



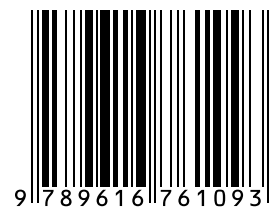
Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje

Rok Mihelič, Jurij Čop, Marijana Jakše, Franci Štampar,
Dušica Majer, Stanislav Tojnko, Stanislav Vršič



SMERNICE ZA STROKOVNO UTEMELJENO GNOJENJE

Mihelič, Čop, Jakše, Štampar, Majer, Tojnko, Vršič: SMERNICE ZA STROKOVNO UTEMELJENO GNOJENJE





REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO

Rok Mihelič, Jurij Čop, Marijana Jakše, Franci Štampar,
Dušica Majer, Stanislav Tojnko, Stanislav Vršič

SMERNICE ZA STROKOVNO UTEMELJENO GNOJENJE

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

631.8

SMERNICE za strokovno utemeljeno gnojenje / Rok Mihelič ... [et al.] ; [urednik Rok Mihelič]. - Ljubljana : Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2010

ISBN 978-961-6761-09-3

1. Mihelič, Rok

248188928

Kazalo

UVOD	11
UVODNI DEL	13
OSNOVE PREHRANE RASTLIN IN ŽIVALI	13
POMEMBNI DEJAVNIKI RODOVITNOSTI TAL	15
Tekstura tal	15
Kislost tal (pH vrednost)	16
Humus in humusna bilanca	20
KONTROLA RODOVITNOSTI TAL IN GNOJENJA	25
Vzorčenje tal	25
Splošno vrednotenje kemijske analize tal	26
Vpliv dejavnikov rastišča in tolmačenje analize tal	27
Analiza rastlin	28
Mejne vrednosti in gnojilne norme za fosfor (P_2O_5) in kalij (K_2O)	28
Mejne vrednosti in gnojilne norme za magnezij	30
Žveplo	31
Mejne vrednosti in gnojilne norme za mikroelemente	35
Bor (B)	35
Baker (Cu)	36
Cink (Zn)	36
Mangan (Mn)	37
Odvzemi mikrohranil s pridelki glavnih poljščin	38
Antagonizmi (nasprotja) med posameznimi hranili	38
GNOJILNI NAČRT	39
SMERNICE ZA GNOJENJE V POLJEDELSTVU IN TRAVNIŠTVU	41
GNOJILNE NORME ZA NJIVE – POLJŠČINE	41
Gnojilne norme za fosfor in kalij na njivah	43
Odmerjanje dušika	43
Merjenje potreb po N	47
GNOJENJE HMELJA IN DRUGIH INDUSTRIJSKIH RASTLIN	52
Gnojenje hmelja	52
Gnojenje konoplje	56
Gnojenje lanu	56
Gnojenje sončnice	57
Gnojenje oljnih buč	57
Gnojenje oljne ogrščice	58

GNOJENJE TRAVINJA	59
Gnojenje glede na vrsto in inteziteto rabe travinja	61
Pašniki	63
Pašno – kosna raba	65
Vpliv gnojenja na kakovost pridelkov s travinja	66
Gnojenje pašnikov in travnikov – splošne ugotovitve v povezavi s fiziološkimi potrebami živine	66
SMERNICE ZA VINOGRADNIŠTVO	71
UVOD	71
Odvzem hranil s pridelki	71
ZALOŽNO GNOJENJE	73
Jemanje vzorcev zemlje za kemično analizo	73
Odmerki P_2O_5 in K_2O za založno gnojenje	74
ORGANSKA IN RUDNINSKA GNOJILA ZA VINOGRAD	75
Organska gnojila	75
Mineralna (rudninska) gnojila	77
Znaki pomanjkanja in presežkov hranil pri vinski trti	78
Najpomembnejši antagonizmi	80
Tolmačenje rezultatov analize tal in odmerki hranil	81
Konvencionalno : integrirano : bio(ekološko)	82
GNOJENJE Z DUŠIKOM	83
Kdaj trta potrebuje dušik?	83
Kdaj gnojimo z dušikom?	85
Odmerki dušika	85
Gnojenje z N na osnovi talnih ali listnih analiz	86
Posebna določila za gnojenje z N v integrirani pridelavi grozdja	88
Kompletna kemična analiza listja in mikroelementi	88
IZPOLNITEV GNOJILNIH NORM	89
SMERNICE ZA GNOJENJE V SADJARSTVU	91
GNOJENJE SADOVNJAKOV	91
Kontrola rodovitnosti tal v trajnih nasadih (sadovnjakih in vinogradih)	92
Optimalna pH vrednost tal v sadovnjakih	94
Skrb za zadostno vsebnost humusa v trajnih nasadih	94
DINAMIKA POTREB PO HRANILIH IN NJIHOVA DOBAVA IZ TAL V SADOVNJAKU	95
Tla kot vir hranil za rast	95
ODVZEM HRANIL S SADNIMI VRSTAMI	98
Gnojilne norme za različne sadne vrste pri različnih nivojih pridelkov	98

GNOJENJE OLJK	102
GNOJENJE SADNIH KULTUR Z DUŠIKOM	103
Nmin v sadjarstvu	103
Tehnika in čas gnojenja z dušikom	106
Vpliv ozelenitve nasada na dostopnost hranil	107
ANALIZA LISTOV (FOLIARNA ANALIZA)	107
FOLIARNO GNOJENJE (GNOJENJE PREKO LISTOV).	110
FERTIGACIJA	113
SMERNICE ZA GNOJENJE V ZELENJADARSTVU	115
SPLOŠNA PRIPOROČILA	115
Kislost tal in gojenje zelenjadnic	115
GLAVNE RAZLIKE PRI GNOJENJU ZELENJADNIC, V PRIMERJAVI Z GNOJENJEM VEČINE POLJŠČIN	116
GNOJENJE ZELENJADNIC Z DUŠIKOM	116
Dušik lahko odmerjamo po treh sistemih:	117
Dostopnost N iz humusa in rastlinskih ostankov	118
Nmin metoda pri zelenjadnicah	118
Pomen gnojenja z N ob setvi ali saditvi:	119
Oblika N gnojila.	119
PROBLEM NITRATOV V ZELENJADNICAH.	120
Mejne dopustne vrednosti nitrata v zelenjavi	122
Priporočeni načini gnojenja za zmanjšanje nevarnosti izpiranja nitratov ali njihovega kopičenja v rastlinskem tkivu.	122
PRILOGA: TABELA ZA PRERAČUN POTREBNIH ODMERKOV HRANIL/GNOJIL V ZELENJADARSTVU	122
Gnojenje zelišč na polju	131
Sladki komarček oz. fenkel	131
Šentjanževka.	131
Česen	131
Koriander	132
Kumina	132
Majaron	132
Hren	133
Peteršilj.	133
Poprova meta	133
ORGANSKA GNOJILA	135
Količine hranil iz živinskih gnojil	137
Izkoristek hranil iz organskih gnojil	141

Preprečitev onesnaževanja okolja zaradi izgub hranil iz živinskih gnojil . . .	142
Časovna ustreznost gnojenja z gnojevko med letom	144
Strokovno pravilno skladiščenje živinskih gnojil	146
Dolgotrajno skladiščenje hlevskega gnoja	146
Začasno skladiščenje hlevskega gnoja na ne-vodotesni podlagi (npr. na robu njiv ali travnikov).	147
Gnojilna vrednost stranskih pridelkov	149
Kompost	151
Blato / gošča komunalnih čistilnih naprav	151
Mejne vrednosti za težke kovine v blatih, kompostih in fermentacijskih ostankih	152
GNOJENJE PRI STROKOVNO UTEMELJENEM, INTEGRIRANEM IN EKOLOŠKEM (BIO-)KMETOVANJU	155
VPLIV GNOJENJA NA KAKOVOST OKOLJA	157
Zakonodaja, ki omejuje vnos hranil z gnojenjem.	157
Erozija tal	163
Emisije toplogrednih plinov, amoniaka in smradu zaradi gnojenja.	165
OSNOVNA PRAVILA ZA GNOJENJE NA VODOVARSTVENIH OBMOČJIH (VVO)	167
PRILOGA: MINERALNA GNOJILA IN FAKTORJI ZA PRERAČUNAVANJE HRANIL V GNOJILIH.	171
GLAVNI LABORATORIJI, KI V SLOVENIJI ANALIZIRAJO ZEMLJO.	175
REFERENCE	177

Kazalo preglednic

1. Seznam priporočenih analiznih metod za ugotavljanje osnovnih pokazateljev rodovitnosti tal	15
2. Razvrstitev tal po teksturi in priporočena minimalno potrebna vsebnost organske snovi (humusa) na njivah	16
3. Alkalnost (bazičnost) ali kislost tal glede na pH vrednost	16
4. Vzroki zakisovanja tal	17
5. Količina meliorativnega in vzdrževalnega apnjenja v odvisnosti od pH vrednosti v mineralnih njivskih ali vrtnih tleh (za tla do 4% humusa)	18
6. Učinki apnjenja na posevke v kislih tleh.	19
7. Delitev kmetijskih tal glede na vsebnost organske snovi oz. humusa	22
8. Stopnje presežka ali primanjkljaja C_{org} (humusnega-C; kg/ha letno) izračunano z bilanco med vnosom in razgradnjo humusa (VDLUFA, 2004).	22
9. Orientacijske vrednosti za tvorbo oz. razgradnjo humusa na njivah pri različnih poljščinah (VDLUFA, 2004)	23
10. Izračun doprinosa organskih gnojil k vsebnosti humusa	24
11. Primer izračuna humusne bilance na praktičnem primeru večletnega kolobarja iz prakse na poljih osrednje Slovenije	24
12. Mejne vrednosti in gnojilne norme za fosfor po AL-metodi v intenzivnem poljedelstvu v plasti tal do globine oranja	28
13. Mejne vrednosti in gnojilne norme za kalij po AL-metodi v intenzivnem poljedelstvu v plasti tal do globine oranja	29
14. Mejne vrednosti za fosfor po AL-metodi v plasti tal od 0 do 6 cm na travinju in ustrezni odmerki P_2O_5	29
15. Mejne vrednosti za kalij po AL-metodi v plasti tal od 0 do 6 cm na travinju in ustrezni odmerki K_2O	29
16. Mejne vrednosti za Mg (ekstrakcija z 0,01 M $CaCl_2$) in gnojilne norme	30
17. Vsebnosti žvepla v rastlinah pri primerni preskrbljenosti	31
19. Priporočena gnojilna količina (kg S/ha) in čas gnojenja glede na razvojno fazo rastlin	33
20. Potrebe določenih rastlin po žveplu (kg S/ha)	34
21a. Ciljna vsebnost bora v tleh (mg/kg) glede na pH in teksturo tal.	35
21b. Priporočljivi odmerki bora (kg/ha) glede na stopnjo preskrbljenosti tal	36
22. Mejne vrednosti in gnojilne norme za Cu po CAT metodi.	36
23. Stopnje preskrbljenosti tal s cinkom v njivskih tleh (mg/kg tal) (CAT metoda)	37
24. Priporočeno gnojenje s Zn glede na stopnjo preskrbljenosti tal	37
25. Ciljna vsebnost mangana v tleh (mg/kg) glede na pH in teksturo tal	37
26. Odvzem mikrohranil v pridelke rastlin (g/ha).	38
27. Antagonizmi (nasprotja) med posameznimi hranili	38

28. Primer strokovno načrtovanega gnojenja (gnojilnega načrta) v intenzivnem 5-letnem poljskem kolobarju	40
29. Odvzem hranil s pridelki poljščin	41
30. Primer odmerjanja fosforja in kalija v kolobarju.	43
31. Gnojilne norme za N za poljščine	45
32. Odmerki dušika za krmne dosevke	46
33. Pričakovani povprečni pridelki poljščin	47
34. Priporočila za mineralno gnojenje ozimne pšenice z N (kg N/ha) na osnovi N _{min} , sloj tal od 0–90 cm; vzorec vzet na začetku pomladi pred 1. dognojevanjem.	48
35. Odmerjanje obrokov dušika za 6 – 8 t/ha pridelka pšeničnega zrnja (v kg N/ha)	50
36. Gnojilne norme za dvokosne, trikosne in štirikosne travnike (kg hranila/ha) .	60
37. Dosegljiva raven pridelkov s pašnika – preračunano v mrvo – in odmerki P in K	64
38. Gnojenje čredinskih pašnikov različne rodovitnosti	65
39. Odvzemi hranil s pridelki (kg)	72
40. Priporočila za založno gnojenje vinogradov	74
41b. Vinogradni, vinski in drugi odpadki kot organska gnojila	76
42. Pomembna standardna mineralna gnojila na slovenskem trgu	77
43. Znamenja pomanjkanja in presežkov hranil pri vinski trti	79
44. Preskrbljenost tal (po AL za P in K oz. po CaCl ₂ za Mg) in ustrezni odmerki hranil	82
45. Primerjava integrirano:ekološko v zatravljenem vinogradu.	83
46. Priporočila za gnojenje z dušikom glede na bujnost rasti trt	86
47. Uporaba N _{min} metode za gnojenje vinogradov	86
48. Vrednotenje preskrbe trte z dušikom na podlagi meritev z N-testerjem	88
Optimalne vsebnosti hranil – elementov v listih vinske trte	88
49. Odmerki in razmerje hranil pri različni oskrbljenosti tal	89
50. Razmerja med elementi (hranili) glede na pomanjkanja in presežke v rastlini	91
51. Založno gnojenje trajnih nasadov	93
52. Optimalna pH vrednost tal v sadovnjakih glede na sadno vrsto	94
53. Vrednotenje vsebnosti humusa v trajnih nasadih (sadovnjakih in vinogradih)	94
54. Nekater lastnosti tal, ki lahko ovirajo uspešnost pridelave sadnih rastlin . .	97
55. Odvzem hranil pri jablani z različnimi deli rastline	98
56. Odvzem hranil s plodovi različnih sadnih vrst pri srednjih pridelkih	98
57. Gnojilne norme za različne sadne vrste pri različnih nivojih pridelkov	99
58. Korekcija gnojilne norme za gnojenje z dušikom.	100

59. Korekcija gnojilne norme za gnojenje z dušikom glede na globino tal	101
60. Pričakovano sproščanje dušika iz tal (kg/ha) glede na vsebnost humusa in kapaciteto za vodo v tleh	104
61. Nmin ciljna vrednost za pečkarje, koščičarje in grmičasto jagodičje	104
62. Nmin ciljna vrednost za jagode	104
63. Maksimalno dovoljene letne količine čistega N na ha po sadnih vrstah v intergrirani pridelavi	105
64. Referenčne vrednosti analize listov v sadovnjakih v stadiju 75 do 105 dni po polnem cvetenju. Vrednosti so podane v % SS	109
65. Časovna razporeditev morebitnih potreb sadnega drevja po dodajanju hranil s foliranimi gnojili	111
66. Sposobnost mešanja različnih foliarnih gnojil	112
67. Občutljivost zelenjadnic na kislost tal	115
68. Razvrstitev zelenjadnic glede globine prekoreninjenosti tal	116
69. Ocena potenciala mineralizacije glede na vsebnost humusa v ornici	118
70. Vsebnost nitrata v nekaterih zelenjadnicah	120
72. Orientacijske vrednosti ostanka mineralnega dušika (kg Nmin/ha) na prostem	122
73. Orientacijske vrednosti ostanka mineralnega dušika (kg Nmin/ha) v rastlinjakih	123
74. Odvzem dušika in ciljne vrednosti za N–min pri pridelavi zelenjave na prostem	124
75. Odvzem dušika in ciljne vrednosti za N–min pri pridelavi zelenjave v zaščitених prostorih	125
76. Okvirne potrebe po hranilih pri pridelavi zelenjave na prostem (potrebe celotnega pridelka, ne le odvzetega, tržnega dela pridelka)	126
77. Potrebe po hranilih pri pridelavi zelenjave v zaščitених prostorih.	127
78. Hranilna (gnojilna) vrednost žetvenih ostankov nekaterih rastlin za naslednji posevek	127
79a. Povprečna vsebnost hranil in organske snovi (OM) v živalskih gnojilih (kg/t oz. kg/m ³ pri tekočih gnojilih)	135
79b. Povprečna sestava živalskih gnojil v Sloveniji	136
80. Vsebnost hranil v gnojevkah pred izvozom na kmetijske površine (kg/m ³); vsi podatki so preračunani na 10% sušino	137
81. Količina hranil v izločkih 1 GVŽ na leto (poenostavljeno)	137
82. Izločki hranil z živino v kg/leto	138
83. Količine izločenih živalskih gnojil (pri hlevski reji)	138
84. Preračunavanje števila živali v koeficient GVŽ (izhodišče 1 GVŽ = 500 kg)	140
85. Prostorninska masa (»nasipna teža«) živalskih gnojil in kompostov	140
86. Izločanje hranil na govedorejski kmetiji glede na mlečnost krav	141
87. Izkoristek N iz živalskih gnojil in kompostov	142

88. Relativni delež amonijskega N ($\text{NH}_4\text{-N}$) in organsko vezanega N v različnih živinskih gnojilih	142
89. Časovna razporeditev gnojevke za poljščine in travinje	144
90. Prepoved gnojenja z gnojnico in gnojevko po Uredbi o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla	146
91. Gnojilna vrednost stranskih pridelkov in žetvenih ostankov.	150
92. Količina hranil v blatu/gošči KČN v kg/t sušine	152
93. Mejne vrednosti za vsebnost težkih kovin za bioplinško gnojevko/ostanke po fermentaciji in komposte v mg/kg suhe snovi	152
94. Omejitve za vnos težkih kovin v g ha^{-1} v dveh letih (Nemčija in Avstrija) oz. na leto na podlagi 10– letnega povprečja (UK in SLO)	153
95. Mejne vrednosti letnega vnosa dušika v tla na VVO v obliki mineralnih in živinskih gnojil skupaj.	168
96. Prepovedi gnojenja z dušikom na VVO glede na vrsto gnojila in gospodarjenje s tlemi	168
97. Pomembna mineralna gnojila na slovenskem trgu	171
98. Pretvorbni faktorji rastlinska hranila – elementi	173

UVOD

V skladu z novimi raziskovalnimi dosežki pa tudi pod pritiskom spreminjajočih se agrarno-političnih razmer (presežki pridelane hrane v različnih deželah, nihanje cen hrane, cenovna nesorazmerja, zahteve potrošnikov) se gnojilne norme sorazmerno hitro spreminjajo. Zato je treba publikacije z gnojilnimi normami vedno znova pripravljati in dopolnjevati. Do sedaj so v Sloveniji izšle le smernice za poljedelstvo in travništvo (1998) in smernice za vinogradništvo (1999). Kasneje je sicer izšlo še precej publikacij, ki so poleg drugih strokovnih navodil »pokrivala« tudi področje gnojenja, npr. za zelenjadnice (Bavec, 2003), vrsta tehnoloških navodil, npr. za integrirano pridelavo, Kodeks dobre kmetijske prakse, vendar nismo imeli specializirane strokovne monografije, ki bi vsebovala navodila za gnojenje za vse glavne kulture. S pričujočim delom želimo nadomestiti to vrzel.

V čimbolj zgoščeni obliki smo poskušali zbrati glavne napotke za gnojenje na podlagi izkušenj, opazovanj razvoja rastlin ter kemijskih analiz tal in rastlinskih delov. Smernice so usklajene s trenutnimi predpisi in zahtevami za kakovost pridelkov in ohranitev čistega okolja, vendar niso samo njihov prepis, temveč želijo postaviti širši okvir, ki ne temelji zgolj na trenutnih političnih odločitvah ali modnih trendih, temveč predvsem na racionalnih strokovnih dognanjih. Zaradi tega imajo sicer daljši rok trajanja, kljub temu pa vedno nova znanstvena spoznanja in tehnološke spremembe zahtevajo njihovo stalno dopolnjevanje. Praviloma, glede na tempo napredka, bi bilo smotrno nove posodobljene izdaje smernic načrtovati na približno vsakih pet let, tako kot moramo vsakih 5 let kontrolirati vsebnost hranil v tleh.

Avtorji se s spoštovanjem in zahvalo spominjamo pokojnega prof. dr. Mirka Leskoška, ki je postavil temelje slovenski stroki s področja gnojenja. Velik del vsebine teh smernic je v bistvu še vedno njegovih, saj so njegove misli in napotki še vedno aktualni ter napisani v tako kakovostnem jeziku, da jih nima smisla bistveno spreminjati.

UVODNI DEL

Osnove prehrane rastlin in živali

Rastline potrebujejo za hrano, torej za graditev svojih teles, različne neorganske snovi.

Večino jih dobe iz vode in zraka – to so ogljikov dioksid (CO_2), kisik (O_2) in voda (H_2O) ali trije kemični elementi: ogljik (C), kisik (O) in vodik (H). Iz teh treh elementov je sestavljeno 90 do 99 % rastlinskega telesa. V 10 t suhe snovi pšeničnega zrnja (torej brez tistih 14 % vode, ki jo je še v suhem zrnju) je 4,5 t ogljika, 4,2 t kisika in 650 kg vodika, skupaj torej 9,35 t ali 93,5 %. Samo 650 kg od 10 t zrnja ali 6,5 % je prišlo iz različnih “soli”, ki jih vsebuje zemlja. Te “soli” so tista rastlinska hranila, za katera zvečine poskrbimo z gnojenjem. Običajno ni potrebno, da bi skrbeli za zrak ali vodo ali pa njena količina (npr. dež) ni odvisna od nas.

Glavna rastlinska hranila so: dušik, fosfor in kalij ter kalcij, magnezij in žveplo. Glavna jih imenujemo zato, ker jih potrebujejo rastline sorazmerno veliko in jih moramo večinoma dodajati, torej z njimi gnojiti, ker jih navadno ni dovolj v tleh. Glavna hranila imenujemo s tujko *makrohranila*.

Sledovna ali *mikrohranila*, pravimo jim tudi mikroelementi, so tista rastlinska hranila, ki jih potrebujejo rastline le v “sledovih”, torej zelo majhne količine. Ta hranila so: bor (B), mangan (Mn), baker (Cu), cink (Zn), molibden (Mo) ter železo (Fe). Za nekatere rastline koristni, vendar ne vedno nujno potrebni so natrij (Na), klor (Cl) in silicij (Si). Rastline vsebujejo tudi druge elemente, npr. kobalt (Co), jod (J), selen (Se) ipd., ki jih nujno potrebujejo živali in ljudje, rastline same pa ne.

Medtem ko potrebujejo kmetijske rastline, ki zrastejo na enem hektaru, več deset kilogramov ali celo več kot 100 kg posameznega glavnega hranila, potrebujejo mikrohranil ali mikroelementov le nekaj gramov ali nekaj dekagramov, največ nekaj kilogramov na hektar. Ne glede na to, ali potrebujejo rastline navedena hranila v velikih ali majhnih količinah, so vsa naštetá hranila nujno potrebna za rast in razvoj rastlin in nobenega izmed njih ne sme manjkati (tudi enega z drugim ne moremo nadomestiti), sicer rastline ne morejo normalno zrasti, mi pa ne doseči zaželenih pridelkov.

Kot dobri gospodarji smo se odločili, da bomo vračali s pridelki iz tal odvzeta rastlinska hranila.

Na kmetiji, usmerjeni v živinorejo, porabijo živali od rastlinskih hranil, ki so v krmnem obroku, le 5 – 20 % za svoje potrebe (prirast mesa, mleka, jajc ipd.), ostalih 80 do 95 % hranil gre iz krmnega obroka v živalske izločke (blato, seč), ki jih kot živalska gnojila – ob določenih izgubah seveda – vračamo tlom. Čim več rastlinskih pridelkov pa kmet proda izven kmetije, tem več proda z njimi tudi rastlinskih hranil. Ta hranila pa je treba vračati zemlji - praviloma v obliki rudninskih (= mineralnih) gnojil.

Dokler ni bilo “umetnih”, t.j. rudninskih gnojil, to vračanje v celoti praktično ni bilo mogoče, pridelki na stoletja enostransko izkoriščeni zemlji pa so bili majhni. Za primer naj povemo, da smo pri nas pred začetkom uporabe rudninskih gnojil vse do leta 1955 pridelali povprečno le 1,1 t pšenice, le 1,6 t koruze ipd. na hektar. Zadnja leta pa dosegamo v Sloveniji povprečno okoli 5 ton pšenice, 8 ton koruze, 6 - 7 ton grozdja in podobne pridelke na hektar. Če ne bi bila tla in s tem rastline zadosti oskrbljena z rastlinskimi hranili, ki so praviloma prišla iz rudninskih gnojil, takšni pridelki kljub vsem drugim pozitivnim pridelovalnim ukrepom ne bi bili možni.

Doktrina o vračanju hranil upošteva, da je treba *nujno vračati* s pridelki odvzeta (= odpeljana) glavna hranila N, P in K, ker jih v doslej negnojenih tleh praviloma manjka in, če jih v tleh ni dovolj za zaželeno pridelke, postopoma povečati njihovo zalogo v tleh do optimalne oskrbljenosti. Z magnezijem (Mg) in mikrohranili, ki jih je pri nas, razen izjemoma, dovolj, pa gnojimo le tedaj, če ugotovimo (po izgledu rastline oz. s pomočjo kemične analize tal in/ali rastlin), da jih v tleh oziroma v rastlinah manjka. Pri tem seveda ne smemo pozabiti, da naj bi bila rastlinska hranila, ki jih vračamo, *v tleh dobro izkoriščena*. Dobro izkoristljivost z gnojili danih hranil oziroma talne zaloge hranil pa dosežemo, če je v tleh dovolj zraka in za rastline razpoložljive vode, torej dober zračni in vodni režim. To pa je spet pogoj za močno in trajno mikrobiološko aktivnost tal. Živahno življenje drobnoživk in drugih živali v tleh, ima za posledico sprostitev težje dostopnih hranil v lažje dostopne. Obenem pa omogoča drobnozrnato strukturo tal; zanj pa je potrebno v tleh zadosti humusa oziroma zadosti organske snovi, na kateri živijo in s katero se hranijo drobnoživke. Potrebno organsko snov za trajno obdelovane površine (njive, ter obdelovana tla v trajnih nasadih) – ca. 2,5 - 3 tone sušine organske mase/ha/leto (= ca. 10 – 15 ton hlevskega gnoja) – lahko ali pridelamo v vinogradu s trajno zeleno odejo ali zagotovimo s podorinami ali pa z dovozom organskih gnojil.

Pomembni dejavniki rodovitnosti tal

Poleg dostopnih hranil v tleh vplivajo na rodovitnost tudi druge talne lastnosti. Najpomembnejši med njimi so: kislost tal, vsebnost bazičnih kationov, vsebnost organske snovi, tekstura in struktura tal. Ugotavljamo jih s standardiziranimi kemijskimi postopki, ki so navedeni v pregl. 1.

Preglednica 1: Seznam priporočenih analiznih metod za ugotavljanje osnovnih pokazateljev rodovitnosti tal

Standard, kjer je metoda opisana detajlno	Naslov metode oz standarda
SIST ISO 10390: 2005	Kakovost tal – Ugotavljanje pH
SIST ISO 14235: 1999	Kakovost tal – Določanje organskega ogljika z oksidacijo v krom žvepleni kislini – modificirano po Walkley–Blacku.
SIST ISO 11261: 1996	Kakovost tal – Ugotavljanje skupnega dušika – Modificirana Kjeldahlova metoda
ÖNORM L 1087: 1993 Sprememba: amon laktatna ekstrakcija (Vajnberger, 1966; Hoffman, 1991)	Kemijska analiza tal– Ugotavljanje rastlinam dostopnega P in K z kalcij– acetat– laktatom. Sprememba: amon– laktatna ekstrakcija
SIST ISO 14255: 1999	Kakovost tal– Določitev topnih dušikovih frakcij
ISO 13878: 1998	Kakovost tal – Določevanje skupne vsebnosti dušika in ogljika po suhem sežigu (sežig pri 900° C v CN aparatu določitev s TCD detektorjem).
Alt in Peters, 1993	Določevanje dostopnih mikroelementov (Zn, Cu, Mn, B) Ekstrakcija z 0,01 M CaCl ₂ in 0,00 ₂ M DTPA
Houba, 2000	Določevanje dostopnega magnezija Ekstrakcija z 0,01 M CaCl ₂

Tekstura tal

S teksturo oz. zrnavostjo tal označujemo razmerje med drobnimi (glina, fini melj), srednje velikimi (melj) in grobo zrnatimi delci tal (pesek). Glede na zmožnost obdelovnja tal praktično delimo tla na težka, ki vsebujejo veliko gline in finega melja, srednje težka in lahka, ki vsebujejo veliko peska. Izrazito lahkih tal, kot so tla na kremenčevem pesku v obširnih območjih Severne Evrope, pri nas v kmetijski rabi praktično ni. Imamo pa (pre)velik delež težkih tal, ki niso primerna za njive.

Težo ali teksturo tal določa razmerje med peskom, meljem in glino, poimenovanje pa je odvisno od vsebnosti gline (pregl. 2).

Preglednica 2: Razvrstitev tal po teksturi in priporočena minimalno potrebna vsebnost organske snovi (humusa) na njivah

Tekstura tal	Vsebnost gline (%)	Minimalna vsebnost humusa (%)
lahka	pod 15	1,5
srednja	15 – 25	2,0
težka	nad 25	2,5

Čim težja so tla, tem več humusa morajo vsebovati. Enostavno pravilo pravi, da naj bo v njivskih tleh vsaj 10% humusa glede na delež gline; npr. če imajo tla 20% gline, potem naj bo humusa vsaj 2%.

Ker imamo pri nas glede na površino njiv veliko trajnega travnatega sveta (razmerje 1:2), dobijo njive veliko organske snovi posredno preko krme iz travinja, v obliki živinskih gnojil, zato na kmečkih njivah praviloma organske snovi (humusa) ne primanjkuje.

Ker je od teže tal odvisen marsikateri agrotehnični ukrep, vključno z gnojenjem, je nujno, da v okviru standardne analize tal v laboratorijih vsaj z enostavnim prstnim preizkusom določijo glavne teksturne razrede (pregl. 2). Vsaj enkrat na več desetletij naj bi v vzorcih tal naredili kompletno teksturno analizo.

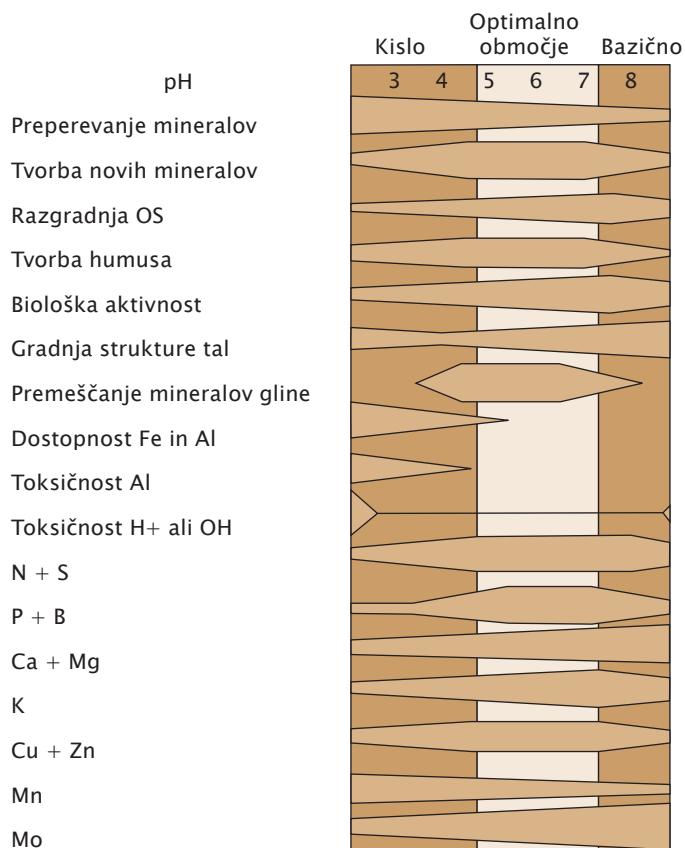
Kislost tal (pH vrednost)

V okviru analize tal vsakokrat obvezno določimo tudi pH vrednost (v 0,1 M KCl ali 0,01 M CaCl₂). Od kislosti oz. bazičnosti tal je namreč v veliki meri odvisna dostopnost hranil za rastline. Vplivajo pa tudi na druge lastnosti, kot so: puferna sposobnost, tekstura, humus, struktura, vlažnost. Optimalni pH je obenem zelo pomemben za vzdrževanje stabilne strukture tal, tvorbo humusa, biološko aktivnost... (sl. 1). Po pH vrednosti delimo tla v 5 razredov (pregl. 3).

Optimalni pH tal je odvisen predvsem od teksture tal in vsebnosti humusa. Čim lažja so tla in čim več humusa vsebujejo, tem nižja je optimalna pH vrednost. Zaradi velikih pridelkov, ki jih dandanes želimo in moramo dosegati, zaradi deloma kislega dežja, izpiranja bazičnih kationov (Ca, Mg) in fiziološko kislega delovanja večine gnojil, ki jih pri nas uporabljamo, je treba pH vrednost tal kontrolirati praviloma vsakih 5 let in tla po potrebi redno vzdrževalno apniti. Lažja tla prenesejo manjše enkratne odmerke apnenih gnojil, težja pa večje. Vendar je najbolje, da apnimo večkrat po malem, če analiza tal pokaže, da so za doseganje optimalne pH vrednosti potrebne zelo velike količine apna (vsako drugo leto).

Preglednica 3: Alkalnost (bazičnost) ali kislost tal glede na pH vrednost

alkalna (bazična)	> 7,2
nevtralna	6,8 – 7,2
zmerno kisla	5,6 – 6,7
kisla	4,5 – 5,5
močno kisla	< 4,5



Slika 1: Vpliv pH območja na lastnosti tal, mikrobno aktivnost in dostopnost hranil

Preglednica 4: Vzroki zakisovanja tal

Vzrok zakisovanja	kg CaO/ha	Opombe
Izpiranje apna	– 300 do – 700 (njive) – 150 do – 450 (travniki)	Odvisno od količine padavin, kapacitete tal za vodo, količine in vrste apnenega materiala, od kulture...
Kisle padavine	ca. – 80	Odvisno od onesnaženja zraka z dušikovimi in žveplovimi oksidi
Nevtralizacija med rastno dobo sproščenih kislin v tleh	ca. – 50	Odvisno od prezračenosti tal – manj v prezračenih tleh
Odvzem s pridelki	– 70 (žita) – 350 (črna detelja, lucerna)	Odvisno od kulture, nivoja pridelkov, količine rastlinskih ostankov
Mineralna gnojila	– 400 do + 250	

Za sprotno nevtralizacijo v tleh nastajajočih kislin in za nadometitev izpranega Ca potrebujemo okrog 500 kg CaCO_3 , če pa gnojimo s kisló delujočimi amonijskimi gnojili pa celo 1000 kg CaCO_3 /ha letno.

Preglednica 5: Količina meliorativnega in vzdrževalnega apnjenja v odvisnosti od pH vrednosti v mineralnih njivskih ali vrtnih tleh (za tla do 4% humusa)

		Meliorativno apnjenje pri prekislíh tleh		Vzdrževalno apnjenje		Apnjenje ni potrebno
Tip tal		pri pH vrednosti	največji enkratni odmerek (dt CaO /ha)	pri optimalnem pH območju v tleh	količina za tri leta (dt CaO /ha)	pri pH tal
Lahka tla	peščena	< 5,4	15	5,4 – 5,8	7	> 5,8
	peščeno ilovnata	< 5,8	20	5,8 – 6,3	12	> 6,3
Srednje težka tla	ilovato peščena do ilovnata ali meljasta	< 6,2	60	6,2 – 6,5 6,6 – 6,8 (–)	17	> 6,8 6,6 – 6,8 (+)
Težka tla	meljasto glinasta ali glinasta	< 6,6	100	6,6 – 6,7 6,8 – 7,2 (–)	20	> 7,2 6,8 – 7,2 (+)

(–) ni prostih karbonatov (po testu s solno kislino): vzdrževalno apnjenje priporočljivo

(+) prosti karbonati prisotni (po testu s solno kislino): vzdrževalno apnjenje ni priporočljivo
prirejeno po Hege in sod., 2003)

Če vsebujejo tla 4 - 7% humusa, je optimalni pH okoli 5,5 na lahkih in do 6,5 na težkih tleh.

Na travinju je optimalna pH vrednost za 0,5 do 1 manjša kot na njivah.

Tudi pri optimalni pH vrednosti tal **je vzdrževalno apnjenje potrebno**, da vrnemo s pridelki odvzete ali z izpiranjem izgubljene baze.

Pri velikem deležu krompirja, rži ali ovsá v kolobarju lahko gospodarimo pri nižji pH vrednosti, ječmen, pšenica in ogrščica pa potrebujejo več apna. Posebej veliko apna potrebujejo nekatere metuljnice (fižol, grah, lucerna, večina detelj).

Pri ocenjevanju apnilne vrednosti nekega materiala je potrebno določiti sledeče značilnosti: **kemijsko obliko** (oksid, hidroksid ali karbonat), **nevtralizacijsko vrednost** sredstva (npr. koliko apnilnega sredstva moramo uporabiti, da bomo dobili enako apnilno vrednost, kot ga ima 100 kg čistega apnenca) ter **reaktivnost** (koliko časa traja apnilno delovanje določenega sredstva pri kontroliranih razmerah). Če privzamemo, da je nevtralizacijska vrednost **apnenca**, CaCO_3 100%, potem je nevtralizacijska vrednost živega **apna** - CaO 179%, **hidratiziranega oz. gašenega apna** - Ca(OH)_2 pa 132%.

Gips ali sadra ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) ni sredstvo za povečanje pH vrednosti tal (ni sredstvo za apnjenje), čeprav je vir kalcija in žvepla za tla in rastline. Je izboljševalec fizikalnih lastnosti

tal (podobno kot apnenec), zato ga koristno uporabljamo tam, kjer so tla nevtralne reakcije, potrebno pa jim je izboljšati strukturo. Koristen je tudi kot vir žvepla.

Pomembno je vedeti, da je apno (CaO) zelo agresivno za žive organizme v tleh (deževnike, korenine rastlin), zato ga smemo odmerjati le malo naenkrat (pregl. 5) in še to najboljše pozno jeseni ali pozimi, ko organizmi v tleh niso aktivni. Žgano oz. hidratizirano apno – Ca(OH)_2 je nekoliko manj agresivno, vendar je treba biti tudi pri tej obliki previden. Nasprotno je apnenec manj agresiven, njegovo delovanje pa bolj postopno. Čistega apnenca (CaCO_3) moramo dati v tla za enak nevtralizacijski učinek skoraj dvakrat več kot čistega apna (CaO), vendar deluje bolj dolgotrajno. Ker apnenec ne deluje toksično, lahko apnjenje izvajamo v več terminih med letom. Pri apnencu sta pomembna dva podatka: drobnost, finost delcev in narava (izvor) kamnine apnenca. Načeloma velja, da je delovanje hitrejše, bolj ko so delci drobni. Vendar je tudi narava apnenca pomembna – predvsem mladi, mehki apnenci so bolj primerni za apnjenje, ker so bolj topni ter sorazmerno hitro preperevajo (npr. litavski apnenec).

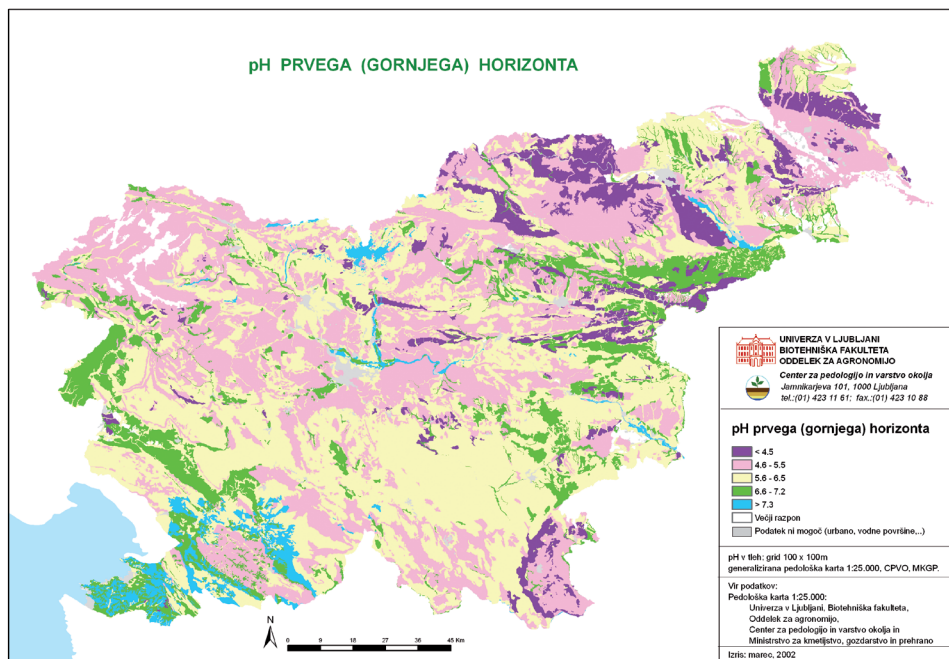
Preglednica 6: Učinki apnjenja na posevke v kislilih tleh

pH tal	Neposreden učinek na posevke	Posreden učinek
6,1 – 6,5	Apnjenje za večino rastlin nima učinka razen za nekatere metuljnice, npr. lucerno, če je pH blizu 6,0).	Apnjenje lahko izboljša fizikalne lastnosti srednje težkih in težkih tal. Zboljšana struktura tal in zmanjšanje zaskorjenosti bo še posebej koristno za poljščine z drobnimi semeni (npr. oljna ogrščica).
5,6 – 6,0	Izboljšana rast rhizobium bakterij, ki v simbiozi z metulnicami vežejo dušik. Pridelki metuljnic se povečajo. Povečanje pridelka ječmena: v prvih treh letih po začetku apnjenja malo, v naslednjih letih pa za 25 – 30 %. Pridelki pšenice in oljne ogrščice se tudi povečajo, vendar manj kot pri ječmenu. Pridelki rastlin, ki sicer prenesajo kislost tal, se povečajo zaradi izboljšanja strukture tal in povečane dostopnosti hranil.	Apnjenje lahko izboljša fizikalne lastnosti srednje težkih in težkih tal. Dostopnost P gnojil se poveča. Povečana mikrobna aktivnost in povečano sproščanje rastlinskih hranil.
5,1 – 5,5	Apnjenje močno kislil tal značilno izboljša simbiotsko fiksacijo dušika in pridelke metuljnic. Topnost aluminija in mangana se zmanjša pod mejo toksičnosti. Pridelki večine rastlin se izboljšajo zaradi zmanjšanja nivoja aluminija in mangana ter zaradi izboljšane dostopnosti fosforja in drugih hranil.	Posreden učinek enak, kot je opisano zgoraj.
< 5,1	Pridelki večine rastlin so močno zmanjšani, če se tal ne apni. Na kislost tolerantne rastline (oves in nekatere trave) so malo prizadete, če se jih sicer ustrezno gnoji.	

V Sloveniji smo skrb za redno apnjenje v zadnjih letih marsikje zanemarili.

Povprečna pH vrednost zgornjega horizonta tal Slovenije je prikazana na sliki 1. Podatki so bili pridobljeni s pedološkim kartiranjem na Centru za pedologijo in varstvo okolja (CPVO),

ki deluje na Biotehniški fakulteti. Tla so glede na reakcijo razdeljena v stopnje: pH < 4,5: močno kislta tla (vijolično barvana območja); 4,6 - 5,5: kislta tla (rožnato barvana območja); 5,6 - 6,5: zmerno kislta tla (rumeno); 6,6 - 7,2: nevtralna (zeleno); pH > 7,3: alkalna (bazična) tla (temno-zeleno).



Slika 2: Povprečna pH vrednost zgornjega horizonta tal

Slika 2 prikazuje, da je največ tal v Sloveniji zmerno kisljih: večina Krasa, visokega krasa, dinarskega sveta, predalpskega hribovja, zasavskih hribov itd. Izrazito oz. močno kislta so tla v Beli krajini, ponekod na Pohorju, na Kobanskem, na Koroškem, na delu Dravskega polja, v delu Murskega polja, na obrobju Goriškega itd. Nasprotno so nevtralna tla večinoma v pasovih vzdolž večjih rek (Save, Krke, Savinje, Vipave, Soče), v delu Haloz. Bazična tla se pojavljajo pogosto na flišu (slovenska Istra, deli Vipavske doline, Brd). Izjema so Brkini kjer prevladujejo kislta tla.

Predvsem njivska tla v Podravju in Pomurju so kislta in močno kislta, potrebe po apnjenju so zelo velike. V teh območjih naj bo zato apnjenje prioriteta naloga kmetov in kmetijske stroke.

Humus in humusna bilanca

Organski ostanki, ki v tleh razpadejo v vidno nerazpoznavne strukture imenujemo s skupnim izrazom humus. V povprečju humus vsebuje 58% organskega ogljika (Corg), ki ga analitsko običajno določimo s postopkom "moke" oksidacije (npr. metoda Walkley-Black) ali s sežigom

ter določitvijo na C-analizatorju. Pri zadnjem postopku moramo posebej določiti vsebnost prostih karbonatov v tleh, ter vsebnost karbonatnega C odšteti od skupnega C.

V povprečju organska snov tal vsebuje 58% C, zato je v splošni uporabi računski faktor za pretvorbo ugotovljenega Corg v organsko snov tal:

$$\text{Corg} \times 1,724 = \text{talna organska snov ali humus}$$

Pozitivni učinki humusa na tla

- Večja poroznost tal, →predvsem več “biopor”, ki majo sposobnost izmenjave zraka in vode → večja sposobnost zadrževanja rastlinam dostopne vode;
- Boljša obstojnost talnih agregatov → ni površinske zaskorjenosti tal → boljša infiltracija → preprečitev erozije;
- Tla so bolj rahla → olajšana obdelava tal → boljša rast korenin;
- Večja sorpcijska kapaciteta (tla lahko vežejo več hranil);
- Večja pufrna sposobnost tal (odpornost pred zakisovanjem in zaslanjevanjem);
- Tla so bolj živa – naseljujejo več mikro- in makro organizmov → hitrejša razgradnja organske snovi in ostankov organskih kemikalij; boljša dostopnost rastlinskih hranil;
- Večja sposobnost filtracije snovi in preprečevanje onesnaženja podtalnice.

V Slovenskih razmerah razgradnjo humusa pospešuje:

- **Topla in vlažna klima** (Ljubljana: temperatura: 10°C letno povprečje, 1400 mm padavin na leto);
- Imamo samo ca. 900 m² orne (njivske) zemlje na prebivalca ter zato **intenzivno proizvodnjo na njivah**: 60% njiv je zasejanih z intenzivno obdelovanimi okopavinami, npr. koruzo in krompirjem, ki sta “porabnika” humusa;

Nasprotno pa tvorbo humusa pospešuje dejstvo, da imamo:

- dve tretjini (2/3) kmetijske zemlje pod **trajnim travinjem** (vzrok: plitva, skalovita tla, neugodna klima, nagnjen teren...). Humus na travinju se sam obnavlja. Krma iz travinja gre v hlev, gnoj iz hleva pa prvenstveno na njive;
- zelo razvito živinorejo: **kmetje gnojijo z organskimi gnojili primarno njive** (ljudski rek: »Travinje je mati njiv«).

Organska snov tal ali humus je ključen z rodovitnost tal, vendar morajo biti **vnosi organske snovi v tla dolgoročno izravnani z razgradnjo humusa**. Prekomerno povečanje vsebnosti humusa lahko povzroči izgube hranil – predvsem dušika. Humus je pomembno skladišče

dušika v tleh – običajno je več kot 90 % N vezanega v talni organski snovi. Če torej povečujemo vsebnost humusa prekomerno, se s tem povečuje tudi zaloga N v tleh in tudi njegova mineralizacija. Če mineralizacija poteče v topli jeseni, npr. od septembra do oktobra, in če v tem času na njivah ni intenzivno rastočega posevka, ki bi bil sposoben ponovno vezati iz humusa sproščenega N, potem se lahko nakopičeni nitrat v pozni, deževni jeseni ter čez zimo izpere iz tal. Če se poveča vsebnost humusa čez določen optimalni nivo, niso pridelki zaradi tega nič večji, poveča pa se nevarnost onesnaževanja okolja: podtalnice z nitrati in ozrača s smejalnim plinom (N_2O), ki nastaja v anoksičnih razmerah pri mikrobni redukciji nitrata. Smejalni plin v stratosferi uničuje ozon.

Zato se je v zadnjem času v Evropi oblikovala doktrina, da naj bo v njivskih tleh humusa ravno prava količina, tako kot velja pri hranilih (npr. pri P in K). Poenostavljeno pravilo je, da naj bo humusa na njivah vsaj 10% od odstotnega deleža gline v tleh (Odet in sod, 1982). Na podlagi tega spoznanja tudi razvrstimo njivska tla glede vsebnosti humusa na (Blume, 1992).

Preglednica 7: Delitev kmetijskih tal glede na vsebnost organske snovi oz. humusa

% humusa v kmetijskih tleh	Oznaka
< 1	Siromašna s humusom
1 – 2	zmerno humozna
2 – 4	humozna
4 – 8	močno humozna
8 – 15	zelo močno humozna

Vir: Blume, 1992

Model za izračunavanje bilance humusa na njivah

Preglednica 8: Stopnje presežka ali primanjkljaja C_{org} (humusnega-C; kg/ha letno) izračunano z bilanco med vnosom in razgradnjo humusa (VDLUF, 2004)

kg humusnega-C/ha letno	Stopnja	Ocena
< - 200	A zelo malo	Neugoden vpliv na talne lastnosti in oblikovanje pridelka
-200 do -76	B malo	Delno sprejemljivo, še posebej, če je v tleh veliko humusa
-75 do 100	C optimalno	Optimalno za pridelek in za majhno nevarnost izgub hranil. Dolgoročno vzdrževanje primerne vsebnosti humusa za določena tla.
101 do 300	D veliko	Delno sprejemljivo, še posebej, če so tla revna s humusom
> 300	E zelo veliko	Povečana nevarnost izgub N; majhna učinkovitost N gnojil.

Izravnana bilanca humusa pomeni, da z organskimi gnojili (strniščnimi in koreninskimi = žetvenimi ostanki, zaoranimi postranskimi pridelki, živinskimi in drugimi organskimi gnojili) nadomestimo organsko maso, ki se je v tleh razgradila (mineralizirala).

Ker se pod nekaterimi poljščinami porabi/mineralizira več humusa, kot se ga pridela s strniščnimi in koreninski ostanki, imenujemo te poljščine potrošniki humusa. Take so okopavine (krompir, sladkorna pesa, silažna koruza).

Strna žita so glede vpliva na bilanco humusa skoraj nevtralna oz. majhni potrošniki, če slamo odpeljemo z njive, če slamo zaorjemo pa so dobavitelji humusa.

Krmne koševine, v manjši meri pa tudi metuljnice za zrnje, štejemo k dobaviteljem humusa.

Preglednica 9: Orientacijske vrednosti za tvorbo oz. razgradnjo humusa na njivah pri različnih poljščinah (VDLUFA, 2004)

	Letna humusna bilanca pod poljščinami (kg C/ha) neto razgradnja (–) ali neto tvorba (+)	
	spodnja vrednost	zgornja vrednost
Glavni posevki		
Sladkorna in krmna pesa	– 760	– 1300
Krompir, cvetača, zelje, bučke	– 760	– 1000
Silažna koruza, korenje, paprika, jajčevci	– 560	– 800
Žita, sončnice, solata, čebula, sladki komarček	– 280	– 400
Zrnate stročnice	+ 160	+ 240
Večletne krmne poljščine		
Krmne trave, metuljnice, deteljno-travne mešanice		
• v polnem razvoju	+ 600	+ 800
• v letu setve		
kot pomladni posevek	+ 400	+ 600
kot podsevek v glavno poljščino	+ 200	+ 300
kot strniščni posevek	+ 100	+ 200
Medposevki (zelinje odpeljano z njive)*		
Prezimni dosevki	+ 120	+ 160
Strniščni dosevki	+ 80	+ 120
Praha (samodejna ozelenitev)	+ 80	+ 180

*Če zelinje pustimo na njivi izračunamo doprinos humusa iz pregl. 10. (humifikacijski koeficient je ca. 10%)

Bilanco humusa je pomembno ugotavljati za cel kolobar, saj je normalno in ni nič narobe, če je bilanca kakšno leto negativna (npr. pri okopavinah ali žitih za zrnje). Zaželeno je, da bi bila bilanca dolgoročno nevtralna ali rahlo pozitivna (stopnja C).

Ker se večina organske snovi iz rastlinskih ostankov in organskih gnojil v tleh hitro razgradi (npr. v prvih treh letih), samo manjši del organske snovi (10% do največ 40%) ostane za humifikacijo (tvorbo humusa tal). Za pokritje humusne bilance se zato upošteva le ta del (humifikacijski količnik).

Na trajnem travinju (travniki, pašniki) je humusa dovolj in se sam obnavlja. Zato travinja zaradi vzdrževanja ustrezne vsebnosti humusa ni treba gnojiti z organskimi (npr. živinskimi) gnojili. Zato pa tudi talnih vzorcev s travinja ni treba dajati analizirati na humus.

Preglednica 10: Izračun doprinosa organskih gnojil k vsebnosti humusa

Vrsta organskega gnojila	Vsebnost sušine (s.s.; %)	Vsebnost organske snovi (% v s.s.)	Hum. količnik	Tvorba humusa (kg/t)	Tvorba humus-C (kg/t)
hlevski gnoj (svež)	25	80	0,25	50	29
hlevski gnoj (zrel)	25	75	0,35	66	38
gnojevka s 5% s.s.	5	75	0,19	7	4
gnojevka s 7,5% s.s.	7,5	75	0,19	11	6
gnojevka z 10% s.s.	10	75	0,19	14	8
slama	86	92	0,17	135	78
listje slad. pese z glavami	16	92	0,10	15	9
kompost iz organskega dela odpadkov	60	30	0,31	61	35
kompost. hlevski gnoj	60	33	0,38	75	44
blato komunalne čistilne naprave	5	50	0,17	4	2

Leskošek in Mihelič, 1998

Preglednica 11: Primer izračuna humusne bilance na praktičnem primeru večletnega kolobarja iz prakse na poljih osrednje Slovenije

Leto	Posevek	Gnojenje z organskimi gnojili		Tvorba humus-C iz org. gnojil (kg/ha)	Razgradnja humus-C (kg/ha)	Letna bilanca humusnega C (kg/ha)
			t/ha			
2006	Silažna koruza	Hlevski gnoj	30	870	700	170
2007	Ozimna pšenica				300	-300
	Krmni ohrovt			200		200
2008	Krompir	Hlevski gnoj	30	870	800	70
2009	Silažna koruza	Hlevski gnoj	30	870	700	170
2010	Ozimna pšenica				300	-300
Skupaj				2810	2800	10
Povprečna bilanca humusnega C na leto (kg/ha)				562	560	2

Opozoriti moramo, da so vrednosti humifikacijskih količnikov v zgornjih preglednicah in vrednosti za razgradnjo humusa le okvirne. V naravi dejanske vrednosti lahko precej odstopajo, zato je izračun humusne bilance zgolj orientacijski pokazatelj ali na dolgi rok izgubljammo humus ali pa ga prekomerno kopičimo. Analiza tal na vsebnost humusa, ki jo naredimo vsaj

na vsakih 10 let (oz. vsak drug ciklus za talno analizo posamične parcele), nam nato pokaže, kako dobro smo z izračunom bilance »zadeli« realna dogajanja v tleh.

Kontrola rodovitnosti tal in gnojenja

Vzorčenje tal

Vzorec zemlje mora biti sestavljen iz 20 - 25 posameznih vzorčkov zemlje, enakomerno razporejenih na parceli. Skupna teža vseh vzorčkov = povprečnega vzorca naj ne presega 1 kg. Parcela, iz katere jemljemo povprečen vzorec, mora biti homogena oz. enovita glede na:

- tip tal;
- vlažnostne razmere parcele;
- nagib;
- zgodovino gnojenja.

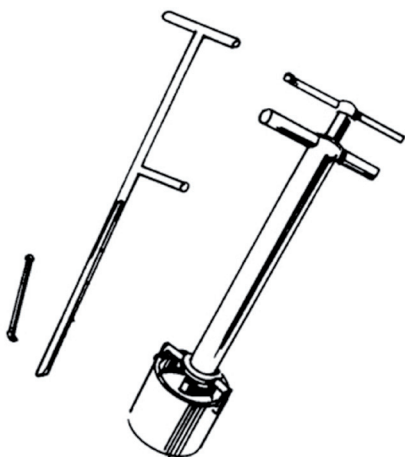
Če tla niso enovita, potem moramo iz očitno različnih delov vzeti več posamičnih povprečnih vzorcev. Če so talni tip in druge naravne lastnosti sicer enovite, parcela pa je sestavljena iz dveh ali več manjših parcel, ki so jih pred združitvijo različno gnojili in imajo zato različno vsebnost hranil, je treba seveda vsaj prvič vzeti ločene vzorce in potem z ustreznim gnojenjem izenačiti zalogo hranil na celotni novi parceli.

Za zemljišče veliko do 5 ha njiv ali travnikov ter do 1 ha trajnih nasadov ali intenzivnega zelenjadarskega kolobarja zadostuje praviloma en vzorec. Vzorce zemlje je treba vzeti, preden je bilo uporabljeno kakršnokoli gnojilo oz. naj od gnojenja mine vsaj 1 mesec.

Pomembno je, da v kolobarju tla vzorčimo vedno po isti poljščini. Posamezne kulture imajo namreč različno sposobnost črpanja in mobilizacije hranil, zato začasno vplivajo na raven zaloge dostopnih hranil v tleh.

Vzorčimo enkrat na 4 – 6 let, odvisno od vrstenja poljščin v kolobarju. Strokovno je bolje, da se odločimo za vzorčenje po isti poljščini, kot pa da upoštevamo fiksna časovna obdobja med dvema vzorčenjema (npr. 5 let, kot je sicer predpisano v tehnoloških navodilih za integrirano pridelavo poljščin).

Za kakovostno vzorčenje moramo imeti primerno orodje – sondo, s katero s 15 do 20 vzorčenji na različnih mestih posamične parcele nabereмо ravno prav vzorca, da skupaj zneso ca 0,5 do 1 kg. Globina vzorčenja tal na njivah naj bo do globine temeljne obdelave (običajno ca. 20 cm). Na travinju pa vzorčimo tla do globine 5 cm oz. 6 cm (odvisno od sonde).



Levo: sonda za jemanje vzorcev na njivah, v sadovnjakih in vinogradih;

Desno: sonda za jemanje vzorcev na travnikih

Slika 3: Sonda za vzorčenje tal

Povprečne vzorce, ustrezno označene (ime parcele, globina vzorčenja, lastnik...) pošljemo ali odnesemo v čistih papirnih ali plastičnih vrečkah na naslov izbranega laboratorija. Seznam laboratorijev, ki pri nas delajo tovrstne analize, je na koncu te knjižice.

V laboratoriju v vzorcu zemlje naj naredijo naslednje analize: pH vrednost (potrebo po apnjenju, če obstaja), P_2O_5 in K_2O po AL-metodi, Mg po ekstrakciji s $CaCl_2$, vsebnost humusa. Vsaj enkrat je smiselno narediti tudi oceno teksture (zrnatosti) tal in vsaj v grobem določiti ali tla spadajo v težka, srednje težka ali lahka. Za grobo oceno zadošča že prstni preiskus.

Splošno vrednotenje kemijske analize tal

Primerjava rezultatov analize tal med dvema terminoma

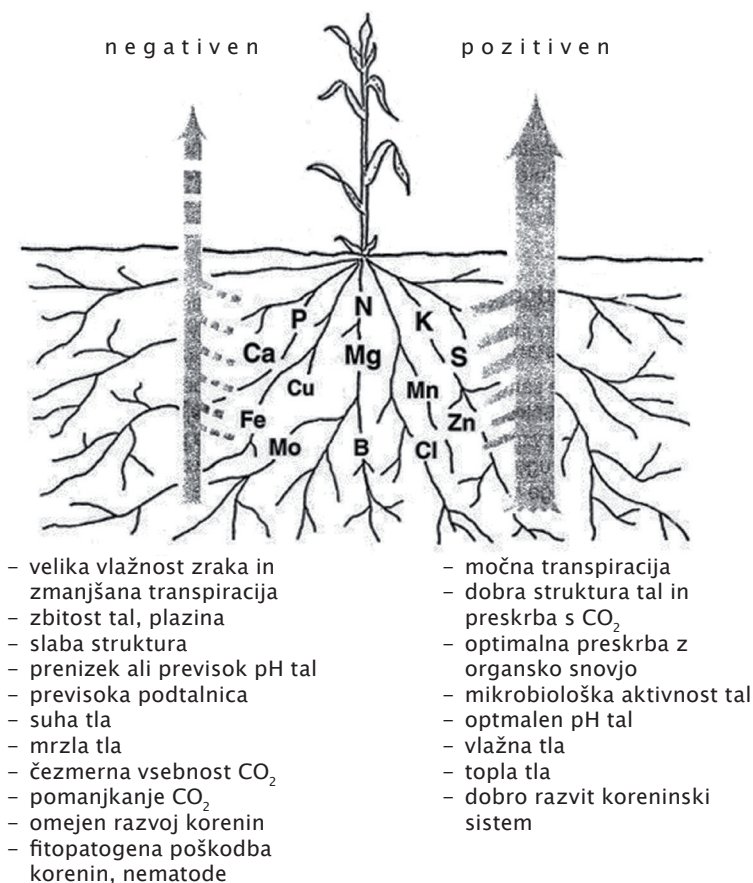
Analiza tal ne pove samo, kakšna je založenost tal določene parcele, ampak je osnova tudi za kontrolo rodovitnosti tal in kontrolo gnojenja. Ko praviloma po 5 letih damo vzorce tal ponovno v analizo, lahko s primerjanjem starih in novih rezultatov ugotovimo, ali je prišlo do zaželenih razlik, to je predvidenega povečanja zaloge hranil ali pa tudi zmanjšanja, če je bilo prej hranil preveč. Ker pa je treba za povečanje zaloge za 1 AL-mg/100 g tal - npr. na njivah (20 cm sloj) - dati 70 - 80 kg P_2O_5 in 40 - 60 kg K_2O /ha čez odvzem, tako močno pa ponavadi ne gnojimo, so razlike po 5 letih običajno majhne. Zato moramo, da bi lahko primerjali rezultate stare in nove analize:

- vzeti obakrat vzorce v istem letnem času (mesecu) po enaki vrsti poljščine,
- dati zemljo analizirati v pooblaščen laboratorij,
- vzorce naj bi jemali na enak način in z enakim orodjem (sondo).

Šele tako bodo razlike postale objektivne.

Vpliv dejavnikov rastišča in tolmačenje analize tal

Enak rezultat v analizi tal ne pomeni vedno iste količine za rastline dostopnega hranila niti ne enakega delovanja hranila. Pri vrednotenju rezultata analize tal in od tega odvisnem gnojenju je treba upoštevati tako različne lastnosti tal kot tudi vreme in sposobnosti posameznih vrst rastlin in kultivarjev za boljše ali slabše sprejemanje hranil. V optimalnih razmerah lahko že npr. 8 mg P_2O_5 /100 g tal zagotavlja zadostno prehrano rastlin s P in ne šele 13 - 25 mg (C-stopnja). Na drugi strani pa niti 25 mg P_2O_5 na nekaterih rastiščih (zbita, težka tla slabe strukture,...) ne zagotavljajo potreb intenzivnih posevkov. V takih primerih ni priporočljivo z vedno večjimi odmerki gnojil poskušati kompenzirati slabih lastnosti pokvarjenih tal. Prava pot je izboljšati tiste lastnosti tal, ki ovirajo boljšo rodovitnost. Njihovo poznavanje omogoča boljše vrednotenje rezultatov analize tal.



Slika 4: Vpliv dejavnikov rastišča na sprejem hranil (po Bergmannu, 1986)

Analiza rastlin

Založenost tal s hranili se odraža tudi v vsebnosti hranil (elementov) v rastlini. Zato lahko tudi po vsebnosti hranil v rastlinah (npr. v mrvi) ali v posameznih delih rastlin (ponavadi v listju) ali pa v rastlinskem soku sodimo o založenosti tal s hranili. Ker se vsebnosti hranil v rastlinah med rastno dobo spreminjajo, je potrebno pri odvzemu vzorcev rastlin upoštevati predpisani čas jemanja, ki je sorazmerno kratek, obenem pa praviloma pade v čas, ko z dodatnim gnojenjem (npr. škropljenjem) ne moremo več učinkovito ozdraviti morebitnega pomanjkanja. Zato ima analiza rastlin večji pomen pri večletnih (sadne vrste, vinska trta) kot pri enoletnih rastlinah.

Mejne vrednosti in gnojilne norme za fosfor (P_2O_5) in kalij (K_2O).

Pri nas (in vseh republikah bivše Jugoslavije pa tudi na Madžarskem, Norveškem, ...) analiziramo tla na dostopni fosfor in kalij po ekstrakciji tal z amonlaktatom (AL-metoda, pregl. 1). Ta daje pri P_2O_5 za okoli 30 - 50%, pri K_2O pa za okoli 0 - 25% večje vrednosti, izražene v mg P_2O_5 oz. K_2O /100 g tal, kot DL- ali CAL-metoda, ki sta standardni metodi v Nemčiji in Avstriji.

V preglednicah 12 in 13 so mejne vrednosti za uvrstitev rezultatov AL-analize na P_2O_5 in K_2O razdeljene v 5 skupin in ustrezne gnojilne norme glede na odvzem hranil s pridelkom. Podatki v preglednicah 12 in 13 veljajo za normalna tla in sorazmerno velike pridelke.

P in K je bolje odmerjati po povprečnem večletnem odvzemu v kolobarju kot za vsako leto posebej.

Če tla niso optimalno preskrbljena (A, B), je treba poleg odvzema h gnojilnemu odmerku dodati še ustrezni dodatek, da bi postopoma (praviloma v 5 do 15 letih gnojenja) prišli do želeni ali potrebne zaloge hranil v tleh (do C-stopnje).

Meliorativnega gnojenja z namenom takojšnjega povečanja zaloge rastlinam dostopnih hranil do ciljne ravni v splošnem ne priporočamo. Izjema so večletni, »trajni« nasadi dreves (predvsem na bujno rastočih podlagah) ali vinogradi, kjer pri globoki obdelavi tla obogatimo s hranili v sloju (npr. 30 – 50 cm), kjer se bodo kasneje razvile korenine.

Preglednica 12: Mejne vrednosti in gnojilne norme za fosfor po AL-metodi v intenzivnem poljedelstvu v plasti tal do globine oranja

Stopnja preskrbljenosti tal z AL- P_2O_5			Gnojilna norma (primer za povprečni odvzem 70 kg P_2O_5 /ha)	
oznaka	mg P_2O_5 /100g tal	stanje preskrbljenosti tal	kg P_2O_5 /ha	
A	< 6	siromašno	100 do 120	(70 + 30 do 50)
B	6 – 12	srednje preskrbljeno	90 do 100	(70 + 20 do 30)
C	13 – 25	dobro (cilj dosežen)	70	(70 + 0)
D	26 – 40	čezmerno	40	(1/2 odvzema)
E	> 40	ekstremno	0	(do naslednje analize tal)

Preglednica 13: Mejne vrednosti in gnojilne norme za kalij po AL-metodi v intenzivnem poljedelstvu v plasti tal do globine oranja

Stopnja preskrbljenosti tal z AL-K ₂ O				Gnojilna norma (primer za povprečni odvzem 200 kg K ₂ O/ha)	
oznaka	mg K ₂ O/100g tal (glede na teksturo tal)		stanje preskrbljenosti tal	kg K ₂ O/ha	
	lahka do srednja	težka tla			
A	< 10	< 12	siromašno	240 do 260 (200 + 40 do 60)	
B	10 – 19	12 – 22	srednje preskrbljeno	220 do 230 (200 + 20 do 30)	
C	20 – 30	23 – 33	dobro (cilj dosežen)	200 (200 + 0)	
D	31 – 40	34 – 45	čezmerno	100 (1/2 odvzema)	
E	> 40	> 45	ekstremno	0 (do naslednje analize tal)	

V preglednicah 14 in 15 smo poleg mejnih vrednosti, ki so enake kot za njive, navedli tudi gnojilne norme za 2-kosno, 3 do 4 -kosno in pašno-kosno rabo.

Preglednica 14: Mejne vrednosti za fosfor po AL-metodi v plasti tal od 0 do 6 cm na travinju in ustrezni odmerki P₂O₅

Mejna vrednost		Odmerek P ₂ O ₅ v kg/ha		
Stopnja	mg P ₂ O ₅ /100 g tal	2 košnji	3 košnje***	intenzivna pašno–kosna raba**(2,5 GVŽ/ha/leto)
A	< 6	70 – 80*	80 – 90	50
B	6 – 12	60 – 70	70 – 80	40
C	13 – 25	50 – 60	60 – 70	30
D	26 – 40	30	40	15
E	> 40	0	0	0

Preglednica 15: Mejne vrednosti za kalij po AL-metodi v plasti tal od 0 do 6 cm na travinju in ustrezni odmerki K₂O

Mejna vrednost			Odmerek K ₂ O v kg/ha		
Stopnja	mg K ₂ O/100 g tal lažja do srednja	težka tla	2 košnji	3 košnje***	intenzivna pašno– kosna raba** (2,5 GVŽ/ha/leto)
A	< 10	< 12	120 – 160*	160 – 200	70
B	10 – 19	12 – 22	100 – 140	140 – 180	55
C	20 – 30	23 – 33	80 – 120	100 – 140	40
D	31 – 40	34 – 45	50	60	20
E	> 40	> 45	0	0	0

* V okviru razpona več za večji pridelek, manj za manjšega; številke pomenijo količine hranil iz organskih in rudninskih gnojil skupaj.

** Navedene količine P₂O₅ in K₂O je treba pri pašno–kosni rabi dati v obliki mineralnih gnojil poleg vseh živalskih iztrebkov (hlevskega gnoja, gnojice, gnojevke).

*** Pri 4 kosni rabi se odmerki povečajo za 15 kg P₂O₅ oziroma za 30 kg K₂O, če dosegamo (ob ustrezno večji uporabi N) vsaj za 10 dt/ha več sušine mrve kot pri 3–kosni rabi.

Preskrbljenost zgornjega sloja kmetijskih tal v Sloveniji s fosforjem in kalijem (Sušin, 2008)

Založenost zgornjega sloja kmetijskih tal s fosforjem in kalijem je v Sloveniji v veliki meri odvisna od rabe tal, ki posledično pogojuje tudi način gnojenja. Ob tem je treba podariti, da je raznolikost podatkov znotraj posameznih rab tal kljub temu velika, kar ob veliki raznolikosti kmetijskega prostora v Sloveniji glede na podnebne razmere, talne lastnosti in načine pridelave ne preseneča.

Raznolikost podatkov je izrazitejša v primeru fosforja. Oskrbljenost tal s fosforjem lahko tako v grobem razdelimo v tri skupine. Prvo skupino sestavljajo travinje (pašniki, planinski pašniki in trajni travniki) in oljčni nasadi, ki so v povprečju preslabo založeni s fosforjem. Pašniki, planinski pašniki in trajni travniki so najpogostejše siromašno oskrbljeni s fosforjem (A razred), v oljčnih nasadih pa je najpogostejše ugotovljena srednja stopnja oskrbljenosti s fosforjem (B razred). Drugo skupino sestavljajo sadovnjaki in njive s poljščinami, kjer je povprečna oskrbljenost tal s fosforjem optimalna, porazdelitev med A in E razred pa še najbolj enakomerna. V tej skupini prevladujejo A, B in C stopnje oskrbljenosti s fosforjem. V tretjo skupino uvrščamo vinograde ter predvsem hmeljne nasade in njive z zelenjavo. Za to skupino je značilna prezaloženost tal s fosforjem, kar pomeni, da gnojenje takih zemljišč večinoma ni potrebno oziroma je treba gnojenje s fosforjem precej omejiti. To zlasti velja za njive z zelenjavo in hmeljne nasade, ki so v povprečju dva do trikrat preveč založene s fosforjem.

Mejne vrednosti in gnojilne norme za magnezij

Kmetijska tla v Sloveniji so k sreči na splošno že po naravi dobro preskrbljena z Mg. Zato v naši doktrini gnojenja ni treba upoštevati Mg tako kot P in K. Tisoči vzorcev analiz tal s travnikov in njiv potrjujejo upravičenost tega stališča. V vinogradih in sadovnjakih na Primorskem (Koprsko, Brda, del Krasa, Vipava) na flišni podlagi pa je preskrbljenost tal z Mg pogosto slaba, še bolj do izraza pa pride, če so tla tudi pretirano gnojena - preskrbljena s kalijem. Z magnezijem nezadostno preskrbljena tla najdemo ponekod tudi v drugih slovenskih vinogradih.

Pri standardni kemični analizi tal z njiv in travnikov torej ni treba obvezno določiti tudi Mg. Pač pa je to nujno pri analizi vinogradov, zlasti pred rigolanjem.

V preglednici 16 so gnojilne norme za magnezij.

Preglednica 16: Mejne vrednosti za Mg (ekstrakcija z 0,01 M CaCl_2) in gnojilne norme

Stopnja	Vsebnost Mg (mg/100g tal)		Odmerek MgO^* (kg/ha)
	lahka tla	srednja do težka tla	
A	<3	<5	60 – 80
B	3 – 6	5 – 9	50 – 60
C	7 – 10	10 – 20	0 – 40
D	11 – 19	21 – 39	0
E	>20	>40	0

* Če je razmerje med $\text{K}_2\text{O}-\text{AL}$ in Mg (CaCl_2) širše kot 6:1, velja zgornja meja odmerka MgO , sicer pa spodnja.

Žveplo

Žveplo je esencialno makrohranilo, potrebno za tvorbo S-vsebujočih aminokislin (cistin, cistein, metionin), beljakovin in drugih S-substanc, ki so pomembne za življenje rastlin, kakovost pridelkov (pomemben je pri presnovi beljakovin in lipidov, fotosintezi, vpliva na delovanje redoks sistema, je sestavni gradnik vitaminov; npr. tiamina, biotina, sestavni del gorčičnega in porovega olja itd.) (Leskošek in Mihelič, 2002).

Preglednica 17: Vsebnosti žvepla v rastlinah pri primerni preskrbljenosti

vrsta rastline	vsebnost žvepla v rastlinah (%SS) pri primerni preskrbljenosti
ozimna oljna ogrščica	>0,551
ozimno žito	>0,301
sladkorna pesa	>0,301
travinje	>0,301
ječmen	0,192
oves	0,242
rž	0,122
pšenica	0,192
koruza (zelinje)	0,172
koruza (zrnje)	0,122

Pomen žvepla v prehrani

Pomanjkanje S prizadene tvorbo beljakovin. Velike potrebe po S so značilne za rastline bogate z N kot npr. metuljnice. Sulfati vplivajo na tvorbo bakterijskih nodulov in izboljšujejo simbiotsko fiksacijo N ter s tem vsebnost beljakovin in pridelek metuljnic. Rastline, ki jim primanjkuje S, so slabo fotosintetsko aktivne, zato je prizadeta njihova rast. Na drugi strani pa prevelika vsebnost S lahko zavre tvorbo beljakovin v rastlini. Gnojenje z S vpliva predvsem na vsebnost S v nereproduktivnih organih (steblih, listih), manj pa na vsebnost S v reproduktivnih organih (zrnju oz. semenih) (Leskošek in Mihelič, 2002).

Žveplo pomembno vpliva na vsebnost olj v rastlini. Predvsem križnice in čebulnice (*Allium* sp.) potrebujejo veliko S za velik pridelek in kakovost olj. Nadalje vpliva na metabolizem ogljikovih hidratov in, če ga je dovolj, poveča vsebnost sladkorjev (npr. v grozdju) in alkoholne stopnje v vinu. Pomemben je tudi pri tvorbi škroba. Krompir ima sorazmerno veliko S (0,3 do 0,5 %). Gnojenje krompirja z S vpliva pozitivno tudi na druge znake kakovosti (vsebnost askorbinske kisline, amino-kislin, beljakovin, boljša skladiščna obstojnost, itd.), poveča pa se tudi razmerje med gomolji in nadzemnimi poganjki (cimo) v prid pridelka gomoljev (Leskošek in Mihelič, 2002).

Žveplo posredno vpliva na povečanje izkoristka N in zmanjšuje vsebnosti nitratov v rastlinskem soku. Če namreč žvepla primanjkuje, se v rastlinskem tkivu začno kopičiti topne aminokisline brez S, ki lahko zavrejo delovanje nitrat reduktaze (Leskošek in Mihelič, 2002).

Problem pri gnojenju z žveplom je v tem, da **S lahko tudi negativno vpliva na kakovost pridelkov**. Vsebnost S v tleh, še bolj pa gnojenje z S lahko poveča vsebnost glukozinatov v zrnju oljne ogrščice, kar poslabša okusnost take krme in lahko povzroča golšavost (goitrogeni učinek) in druge toksične učinke. Nasprotujoča si učinka, povečanje pridelka zrnja oljne ogrščice na eni strani in povečanje vsebnosti glukozinatov na drugi, je težko uskladiti, toda treba se je izogibati, da bi odmerjali več S, kot ga ogrščica potrebuje. Nasprotno pa gnojenje z S poveča kakovost zrnja (moke) pšenice. Pri sladkorni pesi lahko gnojenje z S poveča vsebnost α -amino N, kar negativno vpliva na ekstrakcijo in s tem pridelek belega sladkorja (Leskošek in Mihelič, 2002).

Gnojenje z žveplom

Pri gnojenju ga doslej nismo upoštevali. Precej ga namreč vračamo tlom z živinskimi gnojili in žetvenimi ostanki, še več ga pa tla dobijo s padavinami iz onesnaženega zraka. Odkar pride v zrak vedno manj S (zamenjava premoga z nafto oz. zemeljskim plinom) in zlasti odkar pospešeno gradijo razžveplevalne naprave, vedno pogostejše prihaja do pomanjkanja S za prehrano rastlin. Ie Odvzem S niha med 5 - 10 kg S/ha s krompirjem, med 10 - 20 kg S/ha s koruzo ali pašo in do 20 - 40 kg S/ha s sadkorno peso, ogrščico in zeljem. Križnice in kapusnice so največji potrošnik sulfatov in najbolj občutljive na pomanjkanje S.

Pri nas dobimo s padavinami (v različnih krajih Slovenije) od 8 – 12 kg S/ha letno. Rastline pa lahko te sulfate le deloma izkoristijo za svojo prehrano. Sulfati, ki pridejo v tla zunaj rastne dobe, se večinoma izperejo, ker se tako kot nitrati ne morejo vezati na tla. Do 50% potreb po S lahko rastline pokrivajo s plinskim SO_2 . S se nahaja tudi v rudninskih gnojilih kot postranska sestavina (pregl. 18):

Preglednica 18: Vsebnost žvepla v rudninskih gnojilih

Gnojilo	%S
amonsulfat	24 + 21% N
superfosfat	12 + 18% P_2O_5
trojni superfosfat	0 + 45% P_2O_5
K-sulfat	18 + 10% MgO + 30% K_2O
K-sol 40% z Mg in S	4 + 6% MgO + 40% K_2O
patentkalij	18 + 10% MgO + 30% K_2O
kizerit	20–22 + 25–27% MgO
grenka sol	13 + 16% MgO
sadra	36 (S deluje počasi)

V novejšem času ponekod izdelujejo kombinirana gnojila z garantirano - različno - vsebnostjo S. Žveplo je ponavadi dodano v obliki sadre.

Vsebnost S v živinskih gnojilih je podobna vsebnosti N, ki variira glede na vrsto živali, prehrano živali, načina shranjevanja in časa shranjevanja gnoja (gnojevke, gnojnice). (Koch in sod., 2000). Izkoristljivost S iz organskih gnojil naj bi bila za polovico slabša kot iz rudninskih gnojil (Leskošek in Mihelič, 2002). Predvsem v prvem letu uporabe je izraba iz organskih gnojil

majhna (pri gnojevki od 5 do 7% celotnega S). Poljščine, ki jih sejemo pozno in imajo dolgo vegetacijo (npr. koruza, sladkorna pesa), lahko žveplo iz organskih gnojil dobro izkoristijo, slabo pa rastline, ki ga potrebujejo zgodaj spomladi (npr. žita, oljna ogrščica) (Koch in sod., 2000).

V žetvenih ostankih je žvepla do 2,5 kg S/t sveže snovi, z izjemo oljnic in rastlin, ki jih pridelujemo zaradi pridobivanja beljakovin, ki vsebujejo žvepla do 5 kg S/t (Koch in sod., 2000).

Žveplo se iz tal izgublja z izpiranjem, nekaj pa tla izgubijo tudi zaradi izhlapevanja H_2S skozi rastline. Žveplo se izpira iz ornice predvsem kot sulfatni ion (SO_4^{2-}). Izpiranje je odvisno predvsem od količine padavin in od porabe vode (evapotranspiracija), od teksture, vsebnosti Fe- in Al- oksidov in pH vrednosti tal, seveda pa tudi od količine S, ki pride v tla. V kisljih tleh (pH<4,5-5,5) so sulfati tako močno vezani na tla, da do izpiranja ne pride. (Leskošek in Mihelič, 2002). Kakor za nitratre tako velja tudi za sulfate, da se v večini evropskih držav večinoma izpirajo le pozimi oz. zunaj rastne dobe, pri nas pa se, vsaj po dosedanjih raziskavah, velik del nitratov in sulfatov zaradi preobilja padavin (morda z izjemo SV Slovenije) izpere med rastno dobo (Leskošek in Mihelič, 2002).

Preglednica 19: Priporočena gnojilna količina (kg S/ha) in čas gnojenja glede na razvojno fazo rastlin

vrsta rastline	priporočena gnojilna količina (kg S/ha)	čas gnojenja glede na razvojno fazo rastlin
žito	10–20	od začetka vegetacije do faze prvega kolenca
ozimna oljna ogrščica	20–40	začetek vegetacije
sladkorna pesa	10–20	od setve do faze osmih listov (razgrnjenih)
krompir	10–20	od sajenja do osipavanja krompirja
koruza	10–20	od setve do faze šestih listov (razgrnjenih)
travinje	20–40	začetek vegetacije
zelje	30–50	ob sajenju
ostala zelenjava	20–40	ob setvi oz. sajenju

Prirejeno po Koch in sod., 2000

Odvzem žvepla s pridelki

je približno na ravni Mg, to je nekaj deset kg/ha. Največji odvzem in največjo občutljivost na pomanjkanje S, zato pa tudi največjo potrebo po gnojenju z žveplom imajo rastline iz družine križnic (Brassicaceae, npr. rodovi *Napus* sp. in *Brassica* sp.: ogrščica, repice, ipd.) (Leskošek in Mihelič, 2002).

Preglednica 20: Potrebe določenih rastlin po žveplu (kg S/ha)

vrsta rastline	potrebe rastlin po žveplu (kg S/ha)		
oljna ogrščica	30–40 ¹	60 ²	50–80 ³
ozimna oljna ogrščica	40–60 ⁴		
koruza	10–15 ¹	25 ²	20–40 ⁴
žito	20–40 ⁴	25–40 ³	
pšenica	10–15 ¹	30 ²	
ozimna pšenica	30–40 ²		
tritikala	30 ²		
ječmen	20 ²		
ozimni ječmen	30 ²		
oves	20 ²		
rž	30 ²		
sladkorna pesa	25–40 ³	30 ²	20–40 ⁴
krompir	25 ²	20–40 ⁴	
zelje	50–80 ³	20–40 ⁴	
ostala zelenjava	20–40 ⁴		
travinje	20–40 ⁴	35–50 ³	

¹Leskošek in Mihelič, 2002; ²Die Nmin/Smin-Analyse, 2009; ³Koch in sod., 2000; ⁴Roschke, 2000

Razmerje C:N:S

Med žveplom in dušikom v rastlinah obstaja tesna povezava (Taube in sod., 2005). Interakcija med S in N pri prehrani rastlin, je eden od faktorjev, na podlagi katerega se lahko odločimo za gnojenje z žveplom (Koch in sod., 2000). Če je na voljo dovolj žvepla, rastline črpajo tudi več dušika, kar vpliva na obilnejši pridelek. Velja tudi, da stopnjevanje odmerkov dušika povečuje potrebo po žveplu (Čeh, 1997). Pridelki oljne ogrščice so se razpolovili, če so jo gnojili z N, niso pa ob tem dodali S. Povečano gnojenje z N je povečalo potrebe po S, zato je bilo pomanjkanje toliko bolj izrazito. Uravnotežena prehrana z N in S sta zato odločilni za pridelek, učinkovitost izkoriščanja hranil in varovanje okolja (izpiranje, kopičenje nitratov v rastlinskem tkivu...) Kritično je razmerje med N:S v rastlini, ki naj bo manjše od 17:1 (dokazano za rastline iz družine trav, npr. trave, žita, ne pa tudi za oljnice iz rodu Brassica). Če je razmerje večje, lahko govorimo o fiziološkem pomanjkanju S pri tej skupini rastlin (Leskošek in Mihelič, 2002).

Če je razmerje C:S v tleh pod 200, je S akumuliran v OS, imobilizacija S iz talnega okolja pa nastopi, ko je razmerje širše od 400. Zaoravanje stranskih pridelkov (slame ipd.) ali podora privede do imobilizacije S, če je vsebnost S v podoru < 1,3 % S/kg sušine oz. C:N razmerje v podorini ≥300. Vseeno pa je ta S vendarle prej oz. bolj dosegljiv za rastline kot S, vezan v humusu. (Leskošek in Mihelič, 2002).

Razmerje C:N:S variira glede na lastnosti tal, spiranje in gnojenje. Razmerje teh treh elementov v tleh naj bi bilo 130:10:1,3 in ne manjše od 90:8:1, ter ne večje od 200:12:1 (Yash, 2003).

Mejne vrednosti in gnojilne norme za mikroelemente

Pri nas pa tudi drugod po Evropi v okviru običajne analize tal ne ugotavljajo mikroelementov, ki so sicer nezamenljiva hranila za rastline: B, Cu, Mn, Zn, Fe, Mo. Predpostavljamo namreč, da imajo naše njive in travinje dovolj teh mikrohranil za kritje potreb zahtevnih kultivarjev. Izjema je na pomanjkanje bora zelo občutljiva sladkorna pesa, kjer v približno 80% vseh primerov - njiv ugotavljajo potrebo po gnojenju z B. Znano je tudi, da v mrvi Ljubljanskega barja (z nevtralnimi organskih tal) ni zadosti bakra. V izjemnih primerih in pri velikih pridelkih mrve pa je lahko tako malo Zn, Cu in Mn, da ne zadostujejo za kritje potreb zelo mlečnih krav.

Dostopnost mikrohranil je v precejšni meri odvisna od reakcije (pH) tal. Vpliv pH tal na dostopnost mikrohranil navajamo pri posameznih elementih. Kislost tal lahko popravimo z apnjenjem. Alkalnih tal pa ni mogoče zakisati v večjem obsegu, zato lahko motnje v prehrani rastlin z mikrohranili odpravimo z uporabo specialnih gnojil - npr. s foliarnim gnojenjem z ustreznimi kelati.

Bor (B)

V preglednici 21a so mejne vrednosti za bor po metodi CAT (Alt in Peters, 1993), v preglednici 21b pa priporočljivi odmerki bora glede na stopnjo preskrbljenosti, teksturo tal in poljščino.

Preglednica 21a: Ciljna vsebnost bora v tleh (mg/kg) glede na pH in teksturo tal

Stopnja preskrbljenosti	tip tal		
	lahka	srednje težka	težka
pH-vrednost < 6,0*)			
A	< 0,10	< 0,15	< 0,20
C	0,10 do 0,30	0,15 do 0,50	0,20 do 0,60
E	> 0,30	> 0,50	> 0,60
pH-vrednost > 6,0			
A	< 0,15	< 0,25	< 0,35
C	0,15 bis 0,40	0,25 do 0,80	0,35 do 1,0
E	> 0,40	> 0,80	> 1,0

*) CAT-metoda ni primerna za določevanje dostopnega bora v tleh, ki imajo pH < 5,0. V takem primeru je treba z apnjenjem najprej dvigniti pH tal in nato vsaj eno leto po apnjenju določiti vsebnost bora.
po CAT metodi; Hege in sod., 1993

Preglednica 21b: Priporočljivi odmerki bora (kg/ha) glede na stopnjo preskrbljenosti tal

Stopnja preskrbljenosti tal	Odmerki B (kg/ha)			
	lahka tla		srednja do težka tla	
	koruza, kapusnice, ogrščica	pesa, lucerna	koruza, kapusnice, ogrščica	pesa, lucerna
A	0,4 – 0,8	1,0 – 1,5	0,5 – 1,0	1,0 – 2,5
C	0,5	0,5	0,5 – 1,0	0,5 – 1,0
E	0	0	0	0

Vir: Hege in sod., 2003

Med »zdravilnim« in škodljivim (pretiranim) odmerkom B je majhna razlika. B bolj učinkuje, če z njim škropimo. Oboje standardnih bornih gnojil - **boraks** (11% B) in **solubor** (20% B) je primernih tudi za foliarno škropljenje: 0,2 do 0,4 kg B v 300 do 400 l/ha vode na dobro razvite rastline. Z B gnojimo v kolobarju predvsem za B zahtevnim vrstam rastlin. To so: pesa, lucerna, cvetača, zelena, koleraba, vinska trta. Strnim žitom z B praviloma ne gnojimo.

Baker (Cu)

Običajno trpijo pomanjkanje Cu rastline, ki rastejo na kislih peščenih tleh in na (kislem) visokem barju, pri nas morebiti tudi na z apnom bogatem nižinskem barju.

Preglednica 22: Mejne vrednosti in gnojilne norme za Cu po CAT metodi

Stopnja	Organska tla (mg Cu/l)	Lahka tla (mg Cu/kg)	Srednja do težka tla (mg Cu/kg)	Odmerek Cu (kg/ha)
A in B	<2	<2	<3	5 – 10
C	2 – 4	2 – 4	3 – 8	0 – 3
E	>4	>4	>8	0

Po Hege in sod. 2003

Na lahkih tleh ustrezajo manjši, na težkih večji odmerki Cu, nikoli pa več kot 10 kg Cu-kelatov/ha. To so obenem odmerki za več let. Za foliarno gnojenje so najboljši Cu-kelati (0,3 kg Cu-kelata/ha v 400 l vode), pa tudi Cu-sulfat (modra galica). Modre galice je treba dati zelo veliko, ker se Cu-ioni močno vežejo na sorpcijski kompleks tal in so le slabo dostopni za rastline. Strna žita, ki so najbolj občutljiva na pomanjkanje Cu, je treba škropiti ob razraščanju. Ko se pozneje pokažejo vidni znaki pomanjkanja, škropljenje ne pomaga več.

Cink (Zn)

Cink je esencialno mikro hranilo za rastline in živali. Je pomembna komponenta različnih encimov; vključen je v process fotosinteze, celičnega dihanja in delitve celic. Če ga primanjkuje se ne tvorijo avksini, rastlinski rastni hormone, zato rastline ostanejo majhne, zarkrnele.

Težja tla so bogatejša s cinkom v primerjavi s peščenimi tlemi, toda dostopnost Zn v lahkih tleh je boljša. Organska snov v tleh ima veliko sposobnost vezave večine mikro elementov (tako glede kapacitete kot moči vezave).

Topnost cinka je manjša pri višji pH vrednosti in pri ekstremni založenosti tal s fosforjem. Zato običajno pride do pomanjkanja Zn v alkalnih tleh, ki imajo veliko aktivnega apna ali pri ekstremni založenosti tal s fosforjem. Rastlinam dostopne frakcije elementov v sledih običajno določimo po CAT-metodi – tla ekstrahiramo s 0,01 M CaCl_2 + DTPA. Sopnje preskrbljenosti tal z Zn in priporočeno gnojenje je podano v spodnjih preglednicah:

Preglednica 23: Stopnje preskrbljenosti tal s cinkom v njivskih tleh (mg/kg tal) (CAT metoda)

Stopnja preskrbljenosti	mg Zn/kg tal
A	< 1,1
C	1,1 – 3,0
E	> 3,0

Preglednica 24: Priporočeno gnojenje s Zn glede na stopnjo preskrbljenosti tal

Stopnja preskrbljenosti	Gnojenje v tla	Foliarno gnojenje
	kg Zn/ha (zadošča za 3 – 4 leta)	kg Zn/ha
A	7 – 10 ¹⁾	0,3
C	5 – 7	0,3
E	0	0

1) Nižje vrednosti za lahka (peščena) tla, večje za srednje težka in težka tla

Mangan (Mn)

Do pomanjkanja Mn prihaja v glavnem na tleh bogatih s Ca in humusom ter na kalciziranih lahkih tleh, na nižinskem barju ter na preoranem z apnom bogatem travinju. Suša, visok pH in lahka tekstura pospešujejo pomanjkanje Mn. Vsebnost Mn v tleh (po metodi CAT) vrednotimo glede na pH tal (pregl. 25).

Preglednica 25: Ciljna vsebnost mangana v tleh (mg/kg) glede na pH in teksturo tal

Stopnja preskrbljenosti tal	lahka tla					srednje težka in težka tla
	pH-vrednost					brez pH-omejitve
	< 5,0	5,0 – 5,5	5,6 – 6,0	6,1 – 6,5	> 6,5	–
Ciljna vsebnost mangana (mg/kg)						
A	< 3	< 6	< 10	< 25	< 30	< 30
C	3 – 8	6 – 15	10 – 30	25 – 50	30 – 60	30 – 60
E	> 8	> 15	> 30	> 50	> 60	> 60

po CAT metodi; Hege in sod., 2003

Za gnojenje tal uporabljamo 20 - 40 kg Mn/ha v obliki Mn - zlitin ali Mn-oksidov. Na karbonatnem nižinskem barju se bolje obnese škropljenje (po potrebi večkrat na leto) z 1,5% raztopino MnSO_4 (6 kg/400 l vode). K mobilizaciji talnega Mn prispevajo tudi fiziološko kislo delujoča rudninska gnojila.

Odvzemi mikrohranil s pridelki glavnih poljščin

Preglednica 26: Odvzem mikrohranil v pridelke rastlin (g/ha)

Kultura	Bor	Mangan*	Cink	Baker
Žita	25 – 35	300 – 600	100 – 200	30 – 40
zrnje, 8 t/ha				
zrnje in slama	40 – 50	500 – 800	300 – 400	50 – 60
Sladkorna pesa	250 – 350	300 – 400	150 – 200	50 – 60
koreni 60 t/ha				
koreni in listi	450 – 550	600 – 700	250 – 350	80 – 90
Oljna ogrščica (zrnje) 3,5 t/ha	250 – 500	1300 – 2500	400 – 700	30 – 60
Koruzna (cela rastlina) 14 t SS/ha	130 – 250	2400 – 3600	310 – 380	100 – 200
Krompir (gomolji)	60 – 160	50 – 60	80 – 160	60
40 t/ha				

*) Pri dobri dostopnosti mangana so lahko odvzemi še bistveno večji

Vir: Bavarske smernice za strokovno gnojenje, 2003 (Hegl in sod., 2003)

Antagonizmi (nasprotja) med posameznimi hranili

Preglednica 27: Antagonizmi (nasprotja) med posameznimi hranili

K/Mg	NH_4/K	P/Fe	Ca/Mg	Cu/Mn	Mn/Mg	Fe/Zn	Mo/ SO_4
K/Ca	NH_4/Ca	P/Zn	Ca/Al	Cu/Fe	Mn/Fe	Fe/Ni	Mo/Cu
K/Na	NH_4/Mg	P/Al	Mg/Al	Cu/Zn	Mn/Zn	Fe/Cr	Mo/Mn
K/B			Mg/Zn			Fe/Co	

Vir: Bergmann, 1992

Gnojilni načrt

Gnojilni načrt na eni strani zajema analizo tal, popis kmetijske pridelave (njivski kolobar za obdobje 5 let, travinje s pogostnostjo in vrsto rabe, trajni nasad) z dosegljivimi pridelki in odvzemom hranil, na drugi strani pa glede na zajete podatke načrtuje vnos hranil z živinskimi in/ali rudninskimi gnojili s ciljem postopno doseči in ohraniti dobro preskrbljenost tal s hranili (C-stopnjo).

Z **dušikom (N)** gnojimo **vsako leto po potrebah posamezne kulture**, ob upoštevanju gnojenja z živinskimi gnojili, rodovitnosti zemlje, pričakovanega pridelka, stanja posevka oz. kulture ipd. Večina vrst kmetijskih rastlin zahteva v naših pridelovalnih razmerah celo dvakratno, izjemoma trikratno gnojenje z dušikom: gnojenje ob setvi oz. saditvi oz. ob začetku rastne dobe, in dognojevanje med rastno dobo.

Ker dušik ni v celoti izkoristljiv, tudi če še tako skrbno in strokovno gnojimo, je za velike pridelke praviloma treba dati nekoliko več N, kot ga rastline potrebujejo. Smatra se, da je v večjem delu Slovenije okoljsko dopustno, brez nevarnosti onesnaženja podtalnice, če bilančni presežek dušika v posameznem letu ni večji od 30 kg N/ha, izjemoma celo do 45 kg N/ha (iz mineralnih in organskih gnojil skupaj) (Mihelič in sod., 2001). Seveda stremimo k čim manjšim presežkom. V vodovarstvenih območjih bilančnega presežka hranil ne sme biti. V teh območjih veljajo posebna, strožja pravila za gnojenje. Glej tudi poglavje »Vpliv gnojenja na kakovost okolja«.

S **fosforjem (P) in kalijem (K)** gnojimo praviloma tudi vsako leto, glede na to, da v ta namen pri nas praviloma uporabljamo NPK-gnojila. Velikost odmerka P in K pa naj se ravna **po dolgoletni potrebi po P in K**, ki je razvidna iz gnojilnega načrta. To dolgoletno potrebo dobimo, če od skupne dolgoročne potrebe odštejemo odmerke P in K, ki jih bo določeno zemljišče dobilo z živinskimi in eventualno drugimi organskimi gnojili. Glavno je, da z izbranim NPK-gnojilom čim bolj točno zadovoljimo potrebe po dušiku. V **večletnem obdobju** (5, 7, 10 let) je mogoče zadovoljiti – poleg N tudi vsoto dolgoletnih potreb po P in K. Ker se vseh uporabljenih gnojil za daljše obdobje ne da zapomniti, je nujno sproti voditi (zapisati si) evidenco o uporabljenih gnojilih.

Gnojilni načrt moramo torej delati za več let naprej. Če bi načrt delali samo za eno leto, bi neustrezno in brez potrebe želeli pokriti odvzem hranil s pridelkom v tem letu, kar pa je lahko narobe.

Primer: če pridelujemo koruzo za zrnje, koruznico pa zaorjemo, odpeljemo s pridelkom 8 ton zrnja le 104 kg N, 56 kg P_2O_5 in 32 kg K_2O . Gnojiti pa moramo več, saj koruza za uspešno rast celotne biomase (50 t sveže/ha) potrebuje bistveno več hranil, kot jih odvezamemo le s pridelkom zrnja: 184 kg N, 88 kg P_2O_5 in 208 K_2O . Seveda ni potrebno, da damo točno toliko hranil v letu, ko pridelujemo koruzo, temveč pazimo, da se bilančne potrebe in potrebe po izboljševanju rodovitnosti tal izravnajo v večletnem obdobju (glej pregl. s primerom gnojilnega načrta).

Preglednica 28: Primer strokovno načrtovanega gnojenja (gnojilnega načrta) v intenzivnem 5-letnem poljskem kolobarju

Datum analize tal	pH v 0,01 M CaCl ₂	Humus (%)	Tekstura tal	AL- P ₂ O ₅ (mg/100g)	Stopnja preskrbljenosti tal s fosforjem	AL- K ₂ O mg/100g	Stopnja preskrbljenosti tal s kalijem	Povprečna potreba po hranilih (kg/ha na leto)	
								N	P ₂ O ₅ K ₂ O
25. 2. 2006	6.5	3	Srednje težka tla	10	B	22	C	(210)	100 180
Leto	Poljščina	Pričako- van pridelek (t/ha)	Gnojenje	Organska gnojila t/ha	Mineralna gnojila kg/ha	Dodana hranila (kg/ha)			Razgrad. humus -C (kg/ha)
						P ₂ O ₅	K ₂ O	N	
2006	Silažna koruza	50	Hlevski gnoj	30		105*	70 180	+ 870 190	80 225 - 700
					8-16-22	375	30 60 83		
					KAN (27%)	370	100		
	Ozimna pšenica	5			8-16-22 (jeseni)	375	30 60 83	135 55 115	- 300
					KAN (zg. spomladi)	250	68		
					KAN (kolenčenje)	170	45		
2007	Krmni ohrovt	30			Urea (46%)	200	92	+ 200 195	63 180
					Patentkali	250	75		
	Krompir	25	Hlevski gnoj	30		105	70 180	+ 870 105	42 180 - 800
					15-15-15	300	45 45 45		
					KAN	130	35		
	Koruzna slama (koruzna slama podorana)	10	Hlevski gnoj	30		105	70 80	+ 870 130	70 40 - 700
2009					8-16-22	375	30 60 83	(+624)	
					KAN (27%)	300	81		
	Ozimna pšenica	7			8-16-22 (jeseni)	375	30 60 83	189 77 167	- 300
					KAN (zg. spomladi)	220	59		
					KAN (kolenčenje)	185	50		
					KAN (klasenje)	170	45		
Σ						1055	495 892	+3434 944	387 865 -2800
	Povprečno na leto					211	99 178	+687 189	77 181 -560

* Dolgoletno izkoristljivi N iz hlevskega gnoja (pregl 28).

SMERNICE ZA GNOJENJE V POLJEDELSTVU IN TRAVNIŠTVU

Gnojilne norme za njive – poljščine

Za odmerjanje fosforja in kalija za poljščine upoštevamo predvsem velikost pričakovanega pridelka in založenost tal. Kakšni so odvzemi hranil na enoto pridelka, prikazuje preglednica 29. Pravilno je upoštevati povprečni večletni odvzem (npr. celega kolobarja) in potem na rodovitnih tleh in pri C stopnji preskrbljenosti tal oziroma pri gnojenju po odvzemu prehrana katerekoli vrste rastlin ne more biti vprašljiva. Tak način odmerjanja P in K je tudi neprimerno enostavnejši, saj dovoljuje večja odstopanja letnega odmerka navzgor ali navzdol, s stališča prehrane rastlin pa je sprejemljiv.

Preglednica 29: Odvzem hranil s pridelki poljščin

Poljščina	Pridelek	Sur.	Vsebnost	Odvzem hranil s pridelkom		
		beljakovine v sušini	sušine v pridelku	(kg/t)		
		%	%	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
pšenica	zrnje	12	86	18	8	6
	zrnje + slama			23	11	20
pšenica	zrnje	14,5	86	22	8	6
	zrnje + sama			27	11	23
oz. ječmen	zrnje	12	86	17	8	6
	zrnje + slama			22	11	23
oz. rž	zrnje	11	86	15	8	6
	zrnje + slama			20	11	26
tritikala	zrnje	12	86	18	8	6
	zrnje + slama			23	11	23
jari krmni ječmen	zrnje	12	86	17	8	6
	zrnje + slama			22	11	23
pivovarski ječmen	zrnje	10,5	86	14	8	6
	zrnje + slama			19	11	23
oves	zrnje	11	86	13	8	6
	zrnje + slama			20	11	25
koruza za zrnje	zrnje	11	86	13	7	4
	zrnje + slama			23	11	26
krmni bob	zrnje	30	86	41	12	14
	zrnje + slama			56	15	40
krmni grah	zrnje	26	86	36	11	14
	zrnje + slama			51	14	40
oljna ogrščica	zrnje	23	91	33	18	10
	zrnje + slama			47	26	60

Preglednica 29: nadaljevanje

Poljščina	Pridelek	Sur.	Vsebnost	Odvzem hranil s pridelkom		
		beljakovine v	sušine v	(kg/t)		
		%	%	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
sončnice	zrnje	20	91	28	16	24
	zrnje + slama			43	15	25
lan	seme		91	35	12	10
	seme+slama			43	15	25
krompir	gomolji		sveža masa	3,5	1,4	6
sladkorna pesa	koreni		sveža masa	1,8	1	2,5
	koreni + listje			4,6	1,8	7,5
krmna pesa	koreni		sveža masa	1,8	0,9	5
	koreni + listje			3	1,2	7,5
koleraba	koreni		sveža masa	3,5	1,3	4,8
strniščna repa	koreni		sveža masa	2,5	1,3	4,5
pitnik			sveža masa	3,3	1,5	4
silážna koruza			28	3,8	1,6	4,5
ajda	cela rastlina		sveža masa	4	1,3	4
krmni ohrovt			sveža masa	6,5	2,1	6
rž za prilast			sveža masa	4,5	1,3	6
črna detelja			sveža masa	5,5	1,3	6
lucerna			sveža masa	6	1,4	6,5
ljulka			sveža masa	4,8	1,6	6,5
deteljno- travna mešanica	detelje:trava 70 : 30		sveža masa	5,3	1,4	6,2
deteljnao-travna mešanica	lucerna:trava 70 : 30		sveža masa	5,5	1,5	6,5
strniščni krmni dosevki			sveža masa	3,5	1,1	4,5
travniki (zmerna intenziteta rabe – 3 košnje)			86	18	7	20

Gnojilne norme za fosfor in kalij na njivah

Iz podatkov v preglednici 20 lahko izračunamo odvzeme hranil z določeno poljščino, iz odvzemov posameznih poljščin pa lahko izračunamo odvzeme za celoten kolobar. Iz tega se izračuna povprečni odvzem na leto, ki je osnova za vsakoletno in večletno odmerjanje fosforja in kalija. K skupnemu odvzemu je treba prišteti letne dodatke, če so tla v A ali B razredu (pregl. 12 in 13), odšteti pa z organskimi gnojili v kolobarju dano količino fosforja in kalija.

Če imamo navedene podatke v računalniškem programu, potem je tak račun mimogrede narejen.

Primer takega računa za srednje velike pridelke: 4,5 ton jarega ječmena (slama odpeljana), 9 t koruze (samo zrnje), 30 t krompirja (brez cime) in 10 t travno-deteljne mešanice je v pregl. 30 (odvzem po pregl. 29).

Preglednica 30: Primer odmerjanja fosforja in kalija v kolobarju

Leto	Poljščina	pridelek (t/ha)	Odvzem (kg/ha)	
			P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	koruza (zrnje)	9	63	36
2.	j. krmni ječmen	4,5	50	104
	strniščna repa	20	26	90
3.	krompir (gomolji)	30	42	180
4.	travno-deteljna mešanica (sveža masa)	40	56	248
5.	travno-deteljna mešanica	55	77	341
	SKUPAJ		314	999
	POVPREČNO NA LETO		63	200

Ker smo koruzo pognojili s 30 t hlevskega gnoja, repo v ječmenišču z 20 t, krompir pa s 25 t hlevskega gnoja na ha, smo skupno dali 75 t hlevskega gnoja na ha. Ta količina vsebuje $75 \times 2,5 \text{ kg P}_2\text{O}_5 = 188 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ in $75 \times 6 \text{ kg K}_2\text{O} = 450 \text{ kg K}_2\text{O}$. Če P in K iz gnoja odštejemo od skupnega odvzema, dobimo $(314 - 188 \text{ in } 999 - 450) = 126 \text{ kg/ha P}_2\text{O}_5$ in $549 \text{ kg/ha K}_2\text{O}$ oziroma povprečni letni odmerek v obliki mineralnih gnojil 25 kg P₂O₅ in 110 kg K₂O.

Ker na našem trgu ni kombiniranih gnojil s tako širokim razmerjem hranil P₂O₅:K₂O = 1:3, si lahko v prikazanem primeru pomagamo tako, da enkrat v kolobarju gnojimo z enostavnimi kalijevimi gnojili dodatno.

Odmerjanje dušika

V primerjavi s P in K je odmerjanje N neprimerno bolj zapleteno:

- v nasprotju s P in K je nujno treba upoštevati potrebe posamezne poljščine po N, poleg tega pa še porazdelitev odmerka N med rastno dobo; v deževni klimi, kakršna je naša, in na naših pretežno plitvih tleh je treba praktično pri vseh poljščinah deliti odmerek N vsaj na 2 obroka;

- kolikšen delež potreb po N bodo prispevala tla, je težko napovedati. Podatek o vsebnosti humusa ne pove dovolj. Prispevek N zaradi mineralizacije organske snovi tal je odvisen od konkretnega vremena, od časa, v katerem so potrebe posamezne poljščine največje, in od časovne skladnosti med intenzivnostjo mineralizacije in potreb poljščine (sladkorna pesa in koruza sta glede preskrbe N iz organske snovi tal v najugodnejšem položaju, strna žita pa v najmanj ugodnem);
- na potrebe po gnojenju z N vpliva tudi prejšnji posevek (poljščina), zlasti z žetvenimi ostanki in postranskimi pridelki (slama, koruznica, cima, ipd.), če so ostali na njivi (glej pregl. 29).

Kdaj lahko zmanjšamo odmerke N

- če je prejšnji posevek pustil veliko lahko razgradljivih ostankov;
- če je bila zima blaga in suha;
- če je čas setve spomladi kasen (tla so že topla);
- če smo gnojili s svežim živinskim gnojilom ali s podorino;
- če pričakujemo podpovprečne pridelke;
- če moramo pridelati zelne rastline z majhno vsebnostjo nitratov;
- če želimo povečati vsebnost sladkorjev ali C vitamina v listih.

Glede na stanje v naši praksi lahko delimo načine odmerjanja N na izkustvene norme in na sodobne meritvene načine.

Izkustvene norme za gnojenje z dušikom

Izkustvene norme dobimo iz rezultatov poljskih gnojilnih poskusov. Izvedeni naj bi bili v klimatsko in talno primerljivih območjih, v serijah (najmanj 5 enakih v seriji) in v okviru kolobarja, po možnosti vse poljščine v kolobarju vsako leto. Poleg vpliva N na velikost pridelka je treba v takšnih poskusih ugotavljati tudi vpliv gnojenja z N na najpomembnejše parametre kakovosti - nujno pa na tiste, ki poleg količine pridelka vplivajo na ceno pridelka. Vedno bolj je treba pri takih raziskavah ugotavljati tudi možne negativne vplive na okolje (nitrati - podtalnica).

V preglednici 31 so gnojilne norme za N za poljščine - po pričakovanem (večletnem, povprečnem) pridelku.

Preglednica 31: Gnojilne norme za N za poljščine

Vrsta poljščine	Odmerek N – kg/ha glede na pričakovani pridelek**			Obroki N (kg N/ha)
	majhen	srednji	velik	
strna žita				jeseni praviloma brez N****;
oz. pšenica in oz. ječmen (2 redni);	60 – 100	90 – 130	120 – 170	3 spomladanski obroki;
oz.ječmen (4-r) in krmni, j. ječmen,rž, tritikala;	50 – 90	80 – 110	100 – 150	2–3 spomladanski obroki (oz. ječmen za 1. obrok več N kot pšenica);
oves in pivov. ječmen	40 – 70	60 – 80	70 – 100	2–3 spomladanski obroki
<u>okopavine*</u>				vse dobijo organska (živalska) gnojila
koruza za zrnje in sil. koruza;	70 – 100	90 – 140	110 – 180***	0–40 min.N ob setvi, ostalo ob dognojevanju (1. dekada junija);
sladkorna pesa (korenov);	50 – 90	80 – 110	100 – 130	
krmna pesa;	50 – 90	100 – 130	110 – 150	40–60 ob setvi, ostalo za 1 dognojevanje;
krompir (za ozimnico)	90 – 110	100 – 140	110 – 170	
<u>oljnice</u>				
ogrščica;	100 – 130	120 – 150	140 – 170	30–50 ob setvi, ostanek v 2 obrokih;
sončnice;	30 – 50	40 – 70	60 – 80	
buče	30 – 40	40 – 50	50 – 60	}ob setvi vse ali v 2 obrokih
<u>krmne koševine</u>				
trave (čisti posevek);	30 – 40	40 – 50	50 – 70	za vsako košnjo;
deteljno–travna mešanica;	0 – 30	0 – 40	0 – 50	N glede na delež metuljnic, za vsako košnjo
črna detelja;	0	0	0	
lucerna	0	0	0	}0 – 30 N ob setvi

* hranila iz organskih gnojil odšteti od skupnega odmerka N

** glej pregl. 33

*** za dolgoletni povprečni pridelek okoli 12 t zrnja/ha 30–50 kg N/ha več kot za 10 t/ha

**** na manj rodovitnih tleh, ob pozni setvi in če pride strno žito za strnim žitom, gnojimo ozimni pšenici in ozimnemu ječmenu že jeseni do največ 30 kg N/ha.

V okviru intervala veljajo manjši odmerki za manjše pridelke oziroma za bolj rodovita tla (npr. globlja tla z ugodnim pH in zadosti humusa) in manj padavin, večji odmerki pa za večje pridelke, manj rodovita njive (plitvejša ali težka tla) in več padavin. Zaradi pomanjkanja tovrstnih raziskav in velikih klimatskih razlik v okviru Slovenije je širina intervalov v odmerkih N za posamezno velikost pridelkov v glavnem sorazmerno velika. Bolj ko so tla

plitva in večja ko je deževnost podnebja, večja je nevarnost izpiranja N. Zato je v takšnih razmerah tem večja potreba po **prilagajanju gnojenja z N klimi** in s tem po delitvi odmerka N na več obrokov.

Praviloma naj en obrok ne presega 100 kg N/ha, za 1. dognojevanje ozimnih žit spomladi pa ne 60, izjemoma do 80 kg N/ha. Izjema je koruza, ki za velik pridelek potrebuje ob dognojevanju v 1. dekadi junija (razvojna faza 7. do 9. lista) do 120, izjemoma do 150 kg N/ha (glede na analizo in pričakovani pridelek). V Avstriji priporočajo za vse vrste strnega žita (razen za pšenico) le dva obroka N spomladi, v Švici pa za vse vrste strnih žit 3 obroke.

Za koruso priporočajo v zahodno evropskih deželah lokalizirano gnojenje (poleg in pod vrsto korusu) ob setvi z NP-gnojilom.

Strniščni posevki rastejo krajši čas, pričakovane povprečne pridelke zato ne delimo na 3 velikosti.

Krmne koševine pridejo v poštev predvsem za strniščno setev (po strnem žitu, zgodnjem krompirju in drugih poljščinah, ki jih še pred koncem julija pospravimo z njiv) ali pa za prezimno setev po tistih poljščinah, ki jih zgodaj jeseni poberejo z njiv (krompir in silažna koruza). Strniščne krmne koševine kosimo že jeseni, če so prezimne, pa dajo prvo klajo tudi spomladi.

Vse krmne rastline, ki niso metuljnice, zahtevajo obilno gnojenje z dušikom. Pogosto jih gnojijo tudi s hlevskim gnojem (ki pa ni nujno potreben), z gnojevko ali gnojnico. V tem primeru lahko ustrezno zmanjšamo odmere dušika oziroma mineralnih gnojil.

V preglednici 32 so gnojilne norme za krmne dosevke nemetuljnic, če jih sejemo, ne da bi jih gnojili z organskimi gnojili. Na zelo rodovitnih njivah, ki so v kolobarju izdatno gnojene s hlevskim gnojem, je treba odmerke dušika ustrezno zmanjšati.

Preglednica 32: Odmerki dušika za krmne dosevke

Vrsta dosevka	kg N/ha	Opomba
Strniščni dosevki		
Pitnik (koruza za klajo)	50–80	ob setveni pripravi zemlje ali v 2 delih
Listnati ohrovt	80–110	1/2 ob setvi, 1/2 pri višini 10–15 cm
Jara ogrščica	80–110	kot listnati ohrovt
Sončnice, evtl. skupaj s koruso ali ajdo	50–80	kot pitnik
Laška ljulka	50–70	ob setvi+ 40–60 kg N/ha spomladi
Prezimni posevki		
Ozimna repica	90–120	do 30 kg N ob setveni pripravi zemlje
Ozimna ogrščica	90–120	kot NPK z majhnim % N, ostalo pa
Listnati ohrovt (poznejša setev)	90–120	kot NPK spomladi
Ozimna rž za klajo	50–80	vse spomladi
Ozimna rž + ozimna grašica	30–60	vse spomladi
Laška ljulka + inkarnatka	30–60	vse spomladi

Preglednica 33: Pričakovani povprečni pridelki poljščin

Vrsta poljščine	Pričakovani večletni povprečni pridelek (t/ha)		
	majhen	srednji	velik
<u>strna žita</u>			
oz. pšenica in oz. ječmen (2 redni);	4 – 5	5 – 6	6 – 8
oz.ječmen (4-r) in krmni, j. ječmen,rž, tritikala;	3 – 4	4 – 5	5 – 7
oves in pivov. ječmen	3 – 4	4 – 5	5 – 6
<u>okopavine</u>			
koruza za zrnje	5 – 6	6 – 8	8 – 10
sil.koruza;	40	50	65
sladkorna pesa (korenov);	40	50	65
krmna pesa;	50	75	100
krompir (za ozimnico)	20	30	40
<u>oljnice</u>			
ogrščica;	2,0	3,0	4,0
sončnice;	2,0	3,0	4,0
buče	0,6	0,9	1,2
<u>krmne koševine (mrva)</u>			
trave (čisti posevek);			
deteljno-travna mešanica;	8 – 10	10 – 12	12 – 14
črna detelja;			
lucerna			

Podatki v pregl. 33 so dopolnila k pregl. 31

Gnojilno okno

Za boljšo oceno delovanja N-gnojil in potreb po dognojevanju z N se je obneslo t.i. gnojilno okno. To je del parcele (posevka), velik en ali več arov, ki je manj gnojen z N kot ostali večji del ali pa ostane negnojen. Manjši obrok N (za okoli 20 kg/ha) v gnojilnem oknu dosežemo tako, da povečamo hitrost traktorja v gnojilnem oknu. Če postane listje (npr. žita) v gnojilnem oknu svetlejše barve, pomeni to, da bo kmalu začelo primanjkovati N tudi na ostalem delu posevka in je zato treba misliti na dognojevanje cele njive. Če pa žito v posevku kasneje spet normalno ozeleni, je to znak, da je prišlo v posevek dosti N iz mineralizacije talne organske snovi, torej da so tla rodovitna in da nadaljnje dognojevanje z N morebiti ni potrebno.

Merjenje potreb po N

Medtem ko je praktično določanje potreb po P, K, Mg,... s pomočjo kemične analize tal znano že 80 let, tudi pri nas že prek 50 let, pa uporabljajo za prakso sprejemljive načine določanja potreb po N šele zadnja 3 desetletja.

Nmin metoda

V ta namen z analizo tal določijo vsebnost $\text{NO}_3\text{-N}$ in (po potrebi) $\text{NH}_4\text{-N}$, rezultat pa praviloma izrazijo v kg N/ha. Analizira se 2 ali 3 sloje tal (0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm). Ta način imenujejo tudi Nmin-metoda (min pomeni mineralni). Uporabljajo jo zlasti za odmerjanje 1. spomladanskega obroka N za žita (pšenico), pa tudi za nekatere druge poljščine, hmelj, zelenjadnice in vinsko trto. Poleg količine Nmin je treba poznati tudi ciljno vrednost (Sollwert), to je tisto količino N, ki mora biti v tleh v določenem času razvoja nekega posevka, da zadovolji njegove potrebe do naslednjega dognojevanja z N oziroma do konca rastne dobe.

$$\text{Ciljna vrednost kg N/ha} = \text{kg Nmin/ha} + \text{z mineralnimi gnojili dodan N}$$

Ciljno vrednost je treba za vsako večje pridelovalno območje določiti z relativno velikim številom poljskih poskusov.

Primer, kako v Avstriji priporočajo gnojenje oz. pšenice po Nmin-metodi, je v preglednici 34.

Preglednica 34: Priporočila za mineralno gnojenje ozimne pšenice z N (kg N/ha) na osnovi Nmin, sloj tal od 0-90 cm; vzorec vzet na začetku pomladi pred 1. dognojevanjem

Nmin (kg/ha)	1. dognojevanje ob začetku rasti	2. dognojevanje ob začetku bilčenja	3. dognojevanje ob klasenju	SKUPAJ
<25	50–60*	40–60	30–40	120–160
25–50	45–60	35–50	30–40	110–150
50–75	35–45	30–45	30–40	95–130
75–100	25–35	25–40	30–40	80–115
100–125	15–25	25–35	25–40	65–100
125–150	0	25–40	25–35	50–80
150–175	0	20–30	15–30	35–60
175–200	0	10–20	10–20	20–40
>200	0	0	0–20	0–20

* Za 1. dognojevanje največ 60 kg N/ha, za 3. dogn. v humidnem podnebjju do 60 kg N/ha.

Podatki v preglednici 34 so za nas zanimivi predvsem zaradi velikosti odmerkov in razdelitve na posamezna dognojevanja.

Ker so vse naše njive majhne, pa tudi, če bi bile velike po 1 ha, uporabe Nmin metode za naše razmere ne moremo priporočati. Vzrok je cena Nmin analize (laboratorijske), ki je 2 krat večja, kot pričakovani finančni uspeh zaradi bolj strokovne uporabe N, ki jo omogoča Nmin metoda.

Boljša strokovnost pomeni obenem manjšo nevarnost za izpiranje nitratov. Zato priporočamo uporabo in iskanje novejših načinov določanja potreb po N, ki so finančno in praktično sprejemljivejši za naše razmere. Znižanje cene Nmin metode bi dosegli, če bi vzeli le 1 povprečni vzorec zemlje iz celotne globine tal (0 do 60 ali 0 do 90 cm), ne pa tri. Omejitve uporabe Nmin metode so tudi pri nas med globljimi tlemi zelo razširjena oglejena in psevdooglejena

tla, ki ne dopuščajo normalnega razvoja korenin pod ornico, prav tako pa tudi (pre)plitva tla (praviloma 20 - 50 cm) na produ.

Namesto Nmin metode (laboratorijskih določitev N) imamo na voljo več alternativ:

Talni nitratni test

V pomladanskem začetku rastne dobe (faza razraščanja) je **pšenici za dobro razrast in oblikovanje fertilnih poganjkov in za velik pridelek** neobhodno potrebna velika koncentracija nitrata v tleh: 20 – 25, nekateri navajajo celo 30 mg NO₃-N /kg suhih tal kar pomeni, 60 - 90 kg N v obliki nitrata v globini ornice. Razpon te ciljne vrednosti je precejšen. Če pričakujemo velik pridelek in če so tla plitva, se odločamo za večjo ciljno vrednost. Če gospodarimo v vodovarstvenem območju ali če imamo globoka in splošno rodovitna tla, lahko gospodarimo pri nižji ciljni vrednosti (Vukadinović in Lončarić, 1999).

Napotek za gnojenje, ki je pri nas še v preskušanju:

za vsak mg/kg pod ciljno vrednostjo damo 8 kg N/ha (primer: če je cilj 25 mg/kg NO₃-N, izmerimo pa 18 mg/kg, moramo pognojiti z $8 \times (25 - 18) = 56$ kg N/ha).

Junija, ko je **koruza** visoka od 30 do 50 cm, vzorčimo tla v globini 0 – 30 cm in naredimo hitri test z lističi na nitrat. Ciljna vrednost nitratnega dušika v tleh v tem času je prav tako kot pri pšenici na nivoju od 20 do 25 (30) mg/kg NO₃-N suhih tal.

Vsebnost talnega mineralnega dušika (TMN) junija, v zgornjem sloju tal, je v tesni zvezi z vsebnostjo NO₃-N, zato lahko izpustimo določitve na NH₄-N ter s tem pocenimo analizo (Mihelič, 2004).

Testni lističi (npr. Merck)

S spremembo intenzitete vijoličaste barve kažejo na vsebnost NO₃ v raztopini (npr. tal, rastlinskega soka, vode, ...). Metoda je poceni. Z njo lahko izvedemo t.i. hitri talni nitratni test.

Vzorce zemlje za hitri nitratni test vzamemo na posevkih ozimnega žita pred 1. dognojevanjem ob koncu zime, ko zemlja ni več zmrznjena (konec februarja ali ob začetku marca). Povprečne vzorce vzamemo, če je mogoče, iz treh talnih plasti: 0-30, 30-60 in 60-90 cm ali pa iz dveh: iz ornice in iz zdravega sloja tal pod ornico in to na vsaj 15 mestih za en vzorec. Vzorce zemlje presejemo skozi grobo 6 mm sito. Nato odtehtamo 100 g zemlje, prelijemo s 100 ml destilirane vode in dobro premešamo (vsaj 1 min.). Po 15 do 20 minutah filtriramo skozi filtrirni papir (npr. Watman 42), da dobimo bistro tekočino. Vsebnost nitratov izmerimo tako, da testni trakec omočimo za 1 sekundo v filtrat ter otresemo vodne kapljice. Po 1 minuti se na lističu razvije barva, ki ustreza določeni koncentraciji nitratov. Količino NO₃ odčitamo iz barvne lestvice, ki je na škatlici za testne lističe.

Na podlagi ocenjene vsebnosti nitrata v tleh določimo ustrezne odmerke N za prvo dognojevanje pšenice tako, da od ciljne vrednosti (120 kg N/ha) odštejemo ugotovljeno količino $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh, razliko pa »pokrijemo« z mineralnim N.

Na njivah, ki so bile izdatno gnojene s hlevskim gnojem ali gnojevko, zmanjšamo ciljno vrednost za 20 kg (= 100 kg N/ha). Upoštevamo tudi, da je treba posevkom, ki so zaradi slabe prezimitve redki, gnojiti z večjimi odmerki N, posevkom, ki so pregosti, pa z manjšimi.

Za drugo in tretje dognojevanje pšenice pa priporočamo hitri rastlinski nitratni test. V ta namen izpulimo 20 povprečnih pšeničnih rastlin, s škarjami od vsake bili odrežemo po dva odrezka dolga 0,5 cm, skupaj 40 odrezkov. Te stisnemo v kuhinjski stiskalnici za česen, »srednje« kapljice kanemo na testni listič in po eni minuti odčitamo vsebnost NO_3 z barvne lestvice.

Kakšne obroke N priporočamo na podlagi rastlinskega nitratnega testa za drugo in tretje dognojevanje intenzivnih posevkov ozimne pšenice, vidimo iz preglednice 35.

Preglednica 35: Odmerjanje obrokov dušika za 6 - 8 t/ha pridelka pšeničnega zrnja (v kg N/ha)

Barva ustreza	Neobarvano	Svetlo-vijoličasto	Vijoličasto	Temno-vijoličasto
mg NO_3 /l	0-10	10-49	50-250	>250
Za drugo dognojevanje ob kolenčenju (kg N/ha)				
Sklop:				
-normalen	50	40	30	0
-gost	40	20	0	0
-redak	60	45	30	20
Za dognojevanje ob klasenju (kg N/ha)				
< 500 produktivnih bili	50	40	20	0
500 – 700 produkt. bili	60	50	30	0
>700 produktivnih bili	70	55	40	0

Namesto preprostega in subjektivnega odčitavanja barvne intenzitete »na oko« z barvne lestvice, je mogoče uporabiti preprost aparat - reflektometer (RQ-flex, Merck), ki barvo avtomatično določi na podlagi odboja svetlobnega žarka, ki ga pošlje na obravani listič. Z aparatom je enostavno ravnati, je poceni (okoli 500 €) ter bolj natančen kot izurjeno oko človeka, ki pogosto izvaja take analize. Aparat je žepne izvedbe, zato je z njim lahko delati tudi na terenu.

S talnim in rastlinskim nitratnim testom, narejenim tik pred dognojevanjem, se da natančneje določiti 2. obrok N za koruzo ali nekatere druge kmetijske rastline. Vsebnost nitratov v tleh ali rastlinah predstavlja le kratkotrajno, začasno oskrbljenost tal oziroma rastlin z N. Koliko bo v nadaljnjem razvoju posevkov sproščeno N iz organske snovi tal, nam približno pove vsebnost mineralizaciji podvrženega organsko vezanega N.

Klorofilomer

Zanimiva je metoda določanja predvsem prehranjenosti koruze z dušikom pred dognojevanjem. V ta namen uporabljamo enostaven, prenosen merilec klorofila. Metoda temelji na spoznanju, da je tvorba klorofila močno odvisna od prehranjenosti rastline z dušikom. Tvorba klorofila je odvisna tudi od drugih dejavnikov, kot so genetski potencial hibrida, osvetlitev, količina vode v tleh in temperatura, vsebnost Mg, Fe, S.... Izmerjena vrednost zato ne pomeni veliko, če ni umerjena na točno določeno polje, hibrid in okolje. Kot referenčne točke sluzijo nadoptimalno z N pognojeni ozki pasovi po njivi (npr. 4 vrste koruze v dolžini 5 m = 14 m²). Na eni njivi potrebujemo tri take pasove. Dušika na teh pasovih ne manjka, zato je intenziteta barve listov, glede na status dušika 100%. Napraviti je treba 30 meritev in izračunati povprečje, kar naredi aparat sam. Primerjamo meritve z dela njive, kjer odmerjamo dognojevanje z N, z referenčnimi meritvami. Na ta način dobimo indeks zadostne prehranjenosti (IZP):

$$\text{IZP}(\%) = \text{povprečna meritev} / \text{povprečje referenčnih točk} \times 100.$$

Gnojenje svetujemo, če IZP pade pod 95%. Meritve je potrebno izvajati tedensko od stadija 6. lista. Če imamo možnost namakanja in gnojenja po namakalnem sistemu (fertigacija), potem spremljamo IZP do 20 dni po začetku svilanja. Dognojevanje s fertigacijo po tem stadiju nima več učinka na pridelek. Metoda je enostavna, cenena in hitra, izvaja pa jo lahko kmet sam. Pri namakanju svetujejo aplikacijo 20 do 40 kg N/ha vsakokrat, kot IZP pade pod 95%.

Metodo v Sloveniji še preiskujemo.



Slika 5: Meritve obarvanosti listov s klorofilomerom (N-tester ali SPAD meter)

Gnojenje hmelja in drugih industrijskih rastlin

Gnojenje hmelja

Gnojenje mladih nasadov hmelja

Hmelj najbolje uspeva na globokih, lažjih do srednje težkih, odcednih tleh s pH od 6 do 6,7. Glede na to, da ima hmelj glavnino aktivnih korenin globlje kot ostale poljščine, je za doseganje velikih pridelkov pomembno, da so tla tudi v nižjih plasteh dobro založena s hranili. Zato ima založno gnojenje pred napravo novega nasada pomembno vlogo. V kolikor smo tla pred sajenjem ustrezno založno pognojili, mladega nasada hmelja v obdobju do polne rodnosti običajno ni potrebno več gnojiti s fosforjem in kalijem, potrebno pa je gnojenje z dušikom. Do polne rodnosti gnojimo nasad z zmanjšano količino dušika. V prvem letu gnojimo s 60 do 80 kg N/ha v dveh obrokih. Prvi obrok dodamo sredi junija, ko začno rastline bujno rasti, drugega pa sredi julija. Pazimo, da gnojilo ne pride v stik z mladimi poganjki, saj lahko mlade rastline zaradi ožigov propadejo. V drugem letu naj bo odmerek dušika od 120 do 130 kg/ha v treh enakih obrokih (maj, junij, julij).

Gnojenje polnorodnih nasadov hmelja

Gnojenje z dušikom

Hmelj potrebuje v razmeroma kratkem času veliko dušika, saj oblikuje vso nadzemno maso v dobrih štirih mesecih. Optimalni odmerki dušika so odvisni od tipa tal, sorte, tehnologije, pričakovanega pridelka in rastnih razmer.

Prekomerna prehranjenost hmeljnih rastlin z dušikom ima za posledico slabšo odpornost hmeljnih rastlin na bolezni, škodljivce ter stresne razmere, tvorbo storžkov preraščencev, daljše internodije, manjše število zalistnikov in cvetov, storžki so temnejše barve z debelejším vretencem in nimajo značilnega leska. Aroma je ostra in pekoča, manjša je vsebnost alfa kislin, presežena je tudi vsebnost nitrata v storžkih.

Pomanjkanje dušika se odraža v slabši rasti rastlin, listi so majhni in blede rumeni, trte so tanke in slabo obraščene, storžki so drobni.

Odvzem dušika iz tal znaša v različnih državah glede na pridelek, tehnologijo pridelave in sorto od 117 do 270 kg/ha (Kišgeci, 2002; Kač, 1956). Odvzem dušika pri sorti Aurora, pri pridelku 1600 kg/ha je 146 kg/ha letno (Majer, 1994).

Za pomoč pri ugotavljanju potrebnih odmerkov dušika sta se v hmeljarstvu uveljavili N-min metoda, pri kateri ugotavljamo vsebnost mineralnega dušika v tleh pred začetkom rastne dobe in foliarna analiza (analiza listov), s katero ugotavljamo vsebnost dušika v listih rastlin med rastno dobo.

Gnojenje na osnovi N-min metode se je uveljavilo zlasti v Nemčiji in na Češkem. V Sloveniji se ta metoda ni širše uveljavila, saj je za večino majhnih nasadov, ki so velikokrat razporejeni na plitvih in prodnatih tleh, razmeroma draga in manj zanesljiva.

Foliarna analiza je primerna zlasti za ugotavljanje trenutnega stanja prehranjenosti rastline med rastno dobo in za kontrolo gnojilnih postopkov. Za ustrezen rezultat je zelo velikega pomena pravilno vzorčenje. Najboljši pokazatelj dinamike dušika in prehranjenosti hmeljne rastline z dušikom med rastno dobo so zgornji popolnoma razviti mladi listi brez pecljev v obdobju intenzivnega razraščanja (druga polovica junija). Takrat je optimalna vsebnost nitratnega dušika v listih med 0,2 in 0,3 %.

V naših rastnih razmerah je priporočen odmerek za gnojenje z dušikom od 120 do 170 kg N/ha v treh obrokih: 1/4 v obdobju od 20. do 30. maja, 2/4 v obdobju med 15. in 25. junijem in 1/4 v obdobju od 10. do 15. julija.

V Sloveniji hmeljske nasade dognojujemo največ s KAN-om (kalcijev amonijev nitrat) in ureo (sečnina), ponekod se je uveljavil tudi UAN (amonnitrat + urea).

KAN je za dognojevanje hmelja zelo primeren, vendar je gnojenje z njim uspešno le, če upoštevamo, da je nitratni del močno izpostavljen izpiranju in je zato nujno gnojiti ob pravem času ter z ustrezno količino. Ker deluje hitro, ga uporabimo tudi takrat, ko rastline nujno potrebujejo dušik npr. po toči ali močnem napadu škodljivcev.

Sečnino priporočamo v hmeljskih nasadih predvsem za zadnje dognojevanje v juliju. Primerna je predvsem za nasade, ki so slabše razrasli in bolj izpostavljeni izpiranju. Sečnino lahko uporabimo tudi za foliarno gnojenje, vendar moramo biti pazljivi pri koncentraciji, da rastlin ne poškodujemo (največ 1 %).

UAN je primeren za dognojevanje hmeljskih nasadov, vendar moramo biti pri uporabi zelo pazljivi. Gnojilo škropimo v oblačnem, vlažnem in ne prevročem vremenu, da ne prihaja do prevelikih izgub in poškodb listja.

Gnojenje s fosforjem

Preobilica fosforja skrajšuje obdobje rasti pri hmelju, rastline prezgodaj zacvetijo in dozoriijo, storžki so majhni in slabo razviti. Rastline trpijo tudi zaradi oviranega sprejema cinka (antagonizem), kar se kaže v kodravosti listja. Pomanjkanje fosforja povzroči manj zalistnikov in cvetov, zreli storžki niso zaprti, imajo manj lupulina in manjšo specifično težo. Na listih storžkov se pojavijo pege, barva se spremeni v umazano rjavo-rdečo.

Odvzem fosforja (P_2O_5) iz tal znaša od 38 do 74 kg/ha (Kišgeci, 2002; Kač, 1956). V Sloveniji je povprečni odvzem P_2O_5 s sorto Savinjski golding ocenjen na 34 kg/ha (Wagner, 1969; Wagner, 1971).

Hmeljnike pred zasaditvijo založno pognojimo s fosforjem, redno gnojenje pa lahko opravimo po obiranju hmelja v jeseni ali pa zgodaj spomladi. Odmerke določimo vedno na osnovi

kemične analize tal. Za hmelj so ustrezno založena tla (C –stopnja), ki vsebujejo od 12 do 25 mg P_2O_5 /100 g tal.

Med enostavnimi gnojili se za hmeljnike na zmerno kislih in nevtralnih tleh priporoča superfosfat, v nasadih na kislih tleh pa pride v poštev predvsem Thomasov fosfat.

Gnojenje s kalijem

Kalij daje hmeljnim storžkom fino zeleno in trajno barvo, ki ne zbledi. Povečuje odpornost hmeljnih rastlin na mraz, sušo, bolezni in škodljivce. Pomanjkanje kalija se kaže kot uvelost in zvijanje listov, ki se od vrha proti peclju sušijo. Listi na trtah so rumenkasti s temno zeleno obarvanostjo žil. Prekomerne količine kalija zmanjšujejo vsebnost lupulina in posredno alfa kislin, vplivajo pa tudi na zmanjšan sprejem magnezija.

V povprečju odvzame hmelj od 110 do 256 kg K_2O /ha (Kišgeci, 2002; Kač, 1956). V naših razmerah znaša odzem s sorto Savinjskega goldinga 103 kg K_2O /ha (Wagner, 1969; Wagner, 1971).

Za hmelj so ustrezno založena tla, ki vsebujejo od 20 do 30 mg K_2O /100 g tal. Pri gnojenju s kalijevimi gnojili moramo upoštevati, da je hmelj občutljiv na kloridno obliko kalijevih gnojil, zato priporočamo uporabo sulfatne oblike kalijevih gnojil.

Gnojenje s kalcijem

Ob pomanjkanju kalcija vrhovi hmeljnih rastlin porumenijo in prično odmirati, hmeljni listi se zvijajo, pojavijo se kloroze in v zadnji fazi nekroze.

Odvzem kalcija pri hmeljnih rastlinah je v različnih državah ocenjen na 150 do 180 kg CaO /ha (Kišgeci, 2002; Kač, 1956). V slovenskih razmerah je povprečen odzem CaO s sorto Savinjski golding 152 kg/ha (Wagner, 1971).

Gnojenje z magnezijem

Pri optimalni preskrbljenosti z magnezijem so hmeljni storžki bogati z lupulinom in imajo prijeten vonj. Pomanjkanje magnezija se pokaže običajno v obdobju od prve polovice julija do obiranja hmelja v nasadih, ki so prenojeni s kalijem. Najprej so opazni znaki na vršičkih starejših listov, med listnimi žilami se pojavijo kloroze, kasneje nekroze, medtem ko ostanejo žile zelene.

Pri hmelju ocenjujemo letni odzem magnezija na okrog 40 kg MgO /ha (Kišgeci, 2002) oziroma okrog 97 kg/ha po slovenskih raziskavah.

Za hmelj so ustrezno založena tla, ki vsebujejo od 13 do 20 mg Mg /100 g tal. Za hmeljne rastline ni priporočljiva uporaba magnezijevih kloridov.

Gnojenje z žveplom

Doslej v Sloveniji v hmeljskih nasadih še nismo zasledili akutnega pomanjkanja žvepla. Do pomanjkanja lahko pride v nasadih, kjer se v daljšem časovnem obdobju uporablja sečnina, kar pa v slovenski pridelavi ni praksa.

Povprečen odvzem žvepla je v hmeljskih nasadih od 15 do 20 kg S/ha letno (Kišgeci s sod., 1984).

Gnojenje z mikrohranili

Hmeljne rastline so občutljive zlasti na pomanjkanje bora in cinka.

Pomanjkanje bora se običajno pokaže predvsem v nasadih na plitvih in prodnatih tleh v obdobju od vznika do napeljave poganjkov. Prizadeta rastlina slabo raste, ima grmast izgled s kratkimi, debelimi, trdimi poganjki z malo listja. Pomanjkanje bora se v hmeljskih nasadih pojavlja sezonsko in je precej odvisno od dejavnikov okolja. Rastline, ki v enem letu kažejo znake pomanjkanja, so lahko v naslednjem letu brez znakov in normalno rastejo, čeprav nismo dodali bora. Odvzem bora iz tal pri pridelku 1500 kg/ha je 0,21 kg (Kišgeci, 2002). Za hmelj je primerna vsebnost od 0,3 do 0,7 mg/kg bora v tleh, vsebnosti nad 3 mg/kg so toksične. Pri gnojenju z borovimi gnojili moramo biti pazljivi, saj so količine 5 kg in več dodanega bora/ha toksične za hmeljne rastline.

Pomanjkanje cinka se odrazi kot listna kodravost, listi so klorotični, podolgovati, ozki, hmeljna rastlina se slabo razrašča, pri premikanju rastline slišimo značilno šumenje. Prekomerne preskrbe v naših hmeljskih nasadih še nismo zasledili. Pomanjkanje odpravimo s 3-5-kratnim foliarnim gnojenjem v obdobju od napeljave poganjkov dalje. Odvzem cinka iz tal pri pridelku 1500 kg/ha je 0,24 kg (Kišgeci, 2002).

V hmeljskih nasadih, kjer so tla prekomerno založena s fosforjem in imajo previsoko pH vrednost, se občasno pokažejo tudi znaki pomanjkanja železa. Pomanjkanje železa se pokaže najprej pri mladih listih s tipično klorozo. Listi so svetlo rumeni do belkasti in majhni. V primeru pomanjkanja škropimo rastline 3 - 4-krat od začetka rasti dalje s pripravki, ki vsebujejo Fe v kelatni obliki. Nasad v takem primeru gnojimo z gnojili, ki zakisujejo tla (urea, amonij vsebujoča mineralna gnojila), ne uporabljamo pa gnojil, ki vsebujejo nitratno obliko dušika.

Znakov pomanjkanja ali prekomerne vsebnosti mangana, molibdena in bakra v naših hmeljskih nasadih še nismo zasledili.

Gnojenje z organskimi gnojili

Hmeljske nasade je potrebno redno gnojiti tudi z organskimi gnojili. Priporoča se gnojenje z 20 t hlevskega gnoja/ha letno, uporabimo pa lahko tudi gnojnico, gnojevko, kompost ali slamo. Z 20 t hlevskega gnoja/ha damo zadosti fosforja, kalija ter sekundarnih in mikrohranil. Damo tudi približno polovico potrebnega dušika, ki pa se sprostí postopno, v več letih.

Gnojnico redčimo z dvakratno količino vode in dodamo okrog 9 litrov raztopine na rastlino.

Gnojevko uporabimo v hmeljskih nasadih pred rezjo, lahko pa jo uporabimo tudi med letom za dognojevanje. Med rastjo jo lahko uporabimo šele, ko rastline dosežejo višino okrog 3 m. Najbolje jo je dodati v dveh obrokih tako, da 15 m³ gnojevke/ha dodamo spomladi pred rezjo in 15 m³ gnojevke/ha ob prvem kultiviranju. Količina dodanega dušika za dognojevanje v

enem obroku ne sme preseči priporočene količine, ki jo dodamo z mineralnimi gnojili v enem obroku.

V hmeljskih nasadih, kjer so tla pogosto prizadeta zaradi intenzivne obdelave, se priporoča setev podorin. Podorine preprečujejo zbitost tal, erozijo in izpiranje hranil, hkrati pa bogatijo tla z organsko snovjo. Kot podorino sejemo metuljnice ali pa kakšno drugo vrsto rastlin, ki da veliko zelene mase. V hmeljski nasadih so se kot najprimernejše za podor pokazale krmna repica, krmna oljna redkev in krmna ogrščica. Podorine sejemo po zadnjem osipanju hmelja, zaorjemo pa v obdobju cvetenja podorin. V kolikor sejemo za podor rastline, ki ne sodijo med metuljnice, moramo takoj po setvi le-teh dodati 60 do 80 kg dušika/ha, če pa se odločimo za setev metuljnic pa od 20 do 30 kg dušika/ha.

Gnojenje konoplje

Konoplji najbolj ustrezajo rodovitna, globoka, odcedna in s humusom bogata tla s pH od 6 do 6,7. Konoplja raste hitro, zato potrebuje za uspešno rast veliko hranil. Največ hranil potrebuje v prvi polovici rastne dobe.

100 kg nadzemne mase konoplje odvzame iz tal od 1,0 do 2,9 kg dušika, 0,22 do 0,75 kg P_2O_5 , in 0,83 do 2,74 kg K_2O (Bavec, 2000).

Priporočeni odmerki hranil se gibljejo od 45 do 150 kg N/ha, 45 do 110 kg P_2O_5 /ha in 45 do 110 kg K_2O /ha. Odvisni so od založenosti tal, rastnih razmer in namena uporabe (olje, vlakna). Na težjih in slabo založenih tleh gnojimo z večjim delom fosforjevih in kalijevih gnojil v jeseni po temeljni obdelavi, preostanek pa dodamo najkasneje 10 dni pred setvijo. Tudi z dušikom gnojimo pred setvijo ali pa najkasneje v stadiju treh parov listov. Kasnejše dognojevanje z večjimi količinami dušika ima negativen vpliv na kakovost vlaken. Pri odmerjanju dušika moramo biti pazljivi, saj lahko preveliki odmerki povzročijo peganje rastlin.

Hlevski gnoj ali kompost zaorjemo v tla že v jeseni, gnojevko in gnojnico pa zademo v tla pred setvijo.

Gnojenje lanu

Za lan so primerna dobro odcedna, lažja peščeno-ilovnata tla s pH med 5 in 7. Zlasti neugodna so za lan peščena ali glinasta tla. Če je potrebno apnjenje, ga izvedemo že pri predhodnem posevku.

Pri gnojenju moramo posebno pozornost posvetiti odmerjanju dušika, saj prekomerni odmerki povzročajo večjo razvejanost, peganje posevka ter slabšo kakovost pridelka. Jari lan gnojimo z do 50 kg N/ha, ozimni lan pa z okrog 60 kg N/ha. Jari lan gnojimo z dušikom v dveh enakih obrokih, prvega dodamo ob setvi, drugega pa pred cvetenjem. Ozimni lan gnojimo v treh obrokih, 40 % N dodamo že jeseni, spomladi na začetku obraščanja 30 %, pred cvetenjem pa še preostalo količino dušika.

S 100 kg pridelka suhe snovi stebel in ustrezno količino zrnja odvzame lan iz tal od 1,0 do 1,4 kg N, 0,4 do 0,5 kg P_2O_5 , 1,1 do 1,6 kg K_2O ter 0,8 do 1,9 kg CaO (Bavec, 2000; Sadar 1951). S 100 kg zrnja odvezamemo iz tal 4 kg N, 1,8 kg P_2O_5 in 1,2 kg K_2O (Kocjan Ačko, 1999).

Z organskimi gnojili lanu ne gnojimo direktno, ker lahko posevek poleže. S hlevskim gnojem v količini 20 t/ha gnojimo že predposevek. Hlevski gnoj mora biti dobro uležan, saj neuležan hlevski gnoj močno poveča nevarnost zapleveljenosti in okužb z glivičnimi boleznimi.

Gnojenje sončnice

Za sončnice so primerna zračna, globoka ilovnato-peščena do ilovnata tla s pH od 6 do 7. Slabo uspeva na peščenih in zakisanih ilovnato-glinastih tleh.

Sončnica potrebuje za uspešno rast veliko hranil, predvsem kalija. Kalij in fosfor imata pomembno vlogo pri tvorbi olja, fosfor pa še dodatno pri cvetenju in oplodnji. Pomembno je tudi, da niso preseženi odmerki dušika, saj se ob presežku dušika v rožkah zmanjša delež olja, manjši je tudi pridelek, večja je nevarnost bolezni. Sončnica potrebuje za uspešno rast tudi dovolj bora, zato je pri pripravi tal pomembno ugotoviti založenost z borom. Le-ta naj bo od 0,8 do 1,5 mg/kg tal.

Odvzem hranil za 100 kg pridelka rožk (zrnja, semena) in pripadajoče nadzemne mase znaša 4,4 do 6,0 kg N, 1,5 do 2,7 kg P_2O_5 in 8 kg K_2O . Za tvorbo 3000 kg zrnja z ustrezno količino rastlinskih ostankov, odvezamejo sončnice iz tal do 150 kg N/ha, 60 do 81 kg P_2O_5 /ha in 300 kg K_2O /ha (Tajnshek, 1986; Bavec, 2000).

Fosforjeva in kalijeva gnojila vdelamo v tla skupaj s hlevskim gnojem že v jeseni ob temeljni obdelavi ali pa najkasneje pri predsetveni obdelavi spomladi. Takrat dodamo tudi okrog 30 kg N/ha. Preostanek dušika (70 kg/ha) dodamo v enem obroku ali pa ga razdelimo na dve dognojevanji. Prvič dognojimo, ko ima rastlina 3 do 4 pare listov in drugič, ko rastlina razvije 7 do 8 parov listov. Odmerki nad 100 kg N/ha niso priporočljivi, saj podaljšujejo rastno dobo, zmanjšujejo količino in kakovost olja v semenu ter pospešujejo poleganje in napad bolezni.

Gnojenje oljnih buč

Za oljne buče je zelo pomembno, da jim zagotovimo globoka, humusna in zračna tla z dovolj dostopnimi hranili in s pH od 6 do 7,5. Izogibamo se težkim, vlažnim, hladnim in kislim zemljiščem. Potrebno apnjenje opravimo jeseni oziroma vsaj mesec dni pred setvijo.

Povprečni pridelek buč odvzame iz tal 200 kg N/ha, 420 kg K_2O /ha, 48 kg P_2O_5 /ha, 282 kg CaO/ha in 43 kg MgO/ha (Bavec s sod., 2001).

Jeseni pognojimo tla s 30 do 45 t hlevskega gnoja/ha. Če upoštevamo hranila, ki smo jih dodali s hlevskim gnojem in je potrebno glede na analizo tal oljne buče gnojiti še s fosforjem in kalijem, razdelimo količino potrebnih hranil na dva obroka. Dve tretjini fosforjevih in kalijevih gnojil dodamo jeseni, eno tretjino pa ob setvi.

Za optimalno oskrbo z dušikom je potrebno na lažjih tleh skupno 200 kg N/ha, ki ga dodamo v treh obrokih: ob setvi 60 – 80 kg/ha, v fazi popkov 100 kg/ha in po potrebi čez 14 dni še 40 kg/ha. Na težjih tleh se priporoča gnojenje z dušikom samo v dveh enakih obrokih, ob setvi in v fazi popkov.

Gnojenje oljne ogrščice

Ogrščica najbolje uspeva na zračnih, odcednih, globokih in s humusom bogatih tleh s pH od 6,6 do 7,6. Neprimerna so peščena tla in tla s pH pod 5,8. Delež humusa v tleh naj ne bi bil manjši od 1,5 %.

Za ogrščico je pomembno, da so tla primerno založena tudi z mikrohranili, predvsem z borom. Na lažjih tleh ga mora biti za uspešno rast ogrščice vsaj 0,4 mg/kg, na težjih pa vsaj 0,8 mg/kg.

Fosfor je pomemben za dobro prezimitev, izenačenost posevka in kakovost olja, kalij pa ima pomemben vpliv na povečanje odpornosti na nizke temperature in kakovost maščobnih kislin.

Odvzem hranil pri pridelku 4500 kg semena/ha je ocenjen v razponu od 180 do 350 kg N/ha, 112 do 158 kg P₂O₅/ha, 180 do 400 kg K₂O /ha, 40 do 70 kg CaO/ha in 30 do 54 kg MgO/ha (Tajnšek, 1986; Finck, 1997).

Ocenjujemo, da je v Sloveniji za pridelek 3000 kg semena in pripadajočo nadzemno maso potrebno okrog 210 kg N, 75 kg P₂O₅, 300 kg K₂O, 150 kg CaO in 75 kg MgO (Bavec, 2000; Bavec s sod. 2001).

Od vznika do zime vzame ogrščica 10 do 20 % vseh hranil, od začetka rasti spomladi do cvetenja pa porabi 60 do 80 % hranil. Največja potreba po dušiku se pojavi zgodaj spomladi, zato prvič dognojujemo takoj ob začetku rasti z 80 kg N/ha. Drugič dognojimo v stadiju zbitih popkov z okrog 50 kg N/ha. Preveliki odmerki dušika lahko povzročijo poleganje rastlin in zmanjšujejo količino olja v semenu.

Ogrščico lahko gnojimo s hlevskim gnojem, gnojevko ali gnojnico. Ta gnojila zaorjemo pred setvijo v količini 25 do 30 t/ha.

Gnojenje travinja

V tem poglavju bomo obravnavali samo gnojenje naravnih trajnih travnikov in pašnikov, torej tistega travinja, ki je praviloma absolutno in pri nas močno prevladuje. Krmne koševine na njivah obravnava preglednica 32. Za trajno travinje velja, da ga iz različnih vzrokov ne moremo in/ali ne želimo spremeniti v drugo kulturo. Takšen travnati svet lahko z gnojenjem in rabo tako rekoč poljubno spreminjamo v skladu s potrebami kmetije po količini in kakovosti travniškega pridelka.

Meja intenzivnosti rabe in gnojenja pa je obstojnost/odpornost botanične sestave travne ruše pred zapleveljenjem.

Značilnosti travnatega sveta - glede gnojenja:

- Za humus ni treba skrbeti: kolikor se ga letno razgradi, se ga tudi obnovi.
- Čim bolj je kmetija usmerjena v živinorejo (govedo, ovce, konji,...), tem več živinskih gnojil mora porabiti za gnojenje travinja, čeprav se na travinju N iz živinskih gnojil slabše izkorišča kot na njivah, organska snov pa, kot rečeno, ni potrebna.
- Če želimo v travni ruši vzpodbujati in ohranjati določen delež metuljnic, moramo biti pri gnojenju z N (zlasti z N iz mineralnih gnojil ali gnojevke) zelo zadržani.
- Tip in z njim povezane lastnosti tal (tekstura, sušnost, vlažnost - mokrota, debelina) ter nagib terena in smer neba so za uspešnost gospodarjenja na travinju mного manjšega pomena kot za njive ali druge kulture.
- Če se držimo gnojilnih norm za N, kot jih priporočamo v tem poglavju, ni nevarnosti za izpiranje N. V enakih pridelovalnih razmerah se iz travne ruše izpere le šestina N v primerjavi z njivo na isti lokaciji.
- Pač pa ocenjujemo, da so v naših razmerah zlasti na zahodu Slovenije (več padavin) in na težjih tleh - sorazmerno velike izgube N zaradi denitrifikacije. Zato v vzhodnejšemu delu Slovenije dosegamo na travinju v podobnih razmerah boljše delovanje N in večje pridelke.
- Priporočanje majhnih obrokov N na košnjo ali pašnjo (20-30 kg N/ha v obliki organskih/živinskih in rudninskih gnojil skupaj) v vseh alpskih deželah v zadnjih letih je po našem mišljenju agrarno-politično pogojeno. Ker imajo vseh živinorejskih pridelkov za domače trge preveč, zavirajo pridelavo tudi na ta način: z majhnimi odmerki N. Pri nas za to na splošno ni potrebe.

Gnojilne norme za travinje

Gnojilne norme za fosfor in kalij za travnike in pašnike za travnike in pašnike so v preglednicah 36 in 38. Sestavljene so tako, da je upoštevan odvzem P in K s pridelkom. Fosfata damo pri A

stopnji okoli 20 kg/ha, pri B stopnji pa okoli 10 kg več kot pri C-stopnji. Kalija pa priporočamo pri A-stopnji okoli 40 kg/ha, pri B-stopnji pa okoli 20 kg/ha letno več kot pri C-stopnji.

Odmerek kalija pri C-stopnji naj bo celo nekoliko nižji od celotnega odvzema tega hranila, ker se je treba varovati prekomernega sprejema v rastline.

Ustreznost odmerkov hranil kontroliramo s ponovno analizo tal ali s pomočjo analize mrve praviloma na 5 do 9 let. Ker se dolgoročno fosfor in kalij iz mineralnih gnojil izkoriščata v enaki meri kot iz živinskih gnojil, ni težko izračunati odmerkov P_2O_5 in K_2O pri poljubnem deležu živinskih in mineralnih gnojil.

Kljub potrebi po velikih pridelkih na našem travinju, priporočamo za dvo-kosne travnike (1. košnja od začetka do polovice junija, 2. košnja od začetka do polovice avgusta; kar zraste kasneje, se naj popase, izjemoma pokosi) predvsem gnojenje s PK. S takim gnojenjem pridelamo 6 - 8 t/ha mrve s povprečno 20 do 30% utežnim deležem metuljnic in zelo dobro kakovost (5 - 6 MJ - NEL/kg sušine). Takšna ruša se počasneje stara, prenese torej brez večje škode določen časovni zamik pri košnji, zahteva pa večjo pazljivost pri spravi zaradi občutljivosti metuljnic in zelišč (ki jih je v PK-gnojeni mrvi več kot v NPK-gnojeni) na strojno obračanje in grabljenje.

V zadnjem desetletju so PK gnojila manjkala na slovenskem trgu, vendar se to stanje že izboljšuje. Če ne uporabljamo živinskih gnojil, je večinoma primerno razmerje $P_2O_5:K_2O$ v mineralnih gnojilih 1:1,5-2,5.

Če želimo pridelati več kot 6 - 8 t mrve/ha, moramo poleg PK uporabljati tudi N. Gnojilne norme za 2-kosne, 3-kosne in 4-kosne travnike so v preglednici 36.

Preglednica 36: Gnojilne norme za dvokosne, trikosne in štirikosne travnike (kg hranila/ha)

Število košenj	Odmerek $P_2O_5^{**}$	Odmerek K_2O^{**}	Stopnja intenzivnosti	Gnojilna norma	Obroki N za			
					1. košnjo	2. košnjo	3. košnjo	4. košnjo
2 + jesenska paša	50 – 70	100 – 160	III	PK	*	–		
			II	N_{40} PK	40	–		
			I	N_{80-100} PK	40 – 50	40 – 50		
3	60 – 80	120 – 200	II	PK	*	–		
			I	$N_{100-140}$ PK	40 – 50	40 – 50	20 – 40	
4	80 – 100	140 – 240	II	$N_{180-200}$ PK	40 – 50	40 – 50	40 – 50	30 – 40
			I		v zelo ugodnih legah 50 – 70 vsakič			

* V 1. (mogoče še v 2.) letu gnojimo na zelo siromašnih doslej negojenih rastiščih 40 kg N za prvo košnjo, v poznejših letih samo PK.

** Če imamo na voljo rezultat kem. analize tal, upoštevamo gnojilne norme po pregl. 14 in 15.

Gnojenje glede na vrsto in inteziteto rabe travinja

Dvokosni travniki

Kakor ni velikih razlik v priporočenih količinah gnojil, posebno dušikovih, za intenzivno dvo- in trikosno rabo (glej preglednico 22), tako tudi v praksi ni prave meje med dvo- in trikosno rabo. To je pravilno. Upoštevati je treba namreč vreme. Če je ugodno, bomo tudi gnojeni dvokosni travnik kosili že v zadnji dekadni maja, ko ponavadi prvič kosimo trikosne travnike. Prav tako nas neustrezno vreme včasih prisili, da trikosni travnik kosimo šele junija.

Najmanjša, III. stopnja je izključno PK gnojenje, torej brez N. Občasno lahko del PK gnojil nadomestimo s preperelim hlevskim gnojem (10 do 15 t/ha).

Srednjo intenzivnost (II. stopnja) predstavlja gnojenje s PK + 40 kg N/ha do začetka rasti (marca). Običajno damo ta odmerek gnojil kot NPK gnojilo. Za otavo ne gnojimo z N oziroma z ničimer. Pridelek se s temi 40 kg N/ha poveča za približno 5 do 7 dt/ha v dolgoletnem povprečju. S tem načinom gnojenja ohranimo v ruši, zlasti v otavi, okoli 10% metuljnic.

Največjo intenzivnost (I. stopnja) gnojenja dvokosnih travnikov dosežemo, če seno in otavo pognojimo s po 40 do 50 kg N/ha. To storimo z ustreznim NPK gnojilom, delno ali v celoti pa tudi z živinskimi gnojili. S takšnim gnojenjem (npr. $N_{80-100}P_{70}K_{130}$) dosežemo na nižinskih travnikih 8 do 9 t pridelka mrve/ha letno.

Najslabše pa je, če spomladi gnojimo le s PK, po prvi košnji pa z N. V tem primeru dušik zelo slabo deluje: z njim namreč spodrinemo iz ruše približno ravno toliko metuljnic, kolikor pridobimo pri pridelku trav.

Trikosni travniki

Prestavitev roka prve košnje za približno 10 dni, iz prve deкаде junija v zadnjo dekadno maja, to je prehod z zboljšane dvokosne v trikosno rabo, povzroči zmanjšanje pridelka sena za približno 10 dt/ha. To zmanjšanje pridelka sena lahko v naslednjih dveh košnjah trikosne rabe le malenkostno nadomestimo. Če hočemo ta izpad pridelka nadomestiti, moramo dati za enak letni pridelek mrve pri trikosni rabi na leto 40 kg N/ha več kot pri dvokosni. Seveda pa je zato pridelek prve košnje trikosne rabe, deloma tudi ostalih dveh košenj, bolj kakovosten kot pri dvokosni rabi. Ta kakovost se pozna tako v vsebnosti beljakovin kot tudi v energijski vrednosti mrve.

Tudi trikosne travnike lahko potemtakem uspešno gnojimo ali samo s PK (II. stopnja) ali pa z NPK (I. stopnja). V tem primeru je treba dati za tri košnje najmanj 100 kg N/ha.

Seveda je v maju običajno še težje sušiti na tleh kot v začetku junija, zato praviloma ne sušimo na tleh vsaj prve in tretje košnje trikosne rabe. Rado pa se zgodi, da imamo tudi sredi maja nekaj dni izredno vročega vremena. Če bi ga vremenoslovci zadosti zanesljivo napovedali, bi se

dalo velik del prve košnje posušiti na tleh. To bi bilo res najceneje, krma pa seveda nekaj utrpi pri kakovosti.

Problem zapleveljenja travnikov zaradi intenzivnega gnojenja

Pri trikosni rabi (podobno velja za štirikosno) moramo opozoriti, da se zaradi stalne zgodnje košnje (v maju) in ob obilnem gnojenju z N (bodisi iz mineralnih bodisi iz organskih gnojil) po nekaj letih čezmerno razmnožijo nekatera zelišča, in sicer na tistih mestih, kjer so odmrle (naredile prostor) dobre vrste šopastih trav. V ruši nastanejo otočki veliki 0,4 do 1 m², pa tudi večji, naseljeni z eno ali dvema vrstama zeli. V tem primeru te zeli niso več koristne sestavine mrve, ampak plevel. Če se takšna mesta ne zarastejo več s travo, pravimo, da se je ruša zaplevelila. Zgodaj košena in z dušikom stalno gnojena travniška ruša se po naših dosedanjih izkušnjah najraje zapleveli zlasti z naslednjimi vrstami zeli - plevelov:

- navadna lakota (pri stalno velikih obrokih N)
- rman (pri manjših obrokih N, zlasti v sušnih letih)
- zlatica.

Deloma in občasno pa nastale preslege v ruši napolni tudi *Poa trivialis*, manj pa *Poa pratensis*.

Omenjene in druge vrste zelišč same po sebi niso pleveli, praviloma so celo koristne sestavine mrve. Pleveli postanejo šele, če se na enem kraju pretirano razmnožijo.

Kako se izogniti trajnemu zapleveljenju travniške ruše pri intenzivni rabi (3 ali 4 košnje), za zdaj še ne vemo zanesljivo. Vsekakor menimo, da je naravna ruša tudi gospodarska vrednota, ne le naravoslovna, in da jo velja v večini primerov ohraniti, torej ne dopustiti, da se zapleveli.

Za zdaj menimo, da bi bilo prav, če bi prvo košnjo enega dela tri- ali večkosnih travnikov občasno prestavili iz maja v prvo dekada junija, da bi se dobre trave opomogle in ne bi odmrle. Obenem pa je verjetno priporočljivo velike obroke N (40 do 50 kg za eno košnjo) vsaj občasno zmanjšati (na 20 do 40 kg N/ha za eno košnjo).

Štirikosni travniki

Če prvo košnjo siliramo, moramo začeti kositi že v prvi polovici maja, in če kosimo nato vsak mesec in pol, pridemo na štiri košnje na leto. Praviloma je najbolj učinkovit obrok 50 kg N/ha, na slabših rastiščih 40 kg. Kar smo napisali za prehod z dvo- na trikosno rabo, velja tudi za prehod s tri- na štirikosno rabo: da bi dobili enak pridelek mrve kot na trikosnem travniku je treba pri štirikosni rabi dati približno 40 kg N/ha več. Pri gnojenju s 160 kg N/ha (4 x 40 kg) so v petletnem povprečju nakosili na posameznih poskusih 90 do 110 dt sušine mrve/ha, na najmanj ugodnem rastišču pa le 80 dt/ha (Leskošek, 1993).

Kot vidimo v pregl. 36, priporočamo za eno košnjo katerekoli intenzivnosti rabe 40 - 50 kg N/ha. V posebnih primerih je lahko en obrok tudi manjši (30 kg N) ali večji (60 kg N). Zavedati pa

se moramo, da pri rednem gnojenju z N - za vsako košnjo - izpodrinemo iz ruše praktično vse metuljnice.

Pašniki

Planinski pašniki

Planinski pašniki so zelo dragoceno travinje, predvsem za mlado govejo živino, čeprav so večinoma na plitvih kamnitih tleh. Gnojenje višinskih pašnikov se splača le, če je na voljo premalo paše za čredo. V pomoč pašni ruši in posredno gnojenju so čredinke. Običajno zadostuje 4 do 6 čredink za strokovno vodenje paše za mlado živino. Z večanjem nadmorske višine se skrajšuje rastna doba, ruša pa hitreje raste. Tako potrebuje na primer trava na 400 m n.m., da zraste do 15 cm, poleti približno tri tedne, na 1500 m n.m. pa le 13 dni. Zato lahko tudi na višjih in visokih legah uredimo uspešne čredinske pašnike. Gnojenje moramo prilagoditi dosegljivemu skupnemu letnemu pridelku, ki je na alpskih pašnikih kljub hitrejši rasti neprimerno manjši kot v dolinah ali zmernih višinah (do 800 m). V poštrev pride predvsem gnojenje s PK. Pašnike gnojimo postopno - v skladu z naraščanjem obtežbe (števila) pašne živine.

Meliorativno gnojenje planinskih pašnikov

Če so na voljo sredstva, je mogoče planinske in hribovske pašnike gnojiti tudi meliorativno, torej naenkrat izboljšati zalogo hranil v tleh (predvsem prideta v poštrev P in K) in po potrebi z apnjenjem popraviti reakcijo tal do zaželene stopnje. Ker potrebujemo v ta namen večje količine gnojil, je prav, da gnojila za meliorativno gnojenje odmerjamo samo na podlagi kemične analize tal.

Cilj meliorativnega gnojenja je doseči dobro preskrbljenost tal s P in K in ustrezno pH vrednost v zgornji plasti tal (0-6 cm):

- > 10 mg P_2O_5 -AL/100 g tal;
- > 15 mg K_2O -AL/100 g tal na lažjih tleh;
- > 20 mg K_2O -AL/100 g tal na težjih tleh

Povečanje vsebnosti za 1 mg P_2O_5 ali K_2O dosežemo na travinju s približno 20 kg/ha hranila nad odvzemom.

Odvzem hranil na pašniku s pitovno ali jalovo živino pa je zanemarljivo majhen - le nekaj kg čistih hranil na ha letno. Tudi spiranje hranil iz travne ruše v globlje plasti tal ali v podtalnico je zelo majhno, mnogo manjše kot pod njivami ali drugimi kmetijskimi kulturami.

Primer: po kemični analizi je v tleh (0-6 cm) 2 mg P_2O_5 in 9 mg K_2O /100 g tal (po AL-metodi). Da bi dosegli 10 mg P_2O_5 , je treba gnojiti z $8 \times (= 10-2) \times 20 \text{ kg } P_2O_5 = 160 \text{ kg } P_2O_5/\text{ha}$. Da bi dosegli 20 mg K_2O /ha (srednje težka tla), je treba gnojiti z $11 (= 20 - 9) \times 20 \text{ kg } K_2O = 220 \text{ kg } K_2O/\text{ha}$.

Ves za meliorativno gnojenje predvideni odmerek P_2O_5 lahko damo naenkrat. To pa ni nujno, saj se v prvem letu gnojenja lahko izkoristi le odmerek do približno 120 kg P_2O_5 /ha. Enkratni meliorativni odmerki K so bolj vprašljivi kot P (večja možnost izpiranja K, nezaželena luksuzna poraba K, morebitna premočna fiksacija). Zato na plitvih in zelo lahkih tleh ne dajemo naenkrat (prvo leto) več kot 150 kg K_2O /ha, na težjih pa do 250 kg naenkrat.

Redno gnojenje planinskih pašnikov

Norme (pregl. 37) veljajo za redno gnojenje za tla, ki so že preskrbljena s P in K. Veljajo za prvih 4 do 5 let organizirane rabe, potem so potrebne nove analize zemlje. Ker je odvzem hranil, glede na to da živinski izločki ostanejo na planinski ruši, le majhen (prirast mesa, event. mleko), so tudi gnojilne norme majhne. Zemljišč, kjer se živina zadržuje dalj časa, seveda ne gnojimo.

Preglednica 37: Dosegljiva raven pridelkov s pašnika - preračunano v mrvo - in odmerki P in K

Pridelek (t/ha)	Letni odmerek (kg/ha)	
	P_2O_5	K_2O
4	10	15
5	15	20
6	20	25

Tista leta, ko meliorativno gnojimo, ni potrebno redno gnojenje. Redno gnojenje lahko opravimo tudi za dve ali tri leta naenkrat, morebiti z NPK gnojili poleti (glej poglavje o dušiku).

Dušik na pašnikih

Če imamo tako veliko čredo, da tudi pridelek s PK-gnojene ruše ne zadostuje za normalno pašo, lahko pridelek še povečamo z dodatkom dušika. Tega ne damo pred začetkom prve paše kakor v nižinah, ampak šele proti poletju, ko že poenjuje bujna začetna rast planinskih pašnikov. V tem primeru, če gnojimo torej tudi z N, ni nujno, da trosimo PK gnojila ob začetku pašnje, ampak lahko, če pašnike redno gnojimo - preprosto poleti gnojimo z NPK, spomladi pa nič. Dušika damo 20 do 30 kg/ha v enem obroku.

Pašno – kosna raba

Rejci prežvekovalcev ponavadi spremenijo vsa svoja kmetijska zemljišča v travnati svet in ga, zlasti če je blizu doma, vsega izkoriščajo pašno-kosno. V tem primeru uporabijo vsa živinska gnojila, ki jih dobijo od svoje živine, za gnojenje svojega travinja.

Kako gnojiti v takem primeru, je prikazano v pregl. 38 in sicer, če redimo na leto 1,5, 2,0 ali 2,5 GVŽ/ha.

Preglednica 38: Gnojenje čredinskih pašnikov različne rodovitnosti

Glav velike živine/ha letno	1,5	2,0	2,5
Pridelek ustreza dt sušine mrve/ha	70	90	110
Količina pridobljene nerazredčene gnojevke v hlevu in na pašniku* (m ³ oz. ton)	22,5	30	37,5
Vsebnost hranil v gnojevki:			
N (učinkoviti del)	90	120	150
P ₂ O ₅	45	60	75
K ₂ O	160	220	260
Skupna potreba po gnojilih (kg/ha):			
N	150	210	260
P ₂ O ₅	60	80	100
K ₂ O	160	220	300
Z mineralnimi gnojili je treba dodati še			
N	50–70	80–110	120–150
P ₂ O ₅	15	20	25
K ₂ O	0	10	40

* Hranila, ki jih z blatom ali sečem izloči živina na paši, se sicer lahko v eni pašni sezoni večkrat uporabijo kot gnojila; njihov izkoristek pa je zaradi velikih izgub vendarle majhen.

Skupni letni odmerek mineralnih gnojil (NPK oz. N) razdelimo praviloma po pašnjah, z gnojevko oz. hlevskim gnojem + gnojnico pa gnojimo tiste čredinke, ki jih nameravamo pokositi.

V naših podnebnih razmerah učinkuje dušik najboljše v maju in juniju, slabše v juliju in avgustu, konec avgusta in septembra spet nekoliko bolje. Velikost obrokov N se ne ravna samo po opisani učinkovitosti, ampak tudi po tem, kdaj rabimo več paše. Za eno rabo (košnjo ali pašnjo) damo 20 - 50 kg N/ha - v skladu s časom rasti in intenzivnosti rabe.

Vsi gnojilni odmerki se lahko realizirajo bodisi izključno z organskimi (živinskimi), bodisi izključno z mineralnimi, praviloma pa v kombinaciji obeh (glede na celo leto).

Vpliv gnojenja na kakovost pridelkov s travinja

Čim večja je intenzivnost reje, tem večja je zahtevnost po kakovosti pridelane krme. Z gnojenjem praviloma ne povečamo energijske vrednosti krme (ŠV, NEL), pač pa količino pridelkov. Gnojenje pa sploh omogoča tolikšne pridelke, da se jih splača pokositi ali popasti že v sorazmerno ranem razvoju, ko imajo še veliko krmno vrednost. Mrva s 3-kosnega gnojenega travnika vsebuje v sušini sena za 2,5 do 3,5% več beljakovin kot seno 2-kosnega: 13,4 do 14% proti 10 do 11%. V otavi so pa razlike zelo majhne. Seno 4-kosne rabe je pa še za okoli 2% surovih beljakovin bogatejše od trikosnega. Koncentracija energije pa se giblje v sušini gnojenega sena pri košnji med 15. in 30. majem (v nižinah) od 6 do 5,5 MJ NEL/kg sušine, pri košnji med 1. jun. in 20. junijem pa od 5,5 do 4,8 MJ NEL/kg sušine.

Gnojenje pašnikov in travnikov – splošne ugotovitve v povezavi s fiziološkimi potrebami živine

Gnojenje travinja z dušikom

Dušik močno pospešuje rast. Pridelek, tako glede količine kot tudi kakovosti (vsebnost energije in beljakovin), narašča v čistih posevkih trav z rastočimi odmerki N. V poskusih na različnih koncih Evrope so ugotovili ekonomsko pozitivno delovanje N pri odmerkih od 200 do 600 kg/ha N. V naših poskusih so statistično značilno največje pridelke dobili z 60 kg/ha N za vsako košnjo v 4-kosnem sistemu. V deželah EU pogosto uporabljajo faktor Y_{10} , ki pomeni, da se splača dodajati N, dokler je prirast suhe snovi s travinja vsaj 10 kg/kg dodanega N. V večini primerov so bili odmerki od 250 – 300 kg/ha N najbolj ekonomični. Izkoriščanje dušika in s tem obremen velikost pridelka je odvisna tudi od vsebnosti dostopne vode v tleh, v prvi meri od padavin ter tudi od zaloge dostopne vode do 1 m globine.

V splošnem ugotavljajo, da je za kakovostno osnovno krmo treba dati ca. 50 kg/ha mineralnega N (poleg N iz živinskih gnojil) za vsako GVŽ. Torej, če redimo 2,5 GVŽ, moramo dati ca. 125 kg/ha N z mineralnimi gnojili (Baker, 1981).

Skrb za kakovost krme s travinja pri visokih odmerkih N

Pri velikih odmerkih N se v mladi krmi s travinja nakopiči prekomerna količina surovih beljakovin (predvsem neproteinskega N) ter lahko tudi velike količine nitrata (NO_3). Ugotovili so, da vsebnost nitrata v uveli silaži ne sme biti večja kot 0,75% (= 7500 mg/kg), drugače lahko pride do pojava methemoglobinemije v krvi krav. Če se več kot 50% hemoglobina spremeni v methemoglobin, potem kri ne more prenašati več zadosti kisika, kar privede do poškodb organov, ki rabijo več O_2 , lahko pa tudi do spontanih splavov. Pri paši je kritična vsebnost NO_3 večja, ker je stopnja sprejema suhe snovi pri paši počasnejša (manj naenkrat), kot pri krmljenju v hlevu. Do povečane vsebnosti nitrata prihaja predvsem jeseni, ko je slabša osvetlitev in s tem v rastlinah manj energije za pretvorbo nitrata v amidno obliko.

Poročali so tudi, da prekomerno gnojenje z N lahko vodi v pomanjkanje nekaterih elementov v krmi, še posebej Cu, Co, Se, Mn in I.

Pri naših priporočilih naj bi gnojili s 40 – 50 (60) kg/ha N za posamezno košnjo ter do 150 kg/ha mineralnega N na intenzivnih pašnikih (za 2,5 GVŽ/ha). Pri jesenski paši ali košnji priporočamo manjše obroke N (30 – 40 kg/ha N). Smatramo, da so taki odmerki N glede zdravja živali popolnoma varni.

Problem kalija v obtoku travinje – hlev

Na travniških kmetijah se pogosto zgodi, da po nekaj letih rednega gnojenja z mineralnimi in živinskimi gnojili z analizo ugotovimo prekomerno povečanje rastlinam dostopnega kalija v tleh. To povečanje je deloma odvisno od talnega tipa (od vrste glinenih mineralov), ter posredno zaradi povečanja pridelkov zaradi gnojenja. Predvsem gnojenje z N povečuje kopičenje K v mrvi. Pri večjih pridelkih je tudi več korenin, ki bolje izkoriščajo talne zaloge, koreninski izločki (organske kisline) lahko mobilizirajo kalij iz nedostopnih- v rastlinam dostopno oblike. Živina potrebuje v presnovi sorazmerno malo K, zato ga večino izloči. Obenem rastline zelo dobro sprejemajo K in ga kopičijo tudi preko svojih fizioloških potreb. Ko se vsebnost K poveča, se zmanjšata vsebnosti Mg in Na v krmi.

Zaradi teh spoznanj je treba s kalijem gnojiti zmerno. V priporočilih za strokovno utemeljeno gnojenje zato kot ustrezne odmerke K_2O pri dobro preskrbljenih tleh (stopnja C) navajamo nekoliko nižje vrednosti, kot bi lahko bil dejanski odvzem kalija s travinja.

Kalij iz gnojnice in gnojevke je zelo lahko dostopen za rastline in tudi najbolj občutljiv za izpiranje. Druga košnja vsebuje običajno precej manj K kot prva. Čeprav je vsebnost K v krmi odvisna od različnih dejavnikov, med drugim tudi od starosti krme oziroma datuma košnje ter botanične sestave, lahko na podlagi vsebnosti K v krmi precej natančno ocenimo ustreznost oskrbe rastlin s K in ustreznost gnojenja. Dvokosni travniki so na primer primerno pognojeni s K, če vsebuje krma prve košnje okrog 15 g, krma druge košnje pa 12 g K/kg sušine. Krma z večkosnih travnikov in pašnikov naj bi z vidika optimalnih pridelkov vsebovala od 20 do 25 g K v sušini. Tako pridelana krma pa glede vsebnosti K ni najprimernejša za presušene krave (Babnik in Verbič, s. 159; v Verbič in sod., 2006).

Magnezij

Pomanjkanje Mg v krmi ali slaba dostopnost Mg v presnovi živali lahko povzroči hipomagnezijsko tetanijo. Dostopnost Mg v kravi je odvisna od vsebnosti N in K v krmi. Dnevne potrebe po Mg so 2,5 g/kravo za vzdrževanje in dodatnih 0,12 na kg proizvedenega mleka. Pri zaužitju 15 – 16 kg krme dnevno in pri povprečni dostopnosti Mg iz krme (17 %) mora biti vsebnost Mg v sušini krme za proizvodnjo 25 kg mleka dnevno vsaj 0,20 %.

Gnojenje z N običajno povečuje vsebnost Mg, obratno pa ga gnojenje oz. povečana dostopnost K znižuje. Vendar tudi velika vsebnost N v krmi zmanjša dostopnost Mg.

Kmetijska tla so v Sloveniji k sreči na splošno že po naravi dobro preskrbljena z Mg. Zato v naši doktrini gnojena ni treba upoštevati Mg tako kot P in K. Mg primanjkuje ponekod na flišu (in včasih tudi na laporju), kar je občutno predvsem v vinogradih in deloma v sadovnjakih.

Natrij

Krava v laktaciji potrebuje 7 g Na za vzdrževanje + 0,5 g/kg proizvedenega mleka. V krmi ga mora biti vsaj 0,15 %. Če ga je manj, ga lahko pokladamo živini v jasli, lahko pa gnojimo z nizko koncentriranimi K-gnojili, ki vsebujejo tudi Na.

Intenziteta gnojenja in plodnost črede

Ekonomičnost prireje se ne poveča samo s povečanjem produkcije mleka na kravo, temveč tudi s številom laktacij, ki jih je krava sposobna v življenju. Glavni razlog za kratko produktivno dobo je slaba plodnost, vzroki za to pa so lahko številni. Če obravnavamo samo gnojenje, potem je med drugim lahko vzrok široko razmerje med K:Na v krmi (> 30), fitoestrogeni, prevelika vsebnost nitratov in/ali pomanjkanje P v obrokih. V praksi je neposredno zvezo med vsebnostjo elementov v krmi ter gnojenjem in plodnostjo ponavadi zelo težko dokazati.

V krmi s travinja pogosto primanjkuje Na in Mg iz stališča prehrane goveda, še posebej krav mlekarič. Na trgu so kalijeva gnojila, ki vsebujejo Na in Mg (npr. 40 % K-sol, magnezija-kainit in druga ter v zadnjem času tudi gnojila iz morskih alg). Krma, ki vsebuje zadosti Na (in tudi Cu), je bolj okusna, zato jo živina več poje.

V zadnjem času se vse več pozornosti posveča žveplu. Zrak je z S manj onesnažen kot pred leti, zato s padavinami v tla pride le še okoli 10 kg/ha S letno. V sušini mrve mora biti koncentracija S 0,25 %, razmerje N:S pa ne širše kot 15:1. Križnice imajo povečane potrebe po S. Teh je na travinju običajno sorazmerno malo. Vendar je treba vedeti, da je koreninski sistem travinja pretežno plitev in da se S, podobno kot nitrat, izpira. Tako kot pri Na je mogoče z mnogimi mineralnimi gnojili dati zadostne količine S (odvzem = 20 – 30 kg/ha S letno), vendar je treba opozoriti, da preveč S lahko hitro deluje škodljivo (antagonizem s Se in Cu).

Mikrohranila

V krmi s travinja je ponavadi Mn in Fe več kot ga potrebuje živina.

Večkrat se lahko pojavijo težave pri bakru (Cu). Povečano gnojenje z N in večja vsebnost surovih beljakovin v krmi lahko zmanjša prebavljivost Cu. V krmi naj ga bo od 8 – 10 mg/kg.

Tudi vsebnost Zn je za velike fiziološke potrebe lahko prenizka. 15 – 25 mg/kg ga zadošča za optimalno rast rastlin, vendar ga je premalo za krave v polni laktaciji. Potrebno ga je 30 mg/kg krme za vzdrževalne potrebe in 50 mg/kg krme za vzdrževanje + 25 kg mleka/dan. Pomanjkanje Zn v krmi lahko povzroči presežek fosforja v tleh, ki prepreči sprejem in prenos Zn v rastlini. V takem primeru je treba uporabljati fiziološko kislga gnojila (urea, amonijska

mineralna gnojila) in zmanjšati (ali za določen čas opustiti) gnojene s P. V hujših primerih je treba uporabiti Zn gnojila (ZnSO_4).

Tudi nekaterih drugih mikrohranil (predvsem Co, Se in Mo) lahko včasih primanjkuje, vendar je pomanjkanje zelo odvisno od talnega tipa, letine..., tako da je za dodajanje teh elementov v krmo nujno treba prej opraviti temeljito analizo. V zadnjem času ugotavljajo kompleksne interakcije med S, Cu in Mo v krmi, predvsem pri prehrani prežvekovalcev. Od njihovih medsebojnih razmerij je lahko bolj odvisna biološka dostpnost, kot od vsebnosti posameznega elementa v krmi. V vampu se lahko tvorijo thiomolibdati (spojine z S in Mo), ki delajo Cu nedostopen (Till, 2002). Če na travinje vračamo živinska gnojila, potem vračamo tudi mikroelemente in s časoma lahko celo povečamo njihovo dostpnost v tleh ter povečamo njihov obtok.

SMERNICE ZA VINOGRADNIŠTVO

Uvod

Gnojenje vinogradov – naj bo z organskimi ali rudninskimi gnojili – po splošnem mišljenju ni tako pomembno za količino in kakovost grozdja, kot so nekateri drugi pridelovalni ukrepi, na primer varstvo pred boleznimi in škodljivci ali rez trte. Takšno mnenje je upravičeno, saj pri sorazmerno velikem pridelku grozdja *odnesemo* iz vinograda le okoli 1/3 ali pa še manj hranil v primerjavi z običajnimi pridelki z njiv in s travnikov (glej pregl. 39). Premočna, pretirana prehrana vinske trte ima praviloma hujše posledice kot preskromna. Nobena kmetijska kultura, ki jih pri nas gojimo, ni bolj občutljiva na čezmerno gnojenje kot vinograd. Na gnojenje –zlasti z dušikom- se različne kmetijske *rastline zelo različno* odzivajo: medtem ko je kakovost pšenice zelo občutljiva na *pomanjkanje* dušika, pa je pri vinski trti ravno nasprotno: vsako močnejše gnojenje vinske trte z dušikom pri nas (in še marsikje) ustrezno *poslabša kakovost vina*. Na drugi strani ima premočno *znižanje* odmerkov dušika v vinogradih prav tako negativni vpliv na količino *in kakovost* vina.

Vinska trta torej v primerjavi s poljščinami, travinjem in zelenjavnicami nima velikih potreb po gnojenju, vendar kljub temu praktično ni vinograda, ki bi dolgoročno lahko zadovoljivo rodil brez gnojenja. Prehrano vinske trte lahko zagotovimo z organskimi in/ali rudninskimi gnojili. V obdelanih (kopanih, oranih) vinogradih je gnojenje z organskimi gnojili nujno, v začasno ali trajno zatravljenih pa praviloma zadostuje gnojenje samo z rudninskimi gnojili.

Odvzem hranil s pridelki

Doktrina o vračanju hranil upošteva, da je treba *nujno vračati* s pridelki odvzeta (=odpeljana) glavna hranila N, P in K, in, če jih v tleh ni dovolj za zaželeno pridelko, postopoma povečati njihovo zalogo v tleh do optimalne oskrbljenosti. Z magnezijem (Mg) in mikrohranili, ki jih je pri nas, razen izjemoma, dovolj, pa gnojimo le tedaj, če ugotovimo (po izgledu rastline oz. s pomočjo kemične analize tal in/ali rastlin), da jih v tleh oziroma v rastlinah manjka. Pri tem seveda ne smemo pozabiti, da naj bi bila rastlinska hranila, ki jih vračamo, *v tleh dobro izkoriščena*. Dobro izkoristljivost z gnojili danih hranil oziroma talne zaloge hranil pa dosežemo, če je v tleh dovolj zraka in za rastline razpoložljive vode, torej dober zračni in vodni režim. To pa je spet pogoj za močno in trajno mikrobiološko aktivnost tal. Živahno življenje drobnoživk in drugih živali v tleh, ima za posledico sprostitev težje dostopnih hranil v lažje dostopne. Obenem pa omogoča drobnozrnato strukturo tal; zanjo pa je potrebno v tleh zadosti humusa oziroma zadosti organske snovi, na kateri živijo in s katero se hranijo drobnoživke.

Potrebno organsko snov za trajno obdelovane vinograde – ca. 2,5 - 3 tone sušine organske mase/ha/leto – lahko ali pridelamo v vinogradu s trajno zeleno odejo ali podorinami ali pa z dovozom organskih gnojil, pripravljenih izven vinograda ali kupljenih.

V preglednici 39 je primerjava s hektarskimi pridelki različnih kmetijskih kultur odvzetih hranil.

Preglednica 39: Odvzemi hranil s pridelki (kg)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
40 t jabolk	25	12	60
10 t grozdja	28	8	28
10 t grozdja + 3 t rožja	48	15	53
10 t grozdja + 3 t rožja + 8 t listja	82	22	82
4 t mrve –negnojeno	65	15	75
8 t mrve – gnojene	150	50	150
50 t sladkorne pese + listje z glavami	220	90	380
10 t koruze zrnje + koruznica	220	100	250

Odvzem MgO z 10 t grozdja je ca 8 kg (3 kg rožje + 3 kg listje + 2 kg grozdje)

Kot vidimo, predstavljata tako velik pridelek jabolk (40 t) kot tudi velik pridelek grozdja (10 t) sorazmerno majhen *odvzem hranil*. V 3 tonah mrve z nikoli gnojenega travnika je več N, P in K kot v 10 t grozdja. Seveda je na 1 hektarju vinograda v *obtoku* (tudi v rožju in listju) okoli trikrat več hranil, kot jih odnesemo z grozdom. Poleg tega rabi tudi zelena, med letom večkrat košena ruša zatravljenega vinograda še mnogo več hranil kot trs. Vendar ostane ves pridelek zelene odeje v vinogradu, poleg tega pa praviloma tudi porezano rožje in mladike ter listje, ki jih ob priložnosti *zmulčimo*. Zato se ta hranila iz postranskih pridelkov zmeraj znova uporabljajo (krožijo) in jih torej ne moremo šteti k (trajnemu) odvzemu. Če je rožje okuženo (črna pegavost), ga je treba sežgati. V takem primeru seveda moramo računati tudi s povečanim odvzemu hranil iz vinograda.

Majhen odvzem hranil s pridelkom vinograda torej dovoljuje, omogoča in zahteva tudi skromne odmerke gnojil v primerjavi z večino drugih kmetijskih kultur.

Če bi potrosili na hektar vinograda vsako drugo leto na primer 30 ton hlevskega gnoja, bi z njim dali na leto (15 ton): 75 kg N, 35 kg P₂O₅ in 90 kg K₂O. Poleg tega pa je v tem odmerku gnoja tudi 2,7 tone sušine organske mase. Tako so na normalnih tleh zadovoljene potrebe vinograda po hranilih in organski snovi (humusu). Seveda pa so hranila v tem hlevskem gnoju izvirala iz drugih kultur (travniki, krma z njiv) in jih je vinograd “protežirano” dobival na njihov račun.

Odvzem hranil iz vinograda se še zmanjša, če vračamo in ustrezno razporedimo po vinogradu (eventualno kompostirane) tudi grozdne tropine in vinske droži (glej pregl. 39).

Čeprav so potrebe po gnojenju vinogradov skromne, je gnojenje vendarle nujno potrebno za zagotavljanje načrtovanih pridelkov:

- za obdelane (orane, kopane vinograde) so to predvsem organska gnojila, ki vsebujejo takó potrebno organsko snov kot hranila;
- za trajno ali občasno zatravljene pa predvsem rudninska gnojila;
- za založno gnojenje pridejo praktično v poštev le rudninska PK-gnojila

Založno gnojenje

Kalij, zlasti pa fosfor se iz različnih vzrokov le zelo počasi pomikata po profilu tal navzdol: fosfor po grobi oceni le 1 cm na leto. Korenine vinske trte so pa najbolj razvite običajno v globini 30 do 60 cm pod površino tal. Zato pred pripravo novega oziroma obnovitvijo starega vinograda obogatimo celotno rigolano plast zemlje, zlasti globljo, s P in K. Tega pozneje ne moremo uspešno nadoknaditi. Zato je treba pred napravo novega vinograda nujno dati zemljo v kemično analizo.

Jemanje vzorcev zemlje za kemično analizo

Vzorec zemlje mora biti sestavljen iz 15-20 posameznih vzorčkov zemlje, enakomerno razporejenih na 15 do 20 mestih bodočega vinograda. Skupna teža vseh vzorčkov -povprečnega vzorca- naj ne presega 1 kg. Če so tla po globini različno oskrbljena s hranili, je treba praviloma vzeti istočasno 2 povprečna vzorca: enega iz redno obdelovane zgornje in enega iz neobdelovane spodnje plasti. Npr. 1. plast 0 do 20 cm, 2. plast 20 do 60 cm. Zemljišče za 1 oz. 2 povprečna vzorca (za 2 plasti) mora biti na videz enotno po izgledu tal in po zgodovini gnojenja. Če bo novi vinograd na 2 bivših na videz enakih, a doslej zelo različno gnojenih parcelah, je treba torej iz vsake parcele vzeti svoj povprečni vzorec. Če so -običajno ob robu bodočega vinograda- manjše površine drugačne zemlje, potem iz teh zaplat, če niso večje kot 1 ar, ne jemljemo vzorčkov, ki bodo sestavljali povprečni vzorec. Torej jih pri vzorčenju izpustimo. Če so pa ti drugačni deli zemljišča večji, vzamemo iz njih poseben povprečen vzorec.

Ker je zasaditev novega vinograda draga, in ker je od rezultata analize tal odvisen strošek celotnega odmerka založnih gnojil (od 0 do 800 €/ha), od tega pa je odvisno tudi poznejše gnojenje, in usklajena prehrane vinske trte, ne smemo skopariti niti pri številu vzorcev zemlje za kemično analizo niti pri natančnem in napornem delu, ki je za ta ukrep potrebno.

Za zemljišče veliko do 1 ha zadostuje praviloma 1 vzorec oziroma po en vzorec iz dveh plasti. Vzorce zemlje je treba vzeti, preden je bilo uporabljeno kakršnokoli gnojilo.

Povprečne vzorce, ustrezno označene (ime parcele, globina vzorčenja, lastnik...) takoj odnesemo v čistih papirnih ali plastičnih vrečkah na naslov izbranega laboratorija. Seznam laboratorijev, ki pri nas delajo tovrstne analize, je na koncu te knjižice.

Pred napravo novega oziroma pred obnovo starega vinograda je treba v laboratoriju v vzorcu zemlje obvezno določiti naslednje: pH vrednost (+ potrebo po apnjenju, če obstaja), P_2O_5 in

K₂O po AL-metodi, Mg po Houbi, vsebnost humusa in oceno teksture (zrnatosti) tal z roko (prstni preiskus tal) (pregl. 1).

Odmerki P₂O₅ in K₂O za založno gnojenje

V preglednici 40 so odmerki P₂O₅ in K₂O, ki jih je treba dati za založno gnojenje glede na ugotovljeno stopnjo oskrbljenosti. Če so tla siromašna, A stopnja preskrbljenosti, jih je treba najbolj založno pognojiti, če spadajo v B-stopnjo –srednja oskrbljenost, dobijo za okoli pol manjše odmerke; če pa spadajo v C-stopnjo, kar pomeni dobro oskrbljenost, bi jih pravzaprav ne bilo treba gnojiti na zalogo. Vendar smo tudi zanje predvideli skromno dodatno obogatitev.

Za tla, ki spadajo v D- in E-stopnjo oskrbljenosti, seveda ni potrebno nobeno gnojenje na zalogo.

Preglednica 40: Priporočila za založno gnojenje vinogradov

Stopnja preskrbljenosti	P ₂ O ₅	K ₂ O	PK gnojila	kg/ha
Siromašno – A	500–600	700–800	0–20–30	okoli 2500
Zmerno – B	200–400	300–500	0–20–30	1000–2000
Optimalno (ciljno) – C	100	100–200	0–20–30	500

Namesto PK-gnojila lahko damo tudi enostavna fosfatna ali/in kalijeva gnojila. Kot vir fosfora uporabljamo superfosfat ali trojni superfosfat ali Thomasovo žlindro na kisljih tleh, kot vir kalija pa K-sulfat ali K-Mg-sulfat; če teh dveh ni, pa K-sol. Kljub temu, da dušikovih gnojil za založno gnojenje ne priporočajo, lahko v sili za gnojenje na zalogo – kot vir P – uporabljamo tudi MAP – monoamonijev fosfat – 12-52-0 (do 500 kg MAP/ha).

Odmerki hranil v pregl. 3 sicer ne zadostujejo za doseganje C-stopnje oskrbljenosti. Z njimi bi v plasti 0-30 cm in na siromašnih tleh (A-stopnja) dosegli le povečanje za 5 do 8 mg AL-P₂O₅ in za 10 do 15 mg AL-K₂O na 100 g tal. Vendar je pri tem treba upoštevati, da ti odmerki vsaj teoretično zadostujejo za pokritje 30 do 40 letnih odmerkov P in K, to je pa približno toliko, kolikor vinograd traja.

Doktrina gnojenja, ki je doslej veljala pri nas, se pri založnem in rednem gnojenju ne ozira na magnezij. Če bi bila vsa naša tla po naravi dobro preskrbljena z Mg, bi bilo – tako kot pri mikroelementih – upravičeno to neupoštevanje. Prav vinogradi pa so v Sloveniji pogosto na tleh, ki jim izjemoma manjka tudi Mg. To je velik del vinogradov na flišu (Koper oz. Istra, Goriška Brda, Vipavsko), pa tudi nekatera, čeprav redkejša rastišča v drugih vinorodnih območjih Slovenije. Pomanjkanje Mg v trti je lahko tudi posledica premočne založenosti tal s K in aktivnim apnom. Zato podatek o magneziju ne sme manjkati v nobeni kemični analizi tal, ki jo damo narediti pred napravo ali obnovo vinograda! Odvzem Mg z grozdem (ca. 2 kg/ha) je sicer majhen. Založno gnojenje z Mg ni potrebno, če so tla zadosti oskrbljena z njimi. Ker pa je Mg, bolj kot P in K, podvržen precejšnjemu izpiranju, ob založnem gnojenju ne priporočamo večje doze kot 100 kg MgO/ha. Sicer bi bilo nujno, da bi imeli na našem trgu vsaj eno vrsto magnezijevih gnojil za zmerno kislja, nevtralna in bazična tla, ki prevladujejo v vinogradih. Takšno gnojilo je kizerit (naravni MgSO₄·H₂O s 27 % MgO).

Rigolati je treba v suhem. Globina temeljne globoke obdelave tal (rigolanja) naj ustreza kakovosti, t. j. globini tal, ki jih bodo rastline lahko prerastle s koreninami. Gnojila naj bodo razporejena po celi globini, več naj jih pride v tisto globino, kamor ne bomo segli z obdelavo med rodnostjo trte. Če nameravamo pozneje vinograd trajno zatraviti, se moramo zavedati, da se korenine trte v zatravljenem vinogradu razvijajo plitveje kot v redno obdelovanem.

Organska in rudninska gnojila za vinograd

Organska gnojila

Kot ime pove, vsebujejo vsa organska gnojila organsko snov, rastlinska hranila pa so v organskih gnojilih vezana v organski snovi. Organska snov izvira iz rastlinskih, deloma tudi živalskih ostankov in odpadkov. Največji del organskih gnojil predstavlja hlevski gnoj; sestavljen je iz blata in seča živine in stelje. Na gnojišču zori, kar pomeni, da izgubi na masi (CO_2 v zrak, nekaj vode kot gnojni sok in nekaj dušika kot amonijak – NH_3), obenem pa pridobi na kakovosti – kot vir za tvorbo oziroma nadomeščanje razpadlega humusa v tleh. Poleg hlevskega gnoja dobimo od goveda, svinj ... tudi nekaj gnojnice. To je seč, ki ga ni popil nastil. V hlevih, kjer ne nastiljajo, tvorita blato in seč živine ob večjem ali manjšem dodatku vode gnojevko. Hlevski gnoj, gnojnica in gnojevka spadajo k živinskim gnojilom. Poleg živinskih gnojil štejemo k organskim gnojilom tudi različne na kmetiji oz. v vinogradu pripravljene komposte, napravljene iz različnih rastlinskih ostankov, pa tudi postranske pridelke, kot so slama, koruznica ipd., ter rastline, ki jih sejemo nalašč zato, da jih, ko zrastejo, zaorjemo kot nadomestilo za druga prej omenjena organska gnojila – te rastline imenujemo podorine, ukrep pa podor.

V preglednici 41 so naštet glavna organska gnojila, ki pridejo v poštev za gnojenje vinogradov, z vsebnostjo N, P_2O_5 in K_2O , CaO in MgO – ter sušine organske mase.

Preglednica 41a: Organska gnojila za vinograde

Vrsta gnojila	Sušina organske mase	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Opomba	
vsi podatki v kg/t gnojila								
		skupni	dostopni					
Hlevski gnoj-goveji	175	5	3,5	2,5	6,0	5,0	2,0	
Hlevski gnoj – prašičji	180	5,5	3,8	3,5	5,0	3,0	1,0	kmečka reja
Trdni separat gnojevke	300	5,7	4,0	7,4	1,9	3,0	1,2	farmška reja
Kurjeki, suhi	600	40	28	50	30			
Slama, žitna	600	4	2	2	10	2	1	

Dostopni N pomeni večletno relativno izkoriščanje v primerjavi z N iz rudninskih gnojil.

Vinogradni in vinski odpadki in ostanki imajo tudi določeno gnojilno vrednost. Ustrezni podatki so v pregl. 41b.

Preglednica 41b: Vinogradni, vinski in drugi odpadki kot organska gnojila

Org. gnojilo	Enota	N skupni dostopni	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Priporočljivi odmerki	
podatki v kg/enoto						t/ha vsake tri leta	
Vinske tropine	t	8	4	3	1,3	0,1	15–30
(1 m ³ = 400 –500 kg)	m ³	3,5	1,8	1,3	5,8	0,4	35–70
Moštna usedlina	m ³	5,0	3,8	0,3	3,0	0,1	20–30
(1 m ³ =900 –1000 kg)							
Droži, tekoče	t	8	6	3	12		12–20
(20 % sušine)							
1 m ³ = 1000 kg	m ³	8	6	3	12	0,2	12–20
Droži, filtrirane	t	16	12	6	24	1	6–10
(40 % sušine)							
1 m ³ = 700 kg	m ³	11,2	8,4	4,2	16,8	0,7	8–14
Zdrobljeno lubje dreves	t	3	1,5	1	2	1	20–40
1 m ³ = 400 kg	m ³	1,2	0,6	0,4	0,8	0,4	50–100
Kompost od mladice	t	2	1	0,6	1,5	4	20–40
(mandanja)							

Medtem ko na živinorejski kmetiji rastlinska hranila krožijo z majhnimi izgubami, govorimo o bolj ali manj sklenjenem *obtoku hranil*, pa je tudi v vinogradni kulturi, kot vidimo iz preglednic, moč veliko odpadkov vinograda in od predelave grozdja v vino smotrno vračati v obtok hranil zlasti s kompostiranjem.

Vinogradniku je kot vir organske mase na voljo tudi veliko število **tržnih organskih gnojil**. Na splošno lahko rečemo, da so ta gnojila sorazmerno draga in da jih zato vinogradniki, zlasti tisti, ki živijo od pridelave grozdja in vina, le malo kupujejo. Še najcenejša od kupljenih organskih gnojil je *šota*, ki ima obenem to prednost, da poleg organske mase (in sposobnosti vezave vode) ne vsebuje skoraj nič rastlinskih hranil. Rastlinska hranila so sicer vreden sestavni del organskih gnojil (npr. v hlevskem gnoju, kompostu,...), če z njimi istočasno pokrivamo potrebe po organski masi in po rastlinskih hranilih. Če so pa kupljena organska gnojila sorazmerno prebogata s hranili, potem damo s priporočenimi odmerki teh gnojil - običajno 500 ali 1000 do 1200 kg/ha - premalo organskih snovi. Na ta način zadovoljimo potrebe vinograda po hranilih (kar praviloma lažje in ceneje storimo z rudninskimi gnojili), ostane pa nam za *obdelane vinograde* - nepokrita potreba po gnojenju z organsko maso, ki znaša pri nas 2,5 do 3 tone sušine organske mase/ha/leto. V vinogradih, kjer zatirajo plevela s herbicidi, je letna potreba po organskih gnojilih ca. 1 tona sušine organske mase/ha/leto.

Pri nabavi **tržnih organskih gnojil** svetujemo torej previdnost in strokovnost.

Mineralna (rudninska) gnojila

V preglednici 42 so glavne vrste rudninskih gnojil na slovenskem tržišču, zlasti tista, ki jih lahko uporabimo tudi v vinogradu.

Preglednica 42: Pomembna standardna mineralna gnojila na slovenskem trgu

Vrsta gnojila	Oznaka gnojila	Vsebnost glavnih hranil	Spremljajoča hranila	Opombe
dušikova gnojila				
kalcijev (Mg)–amonijev nitrat	KAN	27–28 % N (50 % kot NO ₃ –N, 50 % kot NH ₄ –N)	CaCO ₃ (20 %) MgCO ₃ (4 %)	
amonijev nitrat	AN	33,5 % N		
Urea + amonnitrat	UAN	30 % N (50 % amid, 25 % nitrat, 25 % amonij)		tekoče N gnojilo
urea		46 % N kot amid (NH ₂ –)		
kalcijev (norveški) soliter		15,5 % N (94 % nitrat, 6 % amonij)	26,6–28 % CaO	100 % v vodi topno
apneni dušik		20–21 % N kot CaCN ₂		tudi za zatiranje bolezni, škodljivcev in plevelov
fosfatna gnojila				
superfosfat		16–20 % P ₂ O ₅	13 % S	100 % citronsko in nad 90 % v vodi topno
hyperkorn		26% P ₂ O ₅	40 % CaO	
Thomasov fosfat			40 % CaO	100 % citronsko topna + Mg in mikroele–menti
NP gnojila				
	12–52–0	12 % NH ₄ –N + 52 % v vodi top. P ₂ O ₅		MAP, monoamon–nitrat
	16–48–0	16 % NH ₄ –N + 48 % v vodi top. P ₂ O ₅		DAP, diamonnitrat
PK gnojila				
	0–18–18	K kot Cl		
	0–15–30	K kot Cl		
	0–24–24 S	K kot K ₂ SO ₂	9 % S	
	0–20–30 S	K kot K ₂ SO ₂	11 % S	
kalijeva gnojila				
K–sol – KCl		40 % ali 50 % ali 60 % K ₂ O		
K–sulfat, K ₂ SO ₄		50 % K ₂ O	18 % S	
K–Mg–sulfat		30 % K ₂ O, 10 % MgO	18 % S	
magnezijeva gnojila				
kizerit MgSO ₄ ·H ₂ O		27 % MgO v sulfatni obliki	22 % S	za gnojenje vinogr. tal

Preglednica 42: nadaljevanje

grenka sol $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	16 % MgO v sulfatni obliki	13 % S	za foliarno škropljenje
dolomit	8–20 % MgO kot $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	Ca	za kislila tla
apnena gnojila			
mleti apnenec	45–50 % CaO v obliki CaCO_3		deluje počasi
hidrirano apno	70 % CaO v obliki Ca(OH)_2		deluje hitro
žgano apno v prahu	90 % CaO v obliki CaO		deluje hitro
mešano apno za apnjenje	60–65 % CaO v obliki CaO + CaCO_3 + Ca(OH)_2		
NPK gnojila			
nizkoodstotna	11–11–16		
	13–10–12		
	15–15–15 ipd		
viskoodstotna	18–18–18		
	8–24–24		
	8–26–26		
	10–20–30		
	5–20–30 S ipd.		
borna gnojila			
boraks	11 % B		
solubor	20 % B		

Vsem enostavnim in sestavljenim gnojilom - narejenim v tovarnah gnojil ali mešalnicah - lahko dodajajo manjši odstotek magnezija in/ali mikroelementov, zlasti bora.

Znaki pomanjkanja in presežkov hranil pri vinski trti

Najprej naj poudarimo, da so *vsaj* že prej imenovana rastlinska hranila nujno potrebna za normalno rast in razvoj vinske trte. Rast in razvoj in s tem pridelek sta omejena s tistim hranilom, ki ga je relativno najmanj. Trta pa ne pokaže (praviloma že z zunanjimi znaki) le občutnega pomanjkanja, ampak tudi večje *presežke* določenih hranil.

Preglednica 43: Znamenja pomanjkanja in presežkov hranil pri vinski trti

Dušik	premalo –	preveč +
– svetlozeleni listi		– prebujna rast, temno zeleni listi
– pordečitev listnih pecljev in neolesenelih mladik		– večja občutljivost na plesni – dolgi internodiji (členki)
– slaba rast		–slabo dozorel les – slaba odpornost do zimske pozebe
– drobne mladike		– močnejše osipanje
– majhni listi in grozdje		– večja občutljivost za sušenje pecljevine
– predčasno obledeli listi		– večja potreba po zelenih delih
– slaba kakovost, tenka vina, slabo dozorevanje lesa		– poznejše dozorevanje grozdja – beljakovine in nitrati v vinu
Fosfor	–	+
–temnozeleno listje (prevajanje škroba je ustavljeno), nežno, zgoraj svetlikajoče se		– predčasni zaključek rasti
– slabo razvita očesa		– zavrta rast in majhni rasti listi
– rjavi robovi listov		– majhni pridelki
– minus P pogosto skupaj z Mg		– oviran sprejem Zn, Cu, Mn in N
Kalij	–	+
– mladi listi imajo rjavkast navzgor zavihan rob – mali, »svinčeno« gladki listi		– ekstremni presežek lahko sproži pomanjkanje Mg in poveča sušenje pecljevine
– stari listi belih sort dobijo vijoličaste do črnorjave, rdečih sort pa rdečkaste ploskve		
– slabo dozorevanje lesa, povečana občutljivost za zimsko pozebo		
– večja potreba trte po vodi		
– povečana občutljivost za bolezni		
– pomanjkanjkljiva rast cvetov in korenin		
– poslabšanje kakovosti vina		
Magnezij	–	+
– prostor med listnimi žilami obledi – na spodnjih listih v območju grozdov		– se malokdaj pojavi
– zmanjšana odpornost na mraz		– pri ekstremnem presežku se v območju grozdja pojavijo znaki pomanjkanja K
– slabši pridelek – osipanje cvetov		
– povečana nevarnost za sušenje pecljevine		
– najbolj občutljiva sorta je laški rizling, občutljivi so tudi malvazija, refošk in bujne sorte sploh		
Bor (B)	–	+
– slaba in metličasta rast		– znaki presežkov B so podobni znakom pomanjkanja B
– med listnimi žilami rumenkasto obarvanje		
–deformacije listov (izbočeni listi, razpokani listi in odmiranje listov od roba navznoter)		
– deformacija mladik		
– kabrnki se bolj ali manj osipajo – zmanjšan pridelek		

Preglednica 43: nadaljevanje

Železo (Fe)	-	+
- kloroza, belkasto-rumeni listi na vrhu mladik – presežek Fe pri vinski trti v praksi ni znan - pomanjkljiv razvoj mladik in zorenje lesa		
Mangan (Mn)	-	+
- podobno kot pri magneziju – podobno kot pri magneziju		
Baker (Cu)	-	+
- Cu vsebujejo tako sredstva za varstvo trte kot gnojila – pomanjkanje zato zelo redko - negativni vpliv na življenje v tleh (deževniki) - depresija rasti korenin in mladik (v kombinaciji z drugimi težkimi kovinami, kot sta svinec in kadmij) - kloroza (samo pri izredno velikih vsebnosti Cu v tleh)		
Cink (Zn)	-	+
- pospešuje pojav sušenja pecljvine – depresija rasti - majhni listi - odprta pazduha peclja - pospešuje osipanje kabrnkov - skrajšani internodiji - bolj nazobčani robovi listov		

Žveplo (S), molibden (Mo) in klor (Cl) so sicer pomembna hranila, znake njihovega pomanjkanja ali presežka pa je težko razložiti.

Pri mikroelementih je namreč meja med pomanjkanjem in že škodljivo, premočno koncentracijo zelo ozka, zato se pred uporabo mikrohranilnih gnojil posvetujte s strokovnjakom.

Najpomembnejši antagonizmi

Med določenimi rastlinskimi hranili v tleh obstojajo antagonizmi. To pomeni, da preveč enega povzroča pomanjkanje drugega.

Prekomerna vsebnost posameznih elementov lahko zmanjšuje dostopnost drugih elementov:

- velika vsebnost kalcija zmanjša dostopnost bora, železa in magnezija
- velika vsebnost kalija zmanjša dostopnost magnezija
- velika vsebnost fosforja zmanjša dostopnost cinka
- velika vsebnost dušika zmanjša dostopnost bakra in magnezija
- velika vsebnost bakra zmanjša dostopnost železa

Vsebnost hranila (mg/100 g), ki loči 2 stopnji oskrbljenosti, imenujemo *mejna* vrednost.

Preglednica 44: Preskrbljenost tal (po AL za P in K oz. po CaCl_2 za Mg) in ustrezni odmerki hranil

Stopnja preskrbljenosti tal v vinogradih	mg P_2O_5 /100 g tal	kg/ha P_2O_5	mg K_2O /100 g		kg/ha K_2O	mg Mg/100 g tal		kg/ha MgO
			L*	T*		L*	T*	
A-siromašno	< 6	100	< 8	< 12	120	< 6	< 8	70
B – zmerno	6–12	60	8–15	12–20	80	6–14	8–17	40
C – dobro (cilj dosežen)	13–20	15–25	16–25	21–30	50–75	> 14	> 17	–
D – čezmerno	21–30	10	26–40	31–45	40			–
E – ekstremno	> 30	0	> 40	> 45	0			–

*L = lažja do srednje težka, T = težka tla,

Mejne vrednosti in gnojilne norme v preglednici 44 veljajo seveda za strukturna, z organsko snovjo preskrbljena in z njo redno oskrbovana tla (organska gnojila ali podorine ali negovana ledina).

Konvencionalno : integrirano : bio(ekološko)

Zadnjih nekaj desetletij sta se poleg običajnih načinov pridelave grozdja - imenujemo jih *konvencionalne* - razvila še dva: *integrirani* in *ekološki* (biološki). Integrirana pridelava pomeni, da usklajujemo vse pridelovalne ukrepe (varstvo rastlin, gnojenje in rodovitnost zemlje, obdelavo, izbor sort in podlag ipd.) *med seboj* in čim bolj v skladu z okoljem (naravo). Ekološko pridelavo ali t.i. biopridelavo prakticirajo različne skupine: bio-dinamična, organsko-biološka, permakultura ipd. Glede gnojenja vsi ti ekološki načini pridelave praktično v celoti, drugi pa le deloma odklanjajo oziroma svojim »biopridelovalcem« preporučujejo uporabo rudninskih gnojil, zlasti t.i. »sintetičnih«: vseh dušikovih, v vodi topnih in citratno topnih fosfatov, kalijevih kloridov ipd.

V preglednici 45 so zbrani glavni pridelovalni ukrepi za integrirani in ekološki način v zatavljenem vinogradu.

Ni pametno sveto se držati pravil enega ali drugega sistema, razen če bi bile velike razlike v ceni vina. Poleg omenjenih ukrepov so zlasti pomembni predpisi za varstvo trte. Iz vsakega sistema se da pobrati nekatere ukrepe, večina vinogradnikov bo nekje med integriranim/konvencionalnim in integriranim sistemom.

Glede ekološkega oziroma bio- pridelovanja grozdja, se ga, kar zadeva gnojenje, lahko lotimo uspešno predvsem ali le tam, kjer smo z dolgoletnim gnojenjem z mineralnimi gnojili tla obogatili do takšne stopnje, da bo ustvarjena zaloga v tleh zadostovala za več desetletij. Sicer pa bi bila biopridelava v večini predelov precej tvegana.

Preglednica 45: Primerjava integrirano : ekološko v zatravljenem vinogradu

	Pridelovalni sistem	
	Integrirano	ekološko
Splošni cilj	– zagotavljanje pridelka – varovanje narave	– varovanje narave tudi na račun pridelka – uporaba težko topnih »naravnih« mineralnih gnojil
Gnojenje	– mineralna gnojila po odvzemu oz. analizi tal – organska gnojila za izboljšanje rodovitnosti tal, upoštevanje hranil iz organskih gnojil	– organska gnojila za izboljšanje mikrobioloških aktivnosti in naravne rodovitnosti tal – veliko rastlinskih vrst – redko mulčenje, košnja ali valjanje visoke ruše
Obdelava tal	– trajna ali začasna ozelenitev – pogosto mulčenje v živo – začasna zelena odeja čez zimo – pokrivanje tal z org. snovmi	– začasna zelena odeja čez zimo – pokrivanje tal s »preprogami« iz organskih snovi
Zatiranje plevela	– mehanično zatiranje plevela – smotrna uporaba herbicidov po vzniku plevela	– mehanično usmerjanje rasti plevela – brez herbicidov

Gnojenje z dušikom

Gnojenje z dušikom je odvisno tudi od intenzivnosti pridelave. Pridelati moramo in bomo morali predvsem kakovost. Zato moramo zmanjšati intenzivnost, z dušikom vred.

Kdaj trta potrebuje dušik?

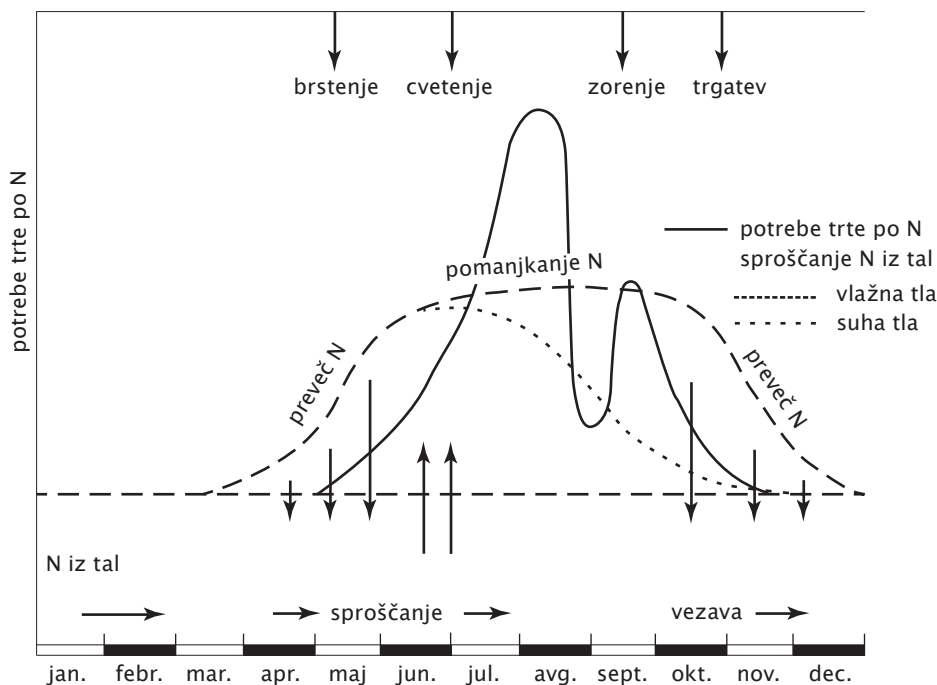
- Od brstenja do cvetenja (t. j. od konca aprila do sredine junija) trta mobilizira za svojo rast in razvoj hranila iz lastne zaloge (les, korenine) in pokriva skoraj vse - v tem času še majhne potrebe po dušiku. Šele proti koncu maja se začne tudi sprejem hranil (N) iz talne raztopine s pomočjo korenin;

- po cvetenju (julija) se v 2 tednih v organih trsa nakopiči velika količina N (julija) (glej sl. 7). Nato sprejem N spet zelo hitro upada, dokler se skoro popolnoma ne ustavi, ko jagode dosežejo velikost graha. Potem skoraj mesec dni (do začetka zorenja) trta ne sprejema nobenih hranil (N, P...). Med zorenjem se v dveh tednih približno 50 % sprejetega N (15 kg/ha) iz vegetativnih organov preseli (translocira) v grozdje. V začetku septembra je v organih trte največ N (80 do 100 kg/ha). Med zorenjem potreba po N drugič naraste. V tem času pa do

odpadanja listja se obenem s pokrivanjem potreb trte oz. grozdja vgrajujejo N in druga hranila v les oz. olesenele dele trte.

Slika 7 shematično ponazarja tudi potek sproščanja N iz rezerv v tleh. Razliko med potrebami trte in v tleh dostopnimi količinami N je treba pokrivati z (do)gnojenjem z mineralnim dušikom.

Izogibamo se poznemu gnojenju – gnojimo najkasneje takoj po cvetenju, če je nujno potrebno, pozneje z dušikom ne dognojujemo več.



Slika 7: Shema časovne dinamike potreb trte po dušiku in sproščanja N iz tal

Gnojenje z N se dodatno zaplete, če je v vinogradu začasna ali stalna zelena odeja. Ta namreč sprejema N (in druga hranila) že od začetka aprila, torej mnogo prej kot trta, ga v prvi polovici rastne dobe večinoma veže v svoje podzemne in nadzemne organe, v drugi polovici pa vezani N močneje sprošča. Pri sproščanju igra pomembno vlogo pridelek mulčene zelene gmote, temperatura in vlažnost tal kot glavna pospeševalca mineralizacije, torej pogostost in čas mulčenja ter vreme. Da bi pomagali pokriti veliko potrebo trte po N po cvetenju in preprečili konkurenco med rušo in trto, nekateri priporočajo *mulčenje* zelene odeje ca. 3 tedne pred cvetenjem trte in tudi potem ob velikih zahtevah po N (glej sl.7), da ne bi zelena odeja konkurirala trti za vodo in hranila. Nekateri se nagibajo k mnenju, da trajna ozelenitev ne omogoča časovno optimalne prehrane trte z dušikom, čeprav ji priznavajo veliko pozitivnih vplivov (preprečevanje erozije, preskrba tal z organsko snovjo, ugoden vpliv na zmanjšanje bolezni). Menijo, da je včasih treba uporabiti »močnejše« ukrepe: grobo trganje, skarifikacija

ruše, kar sprošča N, potem pa se ruša proti jeseni zaraste ter veže nitrate, ko ti niso več potrebni (glej graf 2). Po našem mnenju je pokrivanje potreb trte po dušiku veliko odvisno od zaloge N v tleh (v humusu). Vinogradnik pa lahko v skladu z vremenom, lastnostmi tal in potrebami trte s svojimi ukrepi mobilizira dušik iz te zaloge za pokrivanje relativno majhnih potreb trte. Če je v tleh (0-30 cm) nad 2 % humusa v lažjih tleh in 3 % humusa v težjih (> 25% glin), v normalnih letih odpade potreba po gnojenju z dušikom. Rigolanje in prekopavanje mobilizirajo dušik iz tal. Nekateri zaradi tega v mladih vinogradih prva tri leta odsvetujejo gnojenje z dušikom, drugi pa ravno nasprotno. Vse je odvisno od rodovitnosti tal. Jesenska kop zato ni priporočljiva, spomladanska pa bolj pozna. Predvsem zaradi mobilizacije hranil (N) so v prejšnjih časih redno prekopavali vinograde, ker je bilo gnojenje na splošno skromno.

Kdaj gnojimo z dušikom?

Če porabi trta največ dušika junija/julija, naj bi bil pravi čas za prvo gnojenje z dušikom, kjer je potrebno, šele od *konca aprila do srede maja*. Če upoštevamo, da sta pri nas maj in junij večinoma najbolj deževna meseca, je torej večja možnost za izpiranje nitratov. Zato bi bila priporočena mineralna gnojila z *upočasnjanim* delovanjem dušika.

Pri odmerkih čez 50 kg N/ha in v slabo rastnih vinogradih dognojujemo morebiti še po cvetenju. Nekaj dušika lahko damo kot sečnino (1 % koncentracija) foliarno obenem s škropljenjem s sredstvi za varstvo trte.

Odmerki dušika

Za pridelavo kakovostnih vin je treba dati od nič do 50 kg N/ha za 5 do 10 ton grozdja. Skrajna meja je 80 kg N/ha. V ta odmerek (0-50) je vštet celoten N: iz mineralnih in izkoristljivi del iz organskih gnojil.

Na splošno menimo, da zatravljeni vinograd ne potrebuje več dušika kot obdelani, saj so na zatravljenem izgube dušika zaradi izpiranja manjše, v ruši je lahko tudi nekaj metuljnic. So pa v zatravljenem vinogradu lahko večje izgube zaradi denitrifikacije dušika.

Vsekakor zahteva vinograd **prva leta po zatravljenju dodatni dušik**. Pri nas, ko zaradi obilice dežja zelena odeja dobro raste, so potrebe precejšnje 50 do 100 kg N/leto v več obrokih. Vendar se ta, prva leta po zatravitvi v organsko snov površinske plasti tal vgrajeni dušik, po stabilizaciji ruše postopoma vrača (trti). Pred zatravljanjem priporočamo tudi organska gnojila, zlasti če je vsebnost humusa pod optimom.

Preglednica 46: Priporočila za gnojenje z dušikom glede na bujnost rasti trt

Bujnost trt	Rodnost vinograda	
	Majhna: pod 5.000 kg/ha sorte z malimi grozdi	Srednja: 5.000 – 10.000 kg/ha sorte z velikimi grozdi
močna	0–40	60
srednja	50	70
slaba	70	80

Napotki veljajo za obdelana tla. Pri zatravljenih vinogradih je zelo pomembno, koliko metuljnic je v ruši.

Za povprečne pridelke več kot 10 t/ha povečamo odmerke za 3 kg N/ha za vsakih 1000 kg več grozdja.

V enem odmerku lahko dodamo največ 50 kg dušika/ha. Ob pomanjkanju dušika, uvajanju trajne ozelenitve, gnojenja s slamo lahko dodamo večjo skupno količino dušika vendar v dveh odmerkih.

Gnojenje z N na osnovi talnih ali listnih analiz

Da bi preprečili možne negativne vplive prevelikih odmerkov N na trto, grozdje, vino in okolje (izpiranje nitratov) in obenem optimirali prehrano vinograda (tudi premalo N je škodljivo), *vsako leto* ugotavljamo potrebe po N za *vsako* (večjo) vinogradno parcelo. Te nove metode so:

N_{min} – metoda

Povprečni vzorec zemlje (10-15 vzorčkov) 2 plasti (0-30 cm in 30-60 cm) odvezamemo ali pred brstenjem (konec aprila) ali takoj po cvetenju ali pa obakrat. **N_{min} metodo priporočamo le za obdelane vinograde.** Sveži vzorec zemlje je treba takoj po odvzemu in v hladnem stanju (hladilna torba) dostaviti v ustrezen laboratorij, rezultat mora biti znan in gnojenje z N izvršeno v nekaj dneh.

Razpredelnica 47: Uporaba N_{min} metode za gnojenje vinogradov

	Spomladi: ciljna vrednost 50 kg N/ha		Po cvetenju: ciljna vrednost 75 kg N/ha
	Rezultat analize N _{min} konec aprila		Rezultat analize N _{min} konec junija
Rastne razmere	Enako ali več kot 25 kg N/ha	pod 25 kg N/ha	pod 75 kg N/ha
– humus > 2 %; dobra rastnost; težka tla	nič N	nič N	Dopolnilno gnojenje z razliko do 75 kg N
– humus > 2 %; dobra rastnost; srednje težka tla	nič N	25 kg N/ha	
– humus 1 do 2 % ali manj; lahka do težka tla	Dopolnilno gnojenje z razliko do 50 kg N/ha	do 50 kg N/ha	

Nitratni testi

Obstojajo testni listki, ki s spremembo intenzivnosti vijoličasto-rdeče barve pokažejo vsebnost nitratov (NO_3) v vodi, v talni raztopini ali pa v listih oziroma listnih pecljih. Po vsebnosti NO_3 lahko sklepamo na potrebo po gnojenju z N.

Hitri nitratni test s peclji listov vinske trte.

Ob cvetenju trte odrežemo 10 do 15 pecljev listov na glavnih mladikah, 30 do 40 cm pod vrhom mladike. Debelejše peclje odstranimo. Peclje stisnemo v stiskalnici za česen, sok iz pecljev kanemo na testni listič (npr. Merckoquant ali Reflectoquant z aparatom Merck RQ-flex). Na priloženi barvni skali (Merckoquant skala: 10-25-50-100-250-500 mg/l NO_3 ; Reflectoquant skala: 5 – 225 mg/l NO_3) odčitamo vsebnost nitrata v rastlinskem soku. Če je pod 250 mg NO_3 /l pri Merckoquant lističih oz. 225 mg/l pri uporabi RQ-flexa = dognojimo s 25 do 50 kg N/ha preko tal ali pa s sečnino skozi list (razviti listi vinske trte prenesejo največ 1 % raztopino sečnine); če je nad 250 mg (oz. 225 pri RQ-flex) NO_3 /l = ni potrebno dognovanje z N.

Klorofilomer – N-tester



Z aparatom na listih, ne da bi bilo treba list odtrgati, hitro in preprosto izmerimo vsebnost klorofila, ki je neposredno povezana z vsebnostjo prehranskega dušika v listih in tako direktno ugotovimo potrebo po dognovanju z N.

Primeren termin meritev na popolnoma razvitih, zdravih listih iz območja rasti grozdov je, ko se začne obarvanje grozdnih jagod.

Napraviti moramo 4 krat po 30 meritev za kakovostno povprečje.

Slika 8: Pimer merilca koncentracije dušika na osnovi klorofila

Preglednica 48: Vrednotenje preskrbe trte z dušikom na podlagi meritev z N-testerjem

Vrednotenje preskrbe z N	N-tester indeks	
	Modri pinot	Gamay
zelo slaba	< 460	< 380
(pre) slaba	460–500	380–430
normalna	500–580	430–530
(pre) velika	580–620	530–580
ekstremna	> 620	> 580

Vir: Spring in sod., 2003

Posebna določila za gnojenje z N v integrirani pridelavi grozdja

(Džuban s sod., 2009)

- Maksimalen vnos dušika (čistega hranila) v kg/ha mora biti v skladu z bujnostjo trt in pridelkom, kot je podano v preglednici 46.
- Maksimalen enkratni vnos dušika (čistega hranila) je 50 kg/ha.
- Gnojenje z dušikom se lahko izvaja le v času od fenološke faze B-C do konca junija.
- Prepovedano je gnojenje z mineralnim dušikom pred sajenjem.
- V času od 30. novembra do 1. februarja je prepovedana uporaba kateregakoli gnojila (tudi organskega), ki vsebuje dušik.

Kompletna kemična analiza listja in mikroelementi

Že dolgo je znano, da je od vsebnosti za rastline dostopnih rastlinskih hranil v tleh, ki jo določimo s standardnimi kemičnimi analizami tal (pri nas npr. P in K po AL-metodi), močno odvisna tudi vsebnost hranil v organih rastline, zlasti v listih. To povezanost lahko izkoristimo tako, da iz vsebnosti hranil – elementov v rastlini sklepamo na stopnjo oskrbljenosti tal s temi hranili – elementi. Vzorce listov v ta namen jemljemo ob cvetenju in sicer liste nasproti kabrnkom.

Optimalne vsebnosti hranil – elementov v listih vinske trte

% vsebnost v sušini listov						mg/kg v sušini listov					
N	P	K	Ca	Mg	K/Mg	B	Mo	Cl	Mn	Zn	P/Zn
1,7– 2,0	0,25– 0,45	1,2– 1,6	1,5– 2,5	0,25– 0,6	1,7 – 5*	30– 60	0,15– 0,3	6–12	30– 100	25– 70	90 – 150

*pri razmerju <1,7 lahko primanjkuje K, pri >5 pa Mg

Proti **železovi klorozi** (listi se razbarvajo postopoma proti vrhu) pomaga sicer škropljenje z Fe v kelatni obliki (sequestren ipd), vendar so ta sredstva praviloma predraga za profesionalnega vinogradnika. Posredna, vsaj delna pomoč proti železovi klorozi, je zatravljenje ali pokrivanje vinograda z organskimi snovmi, kot so slama ali lubje, in skrb za strukturna in zračna tla

(podrahljavanje) ter izbor za klorozo manj občutljivih sort. Ker je pri nas kloroza v večini primerov posledica zbitosti tal, večinoma v juliju izgine sama od sebe.

O pomanjkanju drugih mikroelementov v vinogradih oziroma o potrebi po gnojenju z njimi pri nas ni zanesljivih izsledkov - poročil. Zato tudi različnih *specialnih*, naj bo trdnih ali tekočih (za škropljenje) **mikroelementnih gnojil** oziroma mineralnih gnojil z zagotovljeno vsebnostjo enega ali več mikrohranil **na splošno ne priporočamo** (razen ob zanesljivo ugotovljenjem pomanjkanju določenega elementa).

V tuji literaturi se v tej zvezi omenja praktično le *bor*. Odvzem bora z 10 tonami grozdja je 60 g B/ha. Če ni izrazito povečane potrebe po B, lahko damo z gnojili 0,1 do 0,2 kg B/ha, kar pomeni okoli 1 kg boraksa ali 0,5 kg solubora/ha. V tleh naj bi bilo 0,7 do 0,9 mg B/kg zemlje v dostopni obliki.

Izpolnitev gnojilnih norm

Kakšne odmerke hranil in približno kakšno razmerje hranil rabimo, če želimo vsakoletne potrebe po gnojenju izpolniti z ustreznim NPK-gnojilom pri konkretni oskrbljenosti zemlje s P in K, prikazuje preglednica 9. Predpostavljali smo, da bomo dali za 1. obrok 40 kg N/ha in cel odmerek P_2O_5 in K_2O . Potrebni odmerek za P_2O_5 in K_2O pri C-stopnji oskrbljenosti smo poenostavili pri P_2O_5 iz 15-25 kg v 25 kg/ha in pri K_2O iz 50-75 kg v 60 kg K_2O .

Preglednica 49: Odmerki in razmerje hranil pri različni oskrbljenosti tal

Stopnja oskrbljenosti s		Odmerki v kg/ha			Razmerje
P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N : P_2O_5 : K_2O
A	A	40	100	120	0,4 : 1 : 1,2
B	A	40	60	120	0,7 : 1 : 2,0
C	A	40	25	120	1,6 : 1 : 5,0
D	A	40	10	120	4, : 1 : 12,
A	B	40	100	80	0,4 : 1 : 0,8
B	B	40	60	80	0,7 : 1 : 1,3
C	B	40	25	80	1,6 : 1 : 3,0
D	B	40	10	80	4,0 : 1 : 8,0
A	C	40	100	60	0,4 : 1 : 0,6
B	C	40	60	60	0,7 : 1 : 1,0
C	C	40	25	60	1,6 : 1 : 2,4
D	C	40	10	60	4,0 : 1 : 6,0
A	D	40	100	40	0,4 : 1 : 0,4
B	D	40	60	40	0,7 : 1 : 0,7
C	D	40	25	40	1,6 : 1 : 1,6
D	D	40	10	40	4,0 : 1 : 4,0

Ker pri E stopnji oskrbljenosti za nekaj let prenehamo gnojiti s hranilom, ki ga je v tleh ekstremno veliko, smo primere, kjer je ali P ali K v tleh v ekstremni koncentraciji, izpustili iz tabele. Za zelo različna razmerja, ki jih vidimo v tabeli, vedno ne dobimo ustreznega NPK-

gnojila. Delna pomoč pri praktični izvedbi strokovno utemeljenega gnojenja je v tem, da lahko tako P kot tudi K, zlasti pri majhnih letnih dozah, damo naenkrat za 2 ali 3 leta. Sicer pa moramo uporabljati enostavna – enojna gnojila. Na dobro oskrbljenih tleh bi za redno gnojenje vinogradov rabili NPK-gnojila s približnim razmerjem 3 : 1 : 4, npr. 15 : 5 : 20.

SMERNICE ZA GNOJENJE V SADJARSTVU

Gnojenje sadovnjakov

Pravilno gnojenje ali prehrana rastlin je eden izmed ključnih dejavnikov za doseganje optimalnih pridelkov v intenzivnem nasadu ali domačem vrtu. Če je hranil v tleh premalo ali preveč in so posamezna v nesorazmerju (različni antagonizmi), je rast slaba, slabo je cvetenje, majhen ovesek in razvijejo se neakovostni, deformirani plodovi ali plodovi z veliko fiziološkimi napakami. Zelo pomembna je tudi pH vrednost tal in delež organske snovi v tleh. Vrednost pH je odločilna za dostopnost posameznih mineralov rastlini. Organska snov v tleh se ob vlažnem in toplem vremenu mineralizira in sprošča poleg dušika tudi druga hranila, ki so na ta način dostopna rastlinam. Za dostopnost hranil je zelo pomembna tudi vlažnost tal.

V intenzivnih nasadih prihaja predvsem do prevelike preskrbljenosti sadnih rastlin z dušikom predvsem v času druge faze rasti, ko se mora rast umiriti in do pomanjkanja kalcija, bora in drugih makro in mikro elementov. Vse to se vsako leto pokaže ob obiranju pridelka in naslednjo pomlad ob cvetenju.

Preglednica 50: Razmerja med elementi (hranili) glede na pomanjkanja in presežke v rastlini

Element (hranilo)	Stanje v rastlini	Vidni znaki
Dušik	pomanjkanje	svetlo zeleni do rumeni listi, posebej stari, zaostajanje rasti, slab razvoj ploda
	presežek	temno zeleni listi, zelo občutljivi za sušo in napad bolezni ter škodljivcev, slaba rodnost, plodovi slabe kakovosti, skladiščna sposobnost je slabša
Fosfor	pomanjkanje	listi se obarvajo rdečkasto, zastajanje rasti, zastoj v delitvi celic in v razvoju ploda
	presežek	antagonizem z mikroelementi, posebej z železom in cinkom
Kalij	pomanjkanje	stari listi se obarvajo rumeno ob listnem robu in ob hudem pomanjkanju se rob posuši, slaba kakovost plodov, nepravilni razvoj ploda
	presežek	antagonizem z magnezijem in s kalcijem
Kalcij	pomanjkanje	zmanjšana rast in propad rastnih vršičkov, fiziološke motnje v razvoju ploda, slabša skladiščna sposobnost
	presežek	antagonizem z magnezijem in s kalijem
Magnezij	pomanjkanje	rumenenje tkiva med listnimi žilami starejših listov, ki se širi na mlajše liste, moten razvoj plodov in majhni pridelki
	presežek	antagonizem s kalcijem in kalijem, ki zmanjšuje rast
Žveplo	pomanjkanje	podobni znaki kot pri pomanjkanju dušika, le da se najprej razvijejo na mladih listih
	presežek	lahko povzroči predčasno odpadanje listov
Železo	pomanjkanje	začetno rumenenje ali bele lise med žilami mladih listov, ki kasneje odmrejo
	presežek	bronasti sijaj listov z drobnimi rjavimi pikami

Preglednica 50: nadaljevanje		
Mangan	pomanjkanje	rumenenje med žilami mladih listov
	presežek	starejši listi imajo rjave pege, ki jih obkroža klorotično tkivo
Cink	pomanjkanje	zmanjšana velikost listov in medžilno rumenenje mladih listov
	presežek	lahko povzroči pomanjkanje železa pri nekaterih sadnih vrstah
Bor	pomanjkanje	odmiranje rastnih vršičkov, deformacije listov s klorotičnimi območji
	presežek	rastni vršički postanejo rumeni, kasneje lahko odmrejo, listi so izredno majhni in rozetno razporejeni, ki pozneje odpadejo

Kontrola rodovitnosti tal v trajnih nasadih (sadovnjakih in vinogradih)

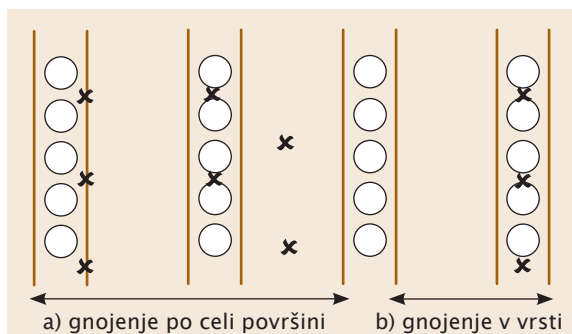
Stanje prehranjenosti nasada določamo z:

1. analizo tal,
2. foliarno analizo,
3. kemično analizo plodov,
4. vizuelno diagnostiko (simptomi pomanjkanja in presežkov) in
5. spremljanjem rasti (dolžina enoletnih vodilnih poganjkov – do 50 cm pri jablani in hruški pomeni umirjeno rast).

Stanje preskrbljenosti tal s hranili ugotavljamo z analizo zemlje, ki jo v intenzivnih nasadih opravljamo vsakih pet let. Pogosteje nima smisla vzorčiti, ker s strokovnim gnojenjem, ki je predlagano v teh smernicah, ne spreminjamo stanja hranil v tleh na hitro, temveč postopno. Izjema je seveda založno gnojenje ob napravi ali obnovi nasada.

Optimalen čas za vzorčenje tal je pozno jeseni. Pomembno je, da se vedno, pri vsakem ponovnem vzorčenju tal, držimo istega termina.

Vzorčenje tal



Slika 9: Vzorčenje tal za kontrolo rodovitnosti v trajnih nasadih je odvisno od načina gnojenja (a: povprek po celi površini ali b: samo v vrste, pod drevesne krošnje)

Iz globine tal 0 – 30 cm vzamemo povprečen vzorec, na podlagi sheme predstavljene v sliki 9. Povprečni vzorec, ki ga vzamemo iz enovite površine (enak talni tip in enak način gospodarjenja v nasadu), je sestavljen iz 20 do 25 (pod)vzorčkov. Skupaj naj s sondo ne nabere več kot 1 kg povprečnega vzorca.

Pošljemo ga v laboratorij in na podlagi analize ugotovimo, kakšna je stopnja založenosti naših tal. Redno moramo analizirati tla na vsebnost P in K ter izmeriti pH tal. Vsaj vsako drugo vzorčenje (vsakih 10 let) določimo še vsebnost humusa.

Vsebnost magnezija v tleh je smiselno določiti ob pripravi nasada. Pri redni kontroli analiziramo magnezij le na silikatnih talnih podlagah ali na flišnih tleh, z veliko vsebnostjo aktivnega kalcija (pH tal >7) oz. če se na listih kažejo znaki pomanjkanja Mg.

Drugi elementi niso vključeni v standardno kontrolo rodovitnosti. Praviloma je mikroelementov dovolj, če imamo sicer splošno rodovitna tla. Ob sumu na morebitno pomanjkanje določenega mikrohranila naj se naredita tako talna kot foliarna analiza.

Mejne vrednosti preskrbljenosti tal s hranili so enako postavljene kot v poljedelstvu in travništvu.

Založno gnojenje

Pri pripravi trajnih nasadov gnojimo založno. Tla želimo obogatiti z glavnimi hranili do C stopnje preskrbljenosti, saj se kasneje hranila, ki jih dajemo na površino nasada, v območje korenin le počasi premeščajo. V sodobnih trajnih nasadih s šibkorastočimi vegetativnimi podlagami, se glavnina korenin sadnega drevja razvije do globine 30 cm.

Teoretično moramo za povečanje vsebnosti hranila za 1 mg/100 g tal dati ca. 45 kg/ha hranila, praktično pa še več, saj hranila niso v celoti dosegljiva rastlinam. Primer: če želimo povečati vsebnost fosforja iz 6 mg/100 g tal na 16 mg/100 g, moramo dati 450 kg P_2O_5 /ha.

Pri založnem gnojenju poleg trenutne vsebnosti hranila v tleh upoštevamo še, koliko hranila bomo s pridelki iz tal odnašali v naslednjih letih. Priporočamo naslednje odmerke P_2O_5 in K_2O za gnojenje na zalogo:

Preglednica 51: Založno gnojenje trajnih nasadov

Stopnja preskrbljenosti tal	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
A	500 – 600	700 – 800
B	200 – 400	300 – 500
C	100	100 – 200

Pri zasnovi večjih trajnih nasadov ali ob njihovi obnovi, je finančno sprejemljivo in strokovno priporočljivo, da analiziramo tla na vsebnost pomembnih mikroelementov (B, Zn, Cu, Mn).

Optimalna pH vrednost tal v sadovnjakih

Z dodajanjem fiziološko kislih oziroma fiziološko bazičnih gnojil je treba težiti k naslednji kislosti tal:

Preglednica 52: Optimalna pH vrednost tal v sadovnjakih glede na sadno vrsto

SADNA VRSTA	pH vrednost
Kostanj	4 – 5,5 in aktivnega apna manj od 3 %
Oljke	6,5 – 8,5
Borovnice	3,4 – 4,5
Druge sadne vrste	5 – 7

Za dvig pH vrednosti apnimo tla vsake 2 leti, če dajemo apno ali hidratizirano apno, če pa uporabljamo naravni mleti apnenec pa vsake 5 do 6 let, glede na tip tal in vsebnost humusa. Za apnjenje raje kot apno ali hidratizirano apno uporabimo apnenčevo moko (naravni mleti apnenec z velikim, vsaj 90% deležem CaCO_3). Naravni apnenci namreč niso agresivni, če pridejo v neposreden stik z živimi organizmi, kot se to dogaja pri uporabi živega ali hidratiziranega (gašenega) apna. Lahko dodamo tudi mlet dolomit, vendar moramo upoštevati, da lahko vsebuje vsaj 30 % Mg in 70 % Ca, zato je dolomit prvenstveno Mg gnojilo in ne sredstvo za izboljšanje prekislih tal.

Primeren čas za apnjenje v sadovnjakih je pozno jeseni, ko odpade listje.

Skrb za zadostno vsebnost humusa v trajnih nasadih

Za povečanje organske snovi (humusa) v tleh lahko dodamo hlevski gnoj – 20 ton ob sajenju in 10 ton v povprečju na vsako rodno leto, pri čemer ga ni treba odmerjati vsako leto, temveč se ga lahko odmeri ustrezno več vsako drugo ali vsako tretje leto. Z uporabo negovane ledine zvišujemo vsebnost humusa v tleh.

Preglednica 53: Vrednotenje vsebnosti humusa v trajnih nasadih (sadoxnjakih in vinogradih)

Tip tal	Vsebnost humusa (%)			
	Vsebnost gline	Nezadostno	Zadostno	Povečana vsebnost
Lahka tla	< 10%	< 1,1	1,1 – 2,5	> 2,5
Srednje težka	10 – 30%	< 1,5	1,5 – 3,5	> 3,5
Težka tla	> 30%	< 2,3	2,3 – 4,0	> 4,0

S hlevskim gnojem dodajamo v tla tudi vse pomembne mikroelemente.

Dinamika potreb po hranilih in njihova dobava iz tal v sadovnjaku

Potrebe sadovnjaka po hranilih so odvisne od letnega časa in od razvojnih procesov pri tvorbi lesa, poganjkov, korenin, listov, brstov in plodov (sl. 10). Da bo gnojenje usklajeno z dejanskimi potrebami, je treba poznati procese razvoja drevesa.

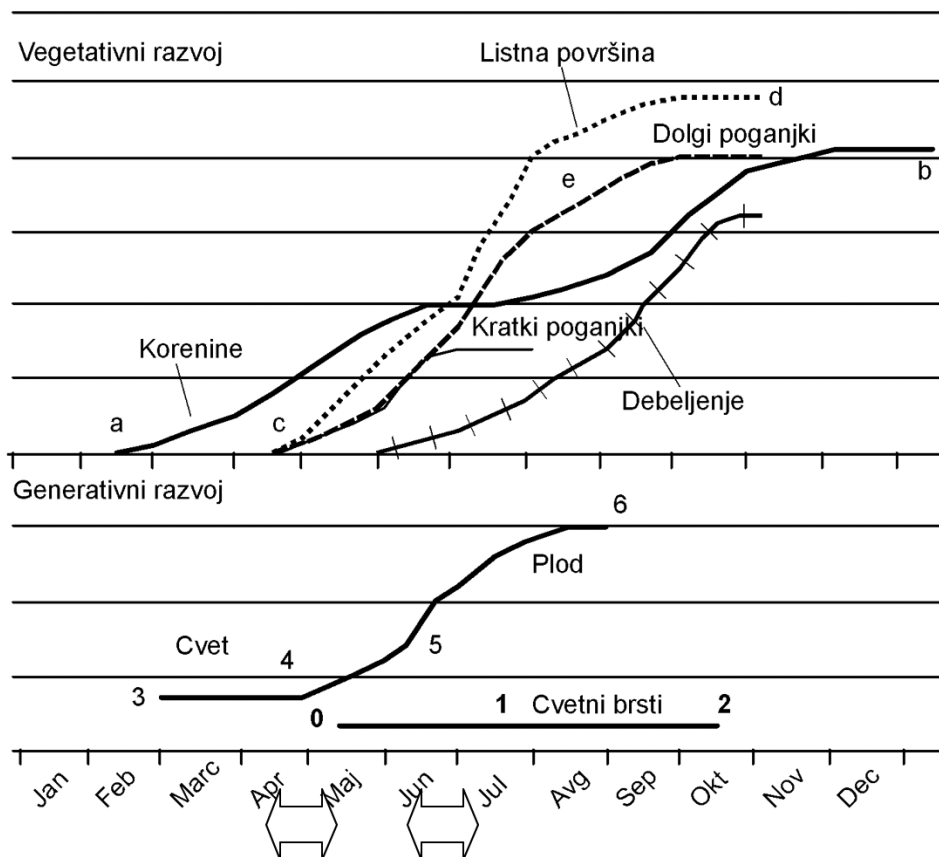
Kot vir hranil za pokritje potreb so na voljo:

- zaloga hranil v lesu, ki jih rastlina remobilizira;
- rastlinam dostopna hranila iz tal;
- hranila dodana z gnojili v tla in/ali na liste;
- hranila, ki pridejo na liste ali v tla s padavinami ali usedlinami prašnih delcev.

Tla kot vir hranil za rast

Na primeru dušika se da zelo dobro ilustrirati, kdaj in koliko hranil drevo ali grm sprejme. Dušik je glavno, zelo mobilno hranilo. Če ga rastlina dobi premalo, se pojavijo težave v rasti in v kakovosti, prav tako, če ga dobi preveč. Pri olesenelih rastlinah je spomladanski razvoj omogočen s pomočjo hranil, ki jih rastlina remobilizira iz zalog v lesu. Remobiliziran dušik predstavlja sorazmerno dolgo časa (do junija) glavni vir dušika v listju novih poganjkov tudi na gnojenih površinah.

Preskrba lesa s hranili praviloma ne predstavlja težav, saj v ta namen pride dovolj hranil iz ostankov biomase v nasadu (odrezan les, sesekljana trava). Če se zgodi, da je poraba hranil iz rezerv zelo velika, ter da sočasno ni dobrega sprejema hranil iz tal s koreninami, s čimer bi se rezerve spet obnavljale (npr. v hladnih tleh spomladi lahko toplo vreme spodbudi rast poganjkov), je treba rezerve po določenem času obnoviti z gnojenjem.



Slika 10: Shema letnega razvoja pri jablani nam kaže časovno dinamiko potreb po hranilih.

Preglednica 54: Nekatere lastnosti tal, ki lahko ovirajo uspešnost pridelave sadnih rastlin

Ovirajoča lastnost	Kako jo prepoznati?	Možni ukrepi za izboljšavo tal
Stojna voda	Zbiti, modrikasti sloji tal Rjasti madeži nad 60 cm globine tal	Rastišče ni primerno za sadjarstvo Drenaža Sajenje na grebenih Globoko oranje oz. podrahljavanje zbitih slojev in takojšnje sajenje
Globina prekoreninjenih tal manjša od 50 cm	Malo ali nič korenin Velik delež skeleta, npr. proda ali zbit sloj tal (npr. psevdoglej) Premalo humusa	Pogosto je potrebno namakanje (odvisno od klime) Večletno »zeleno gnojenje« (npr. facelija, oljna redkev) in gnojenje z organskimi gnojili za povečanje vsebnosti humusa Globoko oranje oz. podrahljavanje zbitih slojev in takojšnje sajenje
Izrazita ločitev horizontov tal do globine 50 cm	Horizonti niso premešani Opazno na barvi, strukturi in teksturi horizontov Malo ali nič kanalov od deževnikov	Globoko oranje oz. podrahljavanje zbitih slojev in takojšnje sajenje; Preprečiti zbijanje tal z uporabo širokih ali dvojnih pnevmatik Večletno »zeleno gnojenje« (npr. facelija, oljna redkev) in gnojenje z organskimi gnojili za povečanje vsebnosti humusa
Zablatena in zaskorjena površina tal Erozijski jarki	Zgornji sloj tal je zbit Preveč fina struktura tal Kakovostna zemlja odplaknjena	Saditi prečno na nagib zemljišča Izboljšati rast podsevkov (npr. travno deteljne mešanice med vrstami) Pokrivanje tal z organskimi materiali (npr. z lubjem); Vožnja z mehanizacijo le, ko tla niso prevlažna Preprečiti zbijanje tal z uporabo širokih ali dvojnih pnevmatik Večletno »zeleno gnojenje« (npr. facelija, oljna redkev) in gnojenje z organskimi gnojili za povečanje vsebnosti humusa

Odvzem hranil s sadnimi vrstami

Preglednica 55: Odvzem hranil pri jablani z različnimi deli rastline

Organ jablane	Hranilo v kg/ha				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Plodovi (40 t/ha)	20	13	60	4	2
Listi	43	7	55	70	16
Veje, steblo korenine	16	9	15	37	2
Razno (brsti, odpadli plodiči)	11	3	16	3	1
Odrezan les	10	4	4	23	2
Skupni odvzem	100	36	150	137	23

Preglednica 56: Odvzem hranil s plodovi različnih sadnih vrst pri srednjih pridelkih

Sadna vrsta	Pridelek t/ha	Hranila (kg/ha)				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Jablana	40	20	13	60	4	2
Hruška	40	30	10	70	2	5
Češnja	12	26	5	23	2	2
Češplja	20	10	5	42	1	2
Marelca	20	18	9	71	3	2
Breskev	15	15	9	36	1	2
Kivi	20	31	11	54	7	2
Maline	15	29	7	26	–	5
Drugo grmičasto jagodičje	20	37	7	47	–	4
Borovnica	15	21	2	10	–	1

Gnojilne norme za različne sadne vrste pri različnih nivojih pridelkov

Na rastišču z normalno rodovitnostjo tal (C-stopnja preskrbljenosti tal) za vzgojo sadja lahko uporabimo kot pomoč pri določanju odmerkov gnojil »gnojilne norme«, s katerimi pokrijemo potrebe po hranilih v polni rodnosti nasada. Norme temeljijo na podlagi odvzema hranil z določenim pridelkom, vendar so praviloma nekoliko višje, kot znaša odvzem hranil s pridelki. Razlike med odvzemom hranil in potrebami po hranilih imajo različne vzroke. Za zelo mobilni dušik so norme vedno višje, ker se nekaj dušika nujno izgubi iz sistema tla-rastlina, če z njim še tako skrbno gnojimo. Pri ostalih glavnih hranilih se gnojilna norma praviloma sklada z odvzemom, čeprav je tudi dostopnost teh hranil odvisna predvsem od tipa tal (globina prekoreninjenega sloja, vsebnost in oblika glinenih mineralov, vsebnost organske snovi, mikroba aktivnost, pH tal) ter od vremenskih razmer (padavine, toplota). Med posameznimi elementi lahko prihaja tudi do antagonizma oz. konkurence. Razlika med odvzemom hranil s pridelki plodov in gnojilnimi odmerki zadošča za posredno prehrano in rast lesenega telesa grmov ali dreves preko mulčene negovane ledine, odpadlega listja in odrezanih vej.

Preglednica 57: Gnojilne norme za različne sadne vrste pri različnih nivojih pridelkov

Sadna vrsta	Pridelek	Gnojilne norme pri C stopnji preskrbljenosti tal (kg/ha)			
	t/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg
Jablana, hruška	20	40	10	40	5
	30	50	15	60	10
	40	60	20	75	10
	50	70	25	90	15
	60	80	30	110	20
Češnja	8	40	15	40	5
	12	60	20	50	10
	16	80	30	65	15
Češplja	10	40	10	35	5
	15	60	15	50	5
	20	80	20	65	10
Marelca	15	45	20	60	5
	20	60	25	75	10
	25	75	30	90	15
Breskev	15	45	10	45	5
	20	60	15	55	10
	25	75	20	70	15
Kivi	15	40	10	60	5
	20	50	15	75	5
	25	65	20	90	10
Maline	10	30	20	45	10
	15	45	30	60	15
	20	60	40	80	15
	25	75	50	90	20
Robidnice	15	40	25	45	15
	20	55	35	65	15
	25	70	45	85	20
Borovnica	10	30	20	50	10
	15	35	25	60	15
	20	40	30	70	20
Rdeči ribez	15	60	30	90	15
	20	85	45	120	15
	25	110	60	150	20
Črni ribez	15	50	30	85	15
	20	70	40	120	15
	25	90	50	155	20
Kosmulje	12	40	25	60	15
	17	60	35	80	15
	22	80	45	110	20

Količina gnojilnih odmerkov naj se ravna po sposobnosti tal za dobavo hranil iz tal in po potrebah rastlin. Specifične potrebe rastišča se lahko še posebej dobro ugotovijo s kombinacijo talnih in listnih (foliarnih) analiz.

Pregnojitve zmanjša odpornost sadnih dreves, kakovost plodov in škoduje okolju.

Predpostavke za gnojenje jablane z dušikom:

- rodni poganjek (brstika, rodna šiba) dolg 15 - 25 cm;
- Pri močnejši rasti poganjkov: do - 50% dušika;
- Pri lahkih (peščenih) tleh posamezen odmerek N ne sme presegati 30 kg/ha;
- Pozno jeseni lahko gnojimo z največ 40 kg N/ha;
- Posebne sorte (npr. Crips Pink): pri močni rasti ne damo nič dušika.

Pri P, K in Mg je treba upoštevati matično kamninsko podlago tal in antagonizme med posameznimi ioni. Tlom, ki imajo zelo veliko K (stopnji preskrbljenosti D ali E), moramo gnojiti z najmanj 20 kg/ha Mg letno, da ne pride do antagonizma K – Mg, razen, če je tudi vsebnost Mg prav tako v stopnji preskrbljenosti D ali E.

Za korekcijo norm dušika za različne nasade uporabljamo Kellerhals-ovo metodo.

Preglednica 58: Korekcija gnojilne norme za gnojenje z dušikom

Gnojilna norma	Npr. 50 kg N/ha/leto
kriterij	korekcija norme v kg N/ha/leto
1. rast poganjkov	
srednja	0
šibka	+ 8
močna	- 12
2. zaključenost rasti	
normalna	0
zgodnja	+ 2
pozna	- 4
3. tvorba cvetnih brstov	
srednja	0
majhna	- 6
velika	+ 4
4. pridelek	
srednji	0
majhen	- 6
velik	+ 4
5. fiziološke motnje	
tendenca ni prisotna	0
tendenca je prisotna	- 4
6. manjkajoči volumen	
majhen < 10 %	- 4
srednji 10-30 %	0
velik do zelo velik > 30%	+ 4

Preglednica 58: nadaljevanje	
7. vsebnost organske snovi	
majhna	+ 4
srednja do velika	0
zelo velika	- 6

Vir: Kellerhals, 1997

Preglednica 59: Korekcija gnojilne norme za gnojenje z dušikom glede na globino tal

Korekcija norme v kg N / ha / leto glede na globino tal			
podlaga	> 80 cm	40 – 80 cm	< 40 cm
bujna	- 8	- 4	- 2
srednje bujna	- 4	- 2	0
šibka	0	+ 2	+ 4

Vir: Kellerhals, 1997

Pri pripravi nasada je treba predpostaviti, kakšen bo ciljni pridelek nasada v polni rodnosti in uporabiti gnojilno normo, ki ustreza temu ciljnemu pridelku. V fazi razvoja dreves, od saditve do polne rodnosti, se gnojilni odmerki postopno povečujejo od polovice potreb (razvoj lesa in rodnega volumna) do polne potrebe, ko nastopi polna rodnost. Trajanje mladostnega razvoja je odvisno od rastišča in načina vzgoje ter traja največ 5 let.

Gnojenje oljk

Esencialna hranila za uspešno rast oljčnih nasadov – oljčnikov so predvsem dušik, fosfor, kalij in bor.

Odvzemi hranil s povprečnim pridelkom 4 do 5 t plodov/ha so:

N: 40 - 70 kg/ha

P₂O₅: 10 - 20 kg/ha

K₂O: 60 - 100 kg/ha

Gnojenje z dušikom je zelo pomembno in ga lahko izvajamo kot gnojenje preko tal ali preko listov (foliarno). Če gnojimo preko tal, je ciljni odmerek 0,5 – 1 kg N (največ 1,5 kg N) na oljčno drevo oz. 50 do največ 100 kg N/ha. Gnojimo konec zime, najbolje s KANom oz. amonsulfatom, če imamo tla bazična. Odmerek lahko delimo na dva dela: 1/2 do 2/3 damo zgodaj spomladi, preostanek pa en mesec kasneje. Koliko N bomo odmerili, je odvisno od bujnosti rasti v nasadu oz. od naravne rodovitnosti tal. Če je rast bujna, lahko oljke uspešno pridelujemo nekaj let tudi brez gnojenja z dušikom.

Folirano dodajanje N na liste in plodiče v času bujnega vegetativnega razvoja, ko se plodiči naglo razvijajo (konec junija ter tekom julija), je lahko zelo učinkovito. Zgodnje foliarno gnojenje, v času nagle celične delitve in vegetativne rasti plodičev, pomaga pri oblikovanju pridelka v tekočem letu, kot tudi pri zasnovi cvetnih nastavkov za naslednje leto – preprečuje alternanco. Za foliarno gnojenje uporabimo 1 – 2 % do največ 4 % raztopino uree. Seveda pa so pozitivni učinki možni le, če dušika v rastlini primanjkuje. Cilj gnojenja oljke z dušikom je ohranjati nivo dušika v listih v območju od 1,5 do 1,8 %, s čimer naj bi dosegli primerno, ne prebujno rast (dolžina pognajkov med 20 do 50 cm) ter obilno cvetenje rastline in lepo oblikovanje plodov.

Za gnojenje s **fosforjem in kalijem** veljajo enaka splošna priporočila, kot pri drugih kulturah – gnojimo v skladu s kemijsko analizo tal, ki jo opravimo enkrat na pet let. Če delamo foliarno analizo listja, naj bo vsebnost P ≥ 0,1 % in K ≥ 0,8 %.

Oljka je občutljiva na pomanjkanje bora. V listih mora biti njegova vsebnost večja kot 19 mg/kg suhe snovi. Če bora manjka, ga lahko dodamo v tla v obliki borove kisline ali borove soli oz. boraksa, v odmerku do 25 – 40 g B/drevo, oz. ca. 1 do 4 kg B/ha, pri čemer odmerek praviloma zadošča za več let. Škropljenje listov z borovimi pripravki (npr. solubor) pomagajo v tekočem letu (škropljenje pred cvetenjem), vendar je gnojenje z B preko tal običajno uspešnejše in bistveno cenejše.

Gnojenje sadnih kultur z dušikom

Kot pri drugih trajnih kulturah tudi sadna drevesa in grmi skladiščijo hranila v lesu in jih ponovno sproščajo, ko jih potrebujejo. Večinoma te zaloge zadoščajo za rast in tvorbo pridelka. Le v kratkih obdobjih so potrebe rastlin večje, zato moramo intervenirati z gnojenjem.

Vsebnost mineralnega dušika v tleh v območju korenin je odvisna od kompleksnih interakcij med mineralizacijo, reorganizacijo, izpiranjem in izhlapevanjem. Različni faktorji, kot so vsebnost organske snovi, tekstura tal, količina padavin in njihova razporeditev, tehnike namakanja in način obdelave tal močno vplivajo na dostopnost N v tleh.

V rastlini so dušikove spojine zelo mobilne. Nahajajo se prvenstveno v mladih rastočih organih, kjer dušik igra pomembno vlogo pri tvorbi celične strukture ter fiziološko pomembno vlogo pri tvorbi množice encimov, rastlinskih hormonov... Na začetku sezone, še posebej v fazi tvorbe cvetnih brstov, so potrebe po dušiku zelo povečane. Če so fiziološke potrebe rastline po hranilih pravilno preskrbljene, lahko rastline v kritičnih fazah razvoja dobijo pomemben delež dušika iz zalog v lesu. Potrebe po dušiku so zagotovljene iz zalog do začetka cvetenja. Za indukcijo cvetenja in za diferenciacijo brstov v cvetne brste, pa se potreba po dostopnem dušiku močno poveča. Dušik je tudi odločilen za dobro rast poganjkov in listov. Z opazovanjem rasti, vremenskih razmer (ali so tla zadosti topla in vlažna za hitro mineralizacijo) ter z Nmin analizo tal lahko ugotovimo, koliko dušika moramo dati z gnojenjem.

Prekomerno gnojenje z dušikom je škodljivo, saj pospešuje rast v času, ko naj bi rastlina premeščala asimilate v plodove. Novi poganjki predstavljajo konkurenco za asimilate, obenem pa preveč listja osenči plodove in poslabša njihovo obarvanje in kakovost.

Koščičasto sadje ima nekoliko večje potrebe po N kot pečkariji. Mladi plodovi koščičarjev se lahko deformirajo in nato odpadejo, kar je posebej pogosto, če primanjkuje dušika.

Jagode potrebujejo manj dušika. Če ga je preveč, pride do okužb plodov (botritis) in do poslabšanja kakovosti in velikosti pridelka.

Pri vseh kulturah pod folijo pride do pospešene mineralizacije N, zato gnojenje s tem elementom ponavadi v takem primeru ni potrebno.

Nmin v sadjarstvu

Za boljšo oceno, koliko gnojiti z N, nam je lahko v pomoč analiza na mineralni dušik (Nmin).

Nmin-metoda

Jemanje vzorcev iz 0 - 60 cm globine

→ sveže vzorce takoj poslati v laboratorij, praviloma v hladilni torbi

ali

→ vzorce analizirati takoj s pomočjo testnih lističev

Glede na potrebe kulture se določi ciljno vrednost za N_{min}, to je količina N, ki jo bo potrebovala celotna rastlina v sezoni (korenine, les, listje, brsti, plodovi).

Kot potrebna količina dušika, ki ga moramo dodati z gnojili, se računa potrebe sadne kulture minus ugotovljena vsebnost N_{min}. Po potrebi odštejemo od gnojilnega odmerka še količino N, ki se bo sprostila pri mineralizaciji iz humusa (pregl. 60).

Preglednica 60: Pričakovano sproščanje dušika iz tal (kg/ha) glede na vsebnost humusa in kapaciteto za vodo v tleh

Sadna kultura	Globoka tla		Plitva tla in/ali sušna tla	
	humus < 3%	humus >3%	humus < 3%	humus >3%
Pečkarji, koščičarji ali , grmičasto jagodičje				
– s trajno ozelenitvijo (negovano ledino)	15	30	8	20
– brez ozelenitve	30	45	20	32
Novi nasad jagod				
– po žitih	15	25	8	15
– po strniščnih ali drugih posevkih	25	45	20	25
Jagode				
– pri gnojenju po obiranju	15	25	8	15
– pri gnojenju spomladi	25	30	15	25
Globina vzorčenja tal (0 – 30 cm)				

prirejeno po Düngung im Obstbau – Leitfaden, Baden-Württemberg, 2007

Preglednica 61: N_{min} ciljna vrednost za pečkarje, koščičarje in grmičasto jagodičje

Sadna kultura	Nivo pridelka [t/ha]	N _{min} cilj [kg N/ha]	Globina vzorčenja tal [cm]
Pečkarji	20 – 30	50	0 – 60
	30 – 40	60	
Koščičarji	10 – 15	50	0 – 60
	15 – 25	70	
Slive, mirabele, češnje	25 – 35	90	0 – 60
	5 – 10	50	
Grmičasto jagodičje	10 – 20	70	0 – 60

prirejeno po Düngung im Obstbau – Leitfaden, Baden-Württemberg, 2007

Preglednica 62: N_{min} ciljna vrednost za jagode

Kultura	Nivo pridelka [t/ha]	N _{min} cilj [kg N/ha]	Globina vzorčenja tal [cm]
Jagode			
enoletnice			
– ob saditvi	10 – 20	40	0 – 30
– spomladi		60	0 – 60
Dvo- in večletnice			
– po obiranju	10 – 20	50	0 – 60
– spomladi		60	0 – 60

prirejeno po Düngung im Obstbau – Leitfaden, Baden-Württemberg, 2007

Pridelovalec potrebe po dušiku določi glede na vizualne ocene ali foliarne analize ali analize po Nmin metodi. Če se pri tem odloči za največje dovoljene letne odmerke čistega dušika (iz preglednice 63, mora te razdeliti na 2 do 3 obroke.

Ob jesenskem dognojevanju pred odpadanjem listja naj pridelovalec ne doda več kot 20 kg čistega N/ha (razen pri koščičarjih in leski, kjer naj doda največ 40 kg čistega N/ha).

V obdobju od odpadanja listja do cvetenja sadnega drevja ali ozelenitve negovane ledine dodajanje mineralnih dušičnih gnojil ni priporočljivo, prav tako tudi ni priporočljivo v obdobju od konca junija do jeseni. Izjema so češnje in leska, ki jih je dovoljeno dognojiti po obiranju.

Oljko pridelovalec lahko gnoji z N od konca februarja do sredine junija, oreh pa od konca marca do srede junija.

V integrirani pridelavi letno ni dovoljeno dodati večje količine N (kg/ha), kot je za posamezne sadne vrste prikazano v preglednici 63.

Preglednica 63: Maksimalno dovoljene letne količine čistega N na ha po sadnih vrstah v integrirani pridelavi

Sadna vrsta	N (kg /ha)
breskev	150
marelica	150
češnja	140
češplja	140
oljka	90
kaki	90
jablane, hruške*	60 (sorti zlati delišes in gala 90)
aktinidija	150
oreh	120
leska	120
kostanj	120
jagode	60
borovnice	60

* pri jablani in hruški je izjemoma dovoljeno največje dovoljene količine iz preglednice povečati za 50 kg/ha, vendar le ob izpolnjevanju enega od treh pogojev:

- če je bila predhodno opravljena analiza Nmin
- če je fiziološko stanje dreves takšno, da dolžina enoletnega prirastka iz terminalnih brstov ni večja od 30 cm
- če vsebnost humusa v tleh ne presega 4 %

Če je rast nasada slaba in razmere narekujejo izdatno gnojenje z N (preko 100 kg/ha), je treba poudariti, da dušik ni edino sredstvo za uravnavanje intenzitete rasti. Ukrepi, kot so rez, redčenje cvetov in plodov, tehnike namakanja in ravnanje s tlemi, lahko močno vplivajo na razvoj in intenziteto rasti drevesa. Če je rast poganjkov kljub izdatnemu gnojenju slaba, je treba vzroke slabe rasti poiskati v npr. neustrezni agrotehnik (namakanje, nega tal), neustrezni teksturi tal ali izboru sadik (sort/ali podlag), ki ne ustrezajo rastišču (tlom in klimi).

Tehnika in čas gnojenja z dušikom

Gnojenje v vrste ali po celi površini nasada

Gnojimo lahko povprek, po celi površini ali pa ciljno, samo pod krošnje dreves v vrste. Gnojenje v vrste se lahko priporoča le za zelo šibko rastoče nasade in ob predpostavki, da je volumen koreninskega sistema omejen le na ozek pas ter ne zaseda celotnega volumna tal. V takem primeru vzorčimo tla za potrebe kontrole rodovitnosti le v gnojenem pasu pod drevesi (sl. 9). Vrste zavzemajo približno 1/3 površine nasada. Zato moramo gnojilne norme za dušik, ki veljajo za odmerke na celotni površini nasada, zmanjšati približno za polovico. Drugače bi lahko prišlo v območju dreves do prevelike vsebnosti dušika, do poslabšanja kakovosti pridelka, do slabšega izkoristka in posledično do povečanih izgub N. Druga hranila (P, K, Mg) lahko odmerimo v enaki količini, kot če bi gnojili celo površino nasada.

Če je celoten nasad šibke rasti zaradi splošno slabe rodovitnosti tal, potem priporočamo gnojenje po celotni površini, da ustvarimo kakovostno rušo negovane ledine in tako preko povečanja vsebnosti humusa v tleh izboljšamo rodovitnost celotnih tal.

Delitev dušika na obroke

Pri jablani je treba dušik deliti na odmerke pred in po cvetenju. Tudi pri modernih nasadih koščičarjev je treba deliti odmerke N: prvič marca (malo pred cvetenjem) ter nato konec maja/začetek junija. Pozno gnojenje z N (od sredine junija naprej) se odsvetuje, ker se v takem primeru podaljša vegetativna rast ter zorenje lesa, kar zmanjša odpornost na pozebo. Lahko se poslabša tudi kakovost plodov.

Pri majhnih odmerkih (do 30, največ 40 kg N/ha) gnojimo z N le na začetku pomladi (od marca do začetka aprila, odvisno od nastopa začetka rastne dobe). Pri večjih potrebah gnojimo v več delih. Drugi obrok N damo na začetku cvetenja oz., če se borimo proti pozebi, po tem ukrepu.

Gnojenje z dušikom je treba uskladiti z regulacijo rasti negovane ledine. S pravočasnim mulčenjem ledine ali z uničevanjem plevela zmanjšamo konkurenco in začasno omogočimo dobro prehranjenost sadnih rastlin z N. Problem je v sušnih ali zelo mokrih letih, ko so hranila zaradi suše v tleh nedostopna ali pa se zaradi prevelike moče iz tal izpirajo. Takrat si lahko pomagamo s foliarnimi gnojili.

Gnojenje po obiranju pridelka za pospešitev polnjenja rezervnih organov v lesu (npr. tvorba arginina in asparagina)¹ je le izjemoma lahko koristno v sezonah, ko je jeseni listje še zeleno in daljše obdobje sposobno asimilacije. Tudi v tem primeru gnojimo praviloma le v nasadih, kjer bi pomanjkanje hranil lahko povzročilo zmanjšanje ali celo izpad pridelka naslednje leto (nevarnost alternance).

1 Stanislav Tojnk, Fakulteta za kmetijstvo, MB: »Južni Tirolci takoj po obiranju dodajo določeno količino dušika, pa tudi mi priporočamo tako«.

Termin odmerjanja P, K in Mg

Fosfor in kalij lahko odmerjamo bodisi jeseni, bodisi spomladi, v dobro preskrbljenih tleh lahko z njima občasno gnojimo le vsako drugo leto. Magnezij, če je sploh potreben, odmerimo spomladi, ker je to hranilo bolj mobilno od P in K.

Vpliv ozelenitve nasada na dostopnost hranil

V dobro rastočih nasadih naj bodo tla vedno pokrita z zeleno odejo, ki jo občasno mulčimo med vrstami in okrog dreves kosimo ali uporabljamo za celo površino specialen mulčer z nihajočo roko, ki seže tudi pod drevesa. Rastoč zelen pokrov pred obiranjem plodov zmanjšuje dobavo dušika in s tem posredno izboljša kakovost plodov. Pomembno zmanjša tudi količino nitratnega dušika v tleh po koncu rastne dobe ter s tem nevarnost izpiranja N pozno jeseni in čez zimo.

Idealne rastline za zeleni pokrov so nizke rasti in tudi njihove korenine morajo biti plitve, da ne konkurirajo sadnim kulturam.

Število mulčenj je odvisno od okoliščin v sadovnjaku (rasti dreves, talnega tipa, vodnih razmer). Pri dobri rasti in primerni vlažnosti se priporoča, ko je trava visoka 15 – 20 cm, to v praksi pomeni (4)6 – 8 mulčenj letno (Richtlinien für den integrierten Kernobstbau, AGRIOS, 2009).

- Če razvoj dreves in naravno sproščanje dušika v nasadu dopuščata, je lahko celoten nasad (medvrstni prostor in pasovi pod drevesi) ves čas zatravljen. Rastlinski pokrov omogoča vezavo dušika, kar je v vitalnih, dobro rastočih nasadih prednost.
- Mulčenje zelenega pokrova alternativno, vsako drugo vrsto, zmanjša sproščanje dušika ter obenem poveča biotsko pestrost zelenega pokrova (zelišč, trav in detelj).

Prekrivanje vrst okrog dreves s kompostom iz lubja ohranja tla vlažna, zatira rast trave in zmanjšuje erozijo in zato tak ukrep priporočamo. Prekrivka iz komposta pa na žalost ugaja mišim in voluharju, ki jih je treba dodatno zatirati in včasih zaradi njih pokrivko odstraniti.

Analiza listov (foliarna analiza)

Cilj in možnosti uporabe analize listov

Analiza listov (foliarna analiza) je v praksi manj poznana metoda, s katero lahko kontroliramo ustreznost prehranjenosti rastlin v rastni dobi. Je dopolnilo drugim metodam za kontrolo gnojenja. Samo na podlagi te metode ne moremo narediti gnojilnega načrta.

Praviloma se analizira liste na N, P, K, Ca in Mg, občasno pa tudi na druge elemente, predvsem mikrohranila kot so bor (B), mangan (Mn), železo (Fe), cink (Zn), baker (Cu) in molibden (Mo).

Listna analiza zelo dobro pokaže latentna pomanjkanja in antagonizme med elementi. Sposobnost absorpcije hranil skozi korenine in dostopnost hranil močno niha v odvisnosti od talnih lastnosti, toplote in vsebnosti vode. Skupaj z opazovanjem razvoja rastlin in z upoštevanjem podatkov analize tal, lahko listna analiza poda boljši vpogled v status in dinamiko dostopnosti hranil iz tal.

Koncentracija hranil v listih je močno odvisna od razvojne faze (starosti) listov, vremenskih razmer in drugih faktorjev, kar otežuje interpretacijo analize. Čas vzorčenja je odločilen, saj se vsebnost hranil v listih med letom spreminja.

Napotki za vzorčenje listov

Za posamično območje v nasadu se vzame 100 listov iz sredine enoletnih šib, ki izraščajo pod kotom ca. 30° in so reprezentativne za nasad. Če je treba zaradi pojava fizioloških motenj vzorčiti liste v drugem terminu, kot je določeno s to normo, je treba vzeti in v laboratorij poslati dva vzorca – enega iz prizadetega dela in drugega iz zdravega dela sadovnjaka, seveda iste starosti, sorte in vzgoje. Če ste v dvomih glede bolezni, še pred pošiljanjem vzorca v laboratorij prosite kmetijskega svetovalca – specialista za pregled nasada in nasvet.

Vzorčenje listov se lahko opravi že v T-stadiju (zgornja stran plodu in pecelj oklepata pravi kot), če želimo ukrepati še v istem letu. Praviloma se vzorči liste 75 do 105 dni po polnem cvetenju.

Tolmačenje (interpretacija) analize

Tolmačenje rezultatov listne analize se opravi s pomočjo referenčnih vrednosti (pregl. 64) ali primerjave rezultatov obolelih z zdravimi listi.

K/Ca razmerje v mladih plodičih v T-stadiju lahko služi kot prognoza. Pri K/Ca razmerju > 5,7 obstaja povečana nevarnost pojava grenke pegavosti.

Preglednica 64: Referenčne vrednosti analize listov v sadovnjakih v stadiju 75 do 105 dni po polnem cvetenju. Vrednosti so podane v % SS

Vrsta/ Sorta	N		P		K		Ca		Mg					
	ZM	D	ZV	ZM	D	ZV	ZM	D	ZV	ZM	D	ZV		
Jablana	< 1,93	2,13-2,51	> 2,71	< 0,172	0,190-0,224	> 0,242	< 1,40	1,57-1,89	> 2,06	< 1,08	1,25-1,59	> 1,76	< 0,228-0,284	> 0,312
Zlati delišes	< 2,11	2,24-2,50	> 2,63	< 0,171	0,185-0,215	> 0,229	< 1,43	1,59-1,89	> 2,05	< 1,08	1,29-1,71	> 1,92	< 0,228-0,312	> 0,354
Elstar	< 1,88	2,11-2,55	> 2,78	< 0,179	0,202-0,248	> 0,271	< 1,46	1,57-1,79	> 1,90	< 1,31	1,40-1,56	> 1,64	< 0,201-0,239	> 0,259
Hruška	< 1,46	1,87-2,71	> 3,12	< 0,110	0,149-0,229	> 0,268	< 0,69	1,06-1,81	> 2,19	< 1,10	1,43-2,09	> 2,42	< 0,293-0,411	> 0,470
Češplja	< 2,02	2,26-2,74	> 2,98	< 0,152	0,152-0,238	> 0,238	< 1,75	2,03-2,57	> 2,85	< 1,67	1,96-2,54	> 2,83	< 0,306-0,394	> 0,438
Češnja	< 1,94	2,17-2,63	> 2,86	< 0,152	0,174-0,216	> 0,238	< 1,75	2,03-2,57	> 2,85	< 1,41	1,65-2,15	> 2,39	< 0,262-0,338	> 0,375
Marelica	< 2,19	2,40-2,80	> 3,01	< 0,133	0,159-0,209	> 0,235	< 2,30	2,58-3,14	> 3,42	< 1,61	1,90-2,46	> 2,75	< 0,347-0,487	> 0,558
Breskev	< 2,84	3,18-3,86	> 4,20	< 0,166	0,190-0,236	> 0,260	< 2,13	2,46-3,12	> 3,45	< 1,77	2,08-2,70	> 3,01	< 0,411-0,529	> 0,588

ZM: zelo mala vsebnost hranila
D: dobra preskrbljenost
ZD: zelo dobra preskrbljenost
Vir: Bertschinger in sod., 2003

Foliarno gnojenje (gnojenje preko listov)

Splošno stališče glede foliarnega gnojenja:

Rutinsko foliarno gnojenje sadovnjakov v dobri kondiciji ne predstavlja prednosti in ga zato ne priporočamo. Prekomerna dobava določenega hranila preko lista lahko povzroči fiziološke motnje in privede do poslabšanja kakovosti pridelka.

Strokovno vodeno foliarno gnojenje pa je lahko učinkovita metoda gnojenja z malo izgubami hranil. Količine hranil pri posamičnem nanosu niso zanemarljive, npr. pri dušiku ca. 5 kg N/ha, zato lahko s foliarnem gnojenjem učinkovito pokrijemo osnovne potrebe drevesa z dušikom. Količine hranil, ki jih damo s foliarnem gnojenjem, je zato treba upoštevati v gnojilnem načrtu.

Foliarno gnojenje naj bo samo eden od možnih načinov gnojenja. V strokovno vodenih nasadih namreč tudi preko tal gnojimo v več obrokih, zato so izkoristki hranil tudi na ta način dobri, izgube pa majhne.

Foliarno gnojenje zato pride v poštev predvsem takrat, ko je sprejem hranil skozi koreninski sistem omejen, nezadosten. Pomanjkanja hranil se kažejo kot kloroze (razbarvanja) listov, ki se lahko kasneje razvijejo v odmrtnje posameznih tkiv lista (nekroze). Razlogov za tako stanje je več:

- majhna koncentracija rastlinam dostopnih hranil v tleh;
- antagonizmi med ioni;
- pH vrednost, ki ovira sprejem določenih elementov;
- fiksiranje hranil v tleh;
- slab sprejem hranil zaradi prehladnih, premokrih ali presuhih tal;
- slaba kondicija rastlin zaradi zmrzali ali po toči;
- poškodovan koreninski sistem, posebej še pri mladih rastlinah;
- preslaba prehrana z dušikom kombinirana z bujnim cvetenjem; itd.

Najprej je treba ugotoviti, ali mogoče gospodarimo napačno in kako naše ravnanje vpliva pojav določene težave. Tudi prekomerno gnojenje lahko vpliva na slabši razvoj in presnovo rastlin (npr. preveč K ovira sprejem Mg in Ca; preveč P ovira sprejem Zn, itd.).

Posebej pri težavah z mikroelementi je ponavljajoče se folirano gnojenje pogosto edin možen ukrep za hitro izboljšanje stanja. Trajno rešitev simptomov pomanjkanja pa je treba ugotoviti s celovito analizo ter nato ustrezno ukrepati. Pogosto je potrebno narediti analizo stanja rastišča s pedološko analizo in upoštevati zahteve posameznih vrst in sort sadnih rastlin.

Posebnosti pri foliarnem gnojenju

- paziti na občutljivost na kloride, npr. uporabljati K-sulfatna gnojila oz., v primeru K-klorida gnojiti le pozno jeseni, da se klorid čez zimo izpere;
- Gnojenje jablan s foliarnimi kalcijevimi gnojili od konca junija naprej proti grenki pegavosti;
- folirano gnojenje s cinkom in manganom ob začetku vegetacije

Pomemben primer foliarnega gnojenja je povečanje vsebnosti kalcija za izboljšanje skladiščne obstojnosti plodov.

Večina foliarnih gnojil je v obliki vodotopnih soli, ki so jim dodana sredstva za oprijemanje listov in izboljšanje sprejema v list. Formulirana listna gnojila so dražja od enostavnih soli, vendar jih rastline dobro prenašajo in so zato kljub višji ceni smiselna izbira.

Priporočila za uporabo foliarnih gnojil

Napake pri uporabi foliarnih gnojil pogosto vodijo do poškodb listov ali plodov. Največkrat se poškodbe v obliki ožigov pojavljajo pri neustreznih vremenskih razmerah (npr. prevroče vreme), pri preveliki koncentraciji pripravlka ali ob napačnem mešanju z drugimi sredstvi.

Preglednica 65: Časovna razporeditev morebitnih potreb sadnega drevja po dodajanju hranil s foliranimi gnojili

	N	P	K	Mg	Ca	B	Zn	Fe	Mn
Januar	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Februar	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Marec	X	–	X	–	–	–	–	–	–
April	X	X	X	X	–	X	X	–	X
Maj	X	X	–	X	X	X	X	(X)	X
Junij	X	X	(X)	X	(X)	–	–	–	X
Julij	X	X	(X)	–	X	–	–	–	X
Avgust	(X)	X	–	–	X	–	–	–	X
Sept.	(X)	–	–	–	X	–	–	–	–
Oktob.	X	X	–	X	–	X	X	–	–
Nov.	X	–	–	–	–	–	–	–	–
Dec.	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Vremenske razmere v času nanašanja gnojila na liste

Temperatura

< 20°C	Folirano gnojenje možno do največjega dopustnega odmerka
20–25°C, oblačno ali ponoči	Zmanjšati odmerke
20–25°C, jasno, sončno	ne gnojiti foliarno!
> 25°C	ne gnojiti foliarno!

Zračna vlaga:

>50–60%	Vlažnost zraka idealna
40–50%	uporabljati le formulirana gnojila
<40%	ne gnojiti foliarno!

Preglednica 66: Sposobnost mešanja različnih foliarnih gnojil

Dobra sposobnost mešanja	
Sečnina (urea)	Z vsemi foliarnimi gnojili
Neustrezne kombinacije mešanja	
Kalcijeva gnojila	Fosfatna ali sulfatna gnojila
Kalijev klorid	Mantrac monokalijev fosfat
Boraks ali Solubor	Grenka sol (magnezijev sulfat) kalcijev nitrat cinkov sulfat manganov sulfat monokalijev fosfat
Grenka sol (magnezijev sulfat)	Kalcijev nitrat monoamonijev fosfat Boraks/Solubor Mantrac cinkov sulfat kalijev fosfat
Kalcijev nitrat	Grenka sol (magnezijev sulfat) manganov sulfat ali Mantrac cinkov sulfat Boraks ali Solubor kalijev sulfat kalijev fosfat
Kalijev sulfat	Kalcijev nitrat monoamonijev fosfat kalijev fosfat
Manganov sulfat	Boraks/Solubor kalijev fosfat
Cinkov sulfat	Grenka sol monoamonijev fosfat bakrovi pripravki kalcijev nitrat kalijev nitrat kalijev fosfat
Kalijev nitrat	Bakrovi pripravki cinkov sulfat kalijev fosfat
Mantrac	Kalcijev klorid Grenka sol Ethrel ali Cerone kalijev fosfat
Kalijev fosfat	Vsa foliarna gnojila z izjemo sečnine (uree)

Fertigacija

Gnojenje skupaj z namakanjem (fertigacija) je primeren ukrep, zlasti za zelo intenzivne nasade s šibkimi podlagami, še posebej, če v teh nasadih sicer že postavimo kapljični namakalni sistem. Uporabljati moramo popolnoma topna gnojila. Fertigiranje z mineralnimi gnojili ni dovoljeno v ekološkem kmetijstvu. Možno pa je tudi v ekološkem kmetijstvu po namakalnem sistemu dati nekatera gnojila (npr. vinasa: stranski proizvod pridobivanja alkohola, kvasa, citronske kisline in drugih organskih snovi s fermentacijo melase sladkorne pese; vsebuje ca. 3% N in 6% K v obliki sulfata; pozor: lahko vsebuje 2% NaCl).

Bistvena prednost fertigacije je v pogostejšem odmerjanju lahko topnih hranil, ki se sicer iz tal lahko izpirajo. V pošev prideta predvsem dušik in morebiti magnezij (če ga primanjkuje, kar je v Sloveniji redko).

Ali predstavlja fertigiranje tehnološko prednost pred običajnimi načini gnojenja z dušikom je odvisno od več dejavnikov, ki jih pogojujejo tla in klima (hitrost mineralizacije N, nevarnost izpiranja...). V Sloveniji je spomladi, ko rastlina potrebuje dodatek N v obliki gnojil, pogosto obilo dežja, zato takrat večinoma ne namakamo. V času, ko so tla nasičena z vodo, ne smemo dodajati v vodi raztopljenih hranil, ker bi se izprala.

Za fertigacijo uporabljamo relativno koncentrirana gnojila z malo dodane vode. Po vsakem fertigiranju moramo zato namakalne cevi temeljito izprati s čisto vodo, da ne pride do mašenja šob s solmi. Pri fertigiranju z dušikom najboljše rezultate dosežemo, če gnojimo s pričetkom ob začetku cvetenja do začetka julija. Pri magneziju pa je ustrezno obdobje od začetka junija do sredine julija. Gnojiti moramo vsak teden, enkrat ali dvakrat. V prvi polovici dodajamo v razmerju med hranili več dušika, v drugi polovici pa manj. Količina dodanega dušika je odvisna od stanja v nasadu. Praviloma naj ne presežemo odmerka 25–30 kg N/ha letno, kar pomeni 10–15 g N/drevo letno, če ima nasad 2500 dreves/ha. V mladih sadovnjakih in vinogradih lahko raztopljen dušik (npr. kalcijev nitrat) razpršimo tudi z mikrorazpršilci neposredno v vrste pod drevesa, kar naj bi izboljšalo izkoristek N (sl. 11).



Slika 11: tekoče gnojenje z mikrorazpršilcem neposredno v vrste pod drevesa (Bertschinger in sod., 2003).

SMERNICE ZA GNOJENJE V ZELENJADARSTVU

Splošna priporočila

Pri gnojenju je potrebno upoštevati rezultate analize tal in odvzem hranil glede na količino pridelka, izkoriščanje hranil iz gnojil, kar je povezano s tehnologijo gojenja in načinom gnojenja in glede na gnojenje z organskimi gnojili v prejšnjih letih.

Stopnje preskrbljenosti tal z glavnimi hranili so enake, kot so podane v delu Smernic za poljedelstvo. Prav tako so enaka druga splošna priporočila, kot npr. sistem kontrole rodovitnosti tal (čas in pogostost vzorčenja tal, analitski postopki in interpretacija analiz).

Kislost tal in gojenje zelenjadnic

V kislih tleh najbolj pogosto rastlinam primanjkuje Ca, P, Mg, in Mo. Zelenjadnice iz »občutljive« skupine lahko uspešno rastejo tudi v rahlo alkalnih tleh (do pH 7,6 če ne primanjkuje osnovnih elementov). Tudi najbolj tolerantne skupine zelenjadnic (malo občutljive) bolje rastejo pri pH 6,0-6,8 kot v bolj kislih tleh.

Preglednica 67 : Občutljivost zelenjadnic na kislost tal

Občutljive (pH 6,8–6,0)	Srednje občutljive (pH 6,8–5,5)	Malo občutljive (pH 6,8–5,0)
Blitva	Fižol	Radič
Brokoli	Brstični ohrovt	Motovilec
Cvetača	Korenček	Endivija
Čebula	Kumare	Sladki janež
Kitajski kapus	Jajčevce	Krompir
Melona	Česen	Rabarbara
Pesa	Bučke	Šalotka
Pastinak	Hren	Lubenica
Por	Ohrovt	
Solata	Kolerabica	
Špargelj	Peteršilj	
Špinača	Grah	
Zelena	Mesečna redkvica	
Zelje	Paradižnik	

Vir: Maynard in Hochmuth, 1997– str. 136

Glavne razlike pri gnojenju zelenjadnic, v primerjavi z gnojenjem večine poljščin

- Hiter razvoj in kratka rastna doba → potrebna velika koncentracija hranil v rastnem mediju;
- Pri mnogih vrtninah sorazmerno plitev koreninski sistem:

Preglednica 68: Razvrstitev zelenjadnic glede globine prekoreninjenosti tal

do 30 cm	do 60 cm	do 90 cm
solata, grah	por, zelena	pozno zelje
špinača	brokoli	ohrovt
motovilec	endivija	šparglji
kolerabica	korenje	
redkvice	zgodnje zelje	
korenček	nizek fižol	

- Dolga obdobja nepokritih tal, če ne skrbimo za ustrezno kolobarjenje, intenzivna obdelava tal in velike količine hranil vrnjenih v tla z rastlinskimi ostanki → povečana nevarnost izpiranja nitrata;
- Tehnološka zrelost – spravilo rastlin v vegetativni fazi rasti;
- Redno namakanje in pogosta uporaba zastirk.

Posebnosti pri gnojenju zelenjadnic

- preprečevanje kopičenja posameznih hranil (npr. fosfatov) z izbiro ustreznih gnojil,
- dognojevanje s pomočjo namakanja se vedno bolj uveljavlja,
- upoštevanje morebitne vsebnosti hranil v vodi za namakanje;
- v zaščitnih prostorih je analize priporočljivo izvajati vsaki 2 leti, na prostem zadošča na vsakih 4 do 5 let.

Gnojenje zelenjadnic z dušikom

Rastline potrebujejo večino dušika za tvorbo beljakovin ter cele vrste drugih pomembnih spojin (klorofil, mnogo spojin pomembnih za okus, vonj in barvila), vključno z DNK. Dušik je zato nujno potrebno hranilo za bujno vegetativno rast in za kakovost ter odpornost rastlin.

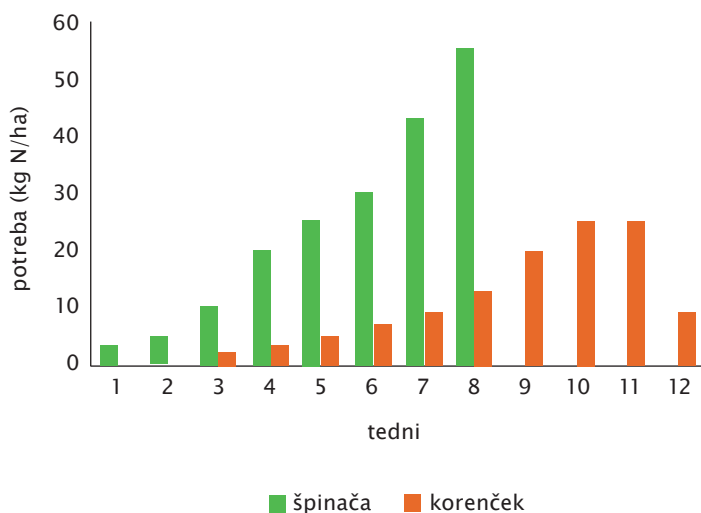
Večino dušika rastline sprejmejo v obliki nitrata. Ker je to hranilo v tleh in v rastlini zelo mobilno, se lahko iz tal bodisi izpere ali pa prekomerno nakopiči v rastlinah. Da bi preprečili izgube dušika, ga je treba posebej pazljivo odmerjati, v skladu s potrebami rastlin v posamezni fazi razvoja.

Potrebe po dušiku so odvisne od – poleg tal, rastnih razmer in tehnologije gojenja, tudi od:

- vrste in sorte zelenjadnice;
- dosegljivega pridelka;
- razvojnega stadija rastline.

Dušik lahko odmerjamo po treh sistemih:

1. podlagi izkustvenih norm. Ta način ne zahteva posebnih dodatnih meritev pred gnojenjem, je pa zato manj natančen. Temelji na odvzemu N s pridelki. V pregl. 74 so podani odvzemi N glede na pričakovan osnovni pridelek. Če so realni pridelki manjši, potem lahko odmerke zmanjšamo za do 20%, če pa so večji, jih povečamo do 25% nad odvzemom.
2. natančnost gnojenja z N izboljšamo, če upoštevamo prispevek N iz humusa in rastlinskih ostankov predhodne kulture. Če je humusa med 2 in 4,5% gnojimo s toliko N, da pokrijemo odvoz N s pridelki. Če je humusa manj kot 2%, potem je treba odmerke N povečati za do 20% nad odvzem, ki je naveden v pregl. 74 ter obratno, če je humusa več kot 4,5%, je treba odmerke zmanjšati za 15% pod navedeno količino za odvoz N. Izjema so zelo plitva tla (manj kot 25 cm globine), kjer je tudi pri veliki količini humusa v tleh potrebno dajati normalne odmerke N.
3. na podlagi meritev mineralnega dušika (N_{min}), z upoštevanjem odvzema N in minimalne potrebne zaloge mineralnega N (pregl. 74). Pri potrebah nad 80 kg N/ha je priporočljivo gnojenje z N deliti na več obrokov. Priporočilo še posebej velja za tla, ki imajo < 15% gline (lahka in srednje težka tla).



Slika 12: Potrebe različnih zelenjadnic po dušiku: špinača (listnata zelenjava) in korenček

Dostopnost N iz humusa in rastlinskih ostankov

- Glavni vir dostopnega N v tleh: mineralizacija talne organske snovi in rastlinskih ostankov je odvisna predvsem od temperature in od vlažnosti tal;
- Med rastno dobo vrtnin (v obdobju maj – september) se v povprečju iz humusa neto mineralizira 5 kg N/ha na teden (3 do 8 kg N/teden = ca. 60 do 160 kg N/ha na rastno dobo).
- Večina rastlinskih ostankov sprosti okoli 3 kg N/tono sveže mase, metuljnice do 5 kg/t;
- Količina N iz rastlinskih ostankov je lahko izjemna, npr. do 300 kg N/ha po ohrovtu. Do 70% tega N se sprosti med rastno dobo (v 10 tednih) in ga lahko rastline spet vsrkajo.

Preglednica 69 : Ocena potenciala mineralizacije glede na vsebnost humusa v ornici

Ocena potenciala mineralizacije	Vsebnost humusa v tleh %
Majhen potencial	< 2
Srednji potencial	2 – 4,5
Velik potencial	> 4,5

Nmin metoda pri zelenjadnicah

Ciljna vrednost po Nmin metodi je tista, pri kateri je dosežena optimalna (tržna) kakovost pridelka. Ciljna vrednost je seštevek odvzema N s pridelkom in minimalne potrebne zaloge mineralnega N v tleh, ki je za vsako kulturo nekoliko različna. Od ciljne vrednosti je treba nato odšteti prispevek dušika, ki se bo med rastjo mineraliziral iz humusa ter rastlinskih ostankov predhodnega posevka in morebitni prispevek z vodo pri namakanju (zalivanju) posevka.

Izračun ciljne vrednosti za Nmin:

Ciljna vrednost (kg N/ha) (odvzem N + minimalna zaloga N v tleh)

- Nmin meritev: rezultat analize tal
- mineralizacija ostankov predposevka
- prispevek N z namakalno vodo (če namakamo)

= skupne potrebe

Glede na spreminjanje količine mineralnega dušika v rastni dobi sta osnovni vprašanji kdaj in kako pogosto analizirati tla. Poznamo dva pristopa:

a) ena analiza tal:

- tik pred setvijo oz. presajanjem, če pričakujemo običajno sproščanje dušika z mineralizacijo ali po predposevku z manjšo količino žetvenih ostankov ali

- v času pred dognojevanjem, ko je pričakovano relativno obilno sproščanje N iz predposevka in bo sledilo zmerno gnojenje z dušikom

b) dve analizi tal:

- pred setvijo oz. presajanjem in v času pred dognojevanjem.

Slednji pristop je sicer natančnejši, zahteva pa več truda, stroškov,... Običajno pri dvakratnem odvzemu vzorcev tal pred setvijo odvezamemo samo gornjo plast tal (do 30 cm), pred dognojevanjem pa glede na globino korenin (pregl. 68 in 72).

Potrebna minimalna zaloga (rezerva) mineralnega dušika v tleh:

Rastline potrebujejo za optimalen pridelek med rastno dobo več mineralnega N, kot ga odvzamejo z nadzemnimi deli. Vrednost določimo s poljskimi poskusi kot ostanek mineralnega N po spravilu pridelka.

Rastline s slabo razvejanim koreninskim sistemom potrebujejo več rezerve (npr. čebulnice, ki imajo nadomestne korenine) kot rastline z dobro razvitimi in globokimi koreninami (npr. ohrovt) – glej pregl. 68.

Potrebno rezervo lahko po spravilu glavnega pridelka izkoristi naknadni posevek. Idealne rastline za izkoriščanje ostankov N po spravilu so npr. redkev, gorčica, inkarnatka, pšenica, ječmen...

Pomen gnojenja z N ob setvi ali saditvi:

- Pomanjkljivo gnojenje z N na začetku (ob saditvi) → izrazito poslabšanje rasti;
- Pomanjkanje N ob začetku cvetenja → prehitro dozorevanje in posledično zmanjšanje pridelka; prehitel prehod iz vegetativne v generativno fazo;
- Počasnejša rast ob pomanjkanju N → rastline se ob dodatku N vidno opomorejo, vendar težko nadoknadijo zamujeno (še posebej velja za hitro rastoče zelenjadnice, s kratko rastno dobo);
- Če ne damo štartnega N, je tudi pridelek manjši;

Oblika N gnojila

- Dostopnost N iz organskih gnojil je odvisna od temperature in običajno ne zadošča potrebam vrtnin. Z mineralnimi gnojili, s katerimi gnojimo časovno usklajeno s potrebami kulture, lažje – bolj precizno zadovoljimo potrebe rastlin po N;
- V nekaterih primerih amonijska gnojila ovirajo sprejem K^+ in Ca^{2+} in lahko povzročijo odmiranje rastnih vršičkov. Vzrok: slaba mobilnost Ca po floemu in pospešena rast zaradi gnojenja z N. Previdnost je potrebna tudi pri uporabi N-gnojil z inhibitorji nitrifikacije. To so gnojila z dodatkom kemijske snovi, ki specifično zavira delovanje

nitrifikatorjev, mikrobov, ki pretvarjajo amonij do nitrata. Gnojila so sicer koristna, ker lahko z njimi preprečimo izpiranje nitrata iz tal in morebiti izboljšamo izkoristek N iz gnojila.

Problem nitrata v zelenjadnicah

Izdatno gnojenje z dušikom

Pri povečanem gnojenju z dušikom se praviloma povečuje vsebnost nitrata v rastlinah. Pri tem ni razlike, ali nitrat izvira iz mineralnih ali iz organskih gnojil. Do povečane vsebnosti nitrata v zelenjadnicah lahko pride tudi pri izključnem gnojenju z organskimi gnojili.

Osvetlitev in temperatura

Pomanjkanje svetlobe in nizke temperature povzročajo slabšo presnavljanje nitrata in posledično pride do povečanja njegove vsebnosti v rastlini. Ker rastline sprejemajo nitrat tudi ponoči, ko je njegova pretvorba do organskega N še posebej počasna, vsebujejo rastline zjutraj praviloma več nitrata, vendar se ta presežek že do poldneva običajno predela, razen če je tudi čez dan osvetlitev slaba. Pri slabi osvetlitvi in sočasni povečani transpiraciji je nevarnost kopičenja nitrata velika tudi čez dan.

Razvojni stadij rastline

Vsebnost nitrata je odvisna tudi od razvojnega stadija rastline. V času naglega vegetativnega razvoja se v rastlinah lahko nakopiči bistveno več nitrata, če ga preveč dodajamo, kot kasneje, ko rastline vstopijo v generativno fazo. Zato vsebujejo zelenjadnice, ki jih pobiramo v času vegetativnega razvoja (npr. solata, špinača), pogosto veliko nitrata (pregl. 70).

Preglednica 70: Vsebnost nitrata v nekaterih zelenjadnicah

Vrsta zelenjave	Pričakovano območje vsebnosti nitrata v času tehnološke zrelosti (NO ₃ ⁻ ; mg/kg)
Solata	380–3520
Kitajski kapus	430–3520
Špinača	345–3890
Korenje	90–800
Zelena	160–350
Koleraba	200–1700
Paradižnik	10–100
Paprika	80–180
Kumare	20–300

EU direktiva

Nitrat in prehrana ljudi

Sprejem nitrata z zelenjavo v prehrani ljudi predstavlja največji delež (ca. 70% vnosa), manj s pitno vodo (ca. 20 %), mesom in mesnimi izdelki (ca. 6 %). Večina se ga izloči skozi ledvice. Manjši del pa se lahko ohrani v slini in se delno pretvori do nitrita.

Nitrat za odrasle ljudi ni zdravju škodljiv.

Nitrit

Nitrit je eden od produktov pretvorbe nitrata in velja za zdravju škodljivo snov. Nastaja lahko npr. pri staranju zelenjave z delovanjem nitritacijskih bakterij. Tudi večkratno pogrevanje zelenjavnih jedi lahko privede do tvorbe nitrita. Tudi v ustih in v želodcu se lahko del nitrata pretvori v nitrit. V kislem okolju želodca se lahko nitrit poveže z amini v rakotvorne nitrozamine.

Pri majhnih otrocih (dojenčkih do 5. meseca starosti) lahko nitrit v krvi nadomesti kisik na rdečih krvničkah, zaradi česar pride do slabe oskrbe organov s kisikom. Simptomi so dušenje in značilna modrica obraza (»blue face babies syndrome«).

Sveža zelenjava praktično ne vsebuje nitrita! Pri ljudeh, ki zaužijejo veliko listnate zelenjave in s tem tudi nitrata, je tveganje za zdravje zaradi zaužitega nitrata zelo majhno. Obsežne študije so pokazale, da je tveganje za rakom pri vegetarijancih zelo majhno. Sprejem nitrata v prehrano z zelenjavo je povezano s sočasnim vnosom antioksidantov (vitamini C, E in beta-karoten), ki preprečujejo tvorbo nitrozaminov (Baumgarten, 2008).

Največji dopustni vnos nitrata in nitrita pri ljudeh

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) ima postavljene mejne dovoljene dnevne količine zaužitega nitrata in nitrita (ADI - acceptable daily intake), pri katerih ni nikakršnih škodljivih učinkov za zdravje:

- natrijev nitrat: 5,0 mg/kg telesne teže (ustreza 3,65 mg NO_3 = ca. 0,8 mg $\text{NO}_3\text{-N}$);
- natrijev nitrit: 0,2 mg/kg telesne teže (ustreza 0,14 mg NO_2);
- Človek težak 70 kg sme torej brez zdravstvenih tveganj dnevno zaužiti 255 mg nitrata oz. 9,8 mg nitrita.

Mejne dopustne vrednosti nitrata v zelenjavi

Preglednica 71: Mejne vsebnosti nitrata v listnati zelenjavi

Zelenjava	Mejne vrednosti (mg NO ₃ /kg)	
sveža špinača	pridelana od 1. oktobra do 31. marca	3 000
	pridelana od 1. aprila do 30. septembra	2 500
konzervirana, globoko zamrznjena ali zamrznjena špinača		2 000
sveža zelena solata, (gojena v rastlinjaku in gojena na prostem)	pridelana od 1. oktobra do 31. marca: gojena v rastlinjaku	4 500
	gojena na prostem	4 000
	pridelana od 1. aprila do 30. septembra: gojena v rastlinjaku	3 500
	gojena na prostem	2 500
tip zelene solate „ledenka“	gojena v rastlinjaku	2 500
	gojena na prostem	2 000
žitne kašice ter otroška hrana za dojenčke in majhne otroke		200

UREDBA KOMISIJE (ES) št 1881/2006 z dne 19. decembra 2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih.

Priporočeni načini gnojenja za zmanjšanje nevarnosti izpiranja nitratov ali njihovega kopičenja v rastlinskem tkivu

- Gnojenje z N (in P) ob rastlinah, ki jih sadimo z veliko medvrstno razdaljo (npr. cvetača, bučke);
- Delitev gnojil na več obrokov (še posebej, če naj bo odmerek > 80 kg N/ha);
- Uporaba počasi delujočih N-gnojil, vendar moramo biti pozorni na ceno, hitrost sproščanja N, otežena je interpretacija N_{min} analize v času za dognojevanje.
- Večkratno gnojenje preko namakalnega sistema (fertigacija);
- Setev rastlin za lovljenje viškov nitrata in preprečevanje izpiranja iz tal (gorčica, inkarnatka, pšenica, ječmen).

PRILOGA: TABELE ZA PRERAČUN POTREBNIH ODMERKOV HRANIL/ GNOJIL V ZELENJADARSTVU

Preglednica 72: Orientacijske vrednosti ostanka mineralnega dušika (kg N_{min}/ha) na prostem

Zelenjadnica	Sloj tal v cm	Termin kontrole	Vrednosti N _{min} (kg/ha)
Beluši	0 – 90	konec rastne dobe	< 80
Bob	0 – 60	konec spravila	< 60
Brokoli	0 – 60	začetek spravila	<100

Preglednica 72: nadaljevanje			
Brstični ohrovt	0 – 90	konec spravila	< 80
Buče	0 – 60	konec spravila	< 80
Cikorija	0 – 90	ob spravilu	< 60
Cvetača	0 – 60	začetek spravila	<100
Čebula	0 – 60	ob spravilu	< 80
Česen	0 – 60	čas puljenja	< 60
Črni koren	0 – 90	ob spravilu	< 80
Drobnjak	0 – 60	ob spravilu	< 80
Fižol	0 – 60	konec spravila	< 60
Grah	0 – 60	konec spravila	<100
Hren	0 – 60	ob spravilu	< 80
Kitajski kapus	0 – 60	začetek spravila	< 70
Koleraba	0 – 30	začetek spravila	< 60
Korenje	0 – 60	čas puljenja	< 80
Krompir	0 – 60	ob koncu spravila	< 80
Kumare, bučnice	0 – 60	konec spravila	< 80
Motovilec	0 – 30	začetek spravila	< 60
Paprika, feferoni	0 – 60	konec spravila	<100
Paradižnik	0 – 60	konec spravila	<100
Peteršilj	0 – 60	konec spravila	< 80
Por	0 – 60	konec spravila	< 80
Rabarbara	0 – 90	konec rastne dobe	<100
Radič	0 – 60	začetek spravila	< 80
Rdeča pesa	0 – 60	ob spravilu	< 60
Redkev	0 – 30	začetek spravila	< 80
Redkev–japonska	0 – 60	začetek spravila	<100
Redkvice	0 – 30	začetek spravila	< 60
Sladka koruza	0 – 90	konec spravila	< 80
Sladki komarček	0 – 60	konec spravila	< 60
Sladkorni radič	0 – 60	začetek spravila	< 80
Solate	0 – 30	začetek spravila	< 60
Špinača	0 – 60	začetek spravila	< 80
Zelena	0 – 60	konec spravilve	<100
Zeljnice	0 – 90	konec spravila	< 60

Preglednica 73: Orientacijske vrednosti ostanka mineralnega dušika (kg Nmin/ha) v rastlinjakih

Zelenjadnica	Sloj tal v cm	Termin kontrole	Vrednosti Nmin (kg/ha)
Jajčevcevec	0 – 60	konec spravila	<100
Koleraba	0 – 30	začetek spravila	< 80
Kumare / bučnice	0 – 60	konec spravila	<100
Motovilec	0 – 30	začetek spravila	< 80

Preglednica 73: nadaljevanje			
Paprika	0 – 60	konec spravila	<100
Paradižnik	0 – 60	konec spravila	<100
Redkev	0 – 60	začetek spravila	< 80
Redkvice	0 – 30	začetek spravila	< 80
Solata	0 – 30	začetek spravila	< 80

Preglednica 74: Odvzem dušika in ciljne vrednosti za N-min pri pridelavi zelenjave na prostem

Zelenjadnica	Minimalna zaloga mineralnega N v tleh (kg/ha)	odvzem N (kg/ha)	ciljna vrednost N-min (kg/ha)	Pridelek (osnovni) t/ha
BELUŠI	40	70	110	5,0
BROKOLI	80	200	280	20,0
BRSTIČNI OHROVT	60	270	330	12,0
BUČKE (jedilne, grmičaste)	50	150	200	40,0
BUČKE (jedilne, vrežaste)	60	320	380	100,0
CIKORIJA	60	160	220	30,0
CVETAČA	80	220	300	30,0
ČEBULA	50	120	170	50,0
ČESEN	40	75	115	4,5
ČRNI KOREN	40	130	170	20,0
DROBNJAK	50	200	250	50,0
ENDIVIJA	40	140	180	40,0
FIŽOL	40	105	145	12,5
GLAVNATI OHROVT	40	300	340	40,0
GRAH	40	70	110	7,5
HREN	60	160	220	10,0
JANEŽ	40	90	130	20,0
KITAJSKI KAPUS	40	200	240	50,0
KOLERABICA	60	160	220	30,0
KOMARČEK	40	150	190	20,0
KORENČEK (skladiščenje)	40	175	215	70,0
KORENČEK (šopki)	60	110	170	50,0
KUMARE ZA vlaganje	40	180	220	40,0
MOTOVILEC	40	60	100	10,0
OLJNE BUČE	60	80	140	0,6 semen
PAPRIKA	40	200	240	40,0

Preglednica 74: nadaljevanje

PARADIŽNIK	50	225	275	75,0
PASTINAK	40	130	170	40,0
PETERŠILJ (koreni)	40	130	170	25,0
PETERŠILJ (rezanje)	40	130	170	30,0
POR	50	170	220	50,0
RABARBARA	30	125	155	25,0
RADIČ	40	120	160	20,0
RADIČ – SLADKORNI	40	160	200	40,0
RDEČA PESA	50	150	200	40,0
REDKEV	40	140	180	40,0
REDKVICA	30	80	120	15,0
SLADKA KORUZA	40	160	200	16,0
SOLATA	40	100	140	40,0
ŠPINAČA	40	180	220	25,0
VISOK FIŽOL	40	90	130	2,5 suho zrnje
ZELENA	50	200	250	50,0
ZELJE (skladiščeno, sveže)	40	240	280	50,0
ZELJE (za predelavo)	40	320	360	80,0
ZGODNJI KROMPIR	40	100	140	25

Preglednica 75: Odvzem dušika in ciljne vrednosti za N-min pri pridelavi zelenjave v zaščitениh prostorih

Zelenjadnice	Količina N ob setvi/ presajanju	Odvzem N	Ciljna vrednost za N–min	Pridelek (osnovni)
	kg/ha	kg/ha	kg/ha	t/ha
JAJČEVEC	60–40	220	280	18
KOLERABICA	60	160	220	38
KUMARE	60	420	480	300
PAPRIKA	60–40	250	310	55
PARADIŽNIK (kratka rastna doba)	80–40	320	400	110
PARADIŽNIK (dolga rastna doba)	80–40	410	490	250
REDKEV	60–40	140	200	40
REDKVICA	40	70	110	20
SOLATA	60–40	95	155	30

Preglednica 76: Okvirne potrebe po hranilih pri pridelavi zelenjave na prostem (potrebe celotnega pridelka, ne le odvzetega, tržnega dela pridelka)

Zelenjadnica	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	pridelek
	kg /ha	kg /ha	kg /ha	kg /ha	(osnovni) t/ha
BELUŠI	50	150	60	40	5,0
BROKOLI	80	220	30	70	20,0
BRSTIČNI OHROVT	50	190	65	25	12,0
BUČKE (jedilne, grmičaste)	55	210	25	85	40,0
BUČE (jedilne, vrežaste)	115	420	55	210	100,0
CIKORIJA	40	110	10	30	30,0
CVETAČA	70/80	300	35	65	30,0
ČEBULA	75	180	25	35	50,0
ČESEN	90	150	15	25	4,5
ČRNI KOREN	45	150	10	64	20,0
DROBNJAK	70	250	15	54	50,0
ENDIVIJA	40	150	25	20	40,0
FIŽOL	40	150	20	200	12,5
GLAVNATI OHROVT	80	300	125	25	40,0
GRAH	40	150	20	105	7,5
HREN	55	210	35	150	10,0
JANEŽ	35	130	18	55	20,0
KITAJSKI KAPUS	60	235	40	115	50,0
KOLERABICA	45	180	20	85	30,0
KOMARČEK	25	130	15	45	20,0
KORENČEK (skladiščenje)	90	400	75	110	70,0
KORENČEK (šopki)	84	343	39	98	50,0
KUMARE za vlaganje	65	220	40	220	40,0
MOTOVILEC	15	50	5	10	10,0
OLJNE BUČE	80	220	40	180	0,6 semen
PAPRIKA	45	180	30	22	40,0
PARADIŽNIK	60	300	22	38	75,0
PASTINAK	80	300	22	86	40,0
PETERŠILJ (koreni)	45	165	13	72	25,0
PETERŠILJ (rezanje)	45	180	15	107	30,0
POR	63	193	17	86	50,0
RABARBARA	125	200	40	40	25,0
RADIČ	30	130	40	20	20,0
RADIČ SLADKORNI	50	210	60	18	40,0
RDEČA PESA	62	320	30	43	40,0
REDKEV	50	120	20	43	40,0
REDKEV japonski tip	60	150	25	50	50,0
REDKVICA	30	80	10	43	15,0
SLADKA KORUZA	95	220	50	150	16,0

Preglednica 76: nadaljevanje					
SOLATA	40	160	15	29	32,5
ŠPINAČA	60	225	30	75	25,0
VISOK FIŽOL	40	150	20	200	2,5 suho zrnje
ZELENA	80	400	25	115	50,0
ZELJE (skladiščeno, sveže)	65	280	40	115	50,0
ZELJE (za predelavo)	105	448	64	184	80,0
ZGODNJI KROMPIR	35	150	20	–	25,0

Preglednica 77: Potrebe po hranilih pri pridelavi zelenjave v zaščitениh prostorih

Zelenjadnica	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO	pridelek
	kg /ha	kg /ha	kg /ha	kg /ha	(osnovni) t/ha
JAJČEVEC	50	235	30	110	17,5
KOLERABICA	45	180	20	80	37,5
KUMARE	250	700	70	330	300,0
PAPRIKA	50	280	40	150	55,0
PARADIŽNIK (kratka rastna doba)	45	460	50	380	110,0
PARADIŽNIK (dolga rastna doba)	90	800	100	650	250,0
REDKEV	60	140	30	55	40,0
REDKVICA	40	100	15	50	20,0
SOLATA	30	130	15	30	30,0

Večina zelenjadnic potrebuje za normalen razvoj veliko več K kot P (najpogosteje je razmerje med potrebnim K₂O in P₂O₅ med 2 in 4). To je potrebno upoštevati tudi pri izbiri gnojil (npr. kombinirana mineralna gnojila z večjo vsebnostjo K₂O kot je NPK 0-15-30 ali pa kalijeva-sol).

Na ta način bomo preprečili kopičenje P v tleh, ki je neželeno tako z vidika ekonomičnosti pridelovanja kot tudi zaradi potencialne nevarnosti izpiranja P v površinske vode, do katerega lahko pride, kadar so tla s tem hranilom preobilo založena in z erozijskim tokom odnesena iz njive. P je tudi antagonist Zn.

Preglednica 78: Hranilna (gnojilna) vrednost žetvenih ostankov nekaterih rastlin za naslednji posevek

Zelenjadnica /Poljščina	(Kg/ha)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
BOB, krmni	30 – 40	10	30 – 50	0	0
BROKOLI	120 – 140	55 – 60	150	60	20
BLITVA, MANGOLD	35	10	45	15	10
BOB, jedilni	120	85	120	100	15
BRSTIČNI OHROVT, odvoz brstov	150 – 225	45 – 70	200 – 300	110 – 170	38 – 57
BRSTIČNI OHROVT, odvoz cele rastline	20 – 30	6 – 10	30 – 40	15 – 23	5 – 8
BUČE, oljne, vrežaste	80	25	120	160	25
BUČKE, grmičaste, jedilne	60 – 90	15	100	114 – 130	23 – 25

Preglednica 78: nadaljevanje					
CIKORIJA, ZIMSKI RADIČ, pozen, na foliji	40 – 60	15 – 20	45 – 50	18 – 20	5 – 10
CVETAČA, zgodnja in pozna	110 – 130	35 – 42	108 – 130	54 – 50	14 – 17
ČEBULA	25 – 60	9 – 10	30 – 35	14 – 18	6 – 8
ČEBULA, mlada, v šopkih	10 – 25	10	35	16 – 18	7 – 8
ČESEN	25	10	35	18	8
ČRNI KOREN	55 – 70	12 – 15	75 – 95	70 – 75	8 – 10
DROBNJAK	50 – 70	35	120	60	25 – 30
ENDIVIJA	30 – 40	15 – 20	50 – 60	30 – 35	8 – 10
FIŽOL VISOK	120 – 135	25	110	85	15
GRAH	100	20	70	100	16
HREN	85	25	135	125	20
JAJČEVEC	70 – 80	22 – 25	105 – 120	80 – 90	13 – 15
KITAJSKO ZELJE, presajen, pokrit z agrokopreno	70 – 100	15	65	40	6
KOLERABA, KAVLA	55	14	60	30	8
KOLERABICA	45	10	45	25	7
KOPER, KOMARČEK	20 – 30	5 – 7	22 – 30	15 – 20	6 – 8
KORENČEK, v šopkih, spomladi, jeseni	14 – 40	8 – 10	35 – 50	18 – 25	7 – 10
KORENČEK, za skladiščenje	50 – 60	18	80	50	20
KORENČEK, za svežo porabo-na foliji, spomladi, jeseni	40	15	60	35	15
KORUZA, sladkorna	80 – 140	55	200	130 – 200	45 – 75
KORUZA, za zrnje	0 – 20	20	90 – 150	0	0
KRMNI GRAH	30 – 70	10	30 – 50	0	0
KROMPIR, zgodnji in srednje pozni	0 – 20	10	40 – 70	0	0
KUMARE ZA VLAGANJE	90 – 110	25	120	200	30
MELONE, DINJE	55 – 105	15 – 32	90 – 125	90 – 190	20 – 45
METULJNICE, enoletne, krmne	60	0	0	0	0
METULJNICE, večletne, krmne	80 – 160	0	0	0	0
METULJNICE, vmesni posevek	20	0	0	0	0
MOTOVILEC	10 – 20	2	6	5	2
NIZEK FIŽOL , zrnati	75 – 120	25	90 – 110	65 – 85	15
NIZEK FIŽOL, stročni	75 – 115	25 – 38	110 – 140	85 – 100	15 – 26
OGRŠČICA, podor	10 – 30	20	90 – 150	0	0
OHROVT, glavni, na foliji, spomladi, jeseni	70 – 125	20 – 30	80 – 135	40 – 75	15
OHROVT, listnati	60 – 70	18 – 20	70 – 80	30 – 40	10 – 15
PAPRIKA	80 – 175	20 – 44	110 – 240	25 – 40	18 – 55
PARADIŽNIK	72 – 120	30	160	140	25
PASTINAK	50	16	75	61 – 85	6 – 10
PETERŠILJ, korenasti	50	12	75	50 – 70	6 – 10
PETERŠILJ, listnati	30 – 70	18 – 24	70 – 93	61 – 65	4 – 5

Preglednica 78: nadaljevanje					
POR	42 – 60	8 – 12	52 – 75	30 – 55	3 – 6
RABARBARA	50 – 75	0	0	0	0
RADIČ, folija, poletni, jesenski	60	15	65	33	9
RADIČ, sladkorni	40	10	45	22	6
RASTLINE ZA ZELENO GNOJENJE, brez metuljnic	10 – 30	0	0	0	0
RASTLINE ZA ZELENO GNOJENJE, metuljnice	30 – 60	0	0	0	0
RDEČA PESA	50 – 80	8	85	29 – 40	6 – 10
REDKEV	20 – 40	8 – 10	50 – 55	25 – 35	3 – 5
REDKVICA, mesečna	10 – 20	0 – 5	15 – 30	10 – 18	5
REPA	25	6	35	25	4
SLADKI KOMARČEK	25 – 75	6	30	25	5
SLADKORNA PESA	30 – 60	40	120 – 180	0	0
SOJA	25 – 50	10	30 – 50	0	0
SOLATA, hrastolistna	20	5	22	11	3
SOLATA, krhkolistna	25 – 40	7	30	15	4
SOLATA, mehkolistna	25 – 30	7	30	15	4
SOLATA, rdečelistna	20	5	20	11	3
SOLATNE KUMARE, na prostem	110	25	120	200	30
SOLATNE KUMARE, v rastlinjaku	120	40	160	240	35
SONČNICE	0 – 20	20	120 – 180	0	0
ŠPARGELJ, 2. leto	25	7 – 8	25	6	3 – 4
ŠPARGELJ, 3. leto	30	9	30	7 – 8	4
ŠPARGELJ, leto sajenja	5	1 – 2	5	1	0
ŠPARGELJ, v rodnosti	46 – 55	14 – 16	46 – 55	11 – 15	6 – 8
ŠPINAČA, enoletna	32 – 50	8 – 10	40 – 50	6 – 10	5 – 10
ŠPINAČA, prezimna	40 – 50	10 – 12	50 – 60	10	8 – 10
ZELENA PRAHA PODOR, enoletna	40 – 80	0	0	0	0
ZELENA PRAHA, večletna: večji delež metuljnic	60 – 100	0	0	0	0
ZELENA, belušna	55 – 90	20	100	90	15
ZELENA, gomoljna	80 – 90	24	135	80 – 110	9 – 15
ZELENA, listnata	10	3	15	12	2
ZELJE POLETNO	100 – 115	25	120	75	20
ZELJE, industrijsko, kisanje, zgodnje	100 – 130	25 – 35	120 – 168	75 – 105	20 – 28
ZELJE, industrijsko, kisanje, pozno	140 – 180	40 – 45	190 – 216	120 – 135	30 – 36
ZELJE, pozno, skladiščenje	140	35	168	105	28
ZELJE, rdeče, folija	85 – 120	25	120	70	18
ZELJE, v jeseni	100 – 140	25 – 35	120 – 168	75 – 105	20
ZELJE, zgodnje	80 – 150	20 – 25	96 – 120	60 – 75	16 – 20
ŽITA	0	10	40 – 60	0	0

Opomba:

Količine hranil so navedene za pridelke, ki so navedeni v preg. 76. Mineralizacija žetvenih ostankov je odvisna od vrste tal, rastlinske vrste, načina in globine obdelave tal, vlažnosti tal, temperature tal. Zapomniti si je potrebno, da z vsako obdelavo tal pospešujemo mineralizacijo organske snovi, predvsem dušika, zato je pogosto namesto dognojevanja z mineralnim dušikom dovolj le ukrep rahljanja, okopavanja tal.

GNOJENJE ZELIŠČ NA POLJU

Večino zelišč – aromatskih in zdravilnih rastlin smemo gnojiti malo, saj se običajno pri izdatnem gnojenju in posledični bujni rasti lahko zmanjša vsebnost aromatskih spojin v rastlinah in drugih farmakološko pomembnih snovi.

Poskrbeti moramo za splošno dobro rodovitnost tal, to je ustrezno pH vrednost ter zadostno preskrbljenost s humusom in glavnimi hranili v skladu s splošnimi priporočili, ki veljajo tudi za druge kulture. Kot redno gnojenje običajno zadoščata zrel hlevski gnoj ali dober kompost, s katerima gnojimo na začetku rastne dobe ali že za predhodno kulturo v kolobarju. Sivka, timijan, rožmarin imajo radi nekoliko alkalna tla.

Sladki komarček oz. fenkel

Ne sme imeti preveč rodovitnih tal, ker prebujna rast poslabša kakovost pridelanih semen. Zato kot predhodnica v kolobarju niso zaželenne metuljnice. Ustrezajo mu tla z dosti apnenca in bolj suha ratišča.

Gnojenje (kg/ha)				
Dušik	fosfat P_2O_5	kalij K_2O	apnjenje (CaO)	Organsko gnojenje
70 + 30	70	70	Pri pH pod 6,0	nič

Šentjanževka

Glede tal ni zahtevna. Ljubi sončne lege in dobro odcedna tla. Pričakovan pridelek: 15 t sveže mase/ha.

Gnojenje (kg/ha)				
Dušik	fosfat P_2O_5	kalij K_2O	apnjenje (CaO)	Organsko gnojenje
100	50	100	vdrževalno apnjenje	jeseni

Dušik je treba deliti na dva obroka. Lahko se jo goji kot dvoletnico.

Česen

Česen ima rad tla z dobro sposobnostjo zadrževanja vode, ki v sušnem času ne razpokajo (težja tla z dosti humusa).

Gnojenje (kg/ha) za pridelek 13 do 25 t/ha strokov (čebulic)				
Dušik	fosfat P_2O_5	kalij K_2O	apnjenje (CaO)	Organsko gnojenje
70 – 125	50 – 70	130 – 160	1500	30 t hlevskega gnoja ali komposta jeseni

Dušik delimo na več obrokov. Zadnji obrok N damo vsaj 4 – 6 tednov pred zrelostjo. Ima povečano potrebo po apnu, zato apnimo pred saditvijo česna. Za humus skrbimo redno. Česen ne mara sveže organske snovi.

Koriander

Koriander ima rad nevtralna do rahlo alkalna, dobro odcedna, srednje težka tla.

Gnojenje (kg/ha) za pridelek 1,3 do 1,5 t/ha semena				
Dušik	fosfat P_2O_5	kalij K_2O	apnjenje (CaO)	Organsko gnojenje
50 – 60	60	80	pri predhodnici v kolobarju	pri predhodnici v kolobarju

Kumina

Ni občutljiva za tla, ima pa najraje globoka, humuzna in z apnom bogata tla.

Gnojenje (kg/ha) za pridelek 1 do 2 t/ha semena				
Dušik	fosfat P_2O_5	kalij K_2O	apnjenje (CaO)	Organsko gnojenje
70	50	90	pri predhodnici v kolobarju	pri predhodnici v kolobarju
Dvoletna:				
40+40+40				

Delitev dušika pri dvoletni vzgoji: pred saditvijo poleti 1. obrok, nato morebiti še drugi obrok jeseni. Jeseni se mora kumina dobro razviti, drugače drugo leto ne tvori dosti semena. Tretji obrok damo zgodaj spomladi in po potrebi še enega pri prehodu v generativno fazo (v »klasenju«).

Če jo vzgajamo kot enoleten posevek, gnojimo praviloma le spomladi pred setvijo.

Majaron

Potrebuje lahka, nevtralna do alkalna tla. Občutljiv je na pozebo.

Gnojenje (kg/ha) za pridelek posušene droge ca. 2 t/ha				
Dušik	fosfat P_2O_5	kalij K_2O	apnjenje (CaO)	Organsko gnojenje
80 – 90	40	90	da	nič

Hren

Potrebuje težja, humuzna in dobro odcedna tla.

Gnojenje (kg/ha) za pridelek svežih korenov 12 – 16 t/ha				
Dušik	fosfat P_2O_5	kalij K_2O	apnjenje (CaO)	Organsko gnojenje
130 – 160	60	180	–	20 t hlevskega gnoja ali komposta jeseni

Dušik lahko delimo na dva obroka. Občutljiv je na pomajkanje bora. Gnojimo z žveplo vsebujočimi gnojili.

Peteršilj

Lahko uspeva v različnih tleh, vendar mu najbolj ustrezajo globoka, humuzna in dobro odcedna tla. Občutljiv je na sušo.

Gnojenje (kg/ha) za pridelek svežih listov 10 t/ha (pri intenzivni vzgoji lahko pridelamo 20 t/ha)				
Dušik	fosfat P_2O_5	kalij K_2O	apnjenje (CaO)	Organsko gnojenje
30 – 50 po vsaki žetvi	50	150	–	za predposevek

Relativno velik odvzem kalija!

Poprova meta

Zahteva vlažna, vendar dobro odcedna tla. Suše ne prenaša. Pri intenzivnem gojenju se obnese namakanje. Optimalen pH 6,0 – 7,5.

Gnojenje (kg/ha) za pridelek svežih listov 40 t/ha				
Dušik	fosfat P_2O_5	kalij K_2O	apnjenje (CaO)	Organsko gnojenje
120–150	80	220	da, pri pH <6	30 t/ha in več

Posebej pomembno je gnojenje z N. Ves čas ga mora biti dovolj v dostopni obliki. Damo ga pred setvijo, po vzniku ter nato še enkrat, preden toliko zraste, da zapre prostor, nato pa po vsaki rezi.

ORGANSKA GNOJILA

Med organska gnojila spadajo živinska gnojila (hlevski gnoj, gnojevka, gnojnica), stranski pridelki (žitna slama, koruznica, listje z glavami sladkorne pese, krompirjeva cima, ipd.) pa tudi razni komposti. Redkeje pa kmetje uporabljajo blato/goščo čistilnih naprav, kompostirane organske odpadke, še manj pa tržna organska gnojila. Koliko sušine, glavnih hranil in organske mase (OM) vsebujejo različna živinska gnojila, prikazuje preglednica 79.

Preglednica 79 a: Povprečna vsebnost hranil in organske snovi (OM) v živinskih gnojilih (kg/t oz. kg/m³ pri tekočih gnojilih)

Vrsta živine in živ. gnojila	Sušina	Skupni N ¹	Skupni N ¹						
	(%)	(v hlevu)	(na njivi)	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	OM	
(kg/tono ali kg/m ³)									
Mlečne krave (vključno podmladek)									
hlevski gnoj – HG** (malo stelje)	20–25	5,0	3,5	2,5	6,0	5,0	2,0	175	
gnojnica, nerazredčena	3	3,5	3,0	0,2	9,5 ²	0,3	0,5	13	
gnojevka, nerazredčena*	10	5,0	3,7	1,9	7,0	3,0	1,5	75	
kompost iz HG (pokrit)	25–30	8,0	5,5	5,0	11,0	9,0	4,0	155	
Goveji pitanci (silažna koruza)									
gnojevka (nerazredčena)	10	6	4,5	2,5	5	2	1	75	
Pitovna teleta									
gnojevka, nerazredčena	5	7	5,3	2,5	4	2	1	35	
Ovce (vključno z jagnjeti)									
gnoj iz globokega nastilja	25–30	8	5,6	3	7	4	2	200	
Konji									
hlevski gnoj	25–30	6	4,2	3	6	3	1,5	225	
Prašiči – pitanci (gnojevka)									
krma – mleti storži	5	6	4,5	3,5	3,5	3,0	1,0	35	
krma – strno žito–zrnje	10	8	6,0	5	4	4,5	1,5	75	
Kokoši nesnice									
sveži kurjeki (= nerazred. gnojevka)	20	12	9,0	10	6	20	2,0	145	
suhi kurjeki	50	22	15,4	24	14	40	4,5	360	
Piščanci – brojlerji									
trdni gnoj, posušen	60	24	16,8	20	16	20	6	500	
Purani									
trdni gnoj, posušen	50	20	14,0	20	16	25	5	380	

¹⁾ Računa se, da je v več letih od skupnega N iz hlevskega gnoja (HG) in kompostov izkoristljivo (primerjano z mineralnimi N gnojili) 70% na njivah in 50% na travnju, iz gnojnice 85% in iz gnojevke 75% – pri časovno in količinsko pravilni rabi.

²⁾ OPOMBA: Kmetijski inštitut je v obsežni raziskavi vsebnosti hranil v živinskih gnojilih v Sloveniji l. 2004 izmeril povprečno vsebnost K₂O v goveji gnojnici le 3,9 kg/m³, kar je bistveno manj kot navajamo v zgornji preglednici ter kot navajajo Avstrijci in Bavarci (Babnik in sod., 2006).

* praviloma je gnojevka že v jami za gnojevko bolj ali manj razredčena (navadno na 5–7% sušine). S tem se vsebnost hranil ustrezno zmanjša.

**HG = hlevski gnoj

Vir: Leskošek in Mihelič, 1998

Navajamo raziskavo Kmetijskega inštituta Slovenije o vsebnosti hranil v živinskih gnojili v Sloveniji (Babnik in sod., 2006).

Preglednica 79 b: Povprečna sestava živinskih gnojil v Sloveniji

Gnojilo / Sestava	SS	OS	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O	S-N	NH ₄ -N	Cu	Zn
	%			kg/m ³				g/m ³	
Goveja gnojevka	8,4	6,7	0,9	1,6	4,0	3,6	1,6	3,8	17,7
Praščija gnojevka	4,8	3,5	0,9	3,0	2,9	5,0	3,2	10,5	39,0
Goveja gnojnica	2,0	1,1	0,4	0,3	3,9	1,5	1,2	0,6	2,1
Goveji gnoj	18,6	14,6	1,8	3,0	5,1	4,7	0,8	4,7	24,4

SS – sušina, OS – organska snov, MgO – magnezij, P₂O₅ – fosfor, K₂O – kalij, S-N – skupni dušik, NH₄-N – amonijski dušik, Cu – baker, Zn – cink
Vir: Babnik s sod., 2006

Sestava goveje gnojevke je med drugim odvisna tudi od intenzivnosti reje. Za gnojevke, ki izvirajo iz zelo intenzivnih rej krav molznic, je v primerjavi z gnojevkami, ki izvirajo iz ekstenzivnih rej, značilna večja vsebnost P₂O₅ (22,7 proti 17,3 g/kg SS), N (49,0 proti 39,9 g/kg SS), NH₄-N (25,0 proti 17,7 g/kg SS), Cu (65 proti 35 mg/kg SS), Zn (301 proti 142 mg/kg SS) ter nekoliko manjša vsebnost K₂O (48,7 proti 51,9 g/kg SS). Velika variabilnost v vsebnostih Cu in Zn v gnojevkah je posledica velike variabilnosti vnosa elementov v obrok z močno krmo in mineralno-vitaminskimi mešanici.

Podobno kot goveja gnojevka, vsebuje tudi hlevski gnoj iz intenzivnih rej od 50 do 60 % več P₂O₅, Cu in Zn ter 30 % več K₂O v sušini kot goveji gnoj iz ekstenzivnih rej. Goveja gnojnica vsebuje predvsem veliko K₂O in N. Pretežen delež N je v NH₄-N obliki, zaradi česar so lahko izgube N med gnojenjem na polju zelo velike. Vsebnosti Cu in Zn v praščiji gnojevki so 3 krat večje od vsebnosti Zn in Cu v goveji gnojevki iz intenzivnih rej in 6 krat večje kot v goveji gnojevki iz ekstenzivnih rej.

Sklenemo lahko, da imajo zaradi velike raznolikosti preglednice o sestavi živinskih gnojil omejeno uporabno vrednost in je priporočljivo občasno analizirati sestavo živinskih gnojil na ravni kmetije. Vsebnosti P, Zn in Cu v živinskih gnojilih iz govedorejskih kmetij so povezane s količinami močne krme in mineralno vitaminskih dodatkov v obrokih ter s količinami porabljenih mineralnih gnojil na kmetijah. V preglednici 79 so za gnojevko navedene povprečne vrednosti glede na vrsto živine. Ker pa je vsebnost hranil v gnojevki v veliki meri odvisna tudi od krmljenja oz. sestave krmnega obroka, smo v pregl. 80 zbrali tudi podatke za gnojevko z nekaj tipi živinorejske proizvodnje.

Preglednica 80: Vsebnost hranil v gnojevkah pred izvozom na kmetijske površine (kg/m³); vsi podatki so preračunani na 10% sušino

Vrsta živali, starost, krma	N	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Krava (6000 l mleka, brez teleta)	4,9	2,5	2,0	6,8
poljedelsko-travniška kmetija	5,3	2,7	2,0	8,0
travniška kmetija				
Telice	4,7	2,4	1,9	7,1
poljedelsko-travniška kmetija	5,0	2,5	1,9	8,0
travniška kmetija				
Teleta (do 3 mesecev, 45 do 100 kg)	6,4	3,2	2,5	6,7
Teleta, pitanci (3 do 6 mesecev)	4,8	2,4	2,0	5,7
Goveji pitanci (nad 6 mes., 180–600 kg)	4,9	2,5	2,3	5,7
Plemenske svinje (z 18 pujski do 25 kg)				
enofazno krmljenje	8,7	6,0	5,1	4,3
dvofazno, N in P reducirano krmljenje	6,9	4,9	4,0	4,0
Prašiči pitanci (200 kg prireje)				
enofazno krmljenje	8,7	6,0	4,4	4,4
dvofazno, N in P reducirano	6,7	4,7	3,3	3,7
Kokoši nesnice				
standardno krmljenje	6,1	4,3	3,8	3,0
N in P reducirano	5,9	4,1	2,8	3,0

Številke iz preglednice 80 je treba korigirati (reducirati) glede na ugotovljeno ali ocenjeno vsebnost sušine. Svetovalna služba bi morala za posamezne tipične živinorejske kmetije dati laboratorijsko analizirati vsebnost gnojevk oziroma hlevskega gnoja, na posamezni kmetiji pa oceniti vsebnost hranil (vsaj N) v živinskih gnojilih.

Količine hranil iz živinskih gnojil

Poenostavljena ocena količine hranil v izločkih je podana v pregl. 81, oceno skupne količine hranil, ki jih pridobimo letno od posameznih vrst živine, pa omogočajo podatki v pregl. 82. Z njihovo pomočjo lahko izračunamo celotno letno količino hranil za posamezen hlev oziroma kmetijo.

Preglednica 81: Količina hranil v izločkih 1 GVŽ na leto (poenostavljeno)

1 GVŽ (=500 kg žive teže na leto)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	(kg/letno)		
govedo	70	30	100
prašiči	80	55	50
perutnina*	85(75–105)	70	50
kokoši nesnice	105		

*odvisno od inzenzitete reje

Preglednica 82: Izločki hranil z živino v kg/leto

Vrsta živali, starost, krma	Izločki hranil z živino (kg/leto)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Krava (6000 l mleka, brez teleta) ¹			
poljedelsko-travniška kmetija ²	102	37	127
travniška kmetija ²	115	39	157
krava dojilja	82	25	111
Telice (od 3 mesecev do telitve)			
poljedelsko-travniška kmetija	40	14	54
travniška kmetija	47	15	66
Teleta (do 3 mesecev, 45 do 100 kg)	14	5	13
Teleta, pitanci (3 do 6 mesecev)	21	8	23
Goveji pitanci (nad 6 mes., 180 – 600 kg)	44	19	47
Plemenske svinje (z 18 pujski do 25 kg)			
enofazno krmljenje	36	19	16
dvofazno, N in P reducirano krmljenje	29	15	15
Praščiči pitanci (200 kg prireje)			
enofazno krmljenje	13	6	6
dvofazno, N in P reducirano	10	4,5	5
Kokoši nesnice (18 kg jajc)			
standardno krmljenje	0,74	0,41	0,33
N in P reducirano	0,71	0,31	0,33
Mlade kokoši (do 3,3 kg žive teže)	0,28	0,16	0,15
Piščanci brojlerji (11 kg prireje)			
standardno krmljenje	0,29	0,16	0,16
N in P reducirano	0,26	0,12	0,16
Purani – pitanci			
standardno krmljenje	1,64	0,81	0,71
N in P reducirano	1,50	0,52	0,71
Ovca (z jagnjeti)	22	8	31
Konj do 6 mesecev, mali konji	28	14	36
Konj nad 6 mesecev	49	25	63

¹Med 4000 kg in 8000 kg mlečnostjo se lahko izločanje hranil linearno korigira. Korektura za 1000 kg mleka pri travniški krmi je 7 kg N, 4 kg P₂O₅, 6 kg K₂O in pri krmi z njiv in travnikov 10 kg N, 4 kg P₂O₅, 8 kg K₂O.

²Če je travnatega sveta več kot 75%, je kmetija travniška, pri manj kot 75% pa poljedelsko-travniška.

Preglednica 83: Količine izločenih živinskih gnojil (pri hlevski reji)

Vrsta živali in tip (oblika) živinskega gnojila	Vsebnost suhe snovi (%)	Izločena količina glede na žival in časovno obdobje
Krave mlekarice (vključno s podmladkom)		
– hlevski gnoj (z malo stelje)	20 – 25	9 t/GVŽ na leto
– gnojica (nerazredčena)	3	6,5 t/GVŽ na leto
– gnojevka (nerazredčena)	10	15 t/GVŽ na leto
Pitovno govedo (koruzna silaža)		
– gnojevka (nerazredčena)	10	12 t/GVŽ na leto
– gnojevka od telet (nerazredčena)	5	0,5 t/tele in obdobje pitanja (75 dni)

Ovce (vključno z jagnjeti) – globoki gnoj	25 – 30	1 t/GVŽ na mesec (če je živina ves čas v hlevu)
Preglednica 83: nadaljevanje		
Konji		
– hlevski gnoj	25 – 30	8 t/GVŽ na leto
Svinje (s pujski)		
– hlevski gnoj	25	3,5 t/svinjo na leto
– gnojnica	2	2,5 t/svinjo na leto
– gnojevka	10	4 t/svinjo na leto
Prašiči pitanci		
– nerazredčena gnojevka (pri suhem krmljenju z žiti)	10	0,55 t/pitanca in obdobje pitanja (120 dni)
– nerazredčena gnojevka (pri mokri krmi na osnovi silaže iz koruznih storžev oz. pri »corn-cob mix« sistem krmljenja)	5	0,7 t/pitanca in obdobje pitanja (105 dni)
Kokoši nesnice		
– sveži gnoj	20	6,5 t/100 nesnic na leto
– suhi gnoj	50	3 t/100 nesnic na leto
Piščanci brojlerji – trdni gnoj	60	0,6 t/100 pitovnih mest na leto
Purani – trdni gnoj	50	3 t/100 pitovnih mest na leto

Vir: Schechtner in sod., 1991

Primer:

Količina izločenih hranil na GVŽ –govedo (krave mlekarice + podmladek) pri pridobivanju hlevskega gnoja in gnojnice (povprečne vrednosti pri celoletni hlevski reji) (1 GVŽ = 500 kg žive mase)

9 t hlevskega gnoja na GVŽ letno

x 5 kg N/t = 45 kg N

x 2,5 kg P_2O_5 = 22,5 kg P_2O_5

x 6 kg K_2O = 54 kg K_2O

6,5 t gnojnice/GVŽ letno

x 3,5 kg N/t = 23 kg N

x 0,2 kg P_2O_5 = 1 kg P_2O_5

x 9,5 kg K_2O = 62 kg K_2O

Vsota (zaokroženo) : 70 kg N + 25 kg P_2O_5 + 105 kg K_2O

Preglednica 84: Preračunavanje števila živali v koeficient GVŽ (izhodišče: 1 GVŽ = 500 kg)

	koeficient GVŽ	število živali za 1 GVŽ
GOVEDO		
do 6 mesecev	0,15	7
od 6 do 12 mesecev	0,3	3
staro 1 do 2 leti	0,6	2
staro 2 leti ali več	1	1
PRAŠIČI		
v pitanju, 20–110 kg	0,13	7,7
v pitanju, 20–150 kg	0,18	5,6
plemenski merjasci in svinje	0,33	3
PERUTNINA		
kokoši nesnice	0,004	250
pitovni piščanci	0,002	500
purani	0,02	50
OVCE	0,15	7
KOZE	0,15	7
KUNCI, ZAJCI	0,006	170
kunci v pitanju	0,0024	416

Pri preračunavanju vsebnosti hranil iz živalskih gnojil in kompostov moramo vedeti, da je prostorninska masa različnih gnojil zelo različna in da je 1 m³ enak 1 toni le pri tekočih organskih gnojilih z malo sušine (pregl. 85).

Preglednica 85: Prostorninska masa (»nasipna teža«) živalskih gnojil in kompostov

	t/m ³	m ³ /t
Tekoča živalska gnojila	1,0	1,0
Konjski gnoj	0,5	2,0
Goveji gnoj	0,83	1,2
Prašičji gnoj	0,91	1,1
Kokošji gnoj	0,50	2,0
Kokošji suhi gnoj (s 50 % SS)	0,50	2,0
Kozji in ovčji gnoj	0,70	1,4
Kompost iz hlevskega gnoja	0,80	1,2
Kompost iz biogenih odpadkov	0,70	1,4

Vir: Amlinger in sod., 2006

Količina izločenih hranil se poveča pri večji mlečnosti

Krava letno izloči 16 – 20 m³ gnojevke. Sestava gnojevke je odvisna od vsebnosti sušine (5 – 12 %), kakor tudi od vsebnosti hranil glede na količino proizvedenega mleka.

Preglednica 86: Izločanje hranil na govedorejski kmetiji glede na mlečnost krav

	kg mleka/kravo	
	4000	6000
Hranilo	Izločena hranila (kg/kravo)	
N*	70	100
P ₂ O ₅	30	48
K ₂ O	130	125
CaO	50	50
MgO	16	25

* Izkoristljivost N glede na čas gnojenja z gnojevko: okt. – nov.: 10 – 20%;
dec. – feb.: 40 – 60%; mar. – sept.: 60 – 70%.

Količina izločenih N, P in Mg na kravo se poveča pri večji mlečnosti zaradi večjega vnosa (»uvoza«) krmnih koncentratov .

Ker je po uredbi o varstvu voda pred onesaženjem z nitrati iz kmetijskih virov (UL RS 113/2009) dovoljeno uporabiti na 1 ha kmetijskih zemljišč v uporabi na ravni kmetijskega gospodarstva v obliki živinskih gnojil največ 170 kg N, je največja dopustna intenzivnost reje 2,5 GVŽ/ha goveda ali 2 GVŽ prašičev ali 2 GVŽ perutnine in seveda kombinacija teh treh kategorij živine.

Izkoristek hranil iz organskih gnojil

Dostopnost fosforja in kalija iz organskih gnojil

je močno odvisna od talnega tipa (tekstura pri kaliju in pH ter mikroba aktivnost pri P) ter vremenskih razmer, itd., zato nima pravega smisla razmišljati o enoletni dostopnosti. Dolgoročno (in včasih tudi kratkoročno) je dostopnost enaka kot iz mineralnih gnojil, torej veljajo za P in K iz organskih gnojil enaki napotki kot za P in K iz mineralnih gnojil.

Dostopnost N iz organskih gnojil

Amonijski N, ki je prisoten v gnojilu (ter nitratni N, ki ga najdemo le v zelo zrelih kompostih, v živinskih gnojili pa ne), se izkorišča enako dobro kot amonijski N iz mineralnih gnojil, če preprečimo njegovo izhlapevanje pri nanašanju v ali na tla.

Organsko vezan dušik se iz živinskih gnojil sprošča z mineralizacijo, v 1. letu po gnojenju ca. 15 – 20%, nato pa kumulativno, postopno v naslednjih letih, do ca. 70% (pregl. 87).

V prvem letu se tako iz hlevskega gnoja sprosti 20 do 40% N (amonijski-N + mineraliziran organski N), dolgoročno do 70% N na njivah, na travnikih ca. 50%.

Preglednica 87: Izkoristek N iz živinskih gnojil in kompostov

	Večletni izkoristek N na njivi ali travniku (kg N/t ali m ³)	Izkoristek N v letu uporabe (kg N/t ali m ³)
Hlevski gnoj	3,5 na njivi oz. 2,5 na travniku	1,0 do 2,0 na njivi oz. 0,5 do 1,0 na travniku
Goveja gnojevka	2,9	1,75
Prašičja gnojevka	3,4	2,8
Kokoši brez nastila (suhi kurjeki)	15	7,5
Piščanjčji gnoj z nastilom (brojlerji)	17	8,5
Kompost iz ločeno zbranih biogenih odpadkov (50% SS)	5	1,5 do 3,0 na njivi oz. 1,0 do 2,0 na travniku
Blato ČN (30 % SS)	5,3	1,5 do 3,0 na njivi oz. 1,0 do 2,0 na travniku

Vir: Leskošek in Mihelič, 1998; Chambers s sod., 1999

Opombe: Upoštevali smo podatke iz »Smernic ... 1. del“: izkoristek N iz HG na njivi je 70%, na travniku pa 50%. Iz gnojevke 75% pri obeh rabah. Pri goveji gnojevki smo upoštevali 7% sušino ter povprečno vsebnost N glede na tip živali (krave molznice in goveji pitanci). Pri prašičji gnojevki smo upoštevali 4% sušino ter povprečno vsebnost N glede na tip krme (prašiči pitanci – različna krma).

Preglednica 88: Relativni delež amonijskega N (NH₄-N) in organsko vezanega N v različnih živinskih gnojilih

	% NH ₄ -N	% organsko vezanega N
Hlevski gnoj	15	85
Zoren hlevski gnoj	5	95
Kompost iz hlevskega gnoja	< 1	> 99
Goveja gnojnica	90	10
Goveja gnojevka	50	50
Svinjska gnojevka	65	35
Gnoj(evka) od kokoši nesnic (z vodo razredčen gnoj)	60	40
Gnoj od kokoši nesnic (svež)	30	70
Gnoj od kokoši nesnic (suh)	15	85
Gnoj mladih piščancev		
Puranji gnoj		

Preprečitev onesnaževanja okolja zaradi izgub hranil iz živinskih gnojil

Tehnika gnojenja za zmanjšanje izgub hranil iz tekočih organskih gnojil

Izgube amoniaka pri gnojenju zmanjšamo s pravilno tehniko gnojenja. Bistveno je, da gnojilo takoj pride v tla ali vsaj v čim bolj tesen stik s talnimi delci, na katere se izmenljivo veže.



Slika 13: Gnojenje z gnojevko tesno pri tleh zmanjša izgube amoniaka

Poleg glavnega pravila, da gnojevko in gnojnico po možnosti ne razpršujemo, in da ju čimprej zadelamo v tla, veljajo pri gnojenju s tekočimi organskimi gnojili, ki vsebujejo veliko amonijskega-N tudi druga splošna pravila, ki izboljšajo izkoristek N in zmanjšajo obremenjevanje okolja:

- ne gnojimo v vročem vremenu;
- po možnosti gnojimo zvečer;
- ne gnojimo v vetrovnem vremenu;
- pred gnojenjem gnojevko redčimo z vodo;
- gnojimo pred blagim dežjem, vendar ne pred nevarnostjo močnih nalivov ali izdatnih padavin;
- ne gnojimo po zasičenih tleh z vodo, po zmrznjenih tleh ali po tleh, ki imajo snežno odejo debelejšo od 10 cm.

Zadelava hlevskega gnoja v tla

Na splošno velja, da v težka tla ni dobro globoko zadelati (podorati) svežega hlevskega gnoja, ker lahko pride do anaerobnega razkroja in tvorbe fitotoksičnih substanc (hlapne organske kisline, etilen-oksidi, amoniak...). Plitva zadelava svežega gnoja v težka tla pa je lahko celo koristna, saj vzpodbuja mikrobovno aktivnost in s tem posredno pozitivno vpliva na izboljšanje strukture tal. Skratka, ob zadostni prisotnosti kisika v tleh za razgradnjo je sveži hlevski gnoj v težkih

tleh koristen. Vendar priporočamo, da tudi v zračnih tleh počakamo vsaj tri tedne od gnojenja s svežim gnojem do setve ali saditve, da se fitotoksične substance razgradijo. Nasprotno je v lahkih tleh (peščenih) uporaba zrelega hlevskega gnoja boljša, saj z njim pozitivno vplivamo na povečanje humusa (ima večji humifikacijski koeficient kot sveži gnoj) ter obenem ne tvegamo prekomernega sproščanja dušika pri mineralizaciji, kar se v lahkih (zračnih, toplih in vlažnih) tleh lahko zgodi, zlasti če uporabimo večje količine svežega hlevskega gnoja.

Časovna ustreznost gnojenja z gnojevko med letom

Izkoristek N iz živinskih gnojil, zlasti iz gnojevke, je glede na čas uporabe, vreme ob uporabi, ipd. zelo različen (10 - 80% glede na N iz strokovno pravilno uporabljenih mineralnih gnojil). Časovna ustreznost uporabe gnojevke se vidi iz preglednice 89.

Preglednica 89: Časovna razporeditev gnojevke za poljščine in travinje *

	jul.	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.	jan.*	feb.	mar.	apr.	maj	jun.
ozimna žita												
jara žita												
koruza												
ozimna ogrščica												
pesa (sladkorna + krmna)												
krompir												
krmne koševine (nemetuljnice)												
strniščne rastline												
slama												
travinje												

Čas za gnojenje z gnojevko: = zelo ugoden = ugoden = manj ugoden = neprimeren

Iz preglednice je razvidno, da bi bilo strokovno in okoljsko dopustno gnojiti njive z gnojevko že januarja za ozimne (ozimna žita ter ozimna ogrščica) ter izjemoma tudi za jara žita. Seveda je strokovno gledano tako zgodno gnojenje dopustno le pri nezasneženih- (snega manj kot 10 cm) in nezmrznenih površinah, ki obenem niso zasičena z vodo. Pozimi je izhlapevanje amoniaka majhno, prav tako pa pri temperaturi tal pod 4°C ni pomembne mineralizacije in nitrifikacije N, torej ni tvorbe nitratnega –N in zato ni nevarnosti, da bi se dodani dušik izpral.

V Sloveniji imamo pogosto hladne in mokre zime. Po običajnem padavinskem maksimumu v oktobru in novembru, ko zaradi hladnih temperatur ni več izrazite evapotranspiracije, ostajajo tla dolgo časa nasičena z vodo. Praviloma imamo od začetka novembra do sredine marca obdobje, ko imamo največji presežek padavinske vode in njen odtok skozi talni

profil. Že relativno majhna količina padavin ponovno zasiti tla z vodo do poljske kapacitete. Gnojenje z gnojevko v tem obdobju je zato lahko tvegano (če kmalu po gnojenju pride do dežja in odplakovanja v podtalje). Zato je v preglednici označeno, da sta november in december neprimerna meseca za gnojenje z gnojevko.

Amonijski dušik, ki je v gnojevki, se na fine talne delce (glinene minerale) veže sorazmerno hitro – praktično takoj, ko tla popijejo gnojevko, in ko gnojevka ni več v obliki talne raztopine v makroporah. Kako hitro se to zgodi, je odvisno predvsem od vrste (tipa) tal in trenutne vlažnosti tal. Če so tla že zasičena z vodo, potem lahko pride do neposrednega izcejanja gnojevke ter s tem tudi amonijskega dušika. Če pa gnojevka stoji v talnih porah dalj časa (več kot dan, dva), potem se tudi v zasičenih razmerah del amonijskega dušika veže na talne delce.

Iz preglednice je jasno razvidno, da se tudi za ozimine začne optimalni čas za gnojenje z gnojevko šele v začetku februarja, za ozimno ogrščico ter peso šele v drugi polovici februarja, za jarine pa praviloma šele v začetku marca.

Problem zaradi prepolnih jam z gnojevko pozno jeseni

Primer iz prakse: v deževni in hladni jeseni 2004 marsikje niso mogli pospraviti pridelkov koruze in sladkorne pese pred 15. novembrom, zato so zašli v težave pri porabi gnojevke.

Kdor ima veliko gnojevke, pretežno njivske površine ter te zasejane večinoma s koruzo (živinorejci z intenzivno hlevsko rejo), naj gnojevko uporabi pred setvijo koruze (začetek aprila) ter nato še v začetku ali v sredini junija za dognojevanje koruze.

Kmetje imajo pri taki proizvodnji jeseni lahko spet polne jame z gnojevko. Gnojevke se želijo »znebiti«. Vendar je, strokovno gledano, gnojenje z gnojevko jeseni po koruzišču nepotrebno in okoljsko tvegano. Težave v takem primeru izvirajo torej iz nesonaravne kmetijske proizvodnje – (pre)ozko zastavljenega kolobarja v povezavi z intenzivno živinorejo. Če kmete ekonomika vodi v tako proizvodnjo, naj razmislijo o setvi podsevkov v koruzo (junija sočasno z dognojevanjem naj med vrste koruze podsejejo seme ljulke, TDM ipd.), s čimer bodo po žetvi koruze že imeli ozelenjeno površino in bodo na njej lahko porabili gnojevko. Spomladi naj bi ta podsevek ponovno pognojili z gnojevko in ga nato podorali ter na ta način izdatno pognojili tla za nov posevek koruze. Pri takem gospodarjenju je seveda nujno treba upoštevati gnojilni načrt ter gnojilno vrednost podoranega podsevka, da njiv ne bi pognojili.

Preglednica 90: Prepoved gnojenja z gnojnico in gnojevko ter mineralnimi dušičnimi gnojili po Uredbi (UL RS 113/2009)

a/ Zemljišča z zeleno odejo	1. dec. do 15. jan., razen v obalnem območju**
b/ Zemljišča brez zelene odeje (njive)	– povsod, razen v obalnem območju – v obalnem območju**
	od 15. nov. do 15. feb. Od 1. dec. do 31. jan.
2. Prepoved gnojenja njiv s hlevskim gnojem	
a/ Vsa zemljišča	Ni časovnih omejitev
3. Gnojenje z mineralnimi N gnojili	15. nov do 15. feb., razen če gnojenje ozim in ali v rastlinjakih

* Za vodovarstvena območja veljajo strožje zahteve. Prikazane so v posebnem poglavju o gnojenju na vodovarstvenih območjih.

** Seznam katastrskih občin obalnega območja je bil objavljen v prilogi 2 v uredbi (UL RS 113/2009).

Strokovno pravilno skladiščenje živinskih gnojil

Živinska gnojila je treba skladiščiti v zbiralnikih gnojnice ali gnojevke oziroma na gnojiščih ali drugih vodotesnih objektih tako, da je preprečeno izlivanje, izpiranje ali odtekanje izcedkov v površinske ali podzemne vode ali v okolje. Zmogljivost skladišč za gnojnico, gnojevko ali hlevski gnoj mora biti prilagojena številu in vrsti živali na kmetijskem gospodarstvu in ne sme biti manjša od predpisanih velikosti iz preglednice 3 iz Priloge 1 nitratne uredbe (UL RS 113/2009). Če kmetijsko gospodarstvo nima na voljo dovolj velikega skladišča za živinska gnojila, lahko manjkajoče zmogljivosti najame, kar mora biti izkazano z ustreznim pisnim dokazilom.

Pri reji na globokem nastilu se lahko hlevski gnoj skladišči tudi v hlevu. V tem primeru se zahtevana zmogljivost skladišč za živinska gnojila zmanjša za prostornino skladišča v hlevu.

Pri reji živali, ki se pasejo osem mesecev ali več, ni treba zagotavljati skladiščnih zmogljivosti, ki jih določa preglednica 3 iz Priloge 1 nitratne uredbe. V tem primeru je treba za vsak mesec bivanja živali v hlevu zagotoviti 1/6 zmogljivosti, ki jih določa preglednica 3 iz Priloge 1 nitratne uredbe (UL RS 113/2009).

Skladišče za gnojnico ali gnojevko ni potrebno, če zaradi posebnih načinov reje in skladiščenja gnoja z nastilom gnojevka ali gnojnica ne nastajata.

Na območju obmorskih katastrskih občin iz Priloge 2 nitratne uredbe treba zagotoviti 2/3 skladiščnih zmogljivosti, ki jih določa preglednica 3 iz Priloge 1 te uredbe (UL RS 113/2009).

V skladu z zakonom, ki ureja vode, gradnja zbiralnikov gnojnice ali gnojevke ali gnojišč ali drugih vodotesnih objektov, namenjenih skladiščenju živinskih gnojil, na priobalnih zemljiščih ni dovoljena.

Dolgotrajno skladiščenje hlevskega gnoja

- Gnojišče se napravi na nepropustni talni podlagi (npr. betonska plošča);
- Stranska obroba (zatesnitev) betonske plošče omogoča varnejši zajem odcednega soka;
- Odtok gnojnice ali gnojevke v vodotesno jamo.



Slika 14: Primerno urejeno skladišče za gnoj

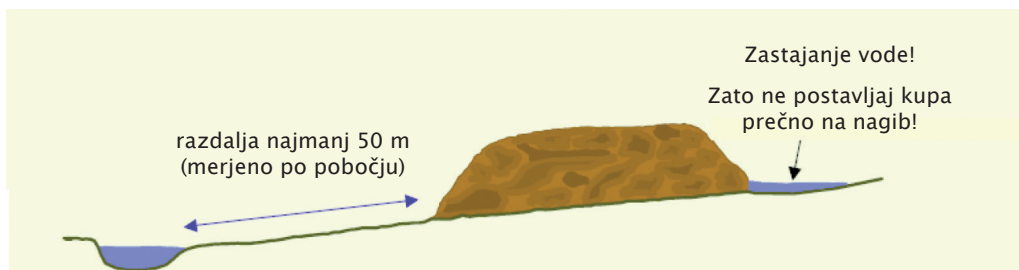
Začasno skladiščenje hlevskega gnoja na ne-vodotesni podlagi (npr. na robu njiv ali travnikov)

Dovoljeno samo, če po strokovni oceni ni nevarnosti onesnaženja površinskih vod ali podtalnice!

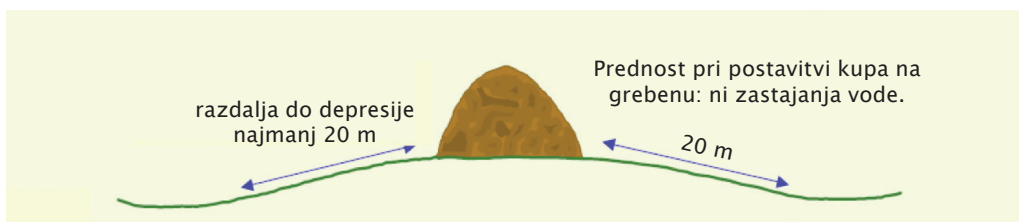
- Tako skladiščenje je prepovedano v vodovarstvenih ali poplavnih območjih! Podtalnica mora ležati vsaj 2 m globoko pod površino tal!
- Skladišče gnoja mora biti zadosti oddaljeno od vodotoka (25 m)!
- Samo na kmetijskih zemljiščih v uporabi, z obvezno menjavo lokacije vsako leto!
- Ne skladiščiti dalj kot 6 mesecev!
- Praviloma tako skladiščimo samo majhne količine gnoja;
- Tako skladiščimo samo vsaj 4 tedne star gnoj, ker se v prvem mesecu odcedi največ soka!

Zahteve za skladiščenje:

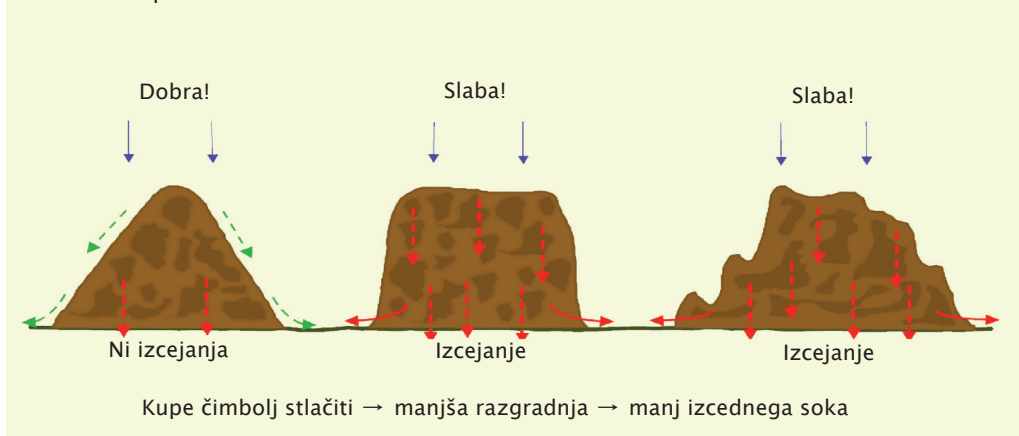
- v bližini odvodnega jarka:



- če v bližini ni odvodnega jarka oz. korita



Oblika kupa:



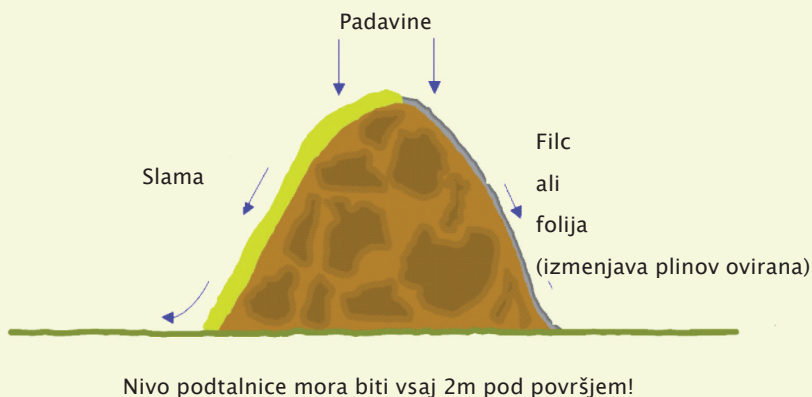
Slika 15: Zahteve pri začasnem skladiščenju kupa hlevskega gnoja na nevodotesni podlagi

Pokrivanje kupa

Potrebno pri lahkih ali plitvih tleh oz. pri skladiščenju dalj kot 5 mesecev

Prednosti:

- padavine odtečejo po površini
- manj NH_3 -izgub v zrak
- boljši vizualni vtis



Slika 15 (nadaljevanje): Zahteve pri začasnem skladiščenju kupa hlevskega gnoja na nevodotesni podlagi

Gnojilna vrednost stranskih pridelkov

Če stranske pridelke (slama, koruznica, cima, listje,...) pustimo oziroma zaorjemo na njivi, imajo ti stranski pridelki določeno gnojilno vrednost za naslednjo poljščino. Ustrezni podatki so v pregl 91.

Preglednica 91: Gnojilna vrednost stranskih pridelkov in žetvenih ostankov *

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O**
	(kg/ha)		
žitna slama	0	10	40–60
krompirjeva cima	0–20	10	40–70
koruznica	0–20	20	90–150
ogrščična slama	10–30	20	90–150
listje z glavami sladkorne pese	30–60	40	120–180
slama sončnic	0–20	20	120–180
Metuljnice za zrnje (slama in korenine)			
bob	30–70	10	30–50
grah	30–70	10	30–50
soja	25–50	10	30–50
Žetveni ostanki			
metuljnice, strniščne	20	–	–
krmne metuljnice, enoletne	60	–	–
krmne metuljnice, večletne	60–80		
Podorine			
metuljnice	30–60	–	–
nemetuljnice	10–30	–	–

*žetveni ostanki so strniščni + koreninski ostanki

**glede na velikost pridelka

Ostanki po anaerobni fermentaciji – bioplinska gnojevka

Pri procesu fermentacije nastaja kot stranski proizvod bioplinska gnojevka, ki ima **v primerjavi z običajno živinsko gnojevko več pozitivnih lastnosti:**

- med procesom fermentacije se razsluzi, zato se pri gnojenju bolje vsrka v tla in ne maši talnih por ter zato ne škodi talnim organizmom (npr. deževnikom);
- zmanjša se vsebnost škodljivih (patogenih) mikroorganizmov in semen plevelov (zmanjšanje odvisno od temperature, pri kateri poteka fermentacija);
- razgradijo se fitotoksične substance, zato je bioplinska gnojevka manj škodljiva ali popolnoma neškodljiva za korenine rastlin;
- poveča se vsebnost dostopnih rastlinskih hranil (predvsem dušika in deloma fosforja), s čimer se poveča izkoristljivost hranil → ob pravilnem gnojenju je zato manjša nevarnost izgub hranil v okolje;
- bioplinska gnojevka ne smrdi, kar je ena bistvenih prednosti pri gnojenju v bližini naselij.

Kompost

Kompostiranje je proces kontrolirane, biooksidativne razgradnje organskih snovi, pri čemer nastane počasi topno, humusu podobno organsko gnojilo. Ta definicija opredeljuje kompostiranje in ga jasno loči od npr. anaerobne razgradnje ali nekontroliranega razkroja.

Tradicionalno odlaganje organskega dela smeti na deponije je ekološko neprimerno in tudi zelo drago. Hišni, vrtni, parkovni in drugi organski odpadki povzročijo, da se na deponiji sproščajo neprijetno smrdeči in včasih nevarni plini; v podtalje in tekoče vode pa se izcejajo kisle organske spojine, dušikovi ioni ter druge potencialno nevarne snovi. Sežiganje teh odpadkov tudi ni boljša rešitev, saj ta postopek zahteva doatno (organski odpadki praviloma vsebujejo veliko vode) energijo ter onesnažuje ozračje. Pepel, ki ostane, lahko vsebuje nevarne snovi, zato je njegovo odlaganje poseben problem.

Alternativo omenjenima metodama predstavlja ločeno zbiranje organskega dela smeti, njihovo kompostiranje v večji komunalni kompostarni in uporaba komposta za gnojenje. Še mnogo bolj ekonomično in okolju prijazno pa je, če ljudje, ki imajo možnost, organske odpadke sami kompostirajo in pridobivajo dragoceno gnojilo, s katerim se povečuje rodovitnost tal. Na ta način obenem vplivajo na zmanjšanje stroškov, ki jih ima družba z zbiranjem, transportom, sortiranjem in odlaganjem ali predelavo odpadkov.

Prednosti kompostiranja:

- Vračanje hranil v naravni obtok (recikliranje) in ohranjanje rodovitnosti tal;
- Higienizacija (uničenje patogenih organizmov): salmonela, šigela, črevesni paraziti; rastlinske bolezenske klice; semena plevelov; potrebna $T > 55^{\circ}\text{C}$;
- Razgraditev fitotoksinov (fenoli, organske, maščobne kisline, amoniak, etilen-oksidi...);
- Biološka stabilizacija (začetek tvorbe humusa).

Kompost iz gospodinjskih odpadkov vsebuje na 1 tono okoli 10 – 15 kg N, 4 kg P_2O_5 in 7 kg K_2O , kompost iz odpadkov zelenjavnega vrta pa okoli 6 kg N, 3 kg P_2O_5 in 5 kg K_2O .

N iz zrelega komposta deluje praviloma zelo počasi. Prvo leto se ga sprosti 10 - 20%, pozneje še manj.

Blato / gošča komunalnih čistilnih naprav

Blato (25% sušine) oz. gošča (< 5% sušine) komunalnih čistilnih naprav sta uporabna za gnojenje kmetijskih rastlin, če ustrežata predpisom: vsebnost težkih kovin pod dovoljeno normo, brez kalivih semen, brez nevarnih mikroorganizmov, vsebnost soli pod 3 g/l ipd. Blato/gošča KČN mora imeti posebno dovoljenje za kmetijsko uporabo (redna kontrola uporabnosti s kemično analizo). V preglednici 92 je izračunana količina N, P_2O_5 in K_2O v sušini blata/gošče.

Preglednica 92: Količina hranil v blatu/gošči KČN v kg/t sušine

Vrsta blata/gošče	sušina (%)	N skupni	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O
nesušeno	5	110	35	100	15
zmerno sušeno	25	55	10	80	10
močno sušeno	50	45	5,5	70	5

Ker se N iz blata/gošče zelo počasi sprošča, je treba vsaj 25% potreb gnojene poljščine kriti z N iz mineralnih gnojil.

Mejne vrednosti za težke kovine v blatih, kompostih in fermentacijskih ostankih

Pogoje za uporabo biološko razgradljivih odpadkov določata Uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov in Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/2008).

V naslednjih preglednicah so podane mejne vrednosti za uporabo biogenih odpadkov v kmetijstvu. Podajamo primerjavo slovenskih normativov z avstrijskimi, nemškimi, angleškimi (Združeno kraljestvo) in z mejnimi vrednostmi za kompost v ekološkem kmetijstvu.

Če biogeni odpadki ustrezajo normativu za 1. kakovostni razred, se lahko prosto tržijo in uporabljajo, če pa ustrezajo 2. kakovostnemu razredu, moramo pred njihovo uporabo pridobiti dovoljenje Ministrstva za okolje in prostor.

Preglednica 93: Mejne vrednosti za vsebnost težkih kovin za bioplinsko gnojevko/ostanke po fermentaciji in komposte v mg/kg suhe snovi

Element	DMVO (avstrijska uredba za gnojila, 2004)	Mejne vrednosti nemške organizacije za zagotavljanje kakovosti komposta (RAL)	EU 2092/91 (meje za kompost v ekološkem kmetijstvu)	SLO_mejne vrednosti za 1. razred okoljske kakovosti	SLO_mejne vrednosti za 2. razred okoljske kakovosti za kompost, fer. ostanek ali blato čistilne naprave, ki se lahko uporablja v kmetijstvu	EU – direktiva za blata čistilnih naprav, ki jih lahko uporabimo v kmetijstvu (Direktiva, 1986)
Svinec (Pb)	100	150	45	80	250	750 – 1200
Kadmij (Cd)	3	1,5	0,7	0,7	1,5	20 – 40
Krom (Cr – skupni)	100	100	70	80	200	–
Baker (Cu)	–*	100	70	100	300	1000 – 1750
Nikelj (Ni)	100	50	25	50	75	300 – 400
Živo srebro (Hg)	1	1	0,4	0,4	1,5	16 – 25
Cink (Zn)	–*	400	200	200	1200	2500 – 4000

* V avstrijski (in nemški) uredbi (DMVO, 2004) vsebnosti za Zn in Cu nista omejeni, ker gre za esencialni mikrohranili, pač pa je omejen le njun skupni vnos v tla.

Vir: avstrijska uredba za gnojila – Düngemittelverordnung – DMVO 2004.; Uredba EU za ekološko kmetijstvo in SLO uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov

Mejne vrednosti za uporabo komposta v ekološkem kmetijstvu so brez pomena, saj združenja ekoloških kmetov prepovedujejo uporabljati kompost ali bioplinsko gnojevko, ki jih pridelamo iz ločeno zbranih komunalnih biogenih odpadkov. Praviloma dovoljujejo uporabo biogenih snovi, vključno organskih gnojil le iz lastne oz. druge certificirane ekološke proizvodnje.

Slovenski predpisi imajo precej strožja merila za še dovoljeno vsebnost kovin v organskih gnojilih 2. kakovostnega razreda: blatu, 'kompostu z omejeno uporabo' ali mulju za vnos v tla, kot pa ameriški predpisi za blata, ki jih deklarirajo kot izjemno kakovostna (*'exceptional quality'*), in ki se lahko prosto tržijo. Glede na dejstvo, da so bile ameriške norme postavljene na podlagi celovitih študij o vplivih na okolje, lahko zaupamo, da slovenske meje za težke kovine zagotavljajo zadostno varnost pri uporabi blat, muljev in kompostov. Slovenski normativi so tudi precej strožji od normativov EU (Direktiva, 1986).

Pri vnosu bioplinske gnojevke/ostankov po fermentaciji, blat komunalnih čistilnih naprav ali kompostov vnos težkih kovin ne sme preseči vrednosti podanih v pregl. 94.

Preglednica 94: Omejitve za vnos težkih kovin v g ha⁻¹ v dveh letih (Nemčija in Avstrija) oz. na leto na podlagi 10- letnega povprečja (UK in SLO)

Element	DMVO (avstrijska uredba za gnojila, 2004)	PAS 100 (UK)	SLO Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla (2005)	SLO Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (2008)
Svinec (Pb)	600	15000	2500	2500
Kadmij (Cd)	10	150	25	15
Krom (Cr – skupni)	600	7500	2500	2000
Baker (Cu)	700	7500	3000	3000
Nikel (Ni)	400	3000	500	750
Živo srebro (Hg)	10	100	25	15
Cink (Zn)	3000	15000	10000	12000

Med procesom fermentacije se razkrajajo organska snov, pri čemer iz reaktorja izhajajo plini: metan, ogljikov dioksid, vodna para in v sledeh še nekateri drugi. Količina organske snovi se med procesom najmanj razpolovi, količina mineralov pa ostaja enaka, zato pride do povečanja koncentracije elementov v ostanku fermentacije – bioplinski gnojevki. Bioplinska gnojevka ima večjo gnojilno vrednost, biodostopnost težkih kovin pa je lahko zmanjšana zaradi vezave kovin na humusne substance in železove okside med procesom fermentacije (Barker in Bryson, 2002).

Če v bioplinsko napravo dajemo zgolj proizvode, ki nastajajo na kmetiji in nastalo bioplinsko gnojevko v celotiporabimo v oviru kmetije, potem se zakonsko gledano fermentacijski ostanek oz. bioplinsko gnojevko obravnava enako kot neobdelano gnojevko.

Če pa uporabljamo poleg lastnih, na kmetiji pridelanih snovi (gnojevka, energetske rastline), še snovi, ki jih v bioplinsko napravo pripeljemo od drugod (ostanki hrane, klavnični odpadki...), potem je proizvedena bioplinska gnojevka obravnavana kot ostanek po fermentaciji. Če želimo

z njo gnojiti, mora ustrezati zahtevam nitratne uredbe (U. l. RS, št. 113/2009) ter Uredbe o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov (U. l. RS, št. 62/2008).

Uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov ne omejuje vsebnosti kovin v živinskih gnojilih pač pa v t.i. pregnitem blatu, ki nastaja po anaerobni fermentaciji. Problem se lahko pojavi, ker sta v živinskih gnojilih iz intenzivne reje živali (predvsem v prašičji gnojevki in perutninskem gnoju) lahko prisotna baker (Cu) in cink (Zn) v večji koncentraciji od predpisanih mejnih vrednosti, ki veljajo npr. za kompost 1. razreda za neomejeno uporabo. Mlade pitovne živali namreč tako hitro priraščajo, da za zdrav razvoj potrebujejo povečan vnos mikrohranil, predvsem veliko Zn in Cu. V telesa živali se vgradi le zelo majhen del zaužitih mikroelementov, večina (običajno $\geq 95\%$) pa konča v iztrebkih (Petersen in Mihelič, 2007).

GNOJENJE PRI STROKOVNO UTEMELJENEM, INTEGRIRANEM IN EKOLOŠKEM (BIO-) KMETOVANJU

Temeljno stališče, iz katerega izhajajo strokovno utemeljene smernice za gnojenje, opisane v tej brošuri, so:

- doseganje ekonomsko optimalnih pridelkov v skladu s pridelovalno zmogljivostjo rastišča,
- ohranjanje, po potrebi pa tudi izboljšanje, rodovitnosti tal;
- največje možno ohranjanje zdravega okolja = agroekosistemov, to je zmanjševanje negativnih vplivov gnojil in gnojenja na podtalnico, zrak ipd;
- upoštevanje kemijske analize tal (pH, tekstura, založenost s hranili), kar omogoča optimalno odmerjanje gnojil;
- z gnojili (rudninskimi in organskimi) tlom vračati s prodanimi pridelki odpeljana in iz obtoka (v okviru kmetije) zgubljena rastlinska hranila. V celoti velja to za P, K, N in pH-vrednost.

Gnojenje v integriranem kmetovanju se praktično v ničemer ne razlikuje od teh Smernic oziroma od prej opisanega temeljnega stališča. Integrirano seveda predstavlja tudi upoštevanje ustreznega kolobarja, obdelave tal in drugih agrotehničnih ukrepov, varstva rastlin pred boleznimi, škodljivci in pleveli ipd. To je seveda tudi obvezna podlaga za strokovno utemeljeno gnojenje, opisano v teh Smernicah.

Ekološko (»organsko«, »biološko«, »biotično«) kmetovanje se deli na različne načine: bio-dinamično po Steinerju, organsko-biološko po Müllerju, permakultura ipd. Glede gnojenja nekateri načini praktično v celoti, drugi pa le deloma odklanjajo oz. svojim članom prepovedujejo uporabo rudninskih gnojil, zlasti t.i. »sintetičnih«: vseh dušikovih, vodotopnih in citratno-topnih fosfatov, kalijev klorid ipd.

Strokovno utemeljeno gnojenje se razlikuje od ekološkega zlasti po tem,

- da ne odobrava izčrpavanja zalog hranil (N,P,K) v tleh (razen, če so zaloge prevelike), tudi če je izčrpavanje še tako počasno;
- ne priporoča homeopatskih, t.i. biološko-dinamičnih in drugih pripravkov, katerih stimulatивно delovanje naj bi temeljilo na kozmičnih vplivih.

VPLIV GNOJENJA NA KAKOVOST OKOLJA

Zakonodaja, ki omejuje vnos hranil z gnojenjem

Področje uporabe gnojil na ravni Evropske unije (EU) ureja Direktiva Sveta 91/676/EGS (UL L 375, 31.12.1991) o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov. Direktiva državam članicam nalaga določitev občutljivih območij in vpeljavo operativnih programov in ukrepov za zmanjšanje onesnaženosti z nitrati iz kmetijstva na teh območjih.

V Sloveniji v skladu z omenjeno direktivo to področje ureja t.i. nitratna ureba (Ur.l. RS, št. 113/2009), ki določa mejne vrednosti letnega vnosa rastlinskih hranil v tla, stopnje zmanjševanja vnosa ter druge ukrepe v zvezi s tem. Posebej so določene mejne vrednosti za mineralna in živinska gnojila, prepovedi in časovne omejitve gnojenja z živinskimi gnojili oziroma vnosa dušika.

Zaradi varstva voda pred onesnaženjem z nitrati se celotno območje Slovenije šteje za občutljivo območje, zaradi česar mora za strokovno utemeljeno gnojenje in skladiščenje živinskih gnojil kmetija izdelati letni gnojilni načrt. V letnem gnojilnem načrtu se oceni skupna količina živinskih gnojil in določi čas gnojenja in odmerek gnojila za vsa razpoložljiva zemljišča. Izdelava gnojilnega načrta za kmetijska gospodarstva na vodovarstvenih območjih mora upoštevati tudi prepovedi, omejitve in zaščitne ukrepe vodovarstvenega režima.

Splošen vpliv gnojenja na kakovost okolja

Tam, kjer so načrtno gnojili in tudi drugače umno gospodarili, lahko trdimo, da so tla dandanes bolj rodovitna, kot kadarkoli v preteklosti, ko še niso poznali mineralnih gnojil. Na splošno lahko trdimo, da je prav gnojenje (mineralno in organsko) največ prispevalo in še prispeva k splošnemu povečevanju pridelkov in tudi kvalitete hrane. Še vedno je gnojenje tisto, ki tudi najbolj vpliva na donosnost kmetijstva. To pa je obenem past, v katero so se ujeli nekateri pridelovalci, tudi v Sloveniji. Nekatere poljščine (krompir), vrtnine in specialne kulture (npr. hmelj, vinska trta), na trgu dosegajo visoke cene, stroškovno prenesejo prekomerno gnojenje. Zato so tla prekomerno založili predvsem s kalijem in fosforjem. K temu je botrovalo še gnojenje z organskimi gnojili. Delovanje dušika iz organskih gnojil je sorazmerno počasno, zato so nekateri kmetje organska gnojila smatrali le še kot dodatek za izboljševanje fizikalnih lastnosti tal (poroznost, sposobnost zadrževanja vode, obstojnost talnih delcev). Vendar je delovanje fosforja, kalija, in mnogih drugih hranil iz organskih gnojil enakovredno tistemu iz mineralnih.

S povečano uporabo močne krme se je povečala količina gnoja, pa tudi vsebnost fosforja v gnoju in gnojevki. Vsebnost fosforja v rastlinah narašča le do določene mere, zato tudi pri prekomerni vsebnosti v tleh ne deluje toksično na rastline. Lahko pa preobilica fosfatov veže cink v tleh, zato se lahko pojavi pomanjkanje Zn v rastlinah. Pomanjkanje cinka v telesu

živali poslabša plodnost. Obstaja tudi nevarnost, da z erozijo premeščeni talni delci bogati s fosforjem onesnažijo jezera in tekoče vode (evtrofikacija - cvetenje alg).

Rastline lahko sprejemajo kalij prekomerno. Tudi ta element ne deluje kot strup, ovira pa lahko sprejem drugih elementov kot so kalcij, magnezij in natrij.

Naslednji problem, ki ga lahko povzroča redna uporaba mineralnih gnojil je zakisanje tal. Kislo delovanje imajo predvsem dušična gnojila, ki vsebujejo ureo in amonij. Še posebej močno kislo delujejo v mešanicah z žveplom (npr. amonijev sulfat). Kislo reakcijo povzroča tudi večina NPK gnojil. Zato se pri intenzivnem gnojenju poveča potreba po apnjenju, kar ugotovimo z redno analizo tal. Nekatera gnojila pa delujejo bazično in večajo pH vrednost tal (npr. kalcijev nitrat, Thomasov fosfat in hiperfosfat).

Dušik

Dušik je sestavni del beljakovin, aminokislin, nukleinskih kislin, fitohormonov in encimov, zato je za življenje rastlin nujno potreben. Čeprav je zrak glavna zaloga dušika na Zemlji (78 % N_2), ga rastline sprejemajo skozi korenine šele potem, ko se v tleh spremeni v obliko soli amonija (NH_4^+) in nitrata (NO_3^-).

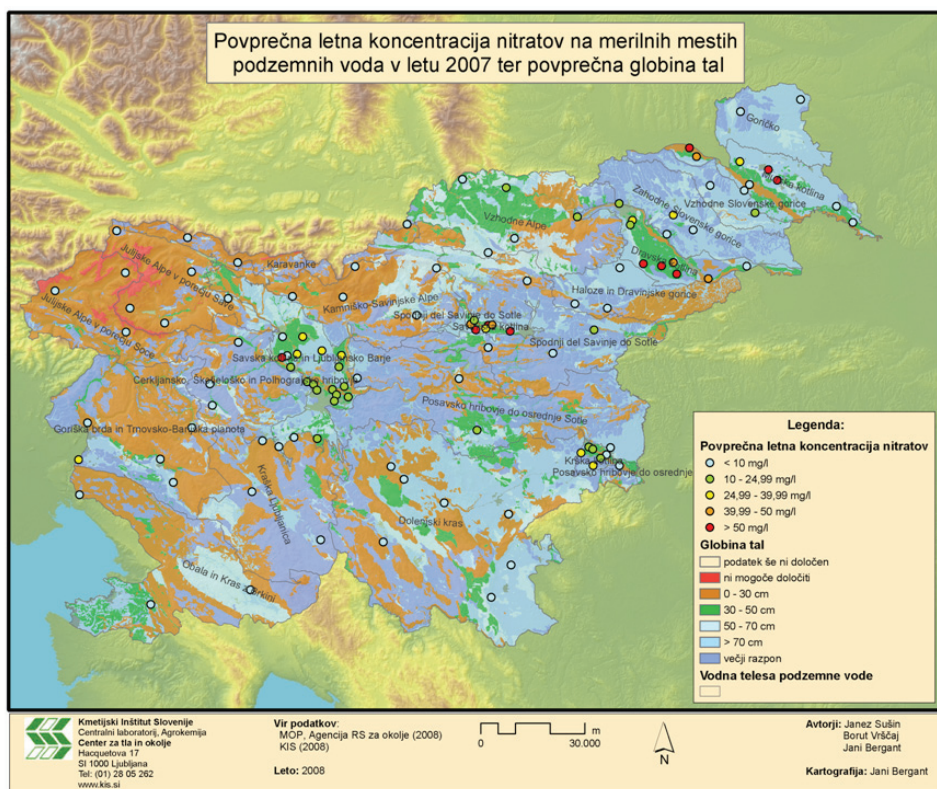
Skupna vsebnost dušika v tleh (0,02 - 0,4%) je odvisna od vrste tal, rabe tal (njiva, travnik, gozd) ter gospodarjenja z organsko snovjo v tleh. V zgornjih 20 cm tal, ki tehtajo približno 3.000 ton na hektar, je skupnega dušika od 600 do 12.000 kg. Malo dušika je v peščenih tleh, veliko pa v tleh z obilico humusa. V slovenskih njivskih tleh (v 20 cm ornici) je dušika običajno od 4.000 do 10.000 kg/ha. To je zelo veliko, saj vemo, da ga rastline na leto porabijo le največ kakih 200 kg/ha. Korenine rastejo tudi pod ornico, zato je dejanska zaloga dušika v območju korenin še mnogo večja. Navidez je torej dušika več kot dovolj že v samih tleh in nepoučen bi domneval, da gnojenje z N sploh ni potrebno. Vendar vsi kmetje vejo, da ni tako.

Večino dušika v tleh (95%) je vezanega v organski snovi. V procesu razgradnje in **mineralizacije** organske snovi v enem letu dobijo rastline le 1 – 3 % od vsega organsko vezanega N.

Mikrobno odvzemanje dušika iz talne raztopine se imenuje **imobilizacija**. Ta proces je nezaželen v času, ko kulturne rastline rabijo dušik, zaželen pa po žetvi in čez zimo, ko ni rasti. To je čas obnavljanja talnih zalog. Če bi mineralizacija tekla v času, ko ni odvzema N z rastlinami, bi se v tleh nakopičil nitrati N. Ta se na tla ne veže, je zelo dobro topen v vodi. Ob presežku vode v tleh se zato **izpira iz tal v podtalnico**.

Onesnaževanje podtalnice z nitratom v Sloveniji

Če je v pitni vodi več kot 50 mg NO_3 /l mg na liter, je po naši zakonodaji pitna voda onesnažena. Pitno vodo črpamo pretežno iz podtalnic, ki ležijo pod našimi najbolj rodovitnimi, kmetijsko izkoriščanimi površinami. Analize kažejo, da je podtalnica večinoma relativno dobre kakovosti, ponekod pa stalno ali občasno onesnažena z nitratom (Sušin in sod., 2008; sl. 16).



Slika 16: Povprečna koncentracija nitrata v podzemnih vodah v letu 2007 (Sušin in sod., 2008).

Onesnaženje se največkrat pojavlja ali je stalno prisotno v predelih Apaškega, Ptujkega, Prekmurskega, Dravskega, Krškega polja, Savinjske doline in ponekod v Vipavski dolini. Onesnaženje se običajno pojavlja tam, kjer je kmetijstvo najbolj razvito. Poleg kmetijstva so povzročitelji onesnaženja še neurejena kanalizacija, greznice in preobremenjene čistilne naprave, ki ne vedo kam z blatom. Problem na nekem območju je treba reševati torej celovito.

Slovenija ima veliko vodno bogastvo, saj se po količini padavin uvrščamo med dežele z deževno klimo. Večina dežel v Evropi ima manj padavin, razen izjem s podobno klimo, npr. Južne Tirolske in Južne Švice.

Velika količina padavinske vode v pretežnem delu Slovenije je s stališča ohranjanja kakovosti talne vode in obnavljanja podtalnice koristna. Čeprav se z odcedno vodo iz tal premeščaj tudi hranila (npr. nitrat), pa je razredčitev ponavadi velika, zato je lahko ob strokovno ustreznem gnojenju nevarnost onesnaženja vode minimalna. Na drugi strani pa je seveda velika količina odcejene vode tudi breme za rastlinsko pridelavo. Hranila se izpirajo tudi med rastno dobo, takrat, ko jih rastline nujno potrebujejo.

Bilanca hranil

Pomembna komponenta za določitev potencialnega onesnaževanja je bilanca hranil, se pravi razlika med vnešenimi in odnesenimi količinami hranil na nivoju regije, kmetije ali parcele. Pri izračunu bilance je treba upoševati količine vseh snovi, ki krožijo skozi proučevan sistem (regija/kmetija/parcela) in njihovo vsebnost hranil. V namen izračunavanja bilance na kmetiji se poslužujemo tabelaričnih vrednosti (vsebnosti hranil v mineralnih in organskih gnojilih ter v rastlinskih ostankih in kompostih najdete večinoma v teh smernicah), podatke o vsebnosti hranil, ki so »skrita« oz. »vezana« v telesa živali, njihovo krmo, živinske pridelke (meso, mleko, jajca), podatke o plinskih izgubah ali izgubah z izpiranjem, površinskim odtokom itd. najdete v specialnih publikacijah oz. že kot sestavni del računalniških modelov za izračun bilance. Takih programov trenutno v Sloveniji še nimamo, bi pa bilo zelo koristno, če bi jih imeli.

Izračun bilance za parcelo je z drugo besedo gnojilni načrt, primer katerega je predstavljen v poglavju Gnojilni načrt.

Bilanca dušika na nivoju parcele se spreminja v odvisnosti od gojenja z N, vrste gojenih rastlin (simbiontska fiksacija N pri metuljnicah) ter od pridelka rastlin (odvzem N s pridelki).

Iz podatkov o kmetijskih območjih v Sloveniji (Mihelič in sod, 2000), ki ležijo nad podzemnimi vodami in lahko vplivajo na širšo okolico zajetij pitne vode, je bila izračunana bilanca dušika kot razlika med vnosom dušika z mineralnimi in/ali organskimi gnojili ter odvzemom N s kmetijskimi pridelki. V strokovni literaturi so se pojavila priporočila, da naj bi bila bilanca dušika izravnana (± 0) oz. rahlo pozitivna (do + 45 kg N/ha letno) (Isermann in Isermann, 2001). Podatki za Slovenijo kažejo, da je v povprečju za celo Slovenijo bilančni presežek sorazmerno majhen – v povprečju na nivoju do + 40 kg N/ha letno (Leskošek in Mihelič, 1999). Do leta 2000 je bil z izjemo leta 1992 in 1993 bilančni presežek 38 do 66 kg N/ha, po letu 2004 pa se večinoma zmanjšuje, tako da je leta 2008 znašal le še 24 kg N/ha (Sušin in Verbič, 2010).

Nasprotno je v kmetijsko intenzivnih območjih dušikova bilanca pozitivna (aritmetična sredina je + 64 kg N/ha) (Mihelič in sod., 2002). Bilanca je pod + 45 kg N/ha na 45 % preiskovanih kmetijskih območjih, na 55 % pa kmetje pretirano gnojijo. Na območjih, kjer so kmetijske površine v tesnem stiku s plitvo ležečimi podzemnimi vodami, je pridelava razmeroma preintenzivna.

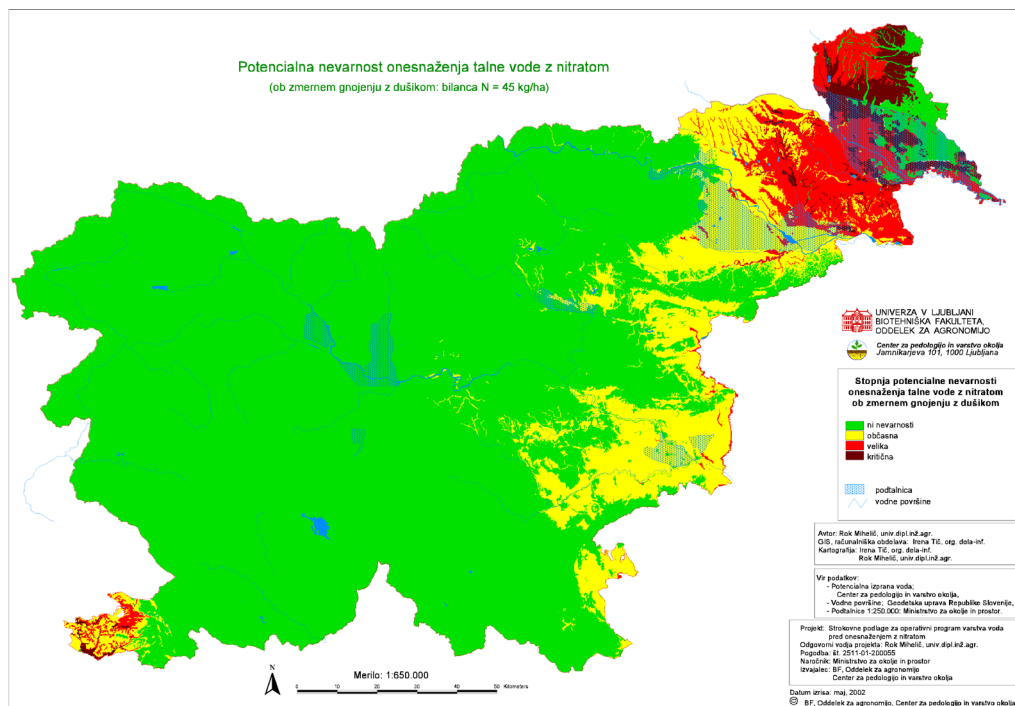
Obremenitev z N ni enakomerna, presežek je pogosto tam, kjer plitva tla ležijo nad podzemnimi vodami. Onesnaženje se pojavlja predvsem pod plitvimi rjavimi tlemi v porečjih naših večjih rek (Mura, Drava, Savinja in Sava). Ta tla imajo majhno sposobnost zadrževanja vode, zato je izpiranje pogostejše. Kmetijstvo na teh območjih je intenzivno (intenzivna, predvsem hlevska živinoreja in poljedelstvo, v zadnjem času se širi tudi intenzivno zelenjadarstvo). Nevarnost onesnaženja podzemnih voda se povečuje proti vzhodu države. V tej smeri pojemajo padavine, obenem pa narašča evapotranspiracija, zato je presežka vode manj. Zaradi majhnega pronicanja vode skozi talni profil, je koncentracija nitratov v podzemnih vodah večja kot na

zahodu (manjša razredčitev!). Velike koncentracije nitratov se dalj časa obdržijo tudi potem, ko kmetje zmanjšajo intenziteto gnojenja. V osrednji in zahodni Sloveniji je izpiranje vode in nitratov skozi talni profil sorazmerno večje, vendar zaradi velikega pretoka vode pride do razredčenja, verjetnost onesnaženosti teh podzemnih voda je zato manjša. K temu prispeva še veliko zaledje gozdnih površin in hribovitega sveta, od koder se podzemne vode polnijo in obnavljajo.

Glede bilančnega presežka N izstopajo med poljščinami koruza, sladkorna pesa in buče s 160 – 170 kg N/ha letno. Praviloma so ekstremni presežki N povezani s pretiranim gnojenjem tako z mineralnimi, še posebej pa z živinski gnojili (hlevski gnoj, gnojevka, perutninski gnoj). Manjši bilančni N presežek imajo krompir (65 kg N/ha) in strna žita (38 kg N/ha). Krmne rastline na njivah ter travinje pa imajo bilanco N izravnano (± 0 kg N/ha). Bilančni presežek pri vinogradih in hmelju je 85 kg N/ha, pri sadovnjakih je zmeren (20 kg N/ha), pri zelenjadnicah pa v povprečju še manjši (15 kg N/ha), vendar so razlike med posameznimi primeri večje (Mihelič in sod., 2002).

Bilanca N je izravnana oz. celo negativna kjer prevladuje trajno travinje, to je v večjem delu Notranjske, v alpskem svetu Gorenjske in Tolminskega. Pogosto gre za območja, kjer je kmetijska pridelava slabo rentabilna, zato si kmetje ne morejo privoščiti velikih izdatkov za gnojila. **Ta območja se intenzivno zaraščajo.**

Bilančni presežek dušika bi pri upoštevanju navodil za strokovno ustrezno gnojenje lahko zmanjšali na nivo do +45 kg N/ha tudi pri poljščinah, ne da bi se pri tem zmanjšali pridelki. Pri takem bilančnem presežku dušika ne bi bilo nevarnosti za onesnaženje podtalnic na ca. 84% slovenskega teritorija. Ponekod, predvsem v nekaterih predelih v porečjih Mure in Drave, kjer je padavin manj, skozi tla pronicujoča voda pa zaradi tega koncentrirana z potencialnimi onesnažili, bi morali izdelati posebne programe gnojenja z dušikom in temu prilagojene kmetijske pridelave. Ta območja, ki so na sl. 17 označena z rdečo, so zaradi specifičnih naravnih danosti v gospodarsko slabšem položaju. Ministrstvo za kmetijstvo bi za njih moralo uvesti poseben ukrep kmetijsko okoljskega programa (Mihelič s sod., 2002).



Slika 17: Potencialna nevarnost onesnaženja podtalnic z nitratom iz kmetijskih površin v Sloveniji pri zmernem gnojenju z N (letna bilanca N + 45 kg/ha) (Mihelič in sod., 2002)

Strategija gnojenja z N v slovenskih razmerah

Kdaj in koliko gnojiti z dušikom določata v prvi vrsti značilnost naše klime in talnega pokrova. Slovenija ima v primerjavi s sosednjimi državami veliko padavin (800 do 1600 mm v pretežnem delu države). Padavine tudi v rastni dobi večkrat presežejo potrebe rastlin in kapaciteto tal za vodo. Voda skozi tla pronica v podtalje ter izpira nitrat. Problem je toliko večji zaradi plitvih tal (pod 30 cm) zlasti na območjih, kjer črpajo pitno vodo. Zato je pri nas bolj kot v večini evropskih dežel nujno deliti letni odmerek N na več obrokov. Predvsem okopavine: koruzo, peso je treba ob servi minimalno gnojiti z mineralnim N. Poudarek naj bo na dognojevanju. Strna žita potrebujejo obilno gnojenje z mineralnim N, vendar je treba gnojiti v treh obrokih, za pravilno odmerjanje pa naj bi uporabili enostaven test. Sadovnjaki in vinogradi rabijo zelo malo N (0 - 50 kg N/ha). Pri preobilnem N gnojenju se namreč poslabša kvaliteta plodov. Gnojenje travinja je odvisno od intenzivnosti rabe. Relativno velike pridelke kakovostne mrve (6 - 8 ton/ha) pa bi lahko dosegli tudi brez uporabe N gnojil (samo s PK).

Posebno pozornost je treba posvetiti tudi organskim gnojilom. Mnogo kmetov priznava organskim gnojilom velik pomen za vzdrževanje splošne rodovitnosti tal, ne računajo pa s hranili, ki jih rastline lahko izkoristijo že v letu gnojenja. Za pravilno odmerjanje N je treba poznati ali vsaj znati oceniti vsebnost N v organskih gnojilih. To je pomembno še zlasti pri

tekočih organskih gnojilih. Ta uporabljamo časovno in količinsko glede na N podobno kot dušikova mineralna gnojila. Gnojevko je treba zadelati v tla. S tem preprečimo, da bi se širil smrad, tal ne »zadušimo« s pokrovom iz gnojevke, predvsem pa ne izgubljam dušika - amoniaka v zrak ter zato dosežemo večje pridelke kot pri površinski politi. Tekočih organskih gnojil ne smemo uporabljati kadar so tal nasičena z vlago ali zamrznjena ali pokrita z debelo snežno odejo. Prepovedana je tudi uporaba na močno nagnjenih terenih, kjer lahko pride do površinskega odtoka.

Praviloma bi kmetije smele rediti le toliko živine, kolikor gnoja bi lahko brez škode za onesnaženje okolja razvozile na svoje površine (glej nitratno uredbo UL RS 113/2009). Z varovanjem okolja pa so pogosto skregane industrijske intenzivne reje živali. Na takih farmah je ponavadi živinskih izločkov mnogo več, kot je v bližnji okolici za gnojenje primernih kmetijskih površin.

Kontrola vsebnosti $\text{NO}_3\text{-N}$ na njivah pred zimo

Analiza na vsebnost $\text{NO}_3\text{-N}$ je s stališča varovanja okolja in s stališča kontrole gnojenja v tekočem letu za nazaj potrebna predvsem jeseni, ko se preneha rastna doba in praktično tudi nitrifikacija, torej ko pade temperatura tal na globini 10 cm pod 5°C .

Predlog monitoringa vsebnosti $\text{NO}_3\text{-N}$ na njivah pred zimo v občutljivih območjih:

datum vzorčenja tal naj sovпада s časom prepovedi razvoza gnojevke in gnojnice na neozelenjene njive, torej od 15. novembra do 15. decembra, s pripombo, da ne bi smeli prej gnojiti. Globina vzorčenja: do 60 cm, 2 dveh slojih po 30 cm (če so tla plitvejša, pač manj). Predlagamo, da naj bo priporočena mejna vrednost $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh 50 kg $\text{NO}_3\text{-N}/\text{ha}$, oz. 6 mg $\text{NO}_3\text{-N}/\text{kg}$ zračno suhih tal v povprečju celotne globine vzorčenih tal.

Za kontrolo vsebnosti $\text{NO}_3\text{-N}$ na njivah pred zimo bi bilo smiselno uvesti državni monitoring, podobno kot ga imajo že več kot 10 let organiziranega na Bavarskem in v deželi Baden-Württemberg (SchALVO Merkblatt Folien_Dez08.ppt; Finck in sod. 2008). Še posebej bi bil tak monitoring potreben v SV Sloveniji, kjer je manj padavin ter manj odcejene vode skozi profil, vendar zato bolj koncentrirane z nitratom.

Erozija tal

Z erozijo, to je z odnašanjem talnih telcev zaradi vode in/ali vetra iz površine, se zmanjšuje rodovitnost tal, saj izgubljam najbolj kakovosten, s humusom in hranili bogat del zemljskega površja. Rodovitno zemljo je zelo težko in drago nadomestiti, zato moramo erozijo čimbolj preprečiti. Bistveno je, da so njivska tla čim dalj časa pokrita z rastočimi rastlinami ali njihovimi ostanki. Zato se v nagibih izogibajmo preoravanju in puščanju golih tal čez zimo. Na spošno naj bi tla čim manj intenzivno obdelovali in s tem ogranjali obstojno strukturo talnih skupkov (agregatov). Z onašanjem talnih delcev izgubljam tudi fosfor in druga hranila, ki

so na talne delce vezana in se sicer ne izpirajo ali je izpiranje majhno. Če s fosforjem obogateni delci pridejo v vodo, se lahko pojavi učinek eutrofikacije, to je začetnega čezmernega razmaha življa v vodi, ki se lahko sprevrže v nenadno odmiranje vodnega ekosistema. Znak je cvetenje alg v jezerih, tolmunih rek.

V Sloveniji nimamo sistematičnih meritev erozije s kmetijskih površin. Domnevamo, da je erozija manj izrazita kot v nekaterih deželah, kjer je padavin manj. Erozijski najbolj podvržena so namreč močno izsušena tla s posušenim rastlinjem. Ko pride po izsušitvi močno deževje ali močan veter, nevezana tla zlahka odnese. Pri nas, vsaj v večjem delu Slovenije, so tla večino leta vlažna. Le izjemoma ob poletnih sušah popolnoma propade tudi rastlinski pokrov.

Vetrna erozija

Vetrna erozija je v Sloveniji manj izrazita. Geografsko je omejena predvsem na območje Vipavske doline, kjer so potencialne možnosti za njeno pojavljanje. Izrazitejša je bila v prvi polovici 80. let, ko so bila izvršena obsežnejša zemeljska dela ob hidromelioraciji Vipave in njenih pritokov. Pri tem so bile odstranjene tudi številne žive meje, spreminjali pa so tudi travnate površine v obdelovalne površine, saj je bil namen melioracijskih del ravno povečati delež poljedelske pridelave.

Vodna erozija

Vodna erozija na obdelanih kmetijskih zemljiščih se je v preteklih letih zmanjševala zaradi opuščanja obdelave v vinogradih (zatravljenje), spremembe kmetijske rabe tal (travniki) ali opuščanja kmetijske rabe na zelo strmem reliefu. Intenzivna kmetijska pridelava pa lahko v nekaterih primerih povzroča zbijanje tal, pri čemer se zaradi manjše infiltracijske sposobnosti tal povečuje površinski odtok vode. Hkratno zmanjševanje deleža organske snovi v obdelovalnih horizontih povzroča slabšo obstojnost strukturnih agregatov. S tem pa so dane razmere za povečanje erozije. V novejšem času se pojavljajo tudi nekatere klimatske spremembe (npr. daljša sušna obdobja in močna deževja). Močno izsušena tla imajo lahko zelo zmanjšano sposobnost vpijanja (infiltracije), kar ob močnem nalivu izredno poveča površinski odtok vode, s tem pa tudi vodno erozijo. Nekatere poljščine ne dajejo veliko zaščite tlem pred erozijo (predvsem krompir), medtem ko imajo travno-deteljni posevki izrazito varovalen vpliv. Vodna erozija je izrazitejša na nekaterih vrstah tal. Med najbolj erodibilne v kmetijski rabi spadajo pobočni psevdogleji in nekatera evtrična tla na mehkih karbonatnih kamninah.

Usadi in zemeljski plazovi

Posebna vrsta erozijskih procesov tal so usadi in zemeljski plazovi. Zajamejo lahko samo tla, pri čemer je drsna ploskev stik med tlemi in matično podlago. Plazovi pa lahko zajamejo tudi matično podlago tal, če je ta razdrobljena, sipka oziroma nekompaktna, pri tem drsna ploskev pogosto ni posebej izražena. Obe vrsti plazenja sta v Sloveniji prisotni.

Emisije toplogrednih plinov, amoniaka in smradu zaradi gnojenja

V kmetijstvu nastane največ amoniaka pri gnojenju z živinskimi gnojili, sledijo izpusti iz hlevov in med pašo živali ter izpusti med skladiščenjem živinskih gnojil. Pomembne količine amoniaka se sprostijo tudi zaradi gnojenja z rudninskimi gnojili. V Sloveniji 55 % vseh izpustov amoniaka iz kmetijstva prispeva govedoreja, skupaj z njihovimi živinskimi gnojili; Verbič in sod., 2006). Pri gnojenju lahko izhlapevanje amoniaka občutno zmanjšamo, če gnojila zadelamo v tla. V tleh se amonijski dušik namreč veže na minerale glin. Pomembno je, da živinska gnojila zadelamo v 24 urah.

Izgube amoniaka so odvisne od vremenskih razmer. Največje so v vročem vetrovnem vremenu. Za gnojenje izberimo miren, hladen in vlažen dan. Najbolje, da gnojimo zvečer ali pred oz. ob rahlem deževanju. Pri tem pazimo, da tla niso nasičena z vodo.

Razredcena gnojevka vsebuje manj amoniaka in pronica v zemljo hitreje od nerazredčene gnojevke. Primerno je redčenje gnojevke in gnojnice v razmerju 1:1. Izhlapevanje amoniaka se pri tem zmanjša za približno 50 %.

Najpomembnejši toplogredni plini so **ogljikov dioksid**, **metan** in **didušikov oksid**. Ti plini se v toplogrednem učinku med seboj razlikujejo. Toplogredni učinek metana je 21 krat večji, toplogredni učinek didušikovega oksida pa kar 310 krat večji od toplogrednega učinka ogljikovega dioksida.

Koncentracija ogljikovega dioksida v ozračju se povečuje predvsem zaradi rabe fosilnih goriv (pogosto premog, nafta). V Sloveniji prispeva kmetijstvo manj kot 2 % skupnih izpustov ogljikovega dioksida. V kmetijstvu sta najpomembnejša toplogredna plina metan in didušikov oksid (N_2O = »smejalni plin«) (Verbič in sod., 2006).

Največ metana nastane pri fermentaciji krme v predželodcih prežvekovalcev in debelem črevesu domačih živali. Precejšnje količine se razvijejo tudi med skladiščenjem živinskih gnojil. Glede na posebnosti prebave pri prežvekovalcih in glede na velik obseg reje prispeva fermentacija v prebavilih goved 56 % vseh izpustov metana v kmetijstvu. Približno 40 % izpustov nastane pri skladiščenju govejega, prašičjega in perutninskega gnoja (Verbič in sod., 2006). Ta del bi se dal zmanjšati, če bi se živinska gnojila anaerobno fermentiralo, sproščeni metan pa koristno uporabili kot obnovljivi vir energije za tvorbo elektrike ter toplote ali za pogonsko gorivo.

Nastajanje didušikovega oksida je povezano z anaerobnimi razmerami v tleh, ko mikroorganizmi za procese oksidacije uporabijo namesto manjkajočega kisika v tleh prisotni nitrat. Nastajanje tega plina, ki uničuje stratosferski ozon, lahko zmanjšamo, če z dušikom gnojimo v skladu s strokovnimi priporočili, to je v skladu z dejanskimi potrebami rastlin.

Smrad je eden od najpogostejših vzrokov za nesoglasja med kmeti in okoliškim prebivalstvom. V celoti se mu pri kmetovanju ne moremo izogniti, lahko pa ga zmanjšamo. Pri gnojenju z gnojivko in gnojnico se moramo izogibati pršenju. Če je mogoče, uporabljajmo opremo, ki omogoča nanašanje tekočih gnojil neposredno na tla ali celo vbrizganje gnojil v tla. Na njivah živinska gnojila čimprej, vsaj v 24 urah, zaorjimo ali vsaj plitvo zadelajmo v tla.

OSNOVNA PRAVILA ZA GNOJENJE NA VODOVARSTVENIH OBMOČJIH (VVO)

V Sloveniji je pitna voda v nekaterih vodovarstvenih območjih (Savinjska in Apaška dolina, Ptujsko in Krško polje) že - vsaj občasno - preveč obremenjena z nitrati ($> 50 \text{ mg NO}_3/\text{l}$).

Za to preobremenjenost je precejšnji meri krivo časovno in količinsko neustrezno gnojenje z mineralnimi (N) in organskimi gnojili.

Ključni predpisi, ki jih moramo upoštevati pri gnojenju na VVO so ustrezni podzakonski akti zakona o vodah (UL RS 67/09, 110/02, 57/08) ter nitratna uredba (UL RS 113/2009).

Vodovarstvena območja so razdeljena na različna vplivna območja na vodnjak oz. zajetje pitne vode.

- blažji vodovarstveni režim, ki ga izvajamo na širšem območju (VVO III),
- strožji vodovarstveni režim, ki ga izvajamo na ožjem območju (VVO II),
- najstrožji vodovarstveni režim, ki ga izvajamo na najožjem območju (VVO I).

Na vseh VVO območjih je prepovedano gnojiti brez gnojilnega načrta.

Na VVO I je prepovedano uporabljati dušikova mineralna gnojila. Prepovedana so tudi tekoča organska gnojila. Dovoljena so le tista gnojila, ki so sicer običajno dovoljena za ekološko kmetijstvo: Organska gnojila iz ekstenzivne živinoreje, hlevski gnoj, ki je zoren najmanj 6 mesecev, posušen hlevski gnoj in dehidriran perutninski gnoj, kompostirani odpadki iz gospodinjstva (kompost 1. razreda); šota, glina, žaganje in leseni sekanci, lesni pepel, mehki surovi fosfati, aluminijevev kalcijevev fosfat, droži in izvlečki iz droži, kalcijev karbonat, magnezijev in kalcijev karbonat naravnega izvora, magnezijev sulfat, kalcijev sulfat, kalijev sulfat, kalijev karbonat, kamninska moka pod pogoji iz predpisov o ekološki pridelavi kmetijskih pridelkov. Prepovedano je preoravanje trajnega travinja.

Na VVO II je izjemoma dovoljeno gnojiti v skladu z določili za integrirano ali ekološko pridelavo, če niso presežene mejne vrednosti dušika na vodovarstvenih območjih, in če rezultati monitoringa kakovosti vode kažejo, da je imela voda iz zajetja v obdobju zadnjih petih let dobro kemijsko stanje v skladu s predpisi o kakovosti podzemnih voda.

Na VVO III je dovoljeno običajno gnojenje, če niso presežene mejne vrednosti dušika na vodovarstvenih območjih.

Vsakršnemu izpiranju nitratov iz ornice v podtalnico se pri nas ni mogoče ogniti niti s popolnim opuščanjem kakršnegakoli gnojenja travnatega in njivskega sveta, niti z najbolj strokovno utemeljenim gnojenjem poljščin. Veliko padavin (800 do preko 2000 mm/leto) in plitva tla na produ na glavnih vodovarstvenih območjih omogočajo izpiranje tako zunaj rastne dobe in - kot našo posebnost - tudi med rastno dobo. Na drugi strani pa velika gozdnatost in travnatost zemljišč (> 80% vseh zemljišč) zadržujeta in ohranjata čisto vodo.

Na vodovarstvenih območjih se je treba čim bolj držati smernic za strokovno utemeljeno gnojenje: vsak kmetovalec mora gnojiti na osnovi gnojilnega načrta, podlaga zanj pa je analiza tal in evidenca uporabljenih gnojil, kultur (poljščin) in velikosti ter uporabe pridelkov. Pri tem mora kmetovalcem nuditi potrebno pomoč ustrezno izobražen kmetijski svetovalec.

Večina ukrepov v vodovarstvenih območjih je ne samo v korist kakovosti pitne vode ampak tudi kmetovalcem. Če pa je treba vpeljati ukrepe, ki povečujejo ceno pridelave in/ali zmanjšujejo pridelek (npr. omejitve pri gnojenju z N), potem bi moral kmetovalec dobiti ustrezno odškodnino.

Najpomembnejši splošni ukrepi za varstvo pitne vode na kmetijskih zemljiščih so:

- čim bolj z živimi rastlinami poraščena tla, po možnosti tudi zunaj rastne dobe (čez zimo); tem zahtevam najbolj ustreza travna ruša trajnega travinja in krmne koševine na njivah;
- časovno in količinsko konkretnim potrebam rastlin prilagojena uporaba dušikovih mineralnih gnojil;
- omejena uporaba organskih gnojil, zlasti gnojevke in gnojnice;
- praviloma prepovedano preoravanje travnikov.

Uredba o varstvu voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijskih virov (UL RS 113/2009).

Uredba o stanju podzemnih voda (UL RS 25/09).

Vladne uredbe o vodovarstvenih območjih.

PRILOGA: MINERALNA GNOJILA IN FAKTORJI ZA PRERAČUNAVANJE HRANIL V GNOJILIH

Preglednica 97: Pomembna mineralna gnojila na slovenskem trgu

Vrsta gnojila	Oznaka gnojila	Vsebnost glavnih hranil	Spremljajoča hranila	Opombe
Dušikova gnojila				
kalcijev (Mg)-amonijev-nitrat	KAN	27% -28% N (50% kot NO ₃ -N, 50% kot NH ₄ -N)	CaCO ₃ (20%), MgCO ₃ (4%)	
amonijev-nitrat	AN	33,5% N		
urea + amoninitrat	UAN	30% N (50% amid, 25% nitrat, 25% amonij)		tekoče N gnojilo
urea		46% N kot amid (NH ₂ -)		
kalcijev (norveški) soliter		15,5% N (94% nitrat, 6% amonij)	26,6 - 28% CaO	100% vodotopno
apneni dušik		20-21% N kot CaCN ₂		tudi za zatiranje boleznih, škodljivcev in plevelov
Fosfatna gnojila				
superfosfat		16-20% P ₂ O ₅	CaSO ₄	100% citronsko in nad 90% vodotopno
Kalijeva, magnezijeva in žveplove gnojila				
NP gnojila				
	12-52-0	12% NH ₄ -N + 52% vodot. P ₂ O ₅		MAP
	16-48-0	16% NH ₄ -N + 48% vodot. P ₂ O ₅		DAP
	18-28-0	18% N (10,5% amonij; 7,5% nitrat); 28% P ₂ O ₅		povsod je P 100% citronsko topen in 75-80% vodotopen
	13-23-0	N: 50% nitrat, 50% amonij		->-
	12-26-0	->-		->-
	6-36-0	->-		->-

NK gnojila		
K kot KCl:	10-0-38 N: 50% nitrat, 50% amonij	
	14-0-30	
	18-0-16	
	itd.	
K kot K ₂ SO ₄ :	16-0-20 S N: 50% nitrat, 50% amonij	
	18-0-17 S	
	14-0-24 S	
	itd.	
PK gnojila		
	0-18-18 K kot KCl	povsod je P 100% citronsko topen in 75-80% vodotopen
	0-15-30 K kot KCl	
	0-24-24 S K kot K ₂ SO ₄	
	0-29-18 S K kot K ₂ SO ₄	
	0-20-30 ->-	
	0-22-33 ->-	
NPK gnojila		
NPK »starterji« (poudarjen N)	16 do 24% N - 2 do 9% P ₂ O ₅ - 4 do 12% K ₂ O	vsebujejo lahko tudi 2-3% MgO
NPK s poudarkom na P in K	2 do 5-16 do 30-15 do 30	
NPK s K kot K ₂ SO ₄	4 do 13 - 6 do 15 - 24 do 36	brez MgO
->-	7 do 10 - 12 do 15 - 15 do 18	z 1do3% MgO
NPK z Mg in B	2 do 16 - 10 do 24 - 16 do 37 + 1 do 3 MgO + 0,16 do0,31 B	K kot KCl ali K ₂ SO ₄ ; B in Mg vodotopna
Specialna gnojila		
mnogo različnih vrst NPK gnojil z dodatkom Mg, event. S in mikrohranil: B, Mg, Cu, Fe,Mn, Zn,...		
Apnena gnojila:	mleti apnenec, hidratizirano apno in žgano apno ter njihove mešanice z različnimi deleži Ca in Mg v oksidni, hidroksidni ali karbonatni obliki, apnenčev prah sladkorne tovarne	

Preglednica 98: Pretvorbni faktorji: rastlinska hranila - elementi

Kemični element/spojina	Faktor→	←faktor	rastlinsko hranilo/kem. spojina
P	2,294	0,436	P ₂ O ₅
K	1,205	0,830	K ₂ O
Ca	2,497	0,400	CaCO ₃
Ca	1,400	0,715	CaO
Ca	1,850	0,540	Ca(OH) ₂
Ca	4,297	0,233	CaSO ₄ ·2H ₂ O
CaO	1,783	0,561	CaCO ₃
CaO	1,321	0,757	Ca(OH) ₂
Ca(OH) ₂	1,351	0,740	CaCO ₃
Mg	1,658	0,603	MgO
Mg	4,947	0,202	MgSO ₄
Mg	3,467	0,290	MgCO ₃
MgO	2,984	0,335	MgSO ₄
MgO	2,091	0,478	MgCO ₃
MgSO ₄	0,701	1,427	MgCO ₃
B	5,720	0,175	H ₃ BO ₃
B	8,813	0,113	Na ₂ B ₄ O ₇ · 10 H ₂ O
B	3,218	0,311	B ₂ O ₃
B ₂ O ₃	1,777	0,563	H ₃ BO ₃
B ₂ O ₃	2,739	0,365	Na ₂ B ₄ O ₇ · 10 H ₂ O
H ₃ BO ₃	1,542	0,649	Na ₂ B ₄ O ₇ · 10 H ₂ O
Mn	4,061	0,246	MnSO ₄ ·4H ₂ O
Mn	3,603	0,278	MnCl ₂ ·4H ₂ O
Cu	3,928	0,255	CuSO ₄ ·5H ₂ O
Fe	4,979	0,227	FeSO ₄ ·7H ₂ O
Mo	1,840	0,543	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O
Mo	2,519	0,397	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O
N	4,430	0,230	NO ₃
N	1,286	0,778	NH ₄

GLAVNI LABORATORIJI, KI V SLOVENIJI ANALIZIRAJO ZEMLJO

- Biotehniška fakulteta, Center za pedologijo in varstvo okolja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana
- Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo, 3310 Žalec, Cesta Žalskega tabora 2
- Jurana, d.o.o., 2000 Maribor, Valvazorjeva 76
- Kmetijski inštitut Slovenije, 1000 Ljubljana, Hacquetova 17
- Kmetijski zavod, 2000 Maribor, Vinarska c. 14
- Kmetijski zavod, 5000 Nova Gorica, Pri hrastu 18
- Živinorejsko-kmetijski zavod, 9000 Murska Sobota, Štefana Kovača 40

REFERENCE

- Amlinger, F., Bäck, E., Buchgraber, K., Dachler, M., Dersch, D., Egger, R., Eigner, E., Froschauer, J., Fenz, F., Galler, G., Gruber, L., Hofmair, W., Hölzl, F. X., Holzner, H., Hösch, J., Humer, J., Hütter, H., Juritsch, G., Klaghofer, E., Kuderna, M., Mayer, K., Priller, H., Pötsch, E., Rech, T., Reheis, W., Schwarzl, B., Springer, J., Spiegel, H., Steinwider, A., Tomek, H., Traudtner, F., Winkovitsch, C. 2006. Richtlinien für die Sachgerechte Düngung. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 6. Auflage. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien. 80 s.
- Alt, D. and I. Peters. 1993. Die CaCl₂/DTPA-Methode zur Untersuchung gärtnerischer Erden auf Mengen- und Spurenelemente. 2. Mitteilung: Kupfer und Mangan. *Agribiol. Res.* 45, 215-224.
- Babnik, D., Žnidaršič Pongrac, V., Kmecl, V., Sušin, J., Verbič, J., Šegula, B., Žnidaršič, T., Jeretina, J. 2006. Sestava živinskih gnojil v Sloveniji. V: KAPUN, Stanko (ur.), ČEH, Tatjana (ur.). Zbornik predavanj 15. posvetovanja o prehrani domačih živali „Zadavrčevi-Erjavčevi dnevi“. Murska Sobota: Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod, 2006, str. 272-283.
- Baker, H.K. 1981. Meat Production - The Role of Fertilizers. The International Fertilizer Society - Proceeding 198 (1981).
- Barker and Bryson: Bioremediation by Composting The ScientificWorld Journal (2002) 2, 407-420.
- Baumgarten A. (ed.). 2008. Richtlinien für die sachgerechte Düngung imGarten- und Feldgemüsebau. 3. Auflage – mit kulturdatenblätter. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien.
- Bavec F., 2000. Nekatere zapostavljene in/ali nove poljščine. Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo, s. 23-24, 49-51, 60-61, 85-89, 136-138.
- Bavec, M. 2003. Tehnike pridelovanja zelenjadnic. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 2003. ISBN 961-6299-52-2.
- Bavec, M., Bavec, F., Repič, P., Flisar-Novak, Z., Postrak, N., Bantan, I., Pevec, T., Maljevič, J., Matis, G., Miklavc, J., Pšaker, P., Darovic, A., Štabuc Starčevič, D., Ambrožič, I., Zupančič, M., Slabe, A., Rkalčič, E., Orešek, E., 2001. Ekološko kmetijstvo. Ljubljana, Kmečki glas, s. 202, 205-206.
- Bergmann, W. 1986. Farbatlas Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen : visuelle und analytische Diagnose. Ausgabe 2., erw. Aufl. Erschienen Jena : Fischer, 1986 Umfang 306 S. : Ill. Anmerkung Mit 945 Farbbildern auf 226 Tafeln. ISBN 3-334-00258-6.

- Bergmann W. 1992. Nutritional Disorders of Plants: Development, Visual and Analytical Diagnosis. Jena. Gustav Fischer Verlag. 741p.
- Bergmann, W. 1997. Beitrag zur Geschichte der Ermittlung der Nährstoff- und Düngerbedürftigkeit... in Thüringen (1920 - 1990).- Schriftenreihe der TLL, 2/1997, 81 – 113.
- Bertschinger, L.; Gysi, C.; Häseli, A.; Neuweiler, R.; Pfammatter, W.; Ryser, J.-P.; Schmid, A.; Weibel, F. 2003. Grundlagen für die Düngung der Obstkulturen - Kernobst, Steinobst, Kiwi, Strauchbeeren [Basics for the fertilisation of fruit crops - stone fruit, pip fruit, kiwis and berries]. Report no. Vol.15, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, CH-8820 Wädenswil.
- Blume, H.P., 1992: Handbuch des Bodenschutzes. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg. ISBN: 3-609-65850-9.
- Bodenuntersuchung auf Grundnährstoffe, Konzept 1997.- Hessisches Landesamt für Regionalentwicklung und Landwirtschaft, 1997, 10 s.
- Bomme U, Nast D. 1998. Nährstoffentzug und ordnungsgemäße Düngung im Feldanbau von Heil- und Gewürzpflanzen. Zeitschrift für Arznei- & Gewürzpflanzen. Heftdetails Ausgabe 2/1998.
- Bureš, V., 1980. Hranjenje in gnojenje hmelja. Praga, Metodika UVTIZ, 5 s.
- Coviello J. L.; Ferguson L.; Sibbett G. S. 2005. Olive production manual. Publisher: Oakland, Calif : University of California, Agriculture and Natural Resources, 2005. OCLC Number: 255949377. 180 s.
- Čeh B. 1997. Depoziti žvepla in kalcija s padavinami v Sloveniji. Sodobno kmetijstvo, 30, 5: 232-236.
- Dachler, M.; Pelzmann, H. 1999. Arznei- und Gewürzpflanzen Anbaupraxis. 2., überarb. Aufl. 1999, 250 Seiten, Österreichischer Agrarverlag Druck- und Verlagsges.m.b.H. Nfg. KG ISBN: 3704013609.
- Direktiva Sveta z dne 12. junija 1986 o varstvu okolja, zlasti tal, kadar se blato iz čistilnih naprav uporablja v kmetijstvu (86/278/EGS) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:15:01:31986L0278:SL:PDF>.
- Dolinar, M., 1982. Gnojevka v hmeljiščih. Hmeljar, 5, s., priloga za hmeljarstvo, 3 s.
- Dolinar, M., 1984. Gnojevka je nadomestilo za mineralna gnojila. Hmeljar, 5, priloga za hmeljarstvo, 2 s.
- Dolinar, M., 1986-1990. Zeleno gnojenje in zbitost tal. Poročilo o delu v letih 1986 – 1990. Žalec, Institut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.
- Düngemittelverordnung 2004. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2004 Ausgegeben am 27. Februar 2004 – Nr. 100.

- Düngung im Obstbau – ein Leitfaden. 2007. LTZ Augustenberg, Neßlerstraße 23, 76227 Karlsruhe. Landesanstalt f. landw. Chemie, Emil-Wolff-Str. 14, 70599 Stuttgart (Hohenheim) http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1160800_11/index1215611686464.html
- Džuban, T. 2009. Tehnološka navodila za integrirano pridelavo sadja : leto 2009. Uredil Tomaž Džuban. - Ljubljana : Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, (Ljubljana: Pleško). - 58 str.:t abele; 30 cm.
- Džuban, T., Vršič, S., Lešnik, M., Valdhuber, J. 2009. Tehnološka navodila za integrirano pridelavo grozdja: leto 2009. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 34 str. ISBN 978-961-6761-02-4.
- Finck M., Grimm, S., Hofmann C., Schneider-Götz N., Übelhör W. 2008. Wasserschutz: Von der SchALVO über die Wasserrahmenrichtlinie zum flächendeckenden Grundwasserschutz. Pflanzliche Erzeugung Landinfo 2/2008. 6 s.
- Finck, A., 1997. Rapsdüngung. Raps, 3, s. 126-131.
- Gnojenje zelišč. <http://www.syngenta-agro.at>.
- Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau.- Agrarforschung 1,1994, Beilage 1-40 (CH), 40 s.
- Gupta U.C. 1993. Boron and Its Role in Crop Production. 256 s. ISBN: 9780849365829.
- Hacin, J., Zupanec, J., 1985. Vloga bora v prehrani hmelja – potrebe, pomanjkanje, gnojenje. Hmeljar, 5, priloga za hmeljarstvo, 2 s.
- Hege, U., Peretzki, F., Diepolder, M., Capriel, P. 2003. Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland. 7. überarbeitete Auflage 2003. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodensch. 85 s.
- Hilsendegen, P. 2008. Blattdüngung im Obstbau. Entwicklung. DLR Rheinpfalz Oppenheim (http://www.dlr.rlp.de:80/Internet/global/themen.nsf/se_quick/F69C5D5BD4414B38C1256F5700328F0A?OpenDocument)
- Hilsendegen, P. 2008. Spezielle Düngemaßnahmen im Obstbau. Entwicklung bei Blatt- und Eisendüngung. DLR Rheinpfalz Oppenheim (http://www.dlr-rheinpfalz.rlp.de/Internet/global/startpage.nsf/start/Home_DLR_Rheinpfalz?OpenDocument).
- Hoffmann G. 1991. Die Untersuchung von Boden. Methodenbuch, Band 1, VDLUFA -Verlag, Darmstadt, 316 s.
- Houba V.J.G., Temminghoff E.J.M., Gaikhorst G.A., Vark W. 2000. Soil analysis procedures using 0.01 M Calcium Chloride as extraction reagent. Communications in Soil Science and Plant Analysis 31. 1299 – 1396 pp.
- Kač, L., 1956. Potovanje hranilnih snovi po hmeljski rastlini. Hmeljar, 10, s. 12-14.

- Kellerhals M; Müller W.; Bertschinger L; Darbellay Ch; Pfammatter W. 1997. Obstbau. Langenthal. LmZ. 370 s. ISBN 3-906679-58-6.
- Kickinger, T., J. Humer, K. Aichberger, H. Würzner und W. Windisch. 2008. Bestandsaufnahme der Gehalte an Zink und Kupfer im Wirtschaftsdünger aus der österreichischen Tierproduktion. Die Bodenkultur - Journal for Land Management, Food and Environment. Band 59 / Heft 1-4. Universität für Bodenkultur Wien
- Kišgeci, J., 2002. Hmelj. Beograd, Partenon, s. 156-176.
- Kišgeci, J., Mijavec, A., Aćimović, A., Spevak, P., Vučić, N., 1984. Hmeljarstvo. Novi Sad Poljoprivredni fakultet, s. 156-176.
- Koch H.-J., Baumgärtel G., Claassen N., Hege U., Heyn J., Link A., Orlovius K., Pasda G., Suntheim L. 2000. Schwefelversorgung von Kulturpflanzen-Bedarfsprognose und Düngung. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs-und Forschungsanstalten (VDLUFA). Darmstadt: 8 str. <http://www.vdlufa.de/joomla/Dokumente/Standpunkte/03-schwefel.pdf> (19. mar. 2009)
- Kocjan Ačko D., 1999. Pozabljene poljščine. Ljubljana, ČZD Kmečki glas, s. 88-91, 108-110, 124-126, 146-149, 171-174.
- Körschens, M.; Schulz, E. 1999. Die organische Bodensubstanz. Dynamik-Reproduktion-ökonomisch und ökologisch begründete Richtwerte. UFZ-Bericht Nr. 13/99, ISSN 0948-9452.
- Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland, (6. posodobljena izdaja), 1997, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau (By), 64 s.
- Leskošek M. 1993. Gnojenje.- Ljubljana: Kmečki glas, 197 s.
- Leskošek M., Mihelič R. 1999. OECD National Soil Surface Nutrient Balances – Republic of Slovenia, Nitrogen, BF, Oddelek za agronomijo, Ljubljana: 30 s.
- Leskošek M., Vršič S. 1999. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. 2. del – Vinogradništvo. Kmetijska založba d.o.o, Slovenj Gradec. Ljubljana: samozal. M. Leskošek, 28 str. ISBN 961-6302-29-9.
- Leskošek, M., Mihelič, R. 1998. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Del 1, Poljedelstvo in travništvo. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 1998. 51 str., tabele. ISBN 961-90479-3-1.
- Leskošek, M., Mihelič, R. 2002. Žveplo kot gnojilo = Sulphur as fertilizer. Sodob. kmet., 2002, let. 35, št. 11-12, str. 488-492.
- López-Granados F., Jurado-Expósito M., Álamo S., García-Torres L. 2004. Leaf nutrient spatial variability and site-specific fertilization maps within olive (*Olea europaea* L.) orchards. European Journal of Agronomy, Volume 21, 2, August 2004, Pages 209-222.

- Majer, D., 1994. Dinamika dušika v tleh in rastlini ob različnem gnojenju in vpliv na pridelek hmelja cv. Aurora v Savinjski dolini. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, s. 98 – 120.
- Majer, D., 2002. Prehrana hmeljnih rastlin. V: Priročnik za hmeljarje, Žalec, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, s. 103 - 135
- Majer, D., Gnojenje hmeljskih nasadov. Hmeljarska šola, november 1998 (interno gradivo za udeležence šole).
- Maynard, D. N., Hochmuth, G. J. 1997. Knott's Handbook for Vegetable Growers. 4th ed. New York: J. Wiley. 170 p.
- Merkblätter für die Umweltgerechte Landbewirtschaftung Nr. 20 (4. Auflage) Wasserschutz, SchALVO Dezember 2008 Die Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung Praktische Umsetzung im Ackerbau und auf Grünland. http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/show/1233656_11/ltz_Merkblatt_%20SchALVO_Folien_Dez08.ppt
- Mihelič R. in sod. 2002. Strokovne podlage za operativni program varstva voda pred onesnaženjem z nitrati. Končno poročilo. Naročnik: MOP, 2002.63 s.
- Mihelič R., Lobnik F., Zupan M., Vrščaj B., Ruprecht J., Knapič M., Šporar M., Hodnik A., Tič I., Lapajne s., Urek G. 2000. Vzpostavitev monitoring mreže onesnaženja v kmetijstvu. Zaključno poročilo CRP-Zemlja (V4-0204-98), naročnika: Ministrstvo za znanost in tehnologijo in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ljubljana: 24 s.
- Milojić, B., 1987. Ratarstvo. Beograd, Naučna knjiga, s. 488-491.
- Odet, J., Musrad, M., Wacquant, C. 1982. Memento Fertilisation de Cultures Legumieres. Ctifl. 398 s. ISBN 2-901002-65-X.
- Page A.L. (ed.). 1982. Methods of Soil Analysis. American Society for Agronomy, Madison, WI.
- Petersen, S. O., Mihelič, R. 2007. Recycling of livestock manure in whole-farm perspective. Livest. Sci., 2007, vol. 112, no. 3, str. 180-191.
- Pfundtner E. 2006. Neufassung der Richtlinie für den sachgerechten Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker und Grünland. Neuerungen und Herausforderungen in der Düngung von Grünland und Feldfutter. 12. Alpenländisches Expertenforum 2006. A-8952 Irdning. 25 – 28.
- Pravilnik o kakovosti mineralnih gnojil, Uradni list RS 105, 12. 10. 2006
- Richtlinien für die sachgerechte Düngung, Minist. f. Ldw. ü. Forsten, 1995, 50 s.

- Richtlinien für den integrierten Kernobstbau 2009. 19. Auflage. Herausgeber: AGRIOS Arbeitsgruppe für den integrierten Obstanbau in Südtirol. Haus des Apfels, Jakobstraße 1A, I-39018 TERLAN (BZ), Italy. 33 s.
- Rosbauer, G., 1991. Hopfen – Anbau, Düngung, Pflanzenschutz. Hopfen-Rundschau, s. 28-33.
- Sachgerechte Düngung- (3. predelana izdaja), 1993 (Rheinland-Pfalz), 68 s.
- Sadar V., 1951. Oljnice, korenovke, predivnice in hmelj. Ljubljana, Založba mladinska knjiga, s. 66-83, 262-282.
- Schechtner G., et al., 1991: Wirtschaftsdünger - Richtige Gewinnung und Anwendung. Sonderausgabe der Zeitschrift „Förderungsdienst“. BMLF, Fachberat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, 118 s.
- Sodi F. 2008. Concimazione dell'olivo. Rivista di Agraria. N. 65 - 15 settembre 2008 (www.rivistadiagricoltura.org).
- Spring J.-L., Ryser J.-P., Schwarz J.-J., Basler P., Bertschinger, L., Häseli A. 2003. Grundlagen für die Düngung der Reben (Ausgabe 2003). Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau Wädenswil.
- Srečec, S., 2004. Hmeljarstvo. Križevci, Visoko gospodarsko učilište, s. 63-64.
- Stewart J. W. B., Cole C. V., Maynard D. G. 1983. Interactions of Biogeochemical Cycles in Grassland Ecosystems V: The Major Biogeochemical Cycles and Their Interactions-SCOPE 21. Bolin B., Cook R. B. (ed.). Chennai. <http://www.icsu-scope.org/downloadpubs/scope21/chapter08.html>
- Stickstoff - Bedarfs - Analyse - System = SBA System.- Hessische Landesamt für Regionalentwicklung und Landwirtschaft, 1993, 60 s.
- Sušin, J. 2007. Kakšna mineralna gnojila potrebujemo v Sloveniji glede na oskrbljenost tal s fosforjem in kalijem. Kmeč. glas, 24. jan. 2007, letn. 64, št. 4, priloga.
- Sušin, J. 2008. O rodovitnosti kmetijskih zemljišč. Kmeč. glas, 18. jun. 2008, letn. 65, št. 25, str. 8, tabele.
- Sušin, J., Verbič, J., 2010. Bilanca dušika v kmetijstvu. http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=295
- Šnobl, J., 1985. Hranjenje hmelja z mikroelementi. Praga, Visoka kmetijska šola, 6 s.
- Štampar in sod. 2009. Sadjarstvo (2. dopolnjena izdaja). Založba ČZD Kmečki glas d.o.o. ISBN/EAN: 9789612033422. 412 s.
- Tajnšek, T., 1986. Oljna ogrščica in sončnica. Ljubljana, Kmečki glas, s. 33-41, 86-90.

- Taube F., Gierus M. 2005. Potrebuje travnik žveplo. Kmetovalec, 73, 12: 6, povzeto po DLG Dünger-Magazin, December, 2005, str. 13-15.
- Tehnološka navodila za integrirano pridelavo zelenjave. 2009. Republika Slovenija. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 104 s.
- The quality protocol for the production and use of quality compost from source-segregated biodegradable waste. (okrajšano: **PAS 100**). 2007. WRAP in Environment Agency of England and Wales (www.wrap.org.uk).
- The Sludge Use in Agriculture Regulations 1989. Statutory Instrument 1989 No. 1263. England, Wales and Scotland. (http://www.opsi.gov.uk/si/si1989/Uksi_19891263_en_3.htm)
- Till R. 2002. Sulfur Fertilizers, Forage Quality and Animal Production. IFS Proceedings No. 501. 27p.
- Turk I., Zupan M., Lobnik F., Hudnik V., Mihelič R., Vrščaj B., Prus T., Šporar Š., Ruprecht J. 2002. Poročilo o stanju okolja 2001/02. [Elektronski vir]. Poglavje 2.3 – Tla. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo. - Besedilo z zvd. in graf. prikazi. - Ljubljana : Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, 2002.
- Uredba komisije (ES) št. 1881/2006 z dne 19. decembra 2006 o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih (UL L 364, 20.12.2006, str. 5) ter Uredba Komisije (ES) št. 1126/2007 z dne 28. septembra 2007.
- Uredba o varstvu vode pred onesnaženjem z nitrati iz kmet. virov. Uradni list RS, št. 113/2009 z dne 16.09.2005.
- Uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov. Uradni list RS, št. 62/2008 z dne 20.06.2008.
- Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu. Uradni list RS, št. 62/2008 z dne 20.06.2008.
- Uredba sveta (EGS) št. 2092/91 z dne 24. junija 1991 o ekološki pridelavi kmetijskih proizvodov in označevanju tovrstno pridelanih kmetijskih proizvodov in živil (UL L 198, 22.7.1991, str. 1).
- VDLUFA. 2004. VDLUFA Standpunkt Humusbilanzierung, Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland, Bonn 2004, <http://www.vdlufa.de>
- Verbič in sod. 2006. Svetovalni kodeks dobre kmetijske prakse. Varovanje voda, tal, zraka in ohranjanje biotske raznovrstnosti. Kmetijski inštitut Slovenije 2006. 200 s.
- Veronek, M., 1998. Premočno dognojevanje prvoletnikov povzroča prazna mesta. Hmeljar, 67, s. 5-6.

- Vukadinović, V., Lončarić, Z. 1999: Ishrana bilja. Poljoprivredni fakultet Sveučilišta u Osijeku, Osijek.
- Wagner, A., Oset, F., Veronek, M., 1977. Ugotavljanje optimalnega gnojenja hmelju s kompleksnimi gnojili. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, 12 s.
- Wagner, T., 1968. Vpliv različnih odmerkov dušika, fosforja in kalija na pridelek in kvaliteto hmelja. Hmeljarski bilten, 1, s. 1-13.
- Wagner, T., 1969. Dynamic of macroelements of Savinia Golding and Hybrids 17/126 and 18/135 (izvleček predavanja). Znanstvena komisija 29. 03. 1969.
- Wagner, T., 1971. Dinamika makroelementov v hmeljni rastlini sorte Savinjski golding in hibridov 17/126 in 18/135. Žalec, Hmeljarski bilten, s. 53-64.
- Wagner, T., 1981-1983. Vpliv doze dušika in časa dognojevanja na pridelek in kvaliteto hmelja. Elaborati 1981-1983. Žalec, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.
- Wagner, T., 1990. Gnojenje hmelja. Seminar hmeljarskih tehnologov in pospeševalcev (predavanje), Dobrna 1990.
- Wunderer, W., Fardossi, A., Baumgarten, A., Bauer, K. 2003. Richtlinien für die Sachgerechte düngung im Weinbau. Herausgeber: Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW).
- Wurm, L. in sod. 2008. Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Obstbau. Medieninhaber, Herausgeber: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Stubenring 1, 1010 Wien. 48 s.
- Yash P. A., Altaf A. 2003. Sulphur in Plants. Kluwer Academic Publishers. http://www.amazon.com/gp/reader/1402012470/ref=sib_dp_pt# (20. okt. 2008).
- Zethner, G., R. Sattelberger, A. Hanus-Illnar. 2007. Kupfer und Zink im Wirtschaftsdünger von Schweine und Geflügelmastbetrieben. Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2007. 33 s., ISBN 3-85457-870-9.

SMERNICE ZA STROKOVNO UTEMELJENO GNOJENJE

Izdala in založila:

Republika Slovenija
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (pog. št. 2311-08-000099),
Dunajska 22, 1000 Ljubljana

Financer:

Izdaja publikacije se je financirala iz tehnične pomoči Programa razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2007-2013, ki se sofinancira iz Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja.

Sklicevanje na organ upravljanja in odgovornost za vsebino informacij:

Za vsebino publikacije so odgovorni Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo; Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije in Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo. Organ upravljanja, določen za izvajanje zadevnega paketa pomoči, je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Izvajalec projekta:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije
Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo

Avtorji:

dr. Rok Mihelič, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
dr. Jurij Čop, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
dr. Marijana Jakše, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
dr. Franci Štampar, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
dr. Dušica Majer, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije
dr. Stanislav Tojnko, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo
dr. Stanislav Vršič, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo

Urednik:

dr. Rok Mihelič

Recenzent:

dr. Helena Grčman

Oblikovanje in priprava za tisk:

Samo Grčman

Naklada:

3.000 izvodov

Ljubljana, 2010