

**ZAKLJUČNO POROČILO**  
**O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA**  
**NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA**  
**PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006–2013«**

Prejeto: 13-09-2011 0129  
Številka: 76  
63113-89/21

**I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta**

1. Naziv težišča v okviru CRP:

Težišče 5: Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja  
5.1: Podnebno energetski paket in prilagajanje podnebnim spremembam

2. Šifra projekta:

V4-0485

3. Naslov projekta:

Izboljšanje rodovitnosti tal v spreminjajočih se podnebnih razmerah in gospodarjenje z dušikom ter ogljikom s prezimno ozelenitvijo njiv

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Izboljšanje rodovitnosti tal v spreminjajočih se podnebnih razmerah in gospodarjenje z dušikom ter ogljikom s prezimno ozelenitvijo njiv

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

Improving soil fertility under changeable climatic conditions and nitrogen and carbon management using winter catch crops

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

rodovitnost tal, prezimni dosevki, dušik, ogljik,

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

soil fertility, winter catch crops, nitrogen, carbon

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

KGZS-Zavod Maribor-Raziskovalna enota

6. Sofinancer/sofinancerji:

Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije,  
Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

5087

Branko KRAMBERGER

Datum: 9.9.2011

Podpis vodje projekta:

Prof. dr. Branko Kramberger

Po pooblastilu rektorja UM  
Dekan Fakultete za kmetijstvo  
in biosistemske vede:  
Izr. prof. dr. Mario Lešnik

Podpis in žig izvajalca  
Dekan: prof. dr. Mario Lešnik



## II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

### 1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- ☒ a) v celoti  
☐ b) delno  
☐ c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

|  |
|--|
|  |
|--|

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- ☐ a) da  
☒ b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

|  |
|--|
|  |
|--|

## 2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela<sup>1</sup>:

### 1. Program dela z raziskovalnimi hipotezami in metodološko teoretičnim opisom raziskovanja

*(povzeto iz projektne dokumentacije ob začetku projekta)*

#### 1.1 Cilja dela v projektu:

- optimaliziranje vključevanja dosevkov v kolobar tako, da bodo zelo učinkoviti v zmanjševanju vsebnosti mineralnega dušika v tleh preko jeseni, zime in rano spomladi (preprečevanje izpiranja v podtalne vode in izhlapevanja dušika v ozračje), obenem pa bodo učinkoviti v simbiotski vezavi dušika iz tal, kar bo tudi ekonomsko upravičilo njihovo vključevanje v kolobar;
- optimaliziranje vključevanja prezimnih dosevkov v kolobar tako, da ne bo negativnega vpliva na pridelek naslednje poljščine, to pomeni optimaliziranje razmerja med ogljikom in dušikom v organski snovi, ki jo zaoravamo;
- optimaliziranje pridelave prezimnih dosevkov tako, da bo brez negativnih vplivov omogočena celo neposredna setev naslednje poljščine, kar je po naših predpostavkah in rezultatih dosedanjega dela spet mogoče le z optimaliziranjem razmerja med ogljikom in dušikom v ostankih dosevkov;
- optimaliziranje razmerja med ogljikom in dušikom in sproščanje mineralizacije lahkorazkrojljivega dela organske snovi v obdobju, ko naslednja poljščina v kolobarju mineralni dušik iz tal optimalno izkoristi, obenem pa ob mineralizaciji prestreže v ozračje sproščajoči se ogljikov dioksid;
- iz prakse so pričele prihajati trditve, da ozelenitev preko zime zmanjša pridelek naslednje poljščine v spremenjih - sušnih rastnih razmerah predvsem na težjih tleh. To je potrebno nedvoumno znanstveno dokazati, oziroma ovreči. Naša predpostavka namreč je, da je zmanjšanje pridelka posledica že omenjenega preširokega razmerja med ogljikom in dušikom, oziroma posledica nepravčasne mineralizacije (začasno pomanjkanje dušika in manj kisika v težjih tleh).

Predstavljeni problemi morajo biti rešljivi predvsem z optimaliziranjem sestave mešanic (metuljnice/trave) za prezimne dosevke (za krmo in ozelenitev tal).

#### 1.2 Pričakovani rezultati projekta:

Pri pozno poletnih in ranojesenskih setvah bomo določili mešanice za prezimno ozelenitev njiv ali krmo s tistim deležem metuljnice, ki omogoča količinsko optimalno simbiotsko vezavo dušika iz zraka, vendar mešanice zaradi črpanja N z mnogocvetno ljujko učinkovito zmanjšujejo vsebnost mineralnega N v tleh. S tem zmanjšujejo nevarnost izpiranja v podtalje in izhlapevanje v ozračje.

Optimalne mešanice bodo spomladi vsebovale optimalno razmerje med ogljikom in

<sup>1</sup> Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

dušikom, kar bo omogočalo mineralizacijo lahko razkrojljivega dela organske snovi v času, ko naslednja poljščina mineraliziran dušik kar najbolj učinkovito izkoristi, sproščajoči ogljikov dioksid prestreza z listno maso, obenem pa dosevki ne bodo negativno vplivali na pridelek naslednje poljščine (ne po zaoravanju, ne v primeru neposredne setve naslednje poljščine).

Pričakovani rezultati pomenijo ogromno podporo sonaravni integrirani pridelavi na njivah v spreminjajočih se podnebnih razmerah, posebej dragoceni pa so za ekološko pridelavo, kjer je gospodarjenje z dušikom in ogljikom še posebej pomembno. Rezultati so neposredno prenosljivi v prakso in jih praksa tudi nujno potrebuje.

### 1.3. Metodika projekta:

Rešitve navedenih problemov bomo iskali v sodobnih znanstveno zasnovanih eksaktnih poljskih eksperimentih z optimaliziranjem sestave mešanic (metuljnica/trava) za prezimne krmne dosevke ali za prezimno ozelenitev tal. V eksperimente bo vključeno tudi ugotavljanje vplivov različnih mešanic na pridelek naslednje poljščine v njivskem kolobarju po zaoravanju dosevkov ali po neposredni setvi. Delo bo spremljala ustrezna kemijska analitika ogljika in dušika, kar bo znanstveno osvetlilo dogajanja v tleh in rastlinah.

Kot modelno metuljnico bomo v eksperimentalno delo vključili inkarnatko (*Trifolium incarnatum* L.), kot modelno travo pa italijansko mnogocvetno ljuljko (*Lolium multiflorum* Lam., ssp. *italicum*). Obe rastlini bomo pri poznopoletni setvi sejali v čistih setvah in v mešanicah z različnimi deleži posamezne od komponent (padajoč delež metuljnice in naraščajoč delež trave). Kontrolno obravnavanje bo vedno obravnavanje brez dosevka, kar bo dalo tudi odgovor na vprašanje o vplivih dosevkov na naslednjo poljščino v sušnih razmerah. Naslednjo poljščino v njivskem kolobarju (koruza - *Zea mays* L.) ali sirek (*Sorghum bicolor* L.) bomo sejali po zaoravanju prezimnega dosevka ali pa kot neposredno setev.

Za definiranje odgovorov na postavljene cilje dela bomo v eksperimentih pridobili podatke o količini in kakovosti pridelka sušine dosevkov (nadzemni in podzemni deli) in pridelka (količina in kakovost) naslednje poljščine v njivskem kolobarju (koruza ali sirek). Poseben poudarek bo namenjen mineralizaciji dušika in ogljika v tleh in akumulaciji v rastlinah. Zato bo kemijska analitika tal vključevala: analize organske snovi tal, analize ogljika in skupnega dušika v tleh, analize razmerja med ogljikom (Walkley-Black) in skupnim dušikom (Kjeldahl) v tleh, analize mineralnega dušika v tleh (Keeney in Nelson) - vse v različnih časovnih obdobjih po posameznih obravnavanjih in ponovitvah. Kemijska analitika rastlin (nadzemni in podzemni deli dosevkov, pridelek naslednje poljščine v kolobarju) bo vključevala predvsem analize vsebnosti skupnega dušika (Kjeldahl) in ogljika (Walkley-Black) in razmerja med tema elementoma v organski snovi.

Eksaktni poljski eksperimenti bodo v posameznem letu na posamezni lokaciji večinoma zasnovani kot dvofaktorski. Faktor na glavnih poskusnih ploskvah (parcelah) bo prezimni dosevek (čiste setve ali različne mešanice metulnice in trave, kontrola brez dosevka), faktor na podploskvah (podparcelah - velikosti 20 do 30 x 5 do 10 m) pa zaoravanje dosevka oziroma neposredna setev. Tretji v eksperimentalnem delu proučevan faktor bo rastišče, saj bodo eksperimenti vsakoletni izvedeno vsaj na dveh rastiščih (težja tla in lažja tla). Ponavljanje eksperimentov, ki je zaradi narave dela obvezno skozi več let, bo omogočalo tudi analizo četrtega faktorja, tj. faktorja leta oziroma rastne dobe. To je še posebej pomembno, ker moramo pridobiti podatke iz bolj in manj sušnih let. Vsako obravnavanje v vsakem od poljskih eksperimentov bo zaradi potreb statistične analize

rezultatov posameznih faktorjev in njihovih interakcij ponovljeno po štirikrat (naključni bloki v večinoma split-plot zasnovi).

Na pridobljenih rezultatih bo računalniško izvedena analiza variance. Razlike med aritmetičnimi sredinami bodo analizirane s Tukeyevim, Duncanovim ali tudi z LSD testom pri 1, 5 ali 10 % tveganju.

#### **1.4. Časovni načrt izvedbe projekta**

Izbrana tematika raziskovalnega dela, ki vključuje delo z rastlinami vezano na različne rastne razmere, zaradi znanstvenih zahtev po ponovljivosti in dokazljivosti odreja večletno ponavljajoče se eksperimentiranje. Zaradi tega bomo eksperimentalno delo izvedli v treh serijah poljskih eksperimentov (poskusov). Tri serije so potrebne tudi zaradi nepredvidljivih klimatskih razmer, saj moramo v eksperimentiranje vključiti tako bolj mokra kot predvsem bolj sušna leta. Vsaka serija traja od začetka septembra enega leta do septembra naslednjega leta (september 2008 - september 2009; 2009 - 2010; 2010 - 2011).

Posamezna serija eksperimentov bo izvedena vsaj na dveh lokacijah in obsega:

- Začetek septembra: Izbira poskusnih lokacij. Prilagoditev zasnove poskusa izbrani lokaciji. Po izvedenih kemijskih analizah tal sledi setev prezimnih dosevkov po poskusnih ploskvah.
- Preko jesenskih, zimskih in prvih spomladanskih mesecev sledi spremljanje razvoja dosevkov.
- V mesecu aprilu in maju bo natančna analiza prezimnih dosevkov za ozelenitev ali za krmo, ki vključuje ugotavljanje pridelka sušine in organske snovi zelinja in korenin po obravnavanjih in ponovitvah, odvzem vzorcev za vsebnost ogljika in dušika (skupnega in mineralnega) v tleh in ogljika in skupnega dušika v rastlinah - vse po posameznih obravnavanjih in posameznih ponovitvah. V mesecu maju sledi priprava poskusnih ploskev za setev in setev naslednje poljščine (koruza ali sirek) po poskusnih ploskvah (po oranju ali neposredna setev).
- Preko poletnih mesecev bomo izvajali kemijske analize odvzetih vzorcev in spremljali rastne parametre naslednjih poljščin na poskusnih ploskvah.
- V mesecu septembru sledi analiza pridelka naslednje poljščine na eksperimentalnih ploskvah, ki vključuje ugotavljanje količino pridelka sušine in odvzem vzorcev za ugotavljanje vsebnost dušika v rastlinah po posameznih obravnavanjih in ponovitvah analize organske snovi tal.

Vsako izmed serij eksperimentov spremlja sprotno zbiranje referenčne literature, sprotna analiza pedoklimatskih dejavnikov, predvsem vremena in sprotno računalniško vrednotenje podatkov s pomočjo naj sodobnejših biometričnih metod.

Zagotovili bomo sprotno informiranje strokovne in znanstvene javnosti (delavnice, seminarji ali predavanja za svetovalno službo in druge zainetresirane, domači strokovni in znanstveni simpoziji, strokovna periodika) o delu v eksperimentih in o začasnih rezultatih dela. Rezultati, ki bodo nedvoumno že znanstveno dokazani, bodo predstavljeni tudi mednarodni znanstveni javnosti na znanstvenih kongresih in v znanstvenih revijah najvišjega ranga.

V raziskovalno delo bomo sprotno poleg raziskovalcev (Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Kmetijski zavod) vključevali tudi študente Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede vseh stopenj študija in tuje študentj, ki na Fakulteto prihajajo preko mednarodne izmenjave študentov Erasmus-Socrates

Poročanje o dejanskem izvajanju projekta sofinancerjem bo potekalo skladno z njihovimi zahtevami (vmesna, letna in zaključno poročilo).

## **2. Izvedba projekta s pridobljenimi znanstvenimi rezultati**

### **2.1. Izvedba projekta**

Izvedba projekta je bila povsem skladna s projektno dokumentacijo. To pomeni (na kratko), da smo izvajali poljske eksperimente z mešanici za prezimno ozelenitev njiv in ugotavljali vplive na naslednjo poljščino v kolobarju z ustrezno spremljajočo kemijsko analitiko s poudarkom na dušiku in ogljiku. Prezimne mešanice so bile sestavljene iz različnih deležev inkarnatke in mnogocvetne ljuljke, v obravnavanja pa so bile vključene tudi čiste setve teh rastlin in jesenska praha brez prezimnega dosevka. Kot naslednjo poljščino smo po zaoravanju prezimnega dosevka ali kot neposredne setev obravnavali predvsem koruzo, poskušali smo tudi s sirkom. V eksperimentih smo pridobili ogromno podatkov o količinah pridelkov biomase posameznih v poskuse vključenih obravnavanj (nadzemni in podzemni deli dosevkov – mešanic za prezimno ozelenitev) in pridelka naslednje poljščine. Pridelki biomase so bili tudi analizirani na vsebnost dušika in ogljika. Poleg tega smo pridobili mnoge podatke o lastnostih tal, kot posledici v poskuse vključenih različnih obravnavanj (vsebnost organske snovi, ogljika in dušika v organski snovi, vsebnost skupnega dušika in ogljika v tleh ter njuno razmerje, vsebnosti mineralnega dušika – amonijskega in nitrarnega v različnih slojih tal). Eksaktne poskuse smo izvajali v treh serijah poskusov, kot je bilo v projektni dokumentaciji najavljeno – na različnih lokacijah v vsaki izmed serij poskusov. Z izvedbo posamezne serije eksperimentov smo pričeli v poznem poletju, ko smo po odvzemu vzorcev za analize tal na izbranih lokacijah zasnovali poljske eksperimente in izvedli setve posameznih, v poskuse vključenih obravnavanj. Preko jesenskih, zimskih in rano spomladanskih mesecev smo spremljali razvoj prezimnih dosevkov. V mesecu aprilu in maju smo odvezemali vzorce za kemijske analize tal in prezimnih dosevkov. V mesecu maju je sledila setev naslednje poljščine (po zaoravanju dosevkov ali kot neposredna setev), pri kateri smo preko poletnih mesec prav tako spremljali hitrost rasti in razvoja. V mesecu septembru je pri vsaki od serije poskusov sledilo ugotavljanje pridelka naslednje poljščine in odvzem vzorcev za kemijsko analitiko tal in pridelka. Vsi izvedeni poljski poskusi so bili zasnovani kot faktorski poskusi (split-plot) z osnovno zasnovo naključnih blokov v štirih ponovitvah. Pridobljene rezultate smo računalniško obdelali z analizo variance. Razlike med aritmetičnimi sredinami smo testirali z ustreznimi testi pri različnih stopnjah tveganja.

### **2.2. Rezultati (kot odgovori) glede na zastavljene cilje dela in pričakovane rezultate**

- Učinkovitost v zmanjševanju vsebnosti mineralnega dušika v tleh preko jeseni, zime in rano spomladi, obenem pa dokaj učinkovito simbiotsko vezavo dušika iz tal, kar ekonomsko vzpodbuja vključevanje dosevkov v kolobar, lahko dosežemo z ustrezno sestavo mešanice dosevka. Kot potrditev trditve, so v preglednici 1 prikazani rezultati iz

prve serije poskusov in sicer kot povprečja čez dve lokaciji.

Preglednica 1. Vpliv prezimnega dosevka na vsebnost  $N_{min}$  v tleh (0-60 cm) in na količino simbiotsko vezanega N.

| Obravnavanje                                               | $N_{min}$ (kg ha <sup>-1</sup> ) | Simbiotsko vezan N (kg ha <sup>-1</sup> ) |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|
| <i>Trifolium incarnatum</i> (100 %)                        | 82.3 <sup>a</sup>                | 101.1 <sup>a</sup>                        |
| <i>T. incarnatum</i> (75 %) + <i>L. multiflorum</i> (25 %) | 73.3 <sup>ab</sup>               | 62.8 <sup>b</sup>                         |
| <i>T. incarnatum</i> (50 %) + <i>L. multiflorum</i> (50 %) | 64.4 <sup>bc</sup>               | 56.0 <sup>bc</sup>                        |
| <i>T. incarnatum</i> (25 %) + <i>L. multiflorum</i> (75 %) | 60.2 <sup>bc</sup>               | 32.7 <sup>c</sup>                         |
| <i>Lolium multiflorum</i> (100 %)                          | 55.3 <sup>c</sup>                | -                                         |
| Kontrola (praha – brez prezimnega dosevka)                 | 82.7 <sup>a</sup>                | -                                         |

Vrednosti označene z različnimi črkami v istem stolpcu se med seboj statistično značilno razlikujejo ( $P \leq 0.05$ ) po Duncanovem 'multiple range' testu.

Iz preglednice 1 je razvidno, da je bila vsebnost mineralnega dušika v tleh konec aprila spomladi v obravnavanjih, v katerih je bila mnogocvetna ljujka sejana v do 50 % deležu v mešanicah, statistično značilno nižja, kot v obravnavanju, kjer prezimnega dosevka nismo imeli. Po drugi strani pa vidimo, da smo z večanjem deleža inkarnatke, povečevali količino simbiotsko vezanega dušika v biomasi pridelka. Iskanje kompromisne ustrezno sestavljene mešanice za ozelenitev moramo torej iskati v povezavi z vrsto tal in ogroženostjo podtalne vode, glede na možnost izpiranja mineralnega dušika. Na lahkih zelo propustnih tleh bomo torej raje sejali mešanice z okrog 50 % deležem trave v sestavi, na nekoliko težjih tleh, in predvsem na območjih kjer je nevarnost izpiranja hranil manjša, pa bomo težili k večjem deležu detelje v mešanici, ker ima to, kot bomo videli v nadaljevanju še veliko drugih prednosti.

Optimalno razmerje med ogljikom in dušikom, ki omogoča mineralizacijo lahko razgradljive organske snovi že v času, ko naslednja poljščina mineralizirana hranila lahko porabi, lahko dosežemo z dovoljšnjim delež metuljnice v sestavi mešanice (Preglednica 2).

Preglednica 2: Vpliv sestave mešanice dosevka za prezimno ozelenitev tal na razmerje med

ogljikom in dušikom v biomasi pridelka korenin in nadzemne mase

| Sestava prezimnega dosevka za ozelenitev tal | Razmerje med C in N v organski masi |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| Inkarnatka (100 %)                           | 16,4 : 1                            |
| Inakrantka/mnogocvetna ljujka (75 % : 25 %)  | 26,7 : 1                            |
| Inakrantka/mnogocvetna ljujka (50 % : 50 %)  | 28,9 : 1                            |
| Inakrantka/mnogocvetna ljujka (25 % : 50 %)  | 32,4 : 1                            |
| Mnogocvetna ljujka (100 %)                   | 47,4 : 1                            |

Kot je znano iz znanstvene literature, je za nemoteno razgradnjo lahko razkrojljive organske snovi v tleh potrebno razmerje med ogljikom in dušikom, ki je nekje na nivoju talnih mikroorganizmov – in sicer med 20 in 30 : 1. Če je razmerje še ožje, je mineralizacija intenzivnejša, s tem pa tudi sproščanje mineralnega N; če je razmerje širše, pa je mineralizacija počasnejša, prihaja pa tudi do začasnega vezanja v tleh že prisotnega mineralnega dušika, kar lahko pomeni slabšo rast poljščine. Iz preglednice 2, kjer je predstavljeno povprečje razmerja med ogljikom in dušikom dveh serij poskusov je razvidno, da smo razmerja, ki so potrebna za takojšnjo mineralizacijo dosegli v obravnavanjih z inkarnatko in mešanicah, kjer je bil delež inkarnatke visok. Poudariti pa je potrebno, da prezimni dosevki niso bili gnojeni z dušikom, ker to ni smiselno pri prezimni ozelenitvi tam, kjer pridelka spomladi ne porabimo za voluminozno krmo, ali pa ni cilj zaorati veliko organske snovi. Posledično je bila ljujka 'podhranjena' z dušikom in od tod izvira dokaj široko C:N razmerje, ki pa ga v praksi lahko zožimo z rano spomladanskim gnojenjem s tem hranilom.



Ob zaoravanju organske mase, ki je nastala s prezimno ozelenitvijo, v naših eksperimentih v nobeni od serij poskusov v naslednji jeseni nismo mogli dokazati statistično značilnega povečanja vsebnosti organske snovi v tleh. Obstajal je sicer trend, ki pa ni bil dokazan pri 95 % verjetnosti. Rezultat je logičen in lahko obrazložljiv. Organska snov biomase, ki jo po prezimni ozelenitvi zaorjemo, je mikroorganizmom dokaj hitro prebavljiva; vsebuje namreč dokaj malo neprebavljivih vlaknin. V kolikor potem v poletnem času obstaja dovolj vode v tleh, razgradnja poteka dokaj intenzivno. Posledično dosevki za prezimno ozelenitev ne pripomorejo veliko k dolgotrajnejšemu povečanju vsebnosti organske snovi v tleh, ampak jih lahko smatramo v večji meri kot 'organsko gnojilo', ki je jeseni, pozimi in spomladi kopičilo dušik in ogljik. V pozni pomladi in poleti pa se večji del tega sprošča, kar porabijo naslednje rastline v kolobarju. Akumulacija dušika in ogljika v organski masi dosevkov za prezimno ozelenitev tal je lahko zelo znatna (glej preglednico 3) in bistveno pripomore k varovanju okolja. Pri tem iz preglednice, v kateri so zbrani povprečni rezultati štirih ločenih eksaktnih mikroposkusov vidimo, da so mešanice z okrog 50 % deležem inkarnatke v organski snovi akumulirale še vedno veliko dušika, zelo pa so bile učinkovite v akumulaciji ogljika. Če akumulacijo ogljika pretvorimo v zato porabljen ogljikov dioksid, potem dobimo številke okrog 10 ton na hektar. To pa je ogromen prispevek prezimne ozelenitve pri zmanjševanju količin tega plina v atmosferi.

Preglednica 3: Vpliv sestave mešanice dosevka za prezimno ozelenitev tal na količino akumuliranega dušika in ogljika v organski snovi ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

| Sestava prezimnega dosevka za ozelenitev tal | N     | C    |
|----------------------------------------------|-------|------|
| Inkarnatka (100 %)                           | 123,1 | 1909 |
| Inakrantka/mnogocvetna ljuljka (75 % : 25 %) | 104,4 | 2420 |
| Inakrantka/mnogocvetna ljuljka (50 % : 50 %) | 106,5 | 2622 |
| Inakrantka/mnogocvetna ljuljka (25 % : 50 %) | 87,5  | 2317 |
| Mnogocvetna ljuljka (100 %)                  | 55,6  | 2120 |

Z razgradnjo organske snovi zaoranega prezimnega dosevka se bo ta plin (ogljikov dioksid) spet sproščal v ozračje, zato je zelo pomembno, da je najintenzivnejša mineralizacija te organske snovi v času, ko so njive prekrte z intenzivno rastočo naslednjo poljščino v kolobarju, ki ta ogljikov dioksid prestreza in ga vgrajuje v svojo organsko snov.

S pravočasno mineralizacijo in sproščanjem hranil ne bomo samo racionalno gospodarili iz vidika varovanja okolja, ampak bo vpliv prezimne ozelenitve na naslednjo poljščino kar se da optimalen.

Preglednica 5: Vpliv sestave mešanice dosevka za prezimno ozelenitev tal na pridelek koruze ( $000 \text{ kg ha}^{-1}$ ) v primeru, ko je bil dosevek v celoti zaoran

| Sestava prezimnega dosevka za ozelenitev tal               | Cela rastlina | Zrnje |
|------------------------------------------------------------|---------------|-------|
| Inkarnatka (100 %)                                         | 18,5a         | 11,3a |
| Inkarnatka (100% - kuruza gnojena s polovičnim odmerkom N) | 15,9c         | 9,9b  |
| Inakrantka/mnogocvetna ljuljka (75 % : 25 %)               | 18,6a         | 10,7a |
| Inakrantka/mnogocvetna ljuljka (50 % : 50 %)               | 15,6c         | 9,6bc |
| Inakrantka/mnogocvetna ljuljka (25 % : 50 %)               | 16,6bc        | 10,2b |
| Mnogocvetna ljuljka (100 %)                                | 14,3d         | 9,1c  |
| Kontrola – brez dosevka                                    | 17,3b         | 10,7a |

Preglednica 5: Vpliv sestave mešanice dosevka za prezimno ozelenitev tal na pridelek koruze (000 kg ha<sup>-1</sup>) v primeru neposredne setve koruze

| Sestava prezimnega dosevka za ozelenitev tal               | Cela rastlina | Zrnje |
|------------------------------------------------------------|---------------|-------|
| Inkarnatka (100 %)                                         | 15,4a         | 10,2a |
| Inkarnatka (100% - kuruza gnojena s polovičnim odmerkom N) | 14,0b         | 9,4b  |
| Inakrantka/mnogocvetna ljujka (75 % : 25 %)                | 14,5b         | 10,0a |
| Inakrantka/mnogocvetna ljujka (50 % : 50 %)                | 10,7d         | 7,9c  |
| Inakrantka/mnogocvetna ljujka (25 % : 50 %)                | 11,7c         | 8,3c  |
| Mnogocvetna ljujka (100 %)                                 | 8,1e          | 5,9d  |
| Kontrola – brez dosevka                                    | 11,8c         | 7,8c  |

V preglednicah 4 in 5 so prikazani rezultati vpliva prezimne ozelenitve na pridelek koruze druge serije poskusov na lokaciji Pohorski dvor. Iz teh preglednic, kjer so prikazani tipični rezultati (praktično enako potrjeni v vseh serijah poskusov), vidimo zelo pozitiven vpliv inkarnatke in mešanic z visokim deležem inkarnatke na pridelek koruze (v primerjavi s kontrolo, kjer dosevka ni bilo). Ta vpliv je posebej izrazit v primeru neposredne setve koruze, kjer je bil pridelek nadzemne biomase dosevka spravljen z njive (za krmo), ostanki dosevka pa uničeni s herbicidom (regenerajoča se ljujka). Pozitiven vpliv inkarnatke je bil celo tako izrazit, da je kuruza tudi le ob polovičnem odmerku dušika še vedno predvsem pri neposrednih setvah dosegala ene najvišjih pridelkov v poskusih. Nasprotno pa je opaziti močan negativen vpliv mnogocvetne ljujke, ki je spet posebej izrazit v primeru neposredne setve koruze. Kontrolno obravnavanje (brez prezimne ozelenitve tal nam v noben primeru (nobeni seriji poskusov) ni dalo v posameznem poskusu statistično značilno največjega pridelka naslednje poljščine – ne celotne rastline, ne zrnja (tudi v za rast poletnih poljščin neugodnem letu 2010 ne). Vedno je bilo pred tem obravnavanjem obravnavanje z inkarnatko ali njenimi mešanicami, kjer je inkarnatka zavzemala visok delež v sestavi mešanice, ali pa so bili pridelki na istem statističnem nivoju. Iz tega lahko izluščimo pomemben zaključek.

Prezimna ozelenitev njiv ne more biti in v naši rastnih razmerah ni tolikšen porabnik vode, da bi ga naslednjim poljščinam v kolobarju primanjkovalo. Pomembna za pridelek naslednje poljščine (tako kot za potrebe varovanja okolja) pa je izbira rastlin za prezimno ozelenitev. V našem projektu dokazujemo, da je kompleksno najboljša rešitev mešanica metuljnice z nemetuljnico – deteljnotravna mešanica torej. Da bo v organski masi dosevka zagotovljeno želeno razmerje med ogljikom in dušikom (20-30 : 1), naj bo sestavljena iz 50 – 80 % metuljnice, ostalo pa je nemetuljnica. Vloga nemetuljnice v mešanici je predvsem povečati črpanje dušikovih spojin in tudi ogljikovega dioksida iz okolja in s tem preventivno naravovarstveno delovanje. Vloga metuljnice je simbiotska akumulacija dušika iz ozračja in oženje razmerja med C in N v biomasi prezimnega dosevka, kar potem pozitivno vpliva na intenzivnost in hitrost mineralizacije in povečuje pridelek naslednje poljščine v kolobarju. V primeru neposrednih setev naslednje poljščine bo potrebno iskati rešitve izključno v neposredni setvi v prezimne metuljnice, ki v maju zaključijo svoj razvoj, ali pa namesto trav v mešanicah uporabiti druge rastlinske vrste.

V zaključnem poročilu je v tabelarični obliki predstavljen le manjši del v eksperimentih pridobljenih rezultatov, ki so zelo obširni. Znanstveni in strokovni javnosti so mnogi rezultati deloma že predstavljeni na različne načine (glej točke 5 in 6 v tem poročilu), veliko prispevkov pa bomo na različne načine javnosti še predstavili po zaključku projekta.

### 3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen<sup>2</sup> rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- ☒ a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- ☐ b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- ☒ c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- ☐ d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- ☒ e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- ☒ a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- ☐ b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvo, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- ☐ c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- ☐ d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
  - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
  - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- ☒ e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjevanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- ☐ f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- ☐ g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- ☒ h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- ☐ i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

---

<sup>2</sup> Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Spoznanja o vplivih sestave mešanice dosevka za prezimno ozelenitev tal na akumulacijo dušika in ogljika, na simbiotsko vezavo dušika in na razmerje med ogljikom in dušikom v organski masi dosevka, ki je podvržena mineralizaciji ter posledičnih vplivih na pridelek naslednje poljščine v kolobarju.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Iz kmetijskega vidika: Uporaba pravilno sestavljenih mešanic za prezimno ozelenitev njiv povečuje učinkovitost v gospodarjenju z dušikom v njivskem kolobarju in v proizvodni namen učinkovito porabo iz tal sproščajočega se ogljikovega dioksida. Prav tako pravilno sestavljene mešanice za prezimno ozelenitev ali za krmo v obliki prezimnih dosevkov pozitivno vplivajo na pridelek naslednje poljščine v njivskem kolobarju. Govorimo torej o neposrednih proizvodnih koristih.

Iz okoljevarstvenega vidika: Uporaba pravilno sestavljenih mešanic za prezimno ozelenitev tal zmanjšuje tveganje izpiranja dušikovih spojin v podtalje, obenem pa povečuje simbiotsko vezavo dušika. S tem se na globalnem nivoju zmanjša potreba po sintetičnih dušikovih mineralnih gnojilih. Uporaba pravilno sestavljenih mešanic povečuje vezavo ogljika v organski snovi in zaradi optimalnega razmerja med ogljikom in dušikom omogoča intenzivno mineralizacijo lahko razgradljive organske snovi v tleh v času, ko naslednja poljščina sproščajoči se ogljikov dioksid najbolje porabi. Govorimo torej o večplastnem pozitivnem vplivu pri varovanju okolja.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- ☒ a) v domačih znanstvenih krogih;
- ☒ b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- ☒ c) pri domačih uporabnikih;
- ☒ d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Zaradi naših že objavljenih znanstvenih del iz tega področja nas tuje znanstvene revije in založniki pogosto prosijo za več objav naših raziskav:

Npr:

***Journal of Agricultural Science and Technology A &  
Journal of Agricultural Science and Technology B, USA***

Dear Kramberger B.,

These are *Journal of Agricultural Science and Technology A & Journal of Agricultural Science and Technology B, USA*. We are glad to know you have submitted a paper named

" Effects of Trifolium incarnatum proportion in binary mixtures with Lolium multiflorum on the soil Nmin content and the amount of symbiotically fixed N" in **23th General Meeting of the European Grassland Federation Kiel, Germany, August 29th - September 2nd 2010.**

We are very interested in your research, if the paper mentioned **has not been published** in other journals or you have **other unpublished papers** in hand and have the idea of making our journal a vehicle for your research interests, please feel free to send electronic version to us.

If you are interested in our journal, we also want to invite some people to be our reviewers or become our editorial board members. You can send your CV to us.

Ali npr:

Dear Dr. Kramberger,

As a specialist in your field of research, we are pleased to invite you to contribute to our forthcoming Open Access book, "Agricultural Science", ISBN 979-953-307-481-7.

The book will be published by InTech, Open Access publisher of books and journals in the fields of science, technology and medicine.

InTech is a pioneer in the publication of Open Access books, with a collection currently comprising over 400 books written by more than 25,000 renowned authors. The complete collection is available for free full-text download on our reading platform, [www.intechopen.com](http://www.intechopen.com).

This will be a reviewed book that will cover the latest research in the field, and will serve as a free, open access resource for scientists and researchers around the world. The book will be edited by an experienced scientist in the field and written by a team of international experts.

When you publish with InTech, you make your paper freely available online. Additionally, you:

- Increase your visibility, impact and citation rates;
- Keep the copyright to your work;
- Receive a hard copy of the complete book;
- Help speed up research;
- Make your work freely available to everyone, benefiting the whole of society.

You have been invited to contribute based on your paper "Effects of Italian ryegrass and date of plow-in on soil mineral nitrogen and sugarbeet yield and quality", your publishing history and the quality of your research. However, we are not asking you to republish your work, but we would like you to publish a new paper on one of the topics this book will cover.

I am the Publishing Process Manager for this book, and my role is to assist you throughout the publishing process. You are welcome to contact me at any time. I will do my best to answer your questions and ensure that publishing with InTech is a fast, smooth and pleasant process.

Naš zadnji izvirni znanstveni članek na to temo, ki je bil objavljen v European Journal of Agronomy, dosega veliko mednarodno odmevnost. V letu 2011 je bil povprečno enkrat mesečno citiran v najeminentnejših tujih revijah. Pri tem ne gre za citate v člankih

slovenskih avtorjev.

Naša predavanja in znanstveni prispevki so vedno zaželena in dobrodošla na vseh domačih strokovnih in znanstvenih dogodkih

3.7. Število diplomantov, magistrstov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

V času izvajanja projekta je iz teme prezimne ozelenitve tal – oziroma prezimnih krmnih dosevkov pod mentorskim vodstvom članov projekte skupine diplomiralo sedem študentov, dva magistranta pa sta uspešno zagovarjala magisterij znanosti. Eksperimentalni del naloge pa ima iz te tematike opravljenih še nadaljnjih osem kandidatov za diplomu in en kandidat za doktorat znanosti.

#### 4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi institucijami.

Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede ima trenutno sklenjeno formalno znanstveno raziskovalno in izobraževalno sodelovanje s 45 partnerskimi institucijami iz različnih držav Evrope in drugih kontinentov.

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

Razvito bogato mednarodno sodelovanje institucije na vseh nivojih dela. Konkretno nosilec projekta trenutno intenzivno skupaj s partnerji iz še šestih držav pripravlja kandidature v okviru projektov SEE.

#### 5. Bibliografski rezultati<sup>3</sup> :

*Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.*

<sup>3</sup> Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani: <http://www.izum.si/>

**6. Druge reference<sup>4</sup> vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:**

Posledično odmevnosti objav nosilca projekta, eminentne tuje znanstvene revije pogosto prosijo za recenzije znanstvenih prispevkov iz tega področja.

Posledično odmevnosti dela projektne skupine se posamezniki iz prakse in kmetijski svetovalci redno obračajo na člane projektne skupine s vprašanji, ki se nanašajo na praktično uporabo rastlin za prezimno ozelenitev.

---

<sup>4</sup> Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije. Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.