

АКАДЕМИЈА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА СРБИЈЕ – АИНС
ОДЕЉЕЊЕ БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

**ОДРЖИВИ СИСТЕМИ ПРОИЗВОДЊЕ
ХРАНЕ И ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА
И ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ**

Радови са научног скупа одржаног 24.11.2021. године

Академија инжењерских наука Србије – АИНС
Одељење биотехничких наука

Академска мисао, Београд

Београд, 2021.

Одрживи системи производње хране и очување биодиверзитета и животне средине

Радови са научног скупа одржаног 24.11.2021. год.

Уредник
Ратко Лазаревић

Организациони одбор скупа
Ратко Лазаревић, академик АИНС, председник
Милена Симић, дописни члан АИНС
Ратко Ристић, дописни члан АИНС
Витомир Видовић, академик АИНС
Стеван Маширевић, академик АИНС
Виктор Недовић, дописни члан АИНС
Драгана Ђурић, технички секретар, АИНС

Научни одбор скупа
Мирјана Шијачки Николић, академик АИНС, председник
Драган Шкорић, академик САНУ и АИНС
Бранка Лазић, академик АИНС
Милорад Стошић, академик АИНС
Ратко Николић, академик АИНС
Драган Терзић, виши научни сарадник и доцент,
Пољопривредни факултет Крушевац
Чедомир Радовић, виши научни сарадник, Институт за сточарство Београд

Издавач
АИНС – одељење биотехничких наука, Београд
Академска мисао, Београд

Штампа
Академска мисао, Београд

ИСБН 978-86-7466-904-4

Тираж
300 комада

Зборник научних радова је финансирано Министарство за просвету, науку и технолошки развој Владе Републике Србије

ЗНАЧАЈ ОДРЖИВИХ СИСТЕМА ГАЈЕЊА ЗА КВАЛИТЕТ ПРИНОСА КУКУРУЗА И ОЧУВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА

Симић Милена^{1*}, Драгичевић Весна¹, Долијановић Жељко², Бранков Милан¹
¹Институт за кукуруз «Земун Поље», Слободана Бајића 1, 11080 Земун-Београд
²Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Немањина 6, 11080 Земун
*email: smilena@mrgizp.rs, дописни члан АИНС-а

ИЗВОД

Током последњих неколико декада постало је евидентно да различити начини индустријализације и интензификације пољопривредне производње негативно утичу на животну средину. Сада у 21. веку уочавамо последице дугогодишње употребе пестицида, интензивне обраде земљишта уз повећање површина које остају необрађене због упрошћавања плодореда, веће употребе фосилних горива, спецификације система гајења и др. Због наведеног, пољопривреда је узрочник али такође трпи последице климатских промена, загађења земљишта и вода и смањења биодиверзитета. Због тога су потребе за гајењем усева у одрживим системима производње који су једнако продуктивни, све веће. Одржива пољопривреда подразумева гајење усева уз мању употребу хербицида и давање предности другим мерама - физичким, биолошким и еколошким. Такође, у одрживој пољопривреди су улагања контролисана, одређена потребама усева, заједно са одржавањем садржаја азота и органске материје у земљишту. Тако, плодореда и гајење покровних и здружених усева као и гајење у органској производњи, доприноси продуктивности кукуруза и смањењу закоровљености, као и остварењу приноса побољшаног квалитета што је значајно за исхрану и здравље људи и животиња.

У раду ће се анализирати допринос одрживих система гајења кукуруза квалитету приноса и очувању биодиверзитета.

Кључне речи: одржива пољопривреда, биодиверзитет, кукуруз, принос

УВОД

Кукуруз (*Zea mays* L.) је важан усев и у Еворпи се гаји на 28% површина или на око 14 милиона хектара у 2016. години (Eurostat, 2016). Гаји се за различите намене, за зрно које се користи у исхрани људи и животиња, за силажу и као биогориво. У централној и јужној Европи преовладава гајење кукуруза за зрно, док се у северној Европи најчешће гаји за силажу. Кукуруз има високи степен адаптивности и може се гајити у различитим системима биљне производње, од веома интензивних када даје врло високе приносе до органских у којима се постижу приноси унапређеног квалитета. Међутим, и поред тога висина и квалитет приноса у високом степену варирају у зависности од варирања агроколошких услова, укључујући климатске, земљишне услове, као и примену или одсуство одређених мера производње.

Интензивна индустријализација пољопривреде вођена захтевима за већом продуктивношћу, донела је бројне еколошке проблеме, укључујући повећано загађење земљишта и вода због употребе минералних ђубрива и пестицида и смањење биодиверзитета (Lithourgidis et al., 2011; Jacobsen et al., 2013). Због тога је унапређење пољопривредне производње и гајење усева уз смањену употребу пестицида, у системима који прате климатске промене, предмет нових регулатива које захтевају проналажење баланса између продуктивности и основних принципа одрживости као што је очување биодиверзитета (European Green Deal, 2021). Према Европском зеленом договору потребно је смањити употребу пестицида за 50% до 2030. године (EU Green Deal, 2021). Владе многих земаља теже да своје стратегије у области пољопривреде и екологије прилагоде таквим захтевима и у тим настојањима

припремају регулативе којима би се и законски утицало на смањење загађења. Тако је и у Србији законом забрањено паљење стрништа јер се тиме угрожава цео екосистем као и микробиолошка сфера земљишта и на индиректан начин, његова плодност.

Смањење употребе пестицида у ЕУ се према Директиви 2009/128/ЕС, захтева због смањења ризика и негативних последица по људско здравље. Због тога су фармери у земљама ЕУ у обавези да примењују Систем интегрисаних мера за контролу болести, корова и штеточина - Integrated Pest Management (IPM) и да за то донесу Национални план (Direktive 2009/128/ЕС), док у Србији то још није случај. Такође, стратегија „Од њиве до трпезе“ (The Farm to Fork Strategy) као део Европског зеленог договора (European Green Deal, 2021), настоји да систем производње хране учини здравим и одрживим, водећи рачуна о пореклу пољопривредних производа, примењеним мерама и средствима гајења и заштите усева. Систем производње хране према наведеном, мора да има позитиван утицај на животну средину и да гарантује безбедност, квалитет и одрживост произведених намирница.

Да би се постигла оба циља, исправност хране и заштита животне средине, потребно је гајити усева уз примену мера које су еколошки прихватљиве, у системима који ефикасно користе соларне и земљишне ресурсе и уз минимални унос пестицида. У том смислу се истражују и препоручују за примену у пракси одрживи системи гајења усева попут вишепољних плодореда са легуминозама, система редуковане обраде земљишта, система ђубрења усева у којима су већином заступљена органска и микробиолошка ђубрива, гајење здружених и покровних усева, системи органске пољопривреде и др. (Altieri, 1999). У зависности од улоге екосистема тј. степена коришћења обновљивих извора и заступљености спољашњих инпута у виду агрохемикалија и енергије, Therond et al. (2017) су системе пољопривредне производње поделили на системе гајења са хемијским инпутима, са биолошким инпутима и системе гајења чија је основа очување биодиверзитета.

Према Miloјићу (1990), сви облици пољопривреде у којима се мање користе агрохемикалије а више биолошки процеси који доприносе самоодрживости, спадају у алтернативну пољопривреду која је супротност конвенционалној пољопривреди. Један облик алтернативне или биолошке пољопривреде је органска пољопривреда која је, према Министарству пољопривреде САД, дефинисана као „систем биљне производње који избегава или знатно искључује примену синтетисаних минералних ђубрива, пестицида, регулатора раста и адитива за сточну храну. У највећој мери системи органске производње зависе од плодореда, биљних остатака, примене стајњака, легуминоза, зеленишног ђубрења, органских отпадних материја пореклом ван фарме, механичке обраде земљишта и мера биолошке борбе против штеточина, с циљем одржавања плодности земљишта, обезбеђивања хранљивих материја потребних биљкама и сузбијања инсеката, корова и болести“ (Miloјић, 1990).

У вези са наведеним, могло би се сматрати да је одржива пољопривреда, насупрот конвенционалној, базирана на еколошким принципима са циљем очувања агро-екосистема али не искључује у потпуности употребу појединих синтетичких материја већ тежи да неопходну плодност земљишта, хранива за биљке и борбу против штеточина у највећој мери базира на природним, одрживим процесима. Такође, одржива пољопривреда има задатак, данас и убудуће, да смањи утицај пољопривреде на свеукупно загађење планете као једном од узрочника климатских промена.

Одржива биљна производња треба да допринесе одржању и повећању природне плодности земљишта, увођењем у технологију покровних, као и других усева који повећавају садржај органске материје и азота у земљишту. Пожељно је да се биљке хране преко екосистема земљишта, уз минималне уносе, а не употребом минералних ђубрива која му се додају, а која могу да утичу на деградацију земљишта. У оваквим системима гајења усева, сузбијање болести, штеточина и корова се спроводи применом система интегрисаних мера и уз смањену употребу пестицида. Одржива пољопривреда подржава основна начела агроекологије чиме се постиже боље одржавање природног окружења. Један од главних постулата је унапређење биодиверзитета кроз увођење више усева у гајење на пољопривредним површинама (Ковачевић, 2011). У том смислу, кукуруз се може гајити:

- у системима вишеструких летина, односно здруживањем више усева на истој површини у истој вегетационој сезони (polyculture) а не на посебним парцелама, као при гајењу чистих усева (monocrop). У овај систем гајења спада здружено гајење кукуруза и пасуља (Олјаћа, 1998), гајење кукуруза и соје у различитим моделима здруживања и за различите намене (Terzić et al., 2007; Dolijanović et al., 2009), гајење кукуруза и тикава (Momić et al., 2015) и др.
- здруживањем усева у неком периоду током вегетационе сезоне (relay intercropping), чиме се значајно смањује ерозија земљишта, боље се искоришћавају постојећа хранива, потребно је мање спољног улагања јер се ови системи сами одржавају
- уз коришћење покровних усева чиме се обогаћује земљиште органском материјом и хранивима, смањује закоровљеност и присутност штеточина и болести, и такође су мања улагања, поготову у погледу енергената и агрохемикалија
- у системима органске производње, када је применом плодореда такође могуће смањити улагања и допринети продуктивности и заштити кукуруза од штеточина

Заједничка карактеристика наведених одрживих система гајења је да су за њих потребна мања улагања у поређењу са конвенционалном пољопривредом, да су у њима стављени у функцију природни односи који постоје између биљних врста попут алелопатије и компетиције (Liebman, Davis, 2000), да је смањена деградација земљишта у смислу ерозије, загађења пестицидима и погоршања физичких и хемијских својстава, као и да је подржан биодиверзитет не само гајених него и других биљних врста, инсеката и животиња (Олјаћа, Dolijanović, 2013). Овај вид пољопривреде усклађен је са природом и користи принципе природе да би се само-одржао (Ковачевић, 2011), прилагођенији је климатским променама и као крајњи резултат има квалитетнији принос у погледу смањеног садржаја остатака пестицида и повећаног садржаја пожељних састојака (протеини, антиоксиданси, витамини и др.).

У раду се анализира значај гајења кукуруза у посебним системима гајења (плодореду, здруженим и покровним усевима) и у систему органске производње ради остварења квалитетног приноса и очувања плодности земљишта и биодиверзитета у агро-екосистему.

ДОПРИНОС ПЛОДОРЕДА ПРОДУКТИВНОСТИ И КВАЛИТЕТУ ПРИНОСА КУКУРУЗА

Плодоред је најјефтинија и врло ефикасна биолошка мера којом се значајно доприноси очувању биодиверзитета и плодности земљишта уз истовремено остварење већих приноса кукуруза. За правилан увид у ефекте плодореда од великог су значаја вишегодишњи експерименти јер се пуни ефекти смене усева на продуктивност кукуруза могу уочити тек после две и више ротација. Са порастом свести о одрживости пољопривреде и неопходности за мултидисциплинарним приступом у решавању проблема у пољопривреди, последњих деценија овакав вид експеримената има све већи значај јер показује степен усклађености појединих елемената агро-екосистема и даје смернице ка постизању његове одрживости (Schillinger, 2011; Šeremešić et al., 2020). Вишегодишња експериментална истраживања показују да плодоред има значајну улогу за повећање приноса кукуруза и биолошку заштиту од штеточина у свим системима биљне производње, почев од конвенционалне па до органске (Ковачевић, 2010). Са становишта заштите животне средине, плодоред непосредно утиче на смањење бројности корова, инсеката и појаве болести, а унапређује својства земљишта и његову плодност.

Кукуруз може да толерише и краткотрајно гајење у монокултури, где је за остварење оптималног приноса потребна примена органских и минералних ђубрива (Simić et al., 2013; Dragičević et al., 2017a), али је са аспекта одрживости читавог система гајења, као и висине приноса, ефикасније његово гајење у плодореду (Molnar, 1999). Без обзира на употребу минералних ђубрива и примењене хемијске мере заштите усева од корова, највећи принос кукуруз је остварио у плодореду са пшеницом и сојом (Simić et al., 2020; Simić et al., 2021), а најмањи у монокултури (Dragičević et al., 2019). Резултати истраживања Stranger, Lauer

(2008) су показали да плодореда са више усева, међу којима су и вишегодишње легуминозе, доприносе смањеној употреби минералних азотних ђубрива, утичу на повећање приноса кукуруза и агрономски су одрживији него плодореда са малим бројем усева у ротацији.

Плодореда, чак и двопољни са најмањим бројем поља, имају позитиван утицај на смањење закоровљености (Ковачевић et al., 2010), а то може бити важан разлог повећања приноса кукуруза (Dolijanović et al., 2017a). Анализирајући утицај испитиваних плодореда на огледном школском добру „Радмиловац“, Dolijanović et al., (2017a) наводе да је највећи принос зрна кукуруза добијен у тропољном плодореду (9,23 t ha⁻¹), али су оптимални приноси остварени такође и у четворопољном и шестопољном плодореду.

За поређење приноса у плодоредима најпоузданија су вишегодишња испитивања у којима су сви испитивани плодореда прошли најмање три ротације, па се при тумачењу добијених резултата компаративно утврђују разлике између њих после одређење ротације. У тропољном и четворопољном плодореду принос у другој ротацији је био виши него у првој ротацији, док је у двопољном плодореду принос у другој ротацији био нижи али се у трећој и четвртој пропорционално повећао (Табела 1).

Табела 1. Принос зрна кукуруза после различитих ротација (Dolijanović et al., 2017a)

Усев	Плодоред	Ротације			
		I	II	III	IV
Кукуруз	Двопољни	7,85	7,50	8,75	10,45
	Тропољни	7,17	9,73	11,55*	-
	Четворопољни	7,30	9,72	-	-
	Шестопољни	7,77	11,05**	-	-

*Усев је прошао 2/3 треће ротације; **Усев је прошао само 1/3 друге ротације.

Редослед усева у ротацији, тј. плодосмена, има значајну улогу у повећању приноса и смањењу закоровљености кукуруза. Вишегодишњи оглед који је заснован 2009. године и још увек траје, укључује четири система гајења кукуруза - монокултуру, двопоље кукуруз-озима пшеница и два тропоља са различитим распоредом усева: кукуруз-соја-озима пшеница и кукуруз-озима пшеница-соја. Осим у години заснивања експеримента, када се ефекти система гајења практично и не могу уочити, кукуруз је био заступљен на свим пољима у 2012, 2015 и 2018. години. Резултати су показали да је смена усева у плодореду значајно допринела да жетвени индекс и принос кукуруза буду већи а свежа маса корова мања у плодосмени кукуруз-озима пшеница-соја у односу на кукуруз-соја-озима пшеница, (Табела 2).

Табела 2. Значај године, плодосмене и примене хербицида за закоровљеност и принос кукуруза (Simić et al., 2021)

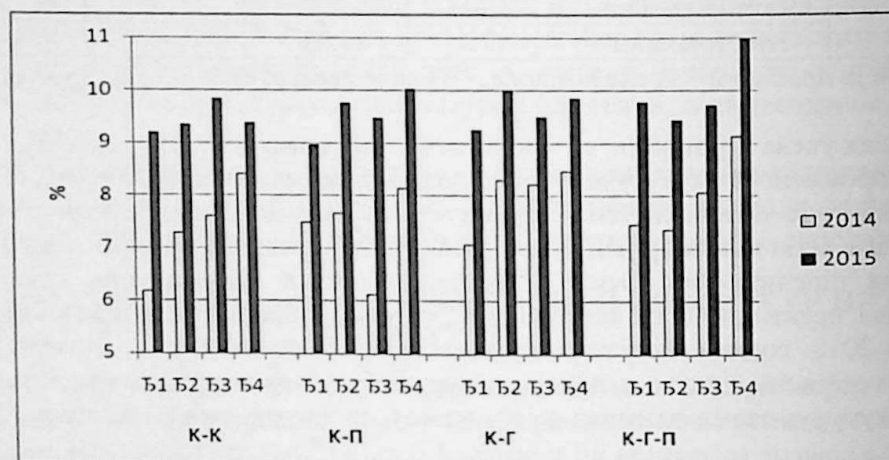
	Свежа маса корова, g m ⁻²	Жетвени индекс	Принос зрна, t ha ⁻¹
2012	1686,0a	0,546	5,286
2015	532,0ц	0,42ц	6,51ц
2018	977,0б	0,64a	8,68a
ЛСД _{0,05}	260,4366	0,0434	0,5727
К-С-ОЗ.П	1233,0	0,52	6,59
К-ОЗ.П-С	897,0	0,55	7,06
ЛСД _{0,05}	212,6456	0,0354	0,4676
Хербицид	202,5	0,52	7,66
Без хербицида	1927,5	0,54	5,95
ЛСД _{0,05}	212,6456	0,0354	0,4676

Ефикасности плодореда доприноси ђубрење органским и минералним ђубривима. За одрживост система гајења важно је користити органска ђубрива, жетвене остатке као и укључити легуминозу у ротацију јер се одређена количина потребног азота надокнађује путем азотофикације као природног процеса (Videnović et al., 2013). Према резултатима дванаесто-

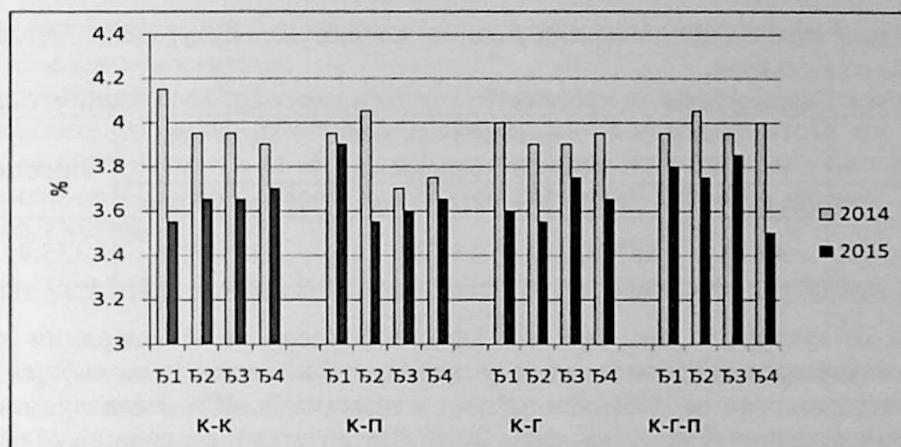
годишњих истраживања, гајење кукуруза у двопољном плодореду са сојом је дало већи принос (7.60 t ha^{-1}) у поређењу са двопољем кукуруз-озима пшеница (6.82 t ha^{-1}) иако је унос азотног ђубрива био за 50% мањи. Међутим, највећи принос је остварен при гајењу кукуруза у тропољном плодореду са озимом пшеницом и сојом (9.03 t ha^{-1}). Вишегодишња примена стајског ђубрива, заједно са неорганским ђубривом, повећала је принос зрна кукуруза за 10-15% (Milić et al., 2019). Сличне резултате у својим истраживањима наводе и Simić et al. (2013).

У погледу смањења закоровљености кукуруза, улога плодореда је незаменљива па је чак могуће користити и смањене количине хербицида (Simić et al., 2020; Dolijanović et al., 2020; Vrankov et al., 2021). Истовремено резерве семена корова у земљишту су мање ако је смањена бројност корова у усеву услед комбиноване примене плодореда и хербицида (Simić et al., 2014). Нарочито је плодоред важан за дугорочно управљање заступљеношћу вишегодишњих, проблематичних врста корова које се размножавају и генеративно и вегетативно, попут дивљег сирка (Simić et al., 2021).

Гајење кукуруза у плодореду доприноси квалитету приноса (Dragičević i sar., 2019). Када је кукуруз гајен у плодореду са легуминозом, највећи принос зрна, садржај протеина и уља, посебно у сушним сезонама, остварен је у тропољу кукуруз-легуминоза-озима пшеница (Dragičević et al., 2017b). Такође, са повећањем норме ђубрења, паралелно са повећањем приноса, долази до испољавања позитивног ефекта на ниво протеина у зрну, али и до смањења садржаја уља у зрну (Графикони 1 и 2).



Графикон 1. Утицај различитих система гајења (К-К - монокултура кукуруза, К-П - ротација кукуруз-пшеница, К-Г - ротација кукуруз - сточни грашак, К-Г-П - ротација кукуруз - сточни грашак - преница) и режима ђубрења (Ђ1 - без ђубрења, Ђ2 - $N_{80}P_{60}K_{40}$, Ђ3 - $N_{120}P_{90}K_{60}$, Ђ4 - $N_{160}P_{120}K_{80}$) на садржај протеина у зрну кукуруза; ЛСД 0,05 за годину =0,716; режим ђубрења 1,179; систем гајења 1,225; $G \times \mathcal{B}=0,60$; $G \times \mathcal{C}=0,697$; $\mathcal{B} \times \mathcal{C}=1,238$; $G \times \mathcal{B} \times \mathcal{C}=0,433$)



Графикон 2. Утицај различитих система гајења (К-К - монокултура кукуруза, К-П - ротација кукуруз-пшеница, К-Г - ротација кукуруз - сточни грашак, К-Г-П - ротација кукуруз - сточни грашак - преница) и режима ђубрења (Б1- без ђубрења, Б2 - $N_{80}P_{60}K_{40}$, Б3 - $N_{120}P_{90}K_{60}$, Б4 - $N_{160}P_{120}K_{80}$) на садржај уља у зрну кукуруза; ЛСД 0,05 за годину = 0,142; режим ђубрења 0,199; систем гајења 0,199; $G \times B = 0,139$; $G \times C = 0,142$; $B \times C = 0,210$; $G \times B \times C = 0,125$

ЗНАЧАЈ ЗДРУЖЕНИХ УСЕВА ЗА ПРОДУКТИВНОСТ КУКУРУЗА

Здружени усеви подразумевају гајење два или више усева истовремено, у коезистенцији, уз одређени распоред (Олјаџа, 1998; Carrubba et al., 2008; Bedoussac et al., 2015). У поређењу са гајењем појединачних усева, карактерише их успешнија контрола штеточина, оптимизација микроклиматских услова у пољу, постизање скоро истих приноса уз смањена улагања, смањење загађења, остварење веће продукције приноса или биомасе по јединици површине, комплементарно коришћење ограничених ресурса (вода, светлост и др.) као и обогађивање земљишта азотом из азотофиксације (Lithourgidis et al., 2011; Smith et al., 2013; Dolijanović, Simić, 2015). Међутим, нису сви системи гајења здружених усева корисни у сваком наведеном смислу. Тако нпр. здружено гајење легуминоза и жита обично има за резултат већу продукцију биомасе и протеина у односу на појединачно гајена жита (Anil et al., 1998), док немогућност коришћења већине хербицида у таквом систему гајења проузрокује веће проблеме у сузбијању корова од гајења сваког усева појединачно (Moss et al., 2012). Суштинске користи од гајења здружених усева долазе од комплекснијег искоришћења ресурса, какви су сунчева светлост, вода, земљиште и минералне материје, корисне суседске интеракције, и у појединим случајевима, континуиране покривености земљишта (Vandermeer et al., 1990; Munz et al., 2014). Међутим, потребно је повећати допринос здружених усева кроз гајење усева са различитим типом сетве и са различитим животним циклусима, као и кроз њихов неуједначен распоред у пољу.

Кукуруз се може успешно гајити здружено са сојом, тиквама, пасуљем, детелином ради бољег искоришћења простора и остварења већег приноса зрна и биомасе гајених усева. У Србији је проучавано здружено гајење кукуруза са сојом, ради постизања већег приноса зрна и биомасе за силажу, као и са пасуљем и тиквама. Гајење кукуруза и соје у пострној сетви у нашим агроколошким условима је могуће уз примену наводњавања за производњу силаже, док је гајење за зрно упитно због агрометеоролошких услова сезоне (Terzić et al., 2001). Пострно гајење кукуруза и соје као здружених усева је ефикасно пре свега због производње значајне количине волуминозне хране за исхрану стоке (Terzić et al., 2017) која има висок садржај протеина и високу енергетску вредност, Табела 3. Нарочито је ефикасно здруживање ова два усева у истом реду у односу на наизменичне редове јер се поред веће продукције нето енергије усев лакше убира и конзервише силирањем па је тај начин производње лако применљив у нашим условима. Резултати показују да је у здруженим

усевима садржај сирових протеина већи у односу на чист усев кукуруза за 73,72%, као последица учешћа соје у смеси.

Табела 3. Садржај сирових протеина кукуруза и соје, $g\ kg^{-1} SM$ (Terzić et al., 2017)

Параметар	Чист усев		Наизменични редови	Исти ред	Просек	CV
	Кукуруз	Соја	Кукуруз-соја	Кукуруз-соја		
Сирови протеини	80.30	187.70	136.30	139.50	135.95	32.31

Када се кукуруз и соја гаје као здружени усеви са стандардним роком сетве, трогодишњи резултати су показали да је у просеку већи принос зрна добијен у односу на појединачне усева и то за 45% при гајењу у тракама и 49% када су усеви гајени у наизменичним редовима (Dolijanović et al., 2009). Интензитет интраспецијске конкуренције је већи у тракама па су у том просторном распореду добијени мањи релативни приноси зрна, првенствено због нижих приноса кукуруза. У здруженом усеву кукуруза и соје утврђен је и најмањи број јединки и маса корова, поготово код здруживања по принципу наизменичних редова, док је њихова заступљеност у појединачним усевима била већа (Dolijanović et al., 2007). Гајење кукуруза и соје у наизменичним тракама (2+2 реда) може се, поред повећања приноса, повољно одразити и на квалитет зрна оба усева, нарочито ако се овај систем гајења комбинује са применом микробиолошких ђубрива. Тако је при примени наведене комбинације дошло до значајног повећања β -каротена, нивоа Mg, Fe и Zn у зрну соје, док се гајење ова два усева у наизменичним редовима уз примену микробиолошког ђубрива повољно одразило на потенцијално бољу искористљивост Mg, Fe и Zn из семена и соје и кукуруза од стране људског организма (Dragicević et al., 2015).

Избор одговарајућег модела здруживања је доста сложен имајући у виду да успешно гајење здружених усева много зависи од интеракције између компонената које се комбинују, примењених мера гајења и услова поднебља (Lithourgidis et al., 2011). У истраживањима Олјаца et al. (2012) се наводи да је при здруженом гајењу кукуруза и пасуља важан правилан одабир сората и форми па је тако већи принос остварен са гајењем индетерминатних, пузавих форми пасуља и хибрида кукуруза средње висине. Здружени усев кукуруза и пасуља по методи замењујућих серија је био продуктивнији у погледу приноса оба усева у поређењу са чистим усевима (Олјаца et al., 2000). То повећање је износило чак 30% и то у условима наводњавања и при односу кукуруза и пасуља 50%:50%. Резултати огледа са здруженим гајењем кукуруза и тикава, што је стари модел примењиван одавно пре свега због ефикаснијег коришћења вегетационог простора и смањења закоровљености, су показали да се принос тикава пропорционално повећавао са повећањем њиховог удела у здруженом усеву (Momić et al., 2015). Такође, систем гајења је значајно утицао па је просторни распоред од два реда тикава и два реда кукуруза (пропорција 2/3:1/3) био оптималан за конвенционални систем гајења, док је у конзервацијском систему пропорција 1/3:2/3 била продуктивнија.

И док конвенционални системи гајења усева теже ка поједностављењу производње, свдећи сав диверзитет на монокултуру и гајење само високопрофитабилних усева, биодиверзитет у производњи се пре може срести код традиционалних произвођача који гаје аутохтоне сорте, различите врсте усева и њихове дивље сроднике (Altieri, 1999). Здруживање усева је одличан начин за повећање биодиверзитета у агроекосистему јер већа разноврсност усева доноси и већу разноврсност инсеката, корова и свих елемената пратилачког комплекса. Већа разноврсност биљка може утицати на кружење минералних материја и допринети плодности земљишта, спречити губитак азота путем испирања у дубље слојеве и значајно смањити штетно деловање инсеката, болести и корова (Liebman, Dyck, 1993), што доприноси одрживости система гајења.

Гајење здружених усева има и недостатке у смислу да је захтевније сузбијање корова због ограничења у примени хербицида, отежане жетве и других техничких разлога али се здруживањем боље искоришћава и мање загађује земљиште, конкуренција стваља у функцију

контроле корова, добијају већи приноси усева а истовремено унапређује биодиверзитет и смањује загађење агро-екосистема.

За ширу примену здружених усева у пракси и стављање у функцију њихових позитивних ефеката, потребно је истражити посебне системе обраде земљишта, усавршити механизацију за такве намене и изнаћи најефикасније мере заштите усева у таквој заједници. Тада ће примена овог система гајења усева дати свој пуни допринос очувању природних ресурса (Олјаца, Долџановић, 2013).

ПОКРОВНИ УСЕВИ И ЊИХОВ ДОПРИНОС ОДРЖИВОСТИ СИСТЕМА ГАЈЕЊА КУКУРУЗА

Покровни усеви се гаје како би се управљало плодношћу и квалитетом земљишта, водом, коровима, штеточинама, болестима и повећала биоразноврсност у агроекосистемима (Lu et al., 2000), а могу такође да индиректно побољшају квалитет суседних природних екосистема. Под изразом покровни усев подразумева се више различитих мера одржавања земљишта под вегетацијом (зимски покровни усеви, зеленишно ђубрење лети, живи малчеви (међуусеви), сетва крмног биља иза главног усева (накнадни усеви и др.), а с намером одржања или повећања садржаја органске материје у земљишту, побољшања физичких особина земљишта (структура, водни режим и сл.), акумулације азота легуминозама, побољшања микробиолошке активности земљишта, спречавања губитака хранива у дубље слојеве земљишта и подземне воде, као и евапорацијом, сузбијања корова, односно уопште подизања плодности земљишта (Ćurina et al., 2011; Олјаца, Долџановић, 2013). Врсте које се користе као покровни усеви (траве, махунарке, купусњаче) доприносе повећању биодиверзитета у агро-екосистемима (Albrecht et al., 2015). Гајење покровних усева је основа одрживе и органске производње посебно са аспекта сузбијања корова и ефикасног искоришћавања азота. Док минерална ђубрива доприносе загађењу агро-екосистема у смислу повећања садржаја нитрита и нитрата у земљишту и производима, као и повећаној евапорацији азотних оксида у атмосферу, легуминозе гајене у здруженим усевима представљају алтернативу и одрживи начин за обогаћивање земљишта азотом (Fustec et al., 2010). За унапређење агро-екосистема најбоље је гајити смеше покровних усева (Ranaldo et al., 2015). Тиме се повећава продуктивност, стабилност и ефикасност искоришћавања ресурса у системима гајења. Највећа добит од употребе покровних усева у гајењу шећерца и кокичара је њихова способност да допринесу остварењу већег и квалитетног приноса (Табела 4), с обзиром да покровни усеви доприносе смањењу закоровљености (Dolijanović et al., 2016a). Увођење покровних усева у системе гајења може да представља алтернативу употреби хербицида (Tardy et al., 2015).

Табела 4. Утицај различитих покровних усева на принос кокичара ($t\ ha^{-1}$) (Dolijanović et al., 2016b)

Покровни усеви (А)	Микробиолошко ђубриво (В)		Просек
	Без микробиол. ђубрива	Са микробиол. ђубривом	
Озима грахорица	5,09	5,13	5,11
Озимни овас	3,96	4,94	4,45
Сточни кељ	5,18	5,33	5,25
Сточни грашак + Озимни овас	5,39	5,42	5,40
Слама	4,10	4,10	4,10
Оз. грахорица + Озимни овас	4,42	5,03	4,72
Сточни грашак	5,08	3,93	4,50
Контрола/стандард	4,77	4,85	4,81
Просек	4,75	4,84	4,79

Фактор	LSD (0,05)	LSD (0,01)
A	0,389	0,520
B	0,779	1,041
AB	1,102	1,472

Озими покровни усеви обично остају на земљишту током зиме. Посебно су изражене разлике у погледу приноса главног усева гајеног након покровних у односу на принос главног усева гајеног на земљишту које је остало голо (без вегетације) током јесени и зиме (Dolijanović et al., 2016b). Предности покровних усева у очувању и повећању плодности земљишта произилазе из чињенице да они апсорбују хранива, посебно азот и микроелементе и преводе их у органске облике, чиме спречавају губитке из орничног слоја - испирање у дубље слојеве или прелазак у атмосферу путем евапорације, регулишу температурне и услове влаге, притом обезбеђујући нитрификацију кад су повољни сезонски услови; побољшавају физичке особине земљишта, прожимајући честице земљишта и чинећи их финијим, поред обogaћивања земљишта материјалима који стварају хумус. Детелине и грахорице пружају корен дубоко у земљиште користећи воду и хранива из дубљих слојева, па су цењене врсте покровних усева, јер поред других предности као што је азотофиксација, имају и висок принос надземне биомасе.

Употреба органо-минералних ђубрива у гајењу кукуруза шећерца и кокичара смањује губитке азота од испирања и поправља структуру земљишта. Смањење количина ђубрива, посебно азотних, захваљујући увођењу покровних усева, утиче на одржавање рН вредности земљишта односно мања је могућност закишељавања земљишта. Овакви агроекосистеми су ближи природним екосистемима, који су стабилни и самообновљиви, побољшано је кружење материје и проток енергије, што свакако утиче и на функционалност самих, али и околних агроекосистема.

Табела 5. Садржај протеина (%) у зрну кукуруза шећерца (Janosevic et al., 2017)

Покровни усеви (ПУ)	2014			2015		
	БФØ	БФ	Просек	БФØ	БФ	Просек
1	10,92	10,87	10,58	11,68	11,16	11,42
2	11,23	10,68	10,96	11,54	11,36	11,45
3	10,68	10,09	10,39	11,56	10,04	10,80
4	11,08	10,79	10,94	11,18	10,87	11,03
5	11,14	11,82	11,48	11,32	11,33	11,33
6	10,22	10,14	10,18	10,58	11,64	11,11
7	10,80	10,29	10,55	10,42	10,27	10,35
8	11,39	10,81	11,10	11,01	11,36	11,19
Просек	10,93	10,68	10,81	11,16	11,00	11,08
LSD 0,05		ПУ**	БФ**	ПУ x БФ**		
Садржај протеина 2014		0,063	0,032	0,090		
LSD 0,05		ПУ**	БФ**	ПУ x БФ**		
Садржај протеина 2015		0,021	0,010	0,029		

$p < 0,01$ веома значајно (**); $p < 0,05$ значајно (*); $p > 0,05$ није значајно (ns)

Врста покровног усева и примена микробиолошког ђубрива, су значајно утицали и на садржај протеина, витамина С и шећера у зрну кукуруза шећерца, Табела 5 и 6. Легуминозе су допринеле да садржај протеина у зрну шећерца буде највећи управо на варијантама на којима су као покровни усеви гајени озима грахорица, као и њена смеша са овсем нарочито у сушној 2015. години (Janošević et al., 2017). Жути пигмент је имао највеће вредности у зрну кукуруза шећерца када је гајен након сточног кеља, док су највеће вредности витамина Ц биле у третману са комбинацијом озимог грашка и овса (Dolijanović et al., 2017b). Органски

малч се показао као најбољи за повећање удела сахарозе и фруктозе у зрну шећерца (Dragicevic et al., 2021a).

Табела 6. Ефекат године, покровних усева и микробиолошког ђубрива на садржај шећера, жутог пигмента (каротеноида) и витамина Ц у зрну кукуруза шећерца (Dragicevic et al., 2021)

	Сахароза	Глукоза % DM	Фруктоза	Жути пигмент $\mu\text{g g}^{-1}$	Витамин Ц $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$
Обична грахорица	1.39 ^b	1.65 ^{ab}	1.23 ^a	11.74 ^b	23.47 ^a
Сточни грашак	1.18 ^a	1.64 ^a	1.39 ^b	11.57 ^a	27.57 ^c
Овас	1.16 ^a	1.67 ^{ab}	1.27 ^a	11.58 ^a	26.25 ^b
Сточни кељ	1.22 ^a	1.63 ^a	1.24 ^a	12.66 ^d	26.06 ^b
Обична грахорица + овас	1.38 ^b	1.7 ^b	1.44 ^c	12.63 ^d	28.55 ^d
Сточни грашак + овас	1.14 ^a	1.63 ^a	1.36 ^b	12.29 ^c	30.31 ^c
Органски малч	1.50 ^c	1.64 ^a	1.52 ^d	11.71 ^b	28.45 ^d
Голо земљиште (контрола)	1.23 ^a	1.74 ^b	1.46 ^c	12.35 ^c	28.55 ^d
Микробиолошко ђубриво	1.25 ^a	1.71 ^b	1.37	11.60 ^a	28.37 ^b
Без микробиолошког ђубрива	1.3 ^b	1.61 ^a	1.36	12.53 ^b	26.44 ^a
2016	1.29 ^b	1.71 ^b	1.41 ^b	26.25 ^c	27.04 ^a
2017	1.29 ^b	1.71 ^b	1.41 ^b	1.85 ^a	27.04 ^a
2018	1.26 ^a	1.56 ^a	1.26 ^a	8.09 ^b	28.12 ^b

ОРГАНСКА ПРОИЗВОДЊА КУКУРУЗА ПОБОЉШАНОГ КВАЛИТЕТА ЗРНА

Органска производња је најразвијенији облик одрживе пољопривреде у смислу употребе искључиво природних инпута и са применом агротехничких мера које не загађују природне ресурсе попут земљишта, воде и ваздуха. Према дефиницији коју је дао NOSB-National Organic Standard Board (САД, 1995), органска пољопривреда је систем еколошког управљања производњом који промовише и унапређује биодиверзитет, кружење материја и биолошку активност земљишта. Ова производња се одвија уз контролу целог процеса и спровођење мера према прописаним стандардима (IFOAM-International Federation of Organic Agriculture Movements). У Србији се примењује Закон о органској пољопривреди из 2010. године који је усклађен са законским нормама ЕУ, као и Правилник којим се ближе прописују мере у органској производњи.

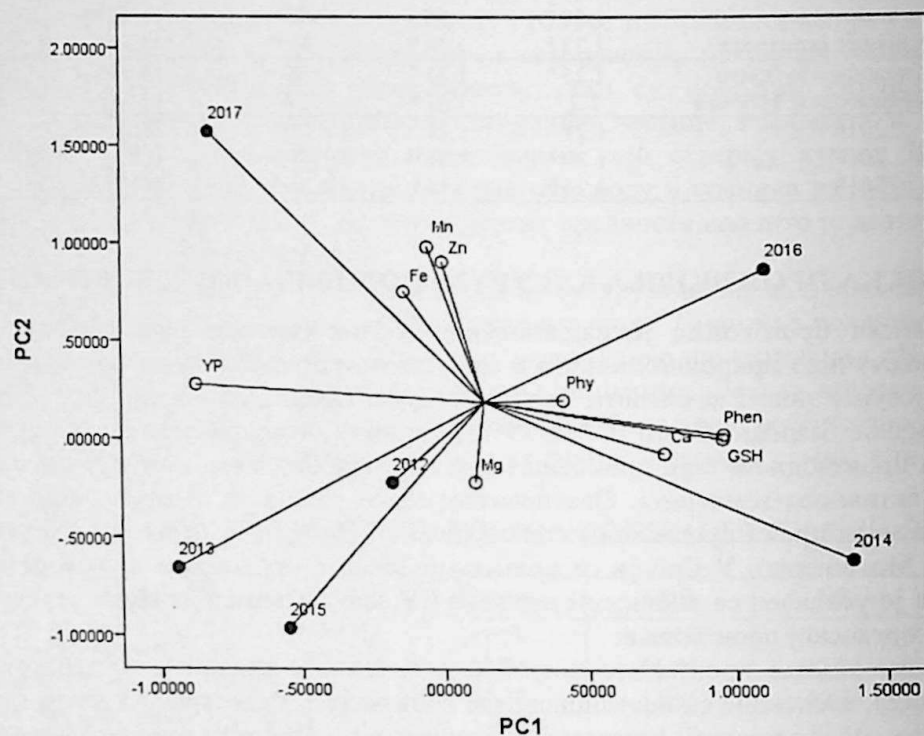
За отпочињање производње потребно је земљиште очишћено од агрохемикалија и тешких метала, изоловано од конвенционалне производње, уз доступност квалитетне воде за наводњавање и неопходну адекватну механизацију. Органска производња доприноси очувању биодиверзитета биљних и животињских врста а као крајњи резултат се добија високовредна храна са повећаним садржајем важних хранива и без остатака пестицида. У органској производњи примењују се само конзервацијски системи обраде земљишта, користе само органска ђубрива као компост, стајњак, зеленишно ђубриво и сл., корови се уништавају најчешће ручно, окопавањем а штеточине сузбијају биолошким мерама (Олјаџа, Долијановић, 2013). Плодоред је веома важан због очувања квалитета земљишта, његове фитосанитарне улоге и баланса азота, па су легуминозе углавном заступљене у плодореду са 30-50%.

Кукуруз има високе захтеве према земљишту, хранивима и води те је зато конвенционална производња кукуруза скоро потпуно индустријализована, са високим инпутима. У таквој производњи добијају се врло високи приноси кукуруза али су њихова исправност и квалитет упитни. Због тога је производња кукуруза по принципима органске пољопривреде нарочито перспективна, поготову кад се ради о гајењу кукуруза специфичних својстава који се користе у људској исхрани попут кукуруза шећерца и кокичара, кукуруза белог или црвеног зрна.

У органској производњи корови су велики конкуренти гајеним биљкама и најчешће се сузбијају специфичним машинама за међуредну обраду или ручно, окопавањем, што изискује улагање велике количине рада, времена и енергије. Истраживања су показала да се и у условима органске производње соје и кукуруза као јарих широкоредних усева, могу успешно

користити покровни усеви попут грахорице и озиме ражи који су ефикасни у смањењу бројности и масе корова (Uchino et al., 2012).

Међутим, варирања метеоролошких услова, тј, фактор климе у високом степену утиче не само на варирања приноса зрна кукуруза, већ и на варирања у саставу, односно квалитету зрна. Тако, резултати приказани на графикону 3 показују да када су присутни сушнији периоди током фазе наливања зрна, већа су и варирања у садржају жутог пигмента (каротеноида), Mg, Fe, Mn и Zn у зрну кукуруза (Dragičević et al., 2021b). Без обзира на то, што су остварени приноси органски гајеног кукуруза далеко нижи, нутритивни квалитет, нарочито када је у питању садржај протеина, витамина и минерала је далеко супериорнији у односу на конвенционалну производњу кукуруза, а што је посебно изражено у сушнијим сезонама.



Графикон 3. Варирања у садржају укупног глутатиона (GSH), жутог пигмента (YP), фитинске киселине (Phy), фенолних једињења (Phen), Mg, Fe, Mn и Zn у зрну органски гајеног кукуруза у периоду 2012-2017. година (Dragičević et al., 2021b).

ЗАКЉУЧАК

У складу са потребама да се све већи проценат интензивне и конвенционалне пољопривредне производње замени одрживом, измене у системима гајења у смислу већег удела легуминозних биљака су најједноставнији и најјефтинији начин да се систем гајења кукуруза унапреди у погледу одрживости, да се смањи унос агрохемикалија, да се повећа квалитет земљишта и очува биодиверзитет у плодоредима, здруженим усевима, системима гајења са покровним усевима као и у органској производњи где је јако пожељно да соја или нека друга легуминоза буде предусев кукурузу. Такође, легуминозе су пожељан предусев кукурузу у вишепољним плодоредима, као покровни и здружени усеви са којима се кукуруз лепо комбинује и које производе велике количине надземне биомасе, богате протеинима. У овим системима гајења смањена је и закоровљеност кукуруза а остварују се већи приноси побољшаног квалитета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Albrecht H., Lang M., Truffel C., Prestele J., Wiesinger K., Kollmann J. (2015): Impact of cover crops and crop rotation on the re-establishment of threatened arable plants. Proceedings of the 17th European Weed Research Society Symposium, 23-26 June, Montpellier, France (2015)
2. Altieri M.A. (1999): The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agricultural Ecosystems and Environment*, 74, (19-31)
3. Anil L, Park J, Phipps R. H, Miller F. A. (1998): Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass and Forage Science*, 53, (301-307)
4. Bedoussac L, Journet E.P, Hauggaard-Nielsen H, Naudin C, Corre-Hellou G, Jensen E.S, Prieur L, Justes E. (2015): Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. *Agronomy and Sustainable Development*, 35(3), (911-935)
5. Brankov M, Simić M, Dragičević V. (2021): The Influence of Maize – Winter Wheat Rotation and Pre-emergence Herbicides on Weeds and Maize Productivity. *Crop Protection*, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2021.105558>
6. Carrubba A, Torre R.L, Saiano F, Aiello P. (2008): Sustainable production of fennel and dill by intercropping. *Agronomy and Sustainable Development*, 28(2), (247-256)
7. Čupina B, Manojlović M, Krstić Đ, Čabilovski R, Mikić A, Ignjatović-Čupina A, Erić P. (2011): Effect of winter cover crops on the dynamics of soil mineral nitrogen and yield and quality of Sudan grass (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Australian Journal of Crop Science*, 5 (7), (839-845)
8. Directive 2009/128/EC, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:309:0071:0086:en:PDF>
9. Dolijanović Ž, Oljača S, Kovačević D, Simić M. (2007): Zastupljenost korova u združenom usevu kukuruza i soje. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 68, 244(4), (51-62)
10. Dolijanović Ž, Kovačević D, Oljača S, Simić M. (2009): Tipovi interakcija u združenom usevu kukuruza i soje. *Journal of agricultural sciences*, 54, 3, (179-187)
11. Dolijanović Ž, Simić M. (2015): Chapter: Intercropping Systems: Principles, Production Practices and Agronomic Benefits, pp 1-43. In: *Agricultural Research Updates* pp 180. Volume 12, Editors: Prathamesh Gorawala and Srushti Mandhatri. Published by Nova Science Publishers, Inc, New York.
12. Dolijanović Ž, Simić M, Oljača S, Kovacević D, Dragicević V, Jovović Z, Moravčević Đ. (2016a): The effects of different cover crops on weed control in popcorn (*Zea mays* L. ssp. *everta* Sturt). Proceedings of 7th International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2016", Jahorina, Oct. 06 - 09, 2016, (692-698)
13. Dolijanović Ž, Simić M, Momirović N, Moravčević Đ, Janošević B. (2016b): The effects of different cover crops on grain yield of popcorn (*Zea mays* l. ssp. *everta* Sturt). *Analele Universității din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series)*, XLVI 2016, (129-133)
14. Dolijanović, Ž, Kovačević, D, Oljača Snežana, Simić Milena, Simić Divna (2017a): Značaj plodoreda u gajenju kukuruza. *Zbornik naučnih radova sa XXXI Savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista, Institut PKB Agroekonomik, Padinska Skela*, 22-23. februar 2017, 23(1-2), (49-54)
15. Dolijanović, Ž, Oljača Snežana, Kovačević, D, Simić Milena, Srdić Jelena, Momirović, N, Moravčević, Đ. (2017b): The effects of cover crops on the content of vitamin C in grain of sweet maize. Eighth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2017", Jahorina, October 05 - 08, 2017, *Book of proceedings*, 676-682
16. Dolijanović, Ž, Kovačević, D, Oljača Snežana, Milena Simić (2020): Adaptacija agrotehničkih mera u ratarstvu na klimatske promene. *Zbornik radova naučnog skupa „Značaj*

- razvojnih istraživanja i inovacija u funkciji unapređenja poljoprivrede i šumarstva Srbije“
Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 04. novembar 2020. godine. Akademija
inženjerskih nauka Srbije- AINS, Odeljenje biotehničkih nauka, Beograd, (60-71)
17. Dragicevic V, Oljaca S, Stojiljkovic M, Simic M, Dolijanovic Z, Kravic N. (2015): Effect of the maize and soybean intercropping system on the potential bioavailability of magnesium, iron and zinc. *Crop Pasture Science*, 66, (1118-1127)
 18. Dragičević V, Simić M, Kresović B, Brankov M. (2017a): The dependence of soil organic matter and crop productivity in maize monoculture. Book of Abstracts of the 2nd International and 14th National Congress of Soil Science Society of Serbia „Solutions and Projections for Sustainable Soil Management“ 25-28th Spetember 2017, Novi Sad, Serbia, (160-165, 84)
 19. Dragičević V, Simić M, Kresović B, Brankov M. (2017b): Cropping system and fertilization regime as factors of maize grain quality. Proceedings of the 11th International Symposium „Modern Trends in Livestock production“ 11 - 13 October 2017 - Belgrade, Serbia, (696-705)
 20. Dragičević V, Simić M, Kresović B, Brankov M. (2019a): How cropping systems affect photosynthetic pigments and maize grain yield. Proceedings of the international Symposium “Modern Trends in Livestock Production”, 9-11 October, Belgrade, Serbia, (684-694)
 21. Dragičević V, Simić M, Brankov M, Kresović B, Tolimir M. (2019): Efekti plodoreda na iznošenje azota s prinosom kukuruza. Zbornik radova XXIV Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 15-16. mart, Čačak, Srbija, (203-209)
 22. Dragicevic V, Dolijanović Z, Janosevic B, Brankov M, Stoilkovic M, Dodevska M, Simic M. (2021a): Enhanced nutritional quality of sweet maize kernel in response to cover crops and bio-fertilizer. *Agronomy*, 11(5), 981; <https://doi.org/10.3390/agronomy11050981>
 23. Dragičević V, Stoilković M, Simić M, Tabaković M, Milenković M, Brankov M. (2021b): Variation in some essential elements and antioxidants content in organically produced spelt and maize grains. 2nd International UNIfood Conference, 24th-25th September 2021 University of Belgrade, Book of Abstracts, In press
 24. European Green Deal (2021): https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
 25. Eurostat. 2016. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents>
 26. Fustec J, Lesuffleur F, Mahieu S, Cliquet J.B. (2010): Nitrogen rhizodeposition of legumes. A review. *Angronmy and Ssustainable Development*, 30, (57-66)
 27. Jacobsen S.E, Sorensen M, Pedersen S.M, Weiner J. (2013): Feeding the world: genetically modified crops versus agricultural biodiversity. *Agronomy and Sustainable Development*, 33(4), (651-662)
 28. Janosevic B, Dolijanovic Z, Dragicevic V, Simic M, Dodevska M, Djordjevic S, Moravcevic Dj, Miodragovic R. (2017): Cover crop effects on the fate of N in sweet maize (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.) production in a semiarid region. *International Journal of Plant Production*, 11 (2), (285-294)
 29. Kovačević D, Dolijanović Ž, Oljača S, Jovanović Ž, Milošev D, Milić V. (2010): Uticaj plodoreda na floristički sastav korova u ozimoj pšenici, *Journal of Scientific Agricultural Research*, 71 (1), (17-25)
 30. Kovačević D. (2011): Zaštita životne sredine u ratarstvu i povrtarstvu. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
 31. Liebman M, Dyck E. (1993): Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications*, 3, (92-122)
 32. Liebman M, Davis A.S. (2000): Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Research*, 40, (27-47)
 33. Lithourgidis A.S, Dordas C.A, Damalas C.A, Vlachostergios D.N. (2011): Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science*, 5, (396-410)

34. Milić S, Ninkov J, Zeremski T, Latković D, Šeremešić S, Radovanović V, Žarković B. (2019): Soil fertility and phosphorus fractions in a calcareous chernozem after a long-term field experiment. *Geoderma*, 339, (9-19)
35. Milošević B. (1990): Sistemi biološkog ratarenja. Književne novine, Beograd.
36. Molnar I. (1999): Definicija, značaj i elementi plodoređa. U "Plodoredi u ratarstvu", Urednik: Molnar, I. Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, (23-39).
37. Momirović N, Oljača S, Dolijanović Ž, Simić M, Oljača M, Janošević B. (2015): Productivity of intercropping maize (*Zea mays* L.) and pumpkins (*Cucurbita maxima* Duch.) under conventional vs. Conservation farming system. *Turkish Journal of Field Crops*, 20 (1), (92-98)
38. Moss J. W, Tubbs R.S, Grey T.L, Smith N.B, Johnson J.W, Davis J.W. (2012): Agronomic and economic comparisons of double-crop and relay-intercropping systems of peanut with wheat. *Crop Management*, 11(1), (309-321)
39. Munz S, Graeff-Hönniger S, Lizaso J.I, Chen Q, Claupein W. (2014): Modeling light availability for a subordinate crop within a strip-intercropping system. *Field Crops Research*, 155(155), (77-89)
40. Oljača S. (1998): Produktivnost kukuruza i pasulja u združenom usevu u uslovima prirodnog i irigacionog vodnog režima. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Zemun, (1 – 138)
41. Oljača S, Cvetković R, Kovačević D, Vasić G, Momirović N. (2000): Effect of plant arrangement pattern and irrigation on efficiency of maize (*Zea mays*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) intercropping system. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 135, (261-270)
42. Oljača Snežana, Dolijanović, Ž, Simić Milena, Oljača, M. (2012): Yield of red maize intercropped with black soybean in organic cropping system. *Proceedings of the 3rd International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012"*, Jahorina, BiH, (310-315)
43. Oljača, S, Dolijanović, Ž. (2013): Ekologija i agrotehnika združenih useva. *Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu*, (1-173)
44. Ranaldo M, Costanzo A, Carlesi S, Bärberi P. (2015): Can weed management in vegetable systems be improved by cover crop species mixtures? Step 1: Screening of cover crop species and varieties. *Proceedings of the 17th European Weed Research Society Symposium*, 23-26 June, Montpellier, France, (208)
45. Simić M, Dragičević V, Spasojević I, Brankov M, Jovanović Ž. (2013): Effects of fertilising systems on maize production in long-term monoculture. *Proceedings of the IV International Symposium "Agrosym 2013"*, Jahorina, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, (153–160)
46. Simić M, Spasojević I, Brankov M, Dragičević V. (2014): Weeds seed bank richness in maize field: effects of crop rotation and herbicides. *Proceeding of the 5th International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014"*, October 23-26, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, (501-507)
47. Simić M, Spasojević I, Kovačević D, Brankov M, Dragičević M. (2016): Crop rotation influence on annual and perennial weed control and maize productivity. *Romanian Agricultural Research*, 33, (125-133)
48. Simić M, Spasojević I, Dragičević V, Kovačević D, Dolijanović Ž, Brankov M. (2017): Plant height and grain yield of maize in different cropping systems. *Proceedings of the VIII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2017"*, Jahorina, October, 5-8, Bosnia and Herzegovina, (583-589)
49. Simić M, Kresović B, Dragičević V, Tolimir M, Brankov M. (2018): Improving cropping technology of maize to reduce the impact of climate changes. *Proceedings of the IX International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2018"*, Jahorina, October, 3-7, Bosnia and Herzegovina, (631-640)
50. Simić M, Dragičević V, Chachalis D, Dolijanović Ž, Brankov M. (2020): Integrated weed management in long-term maize cultivation. *Zemdirbyste-Agriculture*, 107 (1), (33–40)

51. Simić M, Dragičević V, Dolijanović Ž, Brankov M, Jovanović Ž. (2021): Značaj preduseva za produktivnost kukuruza. Zbornik radova XXVI Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 12-13. mart, Čačak, Srbija, (85-91)
52. Simić M, Dragičević V, Brankov M, Šenk M. (2021): Does maize cultivation in continuous cropping contribute to infestation with Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)? *Pesticides & Phytomedicine*, 35(3), (97-104)
53. Schillinger F. (2011): Practical lessons for successful long-term cropping systems experiments. *Renew Agriculture and Food Systems*, 26 (1), (1-3)
54. Smith M.A, Carter P.R. (1998): Strip intercropping corn and alfalfa. *Journal of Production Agriculture*, 11, (345-352)
55. Stranger F.T, Lauer G.J. (2008): Corn grain yield response to crop rotation and nitrogen over 35 years. *Agronomy Journal*, 100, (643-650)
56. Šeremešić S, Lazić B, Marjanović Jeromela A. (2020): Doprinos višegodišnjih stacionarnih oglada unapređenju biljne proizvodnje u Srbiji. Zbornik radova naučnog skupa „Značaj razvojnih istraživanja i inovacija u funkciji unapređenja poljoprivrede i šumarstva Srbije“ Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu, 04. novembar 2020. godine. Akademija inženjerskih nauka Srbije- AINS, Odeljenje biotehničkih nauka, Beograd, (33-44)
57. Tardy F, Damour G, Revel-Morouz A, Dorel M, Moreau D. (2015): An analysis of the effects of cover crops competition strategies on weed growth. *Proceedings of the 17th European Weed Research Society Symposium*, 23-26 June, Montpellier, France, (184)
58. Terzić D, Stošić M, Dinić B, Lazarević D, Radović J. (2001): Produktivnost kukuruza i soje kao združenih useva. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 62, 220, (151-158)
59. Terzić D, Radović J, Marković J, Popović V, Milenković J, Vasić T, Filipović V. (2017): Uticaj načina setve i združivanja na energetske i proteinske vrednosti kukuruza i soje u postrojnoj setvi. Zbornik radova XXXI savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista Instituta PKB, 23(1-2), (19-24)
60. Therond O, Duru M, Roger-Estrade J, Richard G. (2017): A new analytical framework of farming system and agriculture model diversities. A review. *Agronomy and Sustainable Development*, 37, 21 (2017). <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0429-7>
61. Uchino H, Iwama K, Jitsuyama Y, Ichiyama K, Sugiura E, Yudate T, Nakamura S, Gopal J. (2012): Effect of interseeding cover crops and fertilization on weed suppression under an organic and rotational cropping system 1. Stability of weed suppression over years and main crops of potato, maize and soybean. *Field Crops Research*, 127, (9-16)
62. Vandermeer J.H, Carroll C.R, Vandermeer J.H, Rosset P.M. (1990): Intercropping. *Field Crops Research*, 34(93), (239-245)
63. Videnović Ž, Jovanović Ž, Dumanović Z, Simić M, Srdić J, Dragičević V, Spasojević I. (2013): Effect of long term crop rotation and fertilizer application on maize productivity. *Turkish Journal of Field Crops*, 18 (2), (233-237)