

АКАДЕМИЈА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА СРБИЈЕ – АИНС
ОДЕЉЕЊЕ БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

**ЗНАЧАЈ РАЗВОЈНИХ ИСТРАЖИВАЊА
И ИНОВАЦИЈА У ФУНКЦИЈИ
УНАПРЕЂЕЊА ПОЉОПРИВРЕДЕ
И ШУМАРСТВА СРБИЈЕ**

Радови са научног скупа одржаног 04.11.2020. године

Академија инжењерских наука Србије – АИНС
Одељење биотехничких наука

Академска мисао, Београд

Београд, 2020.

ЗНАЧАЈ РАЗВОЈНИХ ИСТРАЖИВАЊА И ИНОВАЦИЈА У ФУНКЦИЈИ УНАПРЕЂЕЊА ПОЉОПРИВРЕДЕ И ШУМАРСТВА СРБИЈЕ

Радови са научног скупа одржаног 04.11.2020. године

Уредник

Ратко Лазаревић

Организациони одбор скупа

Ратко Лазаревић, редовни члан АИНС, председник

Драган Шкорић, академик САНУ и АИНС

Бранка Лазић, академик АИНС

Ратко Николић, академик АИНС

Снежана Младеновић-Дринић, академик АИНС

Ратко Ристић, дописни члан АИНС

Драган Терзић, доцент, Пољопривредни факултет, Крушевац

Драгана Ђурић, технички секретар АИНС

Научни одбор скупа

Милена Симић, дописни члан АИНС, председник

Васкрсија Јањић, редовни члан АИНС

Душан Ковачевић, редовни члан АИНС

Мирјана Шијачић Николић, редовни члан АИНС

Витомир Видовић, редовни члан АИНС

Стеван Маширевић, редовни члан АИНС

Золтан Заварго, дописни члан АИНС

Издавачи:

Академија инжењерских наука Србије – АИНС

Одељење биотехничких наука

Академска мисао, Београд

Штампа:

Академска мисао, Београд

Тираж: 300 примерака

ISBN 978-86-7466-854-2

**Зборник радова једним делом финансирао је Министарство просвете, науке и
технолошког развоја Републике Србије**

ИНОВАТИВНА РЕШЕЊА У СУЗБИЈАЊУ КОРОВА У УСЕВИМА

Милена СИМИЋ^{1,2}, Милан БРАНКОВ²

САЖЕТАК

У интензивној ратарској производњи је уобичајена употреба средстава за заштиту биља. С друге стране, појава резистентности корова, штеточина и патогена, загађење агроекосистема па и угроженост здравља људи услед примене пестицида, проблеми су са којима смо свакодневно суочени. У циљу смањења појаве резистентности и штета по животну средину, у Институту за кукуруз Земун Поље се више од 20 година проучавају ефекти комбиноване примене различитих мера у оквиру Система интегрисаних мера за сузбијање корова, чијом применом би се плански и дугорочно смањила бројност корова. У циљу оптимизације примене хербицида, испитиван је утицај различитих распрскивача (дизни) и ађуваната на ефикасност хербицида.

Гајење кукуруза у двопољном плодореду са пшеницом и посебно тропољном плодореду са легуминозом, доприноси значајном смањењу закоровљености и повећању приноса. Након осам година примене хербицида у препорученој количини у тропољном плодореду кукуруз-озима пшеница-соја, маса корова је била мања за 92.8% у односу на контролу, док је у монокултури смањење износило 79.8%. Мере попут обраде земљишта и примене ђубрива, повећане густине сетве или смањеног међуредног размака, такође имају значајан утицај на интезитет појаве корова у усевима.

Највећи утицај на ефикасност хербицида испољили су ађуванти, а у мањој мери различити распрскивачи због чега се препоручује њихова примена заједно са хербицидима ради постизања веће ефикасности. Разлике између распрскивача који производи fine капљице хербицида у односу на распрскивач који производи крупније су указале на тачан спектар капљица у односу на распрскивач, депозицију хербицида на растојању до 0,5-12 m од отвора распрскивача, као и потенцијалну фитотоксичност на усева за које испитивани хербициди нису регистровани. Значајнија оштећења и већа количина депонованог хербицида је утврђена код распрскивача који производи финије капљице.

Кључне речи: корови, примена хербицида, систем интегрисаних мера за сузбијање корова

УВОД

У условима глобалних климатских промена, у свим будућим правцима развоја пољопривреде (интензивна, одржива, регенеративна, биодинамичка и др.) важно место ће заузимати плодореди као системи гајења усева, системи редуковане обраде земљишта, гајење здружених и покровних усева и др. Важне ће бити и промене у оплемењивачком раду у погледу стварања генотипова адаптабилних на стресне услове и модификоване агротехничке мере. У интензивној ратарској производњи је уобичајена употреба средстава за заштиту усева од болести, штеточина и корова. Штетни организми –корови, инсекти, бактерије, гљиве, и други, смањују принос усева током гајења, као и након складиштења, за 20-40% (Galea, 2010). Наведени проценат губитка приноса има следећу структуру: око 18% штете проузрокују инсекти, око 16% штете проузрокују микробиолошки агенси изазивачи разних болести, од чега 70-80% чине гљивична обољења биљака, и 34% су штете од корова (Oerke, 2006).

Сузбијање корова, штеточина и других проузроковача биљних болести је од изузетне важности јер се тиме доприноси доброј кондицији/стању гајених биљака, што им омогућава да боље поднесу ниске температуре, обилне падавине и сушу. Сузбијањем корова смањује се

¹ дописни члан АИНС, smilena@mrizp.rs

² Институт за кукуруз, Земун Поље, Слободана Бајића 1, 11081 Земун Поље

штетно деловање суше на кукуруз јер корови врло интензивно конкуришу усеву за најважније животне ресурсе-воду, светлост, хранива, итд. Преносиоци су и домаћини многим изазивачима болести и доприносе и смањењу квалитета приноса (Kojić i Šinžar, 1985). Примена хербицида је најчешћа мера за сузбијање корова у кукурузу али поред предности уочене су и бројне последице њихове дугогодишње примене као што су загађење земљишта и вода, промене у саставу коровских заједница и појава резистентности. Највећи број корова је развио резистентност према неколико група хербицида, пре свега према инхибиторима синтезе ацетил-коензим А карбоксилазе (ACCase) и ацетолатат синтазе (ALS), (HRAC, www.hracglobal.com). Појава резистентности корова, штеточина и патогена, загађење агрокосистема па и угроженост здравља људи услед примене пестицида, проблеми су са којима смо свакодневно суочени. Званични подаци у Србији говоре да је резистентност на хербициде потврђена само код неколико врста корова (Simić et al., 2013; Malidža, 2015), али искуства и стање на терену говоре да је резистентност много више распрострањена. Да би се зауставио или успорио процес настанка резистентности и смањиле штете по животну средину, потребно је корове и остале штеточине сузбијати интегрисаним приступом односно креирати систем мера којима би се плански и дугорочно смањила њихова бројност.

Систем интегрисаних мера за сузбијање корова (IWMS-Integrated Weed Management System) је заснован на комбинованој примени превентивних, директних, механичких, биолошких, хемијских, алтернативних и других мера (Swanton and Weise, 1991; Harker and O'Donovan, 2013; Simić et al., 2019). За правилно комбиновање мера у систем који ће на дужи временски период смањити закоровљеност до нивоа да не угрожава принос, потребно је добро познавање стања закоровљености усева и заступљености појединих група корова. Концепт система интегрисаних мера за сузбијање корова је први пут постављен 1991. године (Swanton and Weise, 1991) када је подизање свести о важности заштите агро-екосистема од загађења значајно променило политику канадске Владе у области пољопривреде. Покренута је иницијатива у скупштини града Онтарио да се подрже истраживања у правцу развоја Система интегрисаних мера за сузбијање корова. Истраживања су, због сложености, имала мултидисциплинарни приступ, обухватила су све аспекте система гајења усева и дала основе за његово унапређење. Нови приступ је тако указао на значај и предност конзервацијске обраде земљишта, критични период деловања корова, алтернативне мере сузбијања корова, повећање компетитивности усева, проучавање усев-корова интеракција и израду прогнозних модела, значај плодореда и динамику семена корова у земљишту, као и на важност преноса знања и едукације фармера за примену оваквог система.

Због потребе да се IWM систем што пре стави у функцију, његов концепт је допуњен и унапређен 1996. године (Swanton and Murphy, 1996) предлогом да се, осим конкретних резултата о деловању појединих мера на смањење закоровљености и повећање приноса усева, покушају да предвиде резултати усев-коров интеракција применом модела. Такав предиктивни приступ би помогао да се IWM систем прихвати и укључи у различите облике пољопривредне производње са циљем да се поједини индикатори квалитета агрокосистема (квалитет земљишта, продуктивност усева, квалитет воде) унапреде. Међутим, развој и примена IWM стратегије која омогућава успешно сузбијање корова без великог ослањања на хербициде и без нежељених ефеката по економичност производње и квалитет агрокосистема је и даље изазов (Chachalis et al., 2016; Kudsk et al., 2018). Током 2011-2012. године, у оквиру ЕУ пројекта, спроведени су огледи на девет локација у Европи, на фармама јужне Немачке, северне Италије и Словеније како би се у различитим климатским условима упоредила ефикасност IWM система и конвенционалних мера сузбијања корова (Vasileiadis et al., 2015). Резултати комбиноване примене плодореда, обраде земљишта и хербицида у траке, су показали да гајење кукуруза може да буде успешно и са употребом мање количине хербицида као и да се приноси остварени применом IWM мера нису разликовали од оних добијених конвенционалним гајењем кукуруза, чиме је испоштован и захтев за економичношћу производње.

На Седамнаестом и Осамнаестом европском симпозијуму о коровима (EWRS) одржаним 2015. и 2018. године, кроз бројна излагања и радове, још једном је указано на неопходност увођења IWM стратегије (Bastiaans, 2018; Colbach and Cordeau, 2018), посебно због смањења броја активних материја хербицида које добијају дозволу за употребу у складу са све већим стандардима за заштиту околине и здравље људи (<http://www.epa.gov/pesticides/regulating/restricted.htm>). Такође, на овим симпозијумима, као и на светском конгресу о коровима одржаном 2016. године, IWM концепт је добио на значају и због све већег броја резистентних врста корова (Owen, 2016). Због тога су и хемијске компаније, произвођачи хербицида, као Bayer CropScience, у своје кампање укључиле промоцију IWM концепта (Brunel-Lingeau, 2015).

Концепт на коме се заснива Систем интегрисаних мера за сузбијање корова не искључује употребу хербицида већ сугерише мање ослањање на ову меру (Swanton and Weise, 1991). У складу са принципима IWM система, хербициди се уместо третирања целе површине поља, чешће примењују у траке, у употребу су ушле нове активне супстанце које се формулишу у малим количинама и облицима који се лако растварају и усвајају, примена хербицида се обавља углавном у току вегетације усева (post-emergence) када се види колика је бројност и какав је састав коровске заједнице, често се примењују у смањеним количинама као допуна другим мерама (Le Goupil et al., 2016; Lundkvist et al., 2016).

Хербициди, као и сва средства за заштиту биља треба да буду униформно примењени на циљаној површини, као и у тачно прописаној количини, да би испољили најбоље ефекте. Распрскивачи су део опреме за примену хербицида који одређују количину примене течности, њену уједначеност, покровност и потенцијал заносења (дрифта) (Creach et al., 2015). Распрскивачи чине да се течност претвори у капљице стварајући млаз. Избор распрскивача зависи од хербицида и коровских врста (Meuer et al., 2016). Такође, величина произведених капљица може имати утицај на ефикасност и заносење хербицида. Према Ferguson-у et al. (2018) величина капљица је значајно утицала на ефикасност хербицида на 4 травна корова, што указује на значајност избора дизни. Друга истраживања указују на незнатан утицај на ефикасност у зависности од величине капљица хербицида (Lešnik et al., 2012).

Ађуванти су хемикалије које помажу другим агрохемикалијама да буду ефективније (Hazen, 2000). Под овим појмом се могу сврстати супстанце које смањују површински напон течности и утичу на боље пријањање, средства за влажење, средства за боље продирање у ткиво и други. Генерално, ађуванти мењају физичке особине раствора чинећи га биолошки активнијим. Смањење површинског напона дозвољава капљицама хербицида да се више шире по површини, што може имати утицаја на ефикасност, нарочито ако су у питању контактни хербициди (Creach et al., 2015). Неки ађуванти реагују са кутикулом, чиме се олакшава усвајање хербицида (Hess and Foy, 2000). Разним истраживањима утврђена је значајно већа ефикасност хербицида који су примењени уз ађуванте (Knežević et al., 2010, Mačinkovska et al., 2018). Уколико се зна да је цена ађуваната много нижа од цене хербицида, уз повећану ефикасност на корове, њихова примена би требала обавезно да прати примену хербицида.

Дизне утичу на величину капљица, а величина капљица директно на потенцијал дрифта. Заносење хербицида може изазвати оштећења суседних усева, као и загађење животне средине. Различите дизне производе капљице различите величине и уколико распрскивач производи ситније капљице оне ће имати већу покровност, али уједно и већи потенцијал дрифта (Al Heidary et al., 2014). Коришћењем drift-reducing дизни производе се веће капљице, чиме се смањује потенцијал дрифта. У литератури, велики број истраживања се бавио темом утицаја величина капљица на покровност и ефикасност хербицида. Добијени резултати су углавном реферисали на непостојање разлика у ефикасности на корове у зависности од величине хербицидних капљица. Према томе, хербициде који се примењују током вегетационог периода усева, би требало примењивати дизнама које производе крупније капљице, чиме се смањује заносење хербицида.

У најновијем периоду, у циљу смањења употребе хербицида, врло је популарно гајење покровних усева ради смањења појаве корова као и системи здруживања усева ради повећања конкурентности гајене биљке у односу на корове. Ове мере посебно су применљиве у еколошким и одрживим системима гајења усева (Dolijanović and Simić, 2015).

У Институту за кукуруз Земун Поље интегрисано деловање превентивних, директних и хемијских мера на смањење закоровљености кукуруза, сунцокрета и соје (IWM систем), се поручава у последњих 20 година. Резултати су указали на ефекте и предности примене плодореда, обраде земљишта, густине гајења усева, избора генотипа и других мера, на смањење закоровљености у агроколошким условима централне Србије.

МЕСТО ПЛОДОРЕДА У СИСТЕМУ ИНТЕГРИСАНИХ МЕРА ЗА СУЗБИЈАЊЕ КОВОРА

Систем интегрисаних мера за сузбијање корова треба да чине најефикаснија решења која су у складу са глобалним захтевима за повећањем производње квалитетне хране и смањењем штетног деловања на животну средину и климу. Међу најважније мере налази се плодоред коме је последњих деценија претпостављена профитабилност производње па се најважнији усеви као што је кукуруз, и даље доста гаје у монокултури (Videnović et al., 2013). Међутим, гајење кукуруза у двопољном плодореду са пшеницом доприноси значајном смањењу закоровљености, како једногодишњим тако и вишегодишњим коровима (Dolijanović et al., 2014; Simić et al., 2016), а такође и повећању приноса усева. Комбинованом применом хербицида и тропољног плодореда кукуруз-соја-пшеница, након само једног циклуса ротације, смањена је бројност једногодишњих корова за 67.4% и вишегодишњих за 63.4% (Simić et al., 2016). Још бољи ефекти се постижу укључивањем легуминозе као што је соја у плодоред, када се могу користити и хербициди са другачијим механизмом деловања. Смењивање усева подразумева и промену у избору хербицида који ће се применити као и њихових механизма деловања, што омогућава да се они користе у смањеним количинама (Anderson, 2006). Гајење различитих усева и генотипова на истој површини, утиче на састав и структуру коровских заједница, број јединки корова и резерве семена у земљишту, прекида животне циклусе и омета пренамножавање и доминацију појединих врста, поготову инвазивних и оних које се тешко сузбијају (Simić et al., 2014).

Оглед са плодоредом је започет 2009. године на огледном пољу Института за кукуруз Земун Поље и још увек се изводи. Основни третман обухвата три система гајења кукуруза: монокултуру, двопоље кукуруз-озима пшеница и тропоље кукуруз-соја-озима пшеница у оквиру којих се суб-третмани на парцелама са кукурузом састоје од примене хербицида у препорученој и дупло мањој количини и контроле на којој нису примењени хербициди. Резултати су показали да је у првој години извођења експеримента на укупну масу корова утицала количина примењених хербицида док је касније утицао и систем гајења тј. плодоред (Табела 1). Тако је маса корова, у периоду 2009-2015/2016 година, смањена у двопољном плодореду уз примену хербицида у половини препоручене количине од 812.1 на 15.8 g m⁻² а у тропољном плодореду од 1454.7 на 75.4 g m⁻². Након примене препоручене количине хербицида, маса корова је смањена од 535.3 на 31.2 g m⁻² у двопољу и од 555.6 на 23.2 g m⁻² у тропољном плодореду. У просеку, након примене препоручене количине хербицида и тропољног плодореда маса корова је била мања за 92.8% у односу на контролу, док је у монокултури смањење износило 79.8%.

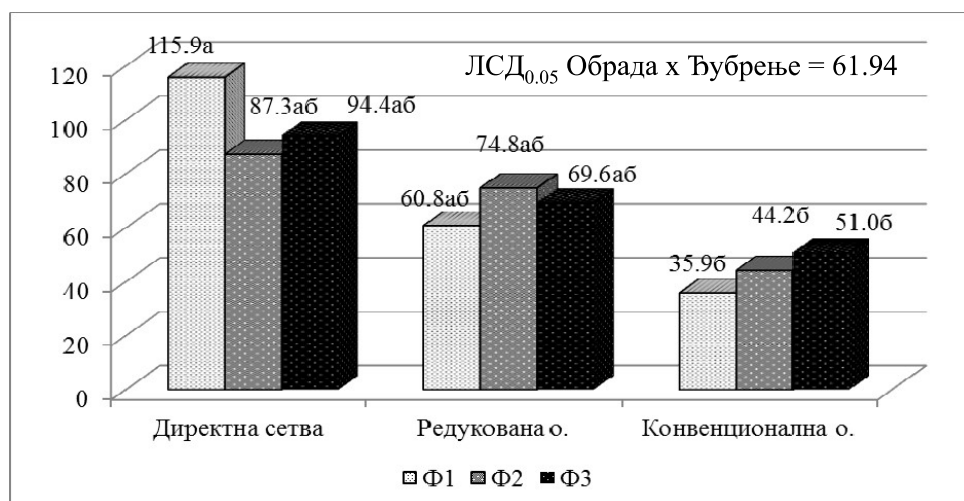
Табела 1. Укупна маса корова (g m^{-2}) у зависности од система гајења и примене хербицида

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Просек 2009-2016	
МК	Контрола	4163.2	1987.6	2077.0	2645.8	5653.7	1293.1	1315.2	2821.1	2744.6	100%
	0.5 ПК	681.9	1190.4	648.8	955.6	872.5	310.3	380.3	2050.8	886.3	-67.7%
	ПК	440.1	630.4	417.9	541.7	573.1	194.0	305.5	1328.9	554.0	-79.8%
КП	Контрола	3392.0		2114.4		4016.1		1439.2		2740.4	100%
	0.5 ПК	812.1		290.7		160.3		15.8		319.7	-88.3%
	ПК	535.3		120.7		85.4		31.2		193.2	-92.9%
КСП	Контрола	5861.6			3628.5			1175.7		3555.3	100%
	0.5 ПК	1454.7			564.3			75.4		698.1	-80.4%
	ПК	555.6			189.4			23.2		256.1	-92.8%

ПК – хербицид примењен у препорученој количини; 0.5 ПК - хербицид примењен у половини препоручене количине; М – монокултура кукуруза, КП – кукуруз – оз. пшеница, КСП – кукуруз – соја – оз. пшеница

ЗНАЧАЈ ОБРАДЕ ЗЕМЉИШТА

Директне мере попут обраде земљишта и примене ђубрива такође имају значајан утицај на интезитет појаве корова у усевима. За смањење закоровљености кукуруза вишегодишњим врстама корова, конвенционална обрада је посебно ефикасна (Simić et al., 2012).



Ф1 – 0 kg; Ф2 – 150 kg ha⁻¹ N, 105 kg ha⁻¹ P, 75 kg ha⁻¹ K; Ф3 – 330 kg ha⁻¹ N, 211 kg ha⁻¹ P, 150 kg ha⁻¹ K

Графикон 1. Свежа маса корова (g m^{-2}) након примене различитих система обраде земљишта и нивоа ђубрења у усеву кукуруза (Земун Поље, 2017-2019)

Конвенционална обрада земљишта подразумева јесење дубоко орање што је нарочито важно за смањење способности пропагације и ширење вишегодишњих врста корова, а такође овај систем обраде укључује и пролећну предсетвену припрему земљишта којом се уништавају изданци корова који су се већ појавили.

Проучавања система обраде земљишта су започела пре 41 године, у стационарном огледу који се и данас спроводи. Испитују се следећи фактори: обрада земљишта - директна сетва, без обраде (ДС), редукована обрада (РО) и конвенционална обрада (КО) и примена минералних ђубрива- без ђубрења (Ђ0), 330 kg ђубрива по ha (N 150 kg ha⁻¹, P₂O₅ 105 kg ha⁻¹ и K₂O 75 kg ha⁻¹) и као трећа варијанта 660 kg ђубрива по ha (N 300 kg ha⁻¹, P₂O₅ 210 kg ha⁻¹ и K₂O 150 kg ha⁻¹).

Према подацима из Графикана 1, укупна свежа маса корова је била значајно мања на површини са конвенционалном обрадом земљишта, у свим варијантама ђубрења, у поређењу са редукованом обрадом и директном сетвом. Осим што погодује смањењу закоровљености, конвенционална обрада у агроколошким условима Земун Поља доприноси и остварењу већег приноса кукуруза (Videnović et al., 2011). Ипак, системи редуковане обраде земљишта и директне сетве, се данас све више примењују у свету (Dumanski, 2010; Llewellyn et al., 2012) што је условљено климатским променама, захтевима за смањењем потрошње горива и трошкова производње и потребама да се заштити агрокосистем. Редуковање обраде земљишта, доводи до потребе за применом хербицида у већој мери да би се закоровљеност svela на одговарајући ниво.

ИНТЕРАКЦИЈЕ УСЕВ-КОРОВ

Мере којима се повећава конкурентско деловање усева на корове и даје предност усеву у конкуренцији са коровима су такође важна компонента IWM система. У ове мере спада гајење компетитивнијих генотипова, повећана густина сетве, смањење међуредног растојања код широкоредних усева, као и промена просторног распореда при сетви усева (Travlos et al., 2011; Simić et al., 2012; Swanton et al., 2015). Компетитивност усева може бити изражена као способност да конкурише коровима и смањује њихову масу и као могућност да толерише конкуренцијско деловање корова остварујући висок принос и поред присуства корова (Williams et al., 2008). Својим присуством корови утичу на физиолошке процесе у гајеној биљци и мењају њену морфологију, што утиче на ефикасност у искоришћавању светлости, синтезу хлорофила, каротеноида и других пигмената као и на продуктивност целе биљке (Spasojević et al., 2014). Параметри који илуструју у којој мери су биљни склоп и продуктивност усева нарушени услед присуства корова су жетвени индекс и индекс лисне површине. Ова два параметра показују колики је притисак и стрес који трпе гајене биљке услед присуства одређених врста корова, бројности њихових јединки и биомасе коју могу да формирају.

Усев-коров интеракције уз праћење наведених параметара и индекса, су проучаване у огледима са утврђивањем прага штетности корова у кукурузу и критичним временом сузбијања корова у сунцокрету. У периоду 2000-2002. година, у реду и међуреду кукуруза, посејано је 1, 3, 6 и 10 биљака *Datura stramonium* L.. Свака варијанта је имала четири понављања а код обе биљне врсте, и кукуруза и корова, мерени су бројни морфолошки и параметри родности-висина биљака, лисна површина, број клипова, број чаура, принос, број семена итд. Резултати су показали да је принос кукуруза био више угрожен када се *D. stramonium* налазила у реду кукуруза и то утолико више уколико је број њених јединки по 1 m био већи. Највеће смањење приноса кукуруза (74%) је утврђено у варијанти са 10 биљака *D. stramonium* m⁻¹ у реду кукуруза у 2002. Просечно смањење приноса за све варијанте од 11-57% је било веће од 5%, што се сматра прагом штетности за кукуруз. Смањење приноса испод прага штетности је остварено једино на варијанти са 1 и 6 биљака *D. stramonium* између редова кукуруза, у сушној 2000. години (Олјаћа et al., 2007). Такође, на принос кукуруза су доста утицали метеоролошки услови у 2000. и 2002. години. Варирање приноса је било мање када се *D. stramonium* налазила у реду кукуруза (74.01 и 72.35) док је принос много више био под утицајем метеоролошких услова године кад се *D. stramonium* налазила између редова кукуруза, јер су разлике биле израженије (15.24 и 68.05), Табела 3.

Табела 3. Максимални губици приноса кукуруза услед компетицијског деловања *Datura stramonium* (Олјаћа et al., 2007).

Година	Положај <i>Datura stramonium</i>	Смањење приноса кукуруза (%)	Мерени параметри	
			I	A
2000	у реду	27.25	18.27	74.01
	између редова	6.75	5.63	15.24
2002	у реду	61.50	20.36	72.35
	између редова	38.25	40.37	68.05

I-нагиб, показује проценат смањења приноса по јединици бројности *Datura stramonium* када она тежи 0; A-асимптота, показује проценат смањења приноса у зависности од бројности *Datura stramonium* када она тежи ∞

Критични период сузбијања корова је време после кога корови морају да се сузбију у усеву да се њихов утицај не би одразио на принос. У нашим педо-климатским условима истраживања су вршена на различитим усевима али је највише је проучаван у кукурузу о чему постоји велики број резултата. Због тога су, у огледу који је спроведен током 2008. и 2009. године, у различитим агроколошким условима проучавани његови ефекти у сунцокрету (Elezović et al., 2012). Оглед са сунцокретом је спроведен у Институту за кукуруз као једној од пет локација- Земун Поље, Радмиловац, Нови Сад, Сурдук и Небраска (САД). Поље имидазолинон- толерантног хибрида сунцокрета је подељено на два дела: А- површина без примене хербицида и Б- површина са применом хербицида изоксафлутол+С-метолахлор (500 g I⁻¹ а.с. + 1350 g I⁻¹ а.с.). На свакој варијанти корова су ручно уклањани у пет различитих времена односно фаза развића сунцокрета: V1-4 листа, V2- 6 листова, V3- 9 листова, R1- пупољак и R5- цветање. Од момента уклањања корова па до краја вегетације сунцокрета, све наведене варијанте су биле чисте од корова. Резултати су показали да су број врста, број јединки, свежа и сува маса корова били већи на површини на којој нису примењени хербициди (А) него на третману (Б). Сви параметри корова су се повећавали са растењем и развићем сунцокрета и највеће вредности имали у фази почетка цветања, R5. У складу са тим, примена хербицида после сетве а пре ницања сунцокрета (pre-emergence) је продужила критични период сузбијања корова у имидазолинон- толерантном хибриду сунцокрета тако да се корективно третирање корова у току вегетације (post-emergence) може одложити на до пет недеља од момента ницања сунцокрета. Без примене pre-emergence хербицида, корови се у сунцокрету морају сузбити у трећој недељи од ницања усева (Кнежевић et al., 2013). Овакав приступ који интегрише критични период сузбијања корова и примену хербицида у усеву, омогућава употребу различитих хербицида са другим механизмима деловања, чиме се смањује вероватноћа појаве резистентности корова.

Табела 4. Деловање хербицида на заступљеност корова у различитим фазама развића сунцокрета, Земун Поље, 2008-2009

	V1		V2		V3		R1		R5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
2008										
Број врста	9	3	12	4	10	4	9	5	8	6
Број јединки	146.7	57.3	181.5	56.6	171.3	72.7	178.0	48.7	230.3	106.7
Свежа маса	27.7	26.2	147.9	23.5	234.9	56.6	2582.2	1128.7	4371.1	2866.5
Сува маса	5.5	3.8	27.5	4.9	45.8	9.5	428.2	155.9	894.2	490.6
2009										
Број врста	8	7	7	7	11	8	8	8	7	6
Број јединки	72.0	36.0	82.0	57.5	97.3	73.4	102.9	49.4	84.0	77.4
Свежа маса	398.5	107.6	479.3	326.2	1671.6	907.0	6129.5	4663.9	6445.7	6125.0
Сува маса	77.0	20.7	94.0	71.5	331.6	226.5	1109.7	865.3	1131.0	1038.4

Компетицијско деловање усева на корове проучавано је и у огледу са гајењем кукуруза у измењеном међуредном растојању уз примену хербицида, који је изведен 2014-2016. године. Кукуруз је сејан у редове са растојањем од 50 и 70 cm између редова, тј. у

густини од 59.500 и 83.333 биљака ha⁻¹. У свакој варијанти примена хербицида је имала следеће третмане: контрола (К) без примене хербицида, примена комбинације хербицида за сузбијање широколисних и усколисних корова после сетве а пре ницања кукуруза (С-метолахлор + мезотрион, 960 g ha⁻¹ а.с. + 120 g ha⁻¹ а.с.) и у току вегетације кукуруза, у фази 5-7 листова (никосулфурон + мезотрион, 40 g ha⁻¹ а.с. + 120 g ha⁻¹ а.с.). Три недеље после примене хербицида, урађена је оцена закоровљености и измерена маса корова по методи случајних квадрата. Резултати трогодишњег огледа на земљишту типа слабокарбонатни чернозем су показали да је међуредно растојање утицало на заступљеност и биомасу корова али да разлике између масе корова на 50 и 70 cm међуредног размака нису биле статистички значајне (81.5 g m⁻² и 112.3 g m⁻²). Интеракција међуредног растојања и примене хербицида значајно је допринела смањењу биомасе корова, Табела 5. С обзиром да је принос кукуруза био значајно већи на варијанти са међуредним размаком од 70 cm, закључак је да у агроеколошким условима централне Србије кукуруз ипак треба гајити на 70 cm међуредног растојања уз примену хербицида за сузбијање корова у току вегетације кукуруза, (Simić et al., 2019).

Табела 5. Надземна биомаса корова (g m⁻²) након примене хербицида у току вегетације кукуруза

Година	Хербицид	Просек		Просек
		50 cm	70 cm	
2014	Третман	125.8	197.6	161.7
	Контрола	1258.8	1942.5	1600.6
2015	Третман	53.7	51.9	52.8
	Контрола	4697.7	4541.9	4619.8
2016	Третман	65.1	87.5	76.4
	Контрола	1778.0	1654.9	1716.4
Просек	Третман	81.5b	112.3b	96.9
	Контрола	2578.2a	2713.1a	2645.6**
Просек		1329.8	1412.7	ЛСД _{0.05} = 1091.0
ЛСД _{0.05} = 1687.0				

Вредности означене истим словима не разликују се статистички значајно на нивоу 0.05;

** статистичка значајност на нивоу 0.01

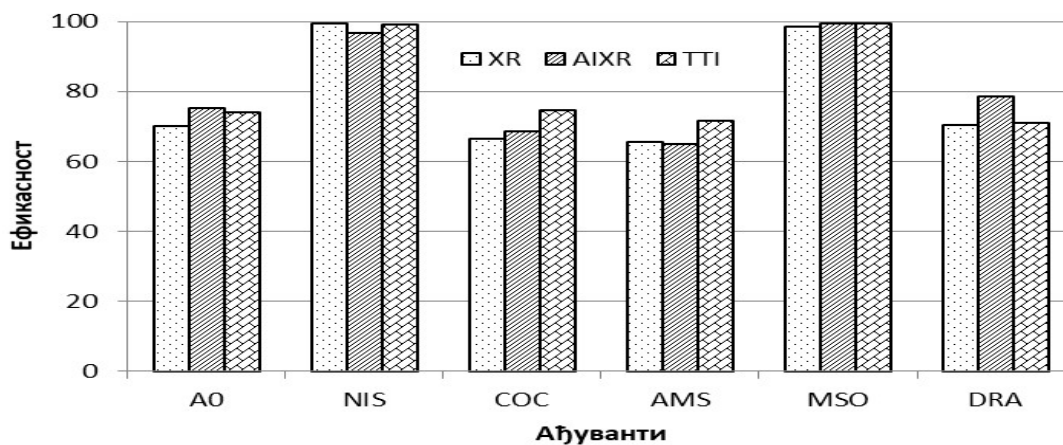
Ефекти покровних и здружених усева као алтернативних мера гајења, на заступљеност корова углавном су праћени у хибридикама специфичних својстава какви су шећерци, кокичари, хибриди белог и црвеног зрна, тврдунци и други али због задатог обима рада овде неће бити приказани.

ЕФИКАСНОСТ ХЕРБИЦИДА У ЗАВИСНОСТИ ОД ТИПА РАСПРСКИВАЧА И АЋУВАНТА

Због наведених ограничења и актуелних норматива у вези са употребом хербицида, за њихову правилну примену и ефикасност је веома значај избор дизни и распрскивача. У том смислу, испитиван је утицај различитих распрскивача и ађуваната на 5 коровских врста (*Chenopodium album* L., *Abuthilon teophrasti* Medic, *Echinochloa cruss-galli* L., *Amaranthus tuberculatus* var *rudis* и *Amaranthus palmeri* S. Wats) и гајени сирак (*Sorghum bicolor* L.). У првом огледу су утврђене ефективне дозе 50 (ED₅₀) хербицида мезотрион и римсулфурон + тифенсулфурон-метил. Израчунате дозе су искоришћене у наредном експерименту са циљем да се утврди утицај ађуваната и дизни на ефикасност. Хербициди су примењени појединачно и у комбинацији. У огледу је испитивано 5 различитих ађуваната: А1 - NIS - nonionic surfactant 0.25 % V/V, А2 - COC - Crop Oil Concentrate 0.5 % V/V, А3 - AMS - Ammonium sulphate - А3 5% V/V, А4 - MSO 0.5 % V/V и А5 - drift reducing adjuvant 0.5 % V/V, као и контролни третман. Три врсте дизни је испитивано: XR11004, AIXR11004 и TTI11004.

Третирање је спроведено у комори за примену хербицида која се састоји из три дизне, симулирајући примену у пољским условима. У огледу је испитиван утицај распрскивача и дизни на величину капљица хербицида. Након третирања, биљке су враћене у пластеник и гајене још 28 дана када су посечене и сушене ради мерења суве надземне масе.

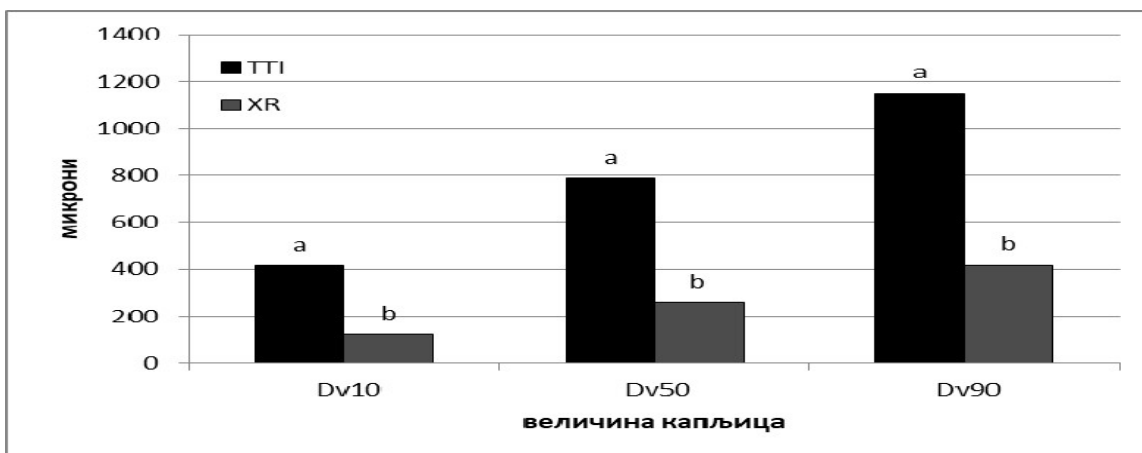
Према добијеним резултатима, различите дизне и ађуванти су имали значајан утицај на величину капљица хербицидног раствора. Потврђено је да дизне XR производе најситније а ТТИ дизне најкрупније капљице. Када је у питању ефикасност, утврђено је су дизне само у појединим третманима имале значајан утицај на ефикасност. Са друге стране, ађуванти значајно утичу на ефикасност хербицида. Управо да би се доказао значај ађуваната, хербициди су примењени у ED₅₀ дозама. Врсте *Amaranthus tuberculatus* и *Amaranthus palmeri* су биле веома осетљиве на примењене хербициде, са ефикасношћу хербицида од преко 92%. Ефикасност хербицида римсулфурон + тифенсулфурон-метил код врсте липица теофрастова (*Abuthilon theoprasti*) је била око 70%, а са ађувантима преко 90%. Слично овоме, са истим хербицидом код *Chenopodium album* ефикасност је била око 60% а са поједим ађувантима и преко 90%. Најбољи пример утицаја ађуванта је био приметан код врсте *Echinochloa cruss-galli* (Графикон 2). Ађуванти А1 и А4 заједно са комбинацијом хербицида римсулфурон + тифенсулфурон-метил су имали ефикасност од преко 95%, а са осталим хербицидима, укључујући и контролу, мање од 60%.



Графикон 2. Ефикасност хербицида у зависности од ађуваната и распрскивача код врсте *Echinochloa cruss-galli* Типови ађуваната: NIS - Nonionic surfactant; COC – Crop oil concentrate; AMS - Amonium sulphate; MSO - Methylated seed oil; DRA - Drift reducing adjuvant

УЛОГА РАСПРСКИВАЧА У ЗАНОШЕЊУ (ДРИФТУ) ХЕРБИЦИДА

У овим истраживањима испитивана је фитотоксичност хербицидне комбинације мезотриона и римсулфурона са тифенсулфурон-метилом, која је регистрована за сузбијање корова у кукурузу, на осам биљних врста. Испитиване су следеће врсте: соја, пшеница, памук, сунцокрет, лубеница, диња, бундева и пасуљ. Примена хербицида је подразумевала симулацију заношења у ваздушном тунелу који је 15 м дуг и користи два вентилатора који производе ваздушна струјања. Брзина ветра је подешена на 16 km ha⁻¹, што представља горњу границу за примену хербицида, а уједно и најгоре могуће услове. У огледу су испитиване две врсте дизни: XR дизна који производи ситне капљице и ТТИ дизна која производи крупније капљице.



Графикон 3. Величина капљица хербицида у зависности од типа дизни, слова а и б указују на значајности разлика.

Биљке су постављене дуж ваздушног тунела на одстојања од 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 9 и 12 m од распрскивача. Поред сваке биљке постављени су и вештачи колектори хербицида (Mylar картице) помоћу којих је утврђена количина депонованог хербицида. После третирања, биљке су враћене у пластеник и гајене 28 дана када су посечене и сушене ради израчунавања суве надземне масе. Добијени резултати су показали значајну разлику у величини капљица које производе дизне: XR дизна производи значајно мање капљице у односу на TT1 (Слика 1). Исто тако, количина депонованог хербицида је била значајно већа у свим мереним тачкама са XR у односу на TT1 дизну. Сходно овоме, већа оштећења биљака су забележена са XR дизном у односу на TT1. Као најосетљивији усеви су се показали лубеница, сунцокрет и пасуљ. Са друге стране, најтолерантнији су били соја и пшеница.



Слика 1. Оштећења лубенице од хербицидне комбинације мезотриона и римсулфурана са тифенсулфуран-метилом са TT1 дизном (лево) и XR дизном (слика десно).

Захвалница

Ова истраживања су резултат пројеката TP31037 који је финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

1. Al Heidary, M., Douzals J.P., Sinfort C., Vallet A. (2014): Influence of spray characteristics on potential spray drift of field crop sprayers: A literature review. *Crop Prot.* 63, 120–130. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.05.006>
2. Bastiaans L. (2018): Knowing your enemy - a route to optimum weed population management. *Proceedings of the 18th EWRS Symposium*, 17-21 June, Ljubljana, Slovenia, 211.
3. Brunel-Ligneau C., Zoellkau A., Panke T., Bagwell R.D., Strek H.J. (2015): Translating research into an Integrated Weed Management Program: sharing our company experience. *Proceedings of the 17th EWRS Symposium*, 23-26 June, Montpellier, France, 20.
4. Chachalis D., Bogdan I., Gertis A., Gitsopoulos T., Leskovšek R., Mennan H., Stoyanov Neshev N., Sallaku F., Scepanovic M., Simic M., Simonic A., Travlos I., Vasilikiotis C., Vizantinopoulos S., Yanev M., Kudsk P. (2018): Eliminate obstacles for development, implementation and adoption of Integrated Weed Management (IWM) into cropping systems in South East Europe. *Proceeding of the 18th EWRS Symposium*, June 17-21, Ljubljana, Slovenia, 216.
5. Colbach N., Cordeau S. (2018): *Proceedings of the 18th EWRS Symposium*, 17-21 June, Ljubljana, Slovenia, 209.
6. Creech C.F., Henry R.S., Fritz B.K., Kruger G.R. (2015): Influence of Herbicide Active Ingredient, Nozzle Type, Orifice Size, Spray Pressure, and Carrier Volume Rate on Spray Droplet Size Characteristics. *Weed Techn.* 29, 298–310.
7. Dolijanovic Z., Kovacevic D., Momirovic N., Oljaca S., Jovovic Z. (2014): Effects of crop rotations on weed infestation in winter wheat, *Bulg. J. Agric. Sci.* 20(2), 416-420.
8. Dolijanović Ž., Simić M. (2015): Chapter: Intercropping Systems: Principles, Production Practices and Agronomic Benefits, pp 1-43. In: *Agricultural Research Updates, Volume 12*, Editors: Prathamesh Gorawala and Srushti Mandhatri ISBN: 978-1-63483-967-9. ISSN: 2160-1739. Published by Nova Science Publishers, Inc., New York.
9. Dorn B., Jossi W., van der Heijden M.G.A. (2015): Weed suppression by cover crops: comparative on-farm experiments under integrated and organic conservation tillage. *Weed Res.* 55, 586–597.
10. Dumanski J. 2010. Criteria for adoption of conservation agriculture and zero tillage in developing countries. Lindwall C., Sonntag B. (eds). *Landscapes transformed: the history of conservation tillage and direct seeding*. The University of Saskatchewan's Knowledge Impact in Society. Saskatoon, Canada, chapter 16, p. 189–198.
11. Elezovic I., Datta A., Vrbnicanin S., Glamoclija Dj., Simic M., Malidza G., Knezevic Z. S. (2012): Yield and yield components of imidazolinone-resistant sunflower (*Helianthus annuus* L.) are influenced by pre-emergence herbicide and time of post-emergence weed removal. *Field Crops Res.* 128: 137-146.
12. Ferguson J.C., Chechetto R.G., Adkins S.W., Hewitt A.J., Chauhan B.S., Kruger G.R., O'Donnell C.C., 2018. Effect of spray droplet size on herbicide efficacy on four winter annual grasses. *Crop Prot.* 112, 118–124.
13. Galea V. (2010): *Learning guide: Principles of integrated plant protection*. The University of Queensland: QLD.
14. Le Goupil, G., Zoschke A., Balogh A. (2016): Why early weed management matters more than ever. *Proceedings of 7th International Weed Science Congress*, Prague, Czech Republic, 108.
15. Lundkvist A., Nilson T.S. A., Verwijst T., Algerbo P.A., Gilbertsson M., Hansson D., Ståhl P., Stenberg M. (2016): Intra-row spraying and inter-row hoeing in spring oilseed rape. *Proceedings of 7th International Weed Science Congress*, Prague, Czech Republic, 33.
16. Harker K. N., O'Donovan J. T. (2013): Recent weed control, weed management and integrated weed management. *Weed Tech.* 27, 1–11.
17. Hazen J.L. (2000): Adjuvants—Terminology, Classification, and Chemistry. *Weed Tech.*, 14, 773–784. [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2000\)014\[0773:ATCAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2000)014[0773:ATCAC]2.0.CO;2)
18. Hess F.D., Foy C.L. (2000): Interaction of Surfactants with Plant Cuticles. *Weed Tech.*, 14, 807–813. [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2000\)014\[0807:IOSWPC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2000)014[0807:IOSWPC]2.0.CO;2)
19. Knezevic S., Elezovic I., Datta A., Vrbnicanin S., Glamoclija Dj., Simic M., Malidza G. (2013): Delay in the critical time for weed removal in imidazolinone-resistant sunflower (*Helianthus annuus*) caused by application of pre-emergence herbicide. *Int. J. Pest Manage.* 59 (3), 229-235.

20. Knezevic S.Z., Datta A., Scott J., Charvat L.D. (2010): Application timing and adjuvant type affected saflufenacil efficacy on selected broadleaf weeds. *Crop Prot.* 29, 94–99.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.08.010>
21. Kojić M., Šinžar B. (1985): *Korovi*. Naučna knjiga, Beograd.
22. Kudsk P., Sonderskov M., Bonin L., Gonzalez-Andujar H.L., Jensen J.E., Melander B., Moonen C., Riemens M., Sattin M., Schaffner U., Storkey J. 2018. IWM PRAISE - an EU HORIZON 2020 project on Integrated Weed Management: proceedings of the 18th European Weed Research Society Symposium, Ljubljana, Slovenia, 222.
23. Lešnik, M., Kramberger, B., Vajs, S., 2012. The effects of drift-reducing nozzles on herbicide efficacy and maize (*Zea mays* L.) yield. *Zemdirbyste-Agriculture*, 99 (4), 371-378.
24. Llewellyn S. R., D’Emden H. F., Kuehne G. (2012): Extensive use of no-tillage in grain growing regions of Australia. *Field Crops Res.* 132, 204–212.
25. Malidža G. (2015): Identification and distribution of ALS resistant Sorghum halepense population in Serbia. Proceedings of the 17th EWRS Symposium, 23-26 June, Montpellier, France, 115.
26. Marcinkowska K., Praczyk T., Łęgosz B., Biedziak A., Pernak J. (2018): Bio-ionic Liquids as Adjuvants for Sulfonylurea Herbicides. *Weed Sci.*,66, 404–414. <https://doi.org/10.1017/wsc.2017.85>
27. Meyer C.J., Norsworthy J.K., Kruger G.R., Barber T.L. (2016): Effect of Nozzle Selection and Spray Volume on Droplet Size and Efficacy of Engenia Tank-Mix Combinations. *Weed Tech.* 30, 377–390. <https://doi.org/10.1614/WT-D-15-00141.1>
28. Oerke C.E. (2006): Crop loss to pests. *J. Agric. Sci.* 144(1), 31-43.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859605005708>
29. Oljaca S., Vrbnicanin S., Simic M., Stefanovic L., Dolijanović Ž. (2007): Jimsonweed (*Datura stramonium* L.) interference in maize. *Maydica* 52, 329-333.
30. Owen D. K. M. (2016): Herbicide-resistant weed management must include more than herbicides. Proceedings of 7th International Weed Science Congress, Prague, Czech Republic, 240.
31. Simić M., Brankov M., Dragičević V., Videnović Ž., Kresović B. (2012): Maize weed infestation under different soil tillage systems and fertilization levels. *Herbologia* (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina), 13 (1), 59–72.
32. Simić M., Dolijanović Ž., Maletić R., Stefanović L., Filipović M. (2012): Weed suppression and maize productivity by different arrangement patterns. *Plant Soil Environ.* 58 (3), 148-153.
33. Simic M., Spasojevic I., Brankov M., Dragicevic 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.
34. Simić M., Spasojević I., Kovacević D., Brankov M., Dragicević V. (2016): Crop rotation influence on annual and perennial weed control and maize productivity. *Rom. Agric. Res.* 33, 125–133.
35. Simić M., Dragičević V., Babić M., Brankov M., Filipović M. (2019): Integrated Effects of Nitrogen Form, Row Spacing, and Herbicide Treatment on Maize. *Agron. J.* published online on 10 december 2019, doi: 10.1002/agj2.20024.
36. Simić M., Hamouzova K., Soukup J., Boz Ö., Dragičević V. (2013): Testing of annual weed species *Solanum nigrum* (L.) on resistance to triazine herbicides. Proceedings of the 16th EWRS Symposium, 24-27 June, Samsun, Turkey, 267.
37. Swanton J. C., Murphy D.S. (1996): Weed Science Beyond the Weeds: The Role of Integrated Weed Management (IWM) in Agroecosystem Health. *Weed Sci.* 44(2), 437-445.
38. Swanton J. C., Weise F. S. (1991): Integrated weed management: The rationale and approach. *Weed Techn.* 5, 657–663.
39. Vasileiadis V., Otto S., van Dijk W., Urek G. (2015): On-farm evaluation of integrated weed management tools for maize production in three different agro-environments in Europe: Agronomic efficacy, herbicide use reduction, and economic sustainability. *Eur. J. Agron.* 63: 71-77.
40. Videnović Ž., Dumanović Z., Simić M., Srdić J., Babić M., Dragičević V. (2013): Genetički potencijal rodnosti i proizvodnja hibrida kukuruza u Srbiji. *Genetika* 45(3), 667-678.

INOVATIVE SOLUTIONS IN CROPS WEED CONTROL

Summary

The application of plant protection products is common in intensive crop production. On the other hand, the occurrence of resistance of weeds, pests and pathogens, pollution of agroecosystems, even the threat to human health due to the use of pesticides are common problem. . In order to stop or slow down the process of emergence of resistance and to reduce damages to the environment, weeds and other pests need to be suppressed by an integrated approach, that is, to design a system of measures that would systematically and far-reaching reduce the abundance of harmful organisms. In order to effectively control weeds, these issues have been observed at the Maize Research Institute, Zemun Polje over past 20 years.

One of the most important measures within the system of integrated weed management is a crop rotation, which, in recent years, has been avoided due to high prices and continuous cropping had been used especially in maize production. However, growing maize in the two-year crop rotation with winter wheat and particularly in the three-year crop rotation with legumes, has been contributing to a significant reduction in weediness and in the yield increase. After the eight-year application of herbicides in recommended amounts in the three-crop rotation (maize-winter wheat-soybean), weed mass decreased by 92.8% compared to the control, while this reduction in continuous cropping was 79.8%. Measures, such as tillage and the application of fertilisers, increased sowing density or a reduced inter-row distance, also have a significant impact on the intensity of weed occurrence in crops.

With the aim of optimizing the application of herbicides, the effect of different nozzles and adjuvants on the herbicide efficiency was observed. The greatest impact on efficiency was expressed by adjuvants and to a lesser extent by nozzles, which is why their use together with herbicides is recommended for greater efficiency. In the second experiment, the differences between nozzles producing fine droplets and those produce large droplets of herbicides were assessed in the wind tunnel. Based on the obtained results, higher herbicide deposition was detected on every downwind distance using XR nozzle. As expected, higher plant damages were observed using XR nozzle, compared to TTI.

Key words: weeds, application of herbicide, integrated weed management system