnitja, fermentacije in sinteze v tleh potekajo spontano glede na prevladujoče mikrobnе združbe. Rast mikroorganizmov omogoča sposobnost vnosa pozitivnih ionov, pri razkroju pa se ti ioni sproščajo. Vodikovi ioni igrajo poglavitno vlogo pri teh procesih. Problem nastane, ko se vodikovi ioni ne vežejo s kisikom v vodo, ampak v metan, žveplovodike, amonijak, merkaptan... Te spojine so strupene in imajo slab vonj. Če so tla sposobna vezati vodikove ione med anaerobnim procesom in če so fotosintezne bakterije sposobne nastale strupene spojine spremeniti v koristno obliko, bomo za rezultat imeli zdrava rodna tla. Fotosinteza omogoča fotokatalitsko delitev H<sub>2</sub>O, kar prinese bogat vir kisika v tla in posredno koreninam. Ob prisotnosti fotosinteznih bakterij, ki so sposobne razgradnje recimo žveplovodikov v uporabno obliko, s tem omogočajo nemoten razkroj organske mase. Žveplovodiki namreč motijo mikroorganizme, ki so sposobni fiksirati dušik. Tako tudi ne pride do pomanjkanja kisika. Kadar je omogočeno sobivanje teh dveh skupin, se dušik iz atmosfere veže tudi v anaerobnih pogojih. Sintezna tla so torej kot primer kombinacija fotosinteznih bakterij in Azotobacterjev. Takrat je sposobnost vezave dušika še večja.

Najboljša kombinacija pa je, ko omogočimo, da so tla cimogena in sintezna. Takrat fermentacija dominira nad gnitjem in se nadgradi z sintezniimi sposobnostmi.

### 3. Klasifikacija tal glede na mikrobnu prevlado

Kot opisano v diagramu 1., je v diagramu 2. vidno prehajanje razkroja organske mase glede na prevlado mikrobne skupine in posledično procesa, ki jim sledi.

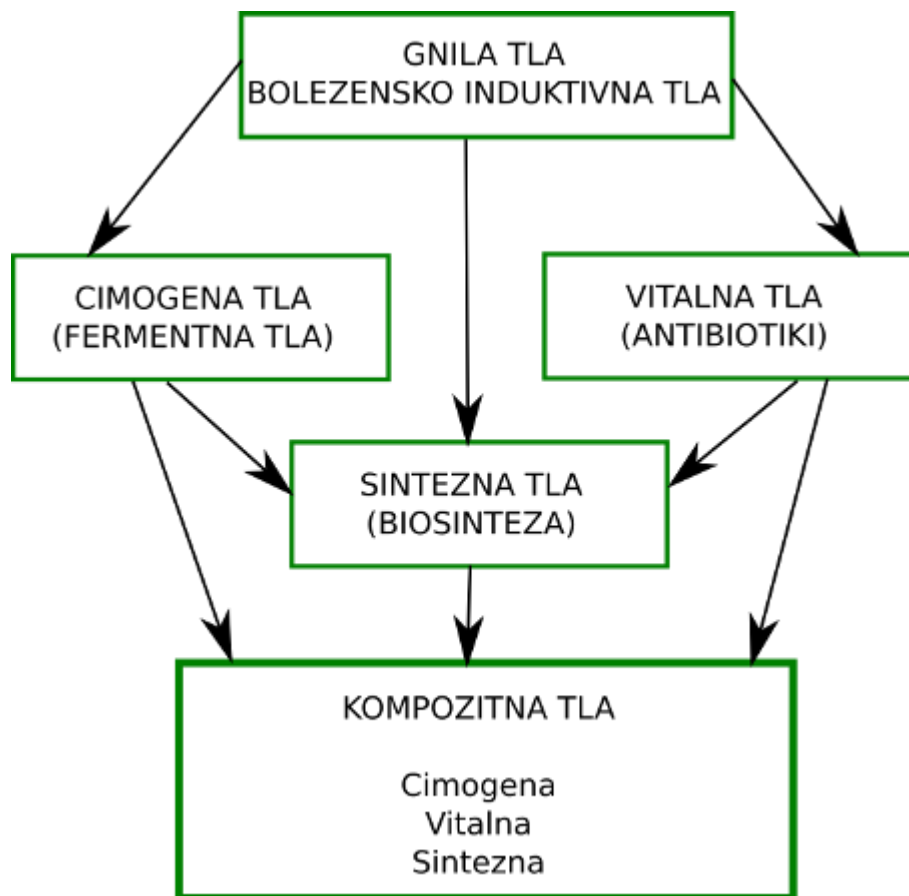


Diagram 2

#### 1. Gnila tla (bolezensko induktivna ali patogena tla)

To so tla, v katerih prevladujejo mikrobi, ki spodbujajo gnitje. Zelo pogosto so navzoči škodljivi mikroorganizmi in insekti. Prisotnost gnile organske mase to samo še spodbuja. V takem primeru je uporaba mineralnih gnojil, pesticidov in ostale agrokemije nepogrešljiva. Dr. Higa Pravi, da je na Japonskem okoli 95% tal takih. Taka tla od nas zahtevajo ekstremno skrb in veliko vložene energije.

#### 2. Vitalna tla (bolezensko supresivna tla)

To so tla, ki se nahajajo v gozdovih in vsebujejo actinomicete in trichoderme in v katerih predominirajo številne antibakterijske mikrobne združbe. Bolne rastline si bodo v takih tleh opomogle. To so tla, kakršna imajo ekološki kmetovalci po letih predanega prestrukturiranja in uporabe zrelega komposta. To so tla, kjer ni bolezni in škodljivcev. Tako prestrukturiranje zahteva veliko komposta in posledično dela, zato se tega marsikdo ne loti.

#### 3. Cimogena tla (fermentna tla)

To so tla, v katerih predominirajo mlečnokislinske bakterije in kvasovke. Taka tla spreminjajo vso organsko snov preko fermentacije v dostopno obliko. Tako se prisotnost insektov zmanjša in poveča pridelek. Vendar je takim tlem potrebno priskrbeti dovolj mineralov, vitaminov, sladkorjev itd. V naravi so taka tla prej kot ne izjema. Jih je pa možno ustvariti z velikimi količinami različnih fermentativnih mikroorganizmov.



**a) Sintezna tla**

V takih tleh ni škodljivcev in patogenih. Tla so sposobna ohranjati rodnost brez dodajanja organske snovi. V takih tleh sobivajo mikrobi, ki so sposobni sintetizirati, kot na primer fotosintezne bakterije in azotobakterije. Taka tla so redka, predvsem jih najdemo na nekaterih riževih poljih. Kvaliteta pridelka je kar visoka, a je le malo večji od povprečja.

**b) Kompozitna tla**

Kompozitna tla pa so produkt sinteznih in cimogenih. Njihova lastnost je sposobnost ob majhnih vnosih različnih organskih snovi zagotavljati visoko rodnost, optimalne biološke, fizikalne in kemijske lastnosti tal. Taka tla so regenerativna in potrebna je le minimalna obdelava in skrb.

EM<sup>TM</sup> omogoča, da se vsa prisotna organska snov pretvori v humus s pomočjo fermentacije in brez potreb po predhodnem kompostiranju. Na tak način izkoristimo skoraj ves hranilni potencial organske mase.

Cilj je, združitev cimogenih in sinteznih tal v kompozitna. To je sorazmerno lahko doseči z uporabo EM<sup>TM</sup> tehnologije. V kompozitnih tleh je moč doseči in preseči do sedaj mejne vrednosti v pridelavi hrane, eliminirati potrebe po mineralnih gnojilih in pesticidih ter omogočiti pridelavo brez oranja. Vse to v izjemno kratkih časovnih obdobjih, ampak le, če uporabljamo EM<sup>TM</sup> tako kot zrak in vodo.

Vprašanje, ki se nam ponuja kar samo ob EM<sup>TM</sup> Tehnologiji je, ali je možno na popolnoma naraven način pridelati enako količino hrane na enoto površine kot konvencionalno. Odgovor, je DA. Lahko in to ne enako, temveč več in boljše hrano, z več okusa in večjo antioksidantsko močjo (2, 3, 4). Razumevanje EM Tehnologije je precej enostavnejše, če se poglobimo na kvantni nivo (6).

EM<sup>TM</sup> je sposoben spreminjati negativno (škodljivo) energijo v dobro. Sposoben je spreminjati radioaktivno energijo v koristno (7), fotosinteza se poveča (5), saj listi, na katere je bil nanešen EM<sup>TM</sup> lahko uporabijo tudi infrardeči in ultravijolični svetlobni spekter. Konec koncev gre pri tem samo za izmenjavo elektronov. In kako to doseči? V bistvu oksidi izginejo, ioni, ki vežejo elektrone, so bolj usmerjeni, ter postanejo neionizirani. Skratka uporabljajmo EM dokler ne pridemo do stanja tal, ki sama dovajajo ogromne količine prostih elektronov, z drugimi besedami, čistih tal. Tlom, ki so pripravljena oddajati elektrone, ne glede ali nad površino ali pod, se bo s tem povečala rastlinam razpoložljiva energija. Povečala se bo količina dobrih bakterij in škodljivci ter bolezni bodo izginili.

Tla, ki imajo dovolj razpoložljivih mineralov, soli in organske mase, bodo ob prisotnosti EM<sup>TM</sup> pričela proizvajati encime, hormone, antioksidante, vitamine, aminokisliline, antibiotike. Taka tla bodo neionizirana in sposobna spreminjati negativno energijo v dobro. Tla bodo bolj rahla, zračna, imela bodo boljše zadrževanje vode in bodo polna življenja.

**4. Zaključek**

Tehnologije, ki so dolgoročno vzdržne in imajo regenerativni vpliv na okolje, bodo v prihodnosti edini rentabilni način kmetovanja. Kot kaže sedaj, se bosta zaradi EM<sup>TM</sup> Tehnologije in njej podobnih, ekološko kmetovanje in konvencionalno združila v eno, saj konvencionalno ne bo več rentabilno. Kakovost pridelkov pa neprimerljivo nižja. Potrebe po GSO organizmih pa ne bo več, saj je izkoriščanje genetskega potenciala rastlin brez GSO popolnoma dovolj za visok donos. GSO tehnologiji lahko pustimo čas, da jo dodobra preučimo, še posebej njen vpliv na ostale organizme. Ker pa v tržnem gospodarstvu kupec določa ponudbo, je neuporaba GSO toliko bolj verjetna. Potrebno bo le pravilno

izpostaviti prednosti, kar pa danes, v dobi informacijske tehnologije, niti ni več tak problem.

Nikakor pa ni nobenega razloga, da bi imele sonaravno vzgojene rastline nižjo kakovost in donos. Ni potrebe, oziroma ni opravičila, da bi bilo sonaravno pridelano sadje, zelenjava, poljščine in ostale rastline kakorkoli poškodovane zaradi bolezni ali škodljivcev preko praga škodljivosti. Tako pridelani proizvodi lahko prekašajo konvencionalno vzgojene po domala vseh kriterijih, njihova proizvodnja pa trajnostno ohranja našo biosfero.

## 5. Viri

Higa T., Parr, J. F., 1994 , Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment, International Nature Farming Research Center Atami, Japan 1994

Shikha Verma , Anamika Sharma, Raj Kumar, Charanjit Kaur, Anju Arora, Raghubir Shah, Lata Nain, 2014, Improvement of antioxidant and defense properties of Tomato (var. Pusa Rohini) by application of bioaugmented compost,

Z. F. Fawzy<sup>1</sup>, Abou El-magd M. M.<sup>1</sup>, Yunsheng Li<sup>2</sup>, Zhu Ouyang<sup>2</sup> & A. M. Hoda, 2012, Influence of Foliar Application by EM "Effective Microorganisms", Amino Acids and Yeast on Growth, Yield and Quality of Two Cultivars of Onion Plants under Newly Reclaimed Soil

Xiaohou Shao, Tingting Chang, Maomao Hou, Yalu Shao and Jingnan Chen, 2014, Application of Active EM-Calcium in Green Agricultural Production — Case Study in Tomato and Flue-cured Tobacco Production

Adam Okorski, Jacek Olszewski, Agnieszka Pszczółkowska, Tomasz Kulik, 2008, Effect Of Fungal Infection And The Application Of The Biological Agent Em-1tm On The Rate Of Photosynthesis And Transpiration In Pea (PISUM Sativum L.) Leaves

Detela A., 2014, Sintropija v Polifaznih Zibeljkah

EMRO [www.emrojapan.com](http://www.emrojapan.com), leaving a dream, message of Dr. Teruo Higa on 14. sept. 2015, Current Status of Radioactivity Measures Using EM in Fukushima

## POZNAVANJE IN PERSPEKTIVE GOJENJA EKTOMIKORIZNIH GLIV (GOMOLJIKE OZ. TARTUFI)

Dr. Tine Grebenc  
Gozdarski inštitut Slovenije  
tine.grebenc@gozdis.si

**Ključne besede:** ektomikoriza, gomoljike, gojenje, nasadi.

### 1. Izvleček

Glive so samostojno kraljestvo organizmov, s veliko pestrostjo organizacijskih in prehranskih oblik. Med ostalimi je vrstno bogata skupina mikoriznih gliv, torej gliv, ki živijo v sožitju z rastlinskimi partnerji. Izmed sedmih znanih oblik mikoriznih gliv, je širše najbolj znana skupina ektomikoriznih gliv, ki uspevajo (rastejo in tvorijo trosnjake) v sožitju z večletnimi, pretežno lesnatimi rastlinami (Kirk in sod. 2008). Sožiteljski odnos je za uspevanje obeh partnerjev obvezen, le redko pa tudi vrstno specifičen. Tako v ektomikorizo vstopa več kot 6000 različnih vrst gliv in le okoli 10% vseh družin rastlin. Številne ektomikorizne glive tvorijo makroskopske trosnjake, ki jih najdemo v naravi. Velik del samoniklih gliv pri nas najdemo v gozdovih, čemur je prilagojeno tako nabiranje kot zakonodaja (Ur. l. RS 57/1998).

V Sloveniji nabiramo in tržiimo okoli 20 vrst samoniklih gliv oziroma njihovih trosnjakov – gob in sicer: *Agaricus campestre*, *Albatrellus pes-capre*, *Armillaria mellea* s.l., *Boletus edulis*, *Boletus pinophilus*, *Cantharellus cibarius*, *Cantharellus tubaeformis*, *Clitocybe geotropa*, *Craterellus cornucopioides*, *Hydnum repandum*, *Hygrophorus marzeolus*, *Lactarius delisiosus* s.l., *Leccinum* spp., *Lyophyllum fumosum*, *Macrolepiota procera*, *Morchella esculenta*, *Russula* spp., *Suillus bovinus* in *Tricholoma portentosum* (ARSO 2015). Njihovo nabiranje ureja in omejuje Uredbe o zavarovanju samoniklih gliv (Ur. l. RS 57/1998) tako, da posameznik lahko nabere v enem dnevu največ dva kilograma gob, prodaja pa količino gob, ki jih lahko nabere sam ali skupaj s člani njegovega gospodinjstva. Dodatno lahko na trgu najdemo tudi več vrst gomoljik (*Tuber* spp.). Razen vrst iz rodov *Agaricus*, *Armillaria*, *Clitocybe*, *Lyophyllum* in *Macrolepiota*, so vse omenjene vrste ektomikorizne in za vse ektomikorizne vrste lahko uporabljamo podobne načine gojenja.

Za razliko od gojenja gniloživk, je gojenje mikoriznih vrst težavnejše, saj poteka izključno skupaj s partnerjem v sožitju. Gojenje je dolgotrajnejše, zahtevnejše glede zagotavljanja ustreznih pogojev za rast in vezano na poznavanje gojenja ne le glive, ampak tudi rastlinskega partnerja (drevesna ali grmovna vrsta). V zahodni Evropi in drugod po svetu že obstajajo ustaljeni sistemi proizvodnje mikoriziranih dreves, njihova sadnja in vzdrževanje nasadov (npr. za vrste gomoljik, sirovke, jesenski goban, krokodiljo kolobarnico, lupljivke), ki uspešno rodijo. Če lahko za vzgojo posameznih vrst gomoljik najdemo številne podatke in nasvete o pogojih gojenja, gospodarjenju ter vzdrževanju nasada, pa je za ostale rodove ektomikoriznih gliv tega znanja manj. V Sloveniji zaenkrat vse ektomikorizne glive naberejo na naravnih rastiščih, nasadov oziroma plantaž pa v večjem obsegu še nimamo za nobeno vrsto.

Med najbolj zaželenimi glivnimi vrstami za gojenje v izvengozdnih nasadih so nekatere vrste iz rodu gomoljik in sicer perigordska gomoljika (*Tuber melanosporum*) in poletna gomoljika (*T. aestivum*) gomoljika, v nekoliko manjšem obsegu pa tudi bela gomoljika (*T. magnatum*), grbičasta gomoljika (*T. borchii*) in zimska gomoljika (*T. brumale*) gomoljika). Predvsem perigordsko in poletno gomoljiko že uspešno gojimo v večini evropskih držav, kot tudi na drugih celinah (Hall et al. 2007; Grebenc 2011). Z gojenjem gomoljik so v širšem obsegu in na komercialni ravni začeli v 70-ih letih prejšnjega stoletja v Franciji, čeprav so načine mikorizacije sadik in ohranjanje gomoljik na rastišču poznali že stoletja (Chevalier in Frochot 2002). Danes so plantaže osnovane že v večini evropskih držav, pa tudi v Avstraliji, ZDA, Čilu in drugje (Hall in sod. 2003). Za uspešno gojenje gomoljik pa ni dovolj le sadnja okuženih dreves ampak tudi zagotavljanje ustreznih začetnih pogojev in vzdrževanje nasadov. Za uspešno gojenje gomoljik moramo zagotoviti več pogojev in sicer najmanj: specifične klimatske in talne razmere, tako za rast glive, kot za rast drevesnega partnerja v sožitju, zagotavljanje ustreznega vzdrževanja nasada in v prvi vrsti imeti uspešno mikorizirano rastlino.

Mikorizacija sadik drevesnih vrst z izbrano ektomikorizno glivo je rutinski postopek, ki ga izvajajo številne drevesnice v tujini. Postopek mikorizacije zagotavlja vzpostavitev delujoče in vitalne ektomikorize med izbrano vrsto gomoljike in drevesnim partnerjem, ter po sadnji sadike v nasad, uspešen prenos in preživetje obeh partnerjev v simbiozi na izbranem rastišču. V naravnem okolju je na koreninskem sistemu ene ektomikorizne rastline prisotnost več vrst gliv, pripadniki ene drevesne vrste tvorijo sožitje tudi z do 225 vrstami gliv (De Roman in sod. 2005). Taka pestrost v naravnih je v naravnih rastiščih seveda zaželena zaradi boljšega izkoriščanja v tleh razporejenih heterogenih virov hranil (Finlay, 2008). Pri gojenju samo ene ali nekaj izbranih vrst ektomikoriznih gliv pa je prisotnost neželenih vrst slabost, ki jo želimo v vseh stopnjah gojenja minimalizirati ali povsem izključiti.

Pri izboru površin za sadnjo se lahko odločimo za več možnosti, bodisi da izbiramo površine, ki so primernejše za uspevanje izbrane vrste gomoljike in so čim bolj podobne naravnim rastiščem (Tabela 1), ali pa rastišče, ne glede na izhodišče lastnosti, prilagajamo zahtevam izbrane kombinacije glivnega in rastlinskega partnerja. V izhodišču primerna rastišča seveda zahtevajo manjši začetni vložek, a jih težje najdemo. V praksi vsako površino, ki jo bomo namenili gojenju gomoljik, v manjši ali večji meri prilagajamo optimalnim razmeram. Nasadi namenjeni gojenju gliv so glede življenjske dobe vezani na življenjski cikel glive in njene potrebe po ustrezni razvojni fazi nasada za optimalno produkcijo. Produkcija se praviloma prične 5 do 10 let po vzpostavitvi nasada in lahko dosega zadovoljive prinose še vsaj nadaljnjih 20 let, svojo rodnost pa ob minimalnih posegih lahko ohranjajo tudi še dlje. Predvsem iz izkušenj v tujini, so se kot primerne za gojenje izkazale kmetijske površine, na katerih je praviloma enostavna strojna obdelava in kjer je zaradi predhodne dejavnosti zelo zmanjšano število morebitnih konkurenčnih ektomikoriznih gliv v tleh.

Tabela 1: Razpon naravnih pogojev na rastiščih v Sloveniji najbolj pogoste komercialne vrste gomoljik - *Tuber aestivum*.

	Kontinentalna in alpska rastišča	Submediteranska rastišča
<b>Ektomikorizne drevesne vrste na rastiščih</b>	<i>Quercus petrea</i> , <i>Q. robur</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Fagus sylvatica</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Betula pendula</i> , <i>Tilia</i> spp.	<i>Quercus pubescens</i> , <i>Ostrya carpinifolia</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Carpinus orientalis</i> , <i>Tilia</i> spp., <i>Pinus nigra</i>
<b>Nadmorska višina</b>	300-1100 (1500) m n.m.	0-350 m n.m.
<b>Povprečne letne padavine (vir: ARSO splet)</b>	1200-1800 (3000) mm	800-1500 mm
<b>Kamninska osnova</b>	Apnenci; karbon-permski apnenci, oolitni apnenec in	Flišni sedimenti, paleocenski in mezozojski sedimenti

	dolomit (trias, jura)	
<b>Najpogostejši tipi rastišč</b>	Odrasli, sklenjeni sestoji, gozdni robovi, pomladitvena jedra v sicer sklenjenih sestojih	Fragmenti gozda, panjevci, grmovja in grmovne ograje, zaraščajoči pašniki in ostale površine v zaraščanju z gozdom
<b>pH</b>	6,2-7,5	7,0-7,5

Optimalni parametri in njihov razpon za uspešno gojenje izhajajo iz predhodnih izkušenj znanih naravnih rastišč ter v manjši meri iz prvih večjih nasadov, večino znanja pa je generiranega na področju držav zahodnega Mediterana. Med bistveni parametri, ki vplivajo na uspešnost gojenja največkrat najdemo lastnosti tal (pH, struktura tal, vsebnost prostih kationov, tip tal), klimatske pogoje (padavine, temperatura) ter v manjši meri relief (inklinacija ,ekspozicija) (Chevalier in Frochot 2002).

Lastnosti tal prilagajamo predvsem glede na izbrano vrsto gomoljike, ki jo želimo gojiti. Največ podatkov je znanih za vrsti *Tuber melanosporum* in *Tuber aestivum*, za kateri se optimalne pH vrednosti gibljejo med 7,0 (Bencivenga in sod. 1988) in 8.3 (Chevalier in Frochot 2002) za *Tuber melanosporum*, ter med 6.6 (Gardin 2005) in 8.0 (Chevalier in Frochot 2002). Vrednosti pH naravnih rastišč vrste *Tuber aestivum* v več regijah Slovenije od omenjenih literaturnih podatkov lahko tudi odstopajo (Marjanović in sod. 2010). Podobno lahko najdemo podatke tudi za optimalno strukturo tal (Callot in sod. 1999) ter vsebnost prostega kalcija in magnezija (Chevalier in Frochot 2002).

Klimatske pogoje v nasadih težje nadziramo oziroma smo dosti bolj odvisni od lokacije nasada. V splošnem zahteva vrsta *Tuber melanosporum* manj padavin kot *T. aestivum*, hkrati pa je *T. aestivum* bolj tolerant na nizke temperature (Shamekh in sod. 2014). Poleg tega moramo poleg povprečnih vrednosti klimatskih parametrov nujno upoštevati lokalne (mikrorastiščne) posebnosti, ki lahko kljub izpovprečeno neustreznim pogojem zagotavljajo pogoje za uspevanje posamezne vrste. Kot primer lahko navedemo, da na Balkanskem polotoku vrsto *T. aestivum* brez težav najdemo tudi na nadmorskih višinah do 1500 m n. m. (Chavdarova in sod. 2011; Karadelev in sod. neobjavljeno). Poleg trenutnih klimatskih pogojev pa moramo gledati na predvidene klimatske pogoje v prihodnje, saj je življenjska doba nasada gomoljik lahko tudi več desetletij, kar pri relativno hitrih spremembah okolja lahko bistveno vpliva na uspešnost pridelave gomoljik čez dvajset ali več let (Grebenc in Kobler 2013).

Relief (inklinacijo ,ekspozicijo) predvsem poudarjajo številni gojitelji v praksi s področij, ki so glede na ostale pogoje manj primerne, in kjer ravno ekspozicija ali / in inklinacija zagotovite njihovo ustreznost, na primer zadostno osončenost ali odcednost. Z ustrežno organizacijo in pripravo plantaže, ter prilagojeno shemo sajenja lahko neustreznost reliefa v bistveni meri izničimo.

Trenutno globalno prevladuje trend predvsem vzpostavljanja nasadov gomoljik, pri čemer se večajo tako posajene površine, kot tudi območja, kjer sadijo nasade, tudi na območja, ki do sedaj niso veljala kot primerna za gojenje, na primer tla na vulkanskih območjih (Hall et al. 2007) ali borealna področja Evrope (Finska; Shamekh et al. 2014). To naj bo spodbuda vsem, ki bi si želeli poskusiti v gojenju gomoljik, zagotovo enega bolj multidisciplinarnih in dolgoročnih načinov pridelave dobrin.

## 2. Viri

ARSO (2015) Podatki o odkupu trosnjakov samoniklih vrst gliv v obdobju 1994-2014. Spletni vir: [http://www.arso.gov.si/narava/rastlinske%20vrste/trgovanje%20z%20glivami/Gobe\\_odkupi\\_1994\\_2013\\_ARSOcorr.pdf](http://www.arso.gov.si/narava/rastlinske%20vrste/trgovanje%20z%20glivami/Gobe_odkupi_1994_2013_ARSOcorr.pdf).

Bencivenga, M., Venanzi, G. (1988) Alcune osservazioni sull'accrescimento delle piante tarufigene in pieno campo. In: Bencivenga, M., Granetti, B. Atti del secondo congresso internazionale sul tartufo, Spoleto, 24-27 novembre 1988. Dip. de Biologia Vegetale, Universita degli studi di Perugia, Perugia, Italy.

Callot G., Byé P., Raymond M., Fernandez D., Pargney J.C., Parguey-Leduc A., Janex-Favre M.C., Mousa R., Pagès L. (1999) La truffe, la terre, la vie. INRA, Paris: 210 str.

Chevalier G., Frochot H. (2002) La Truffe de Bourgogne (*Tuber uncinatum* Chatin). Levallois-Perret Cedex, France, Editions Petrarque: 257 str

De Roman M, Claveria V, De Miguel AM (2005) A revision of the descriptions of ectomycorrhizas published since 1961. Mycological Research 109 (10): 1063-1104.

Finlay RD (2008) Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis with special emphasis on the functional diversity of interactions involving the extraradical mycelium. Journal of Experimental Botany 59: 1115–1126.

Gardin, L. (2005) I tartufi minori in Toscana. Gli ambienti di crescita dei tartufi marzuolo e scorzone. ARISA Regione Toscana, Italy

Grebenc T (2011) Truffles and an emerging trufficulture in Slovenia : 1st Biennale européenne de la truffe et de la trufficulture.

Grebenc T, Kobler A (2013) Truffles and their potential distribution under predicted climate change. V: Fungi and environmental change : programme & abstract booklet : Cardiff University Conference Centre, September 2013.

Hall IR, Brown GT, Zambonelli A. (2007) Taming the Truffle. The history, lore, and science of the ultimate mushroom. Oregon USA: Timber press.

Hall IR, Wang Y Amiccuci A (2003) Cultivation of edible ectomycorrhizal mushrooms. Trends in biotechnology 21(10): 433–438

Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA. (2008) Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 10<sup>th</sup> ed. Surrey, UK: CABI Publishing.

Marjanović Ž, Grebenc T, Marković M, Glišić A, Milenković M. (2010) Ecological specificities and molecular diversity of truffles (genus *Tuber*) originating from mid-west of the Balkan Peninsula. Sydowia 62 (1): 67–87

Shamekh S, Grebenc T, Leisola M, Turunen (2014) The cultivation of oak seedlings inoculated with *Tuber aestivum* Vittad. in the boreal region of Finland. Mycological Progress 13(2): 13, 373-380

Ur. l. RS 57/1998. Uredba o varstvu samoniklih gliv. Spletni vir: <https://www.uradni-list.si/1/content?id=7610>.



## ZDRAVJE LJUDI JE V TLEH

Majda Ortan

PH.AGROHOM, ing. Majda Ortan, s.p.  
ortan.m@gmail.com, tel. 070 820 279

### Izvleček

Celostno zdravje ljudi je neločljivo povezano z zdravjem Zemlje. Tla imajo pri tem prav posebno vlogo – so prevodniki življenjskih energij, del termoregulacijskega sistema Zemlje, dom mikroflore, hranilo rastlin, dom njihove fizične povezave z Zemljo, so organ Zemeljskega živega bitja, tla soustvarjajo rastline in rastline soustvarjajo tla. Enostranski, materialistični pristop razumevanja tal v povezavi z zdravjem ljudi ne more dati celostnega vpogleda v njihov pomen. To je mogoče ob upoštevanju celostnega pristopa, ki Zemljo obravnava kot živo bitje.

V tem kontekstu se je v praksi pridelave zdrave hrane kot uspešna izkazala uporaba proizvodov Cora agrohomoepathie, ki v praksi učinkovito nadomeščajo večino pesticidov in na osnovi celostnega pristopa krepijo ravnovesje rastlin in zemlje, krepijo njihove splošne in specifične odpornosti, krepijo njihovo lastno imunologijo ter odvrtačajo pretirano namnožene škodljivce. 61 proizvodov Cora agrohomoepathie ima potrdilo o skladnosti za uporabo v ekološki pridelavi, dež jih ne izpira in imajo dolgoročnejši učinek delovanja. Njihovo delovanje na energijskih principih vzpostavlja porušeno ravnovesje in prispeva k zdravju Zemlje, tal, vode, zraka, rastlin in posredno – prek okolja in hrane tudi k celostnemu zdravju ljudi.

**Ključne besede:** Zemlja – živo bitje, jin, jang, energije življenje, eterične sile, astralne sile, sile reda, Zavest, tla, voda, deževniki, mikroorganizmi, ravnovesje, celostna ekonomija ravnovesja, Cora agrohomoepathie.

## 1. Uvod

Zemlja je živo bitje, podobno človeku. Tako človek kot tudi Zemlja imata vsak svoj duhovni Jaz in vsak svojo energijsko strukturo. Na fizičnem nivoju imata oba trdno materialno telo. Če teh teles ne bi oživljalo in prežemalo subtilno energijsko tkivo, bi bilo tako telo mrtvo, kot so mrtvi mrličji – torej brez življenja.

Za energijski pretok energij pri človeku skrbijo sistemi čakre in meridianov. Enako je v organizmu Zemlje kjer zemeljske energijske čakre – energijski centri in sistemi energijskih pretokov pri Zemlji skrbijo za to, da je njeno planetarno telo na vseh ravneh prepojeno z življenjem. Človek je torej mikro-Kozmos v velikem, planetarnem telesu Zemlje. Na energijski ravni na okolje deluje s svojimi mislimi, občutki in z zvoki - torej z govornimi besedami in s petjem ter z dejanji. Na energijsko tkivo Zemlje vplivamo s tem, kar mislimo, kako se počutimo, kaj in kako komuniciramo. Če je vpliv pozitiven, harmoničen, zavestno soustvarjal in spodbuja življenjske procese, doživljata oba – človek in Zemlja notranjo obogatitev in srečo. V nasprotnem primeru pride do brezobzirnih posegov v Naravo, v tkivo krajine ali v duševni svet sočloveka, kar povzroča razdiralen, razkrojevalen vpliv na

življenjsko okolje in psihične rane, čustvene traume, vse to ima razdiralen vpliv na subtilno energijsko tkivo in vnaša vanj blokade. Najbolj razdiralni procesi v obeh primerih, najsi gre za planet Zemljo ali za človeka, koreninijo v pačenju in v zatiranju ženskega principa stvarstva (jin). Seveda je resnično tudi obratno – tudi planet Zemlja s svojim energijskim telesom, svojo Zavestjo in s spreminjanjem svoje zavesti, vpliva na subtilno energijsko tkivo ljudi in na zavest ljudi. Samoregulacijska inteligenca Gaje v sistemu Kozmosa se udejanja tukaj in zdaj. To je intenzivna transformacija, ki vzročno-povratno vpliva tudi na ljudi, na transformiranje njihove individualne in kolektivne zavesti. Vse teži k ponovni okrepitvi jin-a oz. k odpravi blokirane jina ter k sinhronemu sodelovanju in zlitju jina in janga. Svobodna volja (številni ljudje se trmasto oklepajo tega, kar so se naučili, upirajo se spremembam ter pretirano vztrajajo v izključni uporabi moške, racionalne energije) povzroča pritiske na individualni nivo zavesti ljudi. Trpljenje je v skrajni fazi tisto, ki v ljudeh odpre pot za spremembo. Ni treba posebej izpostavljati, da trpljenje v ljudeh v končnem smislu odpira sočutje, ki odpira zatirane, pohabljenе in zatrte centre jin energije, tudi na nivoju srčne čakre in s tem povezanega sočutja, občutenja, sprejemljivosti jina in janga za sodelovanje in vodi k njuni harmonizaciji ter zlitju. Na nivoju Zemlje se to dogaja z naravnimi pojavi, ki jih pogosto označujemo za katastrofe. Na nivoju krajine urbanih središč in gospodarstva, so številna mesta, dežele, področja, v različnih fazah razkroja in transformacije. To velja tlasi za področja kjer so z grobimi posegi gradbeništva in kmetijstva, zemeljske čakre jin energije potlačene, deformirane, prerezani so energijski pretoki (meridiani oz. energijske žile), njihove funkcije napajanja področij z energijami so blokirane. Tako lahko opazimo, da so v tako podobno slepo ulico zapeljana tudi področja ekonomije, ki imajo velik vpliv na Zemljo in na ljudi. Kmetijstvo je sigurno eno od takih področij. Pridelava hrane je v funkciji Stvarstva in v pomenu ravnovesja daleč kaj drugega, kot le jang princip in daleč več kot omejena enostranska matematika, ki v svoji bilanci upošteva omejene postavke in tako izkrivlja oz. množicam zastira vpogled v resnično ekonomiko ravnovesja.

Človekovo zdravje je povezano z rastlinami, ki so osnova njegove prehrane. Njihova tozadevna vloga je večplastna: podpirajo človekovolastno imunologijo, oskrbujejo ga s snovmi, oskrbujejo ga z energijsko oživiljenimi snovmi. Rastline koreninijo v prsti. Zdravje prsti (zemlje) in njeno ravnovesje je pomembno za zdravje rastlin. Le zdrave rastline so lahko zdrava hrana za ljudi in zdrava krma za živali.

Kje je torej v resnici doma preventiva za zdravje ljudi? Je njen dom v prsti, v zemlji? Je ta dom morda širši, je povezan z vsem Stvarstvom? Kako je preventiva povezana z našo zavestjo, z našim doumevanjem življenja in narave, naše hrane in nas samih?

Star rek pravi: "Kmet naj bo zdravnik, zdravnik naj bo učitelj, učitelj naj bo kmet!"

To, kar so za človeka prebavila, je za Gajo zemlja, prst in vse, kar je v tleh, po Naravnem redu. Tla so neskončno več kot »materialna podloga za rast rastlin«.

Danes pa je mnogo dejstev o energijah prsti, o izvoru in pomenu njene živosti, o pomenu pridelave pridelkov za hrano ljudi in krmo živali v skladu s Kozmičnimi ritmi, o pomenu ohranjanja naravnih pristopov, ki so iz energijskega vidika nujni saj omogočajo pretočnost zemeljskih energij, mnogim šolanim agronomov precej neznano področje ("terra incognita"). Kako naj torej pričakujemo, da bodo o tem poučeni zdravniki? Izhod iz zagate je možnost, da se o tem čimprej poučijo ljudje!

**Začnimo v svojem vrtu, zase!**



## 2. Pri Gajinih prsih – rodnost prsti, Energije Življenja in rast rastlin

Sedanja prst v Evropi je dobila svojo osnovno hrano iz ogromnega, milijardnega števila ton kamninskega prahu. Garaško delo so opravili ledeniki, ki so v obdobjih ledenih dob v Evropi iz kamnin namleli in prelagali ogromne količine kameninskega prahu. Po umiku ledenikov so se na takih tleh bohotno razrastli gozdovi. Odmrli rastlinski deli so preperevali v zemljo, ki je gostila rastline, in odmrle rastline so gostile njo. Pod zemljo se je in se vedno nahaja mineralna, kamninska osnova.

Za minerale je znano, da imajo kristalinično strukturo. Vsak kristal vibrira s svojo lastno frekvenco, torej ima tudi kristal svojo lastno energijo, pravzaprav energijo elementa ali elementarno energijo. Njihova statičnost, trdnost je torej le našim očem vidna forma. Minerali s sevanjem oddajajo sebi lastne energije in vase sprejemajo energije iz okolja.

Življenje v izvornih silah priteka iz Kozmosa, ne iz zemlje. Mineralni svet v zemeljski skorji ima sposobnost sprejemanja planetarnih sil Kozmosa. Ena vrsta takih sil /energij so eterične sile oz. energije življenja, ki sevajo iz zemlje v rastline, da rastejo navzgor. Različni minerali se na te energije odzivajo različno, glede na njihove lastne energijske frekvence. Različne rastline v svojem procesu življenja različno pritegnejo iz Kozmosa k sebi astralne sile oz. astralne energije. Vpliv astralnega na rastlino med drugim povzroči tvorbo eteričnih olj, grenil, saponinov in snovi, ki jih označujemo za rastlinske strupe. Rastline, ki imajo izrazitejšo sposobnost pritegovanja astralnih sil, poznamo kot zdravilne rastline. Prisotnost astralnega v rastlinah lahko ljudje zaznavamo s čutili kot njihov vonj in okus. Tretji pomemben energijski dejavnik so sile reda oz. energije reda. Sile reda v rastlini uravnovesijo sile življenja, ki vplivajo na rast. Z njihovim delovanjem je omogočeno, da so sile življenja v rastlinah tudi urejene, v ravnovesju, da je živo ustrezno strukturirano. Da sile reda v rastline lahko dotekajo, morajo biti zagotovljeni določeni pogoji v zemlji, iz katere rastline rastejo. Rastline vstopajo v odnose in procese z vsemi kraljestvi Narave, tudi do tistega, kar ima svojo duševnost. V njihovih celicah je inteligentno življenje, vase sprejemajo energijo Sonca, v njih nastajajo snovi, ki jih izmenjujejo, s svojimi koreninami odpirajo tla. Njihova živost je rezultat njihove inteligence ter součinkovanja, odnosov med Kozmosom in zemljo iz katere rastejo ter mineralnim pod to zemljo. Obarvanost rastlinskih delov in njihove oblike so posledica njihove sposobnosti pritegovanja sil planetov in njihovih vzajemnih odnosov. V zelenilu živijo kozmične sile Sonca, v rdečih cvetovih razpoznamo silo Marsa, v rumenih in belih sile Jupitra, v modrih sile Saturna.

V večini dosedanjih šolskih knjig iz katerih se v šolah učimo o rasti rastlin piše, da jemljejo rastline iz tal vodo in snovi. Podučijo nas še o pomenu svetlobe za fotosintezo. Ne pokrivajo vseh spoznanj o energijah, ki jo rastline jemljejo vase, ne o energijah, ki jih rastline oddajajo in prenašajo v obliki hrane na ljudi in na živali. Nedvomno pa je pri razmišljanju o kakovostni hrani, ki jo ljudem in živalim zagotavlja pridelava rastlin, primerno upoštevati spoznanja, da red krogotoka sil odloča o dejanski kvaliteti. To je zelo pomembno dejstvo, saj dejanska kvaliteta hrane signifikantno vpliva na kakovost življenja ljudi.

Prst je živ organizem Narave, ki gosti rastline, jih soustvarja in rastline soustvarjajo njo. V njej je nešteto drobnih bitij, ki soustvarjajo nastanek prsti. Najpomembnejši obdelovalec zemlje ni človek, ampak črv, deževnik! Deževnik ima v svojem prebavnem traktu ogromne količine mikroorganizmov, ki jih v zemljo vnaša s svojimi izločki. Pri svojem gibanju skozi prst nenehno izloča sluz. Ta sluz utrjuje njihove rove, ki so v zemlji zračniki in zadrževalci erozije. Na dan zmorejo deževniki predelati za lastno težo prsti! Izračunali so, da teža izločkov deževnikov vsako leto znaša 5% teže tal na globini oranja. Izločki deževnika vsebujejo petkrat več dušika, sedemkrat več fosforja, enajst krat več kalija ter tretjino več bakterij, kot prst iz zgornjega 15 cm sloja. Hrana deževnikov je odpadlo listje. Če ga iz površin odstranjujemo, jim jemljemo hrano. V treh mesecih so deževniki sposobni s površine

sadovnjaka za svojo prehrano porabiti tudi do 90% odpadlega listja. Iz preteklosti se lahko naučimo veliko. Tudi o tem, kako so živo zemljo razumele civilizacije pred nami. V času Egipta je Kleopatra z odlokom proglasila deževnike za svete živali. Strogo jih je prepovedala vznemirjati, jim kakorkoli škodovati ali jih odstranjevati.

Omogočimo torej, da nam deževniki, ti čudoviti pomočniki pomagajo tako, kot je to zamišljeno v Naravi in v Stvarstvu.

### 3. O zakonu minimuma...

Nemški kemik Justus von Liebig je živel v letih 1803-1873. Njegovo ime je dobro je poznano večini agronomov. Zapisal je tezo, ki je postala "pravilo", poznano kot Zakon minimuma. V njem pravi, da sta razvoj in rast rastlin odvisna od esencialne hranilne snovi, ki jo je v rastni podlagi rastline najmanj. Če tako npr. rastlini v določenih nespremenjenih pogojih okolja dodamo veliko dušika, fosforja in železa, hkrati pa premalo kalija, bo rast take rastline zaradi pomanjkanja kalija zatrta. Po Leibigovem pravilu, Zakonu minimuma, je potrebno kulturne rastline dognojiti s tistim snovnim elementom ali snovjo, ki je v tleh ni dovolj. To njegovo pravilo se nanaša tudi na živali oz. na tiste snovi, ki so nujne za rast organizmov. S tem je Justus von Liebig utemeljil umetno gnojenje v kmetijstvu, kot ga poznamo še danes.

Težava in zabloda tega Leibigova koncepta je miselnost, da je prst samo vezni člen med živim in neživim.

Bistvo življenja je živost, ki je ni mogoče razložiti le z razumevanjem tistega, kar je neživo. Snovi, o katerih govori Leibig v svojem omenjenem zakonu, so brez življenja. Prst kot taka je rezultat ter sinergija življenjskih procesov, prst ni proizvod mrtvih materialov! Živost prsti in življenje nasploh je potrebno spoznati in doumeti tudi v energiji, ne le v formi in kot sinergijski del ekosistema, kot sinergijski del celote Narave in Stvarstva.

### 4. Kako agrokemična sredstva učinkujejo na življenje v prsti?

Vrsta kemičnih snovi, ki jih v zemljo odlagamo kot umetna mineralna gnojila ali kot kemična sredstva za zdravljenje rastlin ter za uničevanje rastlinskih škodljivcev, je zelo pestra in dolga. Tako je tudi število raziskav, s katerimi je njihova raba utemeljena in uradno dovoljena. Vsak si lahko o tem ustvari svoje mnenje. Jaz o tem navajam objavljen zapis znanega slovenskega naravovarstvenika in samostojnega raziskovalca, Antona Komata, ki navaja: "260 ppm modre galice drastično zmanjša število deževnikov v prsti, katerokoli dušikovo kemično gnojilo, ki zakisluje tla, pa jih zdesetka. Deževnikom najbolj strupeni pa so fungicidi, kot so npr. captan, benomil, metiltiofanat in tiabendazol. Že količina 1,2 kg captana ali benomila na hektar pobije prav vse deževnike na tej površini. Količina, ki je predpisana z načinom uporabe, torej pomori dve toni deževnikov. Še usodnejši učinek pa doseže mešanica navedenih štirih strupov. Zaradi sinergičnega učinka je za popoln pomor deževnikov dovolj že 0,078 g mešanice štirih fungicidov na m<sup>2</sup> tal." (Vir: Anton Komat, Zaton Prometejeve dobe, letnik 2000)".

Podatke o aktualni uporabi omenjenih agrokemikalij so mi prverili še kolegi, agronomi: v Sloveniji je uporaba captana dovoljena, uporablja se v večjih količinah. Uporaba benomila v EU ni več dovoljena. Tiabendazol in metiltiofanat se v Sloveniji uporabljata v manjših količinah. Modra galica se seveda uporablja v vseh načinih rastlinske pridelave pridelkov, uporaba kemičnih dušikovih gnojil je v ekološki pridelavi prepovedana, v drugih vrstah pridelave pa zanjo obstajajo normativi. V vrtničarski pridelavi, se o uporabi agrokemikalij vsakdo prosto odloča na osnovi lastne presoje.

Z dolgotrajno uporabo agrokemičnih gnojil zemljo umetno mineraliziramo, odvzamemo ji njeno živost, onemogočimo njeno zračnost, spreminjamo izvirne vibracije v talni vodi, v mineralih in v zemlji in s tem povzročamo energijsko neravnovesje. Zemlji odvzamemo zmožnosti za energijsko pretočnost izvirnega jina in janga. Pridelamo mrtvo podlago in od nje zaman pričakujemo, da bo nahranila kulturne rastline tako, da nam bodo poplačale z obilnimi in zdravimi pridelki za našo prehrano, za naše življenjsko gorivo za naše zdravje in samorealizacijo.

Drugi pomemben vidik, ki ga povzročamo z vnašanjem agrokemikalij - o katerem pa ljudje večinoma ne vedo veliko, je spreminjanje vibracij mineralov, zemlje talne vode, posledično tudi rastlin. Kristalne strukture mineralov in voda se hitro navzamejo frekvenc iz okolja, s tem se spremenijo njihove izvirne vibracije. Spremenjene vibracije mineralov in vode imajo spremenjene sposobnosti sprejemanja izvornih energij Kozmosa. Uporaba agrokemije nedvomno spreminja tudi ta, energijski vidik in s tem gotovo ne prispeva k naravnemu ravnovesju med silami življenja, astralnimi silami in silami reda. Posledice so energijsko neravnovesje v rastlinah, energijsko neravnovesna hrana za ljudi in krma za živali.

Zdravje živali in ljudi je v svojem bistvu ravnovesje, ki je še kako odvisno od prehrane konzumentov. Ponovno premislimo: kam po boljše zdravje, kam po več zdravja, kam po boljše počutje, kam po več energije? Kot pravi star rek: "Kmet naj bo zdravnik, zdravnik naj bo učitelj, učitelj naj bo kmet!" **Začnimo v svojem vrtu, zase!**

## 5. Vodni eliksir življenja

Voda, bodisi kot talnica, izvirska voda ali nadzemni vodni vir, ima za pridelavo pridelkov za hrano ljudi in za krmo živali velik pomen. Da ga doumemo, je treba v vodi prepoznati več kot njeno kemijsko zgradbo in kemijsko sestavo v njej raztopljenih snovi. Energijski potencial vode - živost vode je tista, ki oživilja, podarja življenje. Voda s svojim energijskim podpisom vpliva na kakovost življenja, na zdravje prsti, rastlin, živali, ljudi in na življenje samo. Naravni vodni elementi krajine so izvori jina.

Znanstveniki opredeljujejo za živo vodo tisto, ki vsebuje aktivni vodik, močan antioksidant. Moč antioksidantov izražajo z oksidacijsko – redukcijskim potencialom, t.i. ORP. Bolj, ko je ORP vode negativen, več aktivnega vodika je v vodi in tem močnejši antioksidant je.

Agregatna stanja vode (prehajanje vode v različna agregatna stanja: trdno, tekoče, plinasto), način gibanja vode, njene akumulacijske in sevalne sposobnosti toplote in svetlobe, njene eterične in energijske lastnosti ter temperature vode, so odločilne za njene moči. Talenti vode so genialni, številni, raznoliki, tudi skrivnostni in bistveni za življenje. V zemlji se talnica iz globin dviguje do površja – brez črpalk, voda se v rastlinah dviguje brez črpalk – tudi v najvišjih drevesih. Način gibanja vode nosi v sebi odgovore na mnoge skrivnosti, resnice, odgovore na številna vprašanja. Ne le na vprašanja o zdravju prsti, zemlje, rastlin, živali, ljudi, o formativnih silah hranil, tudi na vprašanja o naravnih gonilnih silah, naravnih izvorih električne energije. Voda je v sodelovanju s Kozmičnimi silami, sposobna prenašati tudi stvari, ki so težje od nje. Tudi, če bi Arhimed ob tem dejstvu morda zardel, pa splavarji že od nekdaj uspešno spravljajo težke hlode po rekah ponoči, ob luninem svitu. Voda vase akumulira toploto in jo oddaja. Tudi ta njen talent omogoča življenje na zemlji.

Mirno se je možno strinjati z navedbo, da je voda kri Zemlje, pa tudi njeno mleko.

Genialni talenti vode se lahko izražajo v ravnovesju. Porušeno ravnovesje jih spreminja, oropa jih moči. Na gole zemeljske površine, ki so posledica oranja, gojenja monokultur, prekopavanja, industrializacije, vrtanja v zemljo, asfaltiranja in betoniranja površin, se voda ne zmore odzvati tako,

kot je to ustvarjeno v ravnovesnem sistemu Narave. Talnica se v takih površinah dviguje drugače, njeno gibanje je zaradi spremenjene temperature površine gole zemlje spremenjeno. Oropano je svoje naravne živosti. Česar nimamo, ne moremo dati. To velja tudi za vodo.

Termično ravnovesje v ravnovesnem sistemu narave je popolno. Pokrovne talne rastline na zemlji imajo v njem pomembno vlogo, saj vzdržujejo temperaturo tal na katerih rastejo. Vplivajo, da se iz zemelskih globlin na površino zemlje, v svojem spiralnem plesu, dviguje energijsko živa podtalnica. Umetno razgaljena tla, ta čudoviti, popolni termostat, spremenijo. Drugačna je temperatura tal, drugačno je izhlapevanje vode, drugačno je dihanje Zemlje, drugačno je vreme.

Voda ima spomin, sposobnost vsrkavanja in oddajanja vibracij. Zlahka sprejme energijske vibracije iz svojega okolja in jih oddaja. To je njen talent komuniciranja. Naša telesa vsebujejo cca 70 % vode, podobno je pri mnogih rastlinah. Rastline so si za razliko od drugih živih organizmov, sposobne same pripraviti hrano. Omogočajo življenje vseh drugih bitij, saj so vse druge oblike življenja posredno ali neposredno navezane na rastlinsko hrano. Kakšen pomen imajo torej v resnici vibracije vode v rastlinski pridelavi? Kakšna je energijska kakovost pridelane hrane v povezavi z energijsko živo vodo?

Energijska živost je duša vode in duša življenja. Ko iz vode ropamo živost, življenju jemljemo življenje. Zato prisluhnimo Naravi. Poglejmo, kako je na deviških travnikih, v neokrnjenih gozdovih. Opazujmo in posnemajmo.

**Začnimo v svojem vrtu, zase!**

## 6. Barvita iluzija iz supermarketa

Način življenja je tak, kot je. Takega smo si naredili. V tak način življenja dnevno pristajamo. Tak način življenja dnevno poustvarjamo. Podpiramo ga mi sami, prav z vsemi številnimi dnevnimi odločitvami, mislimi, besedami, občutki in in dejanji. Z vsemi našimi prehrabnenimi in nakupnimi navadami vred! To je nesporno dejstvo.

Barviti supermarketi pa le navidezno tešijo vse bolj lačne množice . Zdaj že slutimo, da glede hrane na njihovih policah ne najdemo tega, kar v bistvu v resnici potrebujemo.

Avtomatsko odzivanje, nakupovalna mrzlica, instant rešitve, instant hrana, instant okusi, instant barvila, instant dišave, več in hitro. Nenaravno! Pod pritiskom. Tekmovalno. Odtujeno. Prazno. Stresno. Sčasoma boleče. Bolno. Noro. Brezosebno. Industrializirano. BREZ ENERGIJE ŽIVLJENJA, KI PODPIRA ŽIVLJENJE! BREZ ENERGIJE ŽIVLJENJA, KI RAZVIJA ŽIVLJENJE! BREZ ENERGIJE ŽIVLJENJA, KI MNOŽI ŽIVLJENJE!

**Hrane, ki ljudi dejansko nahrani in ne le nasiti, ne delajo v tovarnah!**

Kmetija ni tovarna, kmetija je živ organizem! Kmetijska politika večine držav se je zapletla v zanke lastnih protislovij. Za varovanje okolja in ohranitev kmetijstva se po eni strani porabljajo visoke finančne subvencije. Hkrati je kmetijstvo vključeno v tržno gospodarstvo ter v vse močnejšo industrializacijo.

Nemška beseda "Landwirtschaft" slikovito opiše primarno in pravilno funkcijo kmeta. Pravi kmet je oskrbnik zemlje. Zemlje, ki gosti rastline. Današnji kmet pa je poslovnež, trgovec, vpet v kolesje tržne ekonomike. Vendar prava kmetijska pridelava poteka v ritmi narave in v sinergiji s Stvarstvom, ne po tekočem traku. Izboljševanje produktivnosti v tovarnah lahko dosegamo s tehnološkimi izboljšavami, z robotizacijo, s povečanjem števila zaposlenih, z optimiranjem procesov, z višanjem storilnosti itd. A

da žito rodi zrna za naš vsakdanji kruh, potrebuje danes prav toliko dni kot pred tisoč leti in čas brejosti živine je danes enak, kot je bil vedno v preteklosti. Industrijsko kmetijstvo je energetsko potratno in raziskave so pokazale, da je energetsko manj učinkovito od tradicionalnega kmetovanja. Razsipnost se npr. kaže tudi v tem, da se trši nesorazmerno velika količina energije energentov (nafte), za neprimerno manjše količine energije v hrani. Literatura navaja: "To razmerje je že leta 1969 doseglo za koruzo vrednost 12:1 in za krompir 17:1. Dolgoročno pa taka usmeritev deluje proti biološkemu interesu trajnega obstoja človeške vrste, ker je obnovljiv eksistenčni vir (hrana), usodno odvisen od neobnovljivih rudninskih virov (nafte)". (Vir: Anton Komat, Zaton Prometejeve dobe, letnik 2000).

Večja količina pridelane hrane ne more nadomestiti pomanjkanja, odsotnosti njene vitalne, esencialne kakovosti. Pridelava ustrezne hrane je nesporno temelj, ki je ljudem potreben pred proizvodnjo vseh drugih potrošnih dobrin. Današnje gospodarstvo lahko s proizvodnjo potrošniških dobrin zasiplje vse ljudi tega sveta. Hkrati številno prebivalstvo, ki je zasuto z materialnimi dobrinami, ogroža dejanska lakota.

Danes so večinoma vsi tudi siti ljudje lačni. To je dejstvo, ker uživajo hrano, ki jih je zmožna nasititi, ne pa tudi dejansko nahraniti. Ta lakota pravega goriva, ki v človeku zagotavlja esencialno življenjsko moč, je znana večini današnjih prebivalcev tega planeta. Te lakote ne poteši še več hrane, ne potešijo je vitaminski dodatki, niti prehranska dopolnila. To lakoto lahko poteši samo uživanje energijsko žive, energijsko ravnovesne, kakovostne hrane, ki vsebuje zadosti energijske esence Življenja.

Je krivo kmetijstvo, ali mi sami?

Velikokrat bomo slišali razlago, da je kriva kmetijska politika. Da so krivi kmetje. A je morda resnica drugačna. Je morda resnica, da smo za tako stanje odgovorni kar potrošniki?

Potrošniki večinoma raje kupujejo lepe pridelke, take, ki so privlačni za oči. Ravne kumare, po možnosti enako dolge. Bleščeče sadeže, po možnosti enako debele in barvite, brezhibnega izgleda, brez vsake pege. Češnje jeseni in pozimi. Paradižnik za novo leto.

Masanubo Fukuoka je v svoji knjigi *Revolucija ene slamice*, slikovito opisal vzroke, ki so japonske kmete motivirali za pridelavo mandarin v rastlinjakih. Zgodbo je možno aplicirati na katerikoli pridelek, mandarine so zgolj za primer. Torej, vrednote so tiste, ki narekujejo pridelavo hrane. Z enim stavkom: *dokler ne pride do zasuka vrednot*, po katerih je boljše tisto, kar je lepše, okusnejše in večje, *dotlej ne bo korenite rešitve problema*.

Kaj ljubimo, kaj cenimo, kako vrednotimo Sebe, kako opazimo, dojemamo Naravo, Zemljo, Stvarstvo? Kje je naša dejanska Zavest? Kdo smo?

## 7. Prava bilanca - celostna ekonomija ravnovesja

Agrokemičnim sredstvom je vrata na široko odprla tako imenovana "naftna pridelava". Enosmerni ukrepi v kmetijstvu so namenjeni povečanju hektarskih donosov, večji produktivnosti, boljši ekonomiki.

Seveda vsak gospodar premisli kaj se splača. Ljudje, ki odgovorno skrbijo zase počnejo stvari tako, da se splačajo. Zakaj bi bil kmet izjema? Zakaj bi bil izjema vrtičkar?

Kaj se torej splača v rastlinski pridelavi? Kako se splača pridelovati v rastlinski pridelavi? Katero vprašanje je pravo?

Navajeni smo popisati prihodke in stroške, jih sešteti ter izračunati razliko. Vsak ve, da se splača, kar prinaša dobiček. Vsak ve, da nižji stroški in višji prihodki, pomenijo višji dobiček.

Ampak, kaj uvrščamo med postavke bilanc, na osnovi katerih sprejemamo odločitve o tem, kaj se splača pridelovati in kako se splača pridelovati?

Resnični in dejanski poslovni izid pa je možno ovrednotiti, ko upoštevamo tako stroškovni del, kot tudi prihodkovni del take bilance – v vseh postavkah. Ko začnemo vrednotiti in upoštevati tudi to kar lahko imenujemo celostna ekonomija ravnovesja – ali po domače – srečno, uspešno, zdravo, zadovoljno, bogato življenje človeka, ljudi in Narave.

Poglejmo torej ponovno svoje bilance.

Smo prezrli dobiček za delo, ki ga v tleh brezplačno opravljajo deževniki? Smo ga nadomestili z umetnimi gnojili s stroški traktorskega oranja?

Smo med odhodke uvrstili pošteno ovrednoteno izgubo plodnosti zemlje – le s čim jo lahko nadomestimo?

Smo med odhodke uvrstili stroške zdravstva za zdravljenje mase ljudi, ki jim zdravje peša ker jim ni zagotovljena zdrava, energijsko živa hrana ter energijska podpora Zemlje, ki je na mnogih področjih blokirana z ukrepi, ki upoštevajo le materialni vidik? Odgovarja nam obubožan sistem zdravstva, vse več psihosomatskih obolenj, odvisnosti raznih vrst, pojavi bolezni sodobnega človeka kot so rak, številne alergije, številne avtoimunske bolezni. Kako ovrednotiti trpljenje zaradi bolezni?

Smo med odhodke vrstili čistilne naprave za vodo, ki jo vsakodnevno zalivamo s pesticidi, herbicidi, umetnimi gnojili? Kar zlijemo v zemljo dobimo vrnjeno na krožnikih in v kozarcih! Koliko je v evrih vredna razlika v ceni med živo vodo, ki je eliksir življenja in mrtvo vodo oropano njene esence življenja?

Koliko je v evrih vredno zapravljen priložnost življenja, ki se zaradi pomanjkanja pravega energijskega goriva in zaradi nevednosti, niso znala in zmogla samorealizirati v to, kar so želela biti in postati? Koliko takih življenj je zapravljenih?

In kam bi v to bilanco uvrstili vrednost kakovosti svojega življenja? Katere postavke bi uvrstili med prihodkovno stran in katere med odhodkovno, stroškovno stran? Kaj prinese izračun?

Gremo v svoj vrt, še kako se splača! Splača se, ko razumemo in upoštevamo, da je bistvena, ključna razlika v dodani vrednosti v odgovoru na vprašanje: "Kako je pridelana moja hrana?" Na kakšnih tleh raste?

## 8. Še o drugačnih pristopih v rastlinski pridelavi

Pred 100 leti je Rudolf Steiner utemeljil biodinamični koncept pridelave in s tem pridelovalcem začel odpirati oči še za druge, nematerialne vidike v pridelavi hrane. Težava današnje biodinamike je dejstvo, da je od takrat minilo 100 let. Pogoji na Zemlji so se v 100 letih zelo spremenili. Spremenilo se je razmerje med jinom in jangom – pomanjkanje izvorne esence jina se kaže na vseh ravneh. Spremenili so se svetlobni etri, ki dosegajo Zemljo. Porastlo je onesnaženje okolja, spremenila/poslabšala se je energijska pretočnost in sprejemljivost naravnih elementov/mineralov, zemlje, vode ter rastlin-za izvorne energijske etre. Svoje je naredila uporaba antibiotikov pri živalih in

še bi lahko naštevali. Zelo smiselno je torej vprašanje: Kako učinkoviti so lahko danes biodinamični pripravki po Steinerjevih recepturah. V njegovem času so bili zagotovo odlični, a dejstvo je, da je v današnjem času situacija bistveno drugačna.

Energijsko revitalizacijo zemlje in rastlin za pridelavo v sodobnem času omogočajo naravni, homeodinamični, energizirani agrohhomeopatski proizvodi Cora agrohhomeopathie, ki med drugim krepijo energijsko ravnovesje zemlje, rastlin, talnice. Njihova uporaba se je v praksi v pridelavi zdave hrane prikazala kot odlična in uspešna. Omenjeni proizvodi so že razširjeni tako pri vrtničkarjih, kot pri kmetih, tako v zelenjadarstvu, kot tudi v sadjarstvu, vinogradništvu in pri pridelavi poljščin. Proizvodi Cora agrohhomeopathie v praksi učinkovito nadomeščajo večino pesticidov in na osnovi celostnega pristopa krepijo ravnovesje rastlin in zemlje, krepijo njihove splošne in specifične odpornosti, krepijo njihovo lastno imunologijo ter odvrčajo pretirano namnožene škodljivce. Zanimivo je, da jih uporabljajo v vseh načinih pridelave – torej ne le ekološki, ampak tudi integrirani in konvencionalni pridelovalci. 61 proizvodov Cora agrohhomeopathie ima potrdilo o skladnosti za uporabo v ekološki pridelavi, dež jih ne izpira in imajo dolgoročnejši učinek delovanja. Njihovo delovanje na energijskih principih vzpostavlja porušeno ravnovesje in prispeva k zdravju Zemlje, tal, vode, zraka, rastlin in posrednoprek okolja in hrane, tudi k celostnemu zdravju ljudi. Več o njih izveste na spletni strani [www.cora-agrohhomeopathie.com](http://www.cora-agrohhomeopathie.com). Pišete lahko na mail [coraagro@gmail.com](mailto:coraagro@gmail.com) ali pokličete na telefonsko številko 070 820 27. Vsi proizvodi Cora agrohhomeopathie so rezultat mojega lastnega razvoja, v moji lasti je tudi posel Cora agrohhomeopathie, ki ga vodim v vseh ključnih funkcijah.

## 9. Kje lahko izveste več

Nekaj več splošnih iztočnic za dojetanje obsega tematike – za premislek in občutek:

- **v novi knjigi:** Majda Ortan, Miša Pušenjak: **Simfonija ravnovesja**-razkritje zelene skrivnosti (naročila na [coraagro@gmail.com](mailto:coraagro@gmail.com) ali na telefonski številki 070 820 279).
- **vedenja, praktične pristope, orodja in znanje širim v sklopu novega izobraževalnega programa Celostno ravnovesje – vir Moči, ki je namenjen bodočim Ambasadorjem celostnega zdravja Zemlje in Ljudi.** Gre za triletni program. Vsako leto se odvija trimesečni program seminarjev / delavnic in sicer trije izobraževalni dnevi v mesecu za skupinsko delo “v živo”. Program zajema gradivo in on-line delavnice. Začnemo še letos. Investicija za udeleženca: 4200 € + DDV na leto.

Informacije na spletni strani [www.cora-agrohhomeopathie.com](http://www.cora-agrohhomeopathie.com) in spletnem naslovu [ortan.m@gmail.com](mailto:ortan.m@gmail.com) ter po tel. 070 820 279.

## 10. Viri

Ortan, Majda in Pušenjak, Miša. 2015. Simfonija ravnovesja-razkritje zelene skrivnosti, Prevalje: samozal. M. Ortan. ISBN 978-961-283-307-7.

Komat, Anton. 2000. Časopis za kritiko znanosti, domišljijo in novo antropologijo: Zaton Prometejeve dobe. ISSN 0351-4285. Oikos, ISSN 1580-481X ; Let. 28, št. 1.

Pogačnik, Marko. 1993. Ko se Boginja vrne. Ljubljana: Iskanja. ISBN 961-6058-02-9.

# POMEN PRIDELOVANJA STROČNIC V KOLOBARJU NA STRUKTURO TAL IN ŽIVLJENJE V ZEMLJI

Miša Pušenjak  
Kmetijsko gozdarski zavod Maribor  
misa.pusenjak@kmetijski-zavod.si

## Izveček

Zemlja je naše osnovno orodje, z njo pa pogosto ravnamo povsem drugače. Tudi pridelava stročnic je eden izmed načinov izboljšave in ohranjanja dobrega stanja zemljišč. Že stoletja so se kmetje zavedali velikega pomena metuljnic, med katere uvrščamo tudi stročnice, v kolobarju. Na koreninah metuljnic in seveda tudi stročnic živijo nitrifikacijske bakterije. Šele ko se naselijo na koreninah svoje metuljnice, so sposobne dušik iz zraka vezati v rastlini dostopno obliko. S tem dušikom se hranijo najprej gostiteljice, nekaj pa ga za njimi vedno ostane v tleh tudi za sosednje ali naslednje rastline. Za varovanje in ohranjanje rodovitnih tal, predvsem dobre strukture tal pa imajo stročnice še eno pomembno lastnost. Imajo globoke in močne korenine. S temi koreninami razrahljajo zbito zemljo in popravljajo strukturo tal, ki jo ponavadi porušimo mi z napačnim ravnanjem, tlačenjem, delovnimi stroji, obdelavo in podobno.

**Ključne besede:** zemlja, struktura zemlje, stročnice, korenine, nitrifikacijske bakterije, fižol, grah, leča, bob, čičerika, dolga vigna.

## 1. Uvod

Že stoletja so se kmetje zavedali velikega pomena metuljnic, med katere uvrščamo tudi stročnice, v kolobarju. Tako kot nekoč, velja še vedno tudi danes, da bi bilo idealno, da bi bilo v kolobarju v pridelavi zelenjave vsaj 25% stročnic oz. metuljnic.

## 2. Zakaj so stročnice koristne

Na koreninah metuljnic in seveda tudi stročnic živijo nitrifikacijske bakterije. Šele ko se naselijo na koreninah svoje metuljnice, so sposobne dušik iz zraka vezati v rastlini dostopno obliko. S tem dušikom se hranijo najprej gostiteljice, nekaj pa ga za njimi vedno ostane v tleh tudi za sosednje ali naslednje rastline.

Že nekaj časa vemo, da lahko topni, mineralni dušik negativno vpliva na živi svet v tleh, posledično pa tudi na strukturo zemlje. V ekološki pridelavi ni dovoljeno uporabljati mineralnega, lahko topnega dušika, priporočljivo pa je znižati njegovo uporabo tudi v ostalih načinih pridelave zelenjave. V večini organskih gnojil pa so hranila v takem razmerju, da z njimi ne moremo zagotoviti dovolj dušika večjim potrošnicam, kot so kapusnice, krompir, bučnice, sladka koruza, blitva in še nekatere druge zelenjadnice ne da bi pri tem preveč gnojili z fosforjem, pa tudi kalijem. Da se ne bi v zemlji, kjer se prideluje zelenjava kopičil fosfor, moramo torej organska gnojila uporabljati v manjših količinah, kot



potrebujejo dušika. V povprečju velja, da je 25 t/ha hlevskega gnoja povsem zadosti, da se v tleh ne prične kopičiti fosfor in/ali kalij. V tem primeru pa bo dušika premalo. Če pa je na njivi pred temi večjimi potrošniki rasla katera izmed metuljnic ali pa gojimo na primer nizek stročji fižol v kombinaciji z zeljem ali ostalimi kapusnicami ali pa visok stročji fižol skupaj z koruzo, potem je situacija povsem zadovoljiva. Zanimivo je tudi, da je bilo v poskusih opažen tudi manjši napad škodljivcev na zelju v primeru, ko je le to raslo skupaj z nizkim fižolom.

Za varovanje in ohranjanje rodovitnih tal, predvsem dobre strukture tal pa imajo stročnice še eno pomembno lastnost. Imajo globoke in močne korenine. S temi koreninami razrahljajo zbita zemljo in popravljajo strukturo tal, ki jo ponavadi porušimo mi z napačnim ravnanjem, tlačenjem, delovnimi stroji, obdelavo in podobno.

### 3. Tudi stročnice so metuljnice

Nekateri imajo premajhne površine, da bi lahko celo leto na njivi imeli posejano deteljo, inkarnatko ali lucerno, saj je pridelava zelenjave zelo intenzivna panoga. V tem primeru je nujno, da imamo v kolobarju pridelavo stročnic. Res je, da je njihova korist nekoliko nižja, kakor korist detelje, ki celo leto raste na isti površini, a je vseeno opazen.

#### Katere rastline so stročnice?

Stročnice lahko delimo na tri skupine. Najprej imamo tiste, ki jih lahko sejemo v zelo hladno zemljo in uspešno kalijo že takrat, ko ima zemlja 3 °C in več. To sta grah in bob. Nizek fižol potrebuje za uspešno kalitev vsaj vsaj 10 °C. Vendar je pri tako nizki temperaturi tal vznik počasen, traja več dni, posledično so lahko velike težave tako z divjadjo, kakor s škodljivci in glivičnimi okužbami. Na setev visokega fižola pa vpliva še podatek, da je začetek cvetenja skoraj vseh domačih, slovenskih sort odvisen tudi od dolžine dneva. Dokler se dan ne skrajša pod 14 ur, ne prične nastavljanje cvetov. Če je sejan prezgodaj, se rastlina izčrpa z nastavljanjem listov in vitic, pridelek pa ni veliko zgodnejši. Zato se visok fižol seje šele po prvem maju, zgodnje sorte za stročje pa se sejejo vse do konca junija. Turški ali laški fižol je sorodnik navadnega fižola, ki ima predvsem izredno lepe cvetove, sejemo ga in z njim ravnamo pa povsem enako kakor z navadnim visokim fižolom.

Kljub temu, da se fižol seje v deloma ogreto zemljo, pa so grah, bob in tudi fižol še vedno stročnice hladnejšega dneva. V primeru visokih temperatur v času cvetenja, ni oplodnje, zato pridelka ni. Grah in bob že zaradi zelo zgodnje setve navadno uideta poletni vročini, pri fižolu pa je lahko včasih vročina velika težava. V zadnjih letih smo se kar nekajkrat soočili s tem, da je pridelek visokega fižola izpadel. Zato bodo v prihodnje verjetno še večjo vlogo v kolobarju dobile nove, toploljubne stročnice, ki jih lahko gojimo tudi v vročem delu poletja. To sta leča in čičerika, polvisoka stročnica dolga vigna in visok limski fižol. Sejati jih je potrebno v dobro ogreto zemljo, ko ima le ta vsaj 15 °C. Običajno je to nekje v drugem tednu maja. Na dobrodošel vpliv nitrifikacijskih bakterij pri teh novejših stročnicah ne gre še računati, saj jih v naših zemljiščih še ni, prav tako pa zelo ugodno vplivajo na strukturo zemlje in povečanje humusa v njej.

### 4. Uporaba domačega semena

V zadnjih letih se veliko govori tudi o pridelavi lastnega, domačega semena. Stročnice so vzoren primer, da je to pri nas mogoče. Na kmetijah je še zelo veliko domačega semena predvsem fižola, pa tudi boba, graha, najde pa se tudi soja. Prav gotovo se najbolj pogosto pri nas pobira seme visokega fižola. Tukaj se dela kar nekaj napak.

Običajno ne gojimo samo ene sorte fižola, večino jih ima navado, da sejejo več različnih tipov ali sort fižola. Zelo pomembno je, da sort pri sajenju ne pomešamo. Vsaka sorta naj ima svojo oporo (kol ali vrvico) pa tudi na njivi (koruzi) ali gredi naj bo posajena skupaj. Tudi laškega ali turškega fižola (*Phaseolus coccineus* L.) ne sadimo zraven ostalih fižolov. Če ga želimo imeti, ga sadimo na konec žičnice ali grede, po možnosti celo ločena od navadnega fižola, saj gre za tujeprašno stročnico, ki se lahko križa tudi z navadnim fižolom. Raje ne pobiramo semena z rastlin, ki rastejo ob drugi sorti, zato sadimo posamezne sorte skupaj.

Za pobiranje semena odberemo najbolj zgodnje stroke, ne tiste najpoznejše. Poleg tega naj bodo ti stroki najdaljši, z največ semena in brez manjkajočih zrn. To je zelo pomembno. Prvi stroki so običajno najbolj zdravi, kljub vsemu pa jih odberemo več, kot jih bomo potrebovali, da lahko kasneje obolele stroke izločimo.

Na koncu pa za seme poberejo res samo zdrave stroke, brez lis in peg. Mnogi menijo, da je dovolj, če izločijo samo obolele semenke iz stroka, pa ni. Na fižolih se je v zadnjih desetletjih pri nas razmnožilo veliko bakterijskih in virusnih obolenj. Vsa se prenašajo s semenom naprej. Zato je potrebno izbirati samo povsem zdrave stroke.

Seme najprej izluščimo iz strokov, dobro posušimo, nato pa damo za nekaj dni v zamrzovalno skrinjo. Tako uničimo še ličinke fižolarja, ki nam preluknja zrna pozimi, v skladišču. Po zmrzovanju seme še enkrat posušimo, nato pa shranimo, tako kot vsako drugo seme. Priporočam vam, da posamezne vrste fižola hranite ločeno, ne skupaj, tako jih boste spomladi tudi lažje sejali skupaj. Pred sajenjem seme najprej še za teden ali dva zamrznemo, da uničimo še zimsko generacijo fižolarja.

Zemlja je naše osnovno orodje, z njo pa pogosto ravnamo povsem drugače. Tudi pridelava stročnic je eden izmed načinov izboljšave in ohranjanja dobrega stanja zemljišč. Zanje je naše podnebje ugodno, seveda pa je potrebno upoštevati njihove zahteve. Ker je tudi povpraševanje po njih vedno večje, so tudi tržna niša za manjše kmetije.

## 5. Viri

Bajec V. 1988. Vrtnarjenje pod folijo in steklom. Ljubljana. Ljubljana: ČZP Kmečki glas. SI-ID 23199745.

Černe M. 1997. Stročnice, Ljubljana. Ljubljana: Kmečki glas, 1997. ISBN 961-203-109-6.

Pušenjak M. in Rode J. 2006. Zelenjadnice z domačega vrta: značilnosti, gojenje, datumi setve, spravilo in skladiščenje. Maribor: ČZP Večer d.d. Posebna številka revije Naš dom, ISSN 0547-3039.

Riotte L. 1975. Carrots love tomatoes: secrets of companion planting for succesful gardening, Storey Books North Adams, Massachusetts, 208 str.

Vardjan V. 1984. Vrtno zelenjadarstvo. 3. Dop. izdaja. Ljubljana. Ljubljana: ČZP Kmečki glas. SI-ID 4097849.

## VRNIMO ŽIVLJENJE ZEMLJI

Dr. Tanja Bagar  
Javno podjetje Center za ravnanje z odpadki Puconci d.o.o.  
Ograček d.o.o.  
tanja.bagar@cerop.si

Lara Resman  
Javno podjetje Center za ravnanje z odpadki Puconci d.o.o.  
Ograček d.o.o.  
lara.cerop@gmail.com

### Izvleček

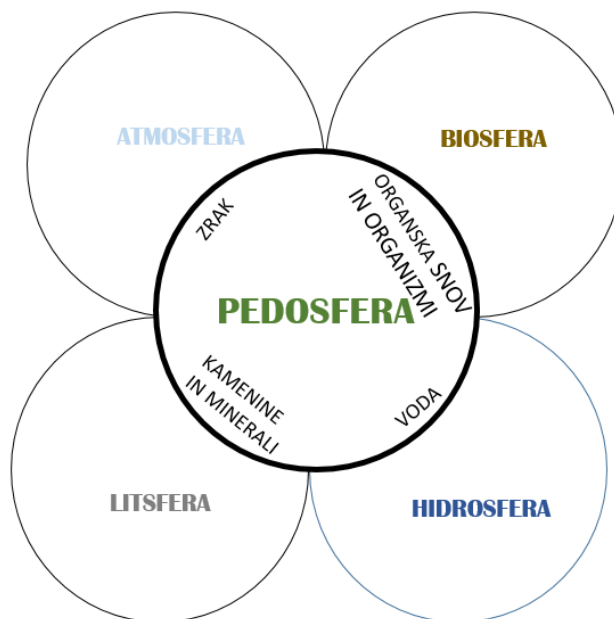
Tla igrajo pomembno vlogo v našem življenju. Vsak dan se srečujemo z njimi, jih nosimo na svojih čevljih, pa vendar jih ne poznamo dovolj. Brez te žive povrhnjice, naše življenje na planetu zemlja sploh ne bi bilo mogoče. Ta plast deluje hkrati kot koža planeta in tudi kot pljuča planeta. Vsa respiracija planeta se odvija v teh nekaj centimetrih do decimetrih zemeljske plasti. Vse kar se zgodi ali pa ne zgodi v tej plasti, vpliva na vse ostale procese na našem planetu. Dogajanje pa je odvisno predvsem od talnih mikroorganizmov-življenja v tleh. V tem članku obravnavamo dejavnike, ki vplivajo na življenje v tleh, tako biotske kot abiotske.

**Ključne besede:** tla, mikroorganizmi, mikrobne združbe, pedosfera.

## 1. Uvod

Tla so edinstven, relativno tanek fizikalno-kemijski in biološki plašč okrog planeta zemlja. Tla se formirajo z različnimi faktorji: klima, kamenine, naklon, relief, delovanje organizmov ... Ti faktorji vplivajo na večino ekosistemskih procesov, ne le na nastajanje tal. Čeprav na tla vpliva mnogo dejavnikov, pa je ključen faktor velikokrat očem neviden. Šele z mikroskopom bi lahko uzrli te nevidne zemljane, ki s svojim življenjem in aktivnostmi omogočajo tudi naše življenje. Mikroorganizmi so namreč tisti, ki v tleh opravljajo večino procesov: razgrajujejo, fiksirajo, oksidirajo, reducirajo in pretvarjajo. Brez njih naša tla ne bi obstajala in brez tal ne bi obstajali niti mi.

Tla z vsemi svojimi lastnostmi imenujemo tudi pedosfera (organska snov in mikroorganizmi, voda, kamenine in minerali, zrak) in je tesno povezana tako z biosfero, hidrosfero, litosfero in tudi atmosfero (slika 1).



Slika 1. Povezava pedosfere z ostalimi zemeljskimi sferami

Mikroorganizmi so ključnega pomena za obstoj in delovanje zemeljskih ekosistemov, sodelujejo v vseh najpomembnejših naravnih ciklih, tudi ogljikovem in dušikovem. Mikrobna aktivnost je tako izrazit dejavnik v tleh, da se lahko izraža tudi kot tok ogljika skozi biotske sisteme v tleh. Kot na vsa druga bitja, tudi na mikroorganizme vpliva veliko dejavnikov. Ker pa so mikroorganizmi zelo raznoliki in prilagodljivi, so si izoblikovali posebne niše (habitats), kjer uspevajo.

## 2. Kemični dejavniki

### 2.1 pH

Najpomembnejši faktor, ki vpliva na življenje v tleh je pH. pH vrednost v tleh je posledica tako biotskih kot tudi abiotskih procesov. Mikroorganizmi v svojih presnovnih procesih porabljajo ali sproščajo vodikove ione, prav tako pa tudi abiotski dejavniki kot so padavine in kamenine vplivajo na pH v tleh. Večina koristnih mikroorganizmov uspeva v pH območju okrog nevtralnega (5,5 do 7), zaradi najboljše dostopnosti hranil v tem območju, vendar pa obstajajo mikroorganizmi (nekateri bakterije in glive), ki uspevajo daleč izven tega območja. Nekatere vrste lahko tolerirajo ekstremne pH vrednosti (npr. vrste iz rodu *Halomonas* in arheje iz rodu *Archaeoglobus*). Ti ekstremofilni organizmi imajo vzpostavljene posebne mehanizme, ki izčrpavajo vodikove ione in imajo puferske molekule v citoplazmi, ki jim omogočajo preživetje v ekstremnih območjih. Mikroorganizmi brez teh prilagoditvenih mehanizmov bi v takšnih pogojih propadli, saj pride do denaturacije proteinov in do inaktivacije esencialnih metabolnih encimov.

### 2.2 Kisik

kisika v zemlji je odločilen faktor, od katerega je odvisno katere oksidacijsko redukcijske reakcije potekajo in kateri mikrobi so aktivni. Ko je dovolj visoka koncentracija kisika, se bo le-ta porabljal za aerobno respiracijo, ko koncentracija kisika pade, pa se aktivirajo druge poti metabolizma z drugimi končnimi sprejemniki elektronov (organski ogljik, nitrat, sulfat,...). Tak primer so denimo poplavljeni ali zelo zbita tla. Tudi nekateri encimi v mikrobem metabolizmu potrebujejo kisik v aktivnem centru, tako da kisik uravnava tudi aktivnost encimov.

## 2.3 Kationska izmenjevalna kapaciteta (CEC)

Kationska izmenjevalna kapaciteta je definirana kot skupaj vseh kationov, ki jih lahko tla vežejo pri določeni pH vrednosti. Zemlja ima večino delcev negativno nabitih in zato lahko veže katione, ki so pozitivno nabiti. Tudi sposobnost mikroorganizmov, da obstanejo v določenih tleh je odvisna od naboja delcev v zemlji. Med delci zemlje na eni strani in hranili in mikroorganizmi na drugi strani se tvorijo vodikove vezi, van der Waalsove sile,... Vsebnost tako hranil in mineralov kot tudi mikrobov v tleh je odvisna od kationske izmenjevalne kapacitete, zato je ta dejavnik zelo pomemben.

## 3. Fizikalni dejavniki



Slika 2. Mikrobna aktivnost po plasteh tal

### 3.1 Tekstura tal

Tla imajo sledečo sestavo: pesek (0.05-2.0 mm), melj (0.002-0.005 mm) in glina (< 0.002 mm). Pesek ima zrnato strukturo, ki je zračna in ne agregira. Delce peska lahko vidimo s prostim očesom. Glina je sestavljena iz najmanjših delcev in tvori skupke-agregira. Ko je glinena plast suha tvori zelo trde skupke, ko je pa mokra pa je zelo gnetljiva in lepljiva. Tla z večjim deležem peska so bolj zračna in vodopropustna, medtem ko so tla z večjim deležem gline bolj zbita in vodonepropustna.

### 3.2 Talne pore

Pore v tleh so zelo pomembne za premikanje zraka in vode. Prav tako pa talne pore dejansko tvorijo habitate za koristne mikroorganizme. Velikost por v zemlji je v veliki meri odvisna od sestave in teksture tal. Pore večinoma nastajajo okrog agregatov, ki se tvorijo v tleh. Te so lahko različnih velikosti: makropore (>75 $\mu\text{m}$ ), mezopore (30-70 $\mu\text{m}$ ), mikropore (5-30 $\mu\text{m}$ ) ultramikropore (0.1-5 $\mu\text{m}$ ) kritopore (<0.1 $\mu\text{m}$ ).

### 3.3 Struktura tal in talni agregati

Talni agregati so skupki delcev, ki se vežejo z močnejšo afiniteto. Prostori med agregati so talne pore. Agregacija vpliva na erozijo, gibanje vode in zraka v tleh ter na rast korenin. Polisaharidi prisotni na površinah mikroorganizmov in humus pozitivno vplivajo na agregacijo. Agregacija primarnih delcev v

tleh je ključen faktor, ki določa strukturo tal. Na strukturo tal pa poleg tega vpliva tudi podnebje, biološka aktivnost, gostota in kontinuirnost prekrivne plasti in načini ravnanja s tlemi.

### 3.4 Voda v tleh

Voda, ki je prisotna v tleh je ključna za preživetje mikroorganizmov. Brez vode v tleh ni življenja, ni mikrobne aktivnosti. Peščena tla imajo običajno manj dostopne vode, kot glinena tla. Med agregacijo v tleh se tvorijo pore, ki so idealni habitati za večino koristnih talnih mikroorganizmov, ker se v porah zadržuje tudi največ vode. Sposobnost mikroorganizmov, da dostopajo do vode se tudi zelo razlikuje med vrstami. Bakterijam je na voljo le voda, ki je neposredno v njihovi okolici, medtem ko glive lahko s svojimi hifami dostopajo tudi do vode, ki je meter ali več oddaljena.

### 3.5 Temperatura

Talna temperatura močno vpliva na biološke, fizikalne in kemijske procese v zemlji. Od temperature je odvisno v katero smer in s kaksno hitrostjo se bodo odvijali fizikalni in kemijski procesi in močno vpliva tudi na biološko aktivnost v tleh. Večina koristnih organizmov najbolje uspeva v srednjem temperaturnem območju (med 15 in 25 stopinj Celzija), pod 4 stopinj Celzija večina mikroorganizmov miruje, nad 30 stopinj Celzija pa je za večino mikroorganizmov v tleh limitirajoč faktor dostopnost vode.

## 4. Biološki dejavniki

### 4.1 Talna favna

Živali v tleh delimo v tri skupine glede na velikost: makrofavna (>2 mm, npr. deževniki in večje živali), mezofavna (0.1-0.2 mm, pršice in nematode) in mikrofavna (<0.1 mm, praživali). Talna favna opravlja vrsto pomembnih procesov v tleh:

- Paša: s pašo talne živali pospešijo razgrajevanje in sproščanje hranil.
- Kroženje hranil: talna favna skrbi za do 30% mineralnega dušika v tleh in mobilizira hranila. Tako so hranila dostopna za rastline in za druge talne organizme.
- Talne združbe: talna favna sooblikuje združbe v tleh. Nekatere živali se selektivno hranijo le z določenimi vrstami in tako sooblikujejo in spreminjajo mikrobne združbe v tleh.

Poleg opisanih direktnih vplivov, pa talna favna vpliva tudi indirektno na mikroorganizme v tleh. S svojimi aktivnostmi namreč spreminjajo mikrobne habitate. Naprimer deževniki med premikanjem po tleh kopajo rove, s tem spremenijo dostopnost kisika, vode in hranil v tistem delu tal. Zato se tam spremeni tako število kot tudi aktivnost mikroorganizmov.

### 4.2 Odnosi med organizmi v tleh

Med organizmi v tleh so možne različne interakcije. Tabela 1 prikazuje pozitivne, negativne in nevtralne aspekte interakcij v tleh.

Tabela 1: Odnosi med organizmi v tleh

Način povezave med vrstama A in B	Učinek odnosa		Opis odnosa
	za vrsto A	za vrsto B	
TEKMOVANJE	-	-	Nobena izmed vrst nima koristi, obe sta oškodovani.
PLENILSTVO	+ (plenilec)	- (plen)	Ena vrsta ubije in požre drugo.
ZAJEDAVSTVO	+ (zajedavec)	- (gostitelj)	Ena vrsta ima korist na račun druge.
SOŽITJE	+	+	Zveza koristi obema.
SODELOVANJE	+	+	Vse v sodelovanje povezane vrste imajo korist.
PRISKLEDNIŠTVO	+	0	Ena vrsta ima korist, drugi pa to ne škoduje.

Znak + pomeni, da ima osebek, ki je udeležen v odnosu, korist;

Znak - pomeni, da ima osebek, ki je udeležen v odnosu, škodo;

Znak 0 pomeni, da nima osebek, ki je udeležen v odnosu, niti koristi in niti škode.

### 4.3 Biološka dostopnost

Biološka dostopnost je definirana kot dostopnost talnega substrata, tako hranil kot toksinov, za organizme. Biološka dostopnost se nanaša na del spojine, ki je dostopna za vsrkanje in pretvorbo v živih organizmih. Te termin se je včasih uporabljal predvsem pri ekotoksikologiji (onesnaževala), vendar pa se dobro opisuje tudi na dostopnost organskih snovi v tleh. Biodostopnost je tesno povezana z bioremediacijo (ekoremediacijo) in tako posebej pomembna iz ekološkega vidika.

## 5. Zaključki

Tla so kompleksen naravni ekosistem. Na dogajanje v tleh vpliva mnogo dejavnikov, tako abiotskih kot tudi biotskih. Bistvena lastnost zdravih tal, pa je živost tal. Zato ta članek opisuje dejavniki, ki vplivajo na življenje v tleh. Vpliva vseh teh dejavnikov se je dobro zavedati, saj le tako lahko smotrno ravnamo s to naravno dobrino. Po vsem kar vemo o tleh, pa je najpomembnejše vprašanje kako podpreti življenje v tleh, oz. kako vrniti življenje mrtva in osiromašena tla. Zdrava tla, polna življenja, tvorijo tak ekosistem, kjer snovi krožijo in so hranila dostopna rastlinam in drugim organizmom. Kot običajno v naravi, tudi tukaj velja, da se naravni pristopi na dolgi rok najboljše obnesejo. Če vzamemo za vzgled eno najbolj rodovitnih in živih tal na svetu Terra preto, že lahko dobimo navdih. Največ za svoja tla lahko naredimo, če jim dodamo naravno organsko snov (kompost) in biooglje ter pustimo naravi, da naredi svoje.

Ko imamo svoj košček zemlje, v nekem trenutku zagotovo razmišljamo kaj narediti z njim oz. kako ravnati z njim. Oboroženi s pravimi informacijami, bi lahko na še tako majhnem koščku (tudi balkonu) naredili nekaj dobrega za planet, za atmosfero in tudi za svoje zdravje. Že če upoštevamo, da dajemo v svojo zemljo le naravne sestavine (kompost, biooglje...) in da jo vedno prekrijemo (zastirke), naredimo veliko. Če pa v svojo zemljo vgradimo še ogljik (biooglje), pa tla spremenimo v shrambo ogljika, ki znižuje ogljični odtis in bistveno prispeva k zdravi atmosferi. V primeru, da na svojem koščku zemlje pridelujemo hrano, pa je pomembno da tla založimo z minerali in mikroelementi (aktivirano biooglje, kamena moka), ki velikokrat primanjkujejo v tleh. Tako rastlinam damo dostop, do vsega kar potrebujejo in vzgojimo s hranili bogato hrano, ki podpiran in neguje tudi naše zdravje.

## 6. Viri

Allison, S. D. (2005). Cheaters, diffusion and nutrients constrain decomposition by microbial enzymes in spatially structured environments. *Ecol. Lett.* 8, 626–635.

- Balser, T. C., and Firestone, M. K. (2005). Linking microbial community composition and soil processes in a California annual grassland and mixed-conifer forest. *Biogeochemistry* 73, 395–415.
- Connell, J. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199, 1302–1310.
- Dilling, L., Doney, S. C., Edmonds, J., Gurney, K. R., Harriss, R., Schimel, D., Stephens, B., and Stokes, G. (2003). The role of carbon cycle observations and knowledge in carbon management. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 28, 521–558.
- Elliott, E. T., Anderson, R. V., Coleman, D. C., and Cole, C. V. (1980). Habitable pore space and microbial trophic interactions. *Oikos* 35, 327–335.
- Friedrich, M. W. (2006). Stable-isotope probing of DNA: insights into the function of uncultivated microorganisms from isotopically labeled metagenomes. *Curr. Opin. Biotechnol.* 17, 59–66.
- Li, X., Meixner, T., Sickman, J. O., Miller, A. E., Schimel, J. P., and Melack, J. M. (2006). Decadal-scale dynamics of water, carbon and nitrogen in a California chaparral ecosystem: DAYCENT modeling results. *Biogeochemistry* 77, 217–245.
- Lipson, D. A., Schadt, C. W., and Schmidt, S. K. (2002). Changes in soil microbial community structure and function in an alpine dry meadow following spring snow melt. *Microb. Ecol.* 43, 307–314.
- McMahon, S. K., Williams, M. A., Bottomley, P. J., and Myrold, D. D. (2005). Dynamics of microbial communities during decomposition of carbon-13 labeled ryegrass fractions in soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 69, 1238–1247.
- Mittelbach, G. G., Steiner, C. F., Scheiner, S. M., Gross, K. L., Reynolds, H. L., Waide, R. B., Willig, M. R., Dodson, S. I., and Gough, L. (2001). What is the observed relationship between species richness and productivity? *Ecology* 82, 2381–2396.
- Odum, E. P., and Barrett, G. W. (2005). "Fundamentals of Ecology." 5th ed. Thompson Brooks/Cole, Belmont, CA.
- Porazinska, D. L., Bardgett, R. D., Blaauw, M. B., Hunt, H. W., Parsons, A. N., Seastedt, T. R., and Wall, D. H. (2003). Relationships at the aboveground–belowground interface: plants, soil biota, and soil processes. *Ecol. Monogr.* 73, 377–395.
- Riesenfeld, C. S., Schloss, P. D., and Handelsman, J. (2004). METAGENOMICS: genomic analysis of microbial communities. *Annu. Rev. Genet.* 38, 525–552.
- Schimel, J. (2001). Biogeochemical models: implicit versus explicit microbiology. In "Global Biogeochemical Cycles in the Climate System" (E.-D. Schulze, M. Heimann, S. Harrison, E. Holland, J. Lloyd, I. Prentice, and D. Schimel, eds.), pp. 177–183. Academic Press, San Diego.
- Schulze, W. (2004). Environmental proteomics—what proteins from soil and surface water can tell us: a perspective. *Biogeosci. Discuss.* 1, 195–218.
- Yuste, J. C., Janssens, I. A., and Ceulemans, R. (2005). Calibration and validation of an empirical approach to model soil CO<sub>2</sub> efflux in a deciduous forest. *Biogeochemistry* 73, 209–230.
- Zak, D. R., Holmes, W. E., White, D. C., Peacock, A. D., and Tilman, D. (2003). Plant diversity, soil microbial communities, and ecosystem function: are there any links? *Ecology* 84, 2042–2050.



## UPORABA KOMPOSTA IN BIOOGLJA V PRAKSI

Lara Resman  
Cerop d.o.o.  
lara.cerop@gmail.com

### Izvleček

Vse se je začelo s spoznanjem, da je najpomembnejša komponenta rodovitnih tal organska snov. In najpomembnejši prebivalci tal mikroorganizmi. Da so struktura tal, pH, vsebnost hranil, kationska izmenjevalna kapaciteta in druge fizikalne in kemične lastnosti tal, za katere smo navajeni, da določajo rodovitnost tal, dejansko neločljivo povezane, celo podrejene organskemu delu tal. Da organska snov in živi organizmi vplivajo na druge lastnosti tal, da življenje v tleh dejansko determinira kakšna tla želi imeti. In če poskrbimo, da se talni prebivalci dobro počutijo, potem posledično tisti nad tlemi, torej rastline, zadovoljno rastejo. Konec koncev med njimi vlada sožitje in eni brez drugih so precej nesrečni.

**Ključne besede:** kompost, bioogljje, rodovitnost tal, življenje v tleh, organska snov, kroženje snovi.

### 1. Uvod

Znanost o tleh je precej širok pojem. Še v času študija mikrobiologije na Biotehniški fakulteti v Ljubljani pred leti sem imela občutek, da so tla en skupek kemijskih elementov z določenimi fizikalno-kemijskimi lastnostmi, in sredi teh delcev pač prebivajo tudi mikroorganizmi. Najpomembnejša naloga teh mikroorganizmov je z našega vidika bilo kroženje snovi. Nekako me je vedno vleklo tudi v vode agronomije. Tam pa so v celi sliki tal sestavljenih iz horizontov in gline, peska, melja, takšnih in drugačnih kationov in anionov in zračnih por in kapacitete za zadrževanje vode in malce humusa, mikroorganizmi nekako manjkali. Razen tistih v nodijih deteljice ali mikoriznih gliv. Ko sem dobila prvo službo v laboratoriju KGZS Zavoda v MS pa smo ploščo menjali na očitno najpomembnejše parametre tal v kmetijstvu – pH, vsebnost P, K, organske snovi in mineralnih oblik dušika, mogoče smo izmerili še kakšen bor in magnezij. Kot da je NPK čarobna formula, ki določi vse kar je treba znati o tleh in omogoči rastlinam, da rodijo hektarske donose, ki celo presesegajo pričakovane glede na njihov genetski potencial.

Težko je povezati vse te različne slike v celoto, kajti tla dejansko to so. So ena velika celota, združba živega in neživega, biologije, fizike in kemije, en velik organizem, v katerem je vse povezano in če je šibek en člen, so šibki tudi drugi. Najbolj smo v vsem pehanju za hektarskimi donosi zanemarili ravno tisti del tal, ki jim daje njihove edinstvene lastnosti, takšne v katerih se rastline najbolje počutijo, to je življenje v tleh. Živa tla se ne zbijajo, živa tla se ne zakisajo, v živih tleh ni pomanjkanja hranil in mineralov zaradi neprimernega pH, živa tla so zračna, zadržujejo vodo in aktivno skrbijo za zdravje rastlin. Ko gledamo na rodovitnost tal skozi vsebnost nutrientov, običajno spregledamo najbolj očitno dejstvo. In to je, da glavni elementi za rast rastlin niso dušik, fosfor in kalij in da pH ni nujno najbolj omejujoč dejavnik rasti rastlin. Še vedno so trije najpomembnejši elementi življenja ogljik, vodik in kisik. Zato v prvi vrsti rastline za svojo rast potrebujejo vodo, ogljikov dioksid in svetlobo in šele nato

se začnemo spraševati po nutrientih v tleh. Dostopnost le-teh pa je najbolj odvisna od aktivnosti in prisotnosti živih organizmov, ki razgrajujejo organsko snov. Ponovno so tu omejitveni dejavniki najprej temperatura, nato pa prisotnost organske snovi, ki je vir ogljika mikrobom, prisotnost vode in pa kisik. Zaradi vsega tega se je, preden se sploh sprašujemo o prisotnosti hranil v tleh, potrebno vprašati, če je v tleh dovolj vode, zraka in organske snovi. In ko poskrbimo za primerno vodno in zračno kapaciteto ter nahranimo zemljo z organsko snovjo ter če ni primerne mikrobne združbe dodamo tudi to... potem narava sama poskrbi, da so tudi rastline nahranjene tako kot so povsod tam, kjer človek ne posega v tla. Največji problemi kmetijstva so dejansko uničevanje talne strukture zaradi mehanskih posegov – oranja, organsko opustošenje tal zaradi uporabe mineralnih gnojil ter mikrobno opustošenje tal zaradi uporabe vseh teh ukrepov, vključno s pesticidi. Zaradi teh posegov tla izgubljajo svojo strukturo, postajajo zbita, za zrak in vodo nepropustna, peščena tla brez dovoljšne vsebnosti organske snovi ne zadržujejo vode in hranil, zaradi uporabe mineralnih gnojil in mikrobne opustošenosti pa postajajo kislila. V prvi vrsti bi torej morali začeti probleme reševati pri izvoru, spremeniti metode kmetovanja v smeri ohranjanja tal. Trenutno pa kmetje bolj sanirajo posledice v smislu zdravljenja simptomov, ne odpravljajo pa vzroka problemov. Tako se v Pomurju dogaja, da na svoje kisle njive vozimo mineralno kamninsko dolomitno podlago iz osrčja Slovenije, nič pa ne naredimo, da do zakisanja ne bi prihajalo. Še vedno uničujemo talne mikroorganizme in še vedno uporabljamo na tone mineralnih gnojil s kislno fiziološko reakcijo.

Kljub temu, da je slovenska literatura precej skopa s celotno sliko tal, pa sta tuja in splet že polna napotkov, praks in literature na temo trajnostnega kmetovanja, kjer je glavna skrb kmeta in vrtnarja skrb za živa tla, rastline in pridelek pa so posledica tega pristopa. Ko preberemo vrsto različnih prispevkov, se vedno vrnemo k istemu bistvu – bistvo rodovitnih tal je življenje. Če življenja v tleh ni, so tla le skupek neživih delcev brez primerne strukture za rast rastlin in s takimi tlemi imamo same probleme – tla se zbijajo, prehitro izsušujejo, rastline pa so podvržene pomanjkanju hranil in boleznim. Če povzamem nek splošen pristop, ki bi se naj obnesel na vsakem vrtu, bi naj vrtnarjenje zgledalo takole: tla ne smejo biti nikoli izpostavljena zunanjim dejavnikom okolja – soncu, vetru, mrazu in dežju, torej morajo biti pokrita z zastirko ter v tleh morajo biti prisotni primerni mikro in makroorganizmi, ki skrbijo za kroženje organske snovi. In to je to, nobenega prekopavanja, gnojenja, pomanjkanja, bolezni. Nekateri pravijo takšnemu pristopu permakultura, drugi organsko vrtnarjenje, spet tretji kako drugače. Naj bo kult takšen ali drugačen, narava se verjetno požvižga na poimenovanje, tam se vse brez posebnih polemik in poskusov dogaja samo od sebe že milijone let, na najbolj učinkovit način in vse vpletene strani imajo od sodelovanja v sistemu neko korist. Kjer pa se človek vmeša v tla s svojimi posegi, pa slej ko prej pride do težav z rodovitnostjo – zakisanje, erozija, zaslanjevanje, nastajanje puščav na nekoč rodovitni zemlji. V povprečni vrtni zemlji, ki smo jo leta in leto obdelovali s prekopavanjem, puščali čez zimo golo in izpostavljeno mrazu in vetru ter ker že nekaj let nismo imeli hlevskega gnoja smo uporabili pač mineralna gnojila; v taki zemlji drastično primanjkuje mikroorganizmov in organske snovi. Taki zemlji je treba najprej aktivno dodati mikroorganizme in organsko snov, verjetno tudi kakšno kamninsko moko, ker smo minerale enostransko izčrpali. Potem je treba to zemljo pokriti in zaščititi pred okoljskimi dejavniki. In potem je treba kljub začetnim težavam z zbitostjo vztrajati, malo pomagati s kakšnimi vilami in biti potrpežljiv. Sčasoma bodo koristni mikroorganizmi prevzeli stvari v svoje roke, vzpostavila se bo talna prehranjevalna mreža med bakterijami-praživalmi-višjimi organizmi, začela se bodo sproščati rastlinska hranila iz organske snovi, rastline bodo v zameno skrbele za prehrano svojih podtalnih prijateljev in krog bo sklenjen. Zato ga ne prekinimo ob prvi priložnosti z nepotrebnim prekopavanjem. Raje dodajmo še kakšen izboljševalec tal, pripravek z mikroorganizmi, bolj pestro zastirko, zrahljajmo tla z orodji, ki ne preobračajo zemlje; pomagajmo življenju v zemlji, da prevzame svoje delo in opravilo bo veliko dela namesto nas.

In ker se največ naučimo v praksi, nam po prebiranju stotih člankov in knjig ne preostane drugega kot zavihati rokave in stopiti v akcijo. Seveda pa realnost ni idilična – za doseganje rezultatov je največji omejevalni faktor čas, potrebna je potrpežljivost. Potem so okoljski dejavniki, ki seveda nikoli niso

idealni, razen mogoče maja in septembra. In omejenost z metodami. Treba je izbrati primerne, cenovno dostopne in takšne, katerih rezultati nekaj povejo.

Ko smo v našem podjetju osvojili pridelavo komposta 1. kakovosti in izpilili postopek do potankosti, je prišel čas za nadgradnjo, razvoj produktov na bazi komposta. Mikrobiologinji, odgovorni za to delo, sva se odločili za najbolj logičen korak - povezati mikrobiologijo, kompost in vrtničarje v Zgodbo o Ogračku – vrtničku polnem življenja. Tako je nastala naše nova blagovna znamka – mojOgraček – in izdelki, ki povečajo živost tal ter jim vrnejo rodovitnost.

## 2. Kompost

Kompost iz rastlinskih ostankov je izjemen produkt, ki ga pri nas v Sloveniji nekako ne cenimo dovolj, poleg tega je njegova pridelava in uporaba tako zakonsko zapletena, da imamo občutek, da gre za vrsto nevarne snovi, s katero ni dobro imeti veliko opravka. Vendarle pa je kompost material, ki bi ga moral redno uporabljati vsak resen vrtničkar in kmet. Najbolj nujno pa, ko snujemo nov vrt, ko si navozimo z življenjem osiromašeno zemljo, ki so jo nakopali nekje na gradbišču ceste in potem pričakujemo, da bomo imeli dober pridelek in smo čez leto dni razočarani, ker je zemlja zbita, nam pa nič ne raste. Potem še pridno prekopavamo in posipavamo z umetnimi gnojili, ker seveda doma nimamo ne živali niti gnoja, komposta ne delamo, ker ni estetsko, situacija pa je vsako leto slabša. Takšno zemljo je treba že na začetku oživetiti. In najlažje ter najceneje je to narediti s kompostom.

Kompost vsebuje ogromno, predvsem koristnih mikro- in makroorganizmi, ki jih potem ob njegovi uporabi produkta vnesemo tudi v zemljo. Organska snov v kompostu pa poskrbi za zadrževanje vode v tleh, poveča zračnost tal, je vir hranil za rastline in mikroorganizme, nudi življenjski prostor mikroorganizmom. V nasprotju z večino živalskih gnojil (ki imajo velikokrat nesorazmerno povečane deleže posameznega hranila, na trgu dostopna pa so tudi celo sterilizirana in kot takšna mikrobiološko povsem brez vrednosti) ima kompost idealna razmerja rastlinskih hranil. Ker je rastlinskega izvora, je tudi njegova sestava takšna, da ravno ustreza potrebam rastlin, vsebuje pa tudi vsa pomembna mikrohranila.

Uporabo komposta v Sloveniji določajo 3 Uredbe: Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata (Uradni list RS, št. 99/13 in 56/15), Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (Uradni list RS, št. 113/09, 5/13 in 22/15) in Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla (Uradni list RS, št. 84/05, 62/08, 62/08, 113/09 in 99/13). Ko preberemo vse tri in upoštevamo še analizo komposta, pridemo do zaključka, da ni dobro imeti preveč opravka z uporabo komposta in je bolj enostavno in legalno gnojiti z mineralnimi gnojili, še posebno če si kmet. Pa vendar, z uporabo komposta iz rastlinskih ostankov skorajda ni mogoče pregnojiti zemlje, niti porušiti razmerja hranil kot to običajno lahko naredimo z uporabo drugih gnojil. V 100% kompostu sicer večina rastlin (z izjemo kakšnih buč, kumaric, kapusnic) ne uspeva, pri nas pa smo v poskusih ugotavljali, da že mala redčitev, npr. 80% koncentracija komposta ustreza večini rastlin, 50% koncentracija komposta pa je skorajda idealna za rast.

Tabela 1: Primer analize komposta 1. Kakovosti kompostarne Cerop d.o.o. z NPK razmerjem 1,2:0,7:1,4

**Tabela** Monitoring komposta glede na Prilogo 5 odpadkov iz Uredbe o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov (ULRS 62/2008)

Št.	Parameter	Enota	Rezultat	Metoda
1	Suha snov	%	65,0	SIST EN 13040:2008 točka 10
2	Organska snov	% mase s.s.	32,9	SIST EN 13039:2012
3	Gostota	kg/L sveže mase	0,6258	SIST EN 12580:2001
4	Električna prevodnost	mS/m	770	oSIST prEN 15937:2011
5	pH		9,2	SIST EN 13037:2012
6	Skupni dušik	mg/kg s.s. N	19.672	SIST EN 13654-1:2002
7	Fosfor celotni	mg/kg s.s. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.618	SIST EN 13650-1:2002, SIST ISO 6878:2004
8	Kalij	mg/kg s.s. K <sub>2</sub> O	22.000	SIST EN ISO 17294-2: 2005
9	Kalcij	mg/kg s.s. CaO	98.000	SIST EN ISO 17294-2: 2005
10	Magnezij	mg/kg s.s. MgO	17.000	SIST EN ISO 17294-2: 2005
11	Bor	mg/kg s.s. B	79	SIST EN ISO 17294-2: 2005
12	Molibden	mg/kg s.s. Mo	2.1	SIST EN ISO 17294-2: 2005
13	Neželeni primesi	% mase s.s.	0	Laboratorijska metoda
14	AT4	mg/g s.s. O <sub>2</sub>	1.8	ONORM S 2027-1:2004 (modificirana)
15	Salmonele	v 25 g	Nismo našli	SIST-TP CEN/TR 15215-3:2006
16	Kaljiva semena plevela	število/L	<5	FprCEN/TS 16201
17	Kadmij	mg/kg s.s. Cd	0,81	SIST EN ISO 17294-2: 2005
18	Krom - skupno	mg/kg s.s. Cr	63	SIST EN ISO 17294-2: 2005
19	Baker	mg/kg s.s. Cu	82	SIST EN ISO 17294-2: 2005
20	Nikelj	mg/kg s.s. Ni	25	SIST EN ISO 17294-2: 2005
21	Svinec	mg/kg s.s. Pb	29	SIST EN ISO 17294-2: 2005
22	Cink	mg/kg s.s. Zn	310	SIST EN ISO 17294-2: 2005
23	Živo srebro	mg/kg s.s. Hg	0,23	SIST EN ISO 1284:2012
24	Policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH)	mg/kg s.s.	3,4	ISO 18287:2006
25	PCB - vsota	mg/kg s.s.	<0,1	SIST EN 15308 : 2008 - modificiran

### 3. Aktivirano bioogljje

Poleg komposta smo naš čas in energijo vložili še v proučevanje bioogljja, zelo obetavnega naravnega izboljševalca tal, katerega uporaba ima poleg koristnih učinkov na rodovitnost tal tudi okoljsko noto pri zniževanju emisij CO<sub>2</sub>. Ima namreč negativen ogljični odtis, saj se ogljik, ki bi drugače pri zgorevanju biomase emitiral v atmosfero, ohrani v bioogljju, z uporabo bioogljja kot izboljševalca tal pa ga shranimo v tleh vrsto let. Lastnosti za izboljševanje tal daje bioogljju njegova posebna struktura sestavljena iz milijonov majhnih por, ki nudijo prostor za naselitev mikroorganizmov, v pore se ulovita voda in zrak, ima pa tudi visoko kationsko izmenjevalno kapaciteto in zato sposobnost zadrževanja hranil. Posledice uporabe bioogljja v tleh so tako povečana vodna in zračna kapaciteta tal, manjša potreba po zalivanju in gnojenju, povečanje biološke aktivnosti v tleh in posledično hitrejšo nastajanje humusa.

### 4. Poskusi v poskusnem vrtu Zelenega rudnika Pomurja

V preteklih dveh letih smo izvedli vrsto bolj ali manj uspešnih poskusov. V dveh zaporednih letih smo 8 poskusnih gred v rastlinjaku tretirali z različnimi koncentracijami komposta in bioogljja ter spremljali pridelek različnih rastlin na gredicah. Kompost in bioogljje smo v različnih kombinacijah uporabljali tudi kot sestavino substratov v lončnih poskusih.

## 4.1 Rast zelenjave na gredah

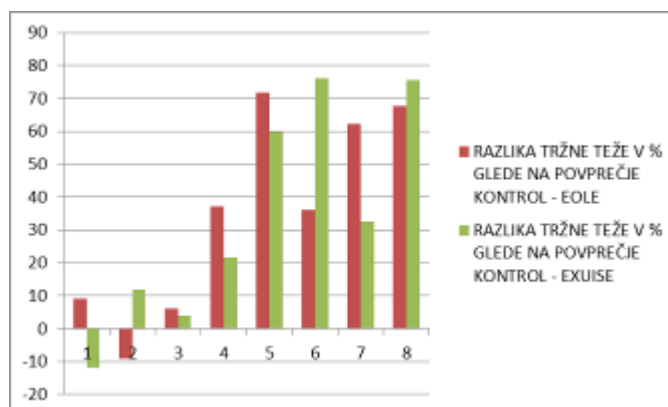
Zasnovali smo 8 gred, ki smo jih tretirali kot kaže tabela 2.

Tabela 2: Tretiranje posameznih gred 1-8 v poskusnem rastlinjaku

ŠT.GREDE	OPIS GREDE
1	KONTROLA 1 - vrtna zemlja
2	KONTROLA 2 - vrtna zemlja
3	3L/m <sup>2</sup> komposta
4	3L/m <sup>2</sup> komposta + 0,5L/m <sup>2</sup> biooglja
5	3L/m <sup>2</sup> komposta + 0,5L/m <sup>2</sup> biooglja + 3dL/m <sup>2</sup> kamene moke + mikorizne glive + opečnati drobljenec
6	5L/m <sup>2</sup> komposta
7	5L/m <sup>2</sup> komposta + 0,7L/m <sup>2</sup> biooglja
8	5L/m <sup>2</sup> komposta + 0,7L/m <sup>2</sup> biooglja + 3dL/m <sup>2</sup> kamene moke + mikorizne glive + opečnati drobljenec

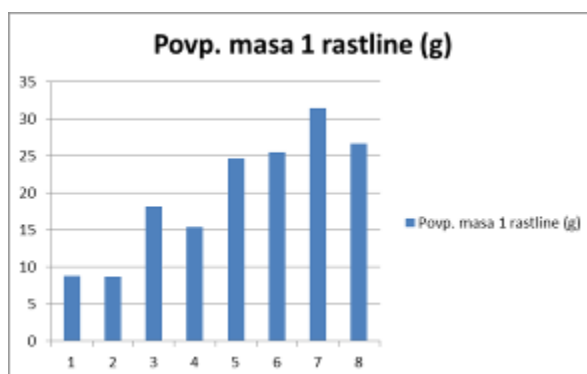
Na te grede smo v različnih časovnih obdobjih posadili/posejali različne rastline in spremljali, kakšna masa rastlin je zrasla na posamezno enoto površine ter sam izgled, barvo in vitalnost/zdravje rastlin.

### Solati sorte Eole in sorte Exquise



Graf 1: Razlika v tržni teži v % glede na povprečje kontrol (1 in 2) solat sort Eole in Exquise na gredah 1-8

### Motovilec

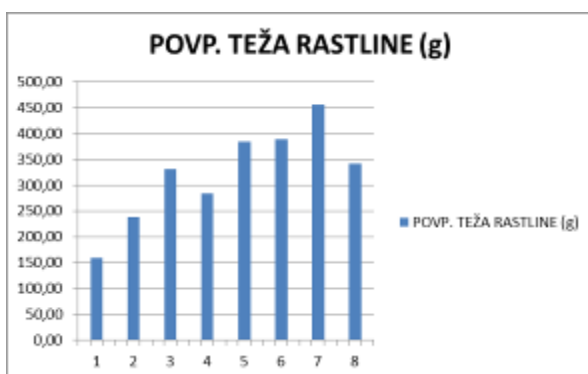


Graf 2: Povprečna masa 1 rastline motovilca na gredah 1-8



Slika 1: Motovilec, ki je zrastel na gredah 1-8

### Kodrolistna endivija



Graf 3: Povprečna masa 1 rastline kodrolistne endivije na gredah 1-8



Graf 4: Prirast v masi 1 rastline kodrolistne endivije v % glede na povprečje kontrol (1 in 2) na gredah 1-8



Slika 2: Kodrolistna endivija na gredi 1 – kontrola

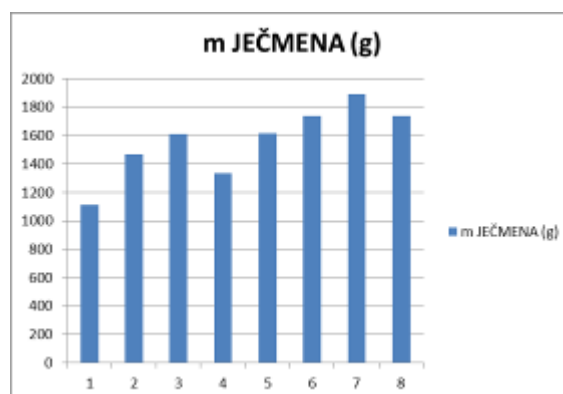


Slika 3: Kodrolistna endivija na gredi 3 – 3L/m<sup>2</sup> komposta



Slika 4: Kodrolistna endivija na gredi 7 - 5L/m<sup>2</sup> komposta + 0,7L/m<sup>2</sup> biooglja

### Ječmen



Graf 4: Skupna masa ječmena-zeleni del požetega na gredah 1-8



Graf 5: Prirast mase ječmena-zeleni del v % požetega na gredah 1-8

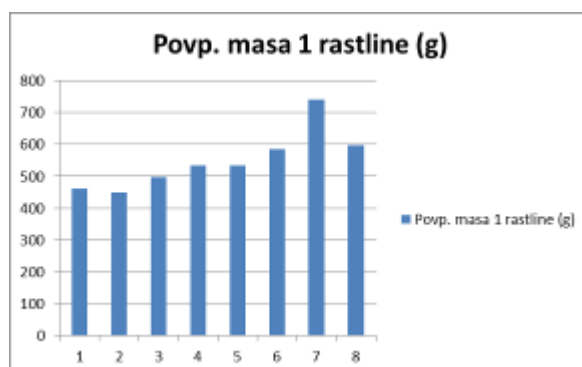


Slika 5: Ječmen na gredi 2 – kontrola vrtna zemlja

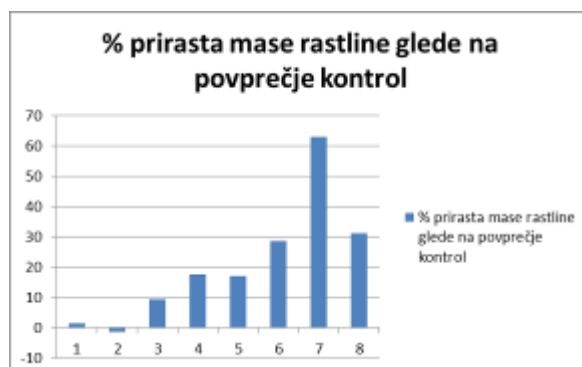


Slika 6: Ječmen na gredi 7 – 5L/m<sup>2</sup> komposta + 0,7L/m<sup>2</sup> biooglja

### Solata Posavka



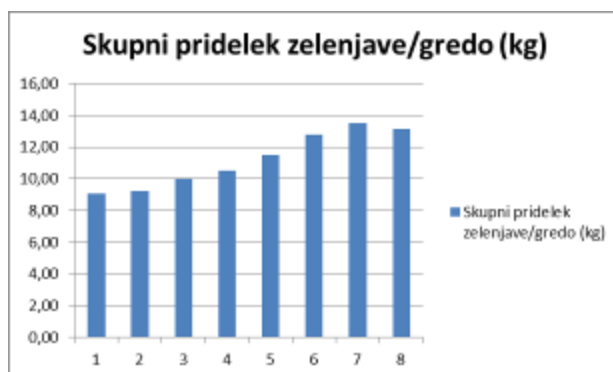
Graf 6: povprečna masa 1 rastline solate Posavka na gredah 1-8



Graf 7: Prirast v masi rastline v % glede na povprečja kontrol (1 in 2) na gredah 1-8



## Skupni pridelek na gredah in diskusija k poskusom na gredah



Graf 8: Skupni pridelek zelenjave na gredah 1-8 v kg



Graf 9: Prirast v masi pridelka v % glede na povprečje kontrol (1 in 2) na gredah 1-8

Na gredah 1-8 (Tabela 1) smo gojili opisane rastline (točke 5.1.1 – 5.1.5) ter še tudi druge, ki jih tukaj nisem opisovala – npr. kodrolistni ohrovt, blitvo, čebulo, redkvice... Nekaterih smo vzgojili bolj malo (npr. čebula, kodrolistni ohrovt, blitva) in zato rezultati niso bili ravno reprezentativni, pri nekaterih smo imeli težave – redkvice so nam ušle v cvet... Smo pa na koncu sešteli pridelek vse zelenjave na posameznih gredah v obdobju trajanja poskusov med avgustom 2014 in majem 2015. V tem obdobju gred nismo dognojevali, ampak smo zaporedno gojili zelenjavo eno za drugo. Pri obravnavi rezultatov je potrebno upoštevati tudi to, da gred nismo zasnovali tako, da položaj grede ne bi imel vpliva na rast; zato smo običajno na gredi 8\*, ki je bila na koncu in najbolj izpostavljena suši in soncu, dobili nižje pridelke od pričakovanih.

Po vseh teh poskusih lahko zaključimo sledeče:

- Pridelek zelenjave skorajda linearno narašča s količino komposta, ki jo vsebujejo posamezne grede.
- Dodatek biooglja v večini primerov poveča maso pridelka (gredi 4 in 7).
- Znižani pridelki pri gredi 4 v primerjavi z gredama 3 in 5 so verjetno posledica uporabe surovega/neaktiviranega biooglja in posledične začasne imobilizacije hranil; pri gredi 7 pa zaradi višje koncentracije komposta, tega trenda ni zaslediti, saj je v večini primerov pridelek v tej gredi največji (pri čemer je treba upoštevati še opombo 8\*).
- Dodatek kamene moke, opečnatega drobljenca in mikoriznih gliv še dodatno poveča maso pridelka (gredi 5 in 8\*).

## 4.2 Lončni poskusi z bioogljem

Kot osnovno metodo lončnih poskusov smo si izbrali standard SIST EN 16086-1:2012\_Izboljševalci tal in rastni substrati – Določanje sprejemljivosti za rastline 1.del: Preskus rasti v loncu s kitajskim zeljem. Ta metoda se uporablja za določevanje vpliva substrata oziroma posameznih sestavin substrata na rast rastlin v primerjavi s kontrolo, ki je šota z dodanimi mineralnimi gnojili. Pri nas uporabljamo kot kontrolo komercialni substrat podjetja Gramoflor – Naturahum Blumenerde, ki je univerzalni substrat za sajenje rož in ostalih rastlin. Vpliv komposta se po tem standardu običajno meri v 25% in 50% koncentraciji komposta zmešanega s šoto brez dodanih hranil. Mi pa smo v naših poskusih uporabljali različne razpore koncentracij komposta in biooglja, spremljali pa smo parametre določene v standardu. Osnova te metode je, da v lončke (premera  $\phi 12\text{cm}$ ) posejemo 20 semen kitajskega zelja/lonček in delamo v minimalno treh ponovitvah. Standard sicer določa natančne razpore temperatur, vlage in svetlobe, pri katerih mora potekati poskus, vendar pri nas teh parametrov ne nadzorujemo, tako da rezultatov poskusov, izvedenih v različnih terminih, ne moremo primerjati med sabo. Kot poskusna rastlina se lahko uporablja tudi ječmen in pri nas istočasno uporabljamo obe rastlini, ker smo ugotovili, da isti substrati različno vplivajo na različne rastline. Zato po prvi seriji poskusov s kitajskim zeljem in ječmenom, ko ponovno preverimo vpliv substrata in poskušamo najti najboljšo možno različico, nov poskus zasnujemo tako, da uporabimo več različnih rastlin in spremljamo njihov odziv na sam substrat. Pri ječmenu in kitajskem zelju standard določa natančne parametre, ki jih merimo in to so – vpliv na kalitev ter vpliv na rast/doseženo svežo maso rastlin(e). Pri drugih rastlinah pa vpliv določamo predvsem z opazovanjem same rasti skozi čas, preverjanjem korenin, opazovanjem barve rastline, zdravja in splošne kondicije same rastline. Ker so poskusi s kitajskim zeljem in ječmenom kratkotrajnega značaja in trajajo pri ječmenu v idealnih razmerah tri tedne, drugače pa tudi do dva meseca, pri kitajskem zelju pa od meseca do treh, smo začeli delati tudi na dolgotrajnejših poskusih, ko isti substrat preverimo še na daljši rok z uporabo rastlin, ki rastejo v substratu daljši čas, npr. pelargonije, čiliji, trajnice, sadike jagod, sobne rože... Vsakemu substratu v laboratoriju določimo tudi pH, elektroprevodnost, sposobnost za zadrževanje vode ter specifično težo.

### Poskus s tremi različnimi bioogljji na rast ječmena in kitajskega zelja

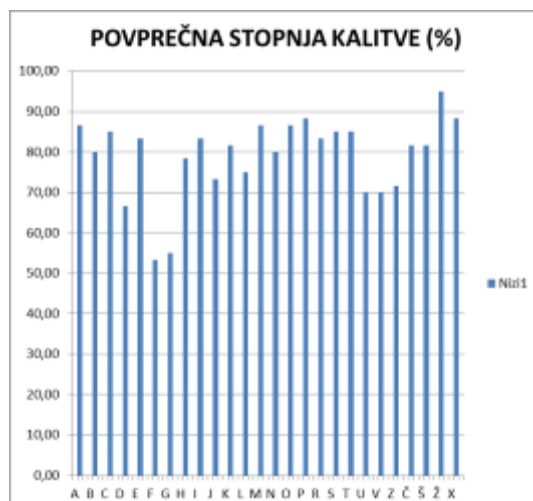
Zmešali smo 26 različnih substratov z različnimi koncentracijami aktiviranega biooglja v volumskih razmerjih kot jih prikazuje Tabela 2. Aktivirano biooglje smo predhodno naredili z mešanjem biooglja, komposta, kamene moke in efektivnih mikroorganizmov. Uporabili smo biooglja treh različnih proizvajalcev, zato smo tudi dobili tri različna aktivirana biooglja – ABO1, ABO2 in ABO3. V te substrate smo posejali ječmen in kitajsko zelje, vsakega po tri ponovitve - kot je opisano v točki 4.1.

MEŠANICA	SESTAVA (volumski %)	LEGENDA:
A	KONTROLA NB	K - kompost
B	40K+60Š	Š - šota
C	40K+55Š+5ABO1	ABO1 - aktivirano biooglje 1
D	40K+50Š+10ABO1	ABO2 - aktivirano biooglje 2
E	40K+40Š+20ABO1	ABO3 - aktivirano biooglje 3
F	40K+30Š+30ABO1	NB - Naturahum Blumenerde
G	40K+20Š+40ABO1	
H	30K+50Š+20ABO1	
I	20K+60Š+20ABO1	
J	30K+40Š+30ABO1	
K	40K+55Š+5ABO2	
L	40K+50Š+10ABO2	

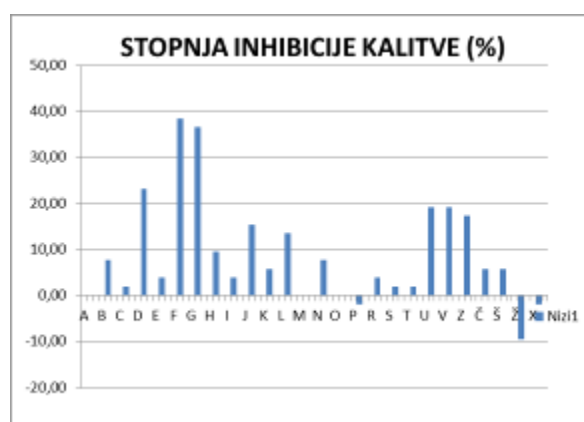
M	40K+40Š+20ABO2
N	40K+30Š+30ABO2
O	40K+20Š+40ABO2
P	30K+50Š+20ABO2
R	20K+60Š+20ABO2
S	30K+40Š+30ABO2
T	40K+55Š+5ABO3
U	40K+50Š+10ABO3
V	40K+40Š+20ABO3
Z	40K+30Š+30ABO3
Č	40K+20Š+40ABO3
Š	30K+50Š+20ABO3
Ž	20K+60Š+20ABO3
X	30K+40Š+30ABO3

Tabela 2: Sestava substratov uporabljenih v poskusu

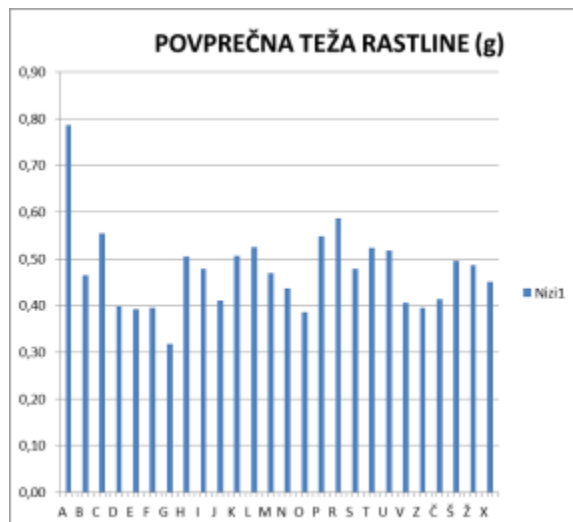
### Rast ječmena



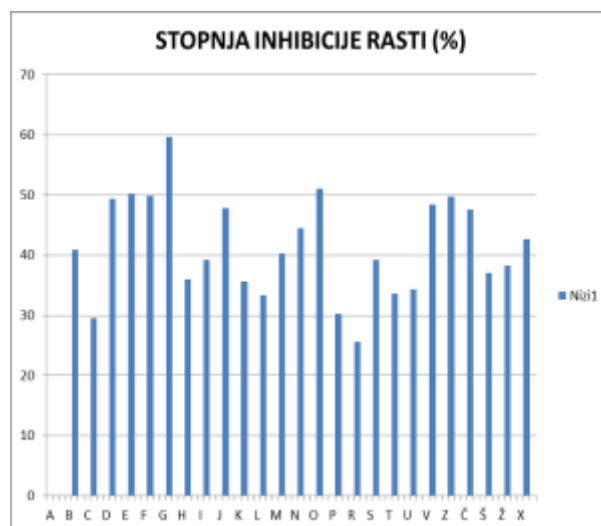
Graf 10: Povprečna stopnja kalitve ječmena v % v substratih A-X



Graf 11: Stopnja inhibicije kalitve ječmena v substratih A-X



Graf 12: Povprečna teža 1 rastline ječmena v g v substratih A-X



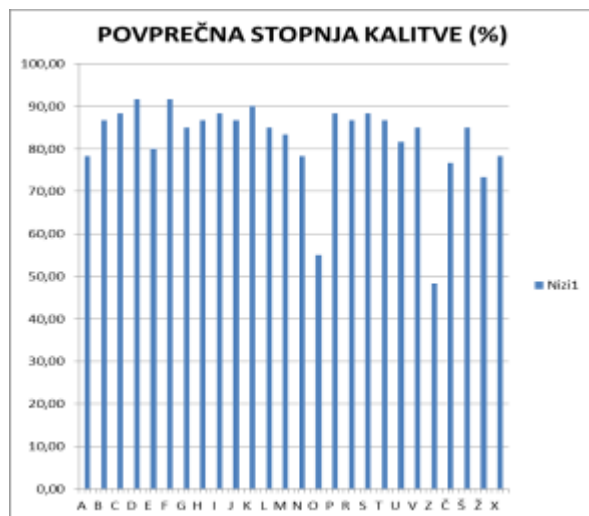
Graf 13: Stopnja inhibicije rasti ječmena v % v substratih A-X

Kontrola je kalila s stopnjo 86%, zato je bil poskus/test veljaven. Več kot 80% stopnjo kalitve so imeli še substrati C, E, I, M, O, P, R, S, T, Č, Š, Ž in X, pri tem so po dobri kaljivosti najbolj izstopali substrati z aktiviranim bioogljem ABO2. Kalitev je najbolj zaviral dodatek aktiviranega biooglja ABO1, slaba kalitev je bila prisotna še v nekaterih substratih z dodatkom aktiviranega biooglja ABO3.

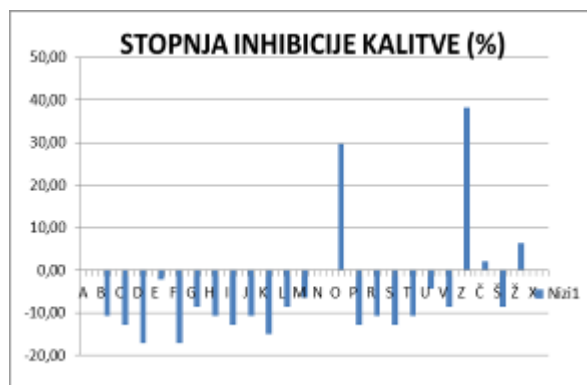
Če rast primerjamo s kontrolo A, kjer je ječmen najbolje rasel, se je tej kontroli sicer z kar 25% inhibicijo rasti približal substrat R, sledila sta C in P. Zopet ugotavljamo, da je dodatek aktiviranega biooglja ABO2 najbolj od vseh bioogelj pozitivno vplival na rast. Na splošno so se najbolj odrezali substrati z višjim deležem šote in nižjim deležem komposta. Za P in R je značilen večji delež šote kot ostale poskusne in na splošno se je ta vzorec ponavljal pri vseh treh bioogljih – v substratih H, I, P, R ter Š in Ž so rastline lepše rasle kot v substratih z nižjim deležem šote. Če primerjam E z H in I – zviševanje deleža šote na račun deleža komposta poveča rast. Če primerjam E z J pa znižanje deleža komposta na račun zvišanja deleža biooglja ni vplivalo dosti na rast. Enako velja za M, P, R in S ter V, Š, Ž in X – le pri X je večji delež aktiviranega biooglja namesto komposta bolje vplival na rast v primerjavi s I in S. Kot najbolj primerna koncentracija aktiviranega biooglja je pri zniževanju deleža šote 5% oz. 10%, če pustimo večji delež šote pa je lahko tudi 20%. Kot najprimernejši delež šote v tem poskusu se izkažejo deleži 50-60%. Najslabše so se odrezali substrati s povišanim deležem aktiviranega biooglja na račun šote, izstopa G, drugače pa so to še J, N, O, Z in Č; torej substrati z 30%

in 40% aktiviranega biooglja in na drugi strani z le 30% oz 20% šote. Zaključim lahko, da večji delež šote oz. biooglja na račun komposta očitno izboljša zračno kapaciteto in s tem omogoča boljšo rast.

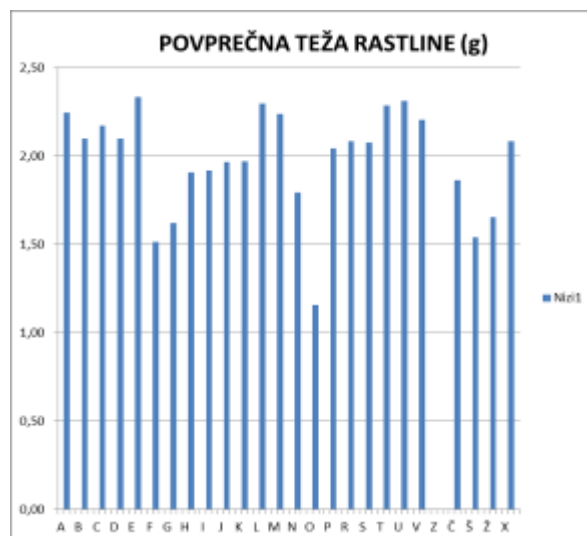
### Rast kitajskega zelja



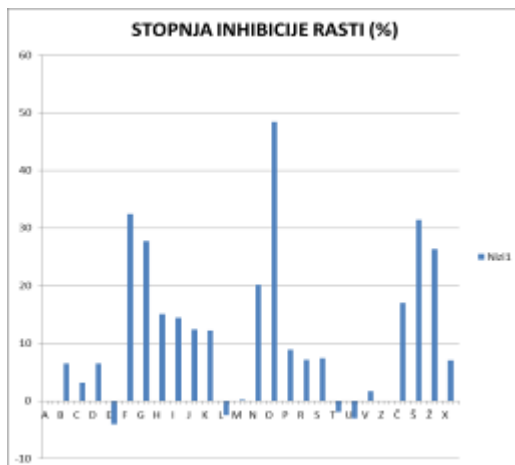
Graf 14: Povprečna stopnja kalitve kitajskega zelja v % v substratih A-X



Graf 15: Stopnja inhibicije kalitve kitajskega zelja v % v substratih A-X



Graf 16: Povprečna teža 1 rastline kitajskega zelja v g v substratih A-X



Graf 17: Stopnja inhibicije rasti kitajskega zelja v % v substratih A-X

Pri kitajskem zelju pa se izkaže, da na rast ne vpliva toliko zmanjševanje deleža šote kot je to očitno pri ječmenu, ampak ima večji vpliv koncentracija komposta v substratu. Tako kitajsko zelje raste bolje, če je v substratu več komposta in tudi pri višjih koncentracijah aktiviranega biooglja. Tudi same stopnje inhibicije rasti v redkih primerih presežejo 30% kot je to očitno pri ječmenu, substrati E, L, T in U pa imajo celo negativno stopnjo inhibicije, kar pomeni, da so rastline v teh substratih z dodatkom aktiviranega biooglja in komposta rasle celo bolje kot v kontroli – šoti z mineralnimi gnojili.

## 5. Zaključek

Čaka nas še veliko dela, tudi idej za nove produkte nam ne manjka. Po vseh izkušnjah z uporabo komposta in biooglja vidimo, da sta to dva izjemna produkta, ki dobro vplivata na rodovitnost tal, da kompost rastline nahrani z vsemi potrebnimi hranili, bioogljje pa še samo poveča delovanje komposta. Tudi rastline na gredah s svojim izgledom in zdravjem potrjujejo napisano, ko pa ob snovanju novih poskusov posegamo v sama tla, pa nas vedno znova preseneti, kako so tla na gredicah z dodanim kompostom in bioogljem rahla, v njih mrgoli živali – od stonog do pajkov in deževnikov, koreninski prepleti rastlin pa so neverjetni...

Zato pa: Vrnimo življenje zemlji – in zemlja bo vrnila nam!

## 6. Viri

Insam H., Franke-Whittle I., Goberna M., *Microbes at Work - From Wastes to Resources*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.

Lehmann J., Rillig M. C., Thies J., Masiello C. A., *Biochar effects on soil biota - A review*, *Soil Biology & Biochemistry* 43 (2011) 1812-1836.

SIST EN 16086-1:2012 Izboljševalci tal in rastni substrati – Določanje sprejemljivosti za rastline 1.del: Preskus rasti v loncu s kitajskim zeljem, marec 2012.

William C., Hockaday d, David Crowley eSohi S., Gaunt J., Atwood J., *Biochar in growing media: A sustainability and feasibility assessment*, A project commissioned for the Sustainable Growing Media Task Force.

(Defra project ref. SP1213), 2013

## VPLIV RAZLIČNIH SREDSTEV ZA APNENJE NA pH TAL

Dr. Barbara Čeh  
Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije  
barbara.ceh@ihps.si

Bojan Čremožnik  
Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije  
Bojan.cremoznik@ihps.si

### Izvleček

Na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije smo spomladi 2012 postavili bločni poljski poskus s štirimi obravnavanji v štirih ponovitvah, s katerim smo želeli ugotoviti vpliv različnih sredstev za apnjenje na vrednost pH tal (v hmeljišču). Vključili smo geološko starejši apnenec ( $\text{CaCO}_3$ ) iz triasa = kalcijev karbonat-trdi in geološko mlajši apnenec iz miocena = kalcijev karbonat-mehki ter hidratizirano apno in kontrolo = brez apnjenja. Odmerke smo določili na podlagi obstoječih preglednic. Začetni pH je bil 5,8. Vrednost pH tal se je od postavitve poskusa do jeseni 2013 zmanjševala pri vseh vključenih obravnavanjih, ne glede na to, če smo ali nismo apnili oziroma ne glede na vrsto pripravka za apnjenje. Po dobrem letu in pol od apnjenja bistvenih razlik v vrednosti pH tal med obravnavanji ni bilo, pri vseh pa je bila vrednost nižja kot ob postavitvi poskusa. Opaziti so letna nihanja v pH tal; poleti se je v vrednost pH tal v obeh preučevanih letih znižala in se je do jeseni zopet zvišala (vpliv aktivnosti tal, gnojenja ...). Odmerki sredstev za apnjenje, določeni po obstoječih preglednicah, so bili očitno premajhni in zato neučinkoviti. Zato smo jeseni 2013 poskus ponovno apnili z istimi sredstvi, ampak z večjimi odmerki, kot so svetovani glede na začetni pH tal na podlagi preglednic VDLUFA.

**Ključne besede:** pH tal, apnjenje, sredstva za apnjenje, rodovitnost tal.

## 1. Uvod

Značilnost rodovitnih tal je njihova dobra struktura, da so neonesnažena, ustrezno preskrbljena s hranili in je razmerje med njimi neporušeno, imajo ustrezno vsebnost organske snovi in ustrezno vrednost pH. Če slednja ni ustrezna, so lahko nekatera hranila v tleh zaklenjena in s tem nedostopna za rastline, četudi jih je v tleh ravno prav, ali pa so pretirano dostopna nekatera mikrohranila, kar za rastline zopet ni ustrezno. Rodovitnost tal je zelo težko popravljati, postopek je lahko zelo drag, poruši pa se lahko hitro, če s tlemi ravnamo neodgovorno. En centimeter rodovitnih tal, ki so primerna za pridelavo rastlin, nastaja od 300 do 800 let. Zato je skrb za ohranjanje rodovitnosti tal poleg borbe za ohranjanje obdelovalnih površin ena od prioritarnih nalog.

Na trgu je več sredstev, s katerimi lahko zvišujemo ta parameter v tleh, postavlja pa se vprašanje, katerega uporabiti, v kakšni količini in kako pogosto, da bo rezultat čim boljši in postopek cenovno zadovoljiv. Pri izbiri pripravkov za apnjenje moramo zaradi njihovega različno hitrega delovanja in različnih lastnosti upoštevati navodila proizvajalca o uporabi; nekatera sredstva lahko apliciramo v večjem enkratnem odmerku, nekatera moramo odmerjati zelo natančno in v manjših letnih količinah,

nekatera so učinkovita že pri manjših odmerkih, pri nekaterih je potreben odmerek dokaj velik. Poleg potrebne količine je med sredstvi za apnjenje smiselno primerjati tudi razlike v ceni, pri čemer ne upoštevamo le cene ustrezne količine pripravka ampak tudi prevoza in porabe ur za aplikacijo.

## 2. Material in metode dela

Poskus smo zastavili spomladi v letu 2012 kot bločni poljski poskus s štirimi obravnavami v štirih ponovitvah na poskusnem posestvu IHPS, v hmeljišču posajenem s sorto Celeia. Velikost osnovne parcele je bila 76 m<sup>2</sup>.

Tla so evtrična rjava na peščeno prodnati osnovi in srednje globoka. Zgornji obdelovalni horizont uvrščamo v teksturni razred GI-PGI, kar uvršča tla med težka do srednje težka. V globljih horizontih se pojavlja večji delež peska. Pred postavitvijo poskusa (marca 2012) je osnovna analiza tal pokazala, da so tla v zgornjem sloju 25 cm dobro preskrbljena s kalijem (24,6 mg/100 g tal) in ekstremno s fosforjem (43,9 mg/100 g tal).

Obravnavanja:

- A: naravni kalcijev karbonat – geološko starejši (trdi apnenec)
- B: naravni kalcijev karbonat – geološko mlajši (mehki apnenec)
- C: hidratizirano apno
- D: kontrola (brez apnjenja)

Pripravke smo 23. marca 2012 potrosili v ustrezni količini glede na analizo tal (pH = 5,8) in veljavne preglednice za določanje odmerka za apnjenje (2,3 t/ha CaCO<sub>3</sub>, 1,3 t/ha hidratiziranega apna) ter jih takoj zakultivirali v tla. Ostali agrotehnični ukrepi v poskusu so bili v letih 2012 in 2013 izvajani po načelih dobre kmetijske prakse enako za celoten poskus. Dognovanje z dušikom je bilo 20. 5., 15. 6. in 5. 7. v količini 50+70+50 kg/ha dušika v obliki KAN-a v letu 2012 in v letu 2013 na enake termine in z enakimi količinami dušika, le da je bilo tretje dognovanje opravljeno z UREO. Gnojenje s kalijevo soljo smo v obeh letih izvedli v marcu v količini 180 kg/ha K<sub>2</sub>O (glede na analizo tal in odvzem).

Vzorčenje tal do globine 25 cm za analizo na pH po parcelah smo izvedli: 3. julija 2012, 19. septembra 2012, 25. aprila 2013, po obravnavanjih pa: 27. novembra 2012, 1. julija 2013 in 25. septembra 2013. Rezultate smo obdelali s pomočjo računalniških paketov Excel in Statgraphics. Razlike med obravnavami smo zaznavali z Duncanovim testom mnogoterih primerjav ( $p=0,05$ ).

## 3. Rezultati z diskusijo

V obeh letih se je poleti v tleh vrednost pH tal zmanjšala, a se je do jeseni zopet povečala, vendar pa je pri vseh obravnavanjih sčasoma zaznati negativen trend (preglednica 1, slika 1).

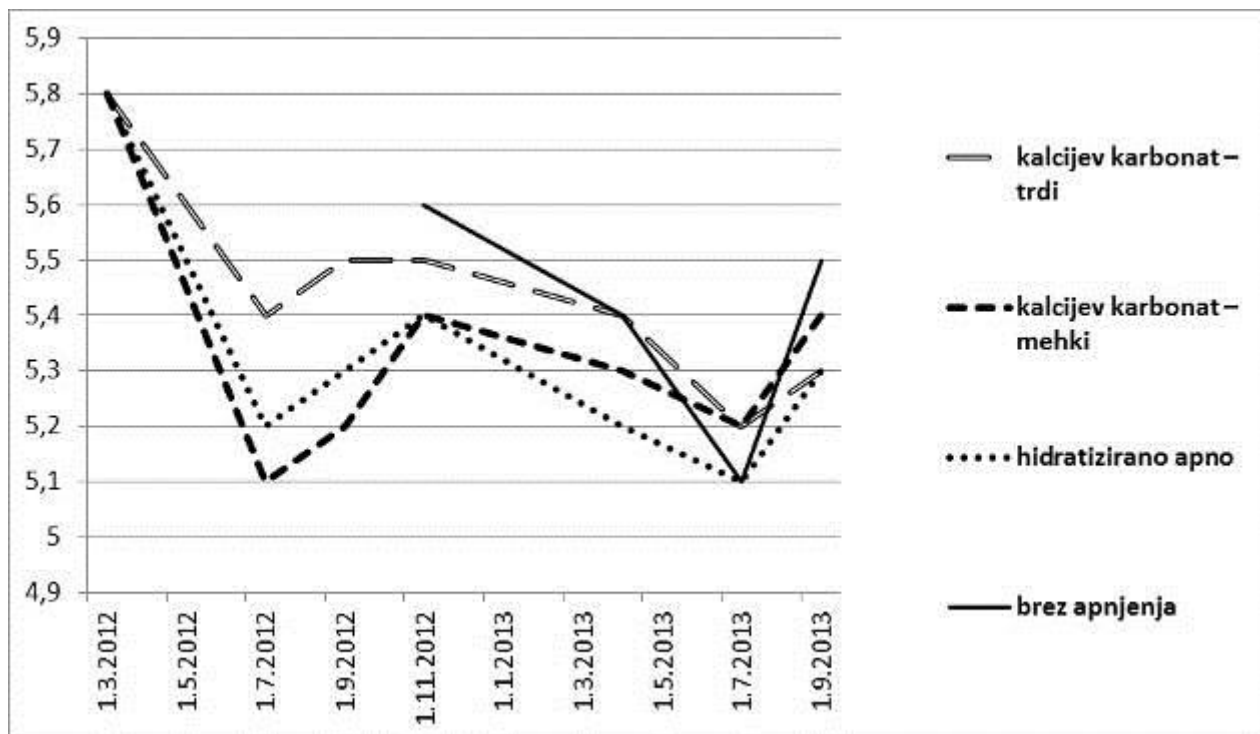
**Preglednica 1:** Vrednost pH tal (0 do 25 cm) glede na datum meritve in obravnavanje v poskusu z različnimi sredstvi za apnjenje na IHPS

Pripravek	Datum vzorčenja						
	19.3.12	3.7.12	17.9.12	27.11.12	25.4.13	1.7.13	25.9.13
Naravni kalcijev karbonat – trdi	5,8	5,4 c*	5,5 a*	5,5	5,4 b*	5,2	5,3
Naravni kalcijev karbonat – mehki	5,8	5,1 ab	5,2 a	5,4	5,3 ab	5,2	5,4



Hidratizirano apno	5,8	5,2 bc	5,3 a	5,4	5,2 a	5,1	5,3
Brez apnjenja	5,8	-	-	5,6	5,4 b	5,1	5,5

\* Enaka črka v stolpcu pomeni, da med obravnavanjema ni statistično dokazljive razlike ( $p=0,05$ ; Duncanov test mnogoterih primerjav).



**Slika 1:** Vrednost pH tal (0 do 25 cm) glede na datum meritve in obravnavanje v poskusu z različnimi sredstvi za apnjenje na IHPS

Počasi, a vztrajno, se je vrednost pH vrednosti tal zmanjševala pri vseh vključenih obravnavanjih, ne glede na to, če smo apnili ali ne oziroma ne glede na vrsto pripravka za apnjenje. Po dobrem letu in pol od apnjenja (jeseni 2013) bistvenih razlik v vrednosti pH tal med obravnavanji ni bilo. pH tal je bil pri vseh obravnavanjih po letu in pol nižji, kot je bil pred apnjenjem.

Na sliki 1 so opazna tudi letna nihanja v vrednosti pH tal; poleti je na poskusni parceli nižja kot jeseni. To sliko moramo imeti v mislih, ko izvajamo kontrolo vrednosti pH tal na naših pridelovalnih površinah – če jemljemo vzorec tal za analizo pH tal jeseni, storimo to tudi pri naslednjem vzorčenju tal čez štiri do pet let, ko bomo želeli ta parameter ponovno preveriti. Če bomo namreč meritve vrednosti pH tal izvajali v različnih mesecih leta, se zlahka zgodi, da zaradi letnega nihanja v vrednosti pH tal dejansko ne bomo vedeli, pri čem smo.

## 4. Sklepi

Odmerki sredstev za apnjenje, določeni po obstoječih preglednicah, so bili očitno premajhni in zato neučinkoviti. Ne glede na to, če smo ali nismo apnili ali katerokoli sredstvo za apnjenje smo uporabili, je vrednost pH tal v dobrem letu in pol namreč počasi, a vztrajno padala. Vrednosti med obravnavanji se jeseni 2013 niso bistveno razlikovale. V novembru 2013 smo zato poskus ponovno apnili, in sicer z istimi pripravki iste parcele, le da smo odmerke določili glede na preglednice po VDLUFA. Tako trdi kot mehki naravni apnenec smo potrosili v enem obroku 19 t/ha, odmerek hidratiziranega apna pa smo razdelili na več obrokov in v novembru 2013 potrosili le prvi obrok, in sicer v največji dovoljeni

količini za to sredstvo 2,5 t/ha Ca(OH)<sub>2</sub>. Ostale obroke bomo potrosili v prihodnjih letih glede na to, kaj bodo pokazale sprotne analize tal.

## 5. Viri

Comission regulation (EU) No 463/2013 of 17 May 2013. Official Journal of the European Union. L 134/1-134/14.

Davies DB., Payne D. 1988. Management of soil physical properties. In: Wild, A. (ed) Russell's Soil Conditions and Plant Growth, Eleventh Edition, Harlow, Essex, Longman: 412–448.

Haynes, R.J. and Naidu R. 1998.. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. Nutrient Cycling in Agroecosystems 51: 123–137.

Leskošek M. 1993. Gnojenje. Ljubljana: Kmečki glas: 197 s.

Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 182 s.

# PRIPRAVA VRTNARSKIH SUBSTRATOV IN IZBOLJŠEVALCEV TAL

Tomaž Čufer  
Humko, d.o.o., Bled  
tomaz@humko.si

## Izvleček

Ob koncu šestdesetih let se je razvila uporaba različnih rastnih substratov in izboljševalcev tal. V Sloveniji imata tradicijo proizvodnje šotnih substratov tovarni Agroruše in Cinkarna Celje. Po letu 1988 pa je s proizvodnjo substratov in talnih izboljševalcev začelo podjetje Humko d.o.o. Kasneje pa se je začel uvoz substratov iz Nemčije, Nizozemske in Avstrije. Danes ja na slovenskem trgu preko 40 različnih blagovnih znamk. Bela in črna šota, perlit, vermikulit, kokosova šota in lesna vlakna, so nadomestila začetni material – kompost. Z razvojem industrije substratov se jih je pojavilo veliko, za različne namene (setveni, substrat za potaknjence, za balkonske rastline, acidofilne rastline, lončnice...). Substratom za zunanjo vzgojo rastlin so dodani vulkanski minerali lave in plovca, sekanci in luščine kokosovih orehov, drobljeno lubje... Ločijo se po namenu uporabe, npr. substrati za trajnice, za zelene strehe, stene, zelene povozne površine, zunanja korita. Za urejanje okolice in sajenje rastlin pa so substrati pripravljene iz humusno-glinene osnove ali pa zemljine z dodatki lesnih vlaken in mineralnih peskov. Posebno skupino predstavljajo substrati za hidroponiko: agroperlit, glinopor, kokosova vlakna, plovec, diatomejska žgana glina, sečninski formaldehid, kamena volna.

**Ključne besede:** vrtnarski substrati, izboljševalci tal, zeolit.

## 1. Vrtnarski substrati in izboljševalci tal

Uporaba različnih rastnih substratov in izboljševalcev tal se v vrtnarstvu intenzivneje uporablja od konca šestdesetih let. Začetni materiali kot so komposti, glineni komposti, kremenčevi in drugi peski so se s časom nadomestili z belo šoto v različnih frakcijah, črno šoto, perlitom, vermikulitom, kokosovo šoto in vlakni, lesnimi vlakni in drugimi surovinami mineralnega in organskega izvora.

Z razvojem industrije substratov se je nabor substratov za različne namene hitro razširil v široko paleto produktov. Razvili so substrate za vzgojo v zaščitenih prostorih kot so: setveni substrati, substrati za potaknjence, saditveni substrati. Namenski substrati imajo več deset različnih receptur posameznih podjetij.

Substrati za zunanjo vzgojo so večinoma sadilni substrati z različnimi strukturami in različno obstojnostjo le-te. Razlikujejo se tudi po namenu: substrati za trajnice v manjših gojitvenih kontejnerjih, substrati za srednje velike kontejnerje in večje kontejnerje. Tem substratom so za obstojnost strukture dodani vulkanski minerali lave in plovca ali sekanci kokosovih orehov, luščine orehov, drobljeno lubje ipd. Ločimo še substrate za zeleno infrastrukturo kot so substrati za zelene strehe, zelene povozne površine, zunanja korita, zelene stene. Za zunanje ureditve in saditve pa so

pripravljeni enostavni humusno-glineni substrati ali zemljine z dodatki lesnih vlaken ali mineralnih peskov.

Posebna skupina so še substrati za hidroponsko vzgojo kot je agroperlit, glinopor, kokosova vlakna, lava, plovec, diatomejska žgana glina, sečninski formaldehid, kamene volne.

V Sloveniji tradicija proizvodnje substratov sega v sedemdeseta leta ko so se v tovarnah Agroruše in Cinkarna Celje proizvajali šotni substrati za domači trg. Po letu 1988 smo s proizvodnjo substratov in talnih izboljševalcev pričeli v podjetju Humko, prav tako pa se je pojavilo še nekaj manjših proizvajalcev. Po letu 1990 se je začel uvoz vrtnarskih substratov iz Avstrije, Nemčije in Nizozemske, kar je količinsko z leti naraščalo v prid uvoza. Do danes je na slovenskem trgu preko 40 blagovnih znamk substratov za vrtnarsko in hobi uporabo.

V podjetju Humko smo začeli s proizvodnjo humusa deževnikov leta 1985. Proizvod se je uporabljal kot univerzalno gnojilo in izboljševalec tal. Nadalje smo proizvajali kompostni substrat in mešanico za dobro zemljo iz bele šote, humusa deževnikov in Hygromulla®. Sledili so šotni substrati: Univerzalni Humko –Flor, Dobra zemlja za zahtevnejše saditve, Royal Garden za zunanje saditve z dodatki vermikulita, komposta, bela šote, plovca, lesnih vlaken in specialnih gnojil. Nadaljni razvoj je bil usmerjen v profesionalne substrate, namenske substrate za balkonske zasaditve in linija profesionalnih substratov z zeoliti Zeohum. Na tem programu je sodelavka opravila več raziskovalnih nalog in doktorsko disertacijo: Vpliv velikosti in količine zeolitnih delcev na zadrževanje vode v rastnih substratih za okrasne rastline. (Kolar, 2013)

Glavni namen raziskave je bil primerjati učinke granuliranih in mikronskih zeolitnih delcev na rast pelargonij *Pelargonium zonale* L. 'Esprit' in zadrževanje vode v rastnih substratih, ter jih po kakovosti primerjati z rastnimi substrati, ki na trgu že obstajajo. Fizikalne in kemijske analize rastnih substratov po evropskih standardih smo opravili na znanstvenem inštitutu za krajinsko arhitekturo in okrasno vrtnarstvo Silva Tarouca na Češkem. Rastni poskus je bil postavljen na Vrtnariji Reš v Mošnjah pri Podvinu in v rastlinjaku Biotehniške fakultete. Rastline so bile vzgajane na sistemu zalivanja z namakalnimi mizami.

Vodno-zadrževalne krivulje za vse obravnavane rastne substrate imajo podobno obliko. Rastni substrati, katerim je bil dodan mikronski zeolit, imajo večji volumen vode, kot pa tisti, ki jim je bil dodan granuliran zeolit preko celotnega merjenega območja vodnega potenciala. Rastni poskus je pokazal, da je najboljša kakovost rastlin dosežena pri rastnih substratih z dodatkom mikronskega zeolita, saj so rastline pokazale boljšo kakovost kot pri primerjalnih tržnih rastnih substratih. Poskus je pokazal, da lahko gojimo kakovostne rastline tudi v rastnih substratih z dodatkom cenejšega granuliranega zeolita. Rastni substrat z dodatkom točno določene količine granuliranega zeolita ima dobre fizikalne lastnosti glede lahko dostopne vode in vsebnosti zraka. Ob koncu raziskave smo ugotovili, da imajo zeolitni delci (tako mikronski kot cenejši granulirani) pozitiven učinek na zadrževanje in s tem manjšo porabo vode kot tudi na zadrževanje hranil, saj smo gnojila s počasi in nadzorovanim sproščanjem dodali le na začetku rastne dobe. Rastline iz rastnih substratov z mikronskim zeolitom so v nekaterih merjenih parametrih pokazale boljšo kakovost kot rastline iz tržnih rastnih substratov.

V podjetju Humko smo poleg zeolitov raziskovali in testirali druge mineralne in organske dodatke, ki izboljšujejo fizikalno kemične lastnosti substratov. Že leta 2001 smo pripravili paletu mineralnih substratov Vulkahum na osnovi lave, plovca in zeolita z dodatki šote in komposta. Substrati so primerjalno nudili boljšo razrast korenin, večjo vodno kapaciteto in boljšo drenažo od primerljivih šotno glinenih substratov. Namen uporabe: za zunanja korita s trajnicami, grmovnicami in drevesi, intenzivne in ekstenzivne strešne ozelenitve, saditve rastlin v parkih in vrtovih. Večji projekti izvedeni s temi substrati: Bernardin hoteli – balkonska korita s trajnim nasadom, Energetika Ljubljana -

betonska korita v treh nadstropjih, Tvoznica duhana Kanfanar, Hotel Istra Crveni otok, Hotel Lone Rovinj, Kempinski Hotel Portorož, Bossnetterminal Jekteviken-Norveška, Expo 2015-slovenski paviljon in preko 80 drugih projektov v Sloveniji in tujini.

Poleg vulkanskih mineralov se za zunanje saditve s pridom uporabljajo bioogljje, lesna vlakna, palmina šota, lubni kompost, zeleni kompost in humus deževnikov. Ti dodatki so obvezni pri pripravi substratov za zelenjavni vrt, visoke grede, strešne intenzivne vrtove in za izboljšanje zemlje na gredicah in vrtovih. Bioogljje lahko v svoji porozni strukturi zadrži velik mikrobiološki potencial in omogoča trajno regeneracijo zemlje. Hkrati zadrži hranila in vodo in sekvestrira ogljik v tleh. Lesna vlakna pridelujemo iz sekancev iglavcev in so primerna kot izboljševalec strukture tal, znižujejo pH, in delno preprečujejo razvoj koreninske gnilobe. Palmina šota ima visoko vodno kapaciteto, nizek pH in daljšo obstojnost od bele šote. Problem pri nizkocenovnih palmih šotah je visoka koncentracija soli, ki zavira rast korenin. Palmina šota mora biti dobro oprana in z vrednostjo EC <0,5. Komposti v substratih nudijo biološko stabilnost, zmanjšujejo pojav glivičnih obolenj, vsebujejo huminske in fulvinske kisline ter osnovno količino hranil.

Posebno področje, ki ga razvijamo v zadnjih letih so mineralni substrati za zelene stene in posebne saditve zahtevnih rastlin. V te namene se uporablja prečiščene lave, zeolite in žgano diatomejsko glino. Značilnost teh substratov je visoka kapilarna vpojnost, zadrževanje vode in hranil in dolga obstojnost.

Problem mineralnih substratov je težja prekoreninjenost v začetni fazi rasti za kar je priporočljiva vzgoja v zaščitnih prostorih.

## **2. Vir**

Kolar M. 2013. Vpliv velikosti in količine zeolitnih delcev na zadrževanje vode v rastnih substratih za okrasne rastline. Doktorska disertacija. Ljubljana. SI-ID 7686009.

# PRIDELAVA KRIZANTEM (*Dendrothema spp.*) S POMOČJO EM TEHNOLOGIJE

Romana Špes  
Šola za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje  
spesromana@gmail.com

## Izvleček

Krizanteme so rastline, ki so trdno zasidrane v naši kulturi in jih uporabljamo kot rezano cvetje zlasti ob prazniku vseh svetih ter za žalne dekoracije. Rastlina spada med delovno intenzivnejše za proizvodnjo; občutljiva je na različne škodljivce, med boleznimi je njen največji sovražnik pojav bele rje krizantem (*Puccinia horiana*). Znanih je več vrst krizantem, vendar uporabljamo za rezano cvetje najpogosteje številne hibride. Pri vzgoji krizantem je potrebno upoštevati reakcijski čas, saj je izrazita kratkodnevnicca. V dveletnem poizkusu, ki smo ga izvedli v zaščitenih prostorih Šole za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje, smo dokazali, da je možna ekološka pridelava krizantem od potaknjenca preko sadike do rezanega cvetja za prodajo. Delovanje učinkovitih mikroorganizmov in njihova uporaba pri nas še ni dovolj raziskana, v poizkusu smo jih uporabljali za zaščito pred listnimi ušmi, pršico prelko, rastlinjakovim škrtkarjem kot tudi za omejevanje bele rje. V obeh letih smo upoštevali vse tehnološke ukrepe za ekološko pridelavo. V drugem letu opazovanja se bela rja ni pojavila vse do faze induciranja in obarvanja cvetov. Do zaključka članka poizkus še ni končan in ga bomo ponovno zastavili v naslednjem letu.

**Ključne besede:** *Dendrothema spp.*, EM tehnologija, potaknjenci.

## 1. Uvod

Krizanteme so rastline, ki jih povezujemo s praznikom vseh svetih, ki je 1. novembra. Tudi njihovo cvetenje ob vzgoji na prostem sovpada s tem datumom. Sicer krizanteme izvirajo iz Kitajske, kjer so jih pridelovali kot zelišče že v 15. stoletju pred našim štetjem. Ker je krizantemin cvet po mnenju mnogih tudi simbol na japonski zastavi, botaniki domnevajo, da so rastlino na Japonsko prinesli v 8. stoletju n.št. V 19. stoletju je japonski cesar vpeljal red krizanteme kot najvišje odlikovanje, cvet pa je prevzel za svoj osebni simbol. Krizantema je rastlina, ki jo pri nas povezujemo s smrtjo, za Japonce pa je simbol lepote. Podariti krizantemo v Aziji pomeni zaželeto človeku dolgo življenje in srečo, krizantema pa je lahko tudi simbol duhovnosti in nesmrtnosti duše.

V Evropo so prišle prve krizanteme proti koncu 17. stoletja, vendar sprva niso bile deležne velikega uspeha. Uveljavile so se v začetku 19. stoletja v Franciji, Angleži pa so leta 1843 pripravili prvo veliko razstavo krizantem. Krizanteme v Evropi so bile takrat izključno kitajskega izvora. Okoli leta 1860 pa so prišle v Anglijo sorte iz Japonske, ki so bile povsem drugačnega videza. Vrtnarji so začeli ti dve skupini križati in prišli do povsem novih oblik in tipov rastlin. Sprva so na prostem gojili samo prezimno odporne sorte krizantem, šele z razvojem steklenih rastlinjakov so pričeli z gojenjem manj odpornih vrst. Krizantema je tako postala sezonska cvetličarska rastlina – odlično rezano cvetje in pred kakšnimi desetimi leti še priljubljena lončnica (Moškon, 2010).

Botanično sodijo krizanteme v družino košaric (*Asteraceae*). Rod *Chrysanthemum* zajema približno 200 vrst in je v novi klasifikaciji razdeljen na 14 novih rodov; po tej klasifikaciji sodi v rod *Chrysanthemum* le še nekaj manj pomembnih enoletnih vrst. Vse pomembnejše gospodarske vrste sodijo v rod *Dendranthema* Des Moul.; najpomembnejša vrsta *Chrysanthemum indicum* (izvor za cca. 8000 vrst) je v novi klasifikaciji prevzela ime *Dendranthema indicum*. Današnji hibridi so v glavnem nastali s križanjem dveh vrst: *Chrysanthemum* (ali *Dendranthema*) *indicum* in *Chrysanthemum* (ali *Dendranthema*)  $\times$  *morifolium* (ali *grandiflorum*) (Moškon, 2010).

Glede na tehnologijo pridelovanja krizantem za prodajo konec oktobra, delimo hibride krizantem v naslednje skupine:

- velikocvetne, kjer jih vzgajamo le z enim cvetnim nastavkom,
- pajkovke,
- marjetke, z različno oblikovanimi cvetovi.

Vse hibride pa lahko najdemo v široki barvni paleti. Čas cvetenja je odvisen od reakcijskega časa, to je čas od začetka temnjenja do začetka cvetenja. Vsekakor moramo krizantemam zagotoviti osvetljenost pod 14 urami za indukcijo cvetov, saj so tipične kratkodnevnicice. Reakcijski čas je za posamezne kultivarje tipičen, izražamo ga v tednih in niha od 6 do 15 tednov (Moškon, 2010).

V letu 2013 smo se na Šoli za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje odločili za ekološko pridelavo krizantem, ki smo jih vzgojili iz ukoreninjenih potaknjencev. Od julija do konca oktobra smo vzgajali marjetaste sorte krizantem: 'Captiva', 'Furore', 'Grassy', 'Boris Becker', 'Anastasia Sunny' in 'Sheena White', nato pa smo od dobro prezimljenih in odpornih matičnih rastlin v letu 2014 in 2015 sami pridelali potaknjence. Pri pridelavi potaknjencev uporabljamo le ekološki substrat, za varstvo pred boleznimi in škodljivci potaknjencev in sadik pa le gnojila in preparate na naravni osnovi. V dveh letih, kar poteka opazovanje in beleženje podatkov, smo preizkusili in tudi potrdili učinkovitost učinkovitost učinkovitost učinkovitost učinkovitost mikroorganizmov.

Po podatkih statističnega urada Slovenije iz leta 2012, se je s tržno pridelavo krizantem leta 2000 ukvarjalo 49 pridelovalcev, število je leta 2003 naraslo na 76 pridelovalcev, v letu 2006 pa je število znova padlo na 47 pridelovalcev (Jankovič M. Diplomsko delo). Podatki o tržni vrtnarski pridelavi, razčlenjeni po proizvodih in tudi po regijah, naj bi bili dostopni na podatkovnem portalu SI-STAT od 30. maja 2014, vendar jih do sredine oktobra 2015, ko je nastajal ta članek, nisem našla na spletnih straneh.

Za pridelavo cvetja in okrasnih rastlin je bilo v letu 2013 namenjenih okoli 206 hektarjev osnovnih površin, kar je za okoli 10 % manj kot v letu 2010. Večino teh rastlin so še vedno pridelovali na prostem; le 17 % osnovne površine, namenjene pridelavi teh rastlin, je bilo zaščitene. Struktura pridelovalne površine s posameznimi kategorijami znotraj skupin cvetje in okrasne rastline se ni bistveno spreminjala (Statistični urad RS, 2013).

## 2. Metode dela

Na Šoli za hortikulturo in vizualne umetnosti Celje se že vrsto let ukvarjamo z ekološko pridelavo nekaterih poljščin, zelenjadnic in zelišč, v zadnjih treh letih pa potekajo raziskave tudi glede možnosti ekološke pridelave okrasnih rastlin. Ob intenzivni pridelavi okrasnih rastlin v zaščiteneh prostorih prihaja do nevarnosti za kontaminacijo delavcev kakor tudi okolja (Črnko, Grmšek, 2015).

Za izvedbo poizkusa s krizantemami smo se odločili zaradi zahtevnosti tehnologije. Za tržno proizvodnjo krizantem moramo poznati določene tehnične ukrepe in tehnologijo pridelave, ki jo zahteva ekološki način pridelave. V določenih fazah razvoja je rastlina posebej občutljiva na boleznin

škodljivce, med boleznimi je najnevarnejša bela rja krizantem. Tako na šoli vzpodbujamo raziskave novih tehnologij pri vzgoji okrasnih rastlin, ki bi pripomogle k konstantni proizvodnji in bi omogočale visoko kvaliteto sadik.

Ekološka pridelava pomeni pridelavo brez uporabe pesticidov, mineralnih gnojil, pospeševalcev rasti in šote. Ekološko pridelana sadika mora biti po kvaliteti enaka sadiki, ki je pridelana na konvencionalni ali integrirani način, njena dodana vrednost je nova tehnologija, ki je prijazna okolju in ljudem (Črnko, Grmšek, 2015).

V EM združbi živi skupaj več kot 80 različnih vrst MO, ki so lahko aerobnih ali anaerobni in so sposobni sobivanja v simbiozi. EM vsebuje izbrane vrste MO, prevladuje populacija mlečnokislinskih bakterij in kvasovk ter manjšim številom fotosintetskih bakterij, aktinomicet in drugih tipov MO. Vsi organizmi so medsebojno kompatibilni in lahko obstajajo v tekoči kulturi. Princip delovanja EM je fermentacija, pri kateri se sladkorji s pomočjo kvasovk ali bakterij pretvarjajo do organskih kislin, plinov in alkohola. Fermentacija se odvija pod določenimi pogoji, kot produkt pa nastajajo bioaktivne substance, ki so lahko dostopne drugim živim bitjem (Reklamni letak EM tehnologije).

EM ni tehnologija, ki bi nadomestila ali zamenjala ostale načine pridelave, lahko pa je dodana vrednost za optimalno izkoriščanje tal, kolobarjenja, drenažiranje in reciklanje ostankov pridelka ter predstavlja biološki nadzor nad škodljivimi organizmi. EM lahko očitno pripomore k koristnim učinkom tehnologij v kmetijstvu. S pomočjo EM se vzpostavlja naravno ravnotežje mikroorganizmov, ki premagajo gnitje, bolezni in druge degenerativne procese (Reklamni letak Micronature d.o.o, 2015).

V šoli je proizvodnja krizantem namenjena predvsem vzgoji za rezano cvetje za potrebe pri pouku cvetličarstva in vrtnarstva. V poizkusu so bile v obeh letih vključene sorte marjetastih krizantem' (Captiva', 'Furore', 'Grassy', 'Boris Becker', 'Anastasia Sunny' in 'Sheena White'), katerih reakcijski čas od sajenja do cvetenja je 11 – 13 tednov.

Ekološki način vzgoje okrasnih rastlin pri nas je še v povojih, le redki tržni pridelovalci se odločajo zanj, saj je potrebno imeti veliko znanja in izkušenj. Kot šola moramo ozaveščati bodoče strokovnjake o možnostih vzgoje na naravi prijazen način in s primerljivimi tržnimi rezultati. Glavni namen naloge je predstavitev dveletnega poskusa, pri katerem smo opazovali uspešnost koreninjenja različnih sort marjetastih krizantem z uporabo tako imenovane EM tehnologije oz. tehnologije pri kateri so učinkoviti mikroorganizmi aktivna substanca. Odgovor za uspešno ekološko pridelavo okrasnih rastlin v zaščitenih prostorih je lahko morda tudi uvajanje te tehnologije.

Postavili smo naslednje hipoteze:

1. EM tehnologija vpliva na uspešnost koreninjenja in vzgojo krizantem.
2. Sorta krizantem ne vpliva na uspešnost koreninjenja krizantem ob uporabi EM preparata.
3. EM tehnologija učinkuje na zdravstveno varstvo gojenih rastlin.

### **3. Rezultati z razpravo**

#### **3.1 Prvo leto opazovanja**

V novembru 2013 smo po cvetenju sadike krizantem porezali do 10 cm nad tlemi in jih posadili po več skupaj v korita. Za sajenje smo uporabili navadni kompost, vsako sorto v posameznem koritu smo skrbno označili. V poizkusu so bile vključene sorte 'Captiva', 'Furore', 'Grassy', 'Boris Becke'r, 'Anastasia Sunny' in 'Sheena White'. Matične rastline smo prezimovali v ekološkem delu



neogrevanega plastenjaka. Spomladi, leta 2014 smo marca začeli z intenzivnim zalivanjem sadik, pognojili smo jih z ekološkim gnojilom Gwano. Pred rezjo potaknjencev smo matične rastline poškropili z naravnim preparatom EM ogrod, 1.4.2014, v skupni količini 2 l (razmerje 20 ml /l vode).

Od 12.5.2015 – 16.5.2015 smo z zelenimi potaknjenci razmnožili 6 kultivarjev krizantem. Izdelali smo po 150 kosov potaknjencev vsake sorte, skupno 900 kosov.

Najbolj enostaven način razmnoževanja krizantem je z zelenimi stebelnimi potaknjenci, tako se ohranijo tudi vse lastnosti matičnih rastlin. Potaknjence krizantem za namen pridelave ob 1. novembru izdelujemo konec aprila in odvisno od reakcijskega časa sorte, vse do konca maja. Po velikosti naj bodo potaknjenci izenačeni, veliki od 5 – 8 cm. Vsak stebelni potaknjeneč naj bi imel 2 -3 nodije ali členke. Prirezani morajo biti ravno, 0,5 – 1 cm pod zadnjim izbranim listom. Vršni potaknjenci imajo vrh, to so t.i. terminalni potaknjenci. Stranski potaknjenci pa nimajo vrha, strokovno se imenujejo lateralni potaknjenci in jih režemo 0,5 cm diagonalo nad zadnjim izbranim listom, vedno proč od brsta. Na ta način se izognemo zastajanju vode in možnim okužbam v nadaljevanju oskrbe. Liste prikrajšamo, da zmanjšamo evapotranspiracijo.

Pred potikanjem smo najprej napolnili multiplošče z bio substratom, ki smo mu za večjo zračnost dodali vermikulit. Biosubstrat Gramofor je setveni substrat, pakiran v 70 l vreče s pH vrednostjo 4,5. Substratu smo dodali 0,5 kg vermikulita / 70 l substrata in ga dobro premešali. Izbrali smo gojitvene plošče z nekoliko večjimi celicami, 3 × 3 cm. Pri polnjenju gojitvenih plošč smo bili pozorni, da so celice dobro napolnjene ter utrjene, saj je le tako potaknjeneč stabilen in se lažje ukorenini. Potaknjence smo nato oskrbovali v kontroliranih pogojih šolskega rastlinjaka, kjer smo morali predvsem paziti na redno rosenje.

Nadaljnja oskrba potaknjencev:

20.5.2014: Škropljenje z EM ogrod, poraba 1 l škropiva.

27.5.2014: Škropljenje z EM ogrod, poraba 1 l škropiva.

2.6.2014: Škropljenje z EM ogrod, poraba 1 l škropiva.

6.6.2014: Aplikacija naravnega insekticida iz kopriv za zatiranje uši, poraba 1 l brozge.

9.6.2014: Aplikacija naravnega insekticida iz kopriv za zatiranje uši, poraba 1 l brozge.

Dve sorti, 'Anastasia Sunny' in 'Sheena White', smo izločili iz poizkusa, saj po opazovanjih nista bili odporni na belo rjo, ki jo nismo uspeli omejiti.

Pri izračunu uspešnosti koreninjenja smo upoštevali le potaknjence 4 sort, 'Captiva', 'Furore', 'Grassy', 'Boris Becke'r. Uspešnost koreninjenja znaša 95 %. Skupno smo posadili 570 rastlin.

Ukoreninjene potaknjence krizantem smo 4.7.2014 posadili direktno na stalno mesto v ekološki del plastenjaka. Krizanteme v tem delu plastenjaka vzgajamo že vrsto let in sledimo načelu kolobarjenja. Grede za sajenje smo pripravili 26.6.2014, v ekološkem delu plastenjaka. Ob osnovni obdelavi smo dodali 60 kg konjskega hlevskega gnoja v obliki pelet z naslednjo sestavo:

- 55-60% humificirane organske mase,
- 2,5-4,5% skupni dušik (N),
- 3-5% skupni fosforjev oksid (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>),
- 2-4% skupni kalijev fosfit (K<sub>2</sub>O),
- 1-3% magnezijev oksid (MgO),
- Celoten spektermikroelementov (<http://vrtnarstvobreskvar.si/drevesnic/ostalo/gnojila>, 2015).

Po sajenju smo sadike krizantem oskrbovali v skladu s tehnološkimi navodili za ekološko pridelavo. Izvrševali smo mehansko varstvo pred pleveli in redno nadzirali pojav škodljivcev in bolezni:

15.7.2014: naravni preparat NeemAzal-T/S v 0,3 % koncentraciji, ob porabi 2 l vode,

- 1.8.2014: naravni preparat NeemAzal-T/S v 0,3 % koncentraciji, ob porabi 2 l vode,  
 3.8.2014: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 2 l vode,  
 22.8.2014: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 2 l vode,  
 4.9.2014: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 3 l vode,  
 24.9.2014: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 4 l vode,  
 3.10.2014: naravni preparat NeemAzal-T/S v 0,3 % koncentraciji, ob porabi 4 l vode.

Med škodljivci so se pojavljale predvsem listne uši (*Aphididae*), omejili smo pojavnost rastlinjakovega ščitkarja (*Trialeurodes vaporariorum*) in pršice prelke (*Tetranychidae*). Ker so postale sadike po uporabi EM ogroda krepke, z močnimi stebli, smo EM tehnologiji pripisovali bolj vlogo naravnega foliarnega gnojila, čeprav smo z njegovo uporabo uspešno omejili tudi belo rjo krizantem (*Puccinia horiana*), ki se je občasno pojavila na starejših, spodnjih listih. Bakrenih pripravkov za omejevanje glivičnih bolezni nismo več uporabljali.

### 3.2 Drugo leto opazovanja

Vse sorte krizantem so v preteklem letu zgodaj inducirale cvetove, kar pripisujemo predvsem večjemu številu oblačnih dni. Med vsemi sortami izstopa po zgodnosti sorta 'Grassy', ki je lani zacvetela 15 oktobra. V polnem cvetenju je bilo 80 % vseh sadik te sorte. Ostale sorte so zacvetele istočasno teden dni kasneje.

Matične rastline za nadaljnjo reprodukcijo smo pripravili enako kot preteklo leto ter jih oskrbovali v neogrevanem delu ekološkega dela plastenjaka. V marcu smo začeli rastline intenzivneje zalivati, pognojili smo jih tudi z naravnim gnojilom Guano Bio organik v obliki prahu, ki tudi ustreza pravilnikom o ekološki pridelavi. Gnojilo smo zagrebli v zemljo in nato smo rastline dobro zalili. Potrebovali smo eno pakiranje gnojila (3 kg), ki smo ga uporabili v odmerku 30 – 50 g/m<sup>2</sup>. Matične rastline so bile slabe v rasti, tudi zaradi obsežnega napada rdečih polžev (*Arion vulgaris*), ki jih tudi s naravnim pripravkom Compo Bio na osnovi železovega fosfata nismo uspeli omejiti.

Prve potaknjence v novem opazovalnem letu smo začeli rezati 4.5.2015 – 8.5.2015. Izdelali smo 65 kosov potaknjencev sorte 'Captiva', 154 kosov potaknjencev sorte 'Furore', 168 kosov potaknjencev sorte 'Grassy' in 78 kosov potaknjencev 'Boris Becker'; skupno torej 465 kosov potaknjencev. Že ob potikanju smo uporabili EM ogrod v 0,3 % koncentraciji in z njim redno pršili potaknjence; ne le zaradi pojava listnih uši ampak tudi zaradi ugotavljanja vpliva na koreninjenje. Potaknjenci so bili zelo šibki, problem so bile visoke temperature zraka.

Povprečna majska temperatura letošnjega leta je bila nad dolgoletnim povprečjem, večinoma je bilo od 2 do 3 °C topleje, odklon med 1 in 2 °C so pa so imeli na Obali, Goriškem, Trnovski planoti, v Vipavski dolini, na Koroškem ter pretežnem delu Štajerske in Prekmurja (Vir: [http://www.arso.gov.si/o\\_agenciji/knjiznica/mesečni\\_bilten/NASE\\_OKOLJE\\_14.10.2015](http://www.arso.gov.si/o_agenciji/knjiznica/mesečni_bilten/NASE_OKOLJE_14.10.2015)).

Potaknjence smo zato rezali še 20.5.2015, ko smo razmnožili še: 25 kosov sorte 'Captiva', 26 kosov sorte 'Furore', 41 kosov sorte 'Grassy' in 32 kosov sorte 'Boris Becker'. Skupno smo v tem terminu razmnožili 124 kosov potaknjencev. V obeh terminih skupaj pa smo razmnožili 589 potaknjencev. Uspešnost koreninjenja pri skupnem številu potaknjencev smo preverili 8.6.2015 in je bila 95,3 %, kar pomeni, da je propadlo 28 potaknjencev. Oskrba potaknjencev je vključevala varstvo pred boleznimi in škodljivci:

- redno pršenje z raztopino EM ogroda v koncentraciji 0,3%,
- 2.6.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 1 l vode,
- 8.6.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 1 l vode,
- 22.6.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 2 l vode.

Matične rastline smo v plastenjaku škropili proti listnim ušem 10.6.2015 in 17.6.2015 z Ogriolom v koncentraciji 0,3 %, ob porabi 2 l vode.

Priprava potaknjencev in grede za sajenje na stalno mesto je v obeh letih opazovanja potekala na enak način. Leta 2015 smo sadike krizantem posadili na stalno mesto v plastenjak 17.7.2015. Nadaljnja oskrba je zahtevala:

23.7.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 2 l vode,  
 28.7.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 2 l vode,  
 5.8.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 2 l vode,  
 7.8.2015: uporaba Ogriol v koncentraciji 0,3%, ob uporabi 2 l vode,  
 11.8.2015: uporaba Ogriol v koncentraciji 0,3%, ob uporabi 2 l vode  
 18.8.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 3 l vode,  
 21.8.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 3 l vode,  
 25.8.2015: uporaba Ogriol v koncentraciji 0,3%, ob uporabi 3 l vode  
 28.8.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 3 l vode,  
 8.9.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 3 l vode,  
 15.9.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 3 l vode,  
 18.9.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 3 l vode,  
 28.9.2015: uporaba Ogriol v koncentraciji 0,3%, ob uporabi 3 l vode  
 5.10.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 3 l vode,  
 12.10.2015: uporaba EM ogrod, v 0,2 % koncentraciji, ob uporabi 3 l vode.

V letu 2015 nismo opazili pojava bele rje krizantem, kot tudi ne pršice prelke. Z Ogriolom smo uspešno omejevali populacijo rastlinjakovega ščitkarja, listne uši pa so se pojavljale v intervalih, vendar smo jih uspešno omejevali.

Tudi v letošnjem letu vstopa sorta 'Grassy' v polno cvetenje pred ostalimi sortami (19.10.2015), prva obarvanost cvetov pa je v primerjavi s preteklim letom nastopila kasneje. Na večini sadik so se začeli barvati cvetovi 12.10.2015, s skoraj tedensko zamudo. Kasnejše barvanje cvetov pripisujemo letos večjemu številu sončnih dni v avgustu in septembru, ki vplivajo na podaljšanje osvetljenosti in posledično na reakcijski čas rastline.

Ugotovili smo, da uporaba EM ogrod ne vpliva na uspešnost koreninjenja, saj v prvem opazovalnem letu nismo uporabili učinkovitih mikroorganizmov že za samo oskrbo potaknjencev, v drugem opazovalnem letu pa smo z njim z nižjimi koncentracijami redno vršili pršenje. Večjega odstopanja v % uspešnosti koreninjenja v obeh opazovanih letih nismo določili.

V letu 2014 se je pojavila bela rja krizantem že na samih potaknjencih. Pri štirih sortah smo pojav bele rje uspešno omejili, medtem ko sta bili sorti 'Anastasia Sunny' in 'Sheena White' povsem neodporni na bolezen in smo ju izločili iz nadaljnje proizvodnje. V drugem opazovalnem letu se bela rja na potaknjencih in tudi kasneje na sadikah ni pojavila. Ves čas oskrbe potaknjencev pa smo za pršenje uporabljali EM ogrod v nižjih koncentracijah.

Rastline so bile v obeh primerih krepke po večkratni uporabi EM ogroda. Efektivni organizmi vplivajo na rast rastlin in imajo učinek gnojila.

Zaradi ekološkega načina pridelave nismo uporabili hormonskih preparatov za stabilizacijo rasti, zato v obeh letih opazovanja ugotavljamo neravno rast stebel, zlasti v zadnjih tednih razvoja, kar niža prodajno vrednost krizantem kot rezanega cvetja.

## 4. Zaključek

Krizanteme so rastline, ki jih pri nas povezujemo z dnevom vseh svetih in jih kot rezano cvetje uporabljamo predvsem v žalni floristiki. Zastopane so z različnimi hibridi. Pred nekaj leti so bile tržno zanimive velikocvetne krizanteme t.i. 'buče' in 'pajkovke', danes pa se več vrtnarjev odloča za vzgojo hibridov iz skupine marjetk, ki so tržno zanimivejše tudi čez leto.

Z opazovanjem in postavitvijo poizkusa smo dokazali, da je možna ekološka pridelava krizantem od potaknjenca do prodaje za rezano cvetje. V glavnem vrtnarji uvozijo ukoreninjene potaknjence, ki jih nato vzgajajo do prodaje na integrirani ali celo konvencionalni način, kjer je dovoljena raba pesticidov in mineralnih gnojil.

Poizkus bomo nadaljevali tudi v naslednjem letu, naš cilj je pridelati okrog 1200 kosov krizantem. Več pozornosti bomo namenili stabilizaciji rastline. Svoje izsledke bomo predstavili tudi širši javnosti. Poskusili se bomo tudi v pridelavi lončnih krizantem.

Pridelavo okrasnih rastlin je mogoče vršiti na naravi prijazen način. Pomembno je, da z izsledki raziskav seznanjamo strokovno in širšo javnost ter prispevamo k ekološki ozaveščenosti.

## 5. Viri

Cegnar T. 2015. Podnebne razmere v maju 2015. V: naše okolje. Bilten Agencije RS za okolje, maj 2015, letnik XXII, številka 5 (14.10.2015). 3 – 31. ISSN 1835 – 3575.

Črnko D. in Grmšek M. 2015. Preizkušanje uspešnosti koreninjenja potaknjencev pelargonij (Pelargonium spp.) s pomočjo EM tehnologije: raziskovalna naloga. Celje: (15.10.2015). Dostopno na spletnem naslovu : <http://www.knjiznica-celje.si/raziskovalne>.

Jankovič M. 2013. Okrasno vrtnarstvo na območju Novega mesta: diplomsko delo. Ljubljana: (14.10.2015). Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/agronomija>.

Micronatura d.o.o., reklamni letak.

Moškon M. 2010. Optimizacija gojenja lončnih krizantem z vidika krajšanja dneva na primeru sorte 'Jupiter Giallo': diplomsko delo. Ljubljana: (14.10.2015). Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si>.

Statistični urad RS. 2013. Tržno vrtnarstvo, Slovenija – končni podatki. Prva objava 31.3.2014, pridobljeno 15.10.2015. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.stat.si/StatWeb/glavnanavigacija/podatki>.

Vzdrževanje trate – gnojila. 2015. [Online]. Pridobljeno 15.10.2015. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.vrtnarstvobreskvar.si/drevesnic/ostalo/gnojila>.

# POSREDOVANJE JEZIKA STROKE ŠTUDENTOM VIŠJE STROKOVNE ŠOLE NA OSNOVI BESEDILA VEGETACIJSKO-EKOLOŠKA IN PEDOLOŠKA PRIMERJAVA INTEGRIRANO IN BIOLOŠKO OBDELOVANIH NASADOV JABLAN V VISCHGAUU

Polona Kramer  
Šolski center Šentjur  
polona.kramer@guest.arnes.si

## Izvleček

Potreba po znanju vsaj enega tujega strokovnega jezika je v Evropski uniji postala realnost, tako zaradi vse bolj živahnih študijskih izmenjav kot zaradi sproščene pretoka delovne sile. Znanje tujih jezikov se je znašlo visoko na lestvici kompetenc diplomantov, saj odpira pot akademski, strokovni in osebni rasti študentov, omogoča učinkovito pripravo na poklicno pot in širi možnosti zaposlitve.

Na osnovi članka strokovne revije *Obstbau Weinbau* o vegetacijsko-ekološki in pedološki primerjavi integrirano in biološko obdelovanih nasadov jabolk na Južnem Tirolskem je v prispevku prikazano podajanje strokovne terminologije v nemščini študentom Višje strokovne šole. Posredovanje tuje strokovne terminologije je zaradi poklicnih potreb študentov usmerjeno zlasti v razvijanje sposobnosti komuniciranja: po uvedbi izhodiščnega problema so uporabljene raznovrstne metode pridobivanja in utrjevanja tujih strokovnih izrazov: izdelava slovarčka strokovnih izrazov (s pomočjo učitelja in samostojno z uporabo spleta), naloge za preverjanje bralnega razumevanja različnih stopenj in utrjevanje novega besedišča, vaje za utrjevanje besedotvorja in pasivnih povedi kot tipičnih slovničnih struktur strokovnega besedila ter nalog za (pisno in ustno) poročanje o obravnavani problematiki in ugotovitvah študije. Študenti so vseskozi aktivno vključeni v izobraževalni proces, individualno, v dvojicah ali skupinah. Na ta način poleg tujega strokovnega jezika bogatijo in poglobljajo tudi jezik stroke v maternem jeziku in se usposablajo za komuniciranje in delo v večjezičnih in večkulturnih skupinah.

**Ključne besede:** tuji jezik stroke, vegetacijsko-ekološka in pedološka primerjava, nasad jablan, integrirano obdelovanje, biološko obdelovanje.

## 1. Pomen tujega strokovnega jezika v sodobnem času

Znanje tujega strokovnega jezika je v dobi internacionalizacije trga dela in študijskih procesov prednostna kompetenca študentov in diplomantov višjih strokovnih šol. Poleg znanja angleščine, ki spada med temeljne kompetence, se od diplomantov zahteva še znanje najmanj enega drugega tujega jezika.

Poučevanje tujega strokovnega jezika lahko opredelimo kot vejo poučevanja splošnega tujega jezika. Za poučevanje tujega strokovnega jezika je značilno, da so izrazito v ospredju specifične jezikovne potrebe študentov, čemur se podreja in prilagaja metodologija poučevanja: obravnavanje situacij, povezanih s študijskimi in poklicnimi potrebami, zaradi česar se tradicionalno težišče s štirih

jezikovnih zmožnosti - branja, pisanja, poslušanja in govora - prenese na bolj življenjske situacije - k sporočanjnim potrebam.

Eden najvplivnejših pristopov k poučevanju tujega strokovnega jezika je problemsko naravnano učenje. Z obravnavanjem izhodiščnega problema kot povoda za učenje v ospredje stopijo študenti, za iskanje rešitev se namesto klasičnih jezikovnih zmožnosti uporabljajo bolj povezana in ciljno usmerjena znanja in kritično mišljenje. Podajanje tujega strokovnega jezika temelji na aktualnih avtentičnih strokovnih besedilih, pri čemer učitelj uporablja različne med seboj dopolnjujoče se metode, vključno z uporabo sodobnih informacijsko-komunikacijskih tehnologij.

Za učitelja tujega strokovnega jezika je značilna povezovalna vloga med jezikom in stroko, npr. sodelovanje s področnim strokovnjakom pri izbiri tematski sklopov in vzpostavljanju terminološkega slovarja.

Na osnovi članka avtorice Magdalene Linser, objavljenega v strokovni reviji za sadjarstvo in vinogradništvo **Obstbau Weinbau (2014)** z naslovom *Vegetationsökologischer und bodenkundlicher Vergleich von integriert und biologisch bewirtschafteten Apfelanlagen im Vinschgau* je prikazano posredovanje strokovne terminologije v nemščini za študente višješolskih študijskih programov Upravljanje podeželja in krajine, Naravovarstvo ter Živilstvo in prehrana. Obravnavana tematika v Katalogu znanj pokriva področje okoljevarstva, naravovarstva in tal.

## 2. Posredovanje strokovne terminologije v nemščini na podlagi besedila *Vegetationsökologischer und bodenkundlicher Vergleich von integriert und biologisch bewirtschafteten Apfelanlagen im Vinschgau*

### 2.1 Uvod v obravnavano temo

Študenti pojasnijo razliko med integriranim in biološkim obdelovanjem tal, tako da dopolnijo preglednico z ustreznimi podanimi definicijami.

Integrierte Bewirtschaftung	Biologische Bewirtschaftung

- Die Verwendung möglichst naturschonender Produktionsmethoden unter Berücksichtigung von Erkenntnissen der Ökologie und des Umweltschutzes.
- Man verwendet Methoden, die möglichst geringe Auswirkungen auf die Umwelt haben, ohne jedoch alle Beschränkungen aus der ökologisch betriebenen Landwirtschaft zu übernehmen.
- Es handelt sich um ein Bindeglied zwischen der industrialisierten konventionellen Landwirtschaft, die hauptsächlich auf die Produktivität ausgerichtet ist, und der ökologischer Landwirtschaft.
- Die Verzichtung auf den Einsatz von synthetischen Pflanzenschutzmitteln, Mineraldünger und Gentechnik.

Odgovori: integrirane Bewirtschaftung: b, c  
biologische Bewirtschaftung: a, d

## 2.2 Opredelitev problematike

Študenti samostojno tiho preberejo besedilo. Ugotoviti morajo, katero problematiko obravnava besedilo in kakšne so ugotovitve raziskave.

Odgovor: Študenti navedejo konkretno vprašanje raziskave: ali obstajajo pri primerjavi biološkega in integriranega načina obdelovanja razlike v vegetaciji in/ali pri tleh. Pojasnijo, je avtorica raziskave ugotovila, da bistvenih razlik v vegetaciji in stanju tal med integriranim in biološkim obdelovanjem nasadov jablan kratkoročno skoraj ni.

### **Vegetationsökologischer und bodenkundlicher Vergleich**

#### **von integriert und biologisch bewirtschafteten Apfelanlagen in Vinschgau**

In den letzten Jahren erlebte *der biologische Obstanbau* in Südtirol einen starken Aufschwung. 2013 wurden bereits ca. 7% der gesamten *Obstanbaufläche*, das entspricht 1370 ha, nach den Richtlinien des Biologischen Anbaus *bewirtschaftet*.

Das Hauptaugenmerk wurde auf *die Begleitvegetation* und *die Bodenbeschaffenheit* gelegt, die in engen *Wechselbeziehungen* stehen. *Die Vegetation* spiegelt nämlich *die abiotischen Standortbedingungen* und vor allem *den Boden* wider.

#### **Die konkrete Frage der Studie war:**

Gibt es beim Vergleich der biologischen und der integrierten Bewirtschaftungsweise Unterschiede in der Vegetation und/oder im Boden?

Für den Vergleich wurden zwei Apfelanlagen im *Ausmass* von 3,3 ha ausgewählt. Ein Kriterium für den Auswahl dieser Apfelanlagen war die Nähe zueinander, sodass davon ausgegangen werden kann, dass *die natürlichen Standortverhältnisse* weitgehend übereinstimmen (*die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge* beträgt 494,5mm und damit zählt der Vinschgau zu *den regenärmsten Tälern* der Ostalpen. *Die jährliche Durchschnittstemperatur* ist 9,9 Grad C. Beide Apfelanlagen sind nur durch *einen Feldweg* voneinander getrennt. Unterschiedliche *klimatische und natürliche Einflüsse* werden somit eingehend ausgeschlossen. In beiden Anlagen stehen *Apfelbäume der Sorten Golden Delicious und Jonagold*, mit einem ähnlichen *Baumvolumen*. Damit war ein wichtiger Einflussfaktor auf die *Begleitvegetation*, *das Lichtschattenverhältnis*, auf ein Minimum reduziert.

#### **Methoden zur Vegetationsaufnahme**

Die Vegetationsaufnahme wurde bereits Mitte April 2011, noch vor *dem Ausbringen eines Herbizids*, durchgeführt. Das war wichtig, da ein Vergleich zwischen *Fahrgasse und Baumreihe* durchgeführt wurde. *Die Aufnahmeflächen* von je 4m<sup>2</sup> wurden mit Hilfe eines Rasters gleichmässig ausgewählt. So ergaben sich jeweils 25 Aufnahmepunkte in der biologisch und in der integriert beirtschafteten Apfelanlage. Mit der zusätzlichen Unterscheidung zwischen *Fahrgasse und Baumreihe* wurden insgesamt 100 *Vegetationsflächen* aufgenommen, welche statistisch verglichen wurden.

#### **Methode zur Bodenanalyse**

Für die Bodenanalyse wurden jeweils 10 *Bodenproben* in der integriert und in der biologisch bewirtschafteten Anlage erhoben. Für jede Bodenprobe wurden 15 *Einstiche* im *Oberboden* (0-30cm) genommen, welche schliesslich zu *einer Mischprobe* vereinigt wurden. Die Aufbereitung und Analyse der Bodenproben erfolgte im *Labor für Boden-, Blatt-, und Fruchtanalysen des Land- und Forstwirtschaftlichen Versuchszentrums Laimburg*.

Um *Bodeneigenschaften*, *Bodenart*, *Bodenreaktion* sowie *Humus- und Nährstoffgehalt* zu bestimmen, wurden die folgenden Analysen gemäss *der Grunduntersuchungen* der Bodenproben für *Obst- und Weinbau* durchgeführt:

*N-min-Untersuchung*, *Fingerprobe*, *Sieb- und Schlämmanalyse*, *Bestimmung des Ph-Werts*, *Salzsäuretest*, *CAL- und CAT- Auszug* sowie *der Königswasseraufschluss*. Die Ergebnisse daraus wurden der **statistischen Analyse** unterzogen.

### **Interpretation der Vegetationsaufnahmen**

*Arten wie das Gewöhnliche Rispengras* und *der Löwenzahn* kamen auf allen aufgenommenen Flächen vor und somit am häufigsten vertreten waren. Andere Arten, wie *die Rauhaarige Wicke* oder die *Sternmiere* kamen hingegen nur selten vor (siehe Grafik1).

Bei der statistischen Auswertung wurden einerseits die Bewirtschaftungsformen miteinander verglichen und andererseits die Vegetation in den Baumreihen mit jener in den Fahrgassen.

Beim Vergleich der beiden Bewirtschaftungsformen unterschieden sich 15 Arten in ihren Häufigkeiten signifikant. So kamen beispielsweise *Breitwegerich*, *Kriechender Hahnenfuss* und *Brennnessel* vermehrt auf der biologisch bewirtschafteten Fläche vor, während *das Indische Springkraut* vor allem in der integriert bewirtschafteten *Nachbarfläche* wuchsen.

Auch im Vergleich der Baumreihen mit den Fahrgassen unterschieden sich die Häufigkeiten von 15 Arten signifikant. *Breitwegerich*, *Einjähriges Rispengras*, *Scharfer Hahnenfuss* und *Weissklee* waren vor allem in den Fahrgassen zu finden. *Weiche Trespe* und *Indisches Springkraut* kamen hingegen in den Baumreihen vor.

*Die Gesamtartenzahl* aller untersuchten Flächen betrug 38. Insgesamt wurden auf der biologisch bewirtschafteten Fläche 28 *Pflanzenarten* gezählt und auf der integriert bewirtschafteten Anbaufläche 33. Somit war auf der integriert bewirtschafteten Fläche eine höhere *Artendiversität* festzustellen. Der Grund lag wahrscheinlich darin, dass im biologischen Anbau *Pflanzenschutzmittel* verwendet werden, wie z. B. *Kupfer-*, und *Schwefelpräparate*, welche bestimmte Arten fördern und dafür andere zurückdrängen. Zudem wird die biologisch bewirtschaftete Apfelanlage häufiger befahren, weil *der Pflanzenschutz* mehr *Einsätze* erfordert, somit werden trittempfindliche Arten verdrängt.

*Der Herbizideinsatz* zeigte deutliche Auswirkungen auf *die Deckung*. In den integriert bewirtschafteten Baumreihen, welche mit Herbizid behandelt wurden, wurde *ein durchschnittlicher Vegetationsschluss* von ca. 30% erreicht, in den biologisch bewirtschafteten Baumreihen waren es hingegen 90%. Grund dafür ist, dass im mit Herbiziden behandelten Baumstreifen nur bestimmte Arten auftreten, welche entweder *resistent gegen das Herbizid* oder nur einjährig sind (z. B. *das Hirtentäschel* oder das *Einjährige Rispengras*). Dies kann auch der Grund dafür sein, warum im biologisch bewirtschafteten Baumstreifen weniger Arten vorkommen als im integrierten: *lichtliebende Arten* können durch *die hohe Vegetationsbedeckung* nicht mehr aufkommen.

Bezüglich der *Zeigereigenschaften* der vorkommender Pflanzen wird deutlich, dass beide Anlagen sehr gut mit *Stickstoff* versorgt waren. Auf beiden Flächen fanden sich *Stickstoffzeiger* wie *Weissklee*, *Grosse Brennnessel*, *Schwarzer Holunder*, *Wiesensauerampfer* und *Sternmiere*. Zudem wurde als *ausgesprochener Düngungszeiger* das *Gewöhnliche Rispengras* in allen Vegetationsaufnahmen vertreten. *Weissklee* und *Gewöhnliches Rispengras* sind *Wechselfeuchtezeiger*, welche in beiden Bewirtschaftungsformen vorkamen. Zu den *Zeigarten* für *die Bodenverdichtung* zählen *Wildkresse*, *Weissklee* und *Kriechender Hahnenfuss*.



### Interpretation der Bodenanalysen

Der Nmin-Wert unterschied sich sehr geringfügig in den beiden Bewirtschaftungsformen: in der biologisch bewirtschafteten Apfelanlage war der Wert 41 kg/ha, in der integriert bewirtschafteten Apfelanlage 42 kg/ha. Somit lagen beide Werte im Optimalbereich von 30 bis 50 kg/ha.

Leichte Böden sollen mindestens 2,5% Humusanteil aufweisen. Dieses Kriterium war in den beiden untersuchten Flächen erfüllt: in der biologisch bewirtschafteten Anlage war der Humusanteil von 3,5% - dieser Boden fiel in die Klasse »humusarmer Boden«, in der integrierten Anlage erreichte der Humusanteil 4,2% - dieser Boden war als *humos* einzustufen (siehe Grafik 2).

Aus der Analyse der *Makro- und Mikroelemente* in Bezug auf die beiden Bewirtschaftungsmethoden gehen recht *homogene Werte* hervor (siehe Grafik 3). *Die Mittelwerte* zeigen geringe Unterschiede bei *Kupfer, Mangan und Zink*, wobei die Werte auf der integriert bewirtschafteten Fläche höher sind. Dies kann damit erklärt werden, dass im integrierten Anbau über Jahre *ein mineralischer Volldünger* eingesetzt wurde.

### Schlussfolgerungen

Es wurden keine grossen Unterschiede zwischen den zwei Bewirtschaftungsformen biologischer und integrierter Apfelanbau im Hinblick auf die Begleitvegetation und Bodenbeschaffenheit festgestellt. Die Unterschiede in der Artenzahl der beiden Apfelflächen sind zwar bereits erkennbar, aber sie haben sich nicht so signifikant ausgeprägt. Der Einfluss der Bewirtschaftung hat möglicherweise längerfristig Auswirkungen.

## 2.3 Usvajanje strokovnega besedišča

Študenti glasno preberejo besedilo in s pomočjo učitelja poiščejo prevod za strokovne izraze (v besedilu so označeni ležeče). Slovenske izraze sproti zapisujejo, doma lahko izdelajo tudi slovarček. Študenti morajo aktivno obvladati naslednje izraze:

vegetationsökologischer Vergleich – vegetacijsko-ekološka primerjava  
 bodenkundlicher Vergleich – pedološka primerjava  
 die Vegetation – vegetacija  
 der Boden – tla  
 die Bodenkunde – pedologija  
 integrierte Bewirtschaftung – integrirano obdelovanje  
 biologische/ökologische Bewirtschaftung – biološko/ekološko obdelovanje  
 bewirtschaften – obdelovati  
 die Apfelanlage – nasad jabolk  
 der Obstanbau – sadjarstvo  
 die Anbaufläche – pridelovalna površina  
 die Wechselbeziehung – soodvisnost  
 die Standortsverhältnisse – lokacijski pogoji  
 die durchschnittliche Niederschlagsmenge – povprečna količina padavin  
 die Durchschnittstemperatur – povprečna temperatura  
 die Bodenprobe – vzorec tal  
 der Einstich – vbod  
 der Humusgehalt/der Humusanteil – vsebnost/delež humusa  
 der Nährstoffgehalt – vsebnost hranljivih snovi  
 die Untersuchung – raziskava  
 die Fingerprobe – preizkus s prsti  
 die N-min-Untersuchung – raziskava vsebnosti dušika  
 die Sieb- und Schlämmanalyse – analiza s sitom in analiza blata

die Bestimmung des Ph- Werts – določitev Ph vrednosti  
 der Salzsäuretest – test solne kisline  
 der CAT- und CAL-Auszug – izvleček kationov  
 der Königwasseraufschluss – informacija o podzemni vodi  
 die Pflanzenart – rastlinska vrsta  
 die Artendiversität – raznolikost vrst  
 der Pflanzenschutz – varstvo rastlin  
 die Pflanzenschutzmittel – sredstva za zaščiti rastlin  
 die Kupfer- und Schwefelpräparate – bakreni in žvepleni preparati  
 das Kupfer – baker  
 der Schwefel – žveplo  
 das Mangan – mangan  
 das Zink – zink  
 das Herbizid – herbicid  
 der Herbizideinsatz – uporaba herbicida  
 resistent gegen das Herbizid – odporen proti herbicidu  
 der Stickstoff – dušik  
 die Düngung – gnojenje  
 die Bodenverdichtung – zgostitev tal  
 die Makro- und Mikroelemente – makro in mikroelementi  
 homogene Werte – homogene vrednosti  
 die Mittelwerte – srednje vrednosti

Za rastlinska imena študenti poiščejo slovenske ustreznice; pri tem delajo v dvojicah in uporabljajo Presisov večjezični slovar na spletu.

Deutsch	Slowenisch
das Gewöhnliche Rispengras	
der Löwenzahn	
die Rauhaarige Wicke	
die Sternmiere	
der Breitwegerich	
der Kriechende Hahnenfuss	
die (Grosse) Brennnessel	
das Indische Springkraut	
das Einjährige Rispengras	
der Scharfe Hahnenfuss	
der Weissklee	
die Weiche Trespe	
das Hirtentäschel	
der Schwarze Holunder	
der Wiesensauerampfer	
die Wildkresse	

Odgovori: das Gewöhnliche Rispengras – navadna latovka  
 der Löwenzahn – regrat  
 die Rauhaarige Wicke – dlakava grašica  
 die Sternmiere – zvezdica  
 der Beitwegerich – trpotec  
 der Kriechende Hahnenfuss – plazeča zlatica  
 die (Grosse) Brennnessel – (velika) kopriva

das Indische Springkraut – indijska nedotika  
das Einjährige Rispengras – enoletna latovka  
das Scharfe Hahnenfuss – ripeča zlatica  
der Weissklee – njivska detelja  
die Weiche Trespe – mehka stoklasa  
das Hirtentäschel – navadni plešec  
der Schwarze Holunder – črni bezeg  
der Wiesensauerampfer – travniška kislica  
die Wildkresse – divja draguša

## 2.4 Preverjanje bralnega razumevanja in utrjevanje strokovnega besedišča

a) Študenti označijo, ali so navedene trditve pravilne ali napačne.

1. Aufgrund der Vegetation kann man die Eigenschaften des Bodens bestimmen.
2. Die natürlichen Standortverhältnisse der verglichenen Apfelanlagen waren verschieden.
3. Das Lichtschattenverhältnis hat keinen Einfluss auf die Begleitvegetation.
4. In der biologisch und integriert bewirtschafteten Anlagen gab es insgesamt 100 Vegetationsaufnahmeplätze.
5. Die Bodenanalyse erfolgte mit Hilfe der Einstiche im Oberboden.

Odgovori: 1. pravilno  
2. napačno  
3. napačno  
4. napačno  
5. pravilno

b) Študenti dopolnijo povedi z ustreznim besediščem iz besedila.

1. Bei der statistischen Analyse wurden \_\_\_\_\_ miteinander und \_\_\_\_\_ in den Baumreihen mit dieser in den Fahrgassen verglichen.
2. Beim Vergleich waren 15 Arten verschieden \_\_\_\_\_.
3. Insgesamt fand man auf allen Flächen \_\_\_\_\_ Arten.
4. Die integriert bewirtschaftete Fläche beweist höhere \_\_\_\_\_, weil da mehr verschiedene Arten als auf der biologisch bewirtschafteten Fläche gezählt wurden.
5. Die Artenzahl auf der biologisch bewirtschafteten Anlage wurde durch die Verwendung von \_\_\_\_\_ reduziert.
6. In den integriert bewirtschafteten Baumreihen gab es nur wenige Pflanzenarten, weil diese Apfelanlagen mit \_\_\_\_\_ behandelt wurden.
7. Weissklee, Grosse Brennnessel, Schwarzer Holunder, Wiesensauerampfer und Sternmiere sind \_\_\_\_\_.
8. Das Gewöhnliche Rispengras war ausgesprochener \_\_\_\_\_ in allen Vegetationsaufnahmen.
9. Weissklee und Gewöhnliches Rispengras gehören zu \_\_\_\_\_ Wechselfeuchtezeiger.
10. Wildkresse, Weissklee und Kriechender Hahnenfuss erklären die \_\_\_\_\_.

Odgovori: 1. die Bewirtschaftungsformen, die Vegetation  
2. häufig  
3. 38  
4. Artendiversität

5. Pflanzenschutzmittel
6. Herbizid
7. Stickstoffzeiger
8. Düngungszeiger
9. Wechselfeuchtezeiger
10. Bodenverdichtung

## 2.5 Utrjevanje slovničnih struktur

Študenti iz samostalnikov izpeljejo glagole. Z glagoli tvorijo povedi (v aktivu in pasivu sedanjega ali preteklega časa) ter tako utrjujejo pogosto rabo pasivne oblike glagola pri opisovanju postopkov.

Primer: die Bewirtschaftung > bewirtschaften :

In Südtirol **bewirtschaftet man** die Obstanbauflächen biologisch. (aktivna poved) >

Die Obstanbauflächen in Südtirol **werden** biologisch **bewirtschaftet**. (pasivna poved)

Učitelj ponovi *pravilo za tvorbo pasiva*:

**glagol WERDEN (Präsens: wird (Singular), werden (Plural); Präteritum: wurde (Singular), wurden (Plural)) + PARTIZIP II des Vollverbs (pretekli deležnik polnopomenskega glagola).**

- a) der Vergleich > vergleichen
- b) die Auswahl > auswählen
- c) die Aufnahme > aufnehmen
- d) die Analyse > analysieren
- e) die Untersuchung > untersuchen
- f) der Unterschied > unterscheiden
- g) die Zahl > zählen
- h) der Einsatz > einsetzen
- i) die Feststellung > feststellen

## 2.6 Vaje za razvijanje sposobnosti samostojnega pisnega in ustnega izražanja

a) Študenti pisno odgovorijo na vprašanja.

1. Wie wurde der Boden im Versuchszentrum Laimburg untersucht?
2. Was haben die Bodenanalysen in Hinsicht auf den N-min-Wert gezeigt?
3. Wie war der Humusanteil in den vergleichbaren Anlagen?
4. Wie waren die Werte der Makro- und Mikroelemente hinsichtlich der beiden vergleichbaren Anlagen?
5. Fassen Sie die Schlussfolgerungen zusammen.

Odgovori: 1. Mit den Grunduntersuchungen: N-min-Untersuchung, Figerprobe, Sieb- und

Schlämmanalyse, Bestimmung des Ph-Werts, Salzsäuretest, CAL- und CAT-Auszug, Königwasseraufschluss wurden die Bodeneigenschaften, die Bodenart die Bodenreaktion und den Humus- und Nährstoffgehalt bestimmt.

2. Die N-min-Werte unterschieden sich hinsichtlich der beiden

Bewirtschaftungsformen sehr wenig und lagen im Optimalbereich von 30 bis 50 kg/ha.

3. In den beiden Anlagen war der Humusanteil ausreichend.

4. In den beiden Anlagen fand man fand homogene Werte, nur bei Kuper, Mangan und Zink waren die Werte auf der integriert bewirtschafteten Anlage ein wenig

höher.

5. Es wurden keine grossen Unterschiede zwischen dem biologischen und dem integrierten Apfelanbau im Hinblick auf die Begleitvegetation und die Bodenbeschaffenheit festgestellt. Der Einfluss auf die Bewirtschaftung hat möglicherweise längerfristig Auswirkungen.

b) Študenti na osnovi iztočnic ustno podajo vsebino članka. Tvorbo povedi vadijo v majhnih skupinah in obnovo besedila podajo tako, da vsak študent pove nekaj povedi.

Iztočnice:

Vergleich, integriert und biologisch bewirtschaftete Apfelanlagen, Vinschgau, Südtirol, Begleitvegetation, Boden, Feldweg, die Nähe der Apfelanlagen, die natürlichen Standortverhältnisse (Niederschlagsmenge, Durchschnittstemperatur), Apfelbäume der Sorten Golden Delicious und Jonagold, ähnliches Baumvolumen, Lichtschattenverhältnis, 100 Vegetationsaufnahmeplätze, 10 Bodenproben mit 15 Einstichen im Oberboden, Grunduntersuchungen, Zahl der Pflanzenarten auf untersuchten Flächen, Artendiversität, Resultate der Bodenanalyse (N-min-Wert, Humusanteil, Makro- und Mikroelemente), Schlussfolgerungen.

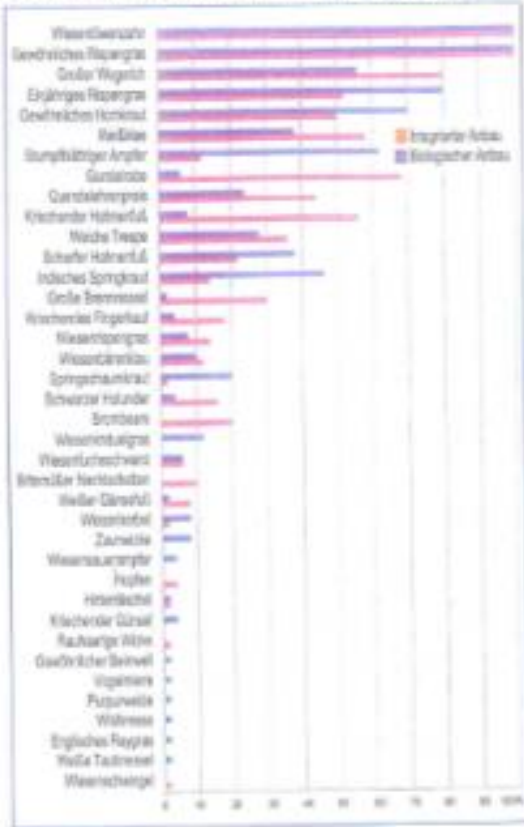
### 3. Zaključek

Kot prikazano, vključuje obravnavo avtentičnega strokovnega besedila v tujem jeziku več korakov: vpeljava izhodiščnega problema kot povod za učenje, samostojno tiho branje in preverjanje osnovnih informacij besedila, glasno branje besedila in uvajanje strokovnega besedišča, vzpostavljanje terminološke zbirke, utrjevanje strokovnega besedišča in preverjanje bralnega razumevanje z različnimi nalogami, vaje za ponavljanje in utrjevanje slovničnih struktur, tipičnih za obravnavano besedilo, priprava na (delno) samostojno pripovedovanje o obravnavani tematiki.

Na ta način se študenti postopoma, v interakciji z učiteljem ter v sodelovanju s sošolci, tudi preko uporabe sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije, približujejo cilju: pridobiti znanje tujega strokovnega jezika in razviti spretnosti za uporabo le-tega: za (pisno in ustno) komunikacijo o strokovni temi v poklicnem ali strokovnem okolju.

## 4. Priloga

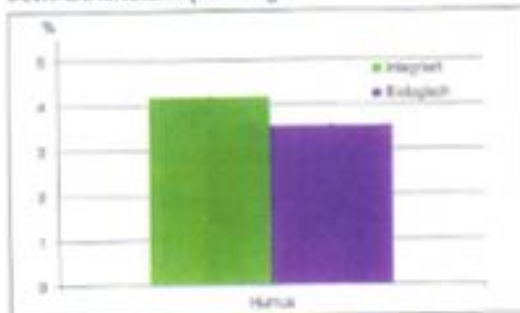
Grafik 1: Pflanzenarten nach Häufigkeit geordnet.



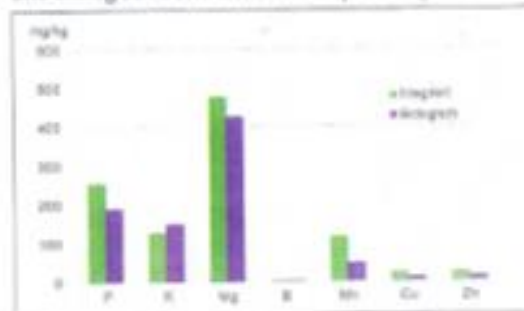
Aufnahmefläche für die Vegetation.  
Utensilien für Bodenproben.



Grafik 2: Humusanteil in der integriert und biologisch bewirtschafteten Apfelanlage.



Grafik 3: Haupt- und Spurenelemente in der integriert und biologisch bewirtschafteten Apfelanlage.



## 5. Viri

Linser, Magdalena. 2014. Vegetationsökologischer und bodenkundlicher Vergleich von integriert und biologisch bewirtschafteten Apfelanlagen im Vinschgau. *Obstbau Weinbau*, junij, let. 51, št. 6. Str. 181-185. ISSN: 2240-015X

Jarc, Mojca in Zorko, Vida. 2013. Razvoj potrebe po učenju tujih strokovnih jezikov in vloga učitelja pri oblikovanju tujejezikovno kompetentnega diplomanta. *Teorija in praksa*, mar. –apr., let. 50, št. 2. Str. 412-442. ISSN : 0040-3598

Roelcke, Thorsten. 2009. Fachsprachliche Inhalte und fachkommunikative Kompetenzen als Gegenstand des Deutschunterrichts für deutschsprachige Kinder und Jugendliche. *Fachsprache, International journal of specialized communication*, let. XXXI, št. 1-2. Str. 6-20. ISSN: 1017 - 3285

Kolman-Mitrović, Meri. 2002. Strokovna terminologija v nemškem jeziku (Višješolski študijski program Naravovarstvo). (Online). Ljubljana (M. Kolman-Mitrović). Citirano 6. okt. 2015; 15.30). Dostopno na spletnem naslovu: [http://www.impletum.zavod-irc.si/docs/Skriti\\_dokumenti/Strokovna\\_terminologija\\_v\\_nemskem\\_jeziku\\_-Naravovarstvo-Kolman.pdf](http://www.impletum.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Strokovna_terminologija_v_nemskem_jeziku_-Naravovarstvo-Kolman.pdf)

Ökologische Landwirtschaft. (Online). 2015. (Citirano 6. okt. 2015; 16.00). Dostopno na spletnem naslovu: [https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96kologische\\_Landwirtschaft](https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96kologische_Landwirtschaft).

Integrierte Produktion. (Online). 2014. (Citirano 6. okt. 2015; 17.00). Dostopno na spletnem naslovu: [https://de.wikipedia.org/wiki/Integrierte\\_Produktion](https://de.wikipedia.org/wiki/Integrierte_Produktion).

Termania- Presisov večjezični slovar. (Online). 2015. (Citirano 6. okt 2015; 18.00). Dostopno na spletni strani: <http://www.termania.net/slovarji/70/presisov-vecjezicni-slovar>

Brezplačni spletni slovarji Pons. (Online). 2015. (Citirano 6. okt 2015; 19.00). Dostopno na spletni strani: <http://www.pons.si/index.php>

## ZELENA STREHA V URBANI MIKROKLIMI

Dr. Anja Bubik, univ.dipl. biokem.  
Visoka šola za varstvo okolja, 3320 Velenje  
anjabubik.vsvo@gmail.com

Matija Kompan  
Visoka šola za varstvo okolja, 3320 Velenje

Dr. Lucija Kolar, dr. vet. med.  
Complementarium, Inštitut za raziskovanje narave in razvoj okoljskih tehnologij, Celje  
lucija@complementarium.si

Tomaž Čufer  
Humko, d.o.o., Bled  
tomaz@humko.si

### Izvleček

Zelene strehe v mestih postajajo znova popularne, saj lahko ekološke in okoljske prednosti njenih tehnologij bistveno prispevajo k izboljšanju urbane mikroklimi in s tem vračajo možnost ljudem za sonaravno bivanje.

Diplomant študijskega programa *Varstvo okolja in ekotehnologije* na Visoki šoli za varstvo okolja Matija Kompan je pod mentorstvom dr. Lucije Kolar in dr. Anje Bubik pripravil modela zelene ravne strehe z različnima substratoma z ekstenzivno ozelenitvijo. Ovrednotil je učinkovitost dveh različnih substratov ter ocenil pomen in uporabo ekstenzivnega principa ozelenitve v urbanem okolju. Z diplomsko nalogo smo se vključili v aktivnosti projektne skupine "Ozelenjevanje stavb", ki deluje v okviru programa Climate-KIC PIP »*Pioneers into practice*«. Nov tip evropskega strokovnega učnega programa vključuje strokovnjake iz različnih strok in držav Evrope, ki iščejo inovativne rešitve v boju proti podnebnim spremembam.

**Gljučne besede:** zelene strehe, ekstenzivna ozelenitev, substrat, urbana mikroklima, pH, temperatura.

## 1. Uvod

Zelene strehe poznamo že iz najstarejših časov zgodovine, predvsem kot naravna zavetišča ljudi. Poznali so jih tudi stari Grki in Rimljani, najbolj razširjene pa so bile v Skandinaviji in na Islandiji v času Vikingov (Brunšek, 2010). V uporabi so še danes. Znova postajajo popularne, saj smo tekom spodbujanja trajnostnega razvoja na različnih področjih povečali zavedanje o številnih ekoloških in okoljskih prednostih njenih tehnologij. Poleg streh lahko ozelenjujemo tudi zunanje stene različnih objektov (hiše, bloki, muzeji itd.). Poznamo tri različne principe ozelenitve streh: intenzivno, ekstenzivno in ozelenitev s samoraslim rastlinjem, t.i. biotopsko ozelenitev. Ekstenzivna ozelenitev je



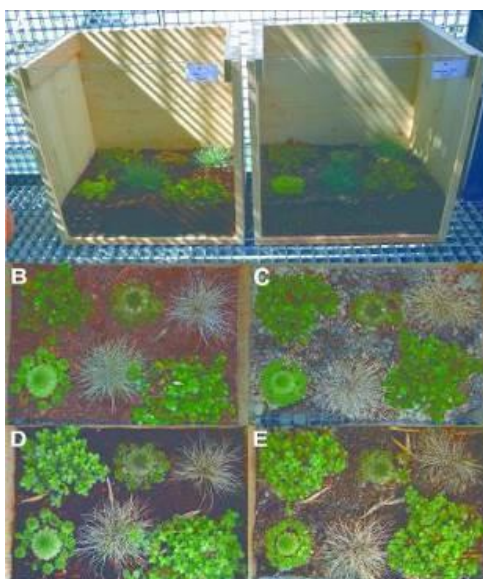
v praksi najpogosteje uporabljena, saj je najmanj zahtevna, cenovno dostopna širši javnosti in primerna tudi za površine z naklonom. Zanj uporabljamo nizkorastoče in manj zahtevne rastline, ki ne zahtevajo veliko nege in vzdrževanja (Getter in Rowe, 2006; Brunšek, 2010).

Stavbe so del naravnega okolja, zato je potrebno pri načrtovanju trajnostnega razvoja mest arhitekturo povezati z naravo (Dobrilovič in Simonič, 2005). Vsak gradbeni poseg v okolje nameč spremeni naravo – prihaja do zmanjšanja količine rastlinja, znižanja vlažnosti zraka, spremeni se prevetritev, primanjkuje kisika in pojavljajo se velika temperaturna nihanja. Tako so mesta zaradi gostote infrastrukture najbolj ogrožena, hkrati pa je pomen ozelenjevanja tu največji. Zelena streha ima v urbanem prostoru namreč mestotvorno, estetsko, sociološko in psihološko vlogo. Z ekološko in okoljsko vlogo zmanjšuje negativen vpliv in ublaži nastanek novih toplotnih otokov, izboljšuje kakovost zraka, razporeja padavinske vode (zmanjša volumen odtoka padavin oziroma omogoča zakasnen odtok le-teh), vsrkava onesnaževalce, povečuje biodiverzitetu in ustvarja nov življenjski prostor za nekatere živalske vrste (Simonič in Dobrilovič, 2005; Getter in Rowe, 2006; Oberndorfer in sod., 2017).

Na Visoki šoli za varstvo okolja smo v sodelovanju s Complementariumom pripravili model ravne zelene strehe. Spremljali smo primernost dveh različnih substratov z ekstenzivno ozelenitvijo. V model smo nasadili homulico (*Sedum album* "Murale"), netresk (*Sempurirum tectorum*) in modro zeleni šaš (*Carex flacca*) (Slika 1). Ovrednotili smo učinkovitost dveh različnih substratov ter ocenili pomen in uporabo ekstenzivnega principa ozelenitve v urbanem okolju. Oba modela ravne zelene strehe smo postavili na prosto in dva meseca spremljali ozelenitvi ter merili osnovne fizikalno-kemijske parametre. Želeli smo ugotoviti, kako se substrata prilagajata izbrani urbani mikroklimi, ovrednotiti primernost zasaditve ter vpliv vremenskih sprememb na substrat in rast nasajenih rastlin.

## 2. Rezultati

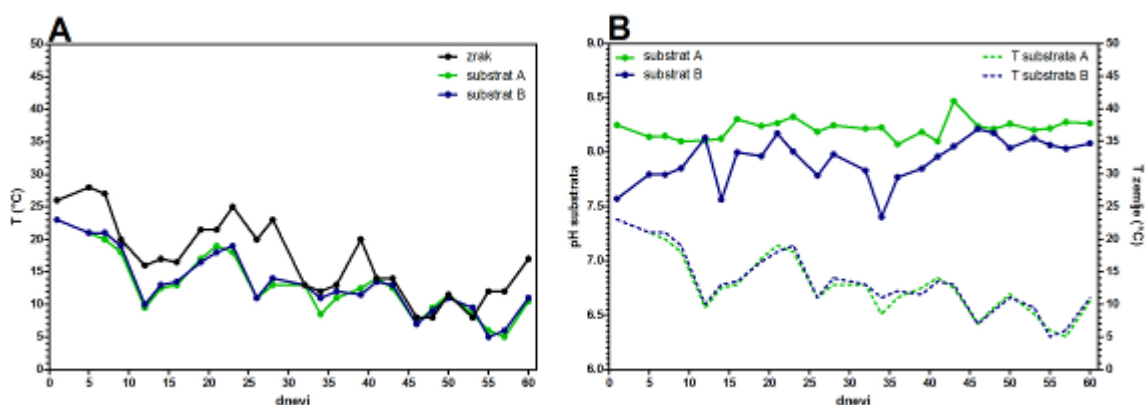
V prvih dveh mesecih ozelenjevanja modelov smo opazili, da so se nasajene rastline uspešno prilagodile pogojem urbane mikroklimi. Rast je pričakovana in je enaka v primeru obeh substratov (Slika 1D, 1E). S pomočjo programa Image J smo v testnem obdobju ocenili rast rastlin; ta se je povečala za 13,3 % v modelu s substratom A in za 13,4 % v modelu substratom B.



Slika 1: Izdelava in idejna zasnova modela ravne zelene strehe (A), nasajene rastline v dveh različnih substratih na začetku –  $t_0$  (B, C) in ob koncu poskusa –  $t_{60}$  (D, E).

Ker je bil temperaturni razpon v mesecih september in oktober 2015 zelo velik, smo lahko učinkovito spremljali, kako vremenske razmere vplivajo na pH in temperaturo substrata. Ugotovili smo, da se temperatura zemlje spreminja sorazmerno s temperaturo zraka, vendar le-ta ni tako drastična (Slika 2A).

Pri merjenju pH vrednosti substratov smo ugotovili, da je substrat B bolj občutljiv na temperaturna nihanja in vremenske spremembe, saj se njegova pH vrednost izrazito spreminja tekom eksperimenta (Slika 2B). Oba substrata sta imela pred zasaditvijo rahlo bazičen pH, substrat A pH 8.214 in substrat B pH 7.864. Povprečna vrednost pH substrata B je bila med poskusom 7.927, kar je za 6,3 % več, kot je bil začetna vrednost. Meritve so se tekom poskusa spreminjale kar za 20,1 %. V primeru substrata A pa so bile spremembe pH skoraj neopazne (8,6 % nihanja vrednosti), povprečna vrednost pH med meritvami pa odstopa od začetne samo za 0,02%.



Slika 2: Vpliv urbane mikroklimе na dva različna substrata modela ravne zelene strehe. Na sliki 2A je prikazan trend spreminjanja temperature zraka in obeh substratov med poskusom in na sliki 2B primerjava trendov spreminjanja pH vrednosti in temperature substratov.

### 3. Zaključki

Zelene strehe je potrebno obravnavati kot del urbanističnega načrtovanja na lokalni in mestni ravni. Potrebno je razviti in določiti smernice za zagotavljanje optimalnega ekološkega nadomestila v lokalni naravni in družbeni okolici. Zato želimo z našo študijo oceniti potencial zelene strehe v mestu Velenju, morda nekoč tudi na ravni strehe zgradbe Gaudeamus, kjer ima Visoka šola za varstvo okolja svoje prostore.

Načrtujemo, da bomo ozelenitev opazovali tekom vseh letnih časov in merili fizikalno-kemijske parametre, saj bomo tako pridobili bolj reprezentativno oceno uspešnosti ozelenitve. Na podlagi pridobljenih rezultatov bomo lahko tudi zaključili, ali so izbran način zasaditve, substrat, rastline in lega primerna za načrtovanje zelene strehe v izbranem urbanem okolju v prihodnosti. Prednost zelene strehe bi bila vsekakor pridobitev kakovostnejšega življenjskega prostora in predstavlja enega izmed pomembnih korakov pri načrtovanju nadgradnje sanacijskih postopkov v industrijsko obremenjenem mestu Velenje.

### 4. Viri

Brunšek G., 2010. Zelene strehe – Prispevek k ekološki in trajnostni gradnji, Ekologija, Strehe & Kritine 2010, str. 24-25.

Dobrilovič M. in Simonič T.. Vloga ozelenjevanja streh in fasad pri prenovi objektov. R. Arhitektura, raziskave, 2005, št. 2, str. 44-49.

Getter L. Kristin in Rowe B.D.. The role of extensive green roofs in sustainable development. HirtScience, 2006, let. 5, št. 41, str. 1276-1285.

Nardini A, Andri S, Crassi M. Influence of substrate depth and vegetation type on temperature and water runoff mitigation by extensive green roofs: shrubs versus heraceous plants. Urban Ecosyst, 2012, št. 15, str. 697-708.

Oberndorfer E., Lunholm J., Bass B., Coffman R.R., Doshi H., Dunnett N, Gaffin S, Kohler M., Liu K.K.Y., Rowe B. Green roofs as urban ecosystems - ecological structures, functions, and services, 2007, let. 57, št. 10, str. 823-833.