

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Tina OSTERMAN

**GLIVNI ENDOFITI IN MINERALNA SESTAVA
NAVADNE PŠENICE (TRITICUM AESTIVUM L. EM
FIORI & PAOL) IN AJDE (FAGOPYRUM SPP.) V
EKOLOŠKI PRIDELAVI**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Tina OSTERMAN

**GLIVNI ENDOFITI IN MINERALNA SESTAVA NAVADNE
PŠENICE (*Triticum aestivum* L. em Fiori & Paol) IN AJDE (*Fagopyrum*
spp.) V EKOLOŠKI PRIDELAVI**

MAGISTRSKO DELO

**FUNGAL ENDOPHYTE AND MINERAL COMPOSITION OF
COMMON WHEAT (*Triticum aestivum* L. em Fiori & Paol) AND
BUCKWHEAT (*Fagopyrum spp.*) IN ORGANIC FARMING**

M. SC. THESIS

Ljubljana, 2016

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete z dne 16. 12. 2013 je bilo potrjeno, da kandidatka izpolnjuje pogoje za magistrski Univerzitetni podiplomski študij Varstva okolja ter opravljanje magisterija znanosti. Za mentorja je bila imenovana prof. dr. Marjana Regvar in za somentorja doc. dr. Matevž Likar.

Delo je bilo opravljeno na Katedri za botaniko in fiziologijo rastlin na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer so bile opravljene kemijske analize in meritve.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: doc. dr. Irena Maček
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: prof. dr. Marjana Regvar
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Matevž Likar
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Ivan Kreft
Gozdarski inštitut Slovenije

Datum zagovora: 19. 5. 2016

Podpisana izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Tina Osterman

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Md
DK UDK 502/504:631.466+633.111+633.12:631.147(043.2)=163.6
KG glivna kolonizacija/Triticum aestivum/Fagopyrum sp./ekološka pridelava
KK
AV OSTERMAN, Tina
SA REGVAR, Marjana (mentorica)/LIKAR, Matevž (somentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Univerzitetni podiplomski študij
Varstva okolja
LI 2016
IN GLIVNI ENDOFITI IN MINERALNA SESTAVA NAVADNE PŠENICE
(TRITICUM AESTIVUM L. EM FIORI & PAOL) IN AJDE (FAGOPYRUM SPP.) V
EKOLOŠKI PRIDELAVI
TD Magistrsko delo
OP XVII, 78 str., 24 pregl., 41 sl., 9 pril., 71 vir
IJ sl
JI sl/en
AI

Številne raziskave kažejo pozitiven učinek glivne kolonizacije za višje rastline. Te učinke pripisujejo boljšemu privzemu hranil, boljšo odpornost rastlin na vodni stres, boljšo pridelovalno sposobnost rastlin na zbitih tleh, večjo odpornost proti boleznim. Večina dosedanjih raziskav je bila opravljena pod kontroliranimi pogoji. Zato je bil namen naše naloge preveriti kakšno je stanje na poljih v Sloveniji. Za raziskovanje smo izbrali ekološke kmetije, razpršene po vsej Sloveniji. Vzorce smo nabrali iz šestih regij: Primorska, Notranjska, Gorenjska, Dolenjska, Štajerska in Prekmurje. Vzorce pšenice smo nabrali poleti 2014, vzorce ajde pa jeseni istega leta. Vzorce smo nabrali vedno na enak način. Rastlinam smo ocenili stopnjo glivne kolonizacije korenin, koncentracijo mineralov v zrnih in v tleh, količino rastlinam dostopnega fosforja v tleh, vsebnost organske snovi ter pH tal. Glivno kolonizacijo korenin smo potrdili pri obeh vrstah. Pri pšenici smo lahko opazovali strukture, ki so značilne za arbuskularne mikorizne glive, kot tudi strukture, ki so značilne za temno septirane endofite. Ajda je bila večinoma kolonizirana s temnoseptiranimi endofiti. Polja so dobro preskrbljena z organsko snovjo ter s fosforjem. Koncentracija mineralov v tleh in v zrnju je primerljiva z že objavljenimi raziskavami. Izmerjeni pH tal je bil rahlo višji, kot pri zadnjih meritvah v zgornjem sloju tal v Sloveniji.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Md
DC UDC 502/504:631.466+633.111+633.12:631.147(043.2)=163.6
CX fungal colonization/Triticum aestivum/Fagopyrum sp./ecological production
CC
AU OSTERMAN, Tina
AA REGVAR, Marjana (supervisor)/LIKAR, Matevž (co-advisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, University Postgraduate Study Programme in Environmental Protection
PY 2016
TI FUNGAL ENDOPHYTE AND MINERAL COMPOSITION OF COMMON WHEAT (TRITICUM AESTIVUM L. EM FIORI & PAOL) AND BUCKWHEAT (FAGOPYRUM SPP.) IN ORGANIC FARMING
DT M.Sc. Thesis
NO XVII, 78 p., 24 tab., 41 fig., 9 ann., 71 ref.
LA sl
AL sl/en
AB

Numerous studies show a positive effect of fungal colonization to higher plants. The positive effects are a better uptake of nutrients, better resistance to water stress, increased crop production and better resistance to diseases. The researches so far have been carried out under controlled conditions. Therefore, the purpose of our task was to check the status of minerals in the soil of the fields in Slovenia. For the survey we selected organic farms spread across Slovenia. Samples were collected from six regions: Primorska, Notranjska, Gorenjska, Dolenjska, Štajerska and Prekmurje. The samples of wheat were collected in summer 2014 while the samples of buckwheat were collected in the autumn of the same year. Samples were always collected in the same way. We wanted to find out what is the type of the fungal colonization of wheat and buckwheat and measure the selected soil characteristics (pH, organic matter content, plant available phosphorus concentration) and the concentration of minerals (Zn, Cu and Fe) in the soil and in the seeds. Fungal colonization was observed in the roots of both species. In wheat we could observe structures of arbuscular mycorrhizal fungi, as well as structures that are typical of dark septate endophytes. Buckwheat was largely colonized only by dark septate endophytes. Fields were well supplied with organic matter and phosphorous. The concentration of minerals in the soil and in the seeds is comparable with the previously published data. The measured pH was slightly higher than the value of the last measurements in the upper layer of the soil in Slovenia.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija	III
Key words documentation	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	IX
Kazalo slik	XII
Kazalo prilog	XVI
Okrajšave in simboli	XVII
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	2
1.2 CILJI RAZISKOVANJA	2
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 VPLIV GLIVNE KOLONIZACIJE NA RASTLINO	3
2.2 MIKORIZA AJDE	4
2.3 MIKORIZA PŠENICE	4
2.4 TEMNI SEPTIRANI ENDOFITI	4
2.5 VPLIV FOSFORJA V TLEH	5
2.6 MINERALI V TLEH	6
2.7 ORGANSKA SNOV	8
2.8 PH TAL	8
2.9 MINERALI V ZRNIH	9
2.10 EKOLOŠKI NAČIN KMETOVANJA	11
3 MATERIAL IN METODE	13
3.1 VZORČENJE	13
3.1.1 Korenine	15
3.1.1.1 Barvanje struktur AM gliv v koreninskem sistemu	15

3.1.1.2	Tripan modro	16
3.1.1.3	Vrednotenje kolonizacije arbuskularno mikoriznih gliv	16
3.1.2	Kemijska analiza tal	19
3.1.2.1	Priprava vzorcev	19
3.1.2.2	Merjenje pH tal	19
3.1.2.3	Določanje organske snovi v tleh	19
3.1.2.4	Določanje rastlinam dostopnega fosforja	20
3.1.2.5	Mineralizacija tal	21
3.1.3	Kemijska analiza zrnja	21
3.1.3.1	Priprava vzorcev	21
3.1.3.2	Mineralizacija zrnja	21
3.1.4	Poganjek	22
3.1.5	Obdelava podatkov (statistična analiza)	22
4	REZULTATI	23
4.1	REZULTATI MERITEV	23
4.1.1	Meritve poganjka	23
4.1.1.1	Masa poganjka	23
4.1.1.2	Masa zrelega socvetja	24
4.1.1.3	Število zrn	25
4.1.1.4	Povprečna masa posameznega zrna	26
4.1.2	Meritve v zrnih	28
4.1.2.1	Koncentracija cinka (Zn) v zrnju	28
4.1.2.2	Koncentracija bakra (Cu) v zrnju	30
4.1.2.3	Koncentracija železa (Fe) v zrnju	32
4.1.3	Meritve v tleh	34
4.1.3.1	Organska snov v tleh	34
4.1.3.2	pH tal	36
4.1.3.3	Rastlinam dostopni fosfor	38
4.1.3.4	Koncentracija cinka (Zn) v tleh	40
4.1.3.5	Koncentracija bakra (Cu) v tleh	42
4.1.3.6	Koncentracija železa (Fe) v tleh	44

4.1.4	Glivna kolonizacija	46
4.1.4.1	Frekvenca fragmenov z glivo (F %)	46
4.1.4.2	Gostota arbuskulov	47
4.1.4.3	Gostota veziklov	48
4.1.4.4	Gostota mikrosklerocijev (MS %)	49
4.1.5	Primerjalne meritve	51
4.1.5.1	Odvisnost koncentracije cinka v tleh od količine organske snovi	51
4.1.5.2	Odvisnost koncentracije bakra v tleh od količine organske snovi	52
4.1.5.3	Odvisnost koncentracije železa v tleh od količine organske snovi	53
4.1.5.4	Odvisnost glivne kolonizacije od pH	54
4.1.5.5	Odvisnost koncentracije bakra v zrnju od glivne kolonizacije	55
4.1.5.6	Odvisnost pH od organske snovi	55
4.1.5.7	Odvisnost koncentracije cinka v tleh od pH	56
4.1.5.8	Odvisnost koncentracije železa v zrnju od pH	57
4.1.5.9	Primerjava talnih parametrov na istem polju	58
4.1.5.10	Primerjava talnih parametrov med posameznimi polji	58
4.1.5.11	Pregled statistično značilnih razlik	60
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	62
5.1	RAZPRAVA	62
5.1.1	Poganjek	62
5.1.2	Minerali v zrnju	62
5.1.3	Lastnosti tal	63
5.1.3.1	pH tal	63
5.1.3.2	Organska snov	64
5.1.3.3	Rastlinam dostopni fosfor	65
5.1.3.4	Baker v tleh	65
5.1.3.5	Cink v tleh	66
5.1.3.6	Železo v tleh	66
5.1.4	Glivna kolonizacija	66
5.1.4.1	Glivna kolonizacija pšenice	67
5.1.4.2	Glivna kolonizacija ajde	68

5.2	SKLEPI	68
6	POVZETEK (SUMMARY)	70
6.1	POVZETEK	70
6.2	SUMMARY	71
7	LITERATURA	73
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razpon koncentracij težkih kovin v tleh (prirejeno po McLaughlin, 2002).	6
Preglednica 2: Meje, opozorilne in kritične vrednosti za minerale v tleh (prirejeno po Ur. l. RS, št. 68/1996).	7
Preglednica 3: Koncentracija Zn, Fe in Cu v zrnih pšenice (prirejeno po Karami in sod. 2009).	9
Preglednica 4: Koncentracija mineralov v zrnih ajde (prirejeno po Steadman in sod., 2001).	9
Preglednica 5: Koncentracija mineralov v zrnih pšenice in ajde (prirejeno po Lintschinger in sod., 1997).	10
Preglednica 6: Kritične koncentracije mineralov v sledih v rastlinskem tkivu (prirejeno po Kabata-Pendias in Pendias, 2001).	10
Preglednica 7: Približne koncentracije mineralov v sledih v zrelem rastlinskem tkivu prirejen za različne rastlinske vrste (prirejeno po Kabata-Pendias in Pendias, 2001).	11
Preglednica 8: Prikaz vzorčenih polj po regijah. Pari oznak polj, zapisani v debelem tisku, prikazujejo isto njivo, na kateri je najprej rastla pšenica in nato ajda, v isti rastni sezoni (poleti in jeseni). Z zvezdico je označeno polje A4 na Gorenjskem, ki nima statusa ekološke kmetije.	14
Preglednica 9: Mikorizni parametri in njihova razlaga.	17
Preglednica 10: Povprečna masa poganjka in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).	23
Preglednica 11: Povprečna masa zrelega socvetja in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).	24
Preglednica 12: Povprečna masa zrelega socvetja in standardna napaka za posamezno polje ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 10$).	25
Preglednica 13: Število izluščenih zrn iz zrelega socvetja pšenice in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5),	

Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$). 25

Preglednica 14: Število izluščenih zrn iz zrelega socvetja ajde in standardna napaka za posamezno polje ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n=10$). 26

Preglednica 15: Povprečna masa posameznega zrna iz zrelega socvetja pšenice in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$). 26

Preglednica 16: Povprečna masa posameznega zrna iz zrelega socvetja ajde in standardna napaka za posamezno polje ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 10$). 27

Preglednica 17: Koncentracija cinka (Zn) v zrnih pšenice in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$). 28

Preglednica 18: Koncentracija bakra (Cu) v zrnih pšenice in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$). 30

Preglednica 19: Povprečna frekvenca fragmentov korenin pšenice z AM glivami (F %) in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$). 46

Preglednica 20: Povprečna frekvenca fragmentov korenin ajde z AM glivami (F %) in standardna napaka za posamezno polje ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$). 46

Preglednica 21: Povprečna gostota veziklov (V %) v koreninah pšenice in standardna za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$). 48

Preglednica 22: Povprečna gostota mikrosklerocijev (MS %) v koreninah pšenice in standardna za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4),

Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$). 49

Preglednica 23: Prikaz statistično značilnih razlik na polju pšenice po regijah: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11). Zelena barva prikazuje najvišjo, rdeča pa najnižjo vrednost. 60

Preglednica 24: Prikaz statistično značilnih razlik na polju ajde po regijah: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6). Zelena barva prikazuje najvišjo, oranžna drugo najvišjo, rdeča pa najnižjo vrednost. 61

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz lokacij vzorčenja po regijah (prirejeno po Vaš vodnik po Sloveniji).	13
Slika 2: Polje pšenice.	14
Slika 3: Mesta vzorčenja na vsaki njivi.	15
Slika 4: Shematski prikaz ocenjevanja mikorizne kolonizacije po metodi Trouvelot in sod. (1986).	17
Slika 5: Masa poganjka ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v masi poganjka med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).	24
Slika 6: Koncentracija cinka (Zn) v zrnih ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Zn med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).	29
Slika 7: Koncentracija bakra (Cu) v zrnih ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Cu med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 10$).	31
Slika 8: Koncentracija železa (Fe) v zrnih pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Fe med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).	32
Slika 9: Koncentracija železa (Fe) v zrnih ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Fe med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).	33
Slika 10: Vsebnost organske snovi v tleh na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v vsebnosti organske snovi med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).	34

Slika 11: Vsebnost organske snovi v tleh na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa predstavljajo statistično značilne razlike v vsebnosti organske snovi med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$). 35

Slika 12: Vrednost pH tal na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v vrednosti pH med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$). 36

Slika 13: Vrednost pH tal na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v vrednosti pH med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$). 37

Slika 14: Vrednost rastlinam dostopnega fosforja na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v vrednosti pH med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$). 38

Slika 15: Vrednost rastlinam dostopnega fosforja na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v vrednosti pH med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$). 39

Slika 16: Koncentracija cinka (Zn) v tleh na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Zn med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$). 40

Slika 17: Koncentracija cinka (Zn) v tleh na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Zn med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$). 41

Slika 18: Koncentracija bakra (Cu) v tleh na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Cu med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$). 42

Slika 19: Koncentracija bakra (Cu) v tleh na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Cu med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$). 43

Slika 20: Koncentracija železa (Fe) v tleh na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Fe med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$). 44

Slika 21: Koncentracija železa (Fe) v tleh na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Fe med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$). 45

Slika 22: Gostota arbuskulov (A %) pri pšenici. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v gostoti arbuskulov med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$). 47

Slika 23: Arbuskuli v korenini pšenice. 47

Slika 24: Vezikli v korenini pšenice. 48

Slika 25: Mikroskleroci v korenini pšenice. 49

Slika 26: Gostota mikrosklerocijev (MS %) pri ajdi. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v gostoti mikrosklerocijev med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$). 50

Slika 27: Mikroskleroci v korenini ajde. 50

Slika 28: Odvisnost koncentracije cinka (Zn) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih pšenice (Spearman $R = 0,638551$; $p = 0,00000$; $n = 55$). 51

Slika 29: Odvisnost koncentracije cinka (Zn) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih ajde (Spearman $R = 0,683648$; $p = 0,000031$; $n = 30$). 52

Slika 30: Odvisnost koncentracije bakra (Cu) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih pšenice (Spearman $R = 0,325974$; $p = 0,015153$; $n = 55$). 52

- Slika 31: Odvisnost koncentracije bakra (Cu) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih ajde (Spearman $R = 0,528365$; $p = 0,002688$; $n = 30$). 53
- Slika 32: Odvisnost koncentracije železa (Fe) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih pšenice (Spearman $R = 0,462193$; $p = 0,000382$; $n = 55$). 53
- Slika 33: Odvisnost koncentracije železa (Fe) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih ajde (Spearman $R = 0,587097$; $p = 0,000648$; $n = 30$). 54
- Slika 34: Odvisnost glivne kolonizacije F % od pH vrednosti na vseh poljih ajde (Spearman $R = -0,516211$; $p = 0,003498$; $n = 30$). 54
- Slika 35: Odvisnost bakra (Cu) v zrnju ajde od glivne kolonizacije (Spearman $R = -0,437982$; $p = 0,015490$; $n = 30$). 55
- Slika 36: Odvisnost pH vrednosti od količine organske snovi v tleh na vseh poljih pšenice (Spearman $R = 0,642384$; $p = 0,000000$; $n = 55$). 55
- Slika 37: Odvisnost koncentracije cinka (Zn) v tleh od pH vrednosti na vseh poljih pšenice (Spearman $R = 0,321384$; $p = 0,016732$; $n = 55$). 56
- Slika 38: Odvisnost koncentracije železa (Fe) v zrnju od pH na vseh poljih pšenice (Spearman $R = -0,345402$; $p = 0,009801$; $n = 55$). 57
- Slika 39: Odvisnost koncentracije železa (Fe) v zrnju od pH na vseh poljih ajde (Spearman $R = 0,511348$; $p = 0,003877$; $n = 30$). 57
- Slika 40: Prikaz statistično značilnih razlik v pH med posameznimi polji: Primorska (P1, P2 in A6), Štajerska (P8, P9 in A5) in Prekmurje (P6 in P7) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$). 58
- Slika 41: Prikaz statistično značilnih razlik v vsebnosti organske snovi med posameznimi polji: Notranjska (P10 in P11), Gorenjska (P3, P4, A3 in A4), Dolenjska (P5, A1 in A2) in Prekmurje (P6 in P7) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$). 59

KAZALO PRILOG

Priloga A: Seznam ekoloških kmetij.

Priloga B1: Podatki o tleh (pH, fosfor in organska snov) za pšenico.

Priloga B2: Podatki o poganjku (masa poganjka, masa zrelega socvetja, masa in število zrn v zrelem socvetju) za pšenico.

Priloga B3: Vsebnost mineralov v zrnju za pšenico.

Priloga B4: Vsebnost mineralov (Cu, Zn, Fe) v tleh za pšenico.

Priloga C1: Podatki o tleh (pH, fosfor in organska snov) za ajdo.

Priloga C2: Podatki o poganjku (masa, masa zrelega socvetja, masa in število zrn v zrelem socvetju) za ajdo.

Priloga C3: Vsebnost mineralov (Cu, Zn, Fe) v zrnju za ajdo.

Priloga C4: Vsebnost mineralov (Cu, Zn, Fe) v tleh za ajdo.

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AM arbuskularna mikoriza, arbuskularne mikorizne

DSE temni septirani endofiti

KOH kalijev hidroksid

H₂SO₄ žveplova (VI) kislina

HNO₃ dušikova kislina

HCl klorovodikova kislina

Zn cink

Cu baker

Fe železo

1 UVOD

Glive v tleh rastejo v dolgih nitastih strukturah, imenovanih hife, in tvorijo velike micelije. Igrajo pomembno vlogo pri privzemu hranil v rastline, vodni dinamiki, zatiranju bolezni ter pripomorejo k bolj odpornim rastlinam. Glive so po zgradbi lahko zelo različne, vendar delujejo na podoben način. Ločimo saprofitske glive, patogene glive in mikorizne glive (Jenkins, 2005).

Warcup je leta 1951 (Warcup, 1951) opravil raziskave tal in izoliral 148 vrst gliv v tleh. Najštevilčnejše so bile zastopane glive iz rodu *Penicillium* in *Mortierella*, nato pa so sledili *Absidia*, *Cephalosporium*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Gliomastix*, *Mucor*, *Thielavia*, *Trichoderma* in *Zygorrhynchus*. V svoji raziskavi je dognal, da je največja naseljenost gliv v zgornjih plasteh tal in da z globino število vrst gliv pada.

Pojem mikoriza je prvi uporabil Albert Bernard Frank leta 1885 (Siddiqui in Pichtel, 2008; Likar, 2012), ko je proučeval endofitske glive. Termin mikoriza pravzaprav v dobesednem prevodu pomeni »korenine gliv«. Gre za poseben tip simbioze med dvema evkariontoma – glivo in višje rastlino. Ta povezava sproži pomembne morfološke in/ali fiziološke spremembe, ki vodijo v vzajemno korist obeh partnerjev, večinoma oskrbo s hranili (Balestrini in Lanfranco, 2006; Johnson s sod., 2006). Poglavitna prednost višjih rastlin, ki so gostiteljice glivam, je boljša odpornost rastline v primeru pomanjkanja hranil ali v primeru vodnega stresa (Werner, 1992).

Opisanih je sedem skupin mikorize na podlagi odnosa glive z višjo rastlino: arbuskularna, ekto-, ektendo-, arbutoidna, monotropoidna, erikoidna in orhidejna mikoriza. Od teh sta arbuskularna in ektomikoriza najbolj pogosti in povsod razširjeni (Allen in sod. 2003, Smith in Read, 2008).

Bontante in Genre (2010) navajata, da je več kot 90 % rastlin, vključno z gozdnimi drevesi, divjimi travami in mnogimi poljščinami, v mikoriznem odnosu z glivami. Nekateri avtorji (Krishna, 2005; Johnson in sod., 2006) pa navajajo, da je v simbiozi z glivami več kot 95 % rastlinskih vrst. Brundrett (Brundrett, 2002) pa navaja, da več kot 80 % kopenskih rastlin z glivami tvori arbuskularno mikorizo (AM).

Mikoriza ugodno vpliva na rastline. Mikorizne glive rastlini omogočajo povečan privzem hranil, inducirajo boljšo odpornost rastline na patogene, ki so prisotni v tleh, povečajo toleranco na sušni stres (Al-Karaki in sod., 2003) ter zmanjšajo občutljivost rastline na strupene substance v tleh. AM glive in ektomikorizne glive povečajo količino organske snovi v tleh in s tem vplivajo na količino ogljika v celotnem ekosistemu (Rilling, 2004).

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

Dosedanje raziskave (Smith in Read, 2008; Al-Karaki, 1998; Al-Karaki in sod., 2003; Johnson s sod., 2006) kažejo na pozitivno uporabo arbuskularnih mikoriznih (AM) gliv v kmetijstvu. AM pripomore k boljši odpornosti rastline na vodni stres, na stres zaradi zbitosti tal ter k večjemu privzemu fosforja in drugih hranil (kar je ugodno za manjšo uporabo gnojil) in posledično k večjemu pridelku. Raziskave o AM pri pšenici so bile opravljene večinoma na gredicah pod kontroliranimi razmerami. Le malo jih je takih, ki so bile opravljene na polju. Pa še te so razmeroma starejšega datuma. Novejših raziskav nismo zasledili. Prav tako nismo zasledili raziskav, ki bi bile opravljene na poljih, namenjenih ekološki pridelavi. Zelo malo je objavljenih člankov o mikorizi ajde. Pravzaprav sta objavljena le dva članka (Likar in sod., 2008; Virant in Kajfež-Bogataj, 1988), ki potrjujeta, da ajda je mikorizna rastlina.

1.2 CILJI RAZISKOVANJA

Ugotavljali smo količino mineralov v tleh ter v zrnju pšenice (*Triticum aestivum* L. em Fiori & Paol) in ajde (*Fagopyrum* sp.). Izmerili smo količino rastlinam dostopnega fosforja, količino organske snovi in pH tal. Zanimalo nas je tudi, kolikšna je stopnja kolonizacije koreninskega sistema ekološko pridelane pšenice in ajde z arbuskularno mikoriznimi glivami ter temnimi septiranimi endofiti.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Glede na dosedanje raziskave smo postavili naslednje hipoteze, ki smo jih v nalogi testirali:

- Mineralna sestava tal se razlikuje med posameznimi polji v ekološki pridelavi.
- Koncentracije mineralov (Zn, Cu in Fe) v tleh v ekološki pridelavi ne bodo presegale mejnih vrednosti.
- Tla v ekološki pridelavi so dobro preskrbljena z organsko snovjo.
- Količina organske snovi v tleh vpliva na znižanje pH vrednosti tal.
- V koreninskem sistemu pšenice in ajde so prisotne AM glive in DSE.
- AM glive in DSE vplivajo na fiziološki odziv rastline (večja biomasa).
- Koncentracije mineralov (Zn, Cu in Fe) v zrnju pšenice in ajde v ekološki pridelavi ne bodo presegale kritičnih koncentracij.

2 PREGLED OBJAV

2.1 VPLIV GLIVNE KOLONIZACIJE NA RASTLINO

AM glive so prisotne povsod v naravi. So najbolj razširjene simbiotske glive in pripadajo deblu Glomeromycota (Schüßler in sod., 2001). Predstavniki so obligatni simbionti (Werner, 1992; Harrison, 1997; Johnson in sod., 2006).

AM glive tvorijo različne strukture, ki so lahko prisotne tako v koreninah gostiteljske rastline kot tudi v prsti, v kateri rastlina raste. V prsti lahko najdemo hife in spore, v korenini pa poleg teh dobimo še neseptirane hife, vezikle in arbuskule. AM kolonizacija se prične z razvojem hif v prsti (Brundrett, 2008). Hife se lahko razvijejo iz spore ali iz korenine, ki je že kolonizirana (Harrison, 1998). Zunanje hife služijo za privzem hranil, za razširjanje združbe ali tvorbo spor. Hife, ki vstopijo v korenino rastline, tvorijo v korenini dva različna morfološka tipa: linearnega, kjer hifa raste vzdolžno med celicami, in svitkastega, kjer hifa tvori svitke znotraj celic (Brundrett, 2008).

Arbuskuli nastanejo s ponavljajočim dihotomnim razvejanjem in reduciranjem debeline hif. Arbuskuli spominjajo na majhna drevesa, od tod imajo tudi takšno ime. Zaradi velike površine arbuskulov poteka preko njih izmenjava snovi med glivo in gostiteljem (Likar, 2012; Nasim, 2012). Arbuskuli so zelo kratkožive strukture in po nekaj dneh že propadejo (Brundrett, 2008).

Vezikli so izrastki hif, založne strukture, ki vsebujejo citoplazmo, poleg tega se v njih shranjujejo založni produkti – lipidi. Za razliko od arbuskulov so vezikli dolgožive strukture, ki lahko ostanejo v korenini mesec dni ali celo leto. Prav tako so dolgožive tudi hife (Brundrett, 2008).

Poleg mikoriznih gliv lahko korenine rastlin kolonizirajo tudi temni septirani endofiti (DSE). Skupina DSE gliv je zelo heterogena in vključuje taksonomsko zelo različne predstavnike s hifami z debelo celično steno in vključki melanina (Carlsen, 2002).

Na vzpostavitev mikoriznih povezav vplivajo različni dejavniki. Povezave med različnimi vrstami mikoriznih gliv in vrstami rastlin se med seboj razlikujejo v gostoti spor v različnih tleh. Nasim (Nasim, 2012) navaja, da je gostota spor glive *Glomus aggregatum* in *Glomus occultum* višja na polju, kjer je predhodno rasla koruza, spor *Glomus microcarpum* pa je bilo več tam, kjer je predhodno rasla soja. Razlike med gostoto spor je opazoval na polju, ki je bilo posejano z enako poljščino pet let zaporedoma.

2.2 MIKORIZA AJDE

Mnogi avtorji (Harley in Harley, 1987; Gai in sod., 2006; Wang in Qui, 2006) navajajo, da pri navadni ajdi ni opaziti AM kolonizacije, in so jo zato proglasili za nemikorizno rastlino. Likar (Likar in sod., 2008) je s sodelavci opravil raziskavo, s katero je, kot prvi, potrdil, da je mikoriza prisotna pri tatarski ajdi. Opravil je tudi karakterizacijo gliv, ki lahko kolonizirajo obe vrsti ajde – navadno in tatarsko. Neskladnost podatkov o mikorizi ajde lahko pripisujemo dejstvu, da je kolonizacija z AM glivami pri ajdi zelo majhna (Likar in sod. 2008), kar potrjujejo tudi izsledki Virantove in Kajfež-Bogatajeve (Virant in Kajfež-Bogataj, 1988), ki sta ravno tako proučevali AM pri ajdi.

2.3 MIKORIZA PŠENICE

O pšenici, kot mikorizni rastlini, je bilo opravljenih kar nekaj raziskav, ki dokazujejo pozitivne učinke AM gliv na rastlino. Tako na primer je Sharma s sodelavci (Sharma in sod., 2010) dokazal, da bi lahko z inokulacijo z AM glivami privarčevali kar 20,3 kg fosforja in 40,6 kg dušika na hektar, ob nespremenjeni količini pridelka pšenice. Tu je treba poudariti, da z inokulacijo ne samo privarčujemo, ampak tudi ne obremenjujemo preveč okolja z gnojili.

Inokulacija korenin pšenice z AM glivami je vodila tudi v boljšo odpornost na sušo (Allen in Boosalis, 1983; Ellis in sod., 1985; Al-Karaki in Clark, 1998; Al-Karaki in sod., 2004). Večina teh študij je bila opravljena v kontroliranih razmerah, v rastlinjakih. Zelo malo pa je znanega, kako mikorizna inokulacija vpliva na rast in produktivnost pridelka v nesteriliziranih tleh, na polju, v naravnih razmerah, kjer je treba upoštevati tudi prisotnost prvotnih AM gliv v tleh, ki so konkurenčne AM glivam, s katerimi inokuliramo rastline (Al-Karaki in sod., 2004).

2.4 TEMNI SEPTIRANI ENDOFITI

Temni septirani endofiti (DSE) so zelo raznolika skupina gliv, ki večinoma pripadajo razredu Ascomycetes. V koreninah rastline tvorijo temno rjave predeljene (septirane) hife. V koreninskih celicah tvorijo tudi značilne strukture – mikrosklerocije.

Uvrščamo jih med mikorizne glive, kljub temu da je v določenih primerih njihov odnos z gostiteljsko rastlino nevtralen, parazitski ali celo patogen (Jumpponen, 2001).

Zaradi pomanjkljivega znanja o spolnih oblikah in spolnemu načinu razmnoževanja jih imenujemo nepopolne glive oz. »fungi imperfecti« (Deuteromycota) (Schüßler in sod., 2001). Pojavljajo se v vseh klimatskih pasovih in v zelo različnih habitatih. Prisotnost DSE gliv je bila ugotovljena pri skoraj 600 rastlinskih vrstah, ki pripadajo 320 različnim rodovom in 100 družinam (Jumpponen in Trappe, 1998). Prisotni so v zelo različnih okoljih, od polarnih in subpolarnih (Newsham in sod., 2009) do tropskih (Jumpponen in

Trappe, 1998), in kolonizirajo tako zeli kot lesne rastline. Afiniteta DSE gliv do specifičnih rastlinskih vrst je precej neraziskana.

Za DSE glive so ugotovili, da tvorijo mutualistične odnose s številnimi rastlinskimi vrstami (Jumpponen in sod., 1998) in lahko izboljšajo prehrano rastline (Routsalainen, 2003). DSE glive vsebujejo širok spekter encimov, potrebnih za učinkovito izrabo organskega materiala, s čimer lahko omogočijo rastlinam dostop do dodatnih virov hranil (Currah in Tsuneda 1993).

Na splošno so vplivi DSE slabo raziskani. Rezultati raziskav so nestalni in celo nasprotujoči (Jumpponen in Trappe, 1998). Njihov vpliv na rast rastline in njen privzem hranil je lahko pozitiven ali negativen, odvisno od okolja ter od vrste rastline (Jumpponen, 2001).

2.5 VPLIV FOSFORJA V TLEH

Znano je, da dostopnost fosforja vpliva na kolonizacijo korenin z mikoriznimi glivami ter na tvorbo arbuskulov. Razsežnost tega pojava je odvisna od rastlinske vrste in od drugih okoljskih dejavnikov (Smith in Read, 2008). Mnogi avtorji navajajo, da so razvoj arbuskularne mikorize v koreninah in njeni učinki na rast rastlin večji, če rastlina uspeva v tleh z nizkim ali neuravnoteženim statusom hranil. Posebno to velja, če je v tleh zelo malo fosforja. Mikorizne glive so posebej pomembne za absorpcijo in privzem fosforja, kadar ga je premalo v tleh (Smith in Read, 2008).

Mohammad in sodelavci so ugotovili (Mohammad in sod., 1998), da višje koncentracije fosforja v tleh negativno vplivajo na mikorizno kolonizacijo pri pšenici. Te ugotovitve potrjujejo splošna opazovanja, da je AM kolonizacija večja pri nižjih koncentracijah fosforja v tleh (Khan, 1975; Hayman, 1983; Dod in Jeffries, 1986).

2.6 MINERALI V TLEH

Minerali v tleh, med katerimi je največ kovin, se v tleh pojavljajo kot posledica naravnih procesov, predvsem preperevanja kamninske osnove ali pa zaradi človekove aktivnosti, kot na primer rudarjenje, taljenje rude, industrija, promet, odlaganje odpadkov ali tudi kmetijstvo. Konvencionalno kmetijstvo danes prispeva predvsem povečane koncentracije bakra (Cu), nekoč tudi živega srebra (Hg) in svinca (Pb), v tleh zaradi uporabe fitofarmacevtskih sredstev. Zaradi uporabe mineralnih gnojil pa je v tleh povečana koncentracija cinka (Zn), kadmija (Cd) in arzena (As) (Zupan in sod., 2008).

Izraz težke kovine se v splošnem uporablja za kovine, ki imajo specifično težo večjo od 5 g/cm^3 . Od teh najdemo v tleh kadmij (Cd), kobalt (Co), krom (Cr), baker (Cu), železo (Fe), živo srebro (Hg), mangan (Mn), nikelj (Ni), svinec (Pb) in cink (Zn). Velikokrat se za izraz težke kovine smatra izraz elementi v sledeh, se pravi, da so zastopani v koncentracijah nižje od 100 mg/kg , kar pa ne velja recimo za Fe, Mn in Cr (Preglednica 1) (McLaughlin, 2002).

Kar nekaj težkih kovin (Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni in Zn) je esencialnih tako za rastline kot za živali, medtem ko so nekatere toksične že pri zelo nizkih koncentracijah (Cd, Hg in Pb).

Preglednica 1: Razpon koncentracij težkih kovin v tleh (prirejeno po McLaughlin, 2002).

Table 1: The range of heavy metal concentrations of soil (adapted from McLaughlin, 2002).

Kovina	Koncentracije v tleh [mg/kg]
Hg	0,1–1
Mo	0,1–7
Cd	0,1–40
Co	1–50
Cu	3–100
Pb	3–300
Zn	10–500
Ni	8–800
Cr	7–1.000
Mn	200–5.000
Fe	500–50.000

Koncentracija težkih kovin v tleh se lahko znatno poveča zaradi človekove aktivnosti (gnojenje, uporaba pesticidov, odlaganje odpadnih snovi ...). Topnost, biodostopnost oziroma toksičnost teh kovin za organizme je odvisna od pH.

Po podatkih iz Uradnega lista (Ur. l. RS, št. 68/1996) so v Preglednici 2 podane koncentracije mineralov in njihove mejne, opozorilne in kritične vrednosti.

Mejna vrednost je gostota posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni takšno obremenitev tal, da se zagotavljajo življenjske razmere za rastline in živali, in pri kateri se ne poslabšuje kakovost podtalnice ter rodovitnost tal. Pri tej vrednosti so učinki ali vplivi na zdravje ljudi ali za okolje še sprejemljivi. Opozorilna vrednost pomeni pri določenih vrstah rabe tal možne škodljive učinke ali vplive na zdravje ljudi ali na okolje. Pri kritični vrednosti neke nevarne snovi v tleh, so tla onesnažena in zaradi škodljivih učinkov ali vplivov na ljudi in na okolje niso primerna za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani ljudi ali živali ter za zadrževanje ali filtriranje vode.

Preglednica 2: Mejne, opozorilne in kritične vrednosti za minerale v tleh (prirejeno po Ur. l. RS, št. 68/1996).

Table 2: Limit, warning and critical value for the minerals in soil (adapted from Ur. l. RS, št. 68/1996).

Nevarna snov	Mejna vrednost (mg/kg suhih tal)	Opozorilna vrednost (mg/kg suhih tal)	Kritična vrednost (mg/kg suhih tal)
Baker in njegove spojine, izražene kot Cu	60	100	300
Cink in njegove spojine, izražene kot Zn	200	300	720
Kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd	1	2	12
Živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg	0,8	2	10
Kobalt in njegove spojine, izražene kot Co	20	50	240
Molibden in njegove spojine, izražene kot Mo	10	40	200
Nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni	50	70	210
Svinec in njegove spojine, izražene kot Pb	85	100	530
Arzen in njegove spojine, izražene kot As	20	30	55
Celotni krom Cr	100	150	380

2.7 ORGANSKA SNOV

Organska snov v tleh je dinamičen sistem. Količina organske snovi je odvisna od številnih dejavnikov (Six in Jastrow, 2002), v največji meri pa od geografske lege in klimatskih dejavnikov (temperature in količine padavin). Organsko snov v tleh v glavnem sestavljajo odmrli rastlinski ostanki ter živa in mrtva mikrobn biomasa. Humus je stabilni del organske snovi in predstavlja stalno zalogo organske snovi v tleh, ker je razgradnja humusa veliko počasnejša od razgradnje svežih organskih ostankov (Zupan in sod., 2008). Količina organske snovi je pravzaprav začasna, saj se neprestano porablja, hkrati pa tudi nastaja. Izraba in nastajanje organske snovi je odvisna od temperature, vlage in zračnosti. Količina organske snovi se lahko drastično zmanjša zaradi vodne in vetrne erozije (Janzen in sod., 2002).

Vsebnost organske snovi v tleh je primarni kazalec tako kmetijske kot tudi okoljske kakovosti tal in neposredno vpliva na rodovitnost tal, saj izboljšuje zračnost, poroznost, vpliva na sposobnost tal za zadrževanje vode (poplavna varnost), vezavo hranil ter omogoča izvajanje okoljskih funkcij tal: vezava/razgradnja nevarnih snovi v tleh, povečuje strukturno trdnost tal, zmanjšuje erozijo in predstavlja ponor atmosferekega CO₂. Na organsko snov lahko vplivamo z načinom obdelave (gnojenje z organskimi gnojili) in z ustreznim vračanjem organske snovi v tla (žetveni ostanki). V Sloveniji so kmetijska tla primerno oskrbljena z organsko snovjo. Na podlagi pedološke karte podatki kažejo, da je vsebnosti organske snovi na 86,2 % kmetijskih zemljišč več kakor 2 %, na 30,9 % zemljišč pa več kakor 4 % (Kazalci okolja Slovenije, 2011).

2.8 PH TAL

Na pH tal vplivajo vsebnost organske snovi, aluminijevi in železovi oksidi ter kalcijeve in magnezijeve spojine (Thomas, 2002). S staranjem tal se zaradi procesov izpiranja snovi skozi talni profil zgornje plasti tal počasi zakisajo, k temu procesu prispeva tudi odvzem bazičnih kationov s pridelkom (Zupan in sod., 2008). Kislost tal vpliva na adsorpcijske lastnosti tal – dostopnost kovin je na splošno večja v kislem kot v bazičnem okolju (Evans, 1989). Po raziskavah v okviru projekta ROTS je bila povprečna vrednost pH v zgornjem obdelovalnem sloju 5,9 (Zupan in sod., 2008).

2.9 MINERALI V ZRNIH

Pšenica (*Triticum* ssp.) sodi v družino trav (*Poaceae*) in je značilna predstavnik žit. Semena pšenice so bogat vir ogljikovih hidratov, beljakovin in maščob. Karami je s sodelavci (Karami in sod. 2009) izmeril koncentracijo cinka, železa in bakra v zrnih pšenice. Rezultati meritev so podani v Preglednici 3.

Preglednica 3: Koncentracija Zn, Fe in Cu v zrnih pšenice (prirejeno po Karami in sod. 2009).

Table 3: The concentration of Zn, Fe and Cu on wheat seeds (adapted from Karami et al. 2009).

Mineral	Koncentracija [$\mu\text{g/g}$]
Zn	11,7–64,0
Fe	21,1–96,6
Cu	2,4–9,3

Ajdo (*Fagopyrum* sp.) pogosto uvrščamo med žita, čeprav sodi v družino dresnovk (*Polygonaceae*). Semena ajde so bogat vir beljakovin, esencialnih aminokislin, maščobnih kislin, dietnih vlaknin ter mnogih esencialnih mineralov. Steadmanova je s sodelavci (Steadman in sod., 2001) izmerila količino mineralov v ajdovi moki. Rezultati pa so predstavljeni v Preglednici 4.

Preglednica 4: Koncentracija mineralov v zrnih ajde (prirejeno po Steadman in sod., 2001).

Table 4: Mineral concentration on buckwheat seeds (adapted from Steadman et. al., 2001).

Mineral	Koncentracija [$\mu\text{g/g}$]
K	5003 $\pm$ 4
P	4167 $\pm$ 41
Mg	2530 $\pm$ 7
Ca	300 $\pm$ 0
Fe	34,0 $\pm$ 1,1
Zn	28,3 $\pm$ 1,9
Mn	18,0 $\pm$ 0
B	6,6 $\pm$ 0,3
Cu	7,0 $\pm$ 0,4
Al	5,3 $\pm$ 0,7
Ni	3,4 $\pm$ 0,3
Mo	0,6 $\pm$ 0,3
Co	-
Cd	-
Cr	-

Tudi Lintschinger je s sodelavci (Lintschinger in sod., 1997) izmeril koncentracijo mineralov v pšeničnih in ajdovih zrnih. Rezultati so podani v Preglednici 5.

Preglednica 5: Koncentracija mineralov v zrnih pšenice in ajde (prirejeno po Lintschinger in sod., 1997).

Table 5: Mineral concentration on wheat and buckwheat seeds (adapted from Lintschinger et.al., 1997).

Mineral	Koncentracija [µg/g] v zrnih pšenice	Koncentracija [µg/g] v zrnih ajde
Li	0,50	0,19
V	0,53	0,27
Cr	0,63	0,95
Fe	53,2	67,0
Mn	29,9	16,2
Co	0,04	0,07
Cu	4,68	7,29
Zn	28,6	25,8
As	< 0,3	< 0,3
Se	< 0,3	0,3
Sr	1,93	0,47
Mo	1,08	0,73

Kot zgornja kritična koncentracija nekega elementa v rastlinskem tkivu se smatra najnižja koncentracija, ki še nima toksičnega učinka za rastlino. Manicol in Beckett (Manicol in Beckett, 1985) sta v obsežni raziskavi objavila kritične koncentracije za kar 30 elementov. Od teh prevladujejo Al, As, Cd, Cu, Li, Mn, Ni, Se in Zn. Kritične koncentracije teh elementov variirajo zaradi interakcije z drugimi elementi in zaradi razvoja odpornosti rastline na previsoke koncentracije določenih elementov. Tudi Kabata-Pendias in Pendias (Kabata-Pendias in Pendias, 2001) sta objavila kritične koncentracije mineralov v sledih v rastlinskem tkivu. Rezultati so podani v Preglednici 6.

Preglednica 6: Kritične koncentracije mineralov v sledih v rastlinskem tkivu (prirejeno po Kabata-Pendias in Pendias, 2001).

Table 6: Critical concentrations of trace metals in plant tissues (adapted from Kabata-Pendias in Pendias, 2001).

Kovina	Kritična koncentracija [ppm]
As	-
Cd	5–10
Co	10–20
Cr	1–2
Cu	15–20
Hg	0,5–1
Ni	20–30
Zn	150–200

Kabata-Pendias in Pendias (Kabata-Pendias in Pendias, 2001) sta objavila tudi grobo oceno koncentracij različnih mineralov v sledih v zrelem rastlinskem tkivu. Poudariti je treba, da je zelo težko postaviti neko jasno mejo med še dovoljeno koncentracijo in tisto, ki ima že toksičen učinek na rastlino, saj je treba upoštevati raznolikost tal in tudi rastlin. Rezultati so podani v Preglednici 7.

Preglednica 7: Približne koncentracije mineralov v sledih v zrelem rastlinskem tkivu prirejen za različne rastlinske vrste (priprejeno po Kabata-Pendias in Pendias, 2001).

Table 7: Approximate concentrations of trace elements in mature leaf tissue generalized for various species (adapted from Kabata-Pendias in Pendias, 2001)

Element	Zadostna oz. normalna koncentracija [ppm]	Presežna oz. toksična koncentracija [ppm]
Ag	0,5	5–10
As	1–1,7	5–20
B	10–100	50–200
Ba	-	500
Be	< 1–7	10–50
Cd	0,05–0,2	5–30
Co	0,02–1	15–50
Cr	0,1–0,5	5–30
Cu	5–30	20–100
F	5–30	50–500
Hg	-	1–3
Li	3	5–50
Mn	30–300	400–1000
Mo	0,2–5	10–50
Ni	0,1–5	10–100
Pb	5–10	30–300
Se	0,01–2	5–30
Sn	-	60
Sb	7–50	150
Ti	-	50–200
Tl	-	20
V	0,2–1,5	5–10
Zn	27–150	100–400
Zr	-	15

2.10 EKOLOŠKI NAČIN KMETOVANJA

Ekološko kmetovanje se od konvencionalnega razlikuje v glavnem v obdelavi tal, kolobarju, gnojenju in zatiranju škodljivcev. V konvencionalnem načinu kmetovanja se uporabljajo kemična gnojila in pesticidi (Reganold in sod., 1987). Glavno načelo ekološkega kmetovanja pa je ohranjanje in povečanje rodovitnosti tal z uporabo hlevskega gnoja, kolobarjenja ter biološkega zatiranja škodljivcev (Fließbach in sod., 2007).

Rezultati raziskav (Reganold in sod., 1987; Fließbach in sod., 2007; Marinari in sod. 2006) kažejo, da vsebujejo tla, obdelana z ekološkim kmetovanjem, večjo vsebnost organske

snovi, imajo višji pH ter večjo mikrobno aktivnost kot tla, obdelana s konvencionalnim kmetovanjem. Te raziskave kažejo tudi, da je na dolgi rok ekološko kmetovanje učinkovitejše od konvencionalnega.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 VZORČENJE

Vzorci pšenice in ajde smo nabrali na ekoloških kmetijah po vsej Sloveniji. Seznam ekoloških kmetij smo pridobili v Vodniku po ekoloških kmetijah, dostopnem na spletni strani www.eko-kmetije.info. Kmetije v raziskavi so razpršene po vsej Sloveniji (Slika 1) in imajo status ekološke kmetije ter izpolnjujejo zahteve, določene z Uredbo Sveta (ES) št. 834/2007, Uredbo komisije (ES) št. 889/2008, Pravilnika o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil (Ur. l. RS, št. 8/2014) in so vključene v kontrolo. Kontrolna organizacija na vsaki kmetiji najmanj enkrat v letu opravi popolno kontrolo kmetije in na osnovi tega določi status posameznih pridelkov.



Slika 1: Prikaz lokacij vzorčenja po regijah (prirejeno po Vaš vodnik po Sloveniji).

Figure 1: The locations of taking samples in the regions (adapted from Your Guide to Slovenia).

Vzorci so bili nabrani s šestih regij Slovenije: Primorske, Notranjske, Gorenjske, Dolenjske, Štajerske in Prekmurja. Oznake polja in regije so zapisane v Preglednici 8. Na Gorenjskem smo vzeli vzorce ajde na polju A4, ki je namenjeno domači rabi. Poslužujejo se ekološkega kmetovanja, vendar niso v registru in nimajo statusa ekološke kmetije.

Preglednica 8: Prikaz vzorčenih polj po regijah. Pari oznak polj, zapisani v debelem tisku, prikazujejo isto njivo, na kateri je najprej rastla pšenica in nato ajda, v isti rastni sezoni (poleti in jeseni). Z zvezdico je označeno polje A4 na Gorenjskem, ki nima statusa ekološke kmetije.

Table 8: The sampling locations by region. Couples of locations, written in bold type, show the same field where wheat grew first and then buckwheat in the same growing season (summer and autumn). In the Gorenjska region is field A4 not in the register of organic farms. It is marked with the starr.

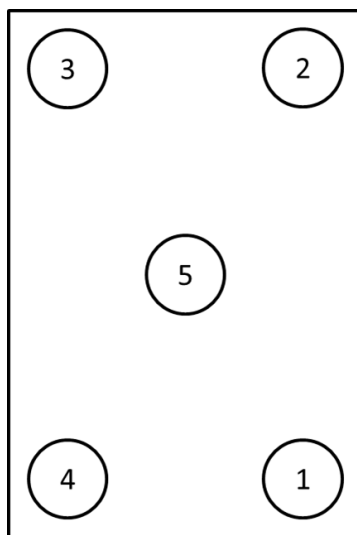
Regija	Polje	Posevek	Sorta
Primorska (modra)	P1; P2 in A6	Pšenica, ajda	P1 – domača P2 – Antonius A6 – Darja
Notranjska (marelična)	P10; P11	Pšenica	P10 – Antonius P11 – Antonius
Gorenjska (svetlo rumena)	P3; P4 in A3 ; A4*	Pšenica, ajda	P3 – Antonius P4 – Antonius A3 – Darja A4 – Darja*
Dolenjska (zelena)	P5 in A1 ; A2	Pšenica, ajda	P5 – Antonius A1 – Darja A2 – Darja
Štajerska (roza)	P8; P9 in A5	Pšenica, ajda	P8 – Antonius P9 – Antonius A5 – Darja
Prekmurje (temno rumena)	P6, P7	Pšenica	P6 – Mazurka P7 – Srpanjka



Slika 2: Polje pšenice.

Figure 2: Wheat field.

Z vsakega polja, na katerem gojijo ekološko pridelano pšenico ali ajdo, smo vzeli vzorce rastlin vedno na enak način. Z vsake njive smo nabrali pet vzorcev na različnih mestih, štiri vzorce na vogalih in enega na sredini (Slika 3). Na vogalih nismo vzeli vzorcev čisto na robu, temveč približno meter stran od roba, da smo se izognili robnemu efektu njive.



Slika 3: Mesta vzorčenja na vsaki njivi.

Figure 3: Sampling spots in each field.

Z vsakega vzorčnega mesta na posameznem polju smo vzeli po eno rastlino pšenice. Pri vzorčenju ajde pa smo vzeli z vsakega vzorčnega mesta po dve rastlini in ju združili v en vzorec. Z vsakega vzorčnega mesta smo vzeli tudi mikorizni del tal rastline.

Še istega dne smo korenine očistili in sprali pod tekočo in destilirano vodo in jih shranili v 70 % alkoholu in v hladilniku. Pogojke smo označili in jih postavili v suh in zračen prostor. Prav tako smo vzorce tal takoj posušili v pečici. Naslednji dan smo vse vzorce prenesli v laboratorij in jih nadalje obdelali.

3.1.1 Korenine

3.1.1.1 Barvanje struktur AM gliv v koreninskem sistemu

Opazovanje glivnih struktur pod svetlobnim mikroskopom nam omogoča selektivno obarvanje hitina, ki je sestavina celične stene gliv. Najpogosteje se uporablja tripan modro, lahko uporabimo tudi kisli fuksin, sudan ali črnilo (tinto za nalivnike). Pri barvanju moramo biti pozorni na strukturo koreninskega sistema in čas presvetlitve korenin z lugom in barvanje temu primerno optimiziramo (Likar, 2012).

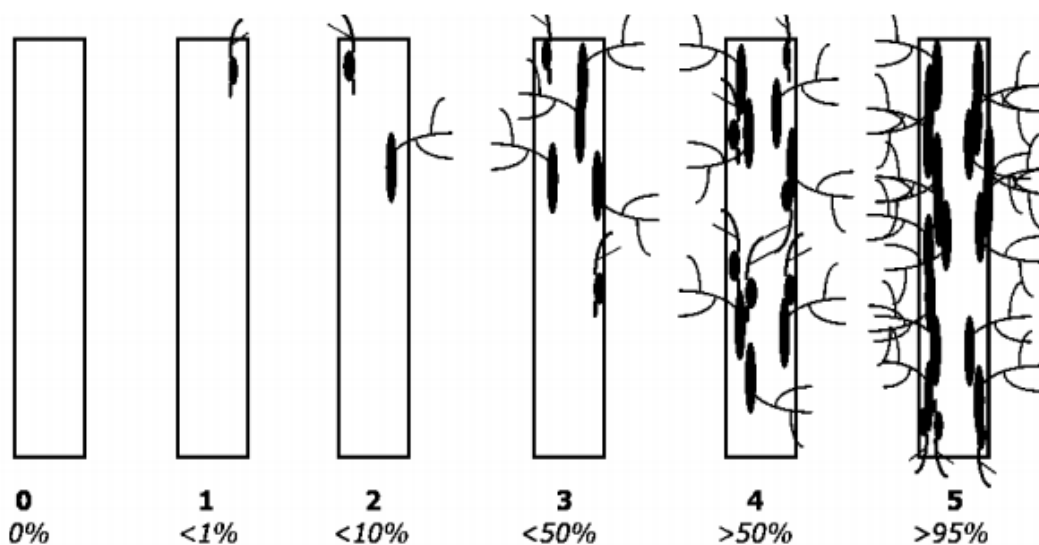
3.1.1.2 Tripan modro

Za barvanje korenin smo uporabili metodo s tripan modrim povzeto po Philipsu in Hajmanu (1970). Korenine smo očistili, sprali pod tekočo in destilirano vodo ter shranili najtanjše korenine v 70 % alkoholu in v hladilniku do naslednjega dne. Koreninice smo položili v široke, 16 cm visoke epruvete z ravnim dnom ter jih prelili z 10 % KOH (za presvetlitev koreninic), ki smo ga pripravili iz 100 g KOH in 1000 ml dH₂O. Epruvete smo pokrili s tilom in ga zatesnili z elastiko. Vzorce smo segrevali v sušilniku (Heraeus Instruments, Nemčija) 30 min pri 90° C. Odlili smo 10 % KOH in koreninice 3-krat sprali pod tekočo vodo. Nato smo v epruvete dolili 0,05 % tripan modre, ki smo ga pripravili iz 40 g destilirane vode, 40 g mlečne kisline, 80 g glicerola in 0,08 g tripan modre. Koreninice smo segrevali v sušilniku še 15 minut pri 90° C. Nato smo odlili barvilo, koreninice 3-krat sprali pod tekočo vodo ter jih shranili v hladilnik (Gorenje, Slovenija). Naslednji dan smo koreninice narezali ter na objektno stekelce položili 1 cm dolge obarvane koreninske fragmente. Po 15 fragmentov na posamezno stekelce.

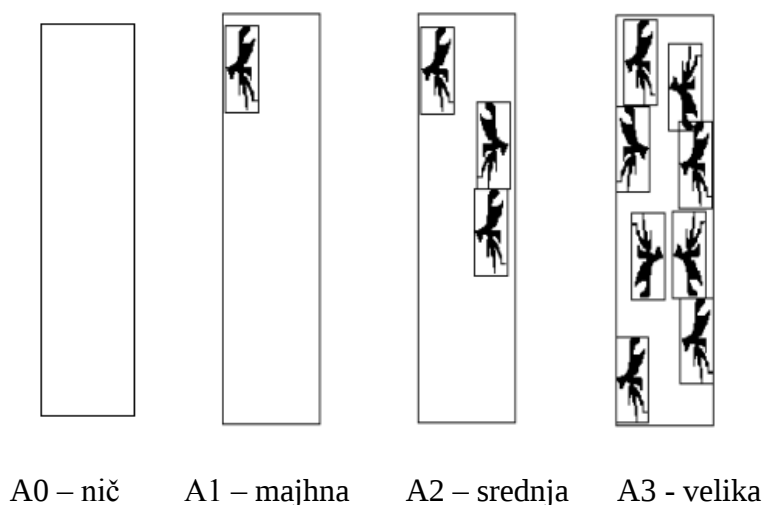
3.1.1.3 Vrednotenje kolonizacije arbuskularno mikoriznih gliv

Obarvane fragmente korenin smo pregledali pod mikroskopom (Zeiss, Nemčija). Pri vsakem fragmentu smo ocenili splošno stopnjo mikorizacije na osnovi 6 stopenjske lestvice. Gostoto struktur (arbuskulov, svitkov in veziklov) pa na osnovi 4 stopenjske lestvice (Slika 4). Oceno smo sproti zapisali v ocenjevalno tabelo.

Stopnja mikorizne kolonizacije



Gostota arbuskulov, svitkov in veziklov



Slika 4: Shematski prikaz ocenjevanja mikorizne kolonizacije po metodi Trouvelot in sod. (1986).

Figure 4: Schematic demonstration of evaluation of mycorrhizal colonization according to the Trouvelot method (1986).

Arbuskularno mikorizne parametre izračunamo s pomočjo formul (1-11) ali računalniškega programa Mycocalc (Trouvelot in sod., 1986).

Preglednica 9: Mikorizni parametri in njihova razlaga.

Table 9: Mycorrhizal parameters and their interpretation.

AM parameter	Razlaga parametrov, ki se nanašajo na celoten koreninski sistem.
F %	Mikorizna frekvenca – frekvenca fragmentov z glivo
M %	Splošna intenziteta mikorize – intenziteta mikorizne kolonizacije koreninskega sistema
A %	Gostota arbuskulov v koreninskem sistemu
V %	Gostota veziklov v koreninskem sistemu
S %	Gostota svitkov v koreninskem sistemu
MS %	Gostota mikroskerocijev v koreninskem sistemu
AM parameter	Razlaga parametrov, ki se nanašajo le na koloniziran del koreninskega sistema.
m %	Intenziteta mikorize v koloniziranih koreninskih odsekih
a %	Gostota arbuskulov v delu skorje z mikorizno kolonizacijo
s %	Gostota svitkov v delu skorje z mikorizno kolonizacijo
v %	Gostota veziklov v delu skorje z mikorizno kolonizacijo
ms %	Gostota mikrosklerocijev v delu skorje z mikorizno kolonizacijo

Mikorizna frekvenca:

$$F \% = (\text{št. mikoriznih korenin} / \text{število vseh korenin}) * 100 \quad \dots (1)$$

Splošna intenziteta mikorize:

$$M \% = (95n_5 + 70n_4 + 30n_3 + 5n_2 + n_1) / \text{število vseh korenin} \quad \dots (2)$$

Gostota arbuskulov v koreninskem sistemu:

$$A \% = a * (M/100) \quad \dots (3)$$

Gostota veziklov v koreninskem sistemu:

$$V \% = v * (M/100) \quad \dots (4)$$

Gostota svitkov v koreninskem sistemu:

$$S \% = s * (M/100) \quad \dots (5)$$

Gostota mikrosklerocijev v koreninskem sistemu:

$$MS \% = ms * (M/100) \quad \dots (6)$$

Intenziteta mikorize v koloniziranih koreninskih odsekih (ko je F (%) nizek):

$$m \% = M * (\text{število vseh korenin}) / (\text{število mikoriznih korenin}) = M * 100 / F \quad \dots (7)$$

Gostota arbuskulov v delu skorje z mikorizno kolonizacijo:

$$a \% = (100 mA_3 + 50 mA_2 + 10 mA) / 100 \quad \dots (8)$$

Gostota veziklov v delu skorje z mikorizno kolonizacijo:

$$v \% = (100 mV_3 + 50 mV_2 + 10 mV) / 100 \quad \dots (9)$$

Gostota svitkov v delu skorje z mikorizno kolonizacijo:

$$s \% = (100 mS_3 + 50 mS_2 + 10 mS) / 100 \quad \dots (10)$$

Gostota mikrosklerocijev v delu skorje z mikorizno kolonizacijo:

$$ms \% = (100 mMS_3 + 50 mMS_2 + 10 mMS) / 100 \quad \dots (11)$$

Poleg mikorizne kolonizacije smo ugotavljali še prisotnost struktur DSE (mikrosklerocijev), ki jih vrednotimo enako kot AM glivno kolonizacijo oz. gostoto arbuskulov, veziklov in svitkov.

Koreninske fragmente v laktoglicerolu smo fotografirali z mikroskopom Axioskop 2 MOT (Carl Zeiss, Goettingen, Nemčija) opremljenim z barvno digitalno kamero AxioCam MRc (Carl Zeiss Vision, Halbergmoos, Nemčija) s pomočjo programa AxioVision 3.1.

3.1.2 Kemijska analiza tal

3.1.2.1 Priprava vzorcev

Vzorce tal smo sušili 24 h pri temperaturi 105 °C v sterilizatorju (Heraeus Instruments, Nemčija). Tla smo nato homogenizirali s pomočjo terilnika ter presejali skozi 200 µm sito (Retsch, Nemčija).

3.1.2.2 Merjenje pH tal

V široke, 16 cm visoke, epruvete z ravnim dnom smo natehtali 1 g tal ter dodali 5 ml destilirane vode, dobro premešali in pustili stati 10 minut. pH tal smo izmerili s pH metrom (Mettler Toledo, Seven Easy, ZDA).

3.1.2.3 Določanje organske snovi v tleh

Organsko snov v tleh določamo po Kromovi metodi (Kandeler, 1995). Organska snov v tleh se oksidira s pomočjo mešanice kalijevega dikromata (VI) ($K_2Cr_2O_7$) in žveplove (VI) kisline (H_2SO_4). Cr (III), ki se tvori, določimo kalorimetrično in je ekvivalenten organski snovi, prisotni v tleh. Izražamo jo kot % tal.

V široke, 16 cm visoke, epruvete z ravnim dnom smo odpipetirali 10 ml destilirane vode in narisali oznako. Vodo smo odlili in epruvete posušili v sterilizatorju (Heraeus Instruments, Nemčija). V epruvete smo natehtali 0,2 g prsti in dodali 2 ml $K_2Cr_2O_7$, ki smo ga pripravili iz 98,06 g $K_2Cr_2O_7$ in 1000 ml destilirane vode. Pazljivo smo dodali 1,5 ml H_2SO_4 ter raztopino pustili stati vsaj 2–3 ure. Nato smo dodali destilirano vodo do 10 ml, premešali in pustili stati čez noč. Naslednji dan smo 1 ml vzorčne raztopine razredčili s 24 ml destilirane vode, rahlo premešali in izmerili absorpcijo (UV-1800 Shimadzu) pri 570 nm.

Umeritveno krivuljo smo izmerili s standardnimi raztopinami, ki smo jih pripravili po sledečem postopku: v pet 100 mL bučk smo zatehtali 0; 0,058; 0,116; 0,174 in 0,232 g mioinozitola. Dodali smo 20 mL raztopine $K_2Cr_2O_7$, pazljivo dodali še 15 mL H_2SO_4 , premešali ter pustili stati 2–3 ure. Nato smo dodali destilirano vodo do 100 mL in premešali ter pustili stati standardno raztopino čez noč. Za fotometrično analizo smo 1 mL standardne raztopine razredčili z destilirano vodo do 25 mL in rahlo premešali. Na podlagi

začetne mase tal dane vrednosti mioinozitola ustrezajo 0, 2, 4, 6 in 8 % organske snovi v tleh.

3.1.2.4 Določanje rastlinam dostopnega fosforja

Rastlinam dostopni fosfor smo določali po metodi ÖNORM L 1087 (1993).

Najprej smo pripravili založno raztopino za ekstrakcijo. 77 g kalcijevega laktata in 39,5 g kalcijevega acetata smo raztopili v vroči vodi, dodali 89,5 ml očetne kisline, dopolnili do 1000 ml, ohladili in shranili v hladilniku.

Delovno raztopino za ekstrakcijo smo pripravili iz 5-krat redčene založne raztopine (1 del založne raztopine za ekstrakcijo in 4 deli vode) ter umerili pH na 4,1 z očetno kislino.

Pripravili smo tudi založno raztopino amonijevega heptamolibdata. V bučko smo natehtali 12,6 g amonijevega heptamolibdata, raztopili v 400 ml vroče vode, ohladili in dodali 140 ml H_2SO_4 , ohladili ter dopolnili do 900 ml. Dodali smo 0,5 g kalijev antimon (III) oksidtartrata, ki smo ga raztopili v vroči vodi in dopolnili do 1000 ml. Delovno raztopino amonijevega heptamolibdata pripravimo z 10-kratnim redčenjem založne raztopine (1 del založne raztopine amonijevega heptamolibdata in 9 delov vode).

V prahovke smo natehtali 5 g suhih tal, dodali 100 ml delovne raztopine za ekstrakcijo ter 2 uri stresali pri 180 stresljajih/minuto. Nato smo pustili, da se malo posede in prefiltrirali z nagubanim filtrom (modri trak), pri čemer smo prvi del filtrata zavrgli. Filtrat smo shranili v hladilniku do naslednjega dne.

Naslednji dan smo pripravili raztopino askorbinske kisline tako, da smo natehtali 4,4 g askorbinske kisline, jo raztopili v destilirani vodi in dopolnili do 1000 ml.

Umeritveno krivuljo smo naredili s standardi, ki smo jih pripravili iz standarda PO_4^{3-} (Merc). V 100 mL bučko smo odpipetirali 30,6 mL standarda in dopolnili z destilirano vodo do oznake. Nato smo v osem 100 mL bučk odpipetirali 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 in 4 mL standardne raztopine in dopolnili z založno raztopino za ekstrakcijo do oznake. Za umeritveno krivuljo smo pripravili osem standardov: iz prve bučke smo odpipetirali 0,1 mL standardne raztopine in dodali 1,9 mL destilirane vode; iz druge bučke smo odpipetirali 0,2 mL standardne raztopine in dodali 1,8 mL destilirane vode; iz tretje bučke smo odpipetirali 0,3 mL standardne raztopine in dodali 1,7 mL destilirane vode; iz četrte bučke smo odpipetirali 0,4 mL standardne raztopine in dodali 1,6 mL destilirane vode; iz pete bučke smo odpipetirali 0,5 mL standardne raztopine in dodali 1,5 mL destilirane vode; iz šeste bučke smo odpipetirali 0,6 mL standardne raztopine in dodali 1,4 mL destilirane vode; iz sedme bučke smo odpipetirali 0,7 mL standardne raztopine in dodali 1,3 mL destilirane vode; iz osme bučke pa smo odpipetirali 0,8 mL standardne raztopine in dodali

1,2 mL destilirane vode. V vse pripravljene standardne raztopine smo dodali še 16 ml delovne raztopine amonijevega heptamolibdata in 2 ml askorbinske kisline.

Fosfor smo izmerili spektrofotometrično pri 660 nm (UV-1800 Shimadzu, Japonska). Najprej smo naredili umeritveno krivuljo, nato pa izmerili vzorce, ki smo jih pripravili iz 1 ml ekstrakta, 16 ml delovne raztopine amonijevega heptamolibdata in 2 ml askorbinske kisline.

3.1.2.5 Mineralizacija tal

Iz vsakega vzorca tal smo naredili 2 podvzorca. Za mineralizacijo tal smo natehtali (Sartorius handy, Nemčija) 50 ± 5 mg tal, ki smo jo zalili s 3 mL mešanice za razklop: 0,75 mL dušikove kisline, HNO_3 (65 %) in 2,25 mL klorovodikove kisline, HCl (37 %). Delno mineralizacijo tal smo izvedli z uporabo mikrovalovnega sistema Star D (Milestone, Italija). Mineralizacija je potekala 15 min pri 200°C (45 bar, 1100W).

Minerale (Zn, Cu in Fe) v tleh smo izmerili z atomskim absorpcijskim spektrofotometrom (AAAnalyst 100, PerkinElmer, ZDA).

3.1.3 Kemijska analiza zrnja

3.1.3.1 Priprava vzorcev

Na zraku sušeno zrnje smo zmleli v analiznem mlinčku (Janke & Kunkel, Nemčija) in jih homogenizirali s terilnikom.

3.1.3.2 Mineralizacija zrnja

Iz vsakega vzorca zrnja smo naredili 2 podvzorca. Za mineralizacijo zrnja smo natehtali (Sartorius handy, Nemčija) 100 ± 5 mg zrnja, ki smo ga zalili s 3 mL mešanice za razklop: 3 mL dušikove kisline, HNO_3 (65 %). Popolno mineralizacijo zrnja smo izvedli z uporabo mikrovalovnega sistema Star D (Milestone, Italija). Mineralizacija je potekala 15 min pri 210°C (45 bar, 700W).

Minerale (Zn, Cu in Fe) v zrnju smo izmerili z atomskim absorpcijskim spektrofotometrom (AAAnalyst 100, PerkinElmer, ZDA).

3.1.4 Poganjek

Nabranim rastlinam smo odstranili koreninski sistem za oceno stopnje glivne kolonizacije. Poganjke smo posušili na zraku in jih stehtali (Kern EW, Nemčija). Poganjkom smo odrezali zrelo socvetje ter jih ponovno stehtali (Sartorius handy, Nemčija). Zrelemu socvetju smo odstranili zrnje, ga prešteli in stehtali (Sartorius handy, Nemčija).

3.1.5 Obdelava podatkov (statistična analiza)

Podatke smo obdelali z računalniškim programom Statistica 7. Z Levenovim testom smo preverili homogenost variance. Če so bile variance statistično značilne različne ($p < 0,05$), smo opravili neparametrične teste in rezultate analizirali s Kruskal-Wallisovim testom.

S post hoc testom Tukey HSD test smo ugotavljali, med katerimi skupinami obstajajo statistično značilne razlike.

Rezultate smo grafično prikazali v obliki škatle z ročaji.

Korelacije med posameznimi meritvami smo izračunali s Spearmanovim koeficientom korelacije. V nalogi so predstavljene samo tiste korelacije, ki se statistično značilno razlikujejo.

Grafično smo prikazali tudi primerjave med tistimi polji, na katerih je rastla najprej pšenica in nato ajda v isti rastni sezoni.

4 REZULTATI

4.1 REZULTATI MERITEV

4.1.1 Meritve poganjka

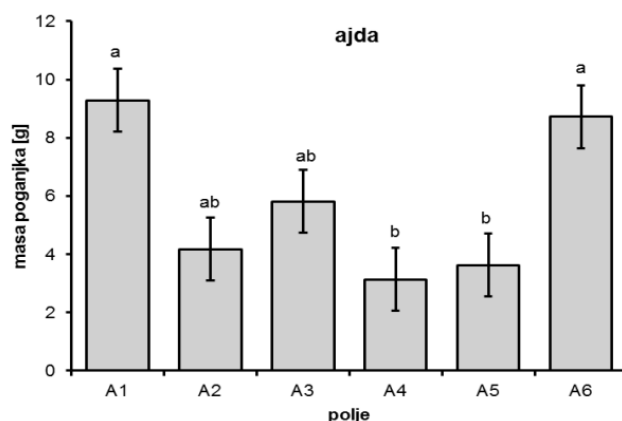
4.1.1.1 Masa poganjka

Masa poganjka pšenice je bila manjša od mase poganjka ajde. Statistična analiza je pokazala, da med posameznimi polji pšenice ni statistično značilnih razlik (Preglednica 10), pri ajdi pa so (Slika 5).

Preglednica 10: Povprečna masa poganjka in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Table 10: The average mass of wheat shoot and the standard error for each wheat field: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Polje	Povprečna masa poganjka [g]	Standardna napaka
P1	4,11	0,33
P2	3,37	0,59
P3	2,70	0,37
P4	2,73	0,38
P5	4,79	0,50
P6	2,73	0,66
P7	2,70	0,34
P8	4,70	0,66
P9	2,30	0,56
P10	3,63	0,49
P11	4,23	0,57



Slika 5: Masa poganjka ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v masi poganjka med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Figure 5: The average mass of buckwheat shoot. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of buckwheat: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

4.1.1.2 Masa zrelega socvetja

Med nabranimi vzorci zrelega socvetja pšenice in ajde nismo opazili statistično značilnih razlik v masi (Preglednici 11 in 12).

Preglednica 11: Povprečna masa zrelega socvetja in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Table 11: The average mass of wheat mature inflorescence and the standard error for each wheat field: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Polje	Povprečna masa zrelega socvetja [g]	Standardna napaka
P1	2,07	0,14
P2	1,55	0,28
P3	1,24	0,24
P4	1,33	0,25
P5	2,45	0,25
P6	1,35	0,39
P7	1,50	0,23
P8	2,33	0,38
P9	1,09	0,32
P10	1,82	0,25
P11	2,30	0,37

Preglednica 12: Povprečna masa zrelega socvetja in standardna napaka za posamezno polje ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 10$).

Table 12: The average mass of buckwheat mature inflorescence and the standard error for each buckwheat field: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 10$).

Polje	Povprečna masa zrelega socvetja [g]	Standardna napaka
A1	2,40	0,50
A2	1,40	0,27
A3	1,82	0,28
A4	1,00	0,14
A5	0,92	0,23
A6	1,86	0,40

4.1.1.3 Število zrn

Med številom izluščenih zrn iz zrelega socvetja pšenice in ajde nismo opazili statistično značilnih razlik (Preglednici 13 in 14).

Preglednica 13: Število izluščenih zrn iz zrelega socvetja pšenice in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Table 13: The number of seeds from mature inflorescence of wheat and the standard error for each wheat field: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Polje	Povprečno št. izluščenih zrn	Standardna napaka
P1	40,6	2,60
P2	29,0	6,49
P3	25,0	4,44
P4	24,0	4,44
P5	43,6	3,99
P6	23,0	6,43
P7	34,8	4,47
P8	40,8	5,27
P9	22,6	5,91
P10	32,8	4,54
P11	37,0	4,18

Preglednica 14: Število izluščenih zrn iz zrelega socvetja ajde in standardna napaka za posamezno polje ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n=10$).

Table 14: The number of seeds from mature inflorescence of buckwheat and the standard error for each buckwheat field: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 10$).

Polje	Povprečno št. izluščenih zrn	Standardna napaka
A1	67,8	16,94
A2	46,1	8,41
A3	50,1	8,66
A4	27,4	5,97
A5	22,1	4,71
A6	60,5	12,03

4.1.1.4 Povprečna masa posameznega zrna

Med povprečno maso posameznega zrna iz zrelega socvetja pšenice in ajde nismo opazili statistično značilnih razlik (Preglednici 15 in 16).

Preglednica 15: Povprečna masa posameznega zrna iz zrelega socvetja pšenice in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Table 15: Average mass of each seed from mature inflorescence of wheat and the standard error for each wheat field: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Polje	Povprečna masa posameznega zrna [mg]	Standardna napaka
P1	39,75	0,86
P2	41,97	4,29
P3	36,91	2,00
P4	40,22	3,31
P5	43,66	1,37
P6	41,98	2,75
P7	30,70	4,14
P8	41,57	1,51
P9	34,53	2,03
P10	42,09	0,43
P11	43,37	0,96

Preglednica 16: Povprečna masa posameznega zrna iz zrelega socvetja ajde in standardna napaka za posamezno polje ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 10$).

Table 16: Average mass of each seed from mature inflorescence of buckwheat and the standard error for each buckwheat field: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 10$).

Polje	Povprečna masa posameznega zrna [mg]	Standardna napaka
A1	24,00	2,58
A2	20,55	1,18
A3	23,73	0,94
A4	24,19	1,02
A5	16,99	1,56
A6	24,81	1,01

4.1.2 Meritve v zrnih

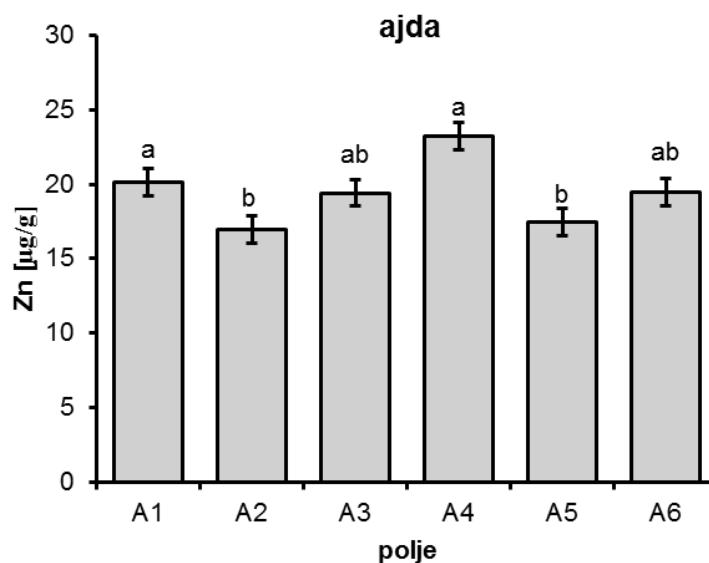
4.1.2.1 Koncentracija cinka (Zn) v zrnju

Med izmerjenimi koncentracijami cinka (Zn) v zrnih pšenice nismo opazili statistično značilnih razlik (Preglednica 17). Med izmerjenimi meritvami cinka v zrnih ajde pa so statistično značilne razlike razvidne s Slike 6.

Preglednica 17: Koncentracija cinka (Zn) v zrnih pšenice in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Table 17: Concentration of zinc (Zn) in the wheat seeds and the standard error for each wheat field: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Polje	Povprečna konc. Zn v zrnju [$\mu\text{g/g}$]	Standardna napaka
P1	24,32	0,56
P2	26,05	0,79
P3	25,51	1,52
P4	37,31	5,46
P5	31,63	1,17
P6	29,85	2,56
P7	32,36	1,40
P8	32,35	2,24
P9	24,28	1,42
P10	26,12	2,37
P11	27,70	0,96



Slika 6: Koncentracija cinka (Zn) v zrnih ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Zn med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Figure 6: Concentration of zinc (Zn) in the buckwheat seeds. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of buckwheat: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

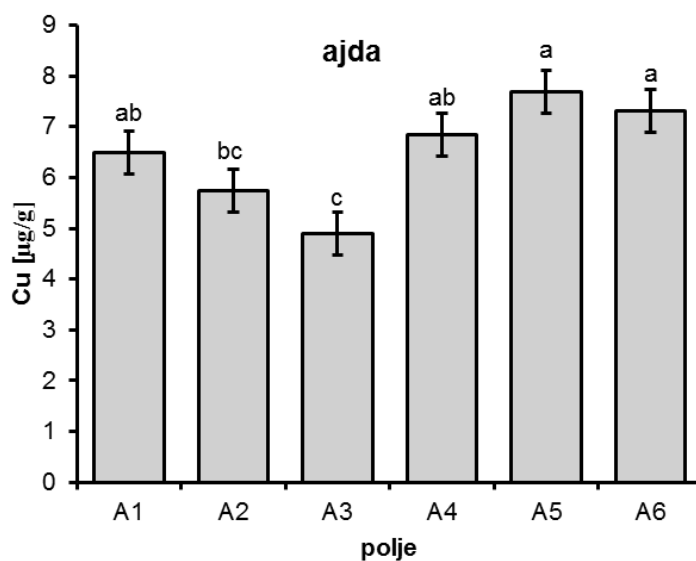
4.1.2.2 Koncentracija bakra (Cu) v zrnju

Med izmerjenimi koncentracijami bakra (Cu) v zrnih pšenice nismo opazili statistično značilnih razlik (Preglednica 18). Med izmerjenimi meritvami bakra v zrnih ajde pa so statistično značilne razlike razvidne s Slike 7.

Preglednica 18: Koncentracija bakra (Cu) v zrnih pšenice in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Table 18: Concentration of copper (Cu) in the wheat seeds and the standard error for each wheat field: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Polje	Povprečna konc. Cu v zrnju [$\mu\text{g/g}$]	Standardna napaka
P1	5,00	0,36
P2	5,98	0,30
P3	5,78	0,54
P4	6,07	0,53
P5	5,68	0,33
P6	5,15	0,35
P7	5,33	0,75
P8	5,28	0,46
P9	4,90	0,17
P10	4,93	0,34
P11	5,50	0,31

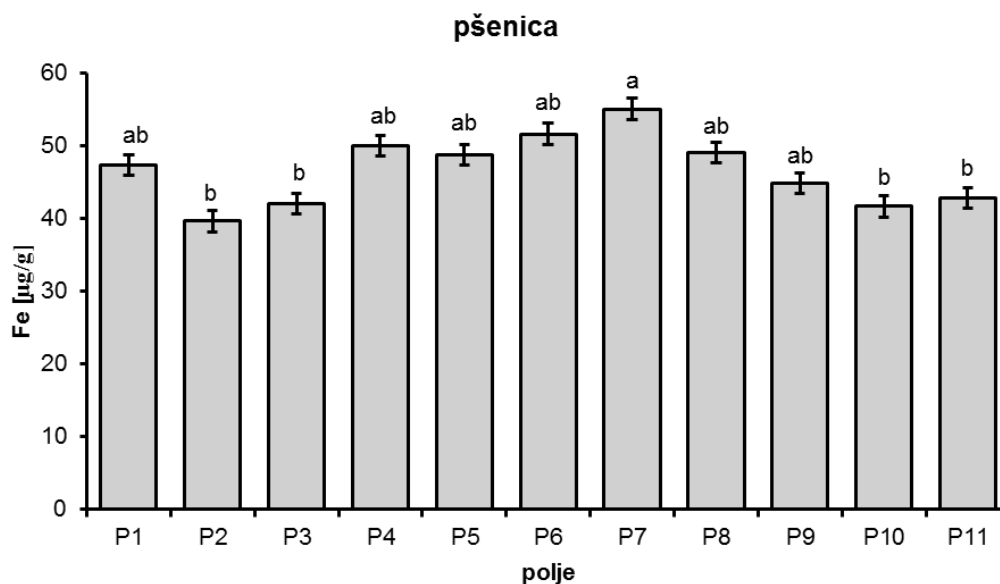


Slika 7: Koncentracija bakra (Cu) v zrnih ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Cu med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 10$).

Figure 7: Concentration of copper (Cu) in the buckwheat seeds. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of buckwheat: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 10$).

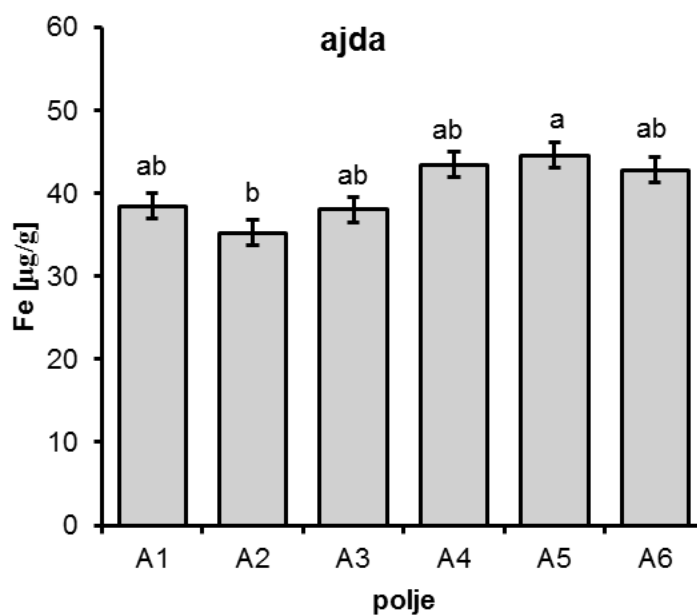
4.1.2.3 Koncentracija železa (Fe) v zrnju

Med izmerjenimi koncentracijami železa (Fe) v zrnih pšenice in ajde smo opazili statistično značilne razlike, ki so razvidne s Slik 8 in 9.



Slika 8: Koncentracija železa (Fe) v zrnih pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Fe med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Figure 8: Concentration of iron (Fe) in the wheat seeds. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of wheat: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).



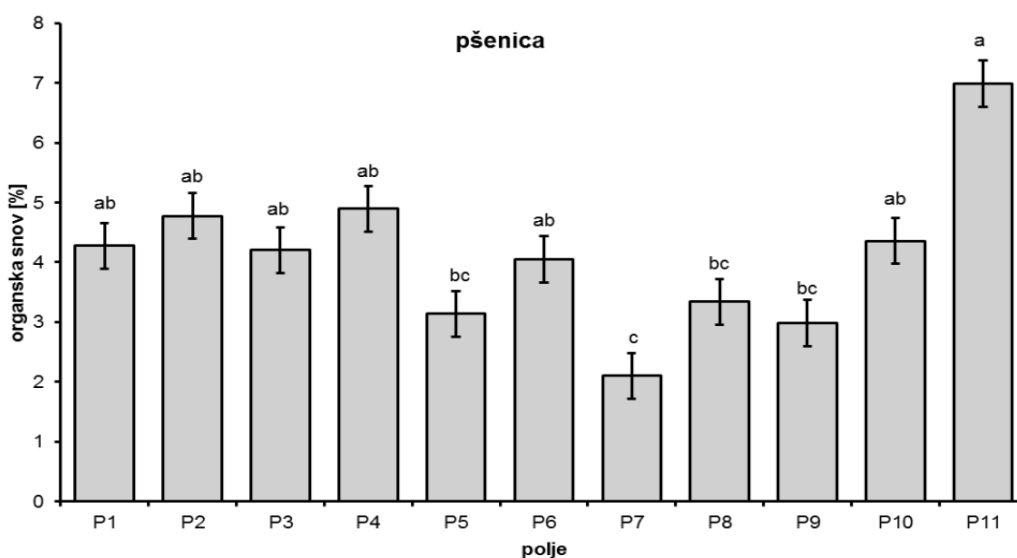
Slika 9: Koncentracija železa (Fe) v zrnih ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Fe med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Figure 9: Concentration of iron (Fe) in the buckwheat seeds. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of buckwheat on different regions: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

4.1.3 Meritve v tleh

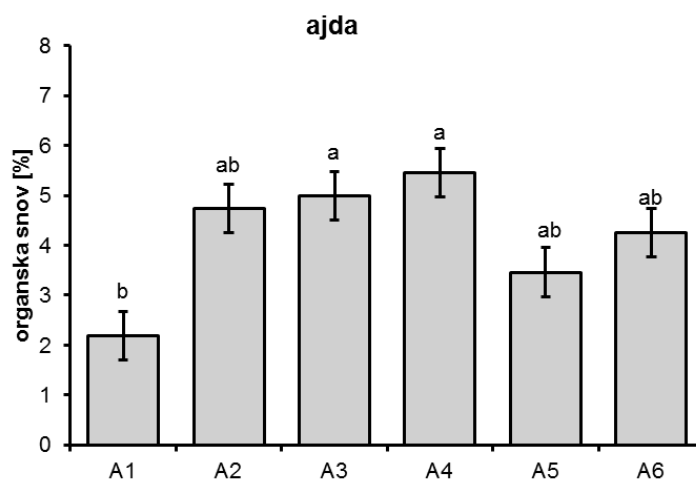
4.1.3.1 Organska snov v tleh

Med izmerjenimi vrednostmi organske snovi v tleh na polju pšenice in ajde smo opazili statistično značilne razlike, ki so razvidne s Slik 10 in 11.



Slika 10: Vsebnost organske snovi v tleh na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v vsebnosti organske snovi med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

Figure 10: The amount of organic matter in wheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of wheat on different regions: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

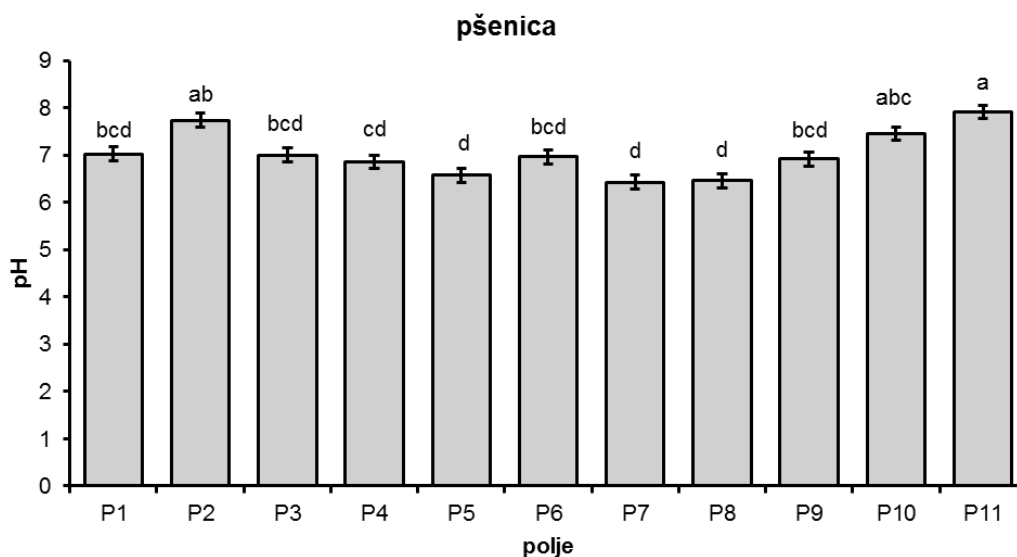


Slika 11: Vsebnost organske snovi v tleh na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa predstavljajo statistično značilne razlike v vsebnosti organske snovi med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

Figure 11: The amount of organic matter in buckwheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of buckwheat: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

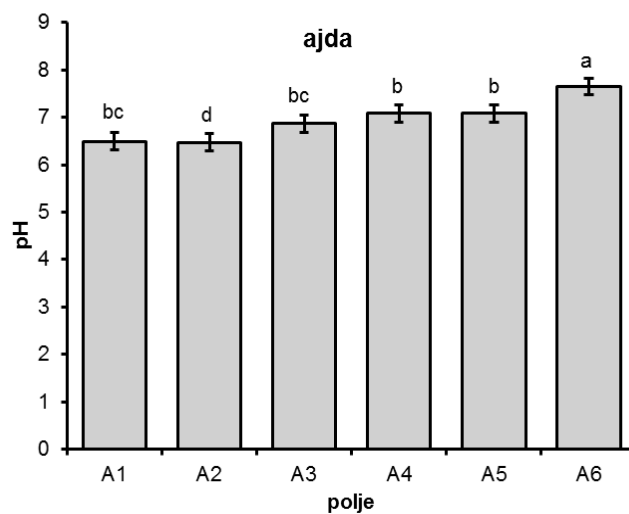
4.1.3.2 pH tal

Med izmerjenimi vrednostmi pH tal na polju pšenice in ajde smo opazili statistično značilne razlike, ki so razvidne s Slik 12 in 13.



Slika 12: Vrednost pH tal na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v vrednosti pH med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Figure 12: pH value on wheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of wheat: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

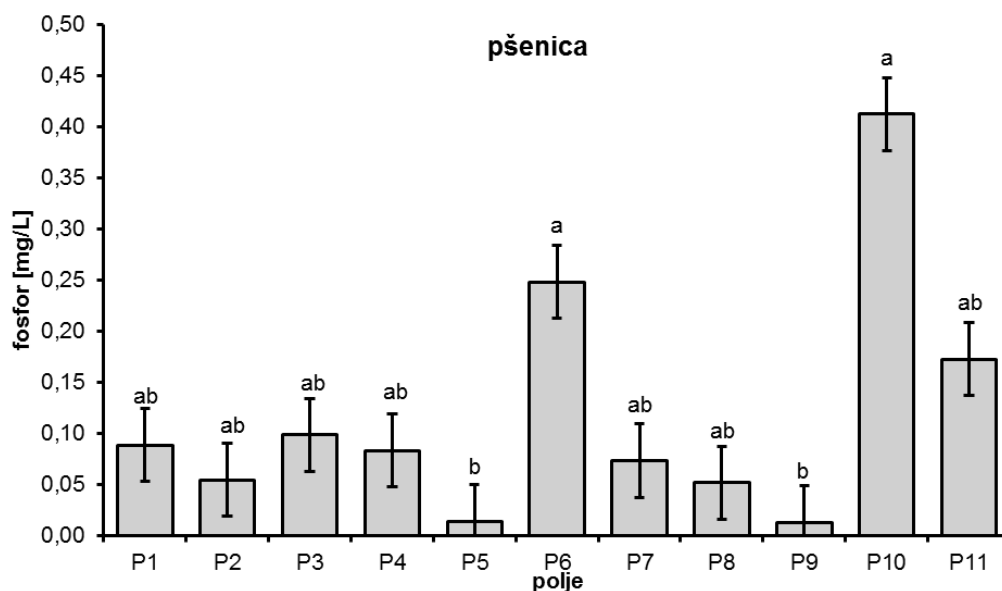


Slika 13: Vrednost pH tal na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v vrednosti pH med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Figure 13: pH value on buckwheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of buckwheat: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

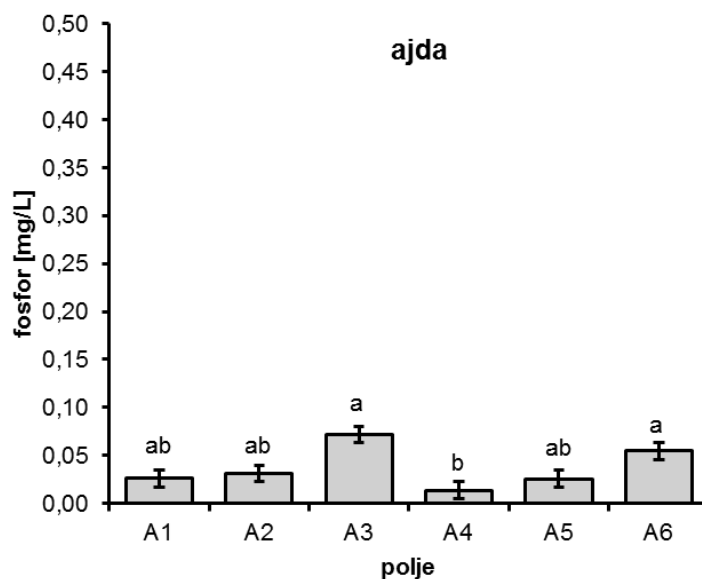
4.1.3.3 Rastlinam dostopni fosfor

Med izmerjenimi vrednostmi rastlinam dostopnega fosforja v tleh na polju pšenice in ajde smo opazili statistično značilne razlike, ki so razvidne s Slik 14 in 15.



Slika 14: Vrednost rastlinam dostopnega fosforja na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v vrednosti pH med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

Figure 14: The amount of plant available phosphorus on wheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of wheat: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

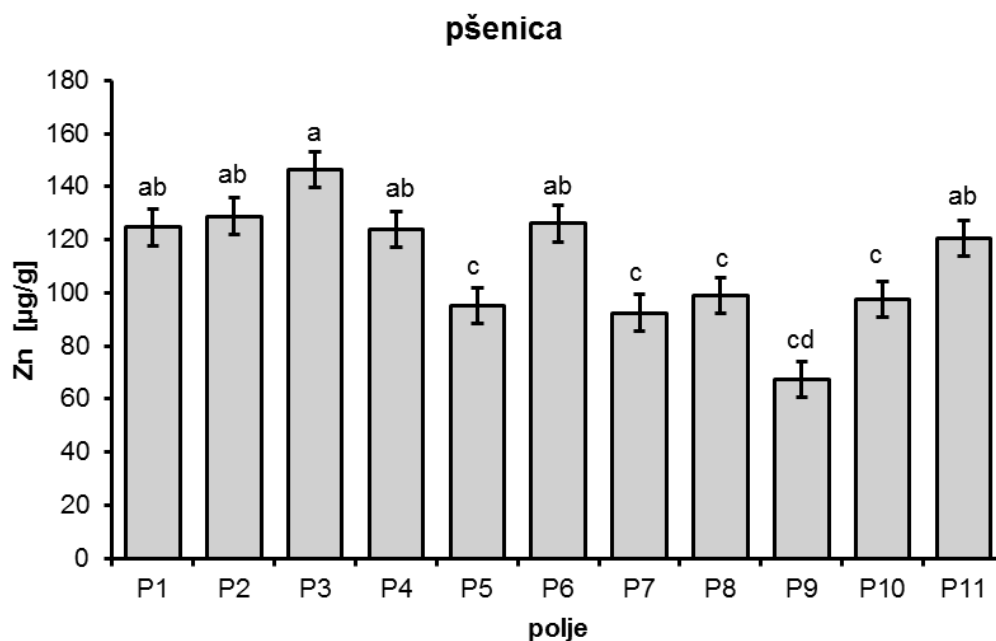


Slika 15: Vrednost rastlinam dostopnega fosforja na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v vrednosti pH med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

Figure 15: The amount of plant available phosphorus on buckwheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of buckwheat: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

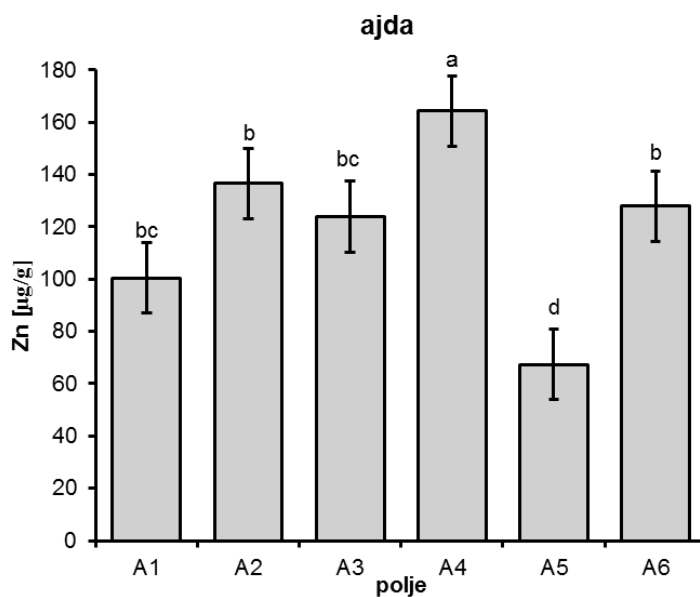
4.1.3.4 Koncentracija cinka (Zn) v tleh

Med izmerjenimi koncentracijami cinka (Zn) v tleh na polju pšenice in ajde smo opazili statistično značilne razlike, ki so razvidne s Slik 16 in 17.



Slika 16: Koncentracija cinka (Zn) v tleh na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Zn med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Figure 16: Concentration of zinc (Zn) in the wheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of wheat: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

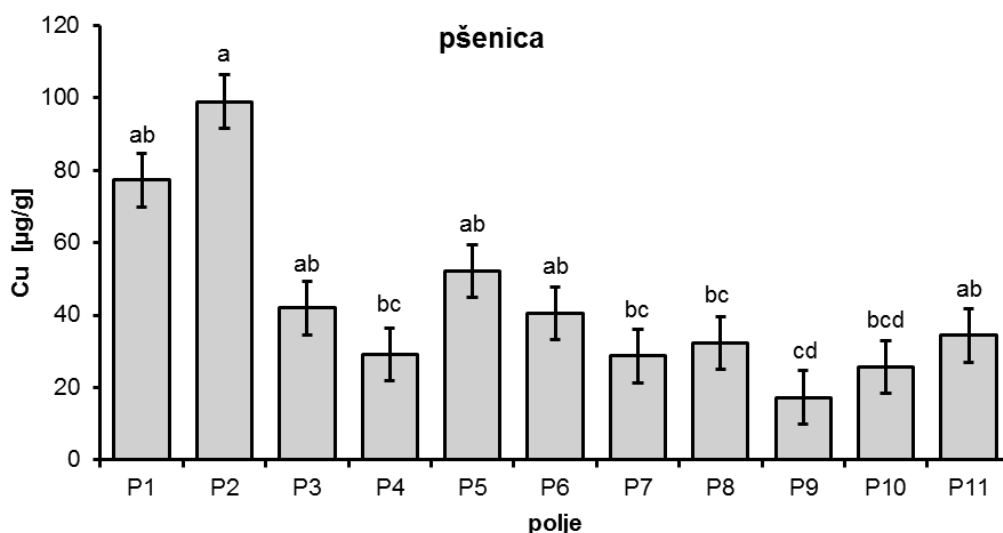


Slika 17: Koncentracija cinka (Zn) v tleh na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Zn med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Figure 17: Concentration of zinc (Zn) in the buckwheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of buckwheat: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

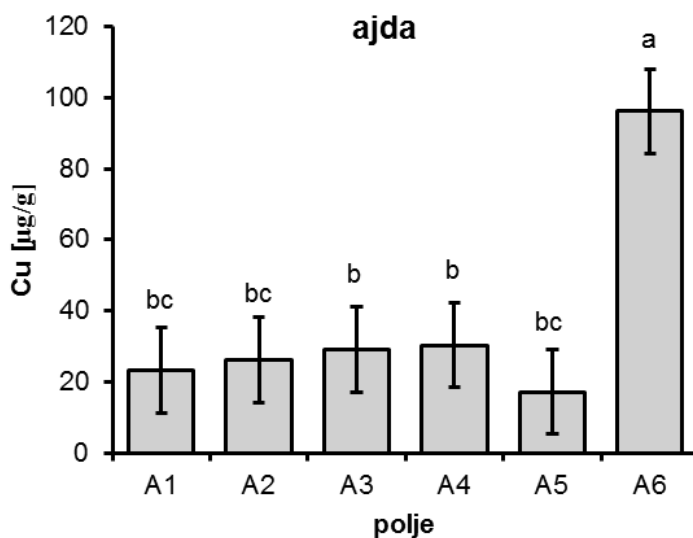
4.1.3.5 Koncentracija bakra (Cu) v tleh

Med izmerjenimi koncentracijami bakra (Cu) v tleh na polju pšenice in ajde smo opazili statistično značilne razlike, ki so razvidne s Slik 18 in 19.



Slika 18: Koncentracija bakra (Cu) v tleh na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Cu med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Figure 18: Concentration of copper (Cu) in the wheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of wheat: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

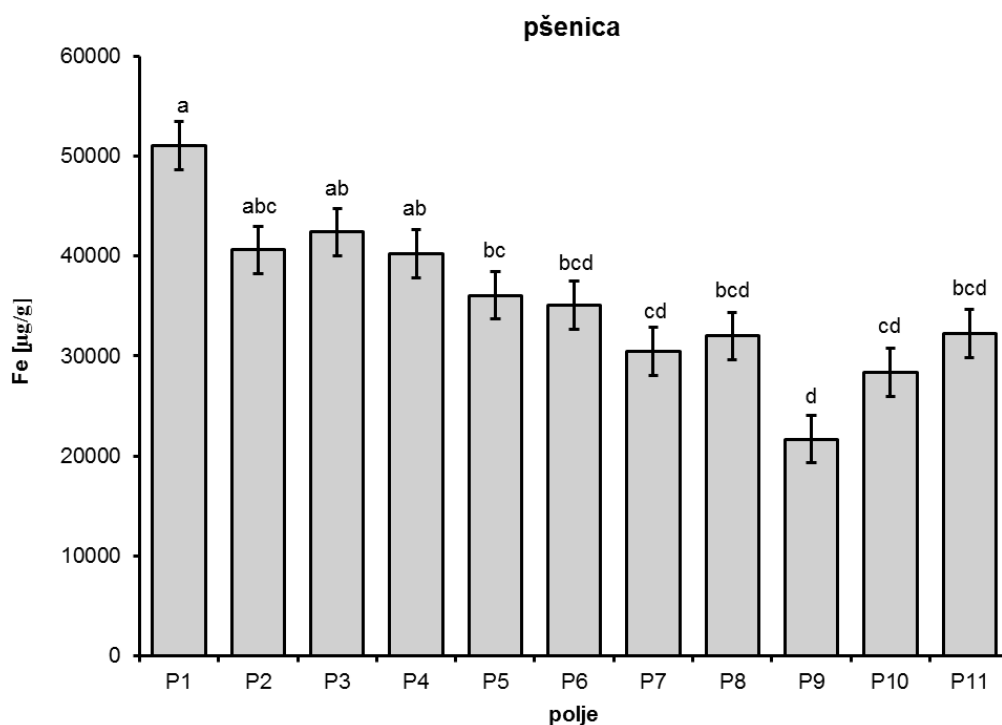


Slika 19: Koncentracija bakra (Cu) v tleh na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Cu med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Figure 19: Concentration of copper (Cu) in the buckwheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of buckwheat: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

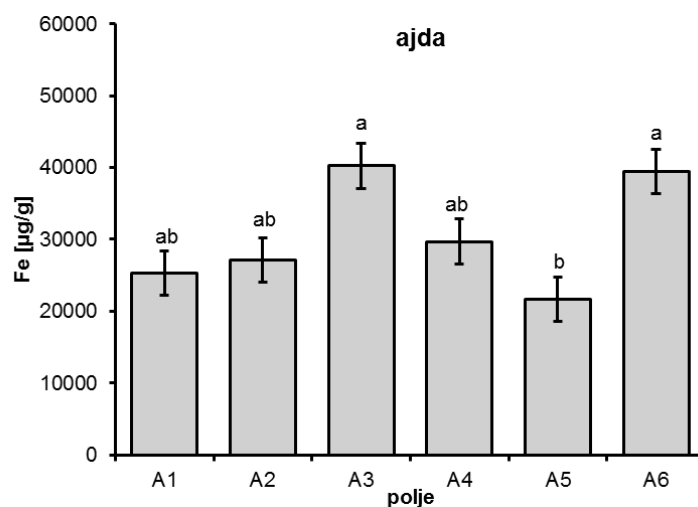
4.1.3.6 Koncentracija železa (Fe) v tleh

Med izmerjenimi koncentracijami železa (Fe) v tleh na polju pšenice in ajde smo opazili statistično značilne razlike, ki so razvidne s Slik 20 in 21.



Slika 20: Koncentracija železa (Fe) v tleh na polju pšenice. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Fe med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Figure 20: Concentration of iron (Fe) in the wheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of wheat: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).



Slika 21: Koncentracija železa (Fe) v tleh na polju ajde. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v koncentracijah Fe med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

Figure 21: Concentration of iron (Fe) in the buckwheat field. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of buckwheat: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 10$).

4.1.4 Glivna kolonizacija

4.1.4.1 Frekvenca fragmenov z glivo (F %)

Med frekvenco fragmentov z AM glivami pri pšenici in ajdi nismo opazili statistično značilnih razlik (Preglednici 19 in 20).

Preglednica 19: Povprečna frekvenca fragmentov korenin pšenice z AM glivami (F %) in standardna napaka za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

Table 19: The average frequency of root fragments with AM fungi (F %) and the standard error for each wheat field: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

Polje	Povprečna frekvenca fragmentov z glivo (F %)	Standardna napaka
P1	60,0	3,6
P2	85,3	2,5
P3	86,7	5,6
P4	78,7	7,1
P5	80,4	6,1
P6	73,3	2,9
P7	80,0	9,2
P8	73,3	12,1
P9	62,6	4,5
P10	90,7	9,3
P11	92,0	2,5

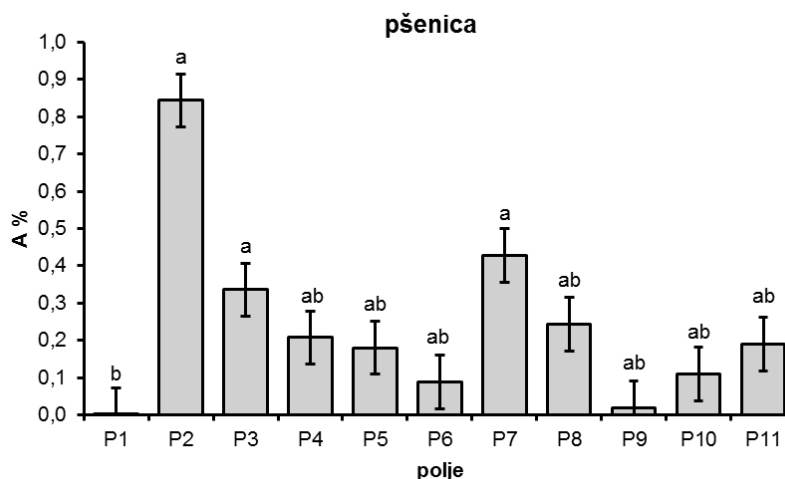
Preglednica 20: Povprečna frekvenca fragmentov korenin ajde z AM glivami (F %) in standardna napaka za posamezno polje ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Table 20: The average frequency of root fragments with AM fungi (F %) and the standard error for each buckwheat field: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Polje	Povprečna frekvenca fragmentov z glivo (F %)	Standardna napaka
A1	52,0	11,0
A2	70,7	6,9
A3	64,0	8,8
A4	36,0	4,9
A5	42,7	5,8
A6	44,0	9,8

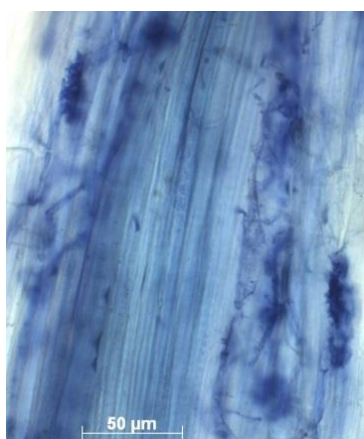
4.1.4.2 Gostota arbuskulov

Gostota arbuskulov pri pšenici je bila nizka in ni presegla 1 %. Arbuskulov pri ajdi ni bilo opaziti. Na Sliki 22 so prikazane statistično značilne razlike v gostoti arbuskulov pri pšenici.



Slika 22: Gostota arbuskulov (A %) pri pšenici. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v gostoti arbuskulov med posameznimi polji pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

Figure 22: Density of arbuscules (A %) on the roots of wheat. The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of wheat: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).



Slika 23: Arbuskuli v korenini pšenice.

Figure 23: Arbuscules in wheat root.

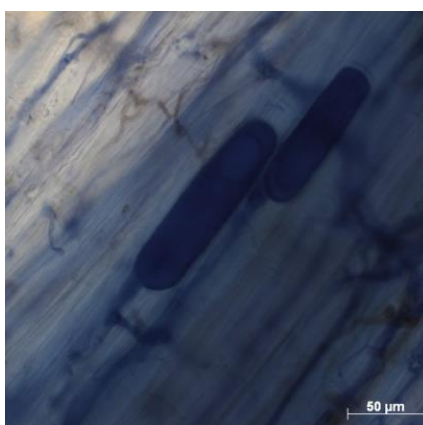
4.1.4.3 Gostota veziklov

Gostota veziklov v koreninah pšenice je bila nizka in ni presegla 1 %. Pri ajdi smo opazili le posamezne vezikle. Med gostotami veziklov pri pšenici nismo opazili statistično značilnih razlik (Preglednica 21).

Preglednica 21: Povprečna gostota veziklov (V %) v koreninah pšenice in standardna za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

Table 21: Density of vesicles on the roots of wheat (V %) and the standard error for each wheat field: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

Polje	Povprečna gostota veziklov (V %)	Standardna napaka
P1	< 1	0,01
P2	< 1	0,47
P3	< 1	0,23
P4	< 1	0,11
P5	< 1	0,32
P6	< 1	0,02
P7	< 1	0,13
P8	< 1	0,42
P9	< 1	0,05
P10	< 1	0,03
P11	< 1	0,16



Slika 24: Vezikli v korenini pšenice.

Figure 24: Vesicles in wheat root.

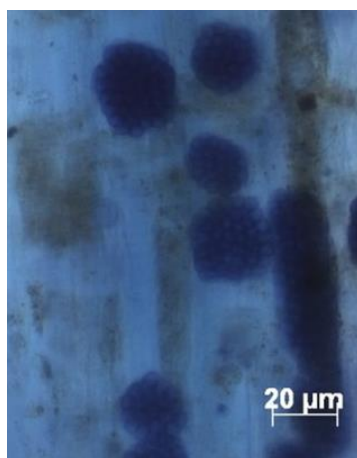
4.1.4.4 Gostota mikrosklerocijev (MS %)

Gostota mikrosklerocijev (MS %) v koreninah pšenice je bila nizka in ni presegla 1 %. Med gostotami mikrosklerocijev pri pšenici nismo opazili statistično značilnih razlik (Preglednica 22). Tudi gostota MS v koreninah ajde je bila nizka in prav tako ni presegla 1 %. Statistično značilne razlike so prikazane na Sliki 26.

Preglednica 22: Povprečna gostota mikrosklerocijev (MS %) v koreninah pšenice in standardna za posamezno polje pšenice: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

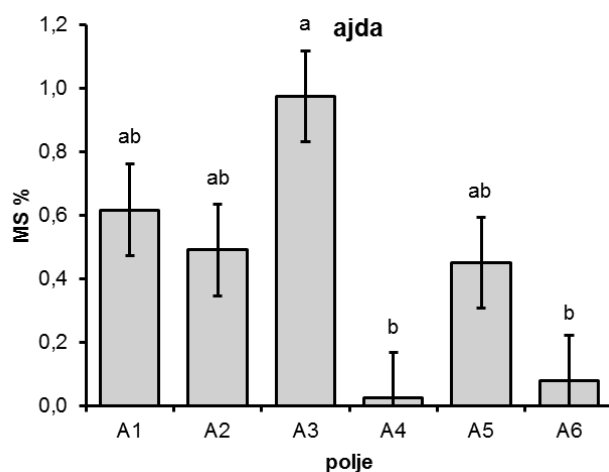
Table 22: Density of microsclerocis on the roots of wheat (MS %) and the standard error for each wheat field: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

Polje	Povprečna gostota mikrosklerocijev (MS %)	Standardna napaka
P1	< 1	0,01
P2	< 1	0,30
P3	< 1	0,16
P4	< 1	0,09
P5	< 1	0,09
P6	< 1	0,01
P7	< 1	0,08
P8	< 1	0,02
P9	< 1	0,05
P10	< 1	0,05
P11	< 1	0,05



Slika 25: Mikroskleroci v korenini pšenice.

Figure 25: Microsclerocies in wheat root.



Slika 26: Gostota mikrosklerocijev (MS %) pri ajdi. Daljice nad stolpci predstavljajo standardno napako, črke nad njimi pa statistično značilne razlike v gostoti mikrosklerocijev med posameznimi polji ajde: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).

Figure 26: Density of microsclerocis on the roots of buckwheat (MS %). The line segments above bars represent standard error and the letters above them represent statistically significant differences between the fields of buckwheat: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6) (Kruskal-Wallis test; $p < 0,05$; $n = 5$).



Slika 27: Mikroskleroci v korenini ajde.

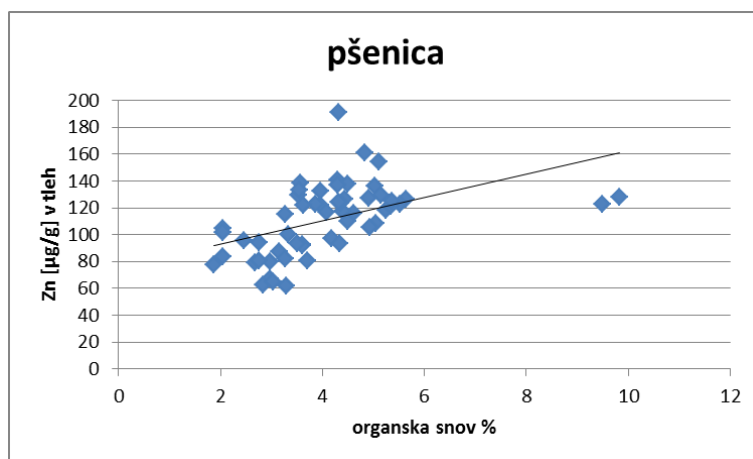
Figure 27: Microsclerocies in buckwheat root.

4.1.5 Primerjalne meritve

V primerjalnih meritvah smo zajeli vsa polja pšenice (Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11), skupaj 11 polj pšenice) ter vsa polja ajde (Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6), skupaj 6 polj ajde). Z vsakega polja smo primerjali vseh pet vzorčnih mest.

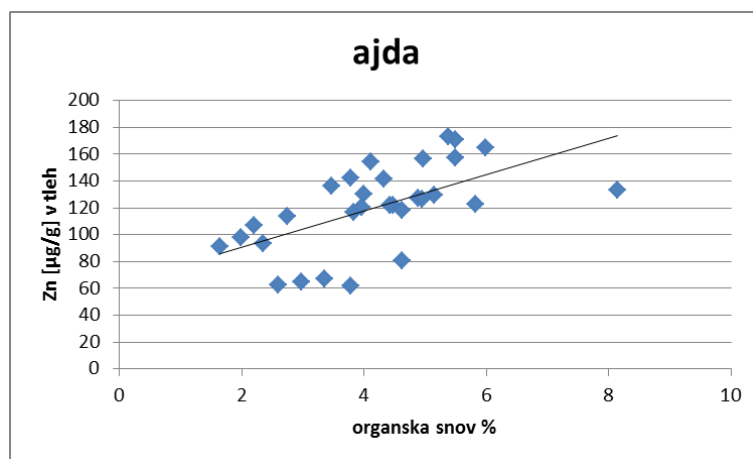
4.1.5.1 Odvisnost koncentracije cinka v tleh od količine organske snovi

Količina organske snovi v tleh zmerno pozitivno vpliva na koncentracijo cinka (Zn) v tleh tako na polju, kjer je rastla pšenica (Slika 28), kot na polju, kjer je rastla ajda (Slika 29).



Slika 28: Odvisnost koncentracije cinka (Zn) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih pšenice (Spearman $R = 0,638551$; $p = 0,00000$; $n = 55$).

Figure 28: Dependence of the concentration of zinc (Zn) on the amount of organic matter on wheat field (Spearman $R = 0,638551$; $p = 0,00000$, $n = 55$).

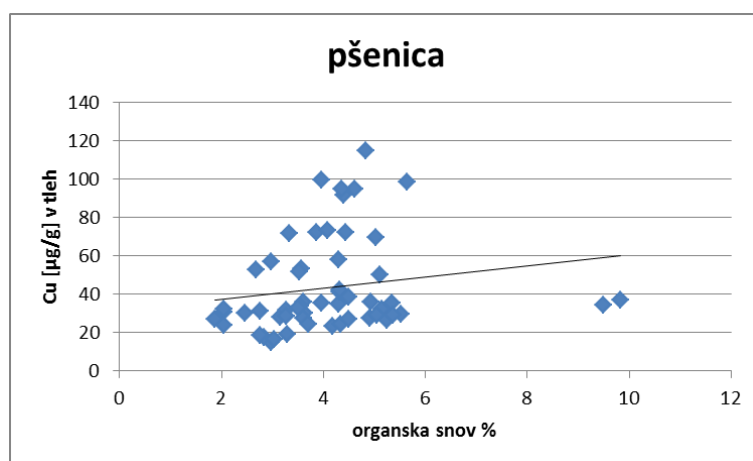


Slika 29: Odvisnost koncentracije cinka (Zn) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih ajde (Spearman $R = 0,683648$; $p = 0,000031$; $n = 30$).

Figure 29: Dependence of the concentration of zinc (Zn) on the amount of organic matter on buckwheat field (Spearman $R = 0,683648$; $p = 0,000031$; $n = 30$).

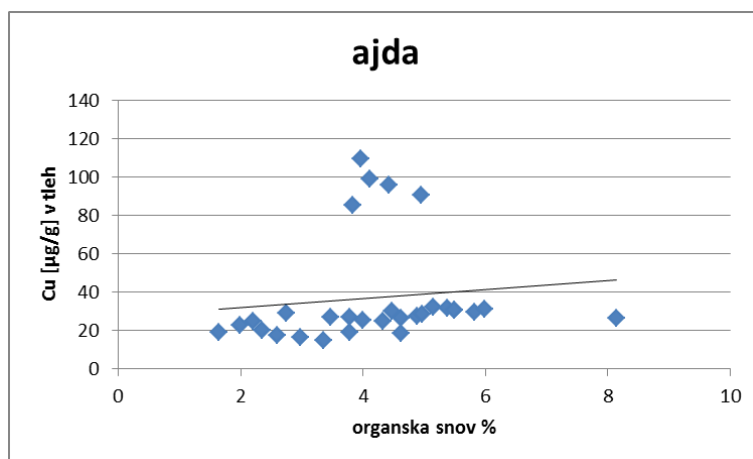
4.1.5.2 Odvisnost koncentracije bakra v tleh od količine organske snovi

Med količino organske snovi v tleh in koncentracijo bakra (Cu) v tleh je vidna nizka pozitivna povezanost na polju, kjer je rastla pšenica (Slika 30). Na polju, kjer je rastla ajda, pa je pozitivna povezanost med tema parametroma zmerna (Slika 31).



Slika 30: Odvisnost koncentracije bakra (Cu) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih pšenice (Spearman $R = 0,325974$; $p = 0,015153$; $n = 55$).

Figure 30: Dependence of the concentration of copper (Cu) on the amount of organic matter on wheat field (Spearman $R = 0,325974$; $p = 0,015153$; $n = 55$).

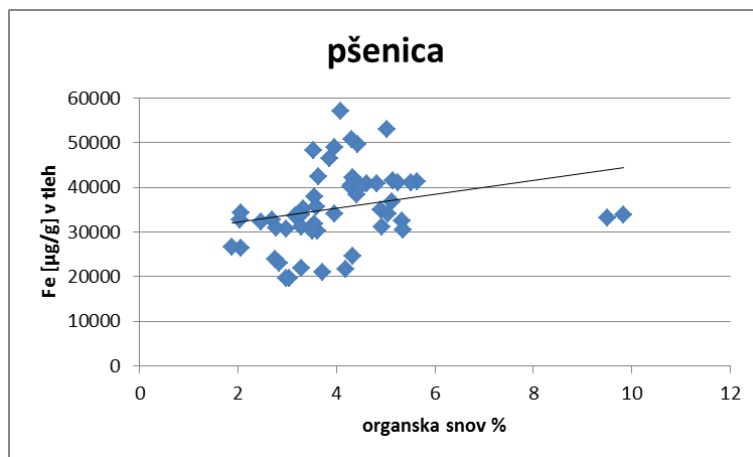


Slika 31: Odvisnost koncentracije bakra (Cu) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih ajde (Spearman $R = 0,528365$; $p = 0,002688$; $n = 30$).

Figure 31: Dependence of the concentration of copper (Cu) on the amount of organic matter on buckwheat field (Spearman $R = 0,528365$; $p = 0,002688$; $n = 30$).

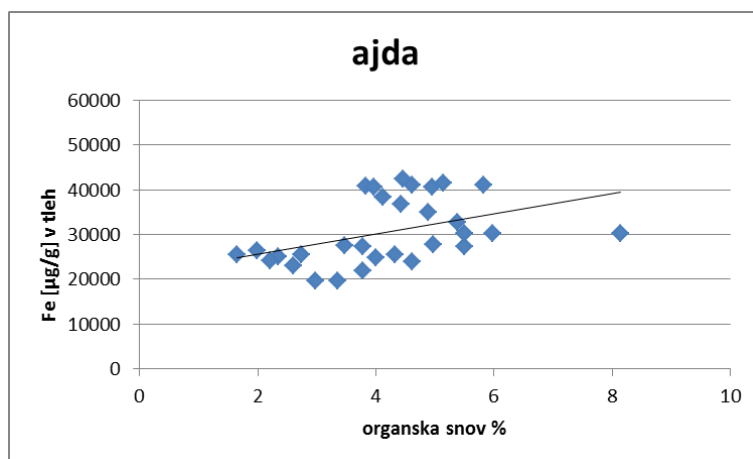
4.1.5.3 Odvisnost koncentracije železa v tleh od količine organske snovi

Med količino organske snovi v tleh in koncentracijo železa (Fe) v tleh je vidna zmerna pozitivna povezanost na polju, kjer je rastla pšenica (Slika 32), in na polju, kjer je rastla ajda (Slika 33).



Slika 32: Odvisnost koncentracije železa (Fe) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih pšenice (Spearman $R = 0,462193$; $p = 0,000382$; $n = 55$).

Figure 32: Dependence of the concentration of iron (Fe) on the amount of organic matter on wheat field (Spearman $R = 0,462193$; $p = 0,000382$; $n = 55$).

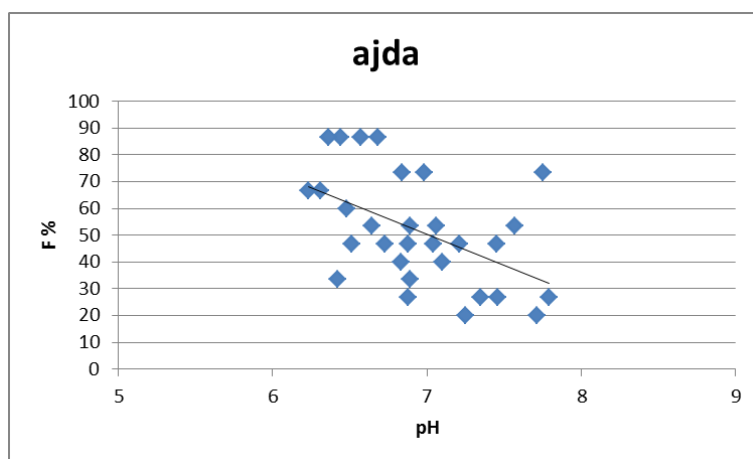


Slika 33: Odvisnost koncentracije železa (Fe) v tleh od količine organske snovi na vseh poljih ajde (Spearman $R = 0,587097$; $p = 0,000648$; $n = 30$).

Figure 33: Dependence of the concentration of iron (Fe) on the amount of organic matter on buckwheat field (Spearman $R = 0,587097$; $p = 0,000648$; $n = 30$).

4.1.5.4 Odvisnost glivne kolonizacije od pH

Na polju, kjer je rastla ajda, smo ugotovili zmerno negativno povezanost med pH vrednostjo in glivno kolonizacijo (Slika 34).

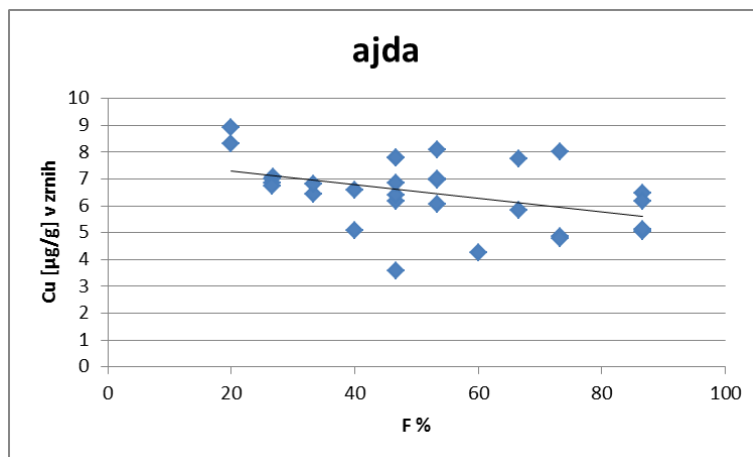


Slika 34: Odvisnost glivne kolonizacije F % od pH vrednosti na vseh poljih ajde (Spearman $R = -0,516211$; $p = 0,003498$; $n = 30$).

Figure 34: Dependence of the fungal colonization on pH value on buckwheat field (Spearman $R = -0,516211$; $p = 0,003498$; $n = 30$).

4.1.5.5 Odvisnost koncentracije bakra v zrnju od glivne kolonizacije

Na polju, kjer je rastla ajda, smo ugotovili zmerno negativno povezanost med koncentracijo bakra v zrnju in glivno kolonizacijo (Slika 35).

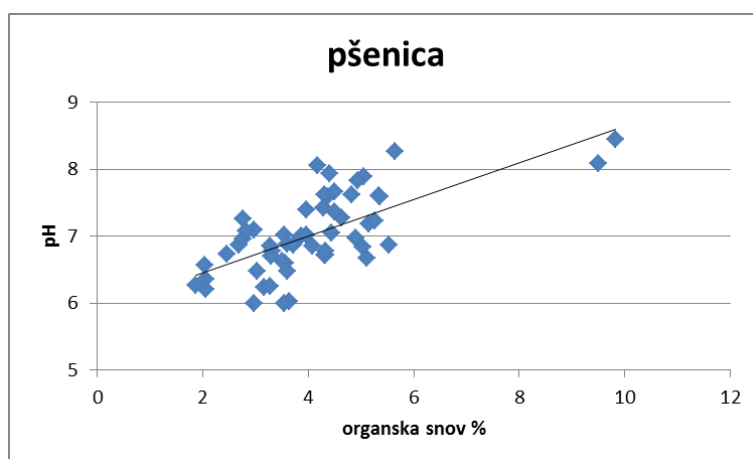


Slika 35: Odvisnost bakra (Cu) v zrnju ajde od glivne kolonizacije (Spearman $R = -0,437982$; $p = 0,015490$; $n = 30$).

Figure 35: Dependence of the concentration of copper in buckwheat seeds on the fungal colonization (Spearman $R = -0,437982$; $p = 0,015490$; $n = 30$).

4.1.5.6 Odvisnost pH od organske snovi

Na polju, kjer je rastla pšenica, smo ugotovili zmerno pozitivno povezanost med pH vrednostjo in količino organske snovi v tleh (Slika 36).

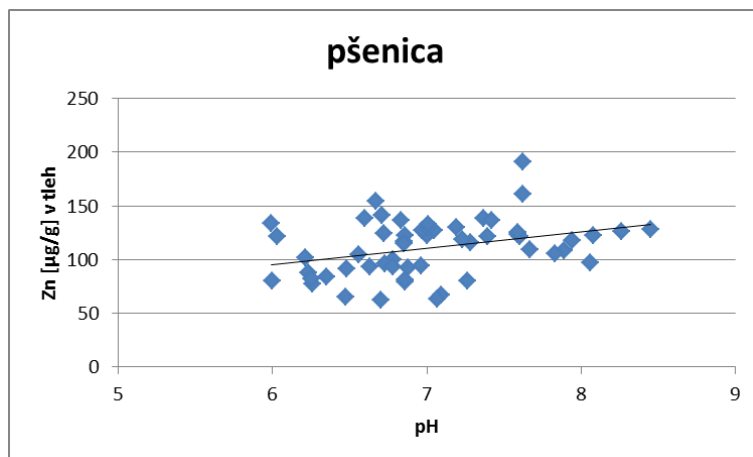


Slika 36: Odvisnost pH vrednosti od količine organske snovi v tleh na vseh poljih pšenice (Spearman $R = 0,642384$; $p = 0,00000$; $n = 55$).

Figure 36: Dependence of pH value on the amount of organic matter on wheat field (Spearman $R = 0,642384$; $p = 0,00000$; $n = 55$).

4.1.5.7 Odvisnost koncentracije cinka v tleh od pH

Na polju, kjer je rastla pšenica, smo ugotovili šibko pozitivno povezanost med koncentracijo cinka (Zn) v tleh in pH vrednostjo (Slika 37).

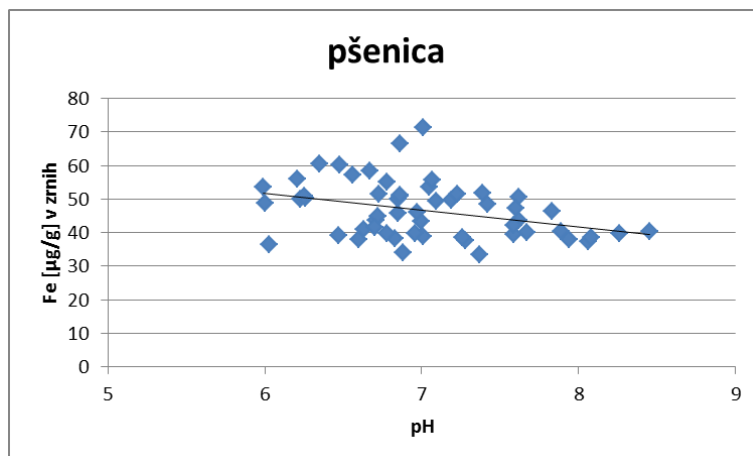


Slika 37: Odvisnost koncentracije cinka (Zn) v tleh od pH vrednosti na vseh poljih pšenice (Spearman $R = 0,321384$; $p = 0,016732$; $n = 55$).

Figure 37: Dependence of the concentration of zinc (Zn) on the pH value on wheat field (Spearman $R = 0,321384$; $p = 0,016732$; $n = 55$).

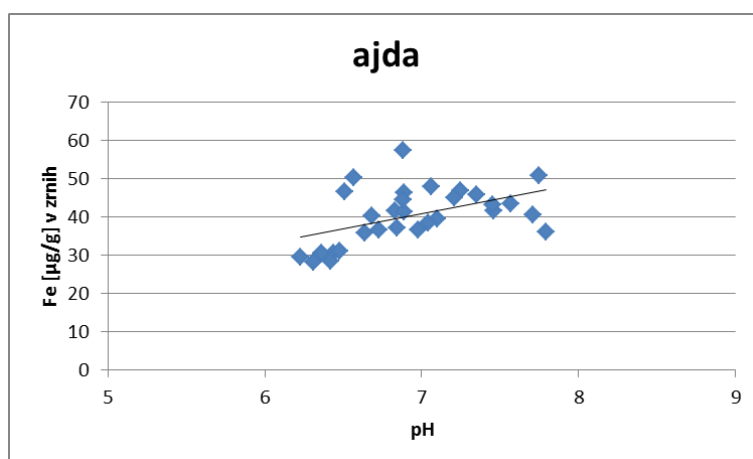
4.1.5.8 Odvisnost koncentracije železa v zrnju od pH

Pri pšenici smo ugotovili zmerno negativno povezanost med koncentracijo železa (Fe) v zrnju in pH vrednostjo (Slika 38), pri ajdi pa zmerno pozitivno povezanost med temi parametri (Slika 39).



Slika 38: Odvisnost koncentracije železa (Fe) v zrnju od pH na vseh poljih pšenice (Spearman $R = -0,345402$; $p = 0,009801$; $n = 55$).

Figure 38: Dependence of the concentration of iron (Fe) on the pH value on wheat field (Spearman $R = -0,345402$; $p = 0,009801$; $n = 55$).



Slika 39: Odvisnost koncentracije železa (Fe) v zrnju od pH na vseh poljih ajde (Spearman $R = 0,511348$; $p = 0,003877$; $n = 30$).

Figure 39: Dependence of the concentration of iron (Fe) on the pH value on buckwheat field (Spearman $R = 0,511348$; $p = 0,003877$; $n = 30$).

4.1.5.9 Primerjava talnih parametrov na istem polju

Ugotavljali smo, ali obstajajo statistično značilne razlike med tistimi polji, na katerih je najprej rastle pšenica (poleti) in nato ajda (jeseni) v isti rastni sezoni.

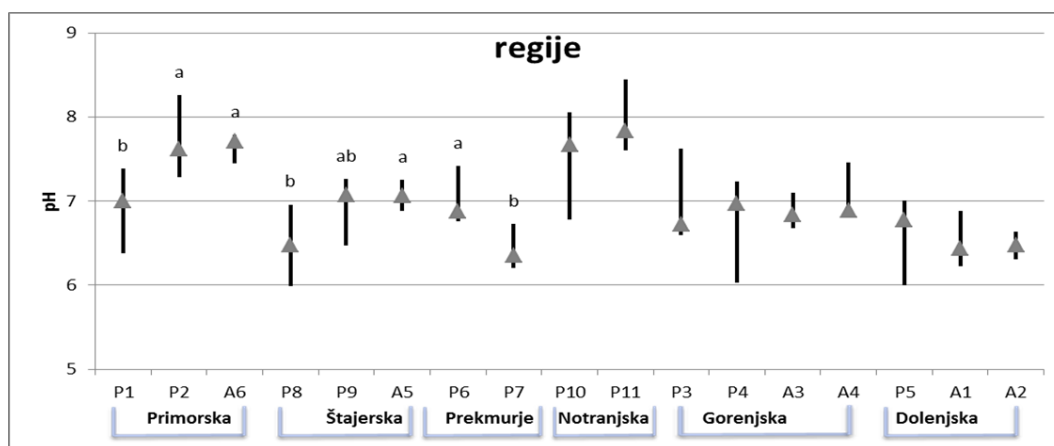
Statistična analiza je pokazala, da se vrednost pH, vsebnost rastlinam dostopnega fosforja, vsebnost organske snovi in mineralov v tleh (Zn, Cu in Fe) statistično značilno na teh poljih ne razlikujejo.

Podatki so podani v Prilogah B1, B4, C1 in C4.

4.1.5.10 Primerjava talnih parametrov med posameznimi polji

Ugotavljali smo, ali obstajajo statistično značilne razlike med posameznimi polji v vrednosti pH tal, vsebnosti rastlinam dostopnega fosforja, organske snovi v tleh in mineralov v tleh (Zn, Cu in Fe). Poleti smo izmerili parametre za pšenico (črka P), jeseni pa parametre za ajdo (črka A).

Vrednosti pH se statistično značilno razlikujejo med posameznimi polji na Primorskem, Štajerskem in v Prekmurju (Slika 40). Med ostalimi polji ni bilo statistično značilnih razlik. pH vrednosti so podane v Prilogah B1 in C1.

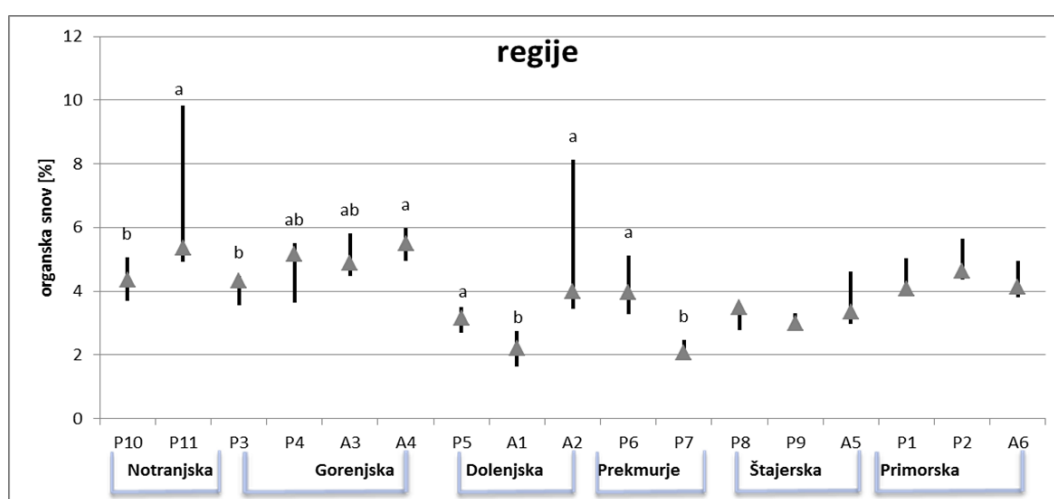


Slika 40: Prikaz statistično značilnih razlik v pH med posameznimi polji: Primorska (P1, P2 in A6), Štajerska (P8, P9 in A5) in Prekmurje (P6 in P7) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Figure 40: Statistically significant differences of the pH value on fields: Primorska (P1, P2 and A6), Štajerska (P8, P9 and A5) in Prekmurje (P6 and P7) (Tukey HSD test; $p > 0,05$; $n = 5$).

Vsebnost rastlinam dostopnega fosforja v tleh se med posameznimi polji ni statistično značilno razlikovala. Vrednosti rastlinam dostopnega fosforja v tleh so podane v Prilogah B1 in C1.

Vsebnost organske snovi v tleh se statistično značilno razlikuje med posameznimi polji na Notranjskem, Dolenjskem in Gorenjskem (Slika 41). Med ostalimi polji (Štajerska in Primorska) ni bilo statistično značilnih razlik. Vsebnosti organske snovi v tleh so podane v Prilogah B1 in C1.



Slika 41: Prikaz statistično značilnih razlik v vsebnosti organske snovi med posameznimi polji: Notranjska (P10 in P11), Gorenjska (P3, P4, A3 in A4), Dolenjska (P5, A1 in A2) in Prekmurje (P6 in P7) (Tukey HSD test, $p > 0,05$; $n = 5$).

Figure 41: Statistically significant differences of the amount of organic matter on fields: Notranjska (P10 and P11), Gorenjska (P3, P4, A3 and A4), Dolenjska (P5, A1 and A2) in Prekmurje (P6 and P7) (Tukey HSD test, $p > 0,05$; $n = 5$).

Vsebnosti mineralov v tleh (Zn, Cu in Fe) se med posameznimi polji niso statistično značilno razlikovale pri nobenem polju. Vrednosti mineralov v tleh so podane v Prilogah B4 in C4.

4.1.5.11 Pregled statistično značilnih razlik

Vse podatke, ki smo jih izračunali s pomočjo statističnega programa Statistica 7 in jih uredili v slike oziroma preglednice (četrti poglavje), smo uredili v enotno preglednico, za pšenico (Preglednica 23) ter ajdo (Preglednica 24). Z zeleno je označena najvišja vrednost, z rdečo najnižja, oranžna pa označuje drugo najvišjo vrednost.

Preglednica 23: Prikaz statistično značilnih razlik na polju pšenice po regijah: Primorska (P1 in P2), Gorenjska (P3 in P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 in P7), Štajerska (P8 in P9) in Notranjska (P10 in P11). Zelena barva prikazuje najvišjo, rdeča pa najnižjo vrednost.

Table 23: Statistically significant differences on the wheat field of different regions: Primorska (P1 and P2), Gorenjska (P3 and P4), Dolenjska (P5), Prekmurje (P6 and P7), Štajerska (P8 and P9) and Notranjska (P10 and P11). Green shows maximum, and red minimum value.

Regija	Polje	Fe v zrnih	Organska snov	pH	Fosfor	Zn v tleh	Cu v tleh	Fe v tleh	A %
Primorska	P1							a	b
Primorska	P2	b					a		a
Gorenjska	P3	b				a			a
Gorenjska	P4								
Dolenjska	P5			d	b	c			
Prekmurje	P6				a				
Prekmurje	P7	a	c	d		c			a
Štajerska	P8			d		c			
Štajerska	P9				b			d	
Notranjska	P10	b		a	a	c			
Notranjska	P11	b	a						

Preglednica 24: Prikaz statistično značilnih razlik na polju ajde po regijah: Dolenjska (A1 in A2), Gorenjska (A3 in A4), Štajerska (A5) in Primorska (A6). Zelena barva prikazuje najvišjo, oranžna drugo najvišjo, rdeča pa najnižjo vrednost.

Table 24: Statistically significant differences on the buckwheat field of different regions: Dolenjska (A1 and A2), Gorenjska (A3 and A4), Štajerska (A5) and Primorska (A6). Green shows maximum, orange second maximum and red minimum value.

Regija	Polje	Masa poganjka	Zn v zrnih	Cu v zrnih	Fe v zrnih	Organska snov	pH	Fosfor	Zn v tleh	Cu v tleh	Fe v tleh	MS %
Dolenjska	A1	a	a			b						
Dolenjska	A2		b		b		d		b			
Gorenjska	A3			c		a		a		b	a	a
Gorenjska	A4	b	a			a	b	b	a	b		b
Štajerska	A5	b	b	a	a		b		d		b	
Primorska	A6	a		a			a	a	b	a	a	b

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Poganjek

Mase poganjkov pšenice se med seboj niso statistično značilno razlikovale. Razlik ni bilo opaziti niti med istimi sortami (Antonius) niti med različnimi sortami (Primorska P1 – domača semena, ter Prekmurje P6 – Mazurka in P7 – Srpanjka) pšenice. Med masami poganjka ajde pa smo opazili statistično značilne razlike, kljub temu da je bila povsod posejana ista sorta (Darja). Najtežji poganjki so bili na Dolenjskem (A1) in Primorskem (A6), najlažji pa na Gorenjskem (A4) in Štajerskem (A5).

Mase zrelega socvetja, tako pšenice kot tudi ajde, se med seboj niso statistično značilno razlikovale.

Prav tako ni bilo statistično značilnih razlik med številom izluščenih zrn pri pšenici in ajdi.

Tudi povprečne mase posameznih zrn pšenice in ajde se statistično značilno niso razlikovale med seboj.

5.1.2 Minerali v zrnju

Med izmerjenimi koncentracijami cinka v zrnih pšenice nismo opazili statistično značilnih razlik, v zrnih ajde pa smo jih. Najvišje koncentracije cinka v zrnih ajde smo izmerili na Dolenjskem (A1) in Gorenjskem (A4), najnižje pa na Štajerskem (A5) ter Dolenjskem (A2).

Med izmerjenimi koncentracijami bakra v zrnih pšenice nismo opazili statistično značilnih razlik, pri zrnih ajde pa smo jih. Najvišje koncentracije bakra v zrnih ajde smo izmerili na Štajerskem (A5) ter Primorskem (A6), najnižje pa na Gorenjskem (A3).

Izmerjene koncentracije cinka in bakra v zrnih so primerljive z že objavljenimi (Lintschinger in sod., 1997).

Med izmerjenimi koncentracijami železa v zrnih pšenice in ajde smo opazili statistično značilne razlike. Najvišje koncentracije železa v zrnih pšenice smo izmerili v Prekmurju (P7), najnižje pa na Primorskem (P2), Gorenjskem (P3) in Notranjskem (P10 in P11). Pri ajdi smo izmerili najvišje koncentracije železa v zrnih na Štajerskem (A5), najnižje pa na Dolenjskem (A2). Vsebnost železa v zrnih je rahlo nižja od zadostnih (White in Brown, 2010) po priporočilih za prehrano.

Med koncentracijo železa v zrnih in pH vrednostjo je vidna zmerne negativna povezanost pri pšenici. Pri ajdi pa je vidna zmerne pozitivna povezanost.

Koncentracije cinka v zrnju pšenice in ajde so pod kritično koncentracijo, ki je med 150 in 200 ppm (Kabata-Pendias in Pendias, 2001), izmerjene koncentracije cinka v naših vzorcih pa v nobenem primeru ne presegajo 40 $\mu\text{g/g}$. Koncentracije cinka so v razponu, ki je smatran za normalne koncentracije za rastlinska tkiva. Podobno je tudi za koncentracije bakra. Tudi za ta mineral so izmerjene koncentracije v naših vzorcih pod kritično koncentracijo, ki je med 15 in 20 ppm (Kabata-Pendias in Pendias, 2001), izmerjene koncentracije bakra v naših vzorcih pa v nobenem primeru ne presegajo 8 $\mu\text{g/g}$. Koncentracije bakra so v razponu, ki je smatran za normalne koncentracije za rastlinska tkiva. Hipotezo, da izmerjene koncentracije mineralov (Zn, Cu in Fe) v zrnju pšenice in ajde v ekološki pridelavi ne bodo presegale kritičnih koncentracij, lahko potrdimo za cink in baker, za železo pa podatkov za kritične vrednosti ni, saj je v rastlinskih tkivih v višjih koncentracijah. Izmerjene koncentracije železa v naših vzorcih pa ne odstopajo od že objavljenih koncentracij (Karami, 2009).

5.1.3 Lastnosti tal

Talne lastnosti so kazalec nespremenljivih (matične kamnine in relief) ter spremenljivih okoljskih dejavnikov (klimatske razmere) ter rabe tal. Na vezavo snovi na talne delce, dostopnost za organizme in mobilnost v talnem profilu vplivajo pH, delež organske snovi ter tekstura tal (Zupan in sod., 2008).

5.1.3.1 pH tal

Dejavnik, ki vpliva na topnost in s tem dostopnost kovin v tleh, je kislost tal, ki jo izražamo s pH vrednostjo. Nižji pH vpliva na boljšo topnost kovin (Alloway, 2013). Kislost tal je odvisna tudi od količine organske snovi, ki rahlo zniža pH. Tla se zakisajo tudi zaradi odvzema bazičnih kationov s pridelkom, pa tudi zaradi procesov staranja. Navadno se pH tal viša z apnenjem polj (Zupan in sod., 2008). Povprečna vrednost pH na polju pšenice in ajde je bila rahlo višja kot v raziskavah v okviru projekta ROTS, ko je bila povprečna vrednost pH v zgornjem obdelovalnem sloju 5,9 (Zupan in sod., 2008). Na polju pšenice smo izmerili vrednosti pH, ki so podane v Prilogi B1. Povprečna vrednost pH na polju pšenice je bila 7,0. Meritve za ajdo so podane v Prilogi C1. Pri ajdi pa je bila povprečna vrednost pH 6,9.

Ugotovili smo, da na poljih, kjer je uspevala pšenica, količina organske snovi statistično značilno vpliva na pH vrednost tal. Med pH vrednostjo in količino organske snovi je zmerna pozitivna povezanost, kar pomeni, da količina organske snovi v tleh vpliva na povišanje pH, kar je v nasprotju z objavljenim (Zupan in sod., 2008). Naše hipoteze, da količina organske snovi vpliva na znižanje pH tal, ne moremo potrditi.

Na polju, kjer je rastla pšenica, smo ugotovili tudi šibko pozitivno povezanost med koncentracijo cinka (Zn) v tleh in pH vrednostjo. Večje koncentracije cinka so v rahlo bazičnem pH. Dostopnost kovin je na splošno večja v kislem kot v bazičnem okolju. Nizek pH običajno poveča topnost in s tem dostopnost kovin rastlinam (Evans, 1989).

Izmerili smo tudi statistično značilno povezanost med koncentracijo železa v zrnju in pH vrednostjo pri zrnju pšenice in ajde. Pri zrnju pšenice smo ugotovili zmerno negativno povezanost, pri zrnju ajde pa zmerno pozitivno povezanost. Pri višjem pH smo izmerili nižje koncentracije železa v zrnih pšenice, pri ajdi pa višje vrednosti.

Vrednost pH se statistično značilno razlikuje med posameznimi polji le na Primorskem, Štajerskem in v Prekmurju. Med ostalimi polji v drugih regijah ni bilo statistično značilnih razlik. pH vrednosti so podane v Prilogah B1 in C1.

5.1.3.2 Organska snov

Organska snov v tleh je zelo dinamičen sistem (Six in Jastrow, 2002). Količina organske snovi je pravzaprav začasna, saj se neprestano porablja, hkrati pa tudi nastaja. Organska snov in humus vplivata na lastnosti tal (Zupan in sod., 2008). Na organsko snov lahko vplivamo z načinom obdelave in ustreznim vračanjem organske snovi v tla. V naši raziskavi smo izmerili količino organske snovi v tleh na vseh poljih. Polja vsebujejo povprečno 4 % organske snovi.

Kar pomeni, da so dobro preskrbljena z njo in lahko naša predvidevanja, da so tla v ekološki pridelavi dobro preskrbljena z organsko snovjo v celoti potrdimo, saj je po raziskavah (Kazalci okolja Slovenije, 2011) v Sloveniji le 30,9 % kmetijskih zemljišč, ki imajo vsebnost organske snovi večjo od 4,2 %.

Organsko snov se, na polja z ekološkim načinom pridelave, vrača v glavnem z gnojenjem s hlevskim gnojem. Na eni kmetiji v Prekmurju (P7) uporabljajo piščančji in kokošji gnoj, na dveh kmetijah v Prekmurju in na Štajerskem (P6 in P9) pa sploh ne gnojijo (Priloga A). Količina organske snovi v tleh pozitivno vpliva na maso zrnja pri pšenici (Tajnšek in Tajnšek, 2004; Sušin in Zemljič, 2002). Ajda pa uspeva na razmeroma neugodnih tleh (Kreft in sod., 2010) in je praviloma ne gnojimo z organskimi gnojili.

Količina organske snovi v tleh vpliva na koncentracijo vseh merjenih mineralov v tleh (bakra, cinka in železa). Vse meritve so pokazale nizko do zmerno pozitivno povezanost med količino organske snovi v tleh in koncentracijo mineralov v tleh tako na polju, kjer je rastla pšenica kot tudi ajda.

Vsebnost organske snovi se statistično značilno razlikuje med posameznimi polji le na Notranjskem, Dolenjskem in Gorenjskem. Med ostalimi polji v drugih regijah ni bilo statistično značilnih razlik. Vsebnosti organske snovi so podane v Prilogah B1 in C1.

5.1.3.3 Rastlinam dostopni fosfor

Fosfor je eden izmed makrohranil, ki ga rastline potrebujejo za rast. Fosfor se vrača na predelovalne površine z gnojenjem. Največ fosforja vsebuje perutninski gnoj. V raziskavi tega ne moremo potrditi, saj polje P7 v Prekmurju, ki je gnojeno s kokošjim in piščančjim gnojem, po vsebnosti rastlinam dostopnega fosforja v tleh ne odstopa od ostalih v pozitivnem smislu.

Količina rastlinam dostopnega fosforja se statistično značilno razlikuje na polju P5 na Dolenjskem in P9 na Štajerskem, kjer smo izmerili najmanjšo vrednost. Možni razlog za to je, da na teh poljih ne gnojijo. Na polju P6 v Prekmurju po naših podatkih tudi ne gnojijo, vendar tu lahko opazimo najvišjo vrednost fosforja v tleh.

5.1.3.4 Baker v tleh

Izmerjene koncentracije bakra v tleh so v večini regij pod mejno vrednostjo, ki je določena z Uredbo (Uradni list RS, št. 68/1996). Primorska regija (P1, P2 in A6) po vsebnosti bakra izstopa in presega mejne vrednosti, vendar so koncentracije bakra še pod dovoljeno opozorilno vrednostjo. Dejavniki, ki lahko vpliva na povečano koncentracijo bakra v tleh, je uporaba organskih gnojil, ki lahko vsebujejo baker, ali pa uporaba fitofarmacevtskih sredstev na osnovi bakra. Ker na tej kmetiji že 10 let ekološko kmetujejo in ne uporabljajo škropil, gnojijo pa s hlevskim gnojem, lahko povečane vrednosti pripisujemo vplivu uporabe fitofarmacevtskih sredstev v preteklosti. Pred ekološkim kmetovanjem je bil na zemljišču, kjer je sedaj polje, vinograd. V vinogradništvu je zelo pogosta uporaba fitofarmacevtskih sredstev na osnovi bakra za zatiranje bolezni na vinski trti.

Med količino organske snovi v tleh in koncentracijo bakra v tleh je vidna nizka pozitivna povezanost na polju, kjer je rastla pšenica. Na polju, kjer je rastla ajda pa je pozitivna povezanost med tema parametroma zmerna. Tu je tudi najbolj opaznih pet vzorcev z višjo koncentracijo bakra v tleh. Ti vzorci so iz polja A6 iz Primorske regije, kjer je bil pred ekološkim kmetovanjem na tem zemljišču vinograd.

5.1.3.5 Cink v tleh

Obstaja pet glavnih virov cinka v tleh: a) cink v talni raztopini, b) površinsko adsorbiran cink, c) cink, povezan z organsko snovjo, d) cink, vezan v oksidih in karbonatih ter e) cink v primarnih mineralih ter alumo-silikatnih mineralih (Storey, 2007).

Izmerjene koncentracije cinka v tleh so v vseh regijah pod mejno vrednostjo, ki je določena z Uredbo (Uradni list RS, št. 68/1996). Največja vrednost izmerjenega cinka v tleh je bila na Gorenjskem, vendar je koncentracija še vedno pod mejno vrednostjo. Cink je mikrohranilo in je v določenih koncentracijah nujno potreben za rast in razvoj rastlin.

Količina cinka v tleh je povezana s količino organske snovi, ki vsebuje vodotopne organske spojine (Storey, 2007). V raziskavi smo ugotovili zmerno pozitivno povezanost med koncentracijo cinka v tleh ter količino organske snovi tako na polju, kjer je rastla pšenica, kot na polju, kjer je rastla ajda.

5.1.3.6 Železo v tleh

Koncentracije železa v matični kamnini so kar visoke. Tako ga je v tleh lahko tudi do 500.000 mg/kg (Römheld in Nikolic, 2007). Med regijami smo izmerili največ železa v tleh na Primorskem pa tudi Gorenjskem, najmanj pa na Štajerskem. Med posameznimi polji so bile statistično značilne razlike.

V raziskavi smo ugotovili zmerno pozitivno povezanost med koncentracijo železa v tleh ter količino organske snovi tako na polju, kjer je rastla pšenica, kot na polju, kjer je rastla ajda.

Mineralna sestava tal se med polji bistveno ne razlikuje. Hipotezo, da se mineralna sestava tal razlikuje med posameznimi polji v ekološki pridelavi, lahko le delno potrdimo. Razlike so opazne samo pri koncentraciji bakra v tleh, saj močno izstopajo podatki za Primorsko regijo, kjer so vrednosti bakra v tleh višje kot na ostalih poljih. Razlog za višje koncentracije je predhodna raba zemljišča, saj je bil tam v preteklosti vinograd.

Tudi hipotezo, da koncentracije mineralov (Zn, Cu in Fe) v tleh v ekološki pridelavi ne bodo presegale mejnih vrednosti, lahko potrdimo deloma, saj izstopajo koncentracije bakra v tleh na polju v Primorski regiji iz istega razloga.

5.1.4 Glivna kolonizacija

Glivna kolonizacija višjim rastlinam omogoča večji privzem hranil. Predvsem je to zelo ugodno na tistih področjih, kjer hranil primanjkuje. Stopnja glivne kolonizacije se razlikuje med rastlinskimi vrstami. Pomemben prispevek k stopnji glivne kolonizacije ima

razvejanost koreninskega sistema in prisotnost koreninskih laskov (Miller in sod., 1999). Rastline z visoko gostoto koreninskih laskov in šopastim koreninskim sistemom (predstavniki iz družine trav, Poaceae, in družine ostričevk, Cyperaceae) imajo običajno nižjo stopnjo glivne kolonizacije (Peat in Fitter, 1993).

Poleg večjega privzema hranil in boljše odpornosti rastline na sušo, imajo glive tudi pomembno vlogo pri zniževanju stresnih učinkov zaradi zbitosti tal, ki zaradi uporabe težke mehanizacije v kmetijstvu vodi do zmanjšanja pridelovalne sposobnosti (Suhadolc in sod., 2010). Vendar pa lahko AM glive izboljšajo pogoje za rast rastlin samo do določene mere zbitosti tal. Pri visoki zbitosti tal se lahko odnos spremeni iz simbiotskega v parazitskega (Miransari in sod., 2008).

Hipotezo, da so v koreninskem sistemu pšenice in ajde prisotne AM glive in DSE, lahko delno potrdimo. V koreninskem sistemu pšenice smo opazovali strukture AM gliv (arbuskule) pa tudi strukture DSE (mikrosklerocije). V koreninskem sistemu ajde pa struktur AM gliv (arbuskulov) nismo opazili, bile pa so prisotne strukture DSE (mikrosklerociji).

Naše hipoteze, da glivna kolonizacija vpliva na fiziološki odziv rastline (večja biomasa), ne moremo potrditi, saj med glivno kolonizacijo in maso poganjka, maso zrnja ter številom zrn ni statistično značilnih razlik.

5.1.4.1 Glivna kolonizacija pšenice

O pšenici, kot mikorizni rastlini, je bilo opravljenih kar nekaj raziskav, ki dokazujejo pozitivne učinke AM gliv (Sharma in sod., 2010; Allen in Boosalis, 1983; Ellis in sod., 1985; Al-Karaki in Clark, 1998; Al-Karaki in sod., 2004). Opisani so pozitivni učinki AM gliv na boljšo odpornost rastline na sušo, saj lahko te rastline veliko bolje izkoristijo vodo zaradi pridobivanja vode preko hif koloniziranih gliv. Še posebej je to ugodno pri gojenju rastlin na aridnih in semiaridnih območjih, kjer primanjkuje vlage in je zaradi tega tudi razpoložljivost mineralov v tleh manjša (Al-Karaki in Clark, 1998). Na glivno kolonizacijo vpliva tudi količina fosforja v tleh. Če ga je v tleh v zadostnih količinah, je kolonizacija gliv slabša. Višje koncentracije fosforja v tleh celo negativno vplivajo na mikorizo pri pšenici (Mohammad in sod., 1998). Pozitivni učinki AM gliv se kažejo tudi tako, da bi lahko uporabljali manj gnojil in s tem manj obremenjevali okolje (Sharma in sod., 2010).

V raziskavi so bile vključene kmetije z ekološkim načinom kmetovanja. V večini primerov gnojijo polja s hlevskim gnojem (Priloga 1), le v dveh primerih se gnojenja ne poslužujejo. Med posameznimi njivami smo opravili statistično analizo in ugotovili, da med njimi ni opaziti statistično značilnih razlik v gostoti glivne kolonizacije. Na splošno so bile korenine dobro kolonizirane. Gostota arbuskulov in veziklov sicer ni presegala 1 %, opazili pa smo tudi strukture DSE – mikrosklerocije. Večinoma je bila posejana pšenica sorte

Antonius, le na Primorskem (P1) ter v Prekmurju (P6 in P7) so bile druge sorte (Priloga A). Statistično značilnih razlik v glivni kolonizaciji nismo opazili niti med istimi sortami niti med različnimi sortami.

5.1.4.2 Glivna kolonizacija ajde

Dolgo časa je veljala ajda za nemikorizno rastlino (Gai in sod., 2006; Wang in Qui, 2006), vendar to danes ne drži. Virantova in Kajfež-Bogatajeva (Virant in Kajfež-Bogataj, 1988) sta proučevali AM na ajdi in jo potrdili. Prav tako je tudi Likar (Likar in sod., 2008) s sodelavci opravil raziskavo, s katero je, kot prvi, potrdil da je prisotna mikoriza pri tatarski in navadni ajdi. Kot možen razlog, zakaj je ajda dolgo časa veljala za nemikorizno rastlino, je zelo majhna kolonizacija AM gliv na ajdi (Likar in sod., 2008), kar smo opazili tudi v naši raziskavi. Na splošno je bila glivna kolonizacija pri ajdi v povprečju 50 %. Opazili smo le posamezne vezikle, ostalih struktur, ki so značilne za AM glive (arbuskuli in vezikli), pa ni bilo opaziti. V glavnem smo opazili strukture, ki so značilne za DSE glive (temne, septirane hife ter mikrosklerocije). Glivna kolonizacija se med vzorčenimi polji v isti regiji statistično značilno ne razlikuje. Tudi med rastlinami iz različnih regij ni statistično značilnih razlik.

Glivna kolonizacija vpliva na koncentracijo bakra v zrnju. Kaže se v zmerni negativni povezanosti, kar pomeni, da bolj kot so korenine naseljene z glivami, tem manjšo količino bakra lahko pričakujemo v zrnih. Opazili smo negativno povezanost med količino mikrosklerocijev in koncentracijo bakra v zrnju na polju A3 na Gorenjskem in A6 na Primorskem.

Glivna kolonizacija ajde je občutljiva tudi na spremembo pH. Med glivno kolonizacijo in pH vrednostjo je zmerna negativna povezanost. Z višjim pH je glivna kolonizacija statistično značilno manjša.

5.2 SKLEPI

- V ekološki pridelavi so mase poganjkov pšenice relativno konstantne in med njimi ni statistično značilnih razlik.
- V ekološki pridelavi so mase zrelega socvetja, število izluščenih zrn iz zrelega socvetja ter povprečna masa zrnja tako pri pšenici kot ajdi konstantne in med njimi ni statistično značilnih razlik.
- Tla v ekološki pridelavi so dobro preskrbljena z organsko snovjo.
- V ekološki pridelavi med polji ni statistično značilnih razlik v vsebnosti rastlinam dostopnega fosforja v tleh.

- Količina organske snovi statistično značilno vpliva na pH vrednost tal na polju pšenice. Med pH vrednostjo tal in količino organske snovi v tleh je zmerna pozitivna povezanost, kar je v nasprotju z objavami.
- V ekološki pridelavi količina organske snovi v tleh pozitivno vpliva na koncentracije mineralov v tleh.
- V ekološki pridelavi so koncentracije mineralov v tleh pod mejnimi vrednostmi, razen na polju v Primorski regiji, kjer je koncentracija bakra višja, vendar je pod dovoljeno opozorilno vrednostjo.
- pH tal vpliva na glivno kolonizacijo ajde, na glivno kolonizacijo pšenice pH tal ne vpliva.
- Prisotnost AM gliv in DSE smo potrdili v koreninskem sistemu pšenice in ajde.
- Glivna kolonizacija pšenice se statistično značilno ne razlikuje niti med istimi niti med različnimi sortami. Gostota arbuskulov in veziklov je sicer majhna, opazili smo tudi strukture DSE gliv.
- Na koreninah ajde je prisotna glivna kolonizacija, vendar med posameznimi polji ni statistično značilnih razlik. Opazili smo strukture DSE gliv.
- Glivna kolonizacija na koreninah ajde negativno vpliva na koncentracijo bakra v zrnju.
- Ajda je bolj občutljiva na razlike v tleh kot pšenica, saj se mase poganjka ter vsebnost mineralov v zrnju ajde statistično značilno razlikujejo, pri pšenici pa ne.

6 POVZETEK (SUMMARY)

6.1 POVZETEK

Številne raziskave kažejo pozitiven učinek glivne kolonizacije za višje rastline (Sharma in sod., 2010; Allen in Boosalis, 1983; Ellis in sod., 1985; Al-Karaki in Clark, 1998; Al-Karaki in sod., 2004; Johnson s sod., 2006). Pozitivne učinke pripisujejo boljšemu privzemu hranil, boljšo odpornost na vodni stres, boljšo pridelovalno sposobnost rastlin na zbitih tleh, večjo odpornost proti boleznim (Jenkins, 2005). AM pripomore tudi k večjemu privzemu fosforja, kar je ugodno za manjšo uporabo gnojil in posledično večjemu pridelku.

Mutualistične odnose rastlin povezujejo predvsem z AM glivami. Jumpponen je s sodelavci (Jumpponen in sod., 1998) ugotovil, da lahko tudi DSE glive tvorijo mutualistične odnose s številnimi rastlinskimi vrstami.

Večina dosedanjih raziskav je bila opravljena pod kontroliranimi pogoji. Zato je bil namen naše naloge preveriti, kakšno je stanje na poljih v Sloveniji. Za raziskovanje smo izbrali ekološke kmetije, razpršene po vsej Sloveniji. Vzorce smo nabrali iz šestih regij: Primorske, Notranjske, Gorenjske, Dolenjske, Štajerske in Prekmurja. Želeli smo ugotoviti, kakšna je glivna kolonizacija na pšenici in ajdi, kakšne so razmere v tleh. Zanimali so nas količina organske snovi, vsebnost rastlinam dostopnega fosforja, pH ter koncentracija mineralov (Zn, Cu, Fe). Prav tako nas je zanimala tudi koncentracija mineralov (Zn, Cu, Fe) v zrnju.

Vzorce pšenice smo nabrali poleti 2014, vzorce ajde pa jeseni istega leta. Vzorce smo nabrali vedno na enak način – z vsakega vogala in na sredini polja. Rastline smo prenesli v laboratorij, jim odstranili korenine ter jih barvali s tripan modrim, povzeto po Philipsu in Hajmanu (1970). Nato smo ocenili stopnjo glivne kolonizacije. Koncentracijo mineralov smo izmerili z AAS. Količino rastlinam dostopnega fosforja in vsebnost organske snovi smo določili spektrofotometrično.

Rezultate smo statistično obdelali s programom Statistica 7.

Iz dobljenih rezultatov lahko sklepamo, da so polja dobro preskrbljena z organsko snovjo, saj ta v povprečju rahlo presega 4 %. Organska snov pozitivno vpliva na maso zrnja pšenice, negativno pa na maso zrnja pri ajdi. Iz tega lahko sklepamo, da ajda ne mara preveč gnojenja. Enako velja tudi za količino rastlinam dostopnega fosforja. Izmerjeni pH je bil rahlo višji kot pri zadnjih meritvah v zgornjem sloju tal (Zupan in sod. 2008). Koncentracija mineralov v tleh in v zrnju je primerljiva z že objavljenimi raziskavami (McLaughlin, 2002; Karami in sod., 2009; Lintschinger in sod., 1997; Steadman in sod., 2001) in ni posebnih odstopanj.

Glivno kolonizacijo smo opazili pri obeh vrstah. Pri pšenici smo lahko opazovali strukture, ki so značilne za AM glive (arbuskuli in vezikli), kot tudi strukture, ki so značilne za DSE

glive (mikrosklerocije). Ajda je bila večinoma kolonizirana z DSE glivami, ker je bilo opaziti mikrosklerocije in temne, septirane hife.

6.2 SUMMARY

Numerous studies show a positive effect of fungal colonization to higher plants (Sharma et al., 2010; Allen Boosalis, 1983; Ellis et al., 1985; Al-Karaki and Clark, 1998; Al-Karaki, 2004; Johnson et al., 2006). The positive effects are a better uptake of nutrients, better resistance to water stress, increased crop production, better resistance to diseases (Jenkins, 2005). AM also contributes to greater uptake of phosphorus which is favorable for using less fertilizer, consequently a higher yield. Mutualistic relationship of plants are primarily related to AM fungi. Jumpponen and colleagues (Jumpponen et al., 1998) found out that even DSE fungi form mutualistic relations with many plant species.

Most researches so far have been carried out under controlled conditions. Therefore, the purpose of our task was to check the status of the fields in Slovenia. For the survey we selected organic farms spread across Slovenia. Samples were collected from six regions: Primorska, Notranjska, Gorenjska, Dolenjska, Štajerska and Prekmurje. We wanted to find out what is the fungal colonization of wheat and buckwheat and the conditions of the soil. We were interested in the quantity of the organic matter, plant available phosphorus, the pH value and the concentration of minerals (Zn, Cu and Fe) in the soil and in the seeds.

The samples of wheat were collected in summer 2014, while the samples of buckwheat were collected in the autumn of the same year. Samples were always collected in the same way - in each corner and in the middle of the field. The plants were transferred to the lab, the roots were removed and painted with a tripan blue adapted from Philips and Hajman (1970). Then the degree of fungal colonization was assessed. The concentration of the minerals was measured by AAS. The amount of plant available phosphorus and organic matter content was determined by the spectrophotometric method.

The results were statistically analyzed with the program Statistica 7.

From the results we can conclude that the fields are well supplied with organic matter, as in average it slightly exceeds 4 %. Organic matter has a positive effect on the weight of the wheat seeds, but a negative one on the weight of the buckwheat seeds. From this we can conclude that buckwheat does not like too much fertilization. The amount of plant available phosphorus had the same effect.

The measured pH was slightly higher than at the last measurement in the upper layer of the soil in Slovenia (Zupan et al., 2008). The concentration of minerals in the soil and in the seeds is comparable with previously published studies (McLaughlin, 2002; Karami et al., 2009; Lintschinger et al., 1997; Steadman et al., 2001) and there are no specific deviations.

Fungal colonization was observed in both species. In wheat we could observe structures of AM fungi (arbusculs and vesicles), as well as structures that are typical of DSE fungi (microsclerocies). Buckwheat was largely colonized by DSE fungus because microsclerocies and dark septired hyphae were observed.

7 LITERATURA

- Alloway B.J. 2013. Sources of heavy metals and metalloids in soils. *Environmental Pollution*, 22: 11–50
- Al-Karaki G.N. 1998. Benefit, cost and water-use efficiency of arbuscular mycorrhizal durum wheat grown under drought stress. *Mycorrhiza*, 8: 41–45
- Al-Karaki G.N., Clark R.B. 1998. Growth, mineral acquisition, and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress. *Journal of Plant Nutrition*, 21: 263–276
- Al-Karaki G.N., McMichael B., Zak J. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza*, 14: 263–268
- Allen M.F., Boosalis M.G. 1983. Effects of two VA mycorrhizal fungi on drought tolerance of winter wheat. *New Phytologist*, 93: 67–76
- Allen M.F., Swenson W., Querejeta J.I., Egerton-Warburton L.M., Treseder K.K. 2003. Ecology of mycorrhiza: a conceptual framework for complex interactions among plants and fungi. *Annual Review of Phytopathology*, 41: 271–303
- Atlas okolja. Agencija RS za okolje
http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (15. 10. 2015)
- Balestrini R., Lanfranco L. 2006. Fungal and plant gene expression in arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*, 16: 509–524
- Bonfante P., Genre A. 2010. Mechanisms underlying beneficial plant – fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature Communications*, 1, 48: 1–9
- Brundrett M.C. 2002. Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants. *New Phytologist*, 154: 275–304
- Carlsen T.A. 2002. Molecular diversity of root endophytes in an alpine *Bistorta vivipara* *Kobresia myosuroides* tundra plant community - MSc thesis. Department of Biology, University of Oslo: 53 str.
- Currah R.S., Tsuneda A. 1993. Vegetative and reproductive morphology of *Phialocephala fortinii* (Hyphomycetes, *Mycelium radialis atrovirens*) in culture. *Transactions of Mycological Society in Japan*, 34: 345–356
- Dodd J.C., Jeffries P. 1986. Early development of vesicular-arbuscular mycorrhizas in autumn-sown cereals. *Soil Biology and Biochemistry*, 18: 149–154

- Ellis J.R., Larsen H.J., Boosalis M.G. 1985. Drought resistance of wheat plants inoculated with vesicular-arbuscular mycorrhizae. *Plant Soil*, 86: 369–378
- Evans L.J. 1989. Chemistry of metal retention by soils. *Environmental Science and Technology*, 23: 1046–1056
- Fließbach A., Oberholzer H.R., Gunst L., Mäder P. 2007. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118: 273–284
- Gai J.P., Feng G., Cai X.B., Christie P., Li X.L. 2006. A preliminary survey of the arbuscular mycorrhizal status of grassland plants in southern Tibet. *Mycorrhiza*, 16: 191–196
- Harrison M.J. 1997. The arbuscular mycorrhizal symbiosis: an underground association. *Trends in Plant Science*, 2: 54–60
- Harrison M. J. 1998. Development of the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Current Opinion in Plant Biology*, 1, 4: 360–365
- Hayman D.S. 1983. The physiology of vesicular–arbuscular endomycorrhizal symbiosis. *Canadian Journal of Botany*, 61: 944–963
- Janzen H.H., Ellert B.H., Anderson D.W. 2002. Organic matter in the landscape. V: *Encyclopedia of Soil Science*. Lal R. (ed). New York, Basel, Marcel Dekker: 905–909
- Jenkins A. 2005. Soil fungi. *Soil biology bases*
http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0020/41645/Soil_fungi.pdf (8. 12. 2015)
- Johnson D., Leake J., Read D.J. 2006. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in carbon and nutrient cycling in grassland. V: *Fungi in biogeochemical cycles*. Gadd G. M. (ed) Cambridge, Cambridge University Press/British Mycological Society: 129–146
- Jumpponen A. 2001. Dark septate endophytes – are they mycorrhizal? *Mycorrhiza*, 11: 207–211
- Jumpponen A., Trappe J.M. 1998. Dark septate endophytes: a review of facultative biotrophic root colonizing fungi. *New Phytologist*, 140: 295–310
- Kabata-Pendias A., Pendias H. 2001. Trace elements in soils and plants. 4th edition. London, New York, CRC Press: 413 str.
- Kandeler E. 1995. Organic matter by wet combustion. V: *Methods in Soil Biology*. Schinner F., Kandeler E., Margesin R. (eds.). Berlin, Springer: 397–398

- Karami M., Afyumi M., Khoshgoftarmanesh A.H., Papritz A., Schulin A. 2009. Grain zinc, iron, and copper concentrations of wheat grown in Central Iran and their relationships with soil and climate variables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 10876–10882
- Kazalci okolja Slovenije. Kakovost tal. 2011. Agencija RS za okolje
http://kazalci.arso.gov.si/print?ind_id=462&lang_id=302 (10. 12. 2015)
- Khan A.G. 1975. The effect of vesicular arbuscular mycorrhizal associations on growth of cereals. II. Effects on wheat growth. *Annals of applied Biology*, 80: 27–36
- Kreft I., Germ M., Vombergar B. 2010. Pridelovanje in uporaba tatarske ajde – nov izziv v Sloveniji. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2010: zbornik simpozija, Rogaška Slatina, 2. in 3. december 2010. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 155–159
- Likar M., Bukovnik U., Kreft I., Chrungoo N.K., Regvar M. 2008. Mycorrhizal status and diversity of fungal endophytes in roots of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) and tatar buckwheat (*F. tataricum*). *Mycorrhiza*, 18: 309–314
- Likar M. 2012. Interakcije rastlin z drugimi organizmi. navodila za vaje
http://issuu.com/plantbiol/docs/interakcije_2012 (4. 11. 2015)
- Lintschinger J., Fuchs N., Moser H., Jäger R., Hlebeina T., Markolin G., Gössler. 1997. Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa. *Plant Foods for Human Nutrition*, 50: 223–237
- Liu A., Wang B., Hamel C. 2004. Arbuscular mycorrhiza colonization and development at suboptimal root zone temperature. *Mycorrhiza*, 14: 93–100
- Manicol R.D., Beckett P.H.T. 1985. Critical tissue concentrations of potentially toxic elements. *Plant Soil*, 85: 107–129
- Marinari S., Mancinelli R., Campiglia E., Greg S. 2006. Chemical and biological indicators of soil quality in organic and conventional farming systems in Central Italy. *Ecological Indicators*, 6: 701–711
- McLaughlin M.J. 2002. Heavy metals. V: *Encyclopedia of soil science*. Lal R. (ed). New York, Basel, Marcel Dekker: 650–653
- Miller R.M., Smith C., Jastrow D.J., Bever D.J. 1999. Mycorrhizal status of the genus *Carex* (Cyperaceae). *American Journal of Botany*, 86, 4: 547–553
- Mohammad M.J., Pan W.L., Kennedy A.C. 1998. Seasonal mycorrhizal colonization of winter wheat and its effect on wheat growth under dryland field conditions. *Mycorrhiza*, 8: 139–143

- Nasim G. 2012. Arbuscular mycorrhizae for sustainable agriculture. V: Crop production for agricultural improvement. Ashraf M., Öztürk M., Ahmad M.S.A., Aksoy A. (eds). Dordrecht, Springer: 581–608
- Newsham K.K., Upson R., Read D.R. 2009. Mycorrhizas and dark septate root endophytes in polar regions. *Fungal ecology*, 2, 1: 10–20
- Önorm L 1087 1993. Bestimmung von pflanzenverfügbarem phosphat und kalium naht der calcium – acetat – lactat (CAL) – methode. Österreichisches Normungsinstitut Wien
- Peat H.J., Fitter A. 1993. The distribution of arbuscular mycorrhizas in the British flora. *New Phytologist*, 125: 845–854
- Philips J.M., Haymann D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55: 158–160
- Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil. 2014. Ur. l. RS, št. 8/2014
<https://www.uradni-list.si/1/content?id=116188> (30. 11. 2015)
- Reganold J.P., Elliott L.F., Unger Y.L. 1987. Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. *Nature*, 330, 26: 370–372
- Rillig M.C. 2004. Arbuscular mycorrhizae and terrestrial ecosystem processes. *Ecology Letters*, 7: 740–754
- Routsalainen A.L. 2003. Mycorrhizal colonization and plant performance in arcto-alpine conditions. University of Oulu, Department of Biology: 45 str.
<http://herkules.oulu.fi/isbn9514269888/isbn9514269888.pdf> (10. 12. 2015)
- Römheld V., Nikolic M. 2007. Iron. V: Handbook of plant nutrition. Barker A.V., Pilbeam D.J. (eds). London, New York, Taylor & Francis: 329–350
- Schüßler A., Schwarzott D., Walker C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological research*, 105, 12: 1413–1421
- Sharma M.P., Reddy U.G., Adholeya A. 2010. Response of arbuscular mycorrhizal fungi on wheat (*Triticum aestivum* L.) grown conventionally and on beds in a sandy loam soil. *Indian Journal of Microbiology*, 51, 3: 384–387
- Siddiqui Z.A., Pichtel J. 2008. Mycorrhizae: An Overview. V: Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry. Siddiqui Z. A., Akhtar M. S., Futai K. (eds). Dordrecht, Springer: 1–25

- Six J., Jastrow J.D. 2002. Organic matter turnover. V: Encyclopedia of soil science. Lal R. (ed). New York, Basel, Marcel Dekker: 936–942
- Smith S. E., Read D. J. 2008. Mycorrhizal symbiosis. 3rd edition. London, Academic Press: 787 str.
- Steadman J.K., Burgoon S.M., Lewis A.B., Edwardson S.E., Obendorf R.L. 2001. Minerals, phytic acid, tannin and rutin in buckwheat seed milling fractions. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81: 1094–1100
- Storey B.J. 2007. Zinc. V: Handbook of Plant Nutrition. Barker A.V., Pilbeam D.J. (eds). London, New York, Taylor & Francis: 411–435
- Sušin J., Zemljčič A. 2002. Vpliv dognojevanja z ureo in KAN-om na pridelek in vsebnost surovih beljakovin v zrnju ozimne pšenice. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2002: Zbornik simpozija, Zreče, 5. in 6. december 2002. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 280–284
- Tajnšek L., Tajnšek A. 2004. Vpliv gnojenja pšenice na nekatere pekarske lastnosti pšenice in odkupno ceno pri interventnem odkupu. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2004: zbornik simpozija, Čatež ob Savi, 13. in 14. december 2004. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 240–245
- Thomas G.W. 2002. pH. V: Encyclopedia of soil science. Lal R. (ed). New York, Basel, Marcel Dekker: 980–984
- Trouvelot A., Kough J.L., Gianinazzi-Pearson V. 1986. Mesure de taux de mycorhization VA dun systeme racinaire. Recherche demethodes destination ayant une signification fonctionnelle. Mycorrhizae: 216–222
- Uredbo Sveta (ES) o ekološki pridelavi in označevanju ekoloških proizvodov in razveljavitvi Uredbe (EGS) št. 2092/91. št. 834/2007
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:189:0001:0023:SL:PDF> (30. 11. 2015)
- Uredba Komisije (EGS) o določitvi podrobnih pravil za izvajanje Uredbe Sveta (ES) št. 834/2007 o ekološki pridelavi in označevanju ekoloških proizvodov glede ekološke pridelave, označevanja in nadzora. št. 889/2008
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:250:0001:0084:SL:PDF> (30. 11. 2015)
- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh. 1996. Ur. l. RS, št. 68/1996
<http://www.uradni-list.si/1/objava.jsp?sop=1996-01-3722> (30. 11. 2015)

Virant I., Kajfež-Bogataj L. 1989. Vesicular-arbuscular mycorrhiza in buckwheat. *Fagopyrum*, 8: 10–14

Vodniku po ekoloških kmetijah. E-vodnik po ekoloških kmetijah.
www.eko-kmetije.info (28. 6. 2014)

Wang B., Qiu Y.L. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*, 16: 299–363

Warcup J.H. 1951. The ecology of soil fungi. *Transaction of the British mycological Society*, 34, 3: 376–399

Werner D. 1992. Symbiosis of plants and microbes. London, Chapman & Hall, 1: 389 str.

White P.J., Brown P.H. 2010. Plant nutrition for sustainable development and global health. *Annals of Botany*, 105: 1073–1080

Zupan M., Grčman H. Lobnik F. 2008. Raziskave onesnaženosti tal Slovenije. Ljubljana, Agencija RS za okolje: 63 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof. dr. Marjani Regvar ter somentorju doc. dr. Matevžu Likarju za potrpežljivost, strokovno pomoč ter nasvete med nastajanjem magistrske naloge. Najlepša hvala za hiter pregled dela in tehtne pripombe.

Hvala tudi Mateji in Mileni za vso pomoč. Brez vaju mi ne bi uspelo.

Hvala moji mami, Primožu in vsem mojim za vzpodbujanje in ker ste verjeli vame.

PRILOGE

Priloga A: Seznam ekoloških kmetij

Polje P1

Mozetič Zmagoslav, domače ime Tomaževi

Opatje selo 16

5291 Miren

Preglednica: Podatki o polju pšenice, Primorska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta pšenice	Domača semena
Status ekološke kmetije	Od leta 2004
Pred posevek	Krompir in ajda
Gnojenje	Hlevski gnoj
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	171,0 m.n.m.
Koordinate	N 46° 8' 43,6" E 15° 25' 22,7"
Pedološka kartografska enota (opis)	Rdeče-rjava tla (terra rossa), ilovka, tipična 80 %; rdeče-rjava tla (terra rossa), ilovka, izprana 20 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	3
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Srednja: 81–150 mm

Polje P2

Mozetič Zmagoslav, domače ime Tomaževi

Opatje selo 16

5291 Miren

Preglednica: Podatki o polju pšenice, Primorska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta pšenice	Antonius
Status ekološke kmetije	Od leta 2004
Pred posevek	Koruza in pesa
Gnojenje	Hlevski gnoj
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	171,3 m.n.m.
Koordinate	N 45° 51' 10,3" E 13° 34' 59,1"
Pedološka kartografska enota (opis)	Rdeče-rjava tla (terra rossa), ilovka, tipična 80 %; rdeče-rjava tla (terra rossa), ilovka, izprana 20 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	3
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Srednja: 81–150 mm

Polje P3

Konc Franc, domače ime Kozina

Čirče 25

4000 Kranj

Preglednica: Podatki o polju pšenice, Gorenjska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta pšenice	Antonius
Status ekološke kmetije	Od leta 1999
Pred posevek	Krompir in koruza
Gnojenje	Hlevski gnoj, pomladi gnojnica
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	381,4 m.n.m.
Koordinate	N 46° 13' 51,8" E 14° 22' 18,9"
Pedološka kartografska enota (opis)	Pedološka kartografska enota (opis): evtrična rjava tla, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, tipična, plitva 60 %; rendzina, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, rjava 20 %; evtrična rjava tla, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, tipična, srednje globoka 20 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	4
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Majhna: 31–80 mm

Polje P4

Rogelj Miroslav, domače ime Pr' Kovač
Kurirska pot 29
4000 Kranj

Preglednica: Podatki o polju pšenice, Gorenjska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta pšenice	Antonius
Status ekološke kmetije	Od leta 2004
Pred posevek	Krompir
Gnojenje	Hlevski gnoj
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	397,9 m.n.m.
Koordinate	N 46° 14' 36,8" E 14° 23' 20,3"
Pedološka kartografska enota (opis)	Pedološka kartografska enota (opis): evtrična rjava tla, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, tipična, plitva 60 %; rendzina, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, rjava 20 %; evtrična rjava tla, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, tipična, srednje globoka 20 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	4
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Majhna: 31–80 mm

Polje P5

Povše Andrej in Jožica, domače ime Kmetija Povše
Dobovo 3
8222 Otoče

Tabela: Podatki o polju pšenice, Dolenjska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta pšenice	Antonius
Status ekološke kmetije	Od leta 2010
Pred posevek	Bela detelja
Gnojenje	Občasno hlevski gnoj
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	196,4 m.n.m.
Koordinate	N 45° 51' 19,3" E 15° 14' 29,1"
Pedološka kartografska enota (opis)	Evtrična rjava tla, na pleistocenskih in pliocenskih sedimentih, izprana 100 %; inkluzije: evtrična rjava tla, na pleistocenskih in pliocenskih sedimentih, psevdoglejena
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	2
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Velika: 151–230 mm

Polje P6

Slavič Marko, domače ime Ekokmetija Vila Natura

Vučja vas 51

9242 Križevci pri Ljutomeru

Tabela: Podatki o polju pšenice, Prekmurje (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta pšenice	Mazurka
Status ekološke kmetije	Od leta 2005
Pred posevek	Ječmen
Gnojenje	Ni
Bolezni	Občasno strgač na pšenici, odvisno od kolobarja, obiranje s česalom
Nadmorska višina	196,4 m.n.m.
Koordinate	N 46° 36' 04,4" E 16° 07' 09,5"
Pedološka kartografska enota (opis)	Obrečna tla, distrična, plitva, na peščeno prodnatem aluviju 100 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	5
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Zelo majhna: < 31 mm

Polje P7

Žnidarič Franc, domače ime Žnidarič

Logarovci 69

9242 Križevci pri Ljutomeru

Tabela: Podatki o polju pšenice, Prekmurje (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta pšenice	Srpanjka
Status ekološke kmetije	Od leta 2002
Pred posevek	Ajda
Gnojenje	Kokošji in piščančji gnoj
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	184,0 m.n.m.
Koordinate	N 46° 32' 32,6" E 16° 06' 07,1"
Pedološka kartografska enota (opis)	Obrečna tla, distrična, zmerno oglejena, na ilovnatem aluviju 50 %; hipoglej, distričen, mineralen, močan 50 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	2
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Velika: 151–230 mm

Polje P8

Jazbinšek Vinko, domače ime Fajdiga

Paridol 8

3263 Gorica pri Slivnici

Tabela: Podatki o polju pšenice, Štajerska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta pšenice	Antonius
Status ekološke kmetije	Od leta 2002
Pred posevek	Trava
Gnojenje	Hlevski gnoj
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	468,4 m.n.m.
Koordinate	N 46° 08' 43,6" E 15° 25' 22,7"
Pedološka kartografska enota (opis)	Distrična rjava tla, na miocenskih peskih, peščenjakih in konglomeratih, tipična 70 %; evtrična rjava tla, na miocenskih peskih, peščenjakih, konglomeratih, tipična 30 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	3
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Srednja: 81–150 mm

Polje P9

Cesar Danica, Ekološka pridelava Cesar

Ravno 3

3224 Dobje pri Planini

Tabela: Podatki o polju pšenice, Štajerska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta pšenice	Antonius
Status ekološke kmetije	Od leta 2005
Pred posevek	Mešana raba (fižol, čebula, krompir)
Gnojenje	Ni
Bolezni	Rja na pšenici, ni tretmaja
Nadmorska višina	506,3 m.n.m.
Koordinate	N 46° 07' 51,0" E 15° 24' 16,4"
Pedološka kartografska enota (opis)	Evtrična rjava tla, na laporju, tipična 80 %; evtrična rjava tla, na mehkih karbonatnih kamninah (lapornati apnenci), tipična 20 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	4
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Majhna: 31–80 mm

Polje P10

Knap Vanja, Ekološka kmetija Knap Vanja

Hacetova 16

1380 Cerknica

Tabela: Podatki o polju pšenice, Notranjska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta pšenice	Antonius
Status ekološke kmetije	Od leta 2000
Pred posevek	Krompir
Gnojenje	Hlevski gnoj
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	555,2 m.n.m.
Koordinate	N 46° 07' 51,0" 15° 24' 16,4"
Pedološka kartografska enota (opis)	Evtrična rjava tla, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, tipična, plitva 60 %; evtrična rjava tla, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, tipična, srednje globoka 40 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	4
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Majhna: 31–80 mm

Polje P11

Košir Vinko, domače ime Pr' Laškarju

Zabočevo 10

1353 Borovnica

Tabela: Podatki o polju pšenice, Notranjska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta pšenice	Antonius
Status ekološke kmetije	Od leta 2001
Pred posevek	Mešana raba (krompir, fižol, pesa)
Gnojenje	Hlevski gnoj
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	346,3 m.n.m.
Koordinate	N 45° 54' 27,4" E 14° 23' 52,1"
Pedološka kartografska enota (opis)	Rjava pokarbonatna tla, na dolomitu, tipična 70%; rendzina, na dolomitu, sprsteninasta 30%
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	4
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Majhna: 31–80 mm

Polje A1

Povše Andrej in Jožica, domače ime Kmetija Povše

Dobovo 3

8222 Otoče

Tabela: Podatki o polju ajde, Dolenjska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta ajde	Darja
Status ekološke kmetije	Od leta 2010
Pred posevek	Lucerna
Gnojenje	Ni
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	184,6 m.n.m.
Koordinate	N 45° 51' 09,1" E 15° 14' 22,0"
Pedološka kartografska enota (opis)	Evtrična rjava tla, na pleistocenskih in pliocenskih sedimentih, izprana 100 %; inkluzije: evtrična rjava tla, na pleistocenskih in pliocenskih sedimentih, psevdooglejena
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	2
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Velika: 151–230 mm

Polje A2

Bregar Pavla, domače ime Pr' Habjan

Znojile pri Krki 5

1301 Krka

Tabela: Podatki o polju ajde, Dolenjska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta ajde	Darja
Status ekološke kmetije	Od leta 2006
Pred posevek	Ječmen
Gnojenje	Bioorganik
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	272,4 m.n.m.
Koordinate	N 45° 53' 11,6" E 14° 47' 11,2"
Pedološka kartografska enota (opis)	Obrečna tla, evtrična, globoka, na glinastem aluviju 100 %; inkluzije: obrečna tla, evtrična, globoko oglejena
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	2
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Velika: 151–230 mm

Polje A3

Rogelj Miroslav, domače ime Pr' Kovač
Kurirska pot 29
4000 Kranj

Tabela: Podatki o polju ajde, Gorenjska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta ajde	Darja
Status ekološke kmetije	Od leta 2004
Pred posevek	Pšenica
Gnojenje	Hlevski gnoj
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	397,9 m.n.m.
Koordinate	N 46° 14' 36,8" E 14° 23' 20,3"
Pedološka kartografska enota (opis)	Evtrična rjava tla, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, tipična, plitva 60 %; rendzina, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, rjava 20 %; evtrična rjava tla, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, tipična, srednje globoka 20 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	4
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Majhna: 31–80 mm

Polje A4

Marjanovič Pavel
Brezje 80 e
4243 Brezje

Tabela: Podatki o polju ajde, Gorenjska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta ajde	Darja
Status ekološke kmetije	Od leta 2011
Pred posevek	Konoplja
Gnojenje	Gnojnica
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	487,3 m.n.m.
Koordinate	N 46° 20' 30,7" E 12° 12' 34,3"
Pedološka kartografska enota (opis)	Rendzina, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč.vršaju, sprsteninasta 60 %; rendzina, na ledenodobnih prodnatih in peščenih nasutinah rek in reč. vršaju, rjava 40 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	4
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Majhna: 31–80 mm

Polje A5

Cesar Danica, Ekološka pridelava Cesar

Ravno 3

3224 Dobje pri Planini

Tabela: Podatki o polju ajde, Štajerska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta ajde	Darja
Status ekološke kmetije	Od leta 2005
Pred posevek	Pšenica
Gnojenje	Ni
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	506,3 m.n.m.
Koordinate	N 46° 07' 51,0" E 15° 24' 16,4"
Pedološka kartografska enota (opis)	Evtrična rjava tla, na laporju, tipična 80 %; evtrična rjava tla, na mehkih karbonatnih kamninah (lapornati apnenci), tipična 20 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	4
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Majhna: 31–80 mm

Polje A6

Mozetič Zmagoslav, domače ime Tomaževi

Opatje selo 16

5291 Miren

Tabela: Podatki o polju ajde, Primorska regija (pedološki opis Atlas okolja).

Sorta ajde	Darja
Status ekološke kmetije	Od leta 2005
Pred posevek	Pšenica
Gnojenje	Hlevski gnoj
Bolezni	Ni
Nadmorska višina	171,3 m.n.m.
Koordinate	N 45° 51' 10,3" E 13° 34' 59,1"
Pedološka kartografska enota (opis)	Rdeče-rjava tla (terra rossa), ilovka, tipična 80 %; rdeče-rjava tla (terra rossa), ilovka, izprana 20 %
Efektivna poljska kapaciteta tal (razred)	3
Efektivna poljska kapaciteta tal (opis)	Srednja: 81–150 mm

Priloga B1: Podatki o tleh (pH, fosfor in organska snov) za pšenico.

Mesto vzorčenja	pH	Fosfor P[mg/L]	Organska snov [%]
P 1/1	7,39	0,074	3,967
P 1/2	7,00	0,102	3,864
P 1/3	6,85	0,043	4,075
P 1/4	6,83	0,097	5,032
P 1/5	7,05	0,127	4,435
Povprečne vrednosti	7,02	0,089	4,275
P 2/1	7,28	0,046	4,625
P 2/2	8,26	0,049	5,644
P 2/3	7,62	0,051	4,830
P 2/4	7,94	0,048	4,408
P 2/5	7,59	0,079	4,364
Povprečne vrednosti	7,74	0,055	4,774
P 3/1	6,71	0,130	4,303
P 3/2	7,62	0,121	4,315
P 3/3	6,72	0,119	4,326
P 3/4	7,37	0,045	4,493
P 3/5	6,60	0,077	3,562
Povprečne vrednosti	7,00	0,098	4,200
P 4/1	6,86	0,102	5,522
P 4/2	7,19	0,090	5,147
P 4/3	6,97	0,171	4,911
P 4/4	7,23	0,021	5,255
P 4/5	6,03	0,032	3,637
Povprečne vrednosti	6,86	0,083	4,894
P 5/1	6,23	0,024	3,161
P 5/2	7,01	0,024	3,539
P 5/3	6,78	0,005	3,327
P 5/4	6,86	0,012	2,689
P 5/5	6,00	0,004	2,969
Povprečne vrednosti	6,58	0,014	3,137
P 6/1	7,42	0,118	4,293
P 6/2	6,88	0,297	3,604
P 6/3	7,01	0,086	3,963
P 6/4	6,67	0,526	5,117
P 6/5	6,85	0,213	3,281
Povprečne vrednosti	6,97	0,248	4,052

se nadaljuje

nadaljevanje

Mesto vzorčenja	pH	Fosfor P[mg/L]	Organska snov [%]
P 7/1	6,56	0,129	2,045
P 7/2	6,35	0,100	2,053
P 7/3	6,21	0,019	2,058
P 7/4	6,73	0,092	2,466
P 7/5	6,26	0,026	1,875
Povprečne vrednosti	6,42	0,073	2,099
P 8/1	6,48	0,064	3,601
P 8/2	6,96	0,025	2,768
P 8/3	5,99	0,010	3,542
P 8/4	6,63	0,155	3,501
P 8/5	6,25	0,004	3,279
Povprečne vrednosti	6,46	0,052	3,338
P 9/1	7,09	0,017	2,981
P 9/2	6,70	0,023	3,296
P 9/3	7,07	0,004	2,829
P 9/4	6,47	0,015	3,037
P 9/5	7,26	0,006	2,764
Povprečne vrednosti	6,92	0,013	2,981
P 10/1	7,89	0,309	5,053
P 10/2	6,86	0,244	3,710
P 10/3	8,06	0,323	4,176
P 10/4	6,78	0,420	4,337
P 10/5	7,67	0,765	4,502
Povprečne vrednosti	7,45	0,412	4,356
P 11/1	7,83	0,290	4,931
P 11/2	8,45	0,050	9,825
P 11/3	7,60	0,031	5,340
P 11/4	8,08	0,308	9,495
P 11/5	7,59	0,184	5,356
Povprečne vrednosti	7,91	0,137	6,989

Priloga B2: Podatki o poganjku (masa poganjka, masa zrelega socvetja, masa in število zrn v zrelem socvetju) za pšenico.

Mesto vzorčenja	m (poganjek) [g]	m (zrelo socvetje) [g]	m (zrnje) [g]	Število zrn
P 1/1	3,09	1,699	1,346	34
P 1/2	4,89	2,335	1,826	46
P 1/3	3,85	1,927	1,514	36
P 1/4	4,80	2,451	1,909	47
P 1/5	3,91	1,962	1,471	40
Povprečne vrednosti	4,11	2,075	1,613	41
P 2/1	4,66	2,399	1,823	41
P 2/2	2,84	1,226	0,922	22
P 2/3	4,92	2,065	1,417	47
P 2/4	2,09	0,979	0,673	12
P 2/5	2,35	1,096	0,857	23
Povprečne vrednosti	3,37	1,553	1,138	29
P 3/1	2,26	0,987	0,757	20
P 3/2	1,79	0,638	0,425	13
P 3/3	2,79	1,250	0,938	23
P 3/4	2,68	1,262	0,954	30
P 3/5	3,98	2,078	1,616	39
Povprečne vrednosti	2,70	1,243	0,938	25
P 4/1	2,59	1,066	0,665	23
P 4/2	4,22	2,292	1,788	41
P 4/3	2,47	1,243	0,874	18
P 4/4	2,10	0,938	0,677	16
P 4/5	2,27	1,094	0,830	22
Povprečne vrednosti	2,73	1,327	0,967	24
P 5/1	6,05	3,171	2,478	51
P 5/2	3,25	1,753	1,355	33
P 5/3	4,21	2,099	1,612	37
P 5/4	4,83	2,380	1,890	43
P 5/5	5,60	2,851	2,222	54
Povprečne vrednosti	4,79	2,451	1,911	44
P 6/1	3,80	2,090	1,635	35
P 6/2	4,11	2,076	1,429	31
P 6/3	1,86	0,870	0,631	18
P 6/4	0,57	0,089	0,000	0
P 6/5	3,30	1,640	1,242	31
Povprečne vrednosti	2,73	1,353	0,987	23

se nadaljuje

nadaljevanje

Mesto vzorčenja	m (poganjek) [g]	m (zrelo socvetje) [g]	m (zrnje) [g]	Število zrn
P 7/1	3,68	2,311	1,601	40
P 7/2	2,49	1,400	1,043	27
P 7/3	3,26	1,585	0,988	50
P 7/4	2,23	1,225	0,917	28
P 7/5	1,84	0,973	0,648	29
Povprečne vrednosti	2,70	1,499	1,039	35
P 8/1	5,90	3,032	2,084	46
P 8/2	4,03	1,799	1,285	35
P 8/3	3,58	1,809	1,420	34
P 8/4	3,35	1,564	1,203	30
P 8/5	6,63	3,458	2,595	59
Povprečne vrednosti	4,70	2,332	1,717	41
P 9/1	2,34	1,135	0,858	21
P 9/2	4,29	2,291	1,694	45
P 9/3	1,11	0,472	0,358	11
P 9/4	1,40	0,602	0,450	15
P 9/5	2,38	0,934	0,664	21
Povprečne vrednosti	2,30	1,087	0,805	23
P 10/1	3,01	1,618	1,239	30
P 10/2	2,40	1,149	0,898	21
P 10/3	3,71	1,809	1,352	33
P 10/4	3,67	1,887	1,340	31
P 10/5	5,34	2,660	2,067	49
Povprečne vrednosti	2,63	1,825	1,379	33
P 11/1	3,03	1,473	1,084	25
P 11/2	4,75	2,595	1,971	42
P 11/3	6,16	3,550	2,093	49
P 11/4	4,03	2,147	1,623	38
P 11/5	3,20	1,710	1,276	31
Povprečne vrednosti	4,23	2,295	1,609	37

Priloga B3: Vsebnost mineralov v zrnju za pšenico.

Mesto vzorčenja	Baker Cu [µg/g]	Cink Zn [µg/g]	Železo Fe [µg/g]
P 1/1	3,58	21,85	50,31
P 1/1	3,72	21,94	53,38
P 1/2	6,05	26,19	43,23
P 1/2	6,36	26,09	43,34
P 1/3	5,02	24,74	50,27
P 1/3	4,51	24,83	49,64
P 1/4	6,19	22,74	37,39
P 1/4	6,29	23,04	38,90
P 1/5	4,21	25,70	53,28
P 1/5	4,02	26,04	53,81
Povprečne vrednosti	5,00	24,32	47,36
P 2/1	4,20	25,94	37,41
P 2/1	4,87	25,65	37,80
P 2/2	5,63	26,55	39,65
P 2/2	5,85	26,78	39,71
P 2/3	6,09	29,96	43,76
P 2/3	6,90	29,56	43,50
P 2/4	7,08	22,30	37,23
P 2/4	7,11	22,47	38,70
P 2/5	5,92	25,86	39,26
P 2/5	6,08	25,42	39,38
Povprečne vrednosti	5,97	26,05	39,64
P 3/1	5,71	31,86	42,89
P 3/1	6,20	32,42	44,51
P 3/2	4,54	25,62	50,04
P 3/2	4,79	24,85	50,86
P 3/3	7,03	28,20	44,87
P 3/3	7,03	28,35	44,66
P 3/4	4,33	18,85	33,48
P 3/4	3,78	18,56	33,57
P 3/5	4,87	23,25	37,61
P 3/5	9,44	23,16	38,06
Povprečne vrednosti	5,77	25,51	42,06

se nadaljuje

nadaljevanje

Mesto vzorčenja	Baker Cu [µg/g]	Cink Zn [µg/g]	Železo Fe [µg/g]
P 4/1	8,91	65,55	67,14
P 4/1	8,92	66,48	65,96
P 4/2	4,41	22,55	49,32
P 4/2	4,28	22,46	50,02
P 4/3	6,05	34,49	45,36
P 4/3	6,47	34,15	46,55
P 4/4	6,17	42,47	51,60
P 4/4	5,79	42,58	51,07
P 4/5	4,69	21,30	36,84
P 4/5	4,96	21,07	35,95
Povprečne vrednosti	6,07	37,31	49,98
P 5/1	5,57	31,13	49,49
P 5/1	5,18	30,78	50,22
P 5/2	4,02	31,02	39,02
P 5/2	3,93	31,14	38,95
P 5/3	5,90	32,22	54,96
P 5/3	6,08	32,47	55,20
P 5/4	6,70	37,22	51,25
P 5/4	6,91	37,52	50,53
P 5/5	5,79	26,32	49,00
P 5/5	6,67	26,51	48,54
Povprečne vrednosti	3,67	31,63	48,72
P 6/1	5,50	26,64	48,37
P 6/1	5,69	26,69	48,62
P 6/2	3,51	18,89	34,61
P 6/2	4,01	19,11	33,73
P 6/3	6,18	38,69	71,78
P 6/3	6,20	39,25	70,98
P 6/4	4,29	38,47	58,65
P 6/4	3,86	38,10	58,11
P 6/5	6,23	26,71	45,38
P 6/5	6,01	25,96	45,96
Povprečne vrednosti	5,15	29,85	51,62

se nadaljuje

nadaljevanje

Mesto vzorčenja	Baker Cu [µg/g]	Cink Zn [µg/g]	Železo Fe [µg/g]
P 7/1	7,14	32,33	56,83
P 7/1	7,17	32,11	57,27
P 7/2	4,86	31,62	61,07
P 7/2	4,88	31,70	60,02
P 7/3	2,08	38,78	55,89
P 7/3	2,00	39,12	55,86
P 7/4	4,17	25,99	51,06
P 7/4	4,16	25,59	52,01
P 7/5	8,34	33,22	49,60
P 7/5	8,47	33,15	50,73
Povprečne vrednosti	5,33	32,36	55,03
P 8/1	6,84	31,56	60,18
P 8/1	6,58	32,31	60,00
P 8/2	4,14	25,24	39,55
P 8/2	5,16	24,95	39,74
P 8/3	3,09	45,17	53,28
P 8/3	3,12	44,32	54,08
P 8/4	5,38	28,00	41,13
P 8/4	5,11	28,15	40,66
P 8/5	6,65	31,87	51,12
P 8/5	6,66	31,97	50,51
Povprečne vrednosti	5,28	31,56	49,03
P 9/1	4,39	26,11	49,68
P 9/1	4,48	25,85	48,93
P 9/2	4,65	24,73	41,68
P 9/2	4,70	24,69	41,59
P 9/3	5,61	31,09	55,04
P 9/3	5,67	31,16	56,23
P 9/4	4,50	20,17	38,88
P 9/4	4,27	19,79	39,27
P 9/5	5,25	19,48	38,35
P 9/5	5,47	19,77	38,73
Povprečne vrednosti	4,90	24,28	44,84

se nadaljuje

nadaljevanje

Mesto vzorčenja	Baker Cu [µg/g]	Cink Zn [µg/g]	Železo Fe [µg/g]
P 10/1	5,21	20,97	40,64
P 10/1	5,45	20,06	39,82
P 10/2	4,87	27,48	51,04
P 10/2	4,39	27,48	51,40
P 10/3	4,45	20,78	37,25
P 10/3	5,07	20,72	37,26
P 10/4	3,37	22,58	39,46
P 10/4	3,43	22,27	39,95
P 10/5	6,34	39,42	39,83
P 10/5	6,70	39,48	40,06
Povprečne vrednosti	4,93	26,12	41,67
P 11/1	6,52	23,38	46,05
P 11/1	6,91	23,47	46,60
P 11/2	5,60	32,45	40,57
P 11/2	5,79	31,71	39,86
P 11/3	5,78	29,31	47,07
P 11/3	5,85	29,19	47,21
P 11/4	3,65	26,40	38,54
P 11/4	4,15	26,59	38,34
P 11/5	5,44	27,16	41,20
P 11/5	5,26	27,32	42,98
Povprečne vrednosti	5,50	27,70	42,84

Priloga B4: Vsebnost mineralov (Cu, Zn, Fe) v tleh za pšenico.

Mesto vzorčenja	Baker Cu [µg/g]	Cink Zn [µg/g]	Železo Fe [µg/g]
P 1/1	101,20	121,60	48.530
P 1/1	98,01	122,00	49.580
P 1/2	72,25	121,20	46.800
P 1/2	71,85	123,40	46.230
P 1/3	72,08	116,10	46.740
P 1/3	74,27	117,70	67.420
P 1/4	71,64	135,80	52.910
P 1/4	67,54	136,20	52.970
P 1/5	72,36	126,80	49.880
P 1/5	72,14	126,30	49.380
Povprečne vrednosti	77,33	124,71	51.044
P 2/1	94,80	115,80	40.250
P 2/1	94,78	116,20	41.310
P 2/2	98,74	127,10	40.550
P 2/2	98,47	125,20	41.960
P 2/3	114,50	160,80	40.380
P 2/3	115,40	161,70	41.280
P 2/4	91,42	116,30	38.640
P 2/4	91,56	118,40	38.140
P 2/5	94,43	123,50	42.400
P 2/5	95,54	123,70	41.130
Povprečne vrednosti	98,96	128,87	40.604
P 3/1	34,74	140,30	50.950
P 3/1	34,53	141,10	50.820
P 3/2	39,56	191,00	40.420
P 3/2	42,24	191,10	40.860
P 3/3	42,04	123,40	42.120
P 3/3	42,76	125,10	42.260
P 3/4	40,20	137,10	39.960
P 3/4	37,21	138,90	40.500
P 3/5	52,51	137,80	37.980
P 3/5	54,04	139,20	38.080
Povprečne vrednosti	41,98	146,50	42.395

se nadaljuje

nadaljevanje

Mesto vzorčenja	Baker Cu [µg/g]	Cink Zn [µg/g]	Železo Fe [µg/g]
P 4/1	28,68	122,80	41.240
P 4/1	30,53	122,70	41.120
P 4/2	30,79	130,20	41.740
P 4/2	33,14	128,80	41.300
P 4/3	28,68	126,50	34.950
P 4/3	26,30	127,20	34.930
P 4/4	26,18	118,40	40.880
P 4/4	26,92	118,10	41.310
P 4/5	31,08	121,30	42.430
P 4/5	29,45	122,30	42.390
Povprečne vrednosti	29,18	123,83	40.229
P 5/1	27,68	87,67	34.140
P 5/1	28,40	87,30	32.950
P 5/2	51,25	128,10	48.060
P 5/2	51,86	130,50	48.330
P 5/3	69,81	100,30	35.320
P 5/3	73,69	100,00	35.060
P 5/4	51,76	78,44	33.050
P 5/4	53,32	80,14	32.470
P 5/5	54,87	79,41	30.630
P 5/5	59,40	79,98	30.670
Povprečne vrednosti	52,20	95,18	36.068
P 6/1	56,17	136,20	40.800
P 6/1	60,06	137,30	39.590
P 6/2	25,97	92,71	30.190
P 6/2	28,87	91,73	30.420
P 6/3	34,94	132,30	34.270
P 6/3	35,25	132,40	33.830
P 6/4	50,03	153,30	36.950
P 6/4	49,87	155,30	36.620
P 6/5	31,77	114,80	33.730
P 6/5	31,75	115,30	34.130
Povprečne vrednosti	40,47	126,13	35.053

se nadaljuje

nadaljevanje

Mesto vzorčenja	Baker Cu [µg/g]	Cink Zn [µg/g]	Železo Fe [µg/g]
P 7/1	30,23	104,30	32.470
P 7/1	30,97	104,30	33.170
P 7/2	23,63	83,26	26.470
P 7/2	24,26	84,22	26.250
P 7/3	31,84	101,20	34.300
P 7/3	32,15	101,50	34.420
P 7/4	30,91	95,50	32.280
P 7/4	28,84	96,42	32.230
P 7/5	26,18	77,36	26.770
P 7/5	27,64	77,15	26.500
Povprečne vrednosti	28,67	92,52	30.486
P 8/1	35,07	91,72	35.910
P 8/1	36,21	91,62	35.500
P 8/2	30,42	94,49	30.910
P 8/2	32,07	94,18	31.110
P 8/3	34,26	132,70	31.890
P 8/3	32,83	134,30	31.810
P 8/4	32,82	93,29	30.260
P 8/4	32,71	93,12	30.090
P 8/5	28,41	81,26	31.140
P 8/5	28,24	82,91	31.330
Povprečne vrednosti	32,30	98,96	31.995
P 9/1	14,53	66,63	19.580
P 9/1	14,76	66,72	19.670
P 9/2	18,56	61,99	21.900
P 9/2	19,10	62,11	21.960
P 9/3	16,98	62,23	22.990
P 9/3	17,49	63,24	23.300
P 9/4	16,84	64,07	19.660
P 9/4	16,33	65,67	19.690
P 9/5	18,68	80,48	23.700
P 9/5	18,79	80,25	24.280
Povprečne vrednosti	17,21	67,34	21.673

se nadaljuje

nadaljevanje

Mesto vzorčenja	Baker Cu [µg/g]	Cink Zn [µg/g]	Železo Fe [µg/g]
P 10/1	28,90	107,60	33.910
P 10/1	29,10	109,20	34.210
P 10/2	24,35	80,29	21.140
P 10/2	24,50	80,72	21.040
P 10/3	23,19	96,30	21.310
P 10/3	23,23	97,31	22.160
P 10/4	24,57	93,02	24.510
P 10/4	24,45	93,60	24.750
P 10/5	26,86	108,51	39.930
P 10/5	26,93	110,61	40.400
Povprečne vrednosti	25,61	97,72	28.336
P 11/1	35,20	110,35	31.540
P 11/1	36,94	100,05	30.690
P 11/2	37,05	127,83	33.750
P 11/2	37,23	128,39	34.120
P 11/3	34,48	120,84	32.450
P 11/3	36,36	121,88	32.560
P 11/4	34,66	122,34	33.840
P 11/4	33,73	123,16	32.560
P 11/5	27,99	124,82	30.750
P 11/5	30,17	125,49	30.180
Povprečne vrednosti	34,38	120,52	32.244

Priloga C1: Podatki o tleh (pH, fosfor in organska snov) za ajdo.

Mesto vzorčenja	pH	Fosfor P[mg/L]	Organska snov [%]
A 1/1	6,88	0,009	2,347
A 1/2	6,51	0,052	2,746
A 1/3	6,44	0,011	1,640
A 1/4	6,23	0,050	2,207
A 1/5	6,42	0,009	1,992
Povprečne vrednosti	6,50	0,026	2,186
A 2/1	6,36	0,034	3,999
A 2/2	6,31	0,040	3,778
A 2/3	6,57	0,022	3,463
A 2/4	6,48	0,018	4,317
A 2/5	6,64	0,043	8,141
Povprečne vrednosti	6,47	0,031	4,740
A 3/1	6,68	0,100	5,824
A 3/2	6,73	0,037	5,139
A 3/3	6,84	0,143	4,886
A 3/4	6,98	0,038	4,617
A 3/5	7,10	0,041	4,465
Povprečne vrednosti	6,87	0,072	4,986
A 4/1	6,83	0,011	4,963
A 4/2	6,89	0,018	5,492
A 4/3	6,89	0,014	5,982
A 4/4	7,35	0,016	5,382
A 4/5	7,46	0,009	5,496
Povprečne vrednosti	7,08	0,014	5,463
A 5/1	7,25	0,017	3,347
A 5/2	7,21	0,013	3,785
A 5/3	7,06	0,026	2,594
A 5/4	6,88	0,034	2,974
A 5/5	7,04	0,039	4,615
Povprečne vrednosti	7,09	0,026	3,463
A 6/1	7,45	0,046	3,823
A 6/2	7,57	0,049	4,953
A 6/3	7,79	0,051	4,117
A 6/4	7,71	0,048	4,418
A 6/5	7,75	0,079	3,969
Povprečne vrednosti	7,65	0,055	4,256

Priloga C2: Podatki o poganjku (masa, masa zrelega socvetja, masa in število zrn v zrelem socvetju) za ajdo.

Mesto vzorčenja	m (poganjek) [g]	m (zrelo socvetje) [g]	m (zrnje) [g]	Število zrn
A 1/1	18,02	5,755	4,034	98
A 1/1	20,26	2,876	2,291	132
A 1/2	13,73	3,598	1,917	82
A 1/2	9,52	3,681	2,572	172
A 1/3	5,54	2,140	1,540	58
A 1/3	4,95	1,579	0,773	36
A 1/4	3,77	0,545	0,242	17
A 1/4	4,94	0,772	0,158	5
A 1/5	5,14	1,596	1,205	54
A 1/5	6,99	1,465	0,647	24
Povprečne vrednosti	9,29	2,401	1,538	68
A 2/1	1,57	0,713	0,367	22
A 2/1	1,19	0,614	0,373	17
A 2/2	2,88	1,298	0,963	42
A 2/2	4,07	1,464	1,061	39
A 2/3	2,47	0,976	0,800	32
A 2/3	2,53	1,117	0,763	43
A 2/4	6,82	0,780	0,466	30
A 2/4	5,50	2,304	1,468	72
A 2/5	3,51	1,342	1,129	58
A 2/5	11,18	3,406	1,973	106
Povprečne vrednosti	4,17	1,401	0,936	46
A 3/1	3,77	1,188	0,874	37
A 3/1	7,83	1,103	0,567	20
A 3/2	11,94	3,340	2,012	89
A 3/2	9,16	3,154	1,544	71
A 3/3	4,67	2,540	2,119	94
A 3/3	5,43	1,876	1,365	50
A 3/4	5,43	1,680	1,117	58
A 3/4	3,47	1,420	0,572	27
A 3/5	2,57	1,104	0,867	37
A 3/5	3,83	0,784	0,490	18
Povprečne vrednosti	5,81	1,819	1,153	50

se nadaljuje

nadaljevanje

Mesto vzorčenja	m (poganjek) [g]	m (zrelo socvetje) [g]	m (zrnje) [g]	Število zrn
A 4/1	4,08	2,037	1,489	68
A 4/2	1,98	0,608	0,404	17
A 4/2	3,04	0,923	0,604	21
A 4/3	2,21	0,548	0,134	6
A 4/3	1,53	0,616	0,389	13
A 4/4	3,21	1,242	1,003	42
A 4/4	2,66	0,601	0,345	17
A 4/5	2,91	1,124	0,970	43
A 4/5	4,60	1,172	0,402	15
Povprečne vrednosti	3,13	1,001	0,644	27
A 5/1	2,66	2,523	0,378	20
A 5/1	1,74	0,474	0,260	15
A 5/2	1,64	0,751	0,394	20
A 5/2	2,88	0,658	0,416	19
A 5/3	6,63	0,472	0,205	10
A 5/3	2,62	0,309	0,037	4
A 5/4	8,86	1,889	1,220	59
A 5/4	5,07	1,131	0,514	31
A 5/5	2,06	0,727	0,429	24
A 5/5	2,12	0,276	0,136	19
Povprečne vrednosti	3,63	0,921	0,399	22
A 6/1	3,86	0,881	0,704	35
A 6/1	11,36	1,051	0,672	31
A 6/2	11,38	2,623	2,354	92
A 6/2	18,42	4,541	3,704	131
A 6/3	10,77	2,738	2,205	93
A 6/3	6,10	1,554	1,103	52
A 6/4	9,44	2,697	2,409	90
A 6/4	3,94	0,715	0,599	20
A 6/5	6,23	1,050	0,918	38
A 6/5	5,75	0,711	0,613	23
Povprečne vrednosti	8,73	1,856	1,528	61

Priloga C3: Vsebnost mineralov (Cu, Zn, Fe) v zrnju za ajdo.

Mesto vzorčenja	Baker Cu[μg/g]	Cink Zn[μg/g]	Železo Fe[μg/g]
A 1/1	6,93	19,82	56,93
A 1/1	7,23	19,35	58,05
A 1/2	5,83	19,68	46,97
A 1/2	6,52	19,73	46,20
A 1/3	4,82	20,19	30,35
A 1/3	5,29	19,77	30,53
A 1/4	7,08	22,05	29,71
A 1/4	8,39	22,47	29,31
A 1/5	6,11	19,26	28,03
A 1/5	6,75	19,27	28,71
Povprečna vrednost	6,49	20,16	38,48
A 2/1	5,99	16,61	30,54
A 2/1	6,98	16,83	30,54
A 2/2	5,27	18,14	27,36
A 2/2	6,41	18,07	29,10
A 2/3	4,70	15,40	50,77
A 2/3	5,55	15,22	49,82
A 2/4	3,97	16,30	30,88
A 2/4	4,54	16,20	31,43
A 2/5	6,59	18,35	35,71
A 2/5	7,33	18,51	36,16
Povprečna vrednost	5,73	16,96	35,23
A 3/1	6,12	23,00	40,23
A 3/1	6,25	22,73	40,54
A 3/2	3,44	18,56	37,12
A 3/2	3,68	18,40	36,10
A 3/3	4,11	17,12	37,08
A 3/3	5,62	17,18	37,05
A 3/4	4,65	19,37	36,93
A 3/4	4,92	19,26	36,53
A 3/5	4,76	19,26	39,88
A 3/5	5,38	19,36	39,18
Povprečna vrednost	4,89	19,42	38,06

se nadaljuje

nadaljevanje

Mesto vzorčenja	Baker Cu[μg/g]	Cink Zn[μg/g]	Železo Fe[μg/g]
A 4/1	6,14	22,93	41,08
A 4/1	7,06	22,93	42,31
A 4/2	6,60	24,29	47,54
A 4/2	7,01	24,44	45,36
A 4/3	7,34	22,92	41,42
A 4/3	6,64	22,58	41,38
A 4/4	6,98	23,45	45,32
A 4/4	7,01	23,57	46,51
A 4/5	6,38	22,38	40,42
A 4/5	7,35	22,74	42,89
Povprečna vrednost	6,85	23,22	43,42
A 5/1	8,02	17,21	46,87
A 5/1	8,62	18,44	46,98
A 5/2	7,87	18,02	45,32
A 5/2	7,70	17,85	44,85
A 5/3	7,96	17,13	46,39
A 5/3	8,24	17,00	49,36
A 5/4	7,67	17,78	44,83
A 5/4	7,92	18,00	44,34
A 5/5	6,14	16,71	37,17
A 5/5	6,62	16,73	39,72
Povprečna vrednost	7,68	17,49	44,58
A 6/1	6,55	19,90	41,87
A 6/1	7,15	19,90	44,63
A 6/2	6,09	17,29	44,56
A 6/2	6,01	17,39	42,32
A 6/3	6,23	19,63	35,71
A 6/3	7,25	18,60	36,29
A 6/4	8,64	17,43	40,76
A 6/4	9,19	17,30	40,59
A 6/5	7,84	23,44	50,26
A 6/5	8,17	23,72	51,15
Povprečna vrednost	7,31	19,46	42,81

Priloga C4: Vsebnost mineralov (Cu, Zn, Fe) v tleh za ajdo.

Mesto vzorčenja	Baker Cu[μg/g]	Cink Zn[μg/g]	Železo Fe[μg/g]
A 1/1	19,27	93,26	24.930
A 1/1	20,80	93,95	25.040
A 1/2	28,29	112,79	25.140
A 1/2	29,93	113,75	25.770
A 1/3	19,20	91,41	25.420
A 1/3	19,32	91,25	25.480
A 1/4	24,38	106,36	24.330
A 1/4	25,19	106,89	24.080
A 1/5	22,49	97,02	26.570
A 1/5	23,33	97,94	26.420
Povprečna vrednost	23,22	100,46	25.318
A 2/1	23,86	129,36	24.790
A 2/1	26,30	130,61	25.030
A 2/2	26,68	142,49	27.300
A 2/2	27,49	141,44	27.310
A 2/3	26,41	135,47	27.770
A 2/3	27,94	137,05	27.270
A 2/4	24,71	140,38	25.640
A 2/4	24,93	142,40	25.570
A 2/5	24,60	132,63	29.900
A 2/5	28,10	134,15	30.600
Povprečna vrednost	26,10	136,60	27.118
A 3/1	28,68	122,80	41.240
A 3/1	30,53	122,70	41.120
A 3/2	30,79	130,20	41.740
A 3/2	33,14	128,80	41.300
A 3/3	28,68	126,50	34.950
A 3/3	26,30	127,20	34.930
A 3/4	26,18	118,40	40.880
A 3/4	26,92	118,10	41.310
A 3/5	31,08	121,30	42.430
A 3/5	29,45	122,30	42.390
Povprečna vrednost	29,18	123,83	40.229

se nadaljuje

nadaljevanje

Mesto vzorčenja	Baker Cu[μg/g]	Cink Zn[μg/g]	Železo Fe[μg/g]
A 4/1	28,29	156,29	27.810
A 4/1	28,52	156,39	27.950
A 4/2	32,73	170,97	27.300
A 4/2	28,28	170,68	27.570
A 4/3	30,40	163,91	30.190
A 4/3	31,50	165,92	30.200
A 4/4	29,92	171,77	32.660
A 4/4	32,91	173,65	32.820
A 4/5	30,45	157,11	30.520
A 4/5	30,57	156,75	29.900
Povprečna vrednost	30,36	164,34	29.692
A 5/1	14,53	66,63	19.580
A 5/1	14,76	66,72	19.670
A 5/2	18,56	61,99	21.900
A 5/2	19,10	62,11	21.960
A 5/3	16,98	62,23	22.990
A 5/3	17,49	63,24	23.300
A 5/4	16,84	64,07	19.660
A 5/4	16,33	65,67	19.690
A 5/5	18,68	80,48	23.700
A 5/5	18,79	80,25	24.280
Povprečna vrednost	17,21	67,34	21.673
A 6/1	83,28	115,87	40.750
A 6/1	87,10	117,16	41.120
A 6/2	89,24	127,58	40.890
A 6/2	92,29	124,91	40.580
A 6/3	97,55	153,81	38.020
A 6/3	100,60	154,50	38.610
A 6/4	93,83	121,83	36.850
A 6/4	97,80	121,97	36.630
A 6/5	107,80	120,50	40.220
A 6/5	111,80	121,05	40.940
Povprečna vrednost	96,13	127,92	39.461