

Sadržaj labilne organske materije černozema u sistemu zaoravanja međuuseva i naknadne setve jarih useva

Bojan Vojnov¹, Srđan Šeremešić¹, Branko Čupina¹, Đorđe Krstić¹, Svetlana Vujić¹, Milorad Živanov², Stefan Pavlović¹

¹Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, Srbija

*Corresponding author: MSc Bojan Vojnov; e-mail: bojan.vojnov@polj.uns.ac.rs

Izvod

Abstract

Poslednjih decenija zemljište je izloženo intenzivnom antropogenom uticaju. U agroekološkim uslovima Vojvodine ne postoji dovoljno istraživanja o uticaju zaoravanja međuuseva na sadržaj labilne organske materije (HWOC). Istraživanje je imalo za cilj da utvrdi uticaj plodosmene različitih vrsta ozimih međuuseva i jarih kultura gajenih u naknadnom roku setve (kukuruz, soja i sudanska trava) na promenu nivoa organske materije (OM) kao i sadržaja labilne OM. Ogled je postavljen na oglednom polju Rimski Šančevi na zemljištu koje pripada tipu černozem. Ogled sa ozimim međuusevima sastojao se iz združenog useva ozimog stočnog graška (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) i tritikalea (*×Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) (T+G), čistog useva ozimog stočnog graška (G) i kontrole bez međuuseva (K). Zaoravanje međuuseva na dubini od 27 cm obavljeno je u poslednjoj dekadi maja a setva kukuruza, soje i sudanske trave početkom juna. Đubrenje azotom izvršeno je u vidu prihrane sa 50 kg N ha⁻¹. Uzorkovanje zemljišta obavljeno je po skidanju useva iz naknadnog roka setve sa dubine od: 0-20 cm, 20-40 cm. Analizom varijanse utvrđen je značajan efekat jarih useva (kukuruz, soja i sudanska trava) u naknadnom roku setve na promenu sadržaja labilne OM, kao i interakcije međuuseva i đubrenja. Najveća vrednost HWOC kod kukuruza (658 μg g⁻¹) izmerena je na varijanti G N0 (0-20 cm), a najmanja kod sudanske trave na varijanti G N50 (20-40 cm). Najveći udeo HWOC u ukupnom sadržaju OM utvrđen je kod kukuruza (2.56%), dok je najmanji udeo izmeren kod sudanske trave (1.87%). S obzirom da HWOC ima sezonsku dinamiku, u narednom periodu neophodno bi bilo sprovesti niz istraživanja u pogledu odabira odgovarajućih međuuseva kao i vremena uzorkovanja zemljišta koji treba prilagoditi cilju istraživanja.

Ključne reči: međuusevi, organska materija, HWOC, kukuruz, soja, sudanska trava

Uvod

Introduction

Poslednjih decenija zemljište je izloženo intenzivnom antropogenom uticaju. Međutim savremena shvatanja uloge zemljišta u održivoj poljoprivredi polaze od usaglašavanja proizvodnje sa prirodnom plodnošću i kvalitetom zemljišta (Ćirić i sar., 2014). Nedostatak organskog đubriva, pre svega stajnjaka, upotreba teške mehanizacije, sintetičkih đubriva dovela je do narušavanja fizičkih, hemijskih i bioloških osobina zemljišta (Pimentel et al. 2005; Melero et al., 2006; Manojlović, 2008; Šeremešić i sar., 2016; Vojnov i sar., 2019a; Vojnov i sar., 2020). Kao posledica intenziviranja poljoprivredne proizvodnje u Vojvodini je poslednjih decenija prošlog veka došlo do smanjenja udela humusa u zemljištima od 0.2% do 0.81%, tj. u proseku za 0.38% (Bogdanović i sar. 1993). Smatra se da je gubitak organske materije (OM) u zemljištu jedna od najizraženijih posledica intenzivne

poljoprivredne proizvodnje (Šeremešić i sar. 2016). Promene u sadržaju organske materije posledica su izmenjenog globalnog ciklusa kruženja ugljenika (C). Sinteza i transformacija OM, odnosno akumulacija humusa u zemljištu, predstavlja opšti pedogenetski proces koji je svojstven svakom tipu zemljišta (Sekulić i sar., 2010). Intenzitet akumulacije humusa zavisi od konstelacije faktora pedogeneze u kojoj je kvantitet i kvalitet biljnih ostataka značajna komponenta. Zbog nedovoljno razvijene stočarske proizvodnje u Republici Srbiji i nedovoljne količine organskog đubriva (stajnjaka), javlja se sve veća potreba za uvođenjem alternativnih organskih đubriva koja će biti od koristi i sa ekonomskog, ali i ekološkog aspekta (Vojnov et al., 2019b). Težnja ka održavanju i očuvanju nivoa OM, jedan je od preduslova pravilnog korišćenja zemljišta i očuvanja životne sredine (Körschens, 2004). Organski deo zemljišta predstavlja složen sistem izrazito dinamičkog karaktera (Vidojević i Manojlović, 2010). Labilna frakcija OM (ugljenik rastvorljiv u toploj vodi - HWOC) zemljišta predstavlja sveži, hranjivi deo humusa koji je pod najvećim uticajem primenjenih agrotehničkih mera i pokazatelj je proizvodnog kapaciteta zemljišta (Bremer et al., 1995). Janzen (2004) ističe da je to ujedno i najdinamičniji rezervoar organskog ugljenika u zemljištu u kojem se najpre uočavaju promene (Ghani et al., 2003). Prema istraživanjima različitih autora (Chen et al., 2010; Martínez-Mena et al., 2012) sadržaj labilne frakcije čini 1-4% od ukupne OM. U agroekološkim uslovima Vojvodine ne postoji dovoljno istraživanja o uticaju različitih načina obrade na dinamiku OM u zemljištu (Šeremešić i sar, 2016), kao ni o uticaju zaoravanja ozimih međuuseva u vidu zelenišnog đubriva (siderata). Zhongkui et al., (2010) ističu da akumulacija labilne frakcije OM i prelazak u stabilnu frakciju OM zavisi od biljne vrste i C:N odnosa u biljnim ostacima. Shodno tome u agroekološkim uslovima Vojvodine preporučuje se gajenje združenih međuuseva (mešavina leguminoza i strnih žita) u cilju smanjenja problema azotnog deficita i niskog sadržaja OM u zemljištu (Ćupina et al., 2016). Upotreba takvih smeša može predstavljati efikasnu strategiju kod gajenja zimskih međuuseva jer se strna žita i jednogodišnje leguminoze veoma dobro dopunjuju (Ćupina et al., 2017). Prema Murungu et al., (2010) kod različitih međuuseva postoje razlike u C:N odnosu, sadržaju lignina i polifenola, a time i dinamici (brzini) razgradnje u zemljištu. Većina promena u hemijskim svojstvima zemljišta pod međuusevom se dešava u gornjim (površinskim) slojevima zemljišta kao posledica razlaganja zaoranih međuuseva. Iako su međuusevi visoko skloni dekompoziciji, povećanje organske materije je ograničeno na gornje slojeve zemljišta (5 do 20 cm, a najviše do 5cm) (Sharma et. al., 2018). Cilj ovog istraživanja je bio da se utvrdi uticaj plodosmene različitih vrsta ozimih međuuseva i jarih kultura gajenih u naknadnom roku setve (kukuruz, soja i sudanska trava) na promenu nivoa OM kao i sadržaja labilne OM.

Materijal i metode

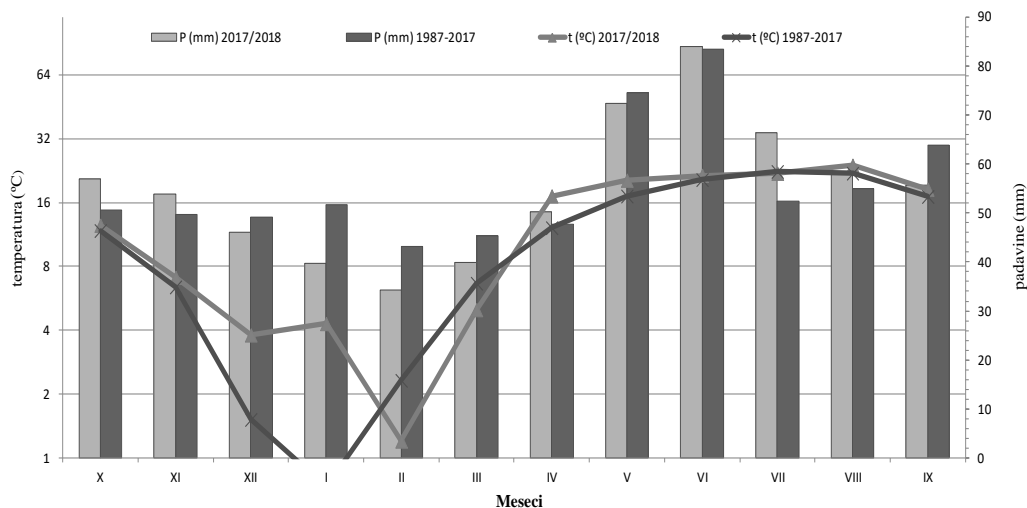
Materials and Methods

Istraživanje je sprovedeno na oglednom polju Rimski Šančevi Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu (45°19'N 19°50'E). Istraživanje je obavljeno na zemljištu koje pripada tipu černozema

obrazovanog na lesu. Ogled sa ozimim međuusevom sastojao se iz združenog useva ozimog stočnog graška (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) i tritikalea (\times *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) (T+G), čistog useva ozimog stočnog graška (G) i kontrole bez međuuseva (K). Setva ozimih međuuseva obavljena je 25. oktobra 2017. godine. Zaoravanje međuuseva u vidu siderata i kontrolne parcele na dubini od 27 cm obavljeno je u poslednjoj dekadi maja 2018. godine. Početkom juna obavljena je setva kukuruza, soje i sudanske trave u naknadnom roku. Đubrenje azotom izvršeno je u vidu prihrane sa 50 kg N ha⁻¹. Uzorkovanje zemljišta obavljeno je po skidanju useva iz naknadnog roka setve (oktobar) sa dubine od: 0-20 cm i 20-40 cm. Laboratorijske analize rađene su u Laboratoriji za ispitivanje zemljišta, đubriva i biljnog materijala na odeljenju za pedologiju i vodni režim na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu.

Određivanje ukupnog humusa u zemljištu, u uzorcima zemljišta, rađeno je titrimetrijskom metodom po Tjurinu (1937), po metodi mokrog spaljivanja organske materije. Labilna frakcija organske materije (OM) rastvorljiva u toploj vodi (HWOC) odeređivana je u uzorcima zemljišta pomoću modifikovane procedure Ghani et al. (2003). Prosejano zemljište kroz sito otvora 2 mm mase 10 g vazdušno suvog zemljišta stavlja se u kivete od 50 ml. Uzorku zemljišta dodaje se 40 ml destilovane vode. Kivete sa uzorcima se postavljaju na horizontalnu mućkalicu na 30 rpm u trajanju od 30 minuta. Nakon mućkanja uzorci se stavljaju u parno kupatilo na temperaturu 80°C, u trajanju od 16 sati. Sledeća faza je centrifugiranje na centrifugi MCE (Measuring & Scientific Equipment LTD., London) pri 3000 rpm u trajanju od 20 minuta. Po završetku centrifugiranja, supstrant se filtrira kroz 0,45 µm ME 25/21 CT filter. Određivanje labilnog sadržaja OM, u uzorcima ispitivanog zemljišta, rađeno je titrimetrijskom metodom po Tjurinu (1937).

Klimatske karakteristike oglednog polja Rimski Šančevi odlikuju je umereno-kontinentalnom klimom. Na Grafikonu 1 predstavljeni su višegodišnji mesečni proseci padavina i srednjih dnevnih temperatura za period od 1987 – 2017. godine i za proizvodnu 2017/2018. godinu. Za razliku od višegodišnjih proseka, proizvodna 2017/2018. godina odlikovala se približnom količinom padavina sa sličnim rasporedom, dok je srednja godišnja temperatura u proizvodnoj bila veća za 1.4 °C u odnosu na višegodišnji prosek za period od 1987 – 2017. godine. Dobijeni podaci istraživanja obrađeni su metodom analize varijanse (ANOVA) u statističkom programu STATISTICA 13.0.



Grafikon 1. Višegodišnji mesečni proseci padavina i srednjih mesečnih temperatura za period od 1987 – 2017. godine i za proizvodnu 2017/2018. godinu.

Figure1. Average monthly amount of precipitation and temperatures for the period from 1987 – 2017 and 2017/2018 year

Rezultati i diskusija

Results and Discussions

Prema agrohemijskoj analizi (Tabela 1.) reakcija zemljišnog rastvora bila je blago alkalna. U pogledu sadržaja humusa i ukupnog azota ispitivani lokalitet je bio srednje obezbeđenosti. Prema sadržaju lakopristupačnog fosfora i kalijuma zemljište je bilo u klasi optimalne obezbeđenosti koja se kretala od 17.31 mg P₂O₅ do 20.51 mg u površinskom sloju zemljišta, odnosno 22.11 mg P₂O₅ na dubini 20-40 cm. Takođe i kod sadržaja K₂O vrednosti su se kretale do granica optimalne obezbeđenosti.

Tabela 1. Agrohemijaska analiza zemljišta

Table 1. Soil agrochemical analysis

Dubina (cm)	pH		CaCO ₃ (%)	Humus (%)	Ukupan N (%)	P ₂ O ₅	K ₂ O
	H ₂ O	KCl					
Kukuruz							
0 - 20	7.44	8.01	10.21	2.44	0.18	17.31	23.99
0 - 40	7.43	8.09	10.58	2.41	0.18	18.22	24.12
Sudanska trava							
0 - 20	7.45	8.14	9.12	2.48	0.18	17.78	21.54
0 - 40	7.45	8.14	9.57	2.39	0.19	18.75	24.32
Soja							
0 - 20	7.38	8.10	6.71	2.66	0.19	20.15	24.76
0 - 40	7.39	8.10	6.89	2.61	0.20	22.11	25.54

Analizom varijanse sadržaja labilne OM pod različitim usevima na različitim tipovima međuuseva i količini dodatog azota u vidu prihrane, u istraživanju se došlo do sledećih rezultata: u varijanti ogleda na kojem je bio gajen kukuruz, najveći visoko značajan uticaj, na osnovu F – testa ispoljio je faktor A međuusev (F=6.935**), kao i AB interakcija međuuseva i đubrenja (F= 16.488**) i BC interakcija đubrenja i dubine (p=0.001**) (Tabela 2). Visok statistički značaj imao je efekat C – dubina (F= 5.093*). Na osnovu statističke analize varijanse može se zaključiti da je došlo do

ispoljavanja uticaja međuuseva na sadržaj labilne OM u zemljištu. Najveće učešće u ukupnoj varijabilnosti je utvrđeno kod interakcije međuuseva i đubrenja (32%) – efekat AB.

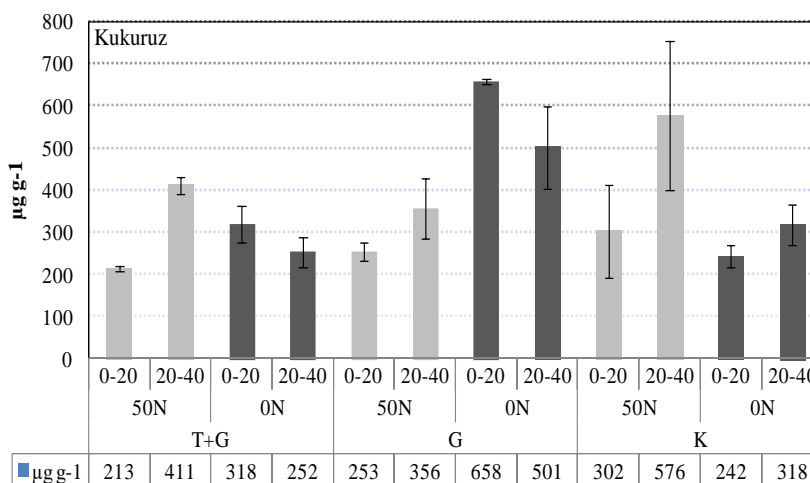
Tabela 2. Rezultati analiza varijanse za sadržaj labilne OM (HWOC) - kukuruz

Table 2. Analysis of variance for labile OM (HWOC) content in soil - corn

Izvori varijabilnosti	Stepeni slobode	Suma kvadrata	%	Sredina kvadrata	F	Verovatnoća p
Efekat A	2	124894.1640	13.7	62447.0820	6.935**	0.032
Efekat B	1	7852.94434	0.9	7852.94434	0.872	0.640
Efekat C	1	45860.05469	5.0	45860.0546	5.093*	0.028
EfekatAB	2	296933.0625	32.5	48466.5312	16.488**	0.001
Efekat AC	2	61327.60938	6.7	30663.8046	3.405	0.043
Efekat BC	1	130815.0625	14.3	130815.062	14.528**	0.001
Efekat ABC	2	2112.60254	0.2	1056.30127	0.117	0.889
Blokovi	2	23318.8339	2.5	11659.4169	1.295	0.286
Pogreška	22	198095.1718	21.7	9004.3261		
Ukupno	35	914528.1718	100			

Korišćene oznake : A – uticaj useva, B – đubrenje, C – dubina ; ** visoko značajan (P<0,01) * značajan uticaj (P<0,05).

Na osnovu vrednosti dobijenih utvrđivanjem HWOC u uzorcima zemljišta na kojem je gajen kukuruz nakon ozimih međuuseva zapaža se da po dubini profila postoji jasna zakonomernost u njegovoj raspodeli kod varijanti koje su đubrene azotom. Vrednosti HWOC su manje u površinskom sloju zemljišta (0-20 cm) u poređenju sa vrednostima dobijenim u sloju 20-40 cm. To se može objasniti većom mikrobiološkom aktivnošću i time što je labilna OM u ovom sloju manje „zaštićena“ od razgradnje (Šeremešić et al., 2016; Šeremešić et al., 2020). U varijantama bez azotnog đubrenja sa gajenjem međuuseva vrednosti HWOC bile su veće u površinskom sloju u poređenju sa slojem 20-40 cm jer su postojali bolji uslovi za humifikaciju sveže OM u zemljištu (Gafikon 2.) Najveći sadržaj labilne OM utvđene su na varijanti G (0N) na dubini 0-20 cm (658 $\mu\text{g g}^{-1}$), a najmanja vrednost (213 $\mu\text{g g}^{-1}$) dobijena je u površinskom sloju na varijanti T+G (50N).



Grafikon 2. Sadržaj labilne frakcije organske materije u zemljištu na kojem je gajen kukuruz nakon ozimih međuuseva

Figure 2. Total content of labile OM (HWOC) in the soil where maize was grown after winter cover crops

Kod ispitivanog zemljišta na kojem je naknadni usev bila soja (Tabela 3.) analizom varijanse sadržaja labilne OM faktori A, B i C nisu pojedinačno ispoljili efekat, ali su to učinile njihove

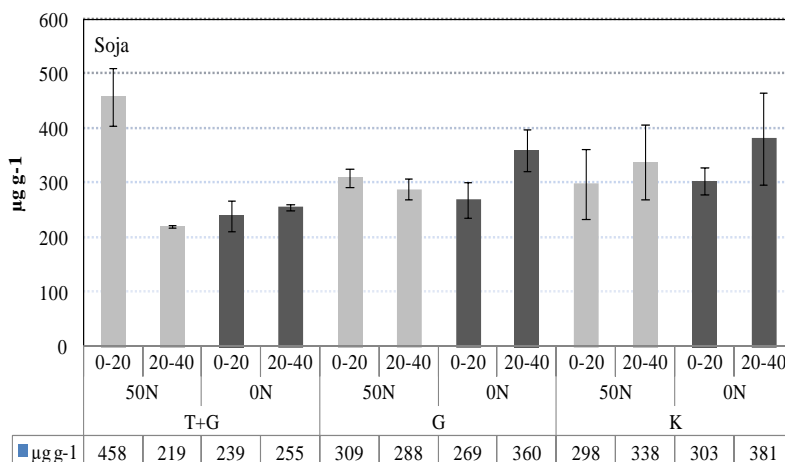
interakcije. Najveći, visoko značajan uticaj ispoljili su faktori AB interakcija međuuseva i đubrenja ($F=6,512^{**}$), AC interakcija međuuseva i dubine ($F=13,310^{**}$) i BC interakcija đubrenja i dubine ($F=21,260^{**}$), ali je visok statistički značaj imao i efekat ABC interakcija međuuseva, đubrenja i dubine ($p=0,015^*$). Najveće učešće u ukupnoj varijabilnosti je utvrđeno kod interakcije međuuseva i dubine (26%), dok je najmanje zabeleženo kod faktora C (dubina) (0,2%). Izostanak delovanja pojedinačnih faktora se može objasniti efektom azotofiksacije od strane bakterija koje naseljavaju rizosferu soje čime je delimično maskiran efekat ostalih faktora (Mazzilli et al., 2014).

Tabela 3. Rezultati analiza varijanse za sadržaj labilne OM (HWOC) za soju
Table 3. Analysis of variance for content of labile OM (HWOC) - soybean

Izvori varijabilnosti	Stepeni slobode	Suma kvadrata	%	Sredina kvadrata	F	Verovatnoća p
Efekat A	2	8446.25000	4.2	4223.12500	2.188	0.125
Efekat B	1	2638.36108	1.3	2638.36108	1.367	0.248
Efekat C	1	331.47223	0.2	331.47223	0.172	0.638
EfekatAB	2	25136.30664	12.6	12568.1533	6.512**	0.004
Efekat AC	2	51376.85938	25.8	25688.4296	13.310**	0.001
EfekatBC	1	41033.41797	20.5	41033.4179	21.260**	0.000
EfekatABC	2	18253.25391	9.2	9126.62695	4.729*	0.015
Blokovi	2	4811.58350	2.4	2405.79175	1.246	0.299
Pogreška	22	42461.74609	21.3	1930.0793		
Ukupno	35	199300.8281	100			

Korišćene oznake : A – uticaj useva, B – đubrenje, C – dubina ; ** visoko značajan ($P<0,01$) * značajan uticaj ($P<0,05$)

Analizom HWOC u zemljištu na kojem je gajena soja utvrđena je drugačija dinamika u poređenju sa kukuruzom i sudanskom travom. Najveća vrednost labilne OM ($458 \mu\text{g g}^{-1}$) zabeležena je kod varijante (T+G) 50N na dubini od 0-20 cm, dok je najmanja ($219 \mu\text{g g}^{-1}$) utvrđena na istoj varijanti samo na dubini od 20-40 cm. Dobijene vrednosti se mogu dovesti u vezu sa stabilizacijom labilne OM (Liu et al., 2018) i manjom mikrobiološkom aktivnošću u dubljim slojevima zemljišta (Stamenov et al., 2016). Razlog za povećanje sadržaja labilne OM u površinskom sloju zemljišta ogledao se i u predusevu i učestalij obradi zemljišta tokom jesenjeg i prolećnog perioda u cilju zaoravanja žetvenih ostataka (jesen) i zelenišnog đubriva (proleće). Sharma et. al (2018) smatraju da se većina promena u hemijskim svojstvima zemljišta pod međuusevom dešava u gornjim slojevima zemljišta. Martínez et al. (2017) ističu da su labilne frakcije OM povezane sa mineralizacijom, a time i dostupnosti hraniva, njihovom ciklusu kruženja i produkciji biomase (Duval et.al., 2018). Najveće vrednosti labilne organske materije su utvrđene kod varijante sa đubrenjem azotom i zaoravanjem združenog međuuseva u površinskom sloju zemljišta, što je u skladu sa rezultatima istraživanja Ding et al. (2006). Kod varijanti ogleđa gde nije primenjen azot uočavamo da su veće vrednosti HWOC dobijene u sloju zemljišta 20-40 cm u poređenju sa slojem od 0-20 cm.



Grafikon 3. Sadržaj labilne frakcije organske materije u zemljištu na kojem je gajena soja nakon ozimih međuuseva

Figure 3. The content of the labile fraction OM (HWOC) in the soil where soybean was grown after winter cover crops

Analizom varijanse sadržaja labilne OM (Tabela 4.) u zemljištu na kom je gajena sudanska trava kao naknadni usev posle ozimih međuuseva utvrđeno je da je najveći, visoko značajan uticaj na osnovu F – testa ispoljio faktor B đubrenje ($p=0.001^{**}$), kao i efekat ABC interakcija međuuseva, đubrenja i dubine ($F=16.083^{**}$). Statistički značaj imao je efekat A međuusev ($F=3.512^*$), kao i efekti AB interakcija između međuuseva i đubrenja ($F=5.136^*$) i AC interakcija između međuuseva i dubine ($F=3.844^*$). Na osnovu utvrđene značajnosti F-testa možemo konstatovati da postoji pozitivan uticaj đubrenja na sadržaj labilne organske materije u zemljištu, kao i pozitivan uticaj međuuseva i đubrenja. Najveće učešće u ukupnoj varijabilnosti je utvrđeno kod interakcije međuuseva, đubrenja i dubine (26%) i kod efekta B, đubrenja (21%).

Tabela 4. Rezultati analiza varijanse za sadržaj labilne OM (HWOC) – sudanska trava

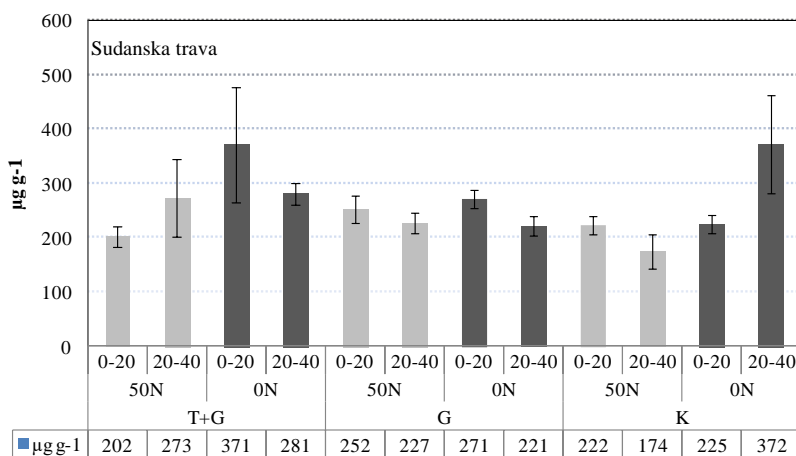
Table 4. Analysis of variance for content of labile OM (HWOC) – sudan grass

Izvori varijabilnosti	Stepeni slobode	Suma kvadrata	%	Sredina kvadrata	F	Verovatnoća p
Efekat A	2	10650.41699	5.8	5325.208	3.512*	0.039
Efekat B	1	38070.08203	20.7	38979.08	25.111**	0.001
Efekat C	1	7.63889	0.1	7.63889	0.005	0.942
Efekat AB	2	15572.25098	8.5	7786.125	5.136*	0.011
Efekat AC	2	11656.02832	6.3	5828.014	3.844*	0.030
Efekat BC	1	23.25174	0.1	23.25174	0.015	0.898
Efekat ABC	2	48765.4609	26.5	24382.62	16.083**	0.001
Blokovi	2	12868.58301	7.0	6434.291	4.244*	0.021
Pogreška	22	33353.75391	18.1	1516.079		
Ukupno	35	183835.8281	100			

Korišćene oznake : A – uticaj useva, B – đubrenje, C – dubina, ** visoko značajan ($P<0,01$), * značajan uticaj ($P<0,05$)

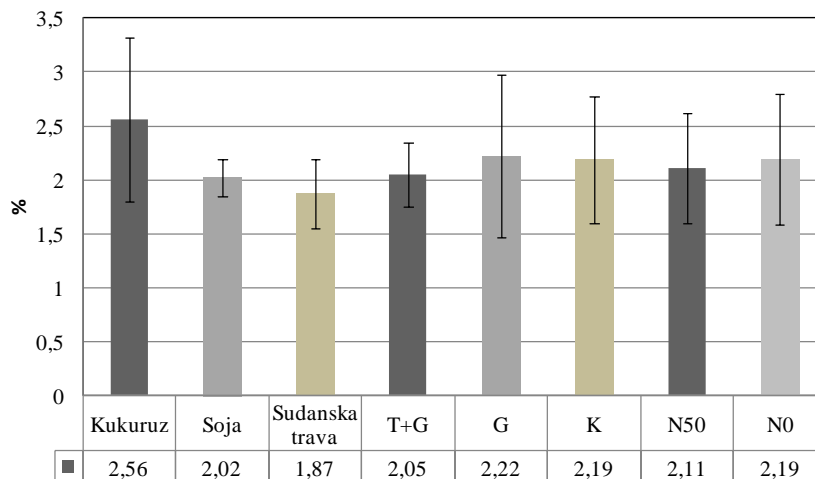
Sadržaj labilne OM u zemljištu na kojem je gajena sudanska trava razlikovao se od analiziranog zemljišta na kojima su uzgajani kukuruz i soja iz naknadnog roka setve. U postavljenom ogledu sudanska trava je imala najveću produkciju biomase, dva otkosa, a samim tim dobijene su nešto manje

vrednosti HWOC u poređenju sa kukuruzom. Šeremešić et al. (2013) ističu da je sadržaj HWOC najosetljiviji deo OM i da direktno zavisi od aktivnosti rizosfere. U ispitivanom ogledu sudanska trava je imala gušći sklop i jače razvijen korenov sistem. Najveća vrednost ($372 \mu\text{g g}^{-1}$) zabeležena je na kontrolnoj varijanti bez međuuseva i bez đubrenja. Kod sudanske trave prosečne vrednosti HWOC u uzorcima zemljišta su veće na varijantama bez primene azota u poređenju sa onim koje su izmerene na đubrenim varijantama. Singh and Kumar (2020) smatraju da letnja obrada zemljišta, đubrenje i druge interakcije faktora spoljne sredine mogu uticati na biohemijiska svojstva zemljišta, a time i sadržaj HWOC. Takođe isti autori ističu da je vreme uzorkovanja zemljišta za utvrđivanje sadržaja labilnih frakcija OM važan faktor, budući da takva svojstva kod zemljišta imaju jasno izraženu sezonsku dinamiku.



Grafikon 4. Sadržaj labilne frakcije organske materije u zemljištu u kojem je gajena sudanska trava nakon ozimih međuuseva

Figure 4. The content of the labile fraction OM (HWOC) in the soil where sudan grass was grown after winter cover crops



Grafikon 5. Procentualni sadržaj labilne frakcije OM (HWOC) u ukupnom sadržaju OM

Figure 5. Percentage content of labile fraction OM (HWOC) in total OM content

U pogledu procentualnog sadržaja HWOC u ukupnom sadržaju OM između kultura u naknadnom roku setve, najveći udeo labilne frakcije OM utvrđen je kod kukuruza (2.56%), dok je

najmanji udeo izmeren kod sudanske trave (1.87%). Kod međuuseva nisu uočene velike razlike, ali je najveći udeo labilne OM bio kod graška (G) (2.22%), kao posledica užeg C:N odnosa, bolje mikrobiološke aktivnosti i manjeg utroška vode kao međuuseva, a time i povoljnijih uslova za mineralizaciju (Ghimire et al., 2017). Analizom efekta primene N, uočava se mala razlika na nivou od 0.08 %. Dobijene vrednosti sadržaja labilne frakcije OM (HWOC) u ukupnom sadržaju OM u opsegu od 1.8-2.6 % su u skladu sa istraživanjima Chen et al. (2010); Martínez-Mena et al. (2012); Šeremešić et.al. (2020).

Zaključak

Conclusion

U radu je utvrđen značajan efekat jarih useva (kukuruz, soja i sudanska trava) u naknadnom roku setve na promenu sadržaja labilne OM, kao i interakcije međuuseva i đubrenja. Najveća vrednost HWOC kod kukuruza ($658 \mu\text{g g}^{-1}$) izmerena je na varijanti G N0 (0-20 cm), a najmanja kod sudanske trave na varijanti G N50 (20-40 cm). Najveći udeo HWOC u ukupnom sadržaju OM utvrđen je kod kukuruza (2.56%), dok je najmanji udeo izmeren kod sudanske trave (1.87%). S obzirom na to da HWOC ima sezonsku dinamiku, u narednom periodu neophodno bi bilo sprovesti niz istraživanja u pogledu odabira odgovarajućih međuuseva kao i vremena uzorkovanja zemljišta koji treba prilagoditi cilju istraživanja.

Zahvalnica

Acknowledgment

Sredstva za realizaciju istraživanja obezbeđena od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj republike Srbije (ugovor 451-03-68/2020-14/ 200117)

Literatura

References

- Bogdanović, D., Ubavić, M., Dozet, D. 1993: Hemijski sastav i obezbeđenost zemljišta Vojvodine neophodnim elementima. U: Kastori R (ured.), Teški metali i pesticidi u zemljištu - *Teški metali i pesticidi u zemljištima Vojvodine*, Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 197-215.
- Bremer, E., Ellert, B. H., Janzen, H. H. 1995: Total and light-fraction carbon dynamics during four decades after cropping changes. *Soil Science Society of America Journal*, 59(5), 1398-1403.
- Chen, Y., Zhang, X., He, H., Xie, H., Yan, Y. 2010: Carbon and nitrogen pools in different aggregates of a Chinese Mollisol as influenced by long-term fertilization. *Journal of Soils and Sediments*, 10(6): 1018-1026.

- Ćirić, V., Belić, M., Ljiljana, N., Savin, L., Simikić, M., Gligorić, R., Šeremešić, S. 2014: Uticaj organske i konvencionalne proizvodnje na stabilnost strukturalnih agregata zemljišta. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 40(3): 191-198.
- Ćupina, B., Vujić, S., Krstić, D., Radanović, Z., Čabilovski, R., Manojlović, M., Latković, D. 2017: Winter cover crops as green manure in a temperate region: the effect on nitrogen budget and yield of silage maize. *Crop and Pasture Science*, 68(11): 1060-1069.
- Ćupina, B.; Krstić, D.; Antanasović, S.; Mikić, A.; Erić, P. 2016: Environmental impact of introducing legumes into cropping system in temperate regions. In Proceedings of the ILS2—*Second International Legume Society Conference, Legumes for a Sustainable World*, Tróia, Portugal, 11–14 October 2016; International Legume Society: Tróia, Portugal, 57
- Ding, G., Liu, X., Herbert, S., Novak, J., Amarasiriwardena, D., Xing, B. 2006: Effect of cover crop management on soil organic matter. *Geoderma*, 130(3-4), 229-239.
- Duval, E., Galantini, A., Martínez, M., Limbozzi, F. 2018: Labile soil organic carbon for assessing soil quality: influence of management practices and edaphic conditions. *Catena*, 171, 316-326.
- Ghani, A., Dexter, M., Perrott, W. 2003: Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. *Soil biology and biochemistry*, 35(9): 1231-1243.
- Ghimire, B., Ghimire, R., VanLeeuwen, D., Mesbah, A. 2017: Cover crop residue amount and quality effects on soil organic carbon mineralization. *Sustainability*, 9(12), 2316.
- Janzen, H. 2004: Carbon cycling in earth systems – a soil science perspective. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 104: 399-417.
- Körschens, M. 2004: Soil organic matter and environmental protection. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 50: 3-9.
- Liu, H., Zhang, J., Ai, Z., Wu, Y., Xu, H., Li, Q., Liu, G. 2018: 16-Year fertilization changes the dynamics of soil oxidizable organic carbon fractions and the stability of soil organic carbon in soybean-corn agroecosystem. *Agriculture, ecosystems & environment*, 265, 320-330.
- Manojlović, M. 2008: Plodnost zemljišta u organskoj proizvodnji u Vojvodini. *Đubrenje u održivoj poljoprivredi*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. 187-195.
- Martínez, M., Galantini, A., Duval, E., López, M. 2017: Tillage effects on labile pools of soil organic nitrogen in a semi-humid climate of Argentina: A long-term field study. *Soil and Tillage Research*, 169, 71-80.
- Martínez-Mena, M., López, J., Almagro, M., Albaladejo, J., Castillo, V., Ortiz, R., Boix-Fayos, C. 2012: Organic carbon enrichment in sediments: Effects of rainfall characteristics under different land uses in a Mediterranean area. *Catena*, 94, 36-42.
- Mazzilli, R., Kemanian, R., Ernst, R., Jackson, B., Piñeiro, G. 2014: Priming of soil organic carbon decomposition induced by corn compared to soybean crops. *Soil Biology and Biochemistry*, 75, 273-281.

- Melero, S., Porras, J., Herencia, F., Madejon, E. 2006: Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. *Soil and Tillage Research*, 90(1): 162-170.
- Murungu, F.S., Chiduza, C., Muchaonyerwa, P., Mkeni, P.N.S., 2010: Decomposition, nitrogen and phosphorus mineralization from winter-grown cover crop residues and suitability for a smallholder farming system in South Africa. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 89(1): 115–124.
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D., Seidel, R. 2005: Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *Bioscience*. 55 (7): 573–582.
- Sekulić, P., Ninkov, J., Hristov, N., Vasin, J., Šeremešić, S., Zeremski-Škorić, T. 2010: Sadržaj organske materije u zemljištima AP Vojvodine i mogućnost korišćenja žetvenih ostataka kao obnovljivog izvora energije. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47(2): 591-598.
- Sharma I.P., Chandra D., Kanta C. 2018. Drilosphere: A valuable source for soil microbial activities. *MOJ Biol Med.* 3(5):204–205. DOI: 10.15406/mojbm.2018.03.00100
- Šeremešić, S., Ćirić, V., Jaćimović, G., Milošev, D., Belić, M., Vojnov, B., Živanov, M. 2016: Uticaj konvencionalne i redukovane obrade zemljišta na sadržaj ukupne i lakopristupačne organske materije. *Zemljiste i Biljka*, 65(1):7-18.
- Šeremešić, S., Milošev, D., Sekulić, P., Nešić, L., Ćirić, V. 2013: Total and hot-water extractable carbon relationship in Chernozem soil under different cropping systems and land use. *Journal of Central European Agriculture*. 14(4):1479-1487.
- Šeremešić, S., Nešić, Lj., Ćirić, V., Vasin, J., Đalović, I., Marinković, J., Vojnov, B. 2020: Soil Organic Carbon Fractions in Different Land Use Systems of Chernozem Soil. *Matica Srpska Journal of Natural Sciences* 138, 31-39.
- Singh, J., Kumar, S. 2020: Seasonal changes of soil carbon fractions and enzyme activities in response to winter cover crops under long-term rotation and tillage systems. *European Journal of Soil Science*.1-14.
- Stamenov, D., Đurić, S., Hajnal-Jafari, T., Šeremešić, S. 2016: Fertilization and crop rotation effects on the number of different groups of microorganisms. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 53(3), 96-100.
- Vidojević, D., Manojlović, M., 2010: Estimation of soil organic matter content in Serbia, *Proceedings of XXIV meeting of agronomists, veterinarians and technologists*, Belgrade, 16(1-2): 231-244
- Vojnov, B., Ćupina, B., Krstić, Dj., Vujić, S., Babec, B., Vasiljević, S., Šeremešić, S. 2020: Doprinos međuuseva poboljšanju kvaliteta zemljišta u sistemima organske poljoprivrede. *Letopis naučnih radova*. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. 44(1): 1-10.
- Vojnov, B., Šeremešić, S., Ćupina, B., Crnobarac, J., Krstić, Đ., Vujić, S., Živanov, M. 2019a: Uticaj jarih useva gajenih nakon ozimih međuuseva na stanje sabijenosti zemljišta. *Zemljište i biljka*, 68 (2): 72-80.
- Vojnov, B., Šeremešić, S., Ćupina, B., Manojlović, M., Krstić, D., Euteneuer, P., Vujić, S. 2019b: The assessment of shoot to root ratio at intercropping triticale (*Triticosecale*) and winter pea (*Pisum*

- sativum). *Casee Conference 2019*. The role of life science universities in redirecting land use from threat to guardian of ecosystem. 12 -15. 2019. Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. 32.
- Zhongkui, L., Wang, E., Sun, J. 2010: Soil carbon change and its responses to agricultural practices in Australian agroecosystems: a review and synthesis. *Geoderma*. 155: 211- 223.

Hot water extractable organic carbon of chernozem under the system of cover crop incorporation and subsequent sowing of spring crops

Bojan Vojnov¹, Srđan Šeremešić¹, Branko Ćupina¹, Đorđe Krstić¹, Svetlana Vujić¹, Milorad Živanov², Stefan Pavlović¹

¹University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Novi Sad, Serbia

²Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

*Corresponding author: MSc Bojan Vojnov; e-mail: bojan.vojnov@polj.uns.ac.rs

Abstract

In the agroecological conditions of Vojvodina, there is not enough research on the influence of plowing cover crops as a green manure on the content of labile organic carbon soluble in hot water (HWOC). The aim of the study was to determine the influence of crop rotation of different species of winter cover crops (CC) and spring crops in the subsequent sowing period (corn, soybeans and Sudan grass) on the content of organic matter (OM) levels as well as the dynamic of labile OM. Research was carried out at the Rimski Šančevi experimental station under Chernozem soil type. The winter CC consisted of the combined intercrops: winter pea (*Pisum sativum* ssp. *Arvense* L.) + triticale (*×Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) (PT) and single-species CC winter pea (P) and control (without CC). Plowing of CC and control plots was carried out at a depth of 27 cm in the last decades of May 2018, and the sowing of maize, soybean and sudan grass in early June with addition of 50 kg N ha⁻¹. Sampled was done in October at depth of: 0-20 cm, 20-40 cm. The analysis of variance determined a significant effect of cultivated crops (maize, soybeans and Sudan grass) in the subsequent sowing period on the changes of the HWOC content, as well as the interaction of cover crops and fertilization. The highest value of HWOC was measured in maize (658 μg g⁻¹) on the variant P N0 (0-20 cm), and the lowest in the sudan grass P N50 (20-40 cm). The highest share of HWOC in the total OM content was found in maize (2.56%), while the lowest share was measured in sudan grass (1.87%).

Keywords: cover crops, organic matter, HWOC, maize, soybean, sudan grass

Received 15.08.2020.

Revised 29.09.2020.

Accepted 30.08.2020.