

Influence of Vetch and Oat Growth in Crop Rotation on Soil Properties

Andrija ŠPOLJAR

Miomir STOJNOVIĆ

Dragutin KAMENJAK

Nada DADAČEK

Marcela ANDREATA-KOREN

SUMMARY

This paper deals with the influence of vetch and oat growth in crop rotation on physical, mechanical and chemical characteristics of soil. A two-year research was conducted on 4 ha test plot. Soil samples were taken three times for every crop and then analysed in a laboratory. In the same time mean soil samples were taken for chemical analyses. Vetch, as the first crop in crop rotation, improved soil characteristics. Least possibility of crust formation was in the beginning of vetch growth and in harvest time. Nitrogen amount in soil was increased for 20.0 percent. Oat, as the next crop in crop rotation, made the soil characteristics worse, especially chemical characteristics. After harvesting oat, increased possibility of crust forming and soil compaction, due to soil tillage, was determined.

KEY WORDS

vetch, oat, crop rotation, soil characteristics

College of Agriculture at Križevci
Milislava Demerca 1, 48260 Križevci, Hrvatska
Received: May 14, 2000

Utjecaj uzgoja grahorice i zobi u plodoredu na značajke tla

Andrija ŠPOLJAR

Miomir STOJNOVIĆ

Dragutin KAMENJAK

Nada DADAČEK

Marcela ANDREATA-KOREN

SAŽETAK

Istraživan je utjecaj grahorice i zobi u plodoredu na pedofizikalne, pedomehaničke i pedokemijske značajke. Obavljena su dvogodišnja istraživanja na proizvodnoj površini od 4 ha, gdje su za svaku kulturu posebno u tri navrata uzimani pojedinačni uzorci tla za fizikalne i kemijske analize tla. Paralelno su uzimani prosječni uzorci za kemijske analize. Grahorica je, kao prva kultura i pretkultura za zob, ostavila povoljne uvjete u tlu. U vrijeme žetve i na početku vegetacije ustanovljena je najmanja opasnost od stvaranja pokorice i zbijanja tla uslijed obrade, a sadržaj dušika povećan je za 20%. Zob je kao naredna kultura u plodoredu uvjetovala pogoršanje stanja prvenstveno kemijskih značajki tla. Nakon žetve zobi također je ustanovljena povećana opasnost od stvaranja pokorice i zbijanja tla uslijed obrade.

KLJUČNE RIJEČI

grahorica, zob, plodored, značajke tla

Visoko gospodarsko učilište u Križevcima
Milislava Demerca 1, 48260 Križevci, Hrvatska
Primljeno: 14. svibnja 2000.

UVOD

Kao jednogodišnja kultura iz porodice leguminoza grahorica tijekom vegetacije razvija vretenast, dubok korijen koji rahli i drenira tlo na veću dubinu. Živi u simbiozi s *Rhizobium viciae* bakterijama te povoljno djeluje na fizikalne, kemijske i biološke značajke tla. Grahorica rano napušta površinu i stoga je dobar predusjev za gotovo sve kulture u plodoredu, a naročito za zob koja je manjih zahtjeva u odnosu na tlo, žilicastog i plitkog korijenovog sustava, te kraće vegetacije.

U posljednje vrijeme ove kulture sve više su zastupljene u proizvodnji pa tako i u istraživanjima, a naročito su vrijedne u plodoredu koji je proteklih godina sužen. Zbog toga su na proizvodnim površinama Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima prišlo provedbi kontrole kvalitete tla radi utvrđivanja stanja značajki tla koje ostavljaju grahorica i zob u plodoredu.

CILJ ISTRAŽIVANJA

Zbog utvrđivanja utjecaja grahorice i zobi na osobine tla izvršena su kompleksna pedološka istraživanja na proizvodnoj površini od 4 ha. Za pretpostaviti je da grahorica kao pretkultura ostavlja povoljnije uvjete u tlu za sljedeću kulturu u plodoredu u odnosu na zob. Glede toga, ciljevi istraživanja obuhvatili su utvrđivanje pedofizikalnih, pedomehaničkih i pedokemijskih značajki, te utvrđivanje korelacijskih i regresijskih odnosa između relevantnih značajki tla.

MATERIJAL I METODE

Metode istraživanja i obrade podataka odgovaraju prihvaćenim standardima terenskih i laboratorijskih istraživanja (JDPZ, 1966, 1967, 1971; Škorić, 1986). Za potrebe istraživanja značajki tla na pokusnoj površini za svaku kulturu otvorena su po tri pedološka profila iz kojih su uzimani pojedinačni uzorci za laboratorijske analize. Profili su otvarani prije početka vegetacije radi utvrđivanja početnog stanja, zatim u tijeku vegetacije i u žetvi. Zbog praćenja varijabilnosti indeksa konzistencije (I_k), četiri puta uzimani su uzorci za određivanje momentalne vlage za grahoricu i pet puta za zob iz površinskih (A_p) i potpovršinskih (B_{tg}) horizonata.

Da bi se dobio uvid u stanje konzistencije tla, uz spomenuti indeks konzistencije (I_k) određivani su indeks plastičnosti (I_p), indeks tečenja (I_L), gustoća pakiranja čestica (G_p), koeficijent pora (e), te Boekelovi parametri (W_L/K_v za potencijalnu opasnost od pokorice i W_p/K_v radi osjetljivosti tla na gaženje). Rezultati određivanja interpretirani su na osnovi graničnih vrijednosti koje daje Hillel 1980. (citira Racz, 1986). Stupanj stabilnosti mikro-

agregata (S_s) određen je na početku i na kraju istraživanja.

Radi utvrđivanja i interpretacije kemijskih značajki na pokusnoj površini za svaku kulturu posebno su u tri navrata uzimani prosječni uzorci iz kojih je određena količina humusa, reakcija tla, opskrbljenost fiziološki aktivnim P_2O_5 i K_2O u mg/100 g tla, te ukupni sadržaj dušika.

Istraživane su promjene pedokemijskih značajki (reakcija tla, količina humusa, ukupni dušik, C/N, fiziološki aktivni P_2O_5 i K_2O), te je izrađena bilanca fiziološki aktivnih P_2O_5 i K_2O prema Vukadinoviću (1993).

Statistička obrada podataka obuhvatila je izračun korelacijskih i regresijskih odnosa između gustoće pakiranja čestica (G_p) i drugih pedofizikalnih i pedomehaničkih značajki (koeficijent pora, kapacitet tla za zrak, ukupni porozitet, kapacitet tla za vodu i momentalna vlaga). Korelacijski i regresijski odnosi izrađeni su metodom višestruke regresijske i korelacijske analize (rađeno u kompjutorskim programima SPSS i Statgraphics Plus).

REZULTATI

Na pokusnoj površini zasijana je 5.11.1997. grahorica za potrebe proizvodnje sjemena sorte Poppelsdorf, a kao nosač zasijana je raž. Budući da nije bila obavljena osnovna gnojdba, prihranom je u travnju 1998. dodano 150 kg NPK 15:15:15. Ostvareni su prinosi od 350 kg/ha grahorice i 500 kg/ha raži.

Nakon žetve grahorice obavljeno je prašenje strništa, a u jesen duboko jesensko oranje. U proljeće je zatanjurano 200 kg/ha NPK 7:20:30, a sjetva zobi sorte Baranja obavljena je 15.3.1999. s 220 kg/ha. Prihrana sa 100 kg/ha KAN-a obavljena je 19.5.1999. Ostvaren je prinos zobi od 4 t/ha.

Utvrđivanje stanja pedomehaničkih, pedofizikalnih i pedokemijskih značajki

Ispitivanjem stanja tla koje ostavljaju grahorica i zob prije početka vegetacije, u tijeku vegetacije i u vrijeme žetve određene su pedofizikalne, pedomehaničke i pedokemijske značajke, (tablice 1, 2, 3).

Na temelju terenskih i laboratorijskih istraživanja tip tla na pokusnoj površini determiniran je kao pseudoglej obronačni srednje duboki eutrični antropogenizirani i ustanovljeno je sljedeće:

Pedofizikalne i pedomehaničke značajke

U površinskim horizontima tekstura je pjeskovito ilovasta do pjeskovito glinasto ilovasta, a u potpovršinskim pjeskovito glinasto ilovasta. Stupanj stabilnosti mikroagregata u površinskim horizontima je mali, a u potpovršinskim vrlo mali do

mali. Rezultati gustoće pakiranja čestica (G_p) pri uzgoju grahorice ukazuju na povećanje zbijenosti tijekom uzorkovanja u oba horizonta. Najveće vrijednosti G_p -a utvrđene su u žetvi i za površinski horizont iznose 1,71, a za potpovršinski 1,83. Pri uzgoju zobi utvrđena je najveća vrijednost G_p -a u klasanju i za oba horizonta iznosi 1,80. Najniže vrijednosti kapaciteta tla za zrak (K_z) kao i koeficijenta pora (e) za grahoricu utvrđene su u žetvi. Za površinske horizonte vrijednost (e) iznosi 0,72, a za potpovršinske 0,71. Pri uzgoju zobi najniže vrijednosti koeficijenta pora utvrđene su u površinskim horizontima u klasanju i žetvi. U klasanju vrijednost (e) iznosi 0,75, a u žetvi 0,89 u površinskom horizontu.

Vrijednosti indeksa konzistencije (I_k) tijekom uzorkovanja za grahoricu ukazuju na polučvrsto do čvrsto stanje plastičnosti u površinskim horizontima, a u potpovršinskim utvrđeno je tvrdo stanje plastičnosti.

Pri uzgoju zobi u površinskim horizontima utvrđeno je polučvrsto i čvrsto stanje plastičnosti, a u potpovršinskim meko do polučvrsto i čvrsto stanje plastičnosti. Graf 1. prikazuje histogram varijabilnosti indeksa konzistencije u površinskim (A_p) i potpovršinskim (B_{tg}) horizontima za grahoricu, a graf 2. varijabilnost indeksa konzistencije za zob. Stanje konzistencije tla utvrđeno je na osnovi indeksa tečenja (I_L). Najniže vrijednosti i najpovoljnije stanje kod grahorice utvrđeno je u površinskim horizontima prije početka vegetacije s vrijednošću (I_L) 0,35, a kod uzgoja zobi u klasanju s vrijednošću (I_L) 0,43. Najnepovoljnije stanje plastičnosti za zob utvrđeno je u vrijeme žetve.

Radi utvrđivanja osjetljivosti tla na gaženje i zbijanje određen je Boekelov parametar W_p/K_v , a radi opasnosti od stvaranja pokorice određen je Boekelov

parametar W_L/K_v . Najbolje stanje Boekelovih parametara (W_p/K_v i W_L/K_v) kod grahorice ustanovljeno je prije početka vegetacije i u žetvi, a za zob u klasanju. Najnepovoljnije stanje Boekelovih parametara (W_p/K_v i W_L/K_v) utvrđeno je kod uzgoja zobi u žetvi.

Statistička obrada podataka obuhvatila je izračun korelacijskih i regresijskih odnosa između gustoće pakiranja čestica (G_p) i drugih pedofizikalnih i pedomehaničkih značajki (kapacitet tla za zrak, ukupni porozitet, kapacitet tla za vodu, momentalna vlaga i koeficijent pora). U tablici 4 daju se rezultati višestruke regresijske i korelacijske analize za grahoricu i zob, a u tablici 5 drugi važniji statistički pokazatelji.

Rezultati višestruke regresijske analize:

a) grahorica - vetch

$$G_p = 0,595 + 1,30573e + 0,0432987K_z - 0,0747244P + 0,029703K_v$$

b) zob - oat

$$G_p = -0,3208 + 0,430628e - 0,0814082K_z + 0,736693P - 0,0797623K_v$$

U korelacijskim odnosima za grahoricu između gustoće pakiranja čestica (G_p) i koeficijenta pora (e) utvrđena je najjača negativna korelacija ($r=-0,88$), a najjača pozitivna utvrđena je između gustoće pakiranja čestica (G_p) i momentalne vlage ($r=0,99$).

U korelacijskim odnosima za zob između gustoće pakiranja čestica (G_p) i koeficijenta pora (e) utvrđena je najjača negativna korelacija ($r=-0,92$), a potpuna pozitivna je utvrđena između gustoće pakiranja čestica (G_p) i momentalne vlage ($r=1$).

Pedokemijske značajke

Rezultate kemijskih analiza tla i njihovu dinamiku prikazuju tablice 6, 7 i 8.

Tablica 1. Mehanički sastav tla
Table 1. Soil texture

Kultura: GRAHORICA - Crop: VETCH		Mehanički sastav u vodi, % - Soil texture in H ₂ O, %			Teksturna oznaka
Dubina, cm	0,2 mm	0,2-0,02 mm	0,02-0,002 mm	< 0,002 mm	SSSM, 1951
Depth, cm					Texture sign
0 - 30	0,36	59,84	29,90	9,90	PI
30 - 70	0,20	54,05	30,75	15,00	PI
Kultura: ZOB - Crop: OAT		Mehanički sastav u Na-pirofosfatu, % - Soil texture in sodium pyrophosphate, %			
0 - 30	0,32	56,43	26,95	16,30	PI
30 - 70	0,09	51,81	27,15	20,95	PGI
Kultura: GRAHORICA - Crop: VETCH		Mehanički sastav u vodi, % - Soil texture in H ₂ O, %			
0 - 30	0,08	54,12	32,60	13,20	PGI
30 - 70	0,05	51,65	32,30	16,00	PGI
Kultura: ZOB - Crop: OAT		Mehanički sastav u Na-pirofosfatu, % - Soil texture in sodium pyrophosphate, %			
0 - 30	0,19	50,91	26,85	22,05	PGI
30 - 70	0,03	49,27	27,10	23,60	PGI

PI – pjeskovita ilovača, sandy loam; PGI – pjeskovito glinasta ilovača, sandy clay loam

Tablica 2. Rezultati istraživanja pedofizikalnih i pedomehaničkih značajki
 Table 2. Physical and mechanical properties of soil

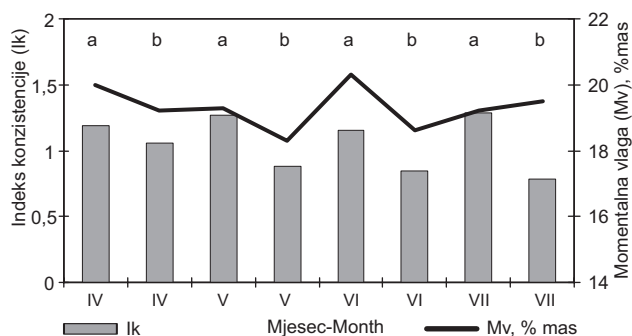
Kultura: GRAHORICA Crop: VETCH		Kv % vol	v	ε	P % vol	Kz % vol	Plasticitet - Plasticity		Gustoća pakiranja čestica Packing density	Koeficijent pora Coefficient of pores (e)	Indeks tečenja Indeks of liquidity (I _l)	Boekelevi parametri Ratio according to Boekel		Stupanj stabilnosti mikroagregata Soil microagregates stability degree (Ss)
Vegetacijski period Horizon	Horizon						W _l % mas	W _p % mas				W _p /Kv opasnost od gaženja	W _p /Kv opasnost od gaženja	
Prije početka vegetacije	Površinski Surface	36,0	1,45	2,64	45,10	9,1	30,5	21,70	8,8	1,60	0,35	1,22	0,88	39,26
Before the beginning of vegetation	Potpovršinski Subsurface	36,4	1,50	2,68	44,03	7,6	32,5	20,00	12,5	1,69	0,34	1,34	0,82	28,40
Početak vegetacije	Površinski Surface	40,9	1,33	2,77	52,00	11,1	29,5	21,50	8,0	1,48	1,15	0,96	0,70	/
Beginning of vegetation	Potpovršinski Subsurface	38,4	1,56	2,84	45,10	6,7	29,0	16,80	12,2	1,75	0,65	1,18	0,68	/
Žetva - Harvest	Surface	40,9	1,56	2,69	42,00	1,1	/	/	/	1,71	0,59	1,12	0,81	/
	Subsurface	41,3	1,67	2,80	41,34	0,1	/	/	/	1,83	0,70	1,15	0,67	/
Kultura: ZOB - Crop: OAT														
Vegetacijski period Horizon	Horizon	Kv % vol	v	ε	P % vol	Kz % vol	Plasticitet - Plasticity		Gustoća pakiranja čestica Packing density	Koeficijent pora Coefficient of pores (e)	Indeks tečenja Indeks of liquidity (I _l)	Boekelevi parametri Ratio according to Boekel		Stupanj stabilnosti mikroagregata Soil microagregates stability degree (Ss)
Vegetacijski period Horizon	Horizon	Kv % vol	v	ε	P % vol	Kz % vol	W _l % mas	W _p % mas	W _p % mas	W _p /Kv opasnost od gaženja	W _p /Kv opasnost od gaženja	W _p /Kv opasnost od gaženja	W _p /Kv opasnost od gaženja	Stupanj stabilnosti mikroagregata Soil microagregates stability degree (Ss)
Prije početka vegetacije	Površinski Surface	40,6	1,38	2,83	51,24	10,64	30,5	21,7	9,0	1,58	0,86	1,04	0,74	-
Before the beginning of vegetation	Potpovršinski Subsurface	42,5	1,55	2,84	44,52	2,02	32,5	20,0	12,5	1,76	0,59	1,19	0,73	-
Početak vegetacije	Površinski Surface	39,95	1,60	2,82	43,26	3,31	29,5	21,5	8,0	1,80	0,43	1,18	0,86	-
Beginning of vegetation	Potpovršinski Subsurface	41,80	1,59	2,85	44,21	2,41	29,0	16,8	12,0	1,80	0,79	1,10	0,64	-
Žetva - Harvest	Surface	47,65	1,58	2,99	47,20	0,00	-	-	-	1,78	1,08	0,98	0,71	40,13
	Subsurface	45,10	1,56	2,86	45,45	0,35	-	-	-	1,77	1,01	1,00	0,58	32,20

Kv – kapacitet tla za vodu, water capacity of soil; v – volumna gustoća tla, bulk density; ε – gustoća čvrstih čestica, specific density; P – ukupna poroznost, porosity; Kz – kapacitet tla za zrak, air capacity of soil; W_l – gornja granica plastičnosti, liquid limit; W_p – donja granica plastičnosti, plastic limit; I_p – indeks plastičnosti, indeks of plasticity

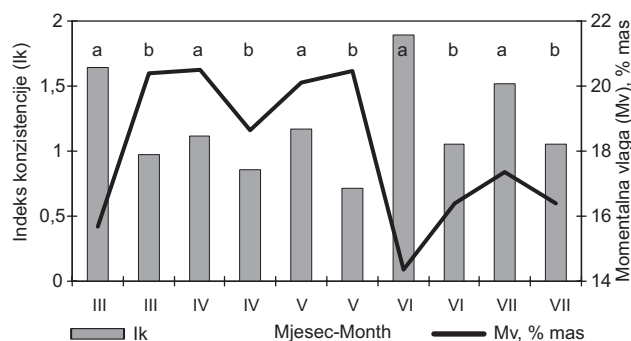
Tablica 3. Rezultati kemijskih analiza tla - usjev grahorica
Table 3. Results of chemical analyses - crop vetch

Kultura: GRAHORICA - Crop: VETCH		pH		Adsorpcijski kompleks po Kappenu		Humus		Ocjena		Ukupni dušik		C/N		Fiziološki aktivni mg/100 g tla		Hidroli- ska ki- selost		Potrebe za kalifikacijom									
Vegetacijsko razdoblje Horizon		MKCl H ₂ O		T-S		S		T		V %		Estimation of humosity		Ocjena opskrb- ljenosti		Total amount of nitrogen		% of supply		K ₂ O Estimation of supply		P ₂ O ₅ Estimation of supply		Hydrolytic acidity		Liming requirements	
Vegetation period Horizon		mmol. ekv.		mmol. ekv.		mmol. ekv.		mmol. ekv.		%		%		%		%		%		%		%		y ₁		y ₁	
Prije početka vegetacije	Površinski Surface	5,6	6,8	3,41	17,11	13,7	17,11	80,07	1,6	slabo weakly	0,09	umjereno moderately	9,3	20,9	dobro good	20,6	dobro good	8,25	nužna obligate								
Before the beginning of vegetation	Površinski Subsurface	5,7	7,2	1,79	18,60	20,39	91,22	0,3	vrlo slabo very weakly	0,02	siromašno poor	8,8	2,5	slabo weakly	3,4	slabo weakly	6,75	fakultativna recommendable									
Početak vegetacije	Površinski Surface	5,1	6,3	5,69	10,60	16,29	65,07	2,2	slabo weakly	0,11	dobro good	10,2	18,0	osrednje middle	34,1	slabo weakly	8,75	nužna obligate									
Beginning of vegetation	Površinski Subsurface	5,3	6,5	4,06	13,50	17,56	76,88	0,7	vrlo slabo very weakly	0,04	siromašno poor	9,3	6,4	slabo weakly	9,7	slabo weakly	6,25	fakultativna recommendable									
Žetva - Harvest	Površinski Surface	5,0	6,2	5,53	12,90	18,43	69,99	1,7	slabo weakly	0,12	dobro good	7,4	8,8	slabo weakly	20,3	dobro good	8,50	nužna obligate									
	Površinski Subsurface	5,4	6,8	3,98	15,30	19,28	76,36	0,8	vrlo slabo very weakly	0,07	umjereno moderately	6,2	5,4	slabo weakly	10,2	osrednje middle	6,13	fakultativna recommendable									
Kultura: ZOB - Crop: OAT																											
Vegetacijski period Horizon		pH		Adsorpcijski kompleks po Kappenu		Humus		Ocjena		Ukupni dušik		C/N		Fiziološki aktivni mg/100 g tla		Hidroli- ska ki- selost		Potrebe za kalifikacijom									
Vegetation period Horizon		MKCl H ₂ O		T-S		S		T		V %		Estimation of humosity		Ocjena opskrb- ljenosti		Total amount of nitrogen		% of supply		K ₂ O Estimation of supply		P ₂ O ₅ Estimation of supply		Hydrolytic acidity		Liming requirements	
Vegetation period Horizon		mmol. ekv.		mmol. ekv.		mmol. ekv.		mmol. ekv.		%		%		%		%		%		%		%		y ₁		y ₁	
Prije početka vegetacije	Površinski Surface	5,15	6,36	5,28	14,4	19,68	73,17	1,55	slaboweakly	0,10	dobro good	9,0	23,4	dobro good	12,3	osrednje middle	8,10	nužna obligate									
Before the beginning of vegetation	Površinski Subsurface	5,54	6,69	2,60	20,60	23,20	88,79	0,50	vrlo slaboveakly	0,05	siromašno poor	5,8	12,5	osrednje middle	6,2	slabo weakly	4,4	fakultativna recommendable									
Početak vegetacije	Površinski Surface	4,89	5,47	6,18	16,40	22,58	72,63	1,24	slaboweakly	0,08	umjereno moderately	9,0	21,8	dobro good	10,2	osrednje middle	9,50	nužna obligate									
Beginning of vegetation	Površinski Subsurface	4,44	5,32	7,88	17,28	25,16	68,68	0,69	vrlo slaboveakly	0,05	siromašno poor	8,0	10,9	osrednje middle	5,7	slabo weakly	12,10	nužna obligate									
Žetva - Harvest	Površinski Surface	4,96	6,19	5,28	14,43	19,71	73,21	1,92	slaboweakly	0,07	umjerenom oderately	15,9	21,3	dobro good	8,4	slabo weakly	8,10	nužna obligate									
	Površinski Subsurface	5,51	6,98	2,60	20,08	22,68	88,54	0,87	vrlo slaboveakly	0,04	siromašno poor	12,6	7,7	slabo weakly	5,5	slabo weakly	4,00	fakultativna recommendable									

T-S – nezasićenost adsorpcijskog kompleksa tla bazama, nonsaturation of soil adsorbin complex with alkalies; S – suma baza sposobnih za zamjenu, amount of exchangeable alkalies; T – maksimalni koeficijent adsorpcije – adsorbing capacity; V – stupanj zasićenosti adsorpcijskog kompleksa tla bazama - saturation rate for alkalies



Graf 1. Histogramm der Variabilität des Konsistenzindexes -
grahorica (a) oberflächennaher Horizont, (b) unterflächennaher Horizont
Graph 1. Variability of consistency index - vetch
(a) surface horizon, (b) subsurface horizon



Graf 2. Histogramm der Variabilität des Konsistenzindexes-zob
(a) oberflächennaher Horizont, (b) unterflächennaher Horizont
Graph 2. Variability of consistency index - oat
(a) surface horizon, (b) subsurface horizon

Tablica 4. Korrelationskoeffizienten für Vetch und Zeb
Table 4. Correlations for vetch and oat

Grahorica - Vetch							Zob - Oat						
Var.	e	Kz	Mv	P	Kv	Gp	Var.	e	Kz	Mv	P	Kv	Gp
e	1,0	0,81	0,52	1,0	0,07	-0,88	e	1,0	0,72	0,67	0,99	0,04	-0,92
Kz	0,81	1,0	0,06	0,84	-0,53	-0,80	Kz	0,72	1,0	0,45	0,70	-0,66	-0,90
Mv	-0,92	-0,87	1,0	-0,92	0,18	0,99	Mv	-0,92	-0,89	1,0	-0,90	0,30	1,0
P	1,0	0,84	0,49	1,0	0,02	-0,87	P	0,99	0,70	0,60	1,0	0,07	-0,91
Kv	0,07	-0,53	0,66	0,02	1,0	0,12	Kv	0,04	-0,66	-0,01	0,07	1,0	0,30
Gp	-0,88	-0,80	-0,50	-0,87	0,12	1,0	Gp	-0,92	-0,90	-0,67	-0,91	0,30	1,0

Tablica 5. Grundstatistische Parameter
Table 5. Statistical parameters

Varijabla	Srednja vrijednost grahorica	Srednja vrijednost zob	Standardna devijacija grahorica	Standardna devijacija zob
Variable	Mean value vetch	Mean value oat	Standard deviation vetch	Standard deviation oat
e	0,81667	0,85167	0,138227	0,103037
Kz	5,99333	3,12167	4,409638	3,891218
P	44,97667	45,98000	3,743996	2,901717
Kv	38,98333	42,93333	2,392837	2,924323
Mv	19,13333	0,714609	17,46667	2,429540
Gp	1,67500	1,74833	0,121778	0,84004

Tablica 7. Veränderungen der chemischen Parameter des Bodens
Table 7: Changes of chemical parameters of soil

Kultura	Vegetationsperiode	Razlika - Difference						
		pH		Humus, %	%	C:N	mg/100 g tla - mg/100 g of soil	
Crop	Vegetation period	1 MKCl	H ₂ O	Humous, %	N		P ₂ O ₅	K ₂ O
Grahorica	Početak vegetacije	5,63	6,78	1,76	0,10	10,21	29,3	12,0
Vetch	The beginning of vegetation							
	Cvatnja - Flowering	-0,51	-0,49	-0,06	0,00	-0,35	-5,0	-1,0
	Žetva - Harvest	-0,61	-0,54	-0,05	+0,02	-1,94	-4,9	0,0
Zob	Početak - vegetacije	-0,48	-0,42	-0,05	0,00	-0,29	-5,0	+0,5
Oat	The beginning - of vegetation							
	Cvatnja - Flowering	-0,74	-1,31	-0,09	0,00	-0,55	-4,7	+1,8
	Žetva Harvest	0,67	0,59	0,04	0,01	+0,87	5,6	1,0

Tablica 6. Rezultati kemijskih analiza tla
Table 6: Chemical analyses of soil

Kultura Crop	Vegetacijsko razdoblje Vegetation period	pH	H ₂ O	Humus, % Humous, %	Ocjena humoznosti Estimation of humosity	Ukupni N u % Total amount of nitrogen %	Ocjena opskrbljenosti of supply	C/N	P ₂ O ₅	mg/100 g tla - mg/100 g of soil K ₂ O	Ocjena Estimate	Ocjena Estimate
Grahorica Vetch	Početak vegetacije The beginning of vegetation	5,63	6,78	1,76	Slabo Weakly	0,10	Umjereno Moderate	10,2	29,3	12,0	Vrlo bogato Very rich	Umjereno Moderate
	Cvatanja Flowering	5,12	6,29	1,70	Slabo Weakly	0,10	Umjereno Moderate	9,9	24,3	11,0	Bogato Rich	Umjereno Moderate
	Žetva Harvest	5,02	6,24	1,71	Slabo Weakly	0,12	Umjereno Moderate	8,3	24,4	12,0	Bogato Rich	Umjereno Moderate
Zob Oat	Početak vegetacije The beginning of vegetation	5,15	6,36	1,71	Slabo Weakly	0,10	Umjereno Moderate	9,9	24,3	12,5	Bogato Rich	Umjereno Moderate
	Cvatanja Flowering	4,89	5,47	1,67	Slabo Weakly	0,10	Umjereno Moderate	10,0	24,8	13,8	Bogato Rich	Umjereno Moderate
	Žetva Harvest	4,96	6,19	1,72	Slabo Weakly	0,09	Umjereno Moderate	10,1	23,7	11,0	Bogato Rich	Umjereno Moderate

Tijekom istraživanja utvrđeno je smanjenje reakcije tla, kao i količine humusa. Količina fiziološki aktivnog P₂O₅ pri uzgoju grahorice smanjena je za 4,9 mg/100 g tla, a pri uzgoju zobi za još 0,7 mg/100 g tla. Opskrbljenost fiziološki aktivnim K₂O tijekom istraživanja kod obje kulture ostala je umjerena. Bilancom fiziološki aktivnog P₂O₅ i K₂O ustanovljeno je na kraju istraživanja smanjenje fiziološki aktivnog P₂O₅ za 228 kg/ha i fiziološki aktivnog K₂O za 45 kg/ha.

ZAKLJUČAK

Na temelju izloženoga mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Tijekom uzorkovanja pri uzgoju grahorice zbijenost tla se povećavala, a najveće vrijednosti gustoće pakiranja čestica (Gp) utvrđene su u žetvi. Za površinski horizont ova vrijednost iznosi 1,71, a za potpovršinski 1,83. Najveća zbijenost pri uzgoju zobi utvrđena je u fenofazi klasanja i za oba horizonta vrijednost Gp-a iznosi 1,80.
2. Najmanja opasnost od stvaranja pokorice za grahoricu ustanovljena je prije početka vegetacije i u žetvi. Ovo potvrđuje parametar W₁/Kv koji za površinski horizont u početku vegetacije iznosi 1,22, a u žetvi 1,12. Pri uzgoju zobi najnepovoljnije stanje utvrđeno je u žetvi.
3. Najmanja opasnost od zbijanja tla obradom kod grahorice ustanovljena je na početku vegetacije i u vrijeme žetve. Ovu konstataciju potvrđuje parametar W_p/Kv, koji za površinski horizont prije početka vegetacije iznosi 0,88, a u žetvi 0,81. Kod uzgoja zobi ustanovljeno je najnepovoljnije stanje u žetvi. Za površinski horizont vrijednost W_p/Kv iznosi 0,71, a za potpovršinski 0,58.
4. Tijekom istraživanja ustanovljeno je smanjenje količine humusa. Razina opskrbljenosti tla ukupnim dušikom nakon uzgoja grahorice uvećana je, a nakon uzgoja zobi ustanovljeno je smanjenje sadržaja ukupnog dušika.
5. Uz postojeću gnojidbu količina fiziološki aktivnog P₂O₅ pri uzgoju grahorice smanjena je za 4,9 mg/100 g tla, a pri uzgoju zobi za još 0,7 mg/100 g tla. Opskrbljenost fiziološki aktivnim K₂O kod obje kulture tijekom istraživanja uz odgovarajuću gnojidbu ostala je umjerena.
6. Statističkom obradom podataka utvrđen je kod obje kulture najači do potpuni pozitivni korelacijski odnos između gustoće pakiranja čestica (Gp) i momentalne vlage (Mv), a najjači negativni korelacijski odnos je između gustoće pakiranja čestica (Gp) i koeficijenta pora (e).

LITERATURA

- Jagar, N., Stojnović, M. (1998): Žetva grahorice. Zbornik radova o aktualnim zadacima mehanizacije poljoprivrede, Opatija.

Tablica 8. Dinamika fosfora i kalija na ispitivanoj parceli
 Table 8: Phosphorus and potassium dynamics on test parcel

Godina Year	Uzimanje uzoraka/promjena stanja Sampling / dynamics	mg/100 g tla - mg/100 g of soil		kg/ha	
		P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
1997/98.	Početno stanje (prije sjetve grahorice) Previous to vetch sowing	29,3	12,0	1336	547
	Gnojidba - Fertilizing (150 kg/ha NPK 15:15:15)			+22	+22
	Cvatnja - Flowering	24,3	11,0	1108	502
	Prinos (350 kg/ha grahorice + 500 kg/ha raži) Yield (350 kg/ha vetch + 500kg/ha rye)			-11	-23
	Žetva - Harvest	24,4	12,0	1112	547
	Zaoravanje žetvenih ostataka Ploughing in of harvest residues				+16
	Prije sjetve zobi - Previous to oat sowing	24,3	12,5	1108	570
1999.	Gnojidba - Fertilizing (200 kg/ha NPK 7:20:30)			+40	+60
	Cvatnja - Flowering	24,8	13,8	1130	629
	Prinos (4 t/ha zobi) - Yield (4t/ha of oat)			-48	-128
	Žetva - Harvest	23,7	11,0	1108	502

Jagar, N., Stojnović, M., Špoljar, A. (1999): Žetva grahorice. Zbornik radova o aktualnim zadacima mehanizacije poljoprivrede, Opatija.

JDPZ (1966): Kemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik, Knj. I, Beograd.

JDPZ (1967): Metodika terenskog ispitivanja zemljišta i izrade pedoloških karata. Priručnik, Beograd.

JDPZ (1971): Metodika ispitivanja fizičkih svojstava zemljišta. Priručnik, Knj. X, Beograd.

Škorić, A. (1986): Priručnik za pedološka istraživanja. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.

Špoljar, A., Jagar, N., Stojnović, M. (1999): Utjecaj grahorice kao pretkulture na značajke tla. Agronomski glasnik, str. 43-49, Zagreb.

Racz, Z. (1985): Agrikultura mehanika tla. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Vukadinović, V. (1993): Ishrana bilja (mineralna i organska gnojiva). Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek.

acs66_15