

UTJECAJ OBRADE NA TLO, PRINOSE, SADRŽAJ UKUPNIH MASTI I BJELANČEVINA U ZRNU KUKURUZA

INFLUENCE OF TILLAGE ON SOIL PROPERTIES, YIELD, AND FAT AND PROTEIN CONTENT IN THE GRAIN OF MAIZE

A. Špoljar, Ivka Kvaternjak, I. Kisić, D. Marenčić, Vesna Orehovački

SAŽETAK

Na pokušalištu Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima tijekom 2008. godine istraživana je utjecaj različitih načina obrade na značajke tla i prinose zrna kukuruza (*Zea mays L.*). Uz navedeno, istraživana je utjecaj obrade i značajki tla na ukupni sadržaj masti i bjelančevina u zrnu kukuruza. Uglavnom je utvrđen povoljniji utjecaj reducirane obrade na fizikalne značajke tla u odnosu na intenzivnije načine obrade s više zahvata. Kod svih istraživanih načina obrade tla ustanovljeni su pozitivni korelacijski odnosi između sadržaja ukupnih masti, bjelančevina i kapaciteta tla za vodu. Najveći korelacijski koeficijent utvrđen je za bjelančevine kod varijante B ($r = 0,51$; $p < 0,05$), a za ukupni sadržaj masti kod varijante E ($r = 0,56$; $p < 0,05$). Veće vrijednosti kapaciteta tla za zrak također su utjecale na veći sadržaj ukupnih masti (signifikantno kod varijante D s vrijednošću $r = 0,65$; $p < 0,01$) i bjelančevina (signifikantno kod varijante D s vrijednošću $r = 0,63$; $p < 0,01$). Utvrđen je također nepovoljan utjecaj zbijenosti tla na sadržaj ukupnih masti (signifikantno kod varijante D s vrijednošću $r = -0,77$; $p < 0,001$) i bjelančevina (signifikantno kod varijante D s vrijednošću $r = -0,51$; $p < 0,05$) kod svih istraživanih načina obrade tla. Signifikantno manje vrijednosti sadržaja humusa u tlu bile su kod varijante E (intenzivnija obrada) u odnosu na ostale istraživane načine obrade tla, osim u odnosu na varijantu B ($p < 0,05$), a glede ukupnog sadržaja dušika u tlu statistički opravdanih razlika nije bilo. Također su utvrđeni pozitivni korelacijski odnosi između sadržaja bjelančevina i količine humusa u tlu (signifikantno kod varijante B; $r = 0,73$; $p < 0,05$) i uglavnom pozitivni između ukupnog sadržaja masti i količine humusa ($p > 0,05$). Slični korelacijski odnosi dobiveni su između sadržaja ukupnih masti u zrnu i ukupnog sadržaja dušika (p

> 0,05). Većinom su utvrđeni negativni korelacijski odnosi između ostvarenih prinosa i sadržaja bjelančevina u zrnu, a također je dobiven najveći negativni korelacijski koeficijent između ukupnog sadržaja masti u zrnu i prinosa ($p > 0,05$). Signifikantno niži prinosi zrna kukuruza bili su na varijanti A (reducirana obrada) u odnosu na ostale istraživane načine obrade tla ($p < 0,05$).

Ključne riječi: obrada tla, značajke tla, ukupne masti, bjelančevine, prinos zrna, kukuruz

ABSTRACT

The influence of different tillage systems on soil properties and yields of maize grain (*Zea mays* L.) was investigated during 2008 on the experimental field of the College of agriculture in Križevci. The influence of tillage and soil properties on total fat and protein content in maize grain was also investigated. Mainly more positive effect of reduced tillage on physical soil properties was determined compared to more intensive systems of tillage. Positive correlations between fat and protein content and water capacity of soil were determined for all investigated tillage systems. The highest correlation coefficient was determined for protein content in tillage system B ($r = 0.51$; $p < 0.05$), and for total fat content in system E ($r = 0.56$; $p < 0.05$). The higher values of soil air capacity also influenced a higher total fats content (significant for tillage variant D with the value $r = 0.65$; $p < 0.01$) and also a higher protein content (significant for tillage variant D with the value $r = 0.63$; $p < 0.01$). A negative impact of soil compactness on total fat content was also determined (significant for D variant with the value $r = -0.77$; $p < 0.001$) and on protein content (significant for D variant with the value $r = -0.51$; $p < 0.05$) for almost all investigated tillage systems. Significantly lower values of humus content in the soil were registered for E variant (more intensive way of tillage) compared to other variants of tillage, except in relation to variant B ($p < 0.05$), while there were no significant differences between tillage systems related to total nitrogen content in the soil. Positive correlations were determined between protein content and amount of humus in the soil (significant for B variant; $r = 0.73$; $p < 0.05$) and mostly positive correlations between total fat content and amount of humus ($p > 0.05$). Similar correlations were determined between fat and nitrogen in maize grain ($p > 0.05$). Mostly negative correlations were

determined between yields gained and content proteins in maize grain, and the highest negative correlation coefficient was determined between total fat content in maize grain and yields of maize grain ($p > 0.05$). Significantly lower yields of maize grain were determined for variant A (reduced tillage) compared to other investigated variants of tillage ($p < 0.05$).

Key words: tillage systems, soil properties, fats, proteins, grain yield, maize

UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

U svijetu je utjecaj različitih načina obrade na značajke tla i prinose zrna kukuruza (*Zea mays L.*) uzgajanog u plodoredu istraživao veći broj autora (Ashraf i sur., 1999; Bahl i Pashricha 2000; Butorac i sur., 1981; DeMaria 1999. i dr.). Kod nas se uglavnom istražuje utjecaj obrade na prinose zrna kukuruza i soje (*Glycine hyspida L.*) ili gnojidbe na prinose zrna soje i/ili kukuruza (Redžepović i sur., 1991; Jug i sur., 2005; Košutić i sur., 2005). Špoljar i sur., 2009. u istraživanjima različitih načina obrade na neke značajke tla i sadržaj bjelančevina u zrnu kukuruza i soje utvrđuju da intenzivnija obrada, uz općenito povoljnije stanje značajki tla, povoljno utječu na sadržaj bjelančevina u zrnu ovih usjeva. Uglavnom pozitivne korelacijske odnose između istraživanih fizikalnih i kemijskih značajki tla i sadržaja ukupnih masti i bjelančevina u zrnu kukuruza dobivaju Špoljar i sur., 2010.

Kako je iz ovog kratkog pregleda provedenih istraživanja vidljivo, autori se uglavnom bave utjecajem različitih načina obrade i gnojidbe na značajke tla i prinose zrna ovog usjeva. Glede toga, u pokusu s kukuruzom kojem je soja bila predusjev, osim utjecaja različitih načina obrade, istraživan je i utjecaj nekih fizikalnih i kemijskih značajki tla na sadržaj ukupnih masti i bjelančevina u zrnu. Dakle, ciljevi istraživanja obuhvatili su:

- utvrđivanje utjecaja obrade na značajke tla i prinose zrna kukuruza, te
- različitih načina obrade i značajki tla na sadržaj ukupnih masti i bjelančevina u zrnu ovog usjeva.

MATERIJAL I METODE

U tijeku 2008. godine na pokušalištu Visokog gospodarskog učilišta u Križevcima (N: 46°01'12" E: 16°34'28") na luvisolu ilovaste teksture (FAO, 2006; IUSS-WRB, 2006) istraživana je utjecaj različitih načina obrade tla na prinos zrna kukuruza, stanje nekih fizikalnih (maksimalni i retencijski kapacitet tla za vodu, kapacitet tla za zrak, gustoća pakiranja čestica) i kemijskih (reakcija tla mjerena u 1MKCl-u, sadržaj humusa i ukupnog dušika) značajki te utjecaj na sadržaj bjelančevina i ukupnih masti u zrnu. U tijeku 2007. na istoj pokusnoj površini kao predusjev za kukuruz uzgajala se soja. Također su izrađeni korelacijski odnosi između istraživanih značajki tla te sadržaja bjelančevina i ukupnih masti u zrnu kukuruza. Pokusne varijante prikazane su na Tablici 1.

Tablica 1. Primijenjeni načini obrade tla

Table 1. Applied tillage systems

Oznaka, Mark	Način obrade Tillage system
A.	Proljetno oranje do 30 cm + predsjetvena priprema sjetvospremačem
B.	Proljetno oranje do 30 cm + predsjetvena priprema tla rotirajućom drljačom
C.	Jesensko oranje do 30 cm + zatvaranje zimske brazde klinastom drljačom + predsjetvena priprema tla rotirajućom drljačom
D.	Jesensko oranje do 30 cm + zatvaranje zimske brazde klinastom drljačom + predsjetvena priprema tla sjetvospremačem
E.	Jesensko oranje do 30 cm + zatvaranje zimske brazde klinastom drljačom + tanjuranje + predsjetvena priprema tla sjetvospremačem

Pokus je postavljen na 0,8 ha površine, s pet različitih varijanti obrade tla u četiri ponavljanja, a površina svake varijante iznosila je 280 m² (20 x 14 m). U dva su navrata tijekom istraživanja (prije početka vegetacije i nakon berbe kukuruza) uzimani prosječni uzorci tla iz površinskog horizonta do 30 cm dubine za kemijske analize. Uzorci za fizikalne analize tla, do 30 cm dubine, uzeti su po fenološkim stadijima razvoja usjeva u tri navrata (nakon nicanja, u

metličanju kukuruza i nakon berbe). Radi veće preciznosti rezultata, pojedinačni uzorci uzimani su u četiri ponavljanja (ukupno šesnaest pojedinačnih uzoraka na svakoj varijanti). Pedološke analize izrađene su prema važećim kriterijima u skladu s međunarodnim ISO standardima. U pojedinačnim uzorcima tla određen je kapacitet tla za vodu kod 0,033 MPa (ISO 11465:2004), gustoće tla (ISO 11272:2004), ukupni porozitet (ISO 11508:2004) i kapacitet tla za zrak (ISO 11465:2004). Iz prosječnih uzoraka tla određen je ukupni sadržaj dušika po Kjeldahlu (ISO 11261:2004), količina humusa po Tjurinu i reakcija tla u 1 MKCl-u (ISO 10390:2005). Za potrebe procjene zbijenosti tla izračunata je gustoća pakiranja čestica prema Benecku i Rengeru (SSEW, 1976.) prema sljedećem postupku: volumna gustoća tla + (0,09 x volumna gustoća tla). Za ocjenu stupnja zbijenosti na osnovi ovoga pokazatelja korišteni su naredni kriteriji (Butorac i sur., 1986): mala zbijenost do 1,40 g/cm³; srednja zbijenost 1,40 – 0,74 g/cm³ i jaka zbijenost preko 0,75 g/cm³. Sadržaj bjelančevina u zrnu kukuruza izrađen je prema ISO 5983-1 i ISO 5983-2, a ukupnih masti prema ISO 7302:1982 (ukupno šesnaest određivanja po varijanti).

Na temelju podataka meteorološke postaje u godini istraživanja analizirane su mjesečne i godišnje količine oborina te srednje mjesečne i godišnje temperature zraka i uspoređene su s tridesetogodišnjim razdobljem od 1978. do 2007. Za karakterizaciju klime izračunat je godišnji kišni faktor prema Langu i mjesečni prema Gračaninu (cit. Bašić, 1981.). Također je za istraživanu godinu i za ranije tridesetogodišnje razdoblje izračunata bilanca vode u tlu po metodi Thornthwaitea. Podaci za istraživane godine uspoređeni su s višegodišnjim prosjecima.

Pedološki podaci te sadržaj bjelančevina i ukupnih masti u zrnu kukuruza statistički su obrađeni korelacijskom i regresijskom analizom statističkim programom Statistica 7.1. (StafSoft, Inc. 2006.) korištenjem GLM postupka. Prinosi zrna kukuruza te sadržaj bjelančevina i ukupnih masti u zrnu uspoređeni su po varijantama analizom varijance za $p < 0,05$.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

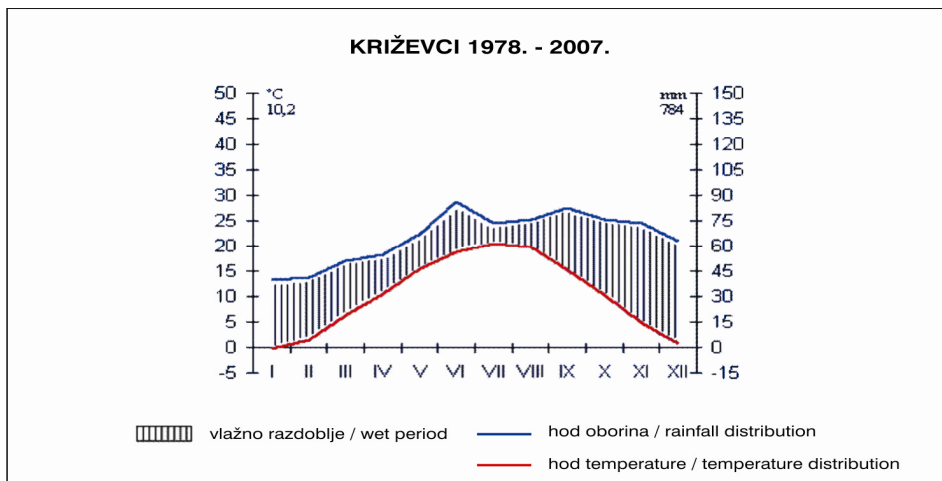
Klimatski uvjeti

Na osnovi srednjih mjesečnih temperatura zraka u tijeku vegetacije kukuruza prevladavali su vrući, a u tridesetogodišnjem razdoblju od 1978. do 2007. topli klimatski uvjeti. Mjesečni kišni faktor prema Gračaninu (Kfm) ukazuje na peraridne do humidne klimatske prilike u vegetacijskom razdoblju kukuruza, dok su u ranijem razdoblju bili nešto povoljniji semiaridni uvjeti, Tablica 2. Klimadijagram po Walteru također ukazuje na prevladavajuće sušne uvjete u tijeku vegetacije kukuruza, kakvih u ranije razmatranom razdoblju nije bilo, Grafikoni 1. i 2.

Rezultati komponenata bilance oborinske vode u tlu za razdoblje od 1978. do 2007. i za 2008. godinu daju se na Tablici 2. Na osnovi kišnog faktora prema Langu (Kf) u ranijem tridesetogodišnjem razdoblju i u istraživanoj 2008. godini vladali su na području Križevaca semihumidni klimatski uvjeti. Vrijednosti potencijalne korigirane evapotranspiracije (PET, k.) kao izraz potreba biljaka za vodom bile su u istraživanoj godini u odnosu na prethodno tridesetogodišnje razdoblje veće za 59,1 mm, a stvarne (SET) manje za 15,6 mm. Drugim riječima, biljke nisu imale na raspolaganju dovoljne količine vode. Utvrđeni nedostatak vode u tijeku vegetacije (srpanj i kolovoz) kukuruza bio je veći u odnosu na razmatrano razdoblje za 74,7 mm. Višak vode pojavio se izvan vegetacije, a bio je manji u odnosu na ranije razdoblje za 29 mm. Moglo bi se, dakle, reći na temelju razmatranih klimatskih elemenata i pokazatelja, kao i na temelju komponenata bilance oborinske vode u tlu prema Thornthwaiteu da su na području Križevaca prevladavali sušni uvjeti kakvi u razdoblju od 1978. do 2007. nisu zabilježeni. Unatoč tomu, ostvareni su na svim varijantama pokusa relativno visoki prinosi zrna kukuruza, (Tablica 4). U sušnim godinama pri uzgoju usjeva u plodoredu, uz primjenu kombinirane organske i mineralne gnojidbe s kalcifikacijom, Špoljar 2008. također dobiva visoke i stabilne prinose zrna ovog usjeva. Autor navodi da je jedan od osnovnih razloga za takve prinose, uz primijenjene mjere gospodarenja, veća otpornost kukuruza na sušu.

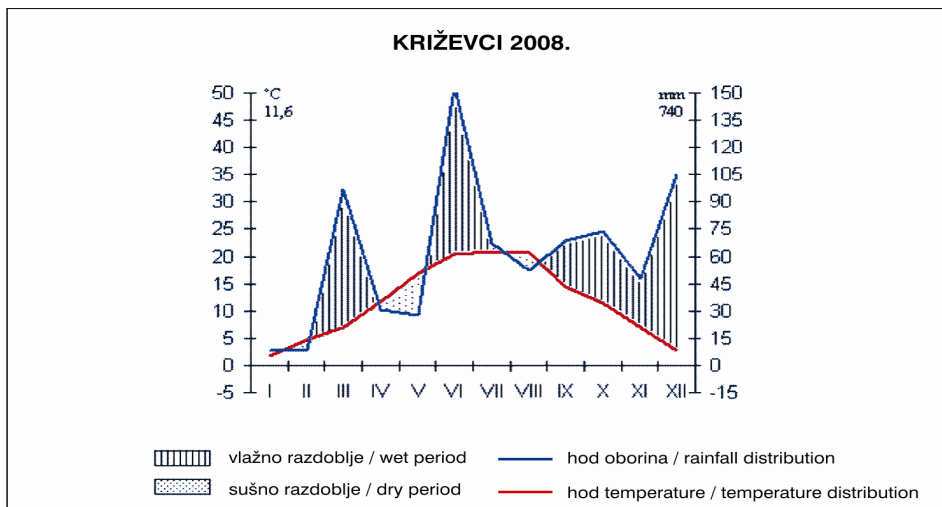
Grafikon 1. Klimadijagram po Walteru

Graph. 1. Climatic diagram according to Walter



Grafikon 2. Klimadijagram po Walteru

Graph. 2. Climatic diagram according to Walter



Tablica 2. Klimatski pokazatelji za razdoblje od 1978. do 2007. i za 2008. godinu
Table 2. Climatic factors for the period of 1978-2007 and 2008.

Mjesec, Month	Razdoblje od 1978. do 2007., Period 1978-2007												Σ
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Oborine, Rainfall, mm	39,8	40,7	50,6	54,0	67,7	86,4	74,2	76,3	82,6	76,1	73,5	62,3	784,2
Temperature, °C	-0,3	1,5	6,1	10,5	15,4	18,7	20,3	19,6	15,2	10,3	4,7	0,8	10,2
Oznaka, Mark	n	hl	uhl	ut	t	t	v	t	t	t	uhl	hl	t
Kfm, Gračanin	-	27,1	8,3	5,1	4,4	4,6	3,7	3,9	5,4	7,4	15,6	77,9	-
Humidnost, Humidity	-	ph	h	h	sa	sa	sa	sa	sh	h	ph	ph	-
Kišni faktor prema Langu, Rain factor according to Lang, Kf = 76,9													
2008. godina, year 2008.													
Oborine, Rainfall, mm	8,4	7,9	97,0	30,8	27,3	153,5	66,8	51,9	69	74	48	106	739,6
Temperature, °C	1,6	4,7	6,9	11,6	17,0	24,0	21,0	20,6	14,5	11,5	6,9	2,9	11,9
Oznaka, Mark	hl	hl	uhl	ut	t	v	v	v	t	ut	uhl	hl	ut
Kfm, Gračanin	5,3	1,7	14,1	2,7	1,6	6,4	3,2	2,6	4,7	6,7	7	37,9	-
Humidnost, Humidity	sh	a	ph	a	pa	sh	a	a	sa	h	h	ph	-
Kišni faktor prema Langu, Rain factor according to Lang, Kf = 62,1													

Tumač: n - nivalni klimatski uvjeti (srednja mjesečna temperatura zraka manja od 0,5°C), hl - hladni klimatski uvjeti (0,5-4,0°C), uhl - umjereno hladni klimatski uvjeti (4,0-8,0°C), ut - umjereno topli klimatski uvjeti (8,0-12,0°C), t - topli klimatski uvjeti (12,0-20,0°C), v - vrući klimatski uvjeti (>20°C); pa - peraridna klima; a - aridna, sa - semiaridna klima, sh - semihumidna klima, h - humidna klima, ph - perhumidna klima

Legend: n - nival climate (average month temperatures of air lower than (0.5°C), hl - cold climate (0.5-4.0°C), uhl - moderately cold climate (4.0-8.0°C), ut - moderately warm climate (8.0-12.0°C), t - warm climate (12.0-20.0°C), v - hot climate (>20°C); pa - perarid climate, a - arid climate, sa - semiarid climate, sh - semihumid climate, h - humid climate, ph - perhumid climate

Tablica 3. Bilanca vode u tlu po Thornthwaiteu za razdoblje od 1978. do 2007. i za 2008. godinu
Table 3. Water balance according to Thornthwaite for the period 1978 - 2007 and 2008.

1978. - 2007.													
Mjesec, Month	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Σ
PET, k.	0,0	3,8	24,6	51,5	92,3	117,7	130,6	115,8	73,3	41,9	14,0	1,6	667,1
SET	0,0	3,8	24,6	51,5	92,3	117,7	118,3	76,3	73,3	41,9	14,0	1,6	615,3
M, mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,3	39,5	0,0	0,0	0,0	0,0	51,8
V, mm	39,8	36,9	26,0	2,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	60,7	168,9
2008. godina, year													
PET, k.	2,8	11,6	24,0	52,2	98,0	155,8	131,9	118,9	64,2	42,9	18,6	5,4	726,2
SET	2,8	11,6	24,0	52,2	98,0	155,8	72,5	51,9	64,2	42,9	18,6	5,4	599,7
M, mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,4	67,0	0,0	0,0	0,0	0,0	126,5
V, mm	5,6	0,0	69,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64,9	139,9

Tumač: PET, k. - potencijalna korigirana evapotranspiracija; SET - stvarna evapotranspiracija; M - manjak vode; V - višak vode
Legend: PET, k. - potential corrected evapotranspiration; SET - real evapotranspiration; M - lack of water; V - surplus of water

Utjecaj obrade na značajke tla, sadržaj bjelančevina i ukupnih masti u zrnu kukuruza te prinose

Na Tablici 4. prikazani su rezultati prinosa zrna kukuruza po varijantama obrade, a na Tablici 5. rezultati utjecaja različitih načina obrade na sadržaj bjelančevina i ukupnih masti u zrnu ovog usjeva. Na Tablicama 6. i 7. daju se rezultati utjecaja različitih načina obrade na fizikalne i kemijske značajke tla, a korelacijski odnosi između istraživanih značajki tla i bjelančevina te ukupnih masti u zrnu kukuruza na Tablicama 8. i 9. Korelacijske odnose između prinosa zrna kukuruza i sadržaja bjelančevina te ukupnih masti u zrnu po varijantama obrade prikazuje Tablica 10.

Statistički opravdano veći prinosi zrna kukuruza dobiveni su kod intenzivnije obrade (varijante C, D i E) te kod reducirane gdje je uz proljetno oranje do 30 cm obavljena predsjetvena priprema tla rotirajućom drljačom (varijanta B).

Tablica 4. Statistička analiza prinosa zrna kukuruza

Table 4. Statistical analysis of yield of maize grain

Usjev, Crop	Način obrade, Tillage systems					Standardna greška, Standard error S.E.
	A	B	C	D	E	
	Prosječni prinosi, Average yields, t/ha					
Kukuruz, Maize	10,49 ^a	13,83 ^b	13,53 ^b	13,17 ^b	13,57 ^b	± 0,64

Tumač: ^{a,b} Vrijednosti u istom redu tablice označene različitim slovima značajno se razlikuju

Legend: ^{a,b} Values in the same row of the table marked by different letters are significantly different

Statistički opravdano veći sadržaj bjelančevina utvrđen je kod varijanata C i E u odnosu na A i B, odnosno uglavnom su glede sadržaja bjelančevina dobiveni bolji rezultati kod intenzivnije obrade tla. Nasuprot tomu, signifikantno manji sadržaj ukupnih masti u zrnu kukuruza utvrđen je pri intenzivnijoj obradi tla (varijanta E) u odnosu na reduciranu (varijante A i B)

te u odnosu na druge intenzivnije načine obrade (varijante C i D). Wilhelm i Wortman 2004. također dobivaju povoljan utjecaj intenzivnije obrade na sadržaj bjelančevina u zrnu kukuruza i soje uzgajanih u plodoredu. Veći sadržaj ulja u zrnu ovih usjeva autori utvrđuju kod intenzivnije obrade.

Tablica 5. Utjecaj različitih načina obrade tla na sadržaj bjelančevina i masti u zrnu kukuruza

Table 5. Influence of soil tillage systems on the protein content and fats in maize grain

Varijabla, Variable	Način obrade, Tillage system					Standardna greška, Standard error S.E.
	A	B	C	D	E	
	Prosječna vrijednost, Mean value, %					
Bjelančevine, Proteins	8,64 ^{ac}	8,54 ^a	8,89 ^b	8,7 ^c	8,93 ^{bd}	± 0,08
Masti, Total fats	3,34 ^a	3,24 ^a	2,82 ^b	2,81 ^b	2,32 ^c	± 0,06

Tumač: ^{a,b,c,d} Vrijednosti u istom redu tablice označene različitim slovima značajno se razlikuju
 Legend: ^{a,b, c, d} Values in the same row of the table marked by different letters are significantly different

Najviše vrijednosti maksimalnog kapaciteta tla za vodu utvrđene su kod reducirane obrade sa signifikantno većim vrijednostima maksimalnog kapaciteta tla za vodu kod varijante B u odnosu na ostale istraživane načine obrade. Kod varijante B utvrđene su signifikantno veće vrijednosti kapaciteta tla za vodu u odnosu na intenzivnije načine obrade tla, a razlika između reduciranih načina obrade nije bilo. Također nisu utvrđene signifikantne razlike kapaciteta tla za vodu između varijanata A i E. Najnepovoljnije stanje kapaciteta tla za zrak utvrđeno je kod intenzivnije obrade sa signifikantno manjim vrijednostima kod varijante E u odnosu na ostale istraživane načine obrade. Najveće vrijednosti gustoće pakiranja čestica tla (Gp) zabilježene su također u varijanti E. Signifikantno veće vrijednosti Gp-a kao indikatora zbijenosti tla utvrđene su na svim varijantama intenzivnije obrade u odnosu na reduciranu. Kako je vidljivo, glede istraživanih fizikalnih značajki tla, utvrđena su uglavnom povoljnija stanja tla u svim načinima obrade tla s manjim brojem prohoda (varijante A i B). Pri uzgoju kukuruza i pšenice u plodoredu Filipović i sur., 2006. u istraživanjima utjecaja različitih načina obrade na neke fizikalne značajke

također utvrđuju manje vrijednosti volumne gustoće i zbijenosti tla kod izostavljene i konzervacijske obrade u odnosu na konvencionalnu. Slične rezultate glede povećanja sadržaja vlage u tlu primjenom izostavljene obrade i ugara u odnosu na intenzivniju obradu navode Drew i sur., 1997.

Tablica 6. Srednje vrijednosti fizikalnih značajki tla po varijantama obrade

Table 6. Mean values of physical soil properties according to tillage variants

Značajka tla, Soil property	Način obrade tla, Tillage variant					Standardna greška, Standard error S.E.
	A	B	C	D	E	
	Prosječne vrijednosti, Mean values					
Maksimalni kapacitet tla za vodu, Maximum soil water capacity MKv, mm	134,60 ^{ad}	138,37 ^b	129,32 ^{ce}	131,40 ^{cd}	127,23 ^e	± 1,27
Kapacitet tla za vodu, Soil water capacity, Kv, mm	124,54 ^{ac}	126,23 ^a	119,74 ^b	121,53 ^b	122,12 ^{bc}	± 1,05
Kapacitet tla za zrak, Soil air capacity Kz, % vol.	3,40 ^a	3,99 ^a	3,23 ^a	3,32 ^a	2,06 ^b	± 0,36
Gustoća pakiranja čestica, Packing density, Gp, g/cm ³	1,58 ^a	1,57 ^a	1,66 ^b	1,65 ^b	1,70 ^b	± 0,02

Tumač: ^{a,b,c,d,e} Vrijednosti u istom redu tablice označene različitim slovima značajno se razlikuju

Legend: ^{a,b,c,d,e} Values in the same row of the table marked by different letters are significantly different

Signifikantno niže vrijednosti reakcije tla mjerene u 1 MKCl-u utvrđene su kod reducirane obrade na varijanti B u odnosu na ostale načine obrade. Te su razlike bez sumnje posljedica razgradnje biljnih ostataka u plićem sloju tla, pri

čemu se u jednoj etapi razgradnje oslobađaju organske kiseline. Signifikantno niže vrijednosti sadržaja humusa u odnosu na ostale istraživane načine obrade tla (osim varijante B), utvrdili smo u varijanti E. Držimo da je to posljedica „razrijeđenja“ iste mase humusa u dubljem sloju tla. Zbog tih razloga smatramo pogodnijim sadržaj humusa iskazivati u kg/ha do dubine oraničnog sloja tla – kg/ha_{30cm}. U pogledu sadržaja dušika u tlu signifikantne razlike među varijantama obrade nisu utvrđene.

Tablica 7. Srednje vrijednosti kemijskih značajki tla po varijantama obrade

Table 7. Mean value of chemical soil properties according to tillage variants

Značajka tla, Soil property	Način obrade tla, Tillage variant					Standardna greška, Standard error S.E.
	A	B	C	D	E	
	Prosječne vrijednosti, Mean value					
pH, 1 M KCl	4,89 ^a	4,73 ^b	5,29 ^c	5,40 ^{cd}	5,51 ^d	± 0,05
Humus, humus, gkg ⁻¹	22,20 ^a	18,51 ^b	21,83 ^a	21,99 ^a	20,15 ^{ab}	± 0,80
Ukupni dušik, Total nitrogen, %	0,12	0,11	0,13	0,12	0,12	± 0,05

Tumač: ^{a,b,c,d} Vrijednosti u istom redu tablice označene različitim slovima značajno se razlikuju

Legend: ^{a,b,c,d} Values in the same row of the table marked by different letters are significantly different

Za sve istraživane načine obrade tla ustanovljeni su pozitivni korelacijski odnosi između sadržaja bjelančevina i kapaciteta tla za vodu, a najveća vrijednost korelacijskog koeficijenta bila je kod varijante B ($r = 0,51$; $p < 0,05$) a za ukupni sadržaj masti kod varijante E ($r = 0,56$; $p < 0,05$). Veće vrijednosti kapaciteta tla za zrak također su utjecale na veći sadržaj ukupnih masti i bjelančevina kod svih istraživanih načina obrade, a najveće vrijednosti korelacijskog koeficijenta između ovih varijabli utvrđene su kod varijante obrade D (za bjelančevine $r = 0,63$; $p < 0,01$ i za ukupne masti $r = 0,65$; $p < 0,01$). Utvrđen je također nepovoljan utjecaj zbijenosti tla na sadržaj ukupnih masti i bjelančevina gotovo kod svih istraživanih načina obrade tla. Najveće vrijednosti korelacijskog koeficijenta između ovih varijabli utvrđene su kod varijante obrade D (za bjelančevine $r = - 0,51$; $p < 0,05$ i za masti $r = - 0,77$; $p <$

0,001). Kako je iz podataka vidljivo, veći sadržaj vlage u mikroporama tla te veći kapacitet tla za zrak povoljno utječu na sadržaj bjelančevina i ukupnih masti u zrnu kukuruza. Također je utvrđen nepovoljan utjecaj zbijenosti tla na sadržaj ukupnih masti i bjelančevina u zrnu kukuruza.

Tablica 8. Korelacijski odnosi između sadržaja bjelančevina i ukupnih masti u zrnu kukuruza i fizikalnih značajki tla po varijantama obrade

Table 8. Correlation relationships between proteins and total fats content in maize grain and physical properties according to tillage variants

Varijabla, Variable	Varijanta obrade tla, Tillage variant	Značajke tla, Soil properties		
		Kapacitet tla za vodu, Soil water capacity, Kv, mm	Kapacitet tla za zrak, Soil air capacity, Kz, % vol.	Gustoća pakiranja čestica, Packing density, Gp, g/cm ³
Bjelančevine, Proteins, %	A	0,05	0,26	-0,22
	B	0,51*	0,47	-0,24
	C	0,32	0,31	-0,22
	D	0,21	0,63**	-0,51*
	E	0,41	0,28	-0,06
Ukupne masti, Total fats, %	A	0,20	0,23	-0,02
	B	0,34	0,23	-0,08
	C	0,15	0,18	-0,32
	D	0,02	0,65**	-0,77***
	E	0,56*	0,35	-0,12

Tumač, Legend: p > 0,05; * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001

Između sadržaja bjelančevina i ukupnih masti u zrnu kukuruza i reakcije tla u 1 M KCl-u te sadržaja ukupnog dušika u tlu utvrđeni su pozitivni korelacijski odnosi kod svih istraživanih načina obrade, međutim ove vrijednosti nisu signifikantne. Također su utvrđeni pozitivni korelacijski odnosi između sadržaja bjelančevina u zrnu kukuruza i sadržaja humusa u tlu, a najveća vrijednost

korelacijskog koeficijenta bila je kod varijante B ($r = 0,73$; $p < 0,05$). Dobiveni su također uglavnom pozitivni korelacijski odnosi između ukupnog sadržaja masti u zrnu i količine humusa ($p > 0,05$). Thomison i sur., 2004. dobivaju slične rezultate u istraživanju utjecaja gnojidbe dušikom na sadržaj bjelančevina i masti u zrnu kukuruza. Isti autori navode da pojačana gnojidba dušikom povoljno utječe na sadržaj bjelančevina, a utjecaj na sadržaj masti u zrnu kukuruza u većini istraživanih godina nije utvrđen.

Tablica 9. Korelacijski odnosi između sadržaja bjelančevina i ukupnih masti u zrnu kukuruza i kemijskih značajki tla po varijantama obrade

Table 9. Correlation relationships between proteins and total fats content in maize grain and chemical properties according to tillage variants

Varijabla, Variable	Varijanta obrade tla, Tillage variant	Značajke tla, Soil properties		
		pH, u (in) 1 MKCl	Humus, humus g/kg	Ukupni dušik, Total nitrogen %
Bjelančevine, Proteins, %	A	0,31	0,42	0,31
	B	0,45	0,73*	0,21
	C	0,09	0,05	0,54
	D	0,23	0,40	0,60
	E	0,07	0,63	0,09
Ukupne masti, Total fats, %	A	0,46	0,21	0,11
	B	0,56	0,56	0,13
	C	0,22	0,25	0,26
	D	0,15	-0,04	0,32
	E	0,61	0,58	0,25

Tumač, Legend: $p > 0,05$; * $p < 0,05$

Većinom su utvrđeni negativni korelacijski odnosi između ostvarenih prinosa i sadržaja bjelančevina u zrnu, a također je dobiven najveći negativni korelacijski koeficijent između ukupnog sadržaja masti u zrnu i prinosa. Međutim, utvrđeni korelacijski odnosi nisu signifikantni.

Tablica 10. Korelacijski odnosi između sadržaja bjelančevina i ukupnih masti u zrnu kukuruza te prinosa po varijantama obrade

Table 10. Correlation relationships between proteins and total fats content in maize grain and yields according to tillage variants

Varijabla, Variable	Način obrade tla, Tillage variant				
	A	B	C	D	E
	Prinos, Yields t/ha				
Bjelančevine, Proteins %	-0,74	-0,28	-0,90	0,83	-0,69
Ukupne masti, Total fats%	-0,94	-0,32	0,19	0,62	0,29

Tumač, Legend: $p > 0,05$

Kako je iz rezultata vidljivo, uglavnom je utvrđen povoljniji utjecaj reducirane obrade na fizikalne značajke tla u odnosu na intenzivniju. Također su utvrđene signifikantno manje vrijednosti sadržaja humusa kod varijante E (jesensko oranje do 30 cm + zatvaranje zimske brazde klinastom drljačom + tanjuranje + predstjetvena priprema tla sjetvospremačem) u odnosu na reduciranu obradu i ostale intenzivnije načine obrade tla. Utvrđeni su pozitivni korelacijski odnosi između istraživanih kemijskih značajki tla i ukupnog sadržaja masti i bjelančevina u zrnu kukuruza, ali su statistički opravdani samo za sadržaj humusa i bjelančevina u zrnu. Pozitivni korelacijski odnosi bili su između kapaciteta tla za vodu i kapaciteta tla za zrak i ukupnog sadržaja masti i bjelančevina u zrnu, a negativni između ovih varijabli i gustoće pakiranja čestica. Kako je sadržaj masti i bjelančevina pokazatelj kakvoće zrna, manja zbijenost tla u uzgoju kukuruza pridonosi boljoj kakvoći. Statistički opravdano veći prinosi zrna kukuruza dobiveni su kod intenzivnije obrade (varijante C, D i E) te kod reducirane gdje je uz proljetno oranje do 30 cm obavljena predstjetvena priprema tla rotirajućom drljačom (varijanta B). Slične rezultate u istraživanju utjecaja obrade tla na prinose zrna kukuruza u središnjoj Austriji dobiva Liebhard 1996. Na varijantama pokusa gdje je primijenjena reducirana obrada u odnosu na intenzivniju prinosi zrna kukuruza bili su manji za 17%. Autor navodi da se stabilni i visoki prinosi zrna kukuruza mogu postići uzgojem ovog usjeva u plodoredu. Kod konvencionalne obrade tla i pri uzgoju soje i kukuruza u plodoredu u odnosu na izostavljenu obradu, više prinose zrna soje i

silaznog kukuruza dobivaju Whalen i sur., 2007. Uzgojem kukuruza u plodoređu uz primjenu kombinirane organske i mineralne gnojidbe s kalcifikacijom Špoljar 2008. također dobiva visoke i stabilne prinose zrna kukuruza. U istraživanjima utjecaja značajki tla, nagiba površine i hibrida na kvalitetu i prinose zrna kukuruza, Miao i sur., 2006. utvrđuju veći utjecaj hibrida u odnosu na ostale istraživane parametre.

ZAKLJUČCI

Na temelju izloženoga može se zaključiti:

- Uglavnom je utvrđen povoljniji utjecaj reducirane obrade na fizikalne značajke tla u odnosu na intenzivnije načine obrade. Signifikantno veće vrijednosti kapaciteta tla za vodu utvrđene su kod varijante B u odnosu na intenzivnije načine obrade tla ($p < 0,05$), a razlika između reduciranih načina obrade nije bilo. Najnepovoljnije stanje kapaciteta tla za zrak utvrđeno je kod intenzivnije obrade sa signifikantno manjim vrijednostima kod varijante E u odnosu na ostale istraživane načine obrade ($p < 0,05$). Signifikantno veće vrijednosti Gp-a, kao indikatora zbijenosti tla, utvrđene su na svim varijantama intenzivnije obrade u odnosu na reduciranu ($p < 0,05$). Kod svih istraživanih načina obrade tla ustanovljeni su pozitivni korelacijski odnosi između sadržaja bjelančevina i kapaciteta tla za vodu, a veće vrijednosti kapaciteta tla za zrak također su utjecale na veći sadržaj ukupnih masti i bjelančevina. Utvrđen je također nepovoljan utjecaj zbijenosti tla na sadržaj ukupnih masti i bjelančevina kod gotovo svih istraživanih načina obrade.
- Signifikantno manje vrijednosti sadržaja humusa u tlu bile su kod varijante E (intenzivnija obrada) u odnosu na ostale istraživane načine obrade tla, osim u odnosu na varijantu B ($p < 0,05$), a glede ukupnog sadržaja dušika u tlu statistički opravdanih razlika nije bilo. Također su utvrđeni pozitivni korelacijski odnosi između sadržaja bjelančevina i količine humusa u tlu i uglavnom pozitivni između ukupnog sadržaja masti i količine humusa. Slični korelacijski odnosi dobiveni su između sadržaja ukupnih masti u zrnu i ukupnog sadržaja dušika ($p > 0,05$). Većinom su utvrđeni negativni korelacijski odnosi između ostvarenih prinosa i sadržaja bjelančevina u

zrnu, a također je dobiven najveći negativni korelacijski koeficijent između ukupnog sadržaja masti u zrnu i prinosa ($p > 0,05$).

- Statistički opravdano veći prinosi zrna kukuruza dobiveni su kod intenzivnije obrade (varijante C, D i E) te kod reducirane gdje je uz proljetno oranje do 30 cm obavljena predstjetvena priprema tla rotirajućom drljačom (varijanta B).

LITERATURA

1. Ashraf, M., Pearson, C.H., Westfall, D.G., Sharp, R. (1999): Effect of conservation tillage on crop yields, soil erosion, and properties under furrow irrigation in western Colorado, American Journal of Alternative agriculture, Vol. 14 (2), p. 85-92.
2. Bašić, F. (1981): Pedologija. Knjiga, II dopunjeno izdanje, Poljoprivredni institut Križevci, Sveučilište u Zagrebu, Križevci.
3. Bahl, G.S., Pashricha, N.S. (2000): N-utilization by maize (*Zea mays L.*) as influenced by crop rotation and field (*Pisum sativum L.*) residue management. Soil Use and Management, Vol. 16(3), p. 230-231.
4. Butorac, A., Lacković, L., Beštak, T., Vasilj, Đ., Seiwert, V. (1981): Efikasnost reducirane i konvencionalne obrade tla u interakciji s mineralnom gnojivom u plodosmjeni ozima pšenica - šećerna repa - kukuruz na lesiviranom pseudogleju. Poljoprivredna znanstvena smotra, br. 54/1981, 5-30., Zagreb.
5. Butorac, A., Žugec, I., Bašić, F. (1986): Stanje i perspektive reducirane obrade tla u svijetu i u nas. Poljoprivredne aktualnosti, br. 25/1-2/1986, 159-262., Zagreb.
6. Drew, J.L., Walter, W.S., Brown, R.E. (1997): Crop production and soil water storage in long-term winter wheat-fallow tillage experiments. Soil and Tillage Research, Vol. 49(1-2), p. 19-27.
7. DeMaria, I.C., Nnabude, P.C., De Castro, O.M. (1999): Long-term tillage crop rotation effects on chemical properties of Rhodic ferralsol in southern Brazil. Soil and Tillage Research, Vol. 51 (1-2):71-79.
8. FAO (2006): Guidelines for Soil Profile Description. Rome, Italy.

9. Filipović, D., Husnjak, S., Košutić, S., Gospodarić, Z. (2006): Effects of tillage systems on compaction and crop yield of Albic Luvisol in Croatia. *Journal of Terramechanics*, Vol. 43, p. 177-189.
10. IUSS Working Group WRB (2006): World reference base for soil resources. *World Soil Resources Reports No.*, 103, FAO, Rome.
11. Jug, D., Blažinkov, M., Redžepović, S., Jug, I., Stipešević, B. (2005): Effects of different soil tillage systems on nodulation and yield of soybean. *Agriculture*, Vol. 11, p. 38-43.
12. Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z., Husnjak, S., Kovačev, I., Čopec, K. (2005): Effects of different tillage systems on yield of maize, winter wheat and soybean on albic luvisol in north-west Slavonija. *Central European Agriculture*, Vol. 6 (3), 241-248.
13. Liebhard, P. (1996): Influence of primary tillage on yield and yield characteristics of corn (*Zea mays L.*) in the centre upper Austria. *Bodenkultur*, Vol. 47 (3): 153-162.
14. Miao, Y., Mulla, D.J., Robert, P.C. (2006): Identifying important factors influencing corn yield and grain quality variability using artificial neural networks. *Precision Agriculture*, Vol. 7 (2): 117-135.
15. Redžepović, S., Sikora, S., Sertrić, Đ., Manitašević, J., Šoškić, M., Klaić, Ž. (1991): Utjecaj fungicida i gnojidbe mineralnim dušikom na bakterizaciju i prinos soje. *Znanstvena praksa u poljoprivrednoj tehnologiji*, Vol. 21, str. 43-49.
16. SSEW (1976): *Soil Survey Handbook*, Tech., Monograph No 5., Edited by J.M. Hodgson, Harpenden.
17. Špoljar, A. (2008): Utjecaj gnojidbe na fizikalno-kemijske značajke tla. *Disertacija*, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 148 str., Zagreb.
18. Špoljar, A., Kisić, I., Birkas, M., Kvaternjak, I., Marenčić, D., Orehovački, V. (2009): Influence of tillage upon soil properties, yield and protein content in maize and soybean grain. *Journal of environmental protection and ecology*, Vol. 10, p. 1013-1031.
19. Špoljar, A., Kvaternjak, I., Kisić, I., Marenčić, D., Orehovački, V. (2010): Utjecaj obrade na tlo, prinose, sadržaj ukupnih masti i bjelančevina u zrnu kukuruza (poster). *X kongres Hrvatskog tloznanstvenog društva u Plitvicama*, str. 162.

20. Thomison, P.R., Geyer, A.B., Bishop, B.L., Lentz, E. (2004): Nitrogen fertility effects on grain yield, protein, and oil corn hybrids with enhanced grain quality traits. Online, Crop Management doi:10.1094/CM-2004-1124-02-RS.
21. Whalen, J.K., Prasher, S.O., Benslim, H. (2007): Monitoring corn and soybean agroecosystems after establishing no-tillage practices in Quebec, Canada, Canadian Journal of Plant Science, Vol. 87, p. 841-849.
22. Wilhelm, W.W., Wortman, S.C. (2004): Tillage and Rotation Interactions for Corn and Soybean Grain Yield as Affected by Precipitation and Air Temperature, Agron. J., Vol. 96, p. 425-432.
23. * Statistički program Statistica 7.1. (StafSoft, Inc. 2006.)

Adrese autora - Author's adress:

Prof. dr. sc. Andrija Špoljar
Ivka Kvaternjak, dipl. ing.
Mr. sc. Dejan Marenčić
Vesna Orehovački, ing.
Visoko gospodarsko učilište u Križevcima
M. Demerca 1
email: aspoljar@vguk.hr

Primljeno - received:

25.04.2010

Prof. dr. sc. Ivica Kisić
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska 25
email: ikisic@agr.hr