

Симпозијум:

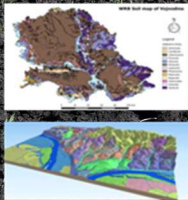
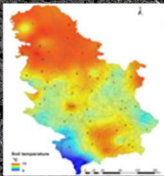
## „Земљиште у доба прецизне пољопривреде и информационих технологија”

16-17. јун 2022.  
Пољопривредни факултет Нови Сад

Уредници:

Владимир Ђирић  
Ксенија Мачкић  
Срђан Шеремешић

# ЗБОРНИК РАДОВА



Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду  
Српско друштво за проучавање земљишта  
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

## Зборник радова

са  
Симпозијума

**„Земљиште у доба прецизне пољопривреде и информационих  
технологија”**

SoilAgroIT 2022



16-17. јун 2022.  
Пољопривредни факултет Нови Сад

Нови Сад, 2022.

## Зборник радова

Симпозијум:

„Земљиште у доба прецизне пољопривреде и информационих технологија”

***Издавач:***

Пољопривредни факултет Нови Сад

***Уредници:***

*Владимир Тирић*

*Ксенија Мачкић*

*Срђан Шеремешић*

***Штампа:***

Перинс инжењеринг, Нови Сад

***Организатори скупа:***

Пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду

Српско друштво за проучавање земљишта

Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад

ISBN 978-86-7520-569-2

**Скуп су подржали:**

- 1. Министарство просвете, науке и технолошког развоја*
- 2. Покрајински секретаријат за високо образовање и научноистраживачку делатност*
- 3. Пољопривредни факултет Нови Сад*
- 4. Институт за низијско шумарство и животну средину*
- 5. Corteva Agriscience SRB d.o.o.*
- 6. Megra d.o.o.*
- 7. d.o.o. BB Minaqua Novi Sad*

# ПРОМЕНЕ У ЛАКОЈ ФРАКЦИЈИ ОРГАНСКЕ МАТЕРИЈЕ КАМБИСОЛА У ЗАВИСНОСТИ ОД ЋУБРЕЊА МИНЕРАЛНИМ ЋУБРИВИМА

Никола Коковић<sup>1</sup>, Владимир Угреновић<sup>1</sup>, Владимир Миладиновић<sup>1</sup>, Марина Јовковић<sup>1</sup>, Љубомир Животић<sup>3</sup>, Горан Јаћимовић<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт за земљиште, Београд, Србија

<sup>2</sup>Нови Сад, Пољопривредни факултет, Департман, Нови сад, Србија

<sup>3</sup>Београд, Пољопривредни факултет, Департман, Нови сад, Србија

\*аутор за контакт: [soils.kokovic@gmail.com](mailto:soils.kokovic@gmail.com)

## САЖЕТАК

Лабилну фракцију органске материје земљишта (LFOM) чине органски остаци који још нису укључени у процес распадања, органски остаци који се налази у различитим фазама разлагања, микробна биомаса, продукти њиховог метаболизма и разградивих нехумификованих једињења. Највећи део LFOM чини такозвана „Лака фракција“ органске материје (LF) коју представљају органски остаци са препознатљивом ћелијском структуром, и она попуњава средњи положај између свежег не-разграђеног биљног материјала и више распадануте фракције хумуса. У циљу утврђивања утицаја минералних ђубрива на промене лаке фракције ОМ камбисола обављена су истраживања на следећим варијантама огледа у пољу: контролна варијанта (без ђубрења) 2. N1P2K2 (60/90/80кг/ха) 3.N2P2K2 (90/90/80 кг/ха) 4. N3P2K2 (120/90/80 кг/ха) 5.N4P2K2 (150/90/80 кг/ха), а два узорка су узета са истог типа природног (девичанског) земљишта које се налази у близини огледа и које није било у пољопривредном коришћењу и то: један узорак под природном травном вегетацијом, а други узорак под шумском вегетацијом.

У оба периода узорковања (јесен-пролеће) код ђубрених варијанти највеће количине угљеника и азота „лаке фракције“ су нађене у N4 варијанти огледа, док су најмање количине нађене у N1 варијанти. Са повећањем количине додатог азота у ђубреним варијантама, у оба периода узимања узорака сигнификантно расте количина угљеника (LFC) и азота (LFN) у лакој фракцији. Иако су вредности за оба параметра у N4 варијанти веће него код N3, разлике које се јављају нису сигнификантно значајне. Што се тиче односа између вредности за LFC и за LFN и њихових пропорције у укупном садржају ОМ све вредности су веће код узорака узетих у јесен. Установљено је да примена растућих доза минералног азота на камбисолу, поред тога што утуче на смањење процеса опадања укупних количина C и N, утиче и на повећање садржаја LFC и LFN, као и на повећање њиховог садржаја у укупној ОМЗ, и у директној је корелацији са приносом култура. Сви показатељи „лаке фракције“ су код узорака природне ливаде и шуме изразито већи него код узорака земљишта из огледа. С тим да се заступљеност C и N лаке фракције у укупној ОМЗ и у укупном азоту није изразито променила.

**КЉУЧНЕ РЕЧИ:** лабилна органска материја, лака фракција, ђубрење, камбисол

## УВОД

Органска материја земљишта састоји се од разних компоненти. Они укључују, у различитим пропорцијама и многим прелазним фазама, активну органску фракцију укључујући микроорганизме (10-40 %) и отпорну или стабилну органску материју (40-60 %), односно хумус (Gregorich and Janzen., 1996; Coûteaux, et al., 1995). Лабилну фракцију чини органски остаци који још нису укључени у процес распадања, органски остаци која се налази у различитим фазама разлагања, микробна биомаса, продукти њиховог метаболизма и разградивих нехумификованих једињења (Saljnikov et al., 2013). Највећи део лабилне фракције чини такозвана „Лака фракција“ органске материје (LFOM) коју представљају органски остаци са препознатљивим ћелијском структуром, и она попуњава средњи положај између свежег не-разграђеног биљног материјала и више распадануте фракције хумуса (Gregorich and Janzen, 1996). LFOM може бити пореклом из различитих извора, али обично доминирају делови из биљних остатака. Ова фракција органског С,

служи као извор енергије и хранљивих материја за земљишне организме, и као извор хранљивих материја за биљке.

Искључива примена минералних ђубрива на садржај ОМЗ у већини вишегодишњих како домаћих, тако и иностраних студија показала је позитиван ефекат на садржај органске материје. Заједничко за све студије је да је садржај органске материје после дугогодишње примене ђубрива већи у ђубреним третманима у односу ка контролу (Manojlović et. al. 2008, Koković et. al 2018.). Такође многа истраживања су показала да обезбеђивањем оптималне исхране биљака применом минералних ђубрива може доћи до повећања садржаја С и N лабилне фракције земљишта. При томе ефекат тог повећања је мањи него у третманима у којима је примењивано органско ђубриво, или заједно органско и минерално ђубриво (Bremer et al., 1994; Campbell et al., 1991; Wang and Zhang, 1998). Механизам тог ефеката се првенствено остварује преко утцаја минералних ђубрива, посебно азотних, на повећање укупне биомасе гајених биљака, која се после жетве уноси у земљиште, односно преко повећања лаке фракције која је главни извор за лабилну фракцију (Saljnikov et al., 2013).

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Истраживања су обављена у оквиру стационарног пољског огледа, где се већ преко 60 година примењују искључиво минерална ђубрива. Одабране су варијанте где је примењена растућа количина азота ђубрива, и средња количина фосфора и калијума.

Истраживања су обављена на следећим варијантама огледа у пољу:

1. Контролна варијанта (без ђубрења)
2. N1P2K2 (60/90/80 кг/ха)
3. N2P2K2 (90/90/80 кг/ха)
4. N3P2K2 (120/90/80 кг/ха)
5. N4P2K2 (150/90/80 кг/ха)

а два узорка су узета са истог типа природног (девичанског) земљишта које се налази у близини огледа и које није било у пољопривредном коришћењу и то:

6. један узорак под природном (самониклом) травном вегетацијом,
7. а други узорак под шумском вегетацијом

Назначене варијанте огледа у пољу имају 4 понављања (димензије парцеле 10x6 м) и са сваке је узет средњи узорак са дубине од 0-10 цм. Са исте дубине су узети узорци под травном и шумском вегетацијом. Узорци земљишта су узети у јесен после жетве пшенице (друга половина октобра) и у пролеће (почетак априла), пре припреме земљишта за сетву кукуруза.

LFOM земљишта је издвојена помоћу методе денситометрије (Janzen et al., 1992; Elliott and Cambardella, 1991), која се примењује за изоловање „лаке фракције“, а она је дефинисана као фракција са густином од 2.0  $\text{g cm}^{-3}$  или мање.

Реагенс који је коришћен за сепарацију је раствор NaI после подешавања његове густине до 1,8  $\text{g cm}^{-3}$ . После центрифугирања суспендовани материјал, односно "лака фракција" (LF), је директно пребачена у филтрациону јединицу. После чега LF је опран (трикратно са 10-мл  $\text{CaCl}_2$  а затим три пута са дестилованом водом), после чега је осушен на 70°C у трајању од 15 сати и измерен. Остатак је поново суспендован, а процедура је поновљена како би се одредила комплетна количина LF. Композитни узорак LF је фино семељен и анализиран на CNS анализатору за укупни садржај N и C.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Квантитативни подаци везани за лаку фракцију органске материје (ЛФОМ) су приказани у табелама бр. 1 и 2.

Табела. 1. Садржај органског угљеника и укупног азота у површинском (0-10) слоју земљишта после дугогодишње примене растућих доза азота(јесен 2013)

варијанта	количине додатог ђубрива	Органски угљеник	укупни азот	C/N однос
	kg/ha	g/kg		
контрола	0	10.79a	1.18a	9.11
N1	N <sub>60</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	12.46b	1.29b	9.63
N2	N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	12.9b	1.38b	9.38
N3	N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	12.9b	1.38b	9.38
N4	N <sub>150</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	13.07b	1.49c	8.79
ливада	0	32.01	2.96	10.81
шума	0	46.36	3.79	12.23

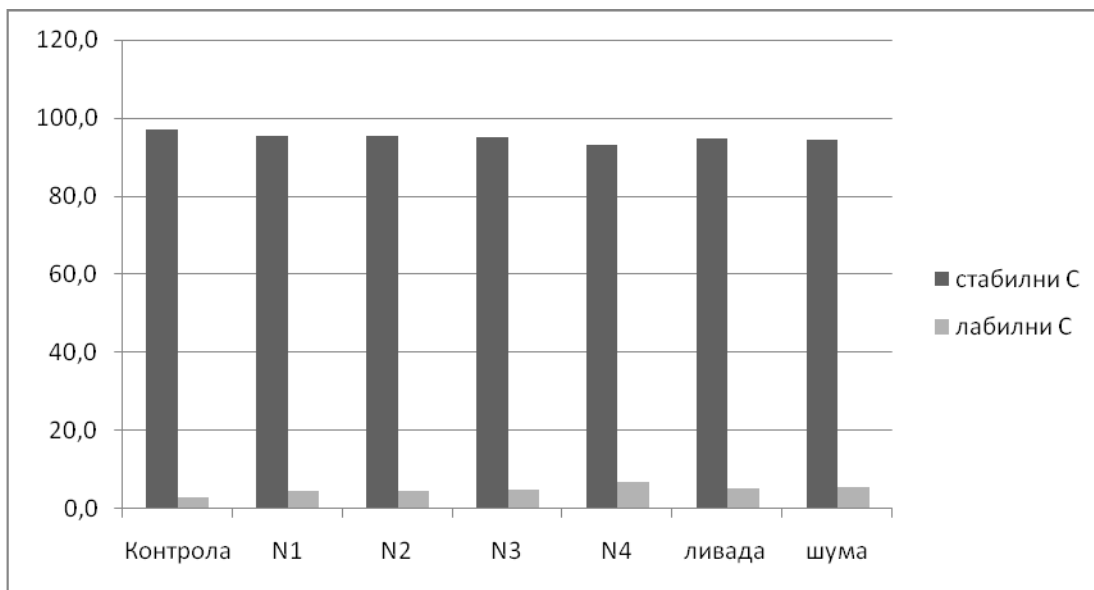
Табела 2. Сува маса „лаке фракције“(LFSM), угљеник и азот лаке фракције(LFC иLFN), Јесен 2013.

варијанта	количине додатог ђубрива	LFSM	LFC	LFN	C/N	% LFСМод укупног органског С	део од земљишног органског Си N(%)	
							као LFC	као LFN
		g/kg земљишта	mg/kg земљишта					
контрола	0	1.606a	332,44a	17,39a	19	14,88	3,08	1,47
N1	N <sub>60</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	2.79b	589,55b	30,77b	19	22,39	4,73	2,39
N2	N <sub>90</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	2.93 b	590,69b	35,13b	17	22,71	4,58	2,55
N3	N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	3.356c	650,16c	40,47c	16	26,02	5,04	2,93
N4	N <sub>150</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>	3.428c	680,49c	42,20c	16	26,23	6,73	3,66
ливада	0	6,948	1692,88	98,52	17	21,71	5,29	3,33
шума	0	10,963	2608,97	142,08	18	23,65	5,63	3,75

У огледу са ђубрењем у оба проучавана периода и "лака фракција" угљеника (LFC) и азота (LFN) и њихове пропорције у укупном СОМ су биле значајно веће у односу на контролу.

У оба периода код ђубрених варијанти највеће количине угљеника и азота „лаке фракције“ су нађене у N4 варијанти огледа, док су најмање количине нађене у N1 варијанти. Са повећањем количине додатог азота у ђубреним варијантама, у оба периода узимања узорака сигнификантно расте количина угљеника и азота у лакој фракцији. Иако су вредности за оба параметра у N4 варијанти веће него код N3, разлике које се јављају нису сигнификантно значајне. То значи да примена растућих доза минералног азота на камбисолу, поред тога што утуче на смањење процеса опадања укупних количина С и N (Табела 1), утиче и на повећање садржаја LFC и LFN, као и на повећање њиховог садржаја у укупној ОМЗ. Пошто LFOM у великој мери зависи од уноса биљних остатака (Gong et. al. 2009), може се рећи да су и у нашем случају квантитативни параметри добијени за лаку фракцију такође у сагласности са истраживањима претходних аутора.

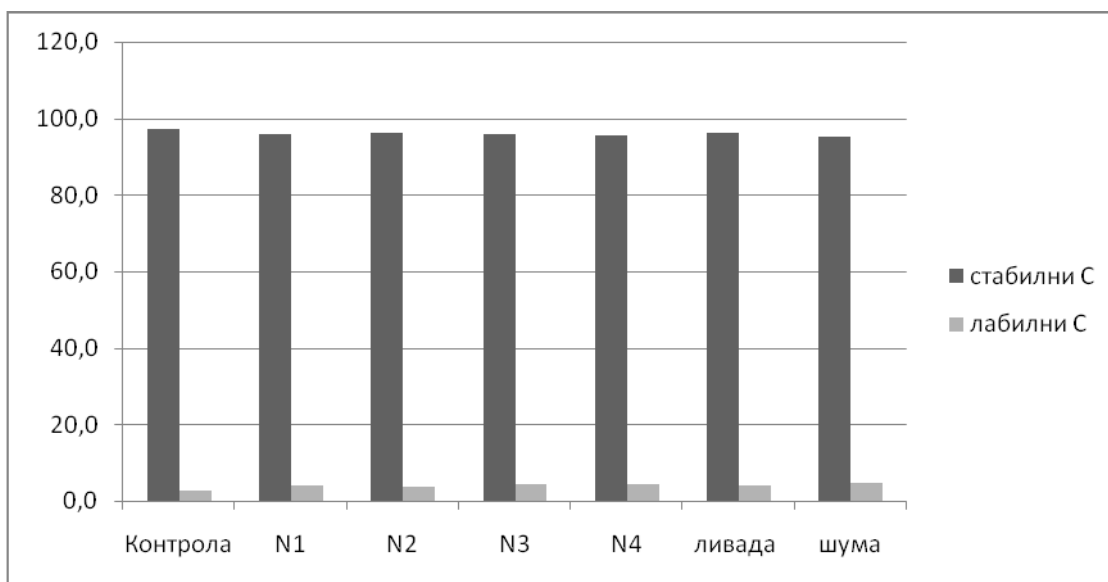
Наиме, повећање додатог азота ђубривом доприноси бољем расту биљака, и повећању жетвених остатака после жетве на парцелама са већом количином додатог азота. (подземна маса корена и материје секреција корена) које се враћају у земљиште. Јаџиновић и сар. (2009) истичу да маса жетвених остатака (сламе стабла, листова, корења) у биљној производњи може бити прилично велика и за пшеницу износи 4-6 т/ха, а за кукуруз и до 10 т/ха. Сaмпбелетал. (1991) су у својим вишегодишњим истраживањима утврдили да за оджавање нивоа ОМЗ посебан значај имају подземни биљни остаци, а да заорани надземни жетвени остаци немају значајан допринос.



Графикон 1. Однос(дистрибуција) лабилног и стабилног угљеника (јесен 2013)

Последњих година много истраживача (Gale et al., 2000; Kuzyakov и Domanski, 2000; Kuzyakov и Schneckenberger, 2004) у својим истраживањима констатују нарочит значај подземних остатака за очување садржаја и квалитета ОМЗ. Многи истраживачи су се бавили утврђивањем односа надземног и подземног дела, јер то чини претпоставку о значају појединих органа биљака за допринос ОМЗ. Тако Bolinderetal. (1997) процењују да је код пшенице SR (shoot:root) просечан однос 4,9 што значи да је маса корена приближно 45% масе сламе. До сличних резултата су дошли и Liljerothetal., (1994) који су утврдили да код пшенице алокација С у подземне органе износи 44-58% од бруто примарне продукције. BeauchampиVoroney (1994) наводе да је вредност SR за пшеницу 5, а да је количина С која потиче од корена и ексудата чини 20% укупне количине фиксираног С. Ако би усвојили да је та вредност 5 онда би укупна количина жетвених остатака у облику корена на основу приноса надземних жетвених остатака и зрна пшенице била: контролу 639,12 kg/ha, за N1 варијанту 834,46 kg/ha, за N2 1003,16 kg/ha, за N3 1196,83 kg/ha и за N4 варијанту 1214,04 kg/ha. Ако би на ову количину додали и органску материју која се акумулира од од метаболизма корена, такозваних ексудата корена или "екстра корена" која по студијама које су се бавиле утврђивањем ове количине (Johansson, 1992; Swinnenetal., 1995) износи 50% или више од укупне количине жетвених остатака који остају од корена. Онда би укупна количина подземних органских остатака била за контролу 958,68 kg/ha, за N1 варијанту 1251,69 kg/ha, за N2 1504,74 kg/ha, за N3 1795,25 kg/ha и за N4 варијанту 1821,07kg/ha. Поред ових подземних органских остатака, у случају одношења надземних остатака са поља, ипак значајан део тих остатака остаје на стрништу. Према истраживањима Martinova и сар.(2005) ова количина пре свега зависи од висине реза, и према његовим мерењима остатак сламе на стрништу код пшенице за висину реза од 15cm је био у влажној сезони 33% а у сувој 39% у односу на принос зрна. Ако се узме и губитак сламе при њеном скупљању, исти аутори наводе да више од 50% надземне биомасе ипак остаје у земљи. Ако би применили овај однос за проучавано огледно поље на коме се надземни остаци сламе односе са поља, за 2013 годину, онда би за приносе сламе у 2013 години таб.3 укупне количине жетвених остатака, надземних и подземних, које остају после жетве биле за контролу 2453,68

kg/ha, за N1 варијанту 3256,69 kg/ha, за N2 3749,74 kg/ha, за N3 4280,25 kg/ha и за N4 варијанту 4381,07kg/ha. Ово су неке оријентационе вредности које нам указују колико се уношењем минералног азота повећава укупна биомаса биљака која је главни извор угљеника у условима искључиве примене минералних ђубрива за ОМЗ, а пре свега LF. И у другим вишегодишњим истраживањима (Gongetal., 2009; Yangetal., 2005; Saljnikovetal., 2005) је потврђено позитивно дејство минералних ђубрива, посебно азота, на количину LFC и LFN и на њихов садржај у укупној у ОМЗ и укупном азоту. И да се значајне промене, односно повећања ОМЗ углавном одвијају у оквиру ове фракције, док промене у вредностима тешке фракције (стабилани део ОМЗ) нису сигнификантни.



Графикон 2. Однос(дистрибуција) лабилног и стабилног угљеника (пролеће 2014)

Што се тиче односа између вредности за LFC и за LFN и њихових пропорције у укупном садржају ЗОМ све вредности су веће код узорка узетих у јесен. И поред тога што је дошло до опадања количине лаке фракције (LFSM) у узорцима узетим у пролеће дошло је и до пада вредности LFC и LFN и до благог смањења односа LFC/ LFN.

Опадање садржаја "лаке фракције" током лабораторијских инкубација (FordandGreenland, 1968) или у току вегетационог периода у пољу (DalalandMayer, 1986) не подразумева нужно минерализацију азота. Овај пад се може објаснити тиме што део "лаке фракције" органске материје се трансформише у стабилну фракцију((CameronandPosner, (1979) LaddandAmato, (1980)) Према томе, пад LF се може повезати са обртом LF, али се не може изједначити са минерализацијом LF и LFN ослобађањем.

Сви показатељи „лаке фракције“ су код узорка природне ливаде и шуме изразито већи него код земљишта из огледа узорка. Ово нам говори да привођењем земљишта пољопривредној производњи поред пада укупног органског угљеника и азота долази до наглог пада С и N лаке фракције. С тим да се заступљеност С и N лаке фракције у укпној ОМЗ и у укупном азоту није изразито променила.



## ZAKЉUČAK

Примена минералних ђубрива имала је значајан утицај на повећање количине лаке фракције органске материје.

У оба периода проучавања у огледу са ђубрењем (јесен пролеће), примена растућих количина азотног ђубрива имала је позитиван утицај на количину лаке фракције органске материје као и на количину угљеника и азота у лакој фракцији. Иако су вредности за оба параметра у N4 варијанти веће него код N3, разлике које се јављају нису сигнификантно значајне.

Количине лаке фракције органске материје имају изразит сезонски карактер, на шта указују веће вредности свих проучаваних параметара у јесен у односу на пролеће.

Вредности укупног органског угљеника и азота, као и угљеника и азота лаке фракције органске материје изразито су веће код узорака узетих из природне ливаде и шуме у односу на све варијанте узорака из вишегодишњег огледа са ђубрењем. То нам указује да привођењем земљишта пољопривредној производњи уз примену стандардне пољопривредне праксе долази до неминовног пада органске материје. Пошто је уношење органских ђубрива у Србији ограничен ресурс, у будућности би требало више да се посвети изучавању начина преко којих би се побољшао биланс органске материје обрадивих земљишта. Пре тога неопходно је формирање мониторинга праћења не само квантитативних, већ и квалитативних својстава органске материје, у којем би као кључна мера требало пратити и лабилну фракцију у којој се одвијају најважније промене ОМ, што смо и приказали у истраживању у овом раду.

## LITERATURA

- Bolinder, M.A., Angers, D.A., Dubuc, J.P. (1997): Estimating shoot to root ratio and annual carbon input in soil for cereal crops. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, Vol. 63: 61-66.
- Beauchamp, E.G., Voroney, R.P. (1994): Crop carbon contribution to the soil with different cropping and livestock systems. *Journal of soil and water conservation*, Vol. 49 (2): 205-209
- Coûteaux, M.M., Bottner, P. and Berg, B., 1995. Litter decomposition, climate and litter quality. *Tree* 10: 63-66.
- Campbell, C.A., Lafond, G.P., Zentner R.P., Biederbeck, V.O. (1991): Influence of fertilizer and straw baling on soil organic matter in a thin black chernozem in western Canada. *Soil Biology and Biochemistry*, Vol 23, Pages 443-446.
- Cameron, R.S. and Posner, A.M., 1979. Mineralizable organic nitrogen in soil fractionated according to particle size. *J. Soil Sci.* 30: 565-577.
- Dalal R.C. and Mayer R.J., 1986. Long-term trends in fertility of soil under continuous cultivation and cereal cropping in Southern Queensland. II Total organic carbon and its rate of loss from soil profile. *Aust. J. Soil Res.*, 24: 281-292.
- Elliott, E.T. and Cambardella, C.A., 1991. Physical separation of soil organic matter. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 34: 407-419.
- Ford, G.W. and Greenland, D.J., 1968. The dynamics of partly humified organic matter in some arable soils. *Trans. 9th Int. Congr. Soil Sci.*, Adelaide, 2: 403-410.
- Gale, W.J., Cambardella, C.A., Bailey, T.B. (2000): Surface residue- and root derived Carbon in stable and unstable aggregates. *Soil Science Society of American Journal*, Vol. 64: 196-201
- Gregorich, E. G. and Janzen, H.H. 1996. Storage of soil carbon in the light fraction and macroorganic matter. P. 167-190. In M.R. Carter and B.A. Stewart (ed.) *Structure and organic matter storage in agricultural soils*. CRC press, Boca Raton, FL
- Jaćimović, G., Malešević, M., Bogdanović, D., Marinković, B., Crnobarac, J., Latković, D., Aćin, V. 2009. Prinos pšenice u zavisnosti od dugogodišnjeg zaoravanja žetvenih ostataka. *Letopis naučnih radova, Poljoprivredni fakultet Novi Sad*, 33: 85-92.
- Janzen, H.H., Campbell, C.A., Brandt, S.A., Lafond, G.P., Townley-Smith, L., 1992. Light fraction organic matter in soils from long-term crop rotation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56, 1799–1806.
- Martinov, M., Tešić, M., Konstantinović, M., Stepanov, B. (2005) Perspektive u korišćenju biomase za grejanje domaćinstava u seoskim područjima. *Savremena poljoprivredna tehnika*, vol. 31, br. 4, str. 211-220
- Johansson, G. (1992): Below-ground carbon distribution in barley (*Hordeum sativum* L.) with and without nitrogen fertilization, *Plant and Soil*, Vol. 144: 93-99.
- Koković N., E. Saljnikov, Z. Dinić, B. Sikirić, V. Mrvić and B. Nerandić. 2018. Hemijske osobine zemljišta posle 50 godišnjeg đubrenja zemljišta mineralnim đubrivima. *Zemljište i Biljka* 67(2):1-9, [http://www.sdpz.rs/images/casopis/2018/ZIB\\_vol67\\_no2\\_2018\\_pp01-09.pdf](http://www.sdpz.rs/images/casopis/2018/ZIB_vol67_no2_2018_pp01-09.pdf)
- Kuzyakov, Y., Domanski, G. (2000): Carbon input by plant into the soil. *Rev. Journal of Plant Nutrition Soil Science*. Vol. 163: 421-431.
- Kuzyakov, Y., Schneckenberger, K. (2004): Review of estimation of plant rhizodeposition and their contribution to soil organic matter formation. *Archives of Agronomy and Soil Science*, Vol. 50: 115-132.

- Ladd, J.N. and Amato, M., 1980. Studies on nitrogen immobilization and mineralization in calcareous soils-IV. Changes in the organic nitrogen of light and heavy subfractions of silt- and fine clay size particles during nitrogen turnover. *Soil Biol. Biochem.* 12: 185-189.
- Liljeroth, E., Kuikman, P. Van Veen, J. A. (1994): Carbon translocation to the rhizosphere of maize and wheat and influence on the turnover of native soil organic matter at different soil nitrogen levels. *Plant and Soil*. Vol. 161: 233–240.
- Manojlović, M., Aćin, V., Šeremešić, S. 2008. Long-term effects of agronomic practices on the soil organic carbon sequestration in Chernozem, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 54:4: 353-367.
- Gong W, Yan X., Wang J , Hu T , Yuanbo Gong Y. 2009.Long-term manure and fertilizer effects on soil organic matter fractions and microbes under a wheat–maize cropping system in northern China.*Geoderma* 149 :318–324
- Saljnikov, E, Cakmak D., and Rahimgalieva S.,2013: Soil organic Mater Stability as Affected by Land Managment in Steppe Ecosystems. In eds.. Hernandez Soriano M. C., *Soil Processes and current trends in quality assessment*. InTech.Croatia. pp,269-310.
- Swinnen, J., van Veen, J.A., Merckx, R. (1995): Carbon fluxes in the rizosphere of winter wheat and spring barley with conventional vs integral farming. *Soil biology biochemistry*. Vol. 27: 811-820