

Датум: 2.04.2018. године

**Предмет: Извештај Комисије за оцену урађене докторске дисертације
Милоша Рајковића, дипл. инж.**

Одлуком Наставно-научног већа факултета бр. 33/6-7.4 од 27.03.2018. године, именовани смо у Комисију за оцену урађене докторске дисертације Милоша Рајковића, дипл. инж., под насловом "Сузбијање корова применом пламена у усеви кукуруза и соје". Комисија у саставу др Сава Врбничанин, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду; др Горан Малица, виши научни сарадник Института за ратарство и повртарство, Нови Сад; др Мирко Урошевић, редовни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду; др Драгана Божић, ванредни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Београду и др Срђан Шеремешкић, ванредни професор Пољопривредног факултета Универзитета у Новом Саду, на основу прегледа докторске дисертације подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација Милоша Рајковића написана је у складу са Упутством за израду докторске дисертације Универзитета у Београду, на 144 стране текста, укључујући 24 слике, 31 графикон, 65 табела и 244 литературна извора. Испред основног текста написан је резиме са кључним речима на српском и енглеском језику.

Докторска дисертација садржи 8 основних поглавља: 1. Увод (стр. 1–3), 2. Циљ истраживања (стр. 4), 3. Преглед литературе (стр. 5–24), 4. Материјал и методе (стр. 25–43), 5. Резултати (стр. 44–115), 6. Дискусија (стр. 116–129), 7. Закључак (стр. 130–131) и 8. Литература (стр. 132–144). На крају текста дисертације налази се Биографија (стр. 145), Списак слика, графикона и табела (стр. 146–150), Изјава о ауторству (151), Изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада (152) и Изјава о коришћењу (153). Поголавља Преглед литературе, Материјал и методе рада, Резултати и Дискусија садрже више потпоглавља.

2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Увод. У уводу је указано на значај кукуруза и соје у свету и у Србији, укључујући технологију гајења ових усева са посебним освртом на нехемијске мере сузбијања корова. Физичке мере сузбијања корова су добиле на већем значају 1990-их година, захваљујући повећаној забринутости и активностима за очување животне средине, нарастајућих проблема са резистентним биотиповима корова на хербициде и повећању површина под органском биљном производњом. Све ово иницирало је потребу за даљим изучавањем и усавршавањем нехемијских мера сузбијања корова, међу којима значајно место имају термичке мере. Термичко сузбијање корова пламеном пропана, значајно може побољшати технологију производње хране без употребе пестицида и смањити штете које проузрокују

корови. У вези са овим у уводу је потенциран значај избора адекватне позиције пламеника, дозе пропана у комбинацији са међуредном култивацијом за сузбијање корова у усевама кукуруза и соје, уз оптимизацију времена примене и економичност оваквог начина сузбијања корова.

Циљ истраживања. Циљ је био да се одреди најбоља позиција пламеника на основу распореда температура, толерантност кукуруза и соје на растуће дозе пропана у зависности од фенофаза развоја усева у којој је примењен пламен, ефикасност различитих доза пропана у комбинацији са дрљачом са опружним зупцима на корове, као и економичност ове мере.

Преглед литературе. Ово поглавље је подељено на девет потпоглавља у којима су наведени релевантни литературни подаци из области истраживања дисертације.

У првом делу, Нехемијске мере сузбијања корова, указано је на значај индиректних и директних (агротехничких, биолошких, физичких) мера у сузбијању корова, чији примат долази све више до изражаја у ери повећане забринутости за очувањем животне средине, развоја резистентности корова на хербициде и повећања површина под органском биљном производњом (Ascard, 1995; Bond et al., 2003; Melander et al., 2005).

У делу Историјат сузбијања корова пламеном изнети су подаци о: модификацијама и унапређењима машина за термичко сузбијање корова са аспекта ефикасности, безбедности по усев, врсти и потрошњи горива, економичности и ефектима на животну средину (Hoffman, 1989; Ascard, 1995; Ulloa et al., 2011; Knezevic et al., 2012).

У делу Принципи сузбијања корова пламеном објашњен је механизам уништавања корова применом пламена, који се заснива на пуцању ћелијских зидова, изливању ћелијског сока, дехидратацији, денатурацији и деактивацији ензима и пропадању биљака (Brandts, 1967). Указано је на леталне температуре (Anderson et al., 1969; Vester, 1986), потребно време изложености корова леталним температурама у зависности од потрошње пропана, а које је у вези са типом и позицијом пламеника, брзином кретања машине, отвором дизне и притиском (Ascard, 1997; Vanhal et al., 2004; Raffaelli et al., 2015).

У делу Биолошко-еколошки фактори од којих зависи примена пламена указано је на ефекте пламена на корове (Rask et al., 2012; Knezevic et al., 2014), гајене биљке (Ellwager et al., 1973; Ulloa et al., 2011), животну средину (Laguë & Khelifi, 2001; Deytieux et al., 2012), инсекте (Seifert & Snipes, 1996) и микроорганизме (Рајковић и сар., 2013).

У делу Техничка својства машине за примену пламена, описан је физички процес при сагоревању пропана (Jachimowski, 1984), техничка својства пламеника која су временом усавршавана (Holmøy et al., 2000; Kang, 2000), значај и ефекат позиције пламеника (Stark, 2003), распоред температура у простору да би се дефинисали ефекти пламена на биљке у различитим фенофазама развоја (Ascard, 1998). Описана су два начина мерења температура: термографско тј. безконтактно снимање (Maldague, 2002) и термопаровима тј. контактено са сензорима малих димензија (Vanhala et al., 2004).

У делу Фактори спољашње средине од којих зависи примена пламена објашњено је како ветар, влажност земљишта и доба дана могу да утичу на ефикасност примене пламена у сузбијању корова (Rifai, 1994; Ulloa et al., 2011, 2012).

У делу Комбинација примене пламена са другим мерама приказане су предности комбиноване примене пламена, механичких и пнеуматских мера у сузбијању корова (Martelloni et al., 2016) и комбинована примена пламена и дрљаче са опружним зупцима.

У делу Економичност у сузбијању корова пламеном образложене су варијанте када је ова мера сузбијања корова економична, а то је код резистентних коровских биотинова (Peachey et al., 1994), у органској биљној производњи и у производњи када се сузбијање корова изводи ручно (Deese, 2010).

У делу, Предности и недостаци сузбијања корова пламеном, наведени су и продискутовани параметри који оправдавају употребу ове мере и то је: брза иницијална ефикасност, екотоксиколошка погодност, не зависи од падавина, нема ограничења у плодореду, нема ризика од резистентности итд. (Laguë et al., 1997; Wszelaki et al., 2007); односно параметри који указују на недостатке: недовољна толерантност неких усева, краткорочност ефекта, релативно мали радни учинак и захтева високу пажњу код примене (Ascard, 2007; Ulloa et al., 2011).

Материјал и методе. Ово поглавље садржи осам потпоглавља са више поднаслова.

У првом делу, Машина за сузбијање корова пламеном у зони реда усева дате су кључне информације о конструисаном прототипу машине за сузбијање корова пламеном, где је полазна основа био четвороредни култиватор. Машина је ношена трактором, па у једном проходу мотичице култиватора механички уклањају корове између редова, а пламеници у зони редова. Дате су перформансе пламеника направљене од домаћих компоненти, јер за ове намене се не могу купити слични пламеници у Србији.

Потрошња пропана је читавана на мерачу протока „*Elster Qae 10^с*“, а очитане вредности су прерачунате по референтним формулама (OIML R6, 1989). Потрошња пропана у времену (kg h^{-1}) прерачуната је на потрошњу по површини (kg ha^{-1}), а корелативно је повезана са притиском и брзином кретања машине.

Мерење температуре пламена пропана испитивано је методом термовизијског снимања и термопаровима. За термовизијско снимање коришћена је *IC* камера *FLIP ThermoCAM P640* која мери температуру од -40 до 2.000°C и даје термовизијску слику резолуције $640 \times 320 \text{ px}$ (<http://flir.com>). За мерење температуре термопаровима, коришћен је аналогни логер тип *Servogor 220* са термопаровима који мере температуру у опсегу $0-760 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$ (Childs et al., 2000).

У делу Дрљача са опружним зупцима дате су перформансе ове машине (<http://majevica.co.rs>): брзина кретања (6 km h^{-1}), радни захват (3 m) и опружни зупци постављених под углом 45° у односу на површину земљишта.

У делу Четвороредни култиватор приказане су карактеристике култиватора произвођача Тупањац (<http://turanjac.rs>), који носи делове машине за сузбијање корова пламеном и механички у међуредном простору сузбија корове.

У делу Испитивање толерантности кукуруза и соје на пламен описан је двогодишњи пољски експеримент на локалитету Римски Шанчеви изведен по случајном блок систему, површином основне парцеле 30 m^2 , где су испитивани ефекти растућих доза пропана ($20, 30, 40, 50, 60, 80$ и 100 kg ha^{-1}) примењених у различитим фазама развоја усева кукуруза ($3, 5, 7$ листова) и соје ($1, 3, 5$ тролиста). Визуелна оштећења су оцењивана по скали $0-100\%$ $1, 7, 14$ и 28 дана после третирања (ДПТ). Ефекат третмана је оцењиван преко висине $7, 14, 28$ ДПТ и пред жетву, суве масе $7, 14$ и 28 ДПТ (код соје и пред жетву) и броја биљака соје пред жетву. На крају вегетације мерени су принос зрна и компоненте приноса (кукуруз: дужина клипа, број редова зрна, број зрна у реду и маса 1.000 зрна; соја: висина прве махуне, број махуна по биљци, број зрна по биљци и маса 1.000 зрна).

У делу Испитивање ефикасности пламена у сузбијању корова описане су методе оцене толерантности/ефикасности на усев/корове 16 испитиваних третмана. У кукурузу су испитивани третмани: ПП30 (примена пропана 30 kg ha^{-1}), ПП40, ПП50, ПП60, ПП80 kg ha^{-1} у једнократној примени (фаза 5 листова); ПП20+20, ПП25+25, ПП30+30, ПП40+40 kg ha^{-1} , ДОЗ (дрљача са опружним зупцима)+ПП40, ДОЗ+ПП60, ДОЗ+ПП80 kg ha^{-1} , ДОЗ+ДОЗ, МК (међуредна култивација)+МК и две контроле (са коровима и без корова (МК+окопавање) у двократној примени (фаза 3 и 7 листова). Мерени су параметри: визуелна оштећења ($1, 7, 14$ и 28 ДПТ), висина ($7, 14, 28$ ДПТ и пред жетву) и сува маса ($7, 14$ и 29 ДПТ, а код соје и пред жетву) биљака кукуруза, бројност и сува маса корова m^{-2} из два периферна реда усева ($7, 14$ и 28 ДПТ). На крају вегетације мерени су принос зрна (t

ha⁻¹) и компоненте приноса као у огледима за испитивање толерантности на пламен. У усеву соје су испитивани третмани: контрола без корова (два пута МК+окопавање), ДОЗ+ПП30, ДОЗ+ПП40, ДОЗ+ПП50, ДОЗ+ПП60, ДОЗ+ПП80 kg ha⁻¹ у двократној примени (прости листови и 3 тролиста); ПП20+20, ПП30+30, ПП40+40 kg ha⁻¹ у двократној примени (котиледони и 1 тролист); ДОЗ+ДОЗ+ПП30, ДОЗ+ДОЗ+ПП40, ДОЗ+ДОЗ+ПП60, ДОЗ+ДОЗ+ПП80 kg ha⁻¹, ДОЗ+ДОЗ+ДОЗ, ДОЗ+ДОЗ+МК у трократној примени (прости листови, 1 и 3 тролиста) и контрола без корова. Испитивани су параметри као и у огледу са кукурузом, а на крају вегетације мерен је принос зрна и компоненте приноса као у огледу за испитивање толерантности.

Потпоглавље Економичност сузбијања корова пламеном садржи елементе за израчунавање економичности на основу трошкова амортизације и коришћења машине за сузбијање корова и трактора, трошкова људског рада на окопавању и остале трошкове производње на основу тржишних цена производа из органске производње на берзама у Болоњи (<http://agerborsamerici.it>) и Милану (<http://granariamilano.org>), по ценама које плаћа домаћа фирма *Global Seed* у Чуругу.

У делу Временски услови у току вегетационог периода приказане су вредности температура и падавина у 2011-2012. год., као и просеци за 1966–2010. год.

Потпоглавље Статистичка обрада података односи се на методе статистичке обраде резултата и то: адитивни модел (Generalized Additive Model, GAM), линеарни модел (Generalized Linear Models, GLM) (Van der Burg et al., 2010), *Akaike-ov* модел поређења (Akaike's Information Criterion, AIC) (Burnham & Anderson, 2002), *t-test* у *SPSS* верзији 20 (IBM Corp. Released, 2011) за поређење значајности разлика између година, *Duncan-ov* тест за 95% значајности и статистички програм *R 3.2.2.* (R Development Core Team, 2014) и *drc* пакет (<http://cran.r-project.org>) при чему је коришћен *log-logistic model* нелинеарне регресионе анализе. Рачунате су *ED* вредности пропана које изазивају 2,5, 5 и 10% оштећења, смањења висине и суве масе биљака, као и смањење приноса зрна кукуруза и соје.

Резултати. Резултати истраживања су подељени у пет целина. Приказани су јасно, уз прегледне графиконе, слике, табеле и текстуална тумачења.

У првом делу, Мерење потрошње пропана, приказано је како се дошло до потрошње горива од 20, 30, 40, 50, 60, 80 и 100 kg ha⁻¹ при константном притиску (1 bar) а што кореспондира брзини кретања трактора од 10, 6,7, 5, 4, 3,3, 2,5 и 2 km h⁻¹.

У делу Температура пламена приказани су резултати термографског мерења температура (Т°). У зависности од примењене дозе пропана измерена је Т° у распону од 465,3°C (при 20 kg ha⁻¹) до 542,6°C (при 100 kg ha⁻¹) са максимумом на површини пламеника, која је сразмерно расту дозе пропана расла за 2,8°C, док је у зони реда биљака Т° била испод 200°C. Измерене Т° са термопаровима су се 100% уклопиле у адитивни модел, па је он изабран као најбољи. Летална Т° (100°C) са унакрсном позицијом пламеника је постигнута са 40–100 kg ha⁻¹ пропана на висини 5–7 cm, док са позицијом уназад са 27 kg ha⁻¹ на висини 6 cm и при паралелној позицији на висини 4 cm при дози 50 kg ha⁻¹ пропана. При истом редоследу позиција пламеника, летална доза пропана 50 kg ha⁻¹, обезбеђује Т° од 125°C на висини 5 cm, Т° од 125–150°C на 6 cm и 70–100°C на висини 4 cm.

У делу Толерантност усева на пламен приказани су двогодишњи просеци за визуелна оштећења, висину и суву масу биљака јер разлике између година нису биле статистички значајне (p>0,05), док су разлике за принос и компоненте приноса биле врло значајне (p<0,05) па су ти резултати приказани одвојено по годинама.

Толерантност кукуруза

Визуелна оштећења. Највећа оштећења су забележена 1 ДПТ да би се биљке током времена опорављале. Интензитет оштећења је растао са повећањем дозе пропана и разлике

између третмана су биле статистички значајне. Кукуруз је био најтолерантнији на примену пламена у фази 7 листова, односно најосетљивији у фази 3 листа. За оштећења од 10% 28 ДПТ потребне су дозе 21,0, 30,0 и 38,9 kg ha⁻¹ пропана примењене у фазама 3, 5 и 7 листова.

Висина. Биљке кукуруза су се разликовале у висини у зависности од дозе, фазе развоја и времена протеклог од примене пропана. Разлике су биле најизраженије 28 ДПТ у третману 100 kg ha⁻¹ где је висина смањена за 45, 25 и 19% у фазама 3, 5 и 7 листова. Смањење висине за 10% 28 ДПТ проузрокују дозе 14,6, 18,1 и 24,1 kg ha⁻¹ пропана примењене у фазама 3, 5 и 7 листова. Међутим, пред жетву није било значајних разлика у висини без обзира на третман.

Сува маса. Као и код претходних параметара, сува маса се разликовала у зависности од времена које је протекло од третмана, фазе развоја усева и примењене дозе пропана. Применом 100 kg ha⁻¹ пропана сува маса је смањена за 30, 36 и 40% 7, 14 и 28 ДПТ. Разлике су биле најизраженије 28 ДПТ код дозе 100 kg ha⁻¹ где је маса смањена за 54, 46 и 40% у фазама 3, 5 и 7 листова. Смањење суве масе за 10% 28 ДПТ изазивају дозе од 11,1, 9,8 и 8,5 kg ha⁻¹ пропана примењене у фазама 3, 5 и 7 листова.

Принос зрна. Због изражене суше, принос зрна је био нижи у 2012. у односу на 2011. год. У 2011. год. принос се кретао од 10,69 t ha⁻¹ у контроли до 8,79 t ha⁻¹ у третману са 100 kg ha⁻¹ пропана примењеног у фази 3 листа кукуруза. Највеће смањење приноса је добијено у третману 100 kg ha⁻¹ пропана примењеног у фази 3 листа и то 1,85 t ha⁻¹, односно 17% у односу на контролу, док у фази 5 и 7 листова смањење је било 13 и 11%. У 2012. год. принос се кретао од 6,50 t ha⁻¹ у контроли до 5,12 t ha⁻¹ код примене 100 kg ha⁻¹ пропана у фази 3 листа. Као и у првој години, највеће смањење приноса је остварена у третману 100 kg ha⁻¹ пропана у све три испитиване фазе развоја биљака (19, 14 и 10%). Смањење приноса за 10% (из двогодишњег просека) изазивају дозе од 62, 87 и 218 kg ha⁻¹, примењене у фазама 3, 5 и 7 листова.

Компоненте приноса. Дужина клипа се кретала у распону 20,3–22,6 cm, број редова зрна у клипу 13–14, број зрна у реду 30–34 и маса 1000 зрна 389,3–303,2 g.

Толерантност соје

Визуелна оштећења. Посматрано у временској динамици, највећа оштећења су утврђена 1 ДПТ, да би потом уследио опоравак, па су оштећења 28 ДПТ била најмања. Генерално, соја је била најтолерантнија на пламен у фази 5 тролиста, односно најосетљивија у фази 1. тролиста. Интензитет оштећења од 10% 28 ДПТ изазивају дозе од 35,8, 35,7 и 40,9 kg ha⁻¹ пропана примењене у фазама 1, 3 и 5 тролиста.

Висина. Разлике у висини биљака под утицајем пропана биле су најизраженије 14 и 28 ДПТ. Пред жетву разлике су биле мање, па је при дози од 100 kg ha⁻¹ пропана примењеног у фазама 1, 3 и 5 тролиста висина била смањена за 48, 20 и 13%. Смањење висине за 10% 28 ДПТ проузроковале су дозе 47,6, 43,4 и 28 kg ha⁻¹ пропана примењене у фазама 1, 3 и 5 тролиста. Сличне вредности за ED₁₀ су утврђене и пред жетву.

Сува маса. Као и код претходног параметра, сува маса третираних биљака у односу на контролу се највише разликовала 14 и 28 ДПТ. Смањење суве масе за 10% 28 ДПТ постиже се са дозама 21,5, 25,7 и 24,2 kg ha⁻¹ пропана примењених у фазама 1, 3 и 5 тролиста.

Број биљака. Примена пламена у појединим третманима је изазвала комплетно сушење биљака. Број биљака m⁻² се кретао од 42 у контроли до 6 при примени 100 kg ha⁻¹ пропана у фази 1 тролиста. Смањење број биљака је било статистички значајно код доза пропана већих од 60 kg ha⁻¹.

Принос зрна. Принос је био нижи у 2012. у односу на 2011. годину због изразите суше. У 2011. години принос се кретао од 3,82 t ha⁻¹ у контроли до 1,79 t ha⁻¹ у третману од 100 kg ha⁻¹ пропана примењеног у фази 1. тролиста. Принос је био најнижи у третману 100 kg ha⁻¹

пропана у фази 1. тролиста ($1,79 \text{ t ha}^{-1}$) тј. 53% нижи у односу на контролу, док у фази 3 и 5 тролиста смањење је било 45 и 28%. У 2012. год. принос се кретао од $2,65 \text{ t ha}^{-1}$ у контроли до $1,23 \text{ t ha}^{-1}$ у третману са 100 kg ha^{-1} пропана у фази 1. тролиста. Као и у првој години, принос зрна је био мањи са порастом дозе пропана. Смањење приноса у односу на контролу се није разликовало између година, па су резултати приказани као просек. За смањење приноса од 10% потребне су дозе пропана 20, 25,5 и $47,7 \text{ kg ha}^{-1}$ примењене у 1., 3. и 5. тролисту.

Компоненте приноса. Висина прве махуне се кретала 5,6–27,1 cm, број махуна биљци⁻¹ је био 9,8–27, број зрна биљци⁻¹ од 62,3–120 и маса 1000 зрна од 70,5–215,8 g.

У потпоглављу, Ефикасност примене пламена у сузбијању корова, резултати који се односе на визуелна оштећења, висину и суву масу усева се статистички нису разликовали ($p > 0,05$) између година и приказани су као просеци, док принос и компоненте приноса су се разликовале ($p < 0,05$) па су резултати приказани одвојено по годинама.

Сузбијање корова у кукурузу

Визуелна оштећења. Кукуруз је генерално добро толерисао врелину пламена у све три испитиване фазе. Оштећења су била израженија код примене у фази 3 листа и при већим дозама пропана, с тим што су се биљке током времена опорављале. У третманима двократне примене пропана, оштећења су била израженија. Седам ДПТ $2 \times 40 \text{ kg ha}^{-1}$ пропана оштећење је било 42%, а код једнократне примене 80 kg ha^{-1} 38%.

Висина. У третманима са већим дозама пропана биљке су биле ниже. У једнократним третманима висина је била значајније смањена. Нпр. 80 kg ha^{-1} у фази 5 листова смањила је висину кукуруза за 4, 6 и 10% 7, 14 и 28 ДПТ, док је код двократне примене ($2 \times 40 \text{ kg ha}^{-1}$) то смањење било 1, 7 и 8%.

Сува маса. За овај параметар важи исти тренд, односно да су веће дозе пропана примењене у ранијим фазама више смањиле суву масу биљака. Једнократни третмани су више утицали на смањење масе од двократних.

Принос зрна. У 2011. год. принос се кретао од $1,3 \text{ t ha}^{-1}$ у контроли са коровима до $7,78 \text{ t ha}^{-1}$ у контроли без корова. У односу на третмане, највећи принос је остварен у варијантама ПП40+40 ($7,1 \text{ t ha}^{-1}$), ДОЗ+ПП80 ($6,88 \text{ t ha}^{-1}$) и ПП30+30 ($6,58 \text{ t ha}^{-1}$) али су били значајно нижи од контроле без корова. Између једнократних, двократних и третмана ДОЗ+ПП није било значајних разлика. У 2012. год. принос је за 34% био нижи него у 2011. год. ($0,81 \text{ t ha}^{-1}$ у контроли са и $6,64 \text{ t ha}^{-1}$ у контроли без корова). Од третмана највећи принос је постигнут у ПП40+40 ($6,02 \text{ t ha}^{-1}$) а најнижи у МК+МК ($2,04 \text{ t ha}^{-1}$). У двократним третманима приноси су за 26% били већи од једнократних при истим дозама пропана.

Компоненте приноса. Дужина клипа, број редова зрна, број зрна у реду, маса 1.000 зрна су се разликовали између година, и највеће вредности су биле у контроли без, а најниже у контроли са коровима, осим броја редова и броја зрна у реду који зависе од генетичког својства хибрида. Најдужи клип и највећа маса 1.000 зрна остварени су у третману ДОЗ+ПП40 (20,6 cm, 383,8 g) а најмањи у ПП60 (17,8 cm) за први и у МК+МК (338,5 g) за други параметар у 2011. год. У 2012. год. максимуми за исте параметре су постигнути у третману ПП40+40 (19,0 cm, 383,8 g) а минимума у ДОЗ+ДОЗ (15,4 cm) и у МК+МК (293,5 g).

Ефикасност сузбијања корова у кукурузу. Једнократни третмани примењени у фази 5 листова кукуруза у обе године су испољили високу ефикасност (>90%) према *A. retroflexus*, *C. album*, *D. stramonium*, *S. nigrum*, *A. theophrasti*, *C. hybridum*, задовољавајућу (75–90%) према *A. artemisiifolia* и недовољну према *S. halepense*. Двократни третмани пламена испољили су бољу ефикасност него исте дозе у једнократној примени, с тим што је за *S. halepense* то и даље била слаба, нарочито у 2012. год. када је бројност корова била

енормно велика. Код ДОЗ+ДОЗ ефикасност је била слабија од двократне примене пламена.

Сузбијање корова у соји

Визуелна оштећења. Соја је осетљивија од кукуруза на врелину од пламена, нарочито у ранијим фазама развоја. Највећа толерантност је постигнута код примене пропана у фази котиледона, али ту постоји ограничење јер та фаза кратко траје и потребно је да су све биљке истовремено у тој фази. Најмања оштећења у фази 3 тролиста су утврђена у третманима ДОЗ+ПП30 и ДОЗ+ДОЗ+ПП30 1 ДПТ (17%), односно 28 ДПТ оштећења су била 8%. Двократним третирањем проузрокована су мања оштећења него кад се иста доза примени одједном, а разлика између двократних и трократних третмана није било.

Висина. Третман ДОЗ+ПП30 kg ha^{-1} је најмање смањив висину биљака (6, 9 и 15% 7, 14 и 28 ДПТ) у односу на контролу без корова, а разлике пред жетву су биле незнатне (4%). Највеће смањење висине постигнуто је у третману ДОЗ+ПП80 kg ha^{-1} (19, 26 и 32% 7, 14 и 28 ДПТ, а пред жетву то је било 27%).

Сува маса. Веће дозе пропана су изазвале веће смањење суве масе соје, а највеће смањење је постигнуто у третману ДОЗ+ПП80, односно најмање у третману ДОЗ+ПП30. Двократна примена омогућава мање смањење суве масе у односу на једнократну примену исте количине пропана. Један третман више са ДОЗ је позитивно утицао на суву масу биљака соје због сузбијања пониклих корова када због осетљивости усева није била могућа примена пламена.

Принос зрна. У 2011. год. принос се кретао од $0,75 \text{ t ha}^{-1}$ у контроли са коровима до $3,93 \text{ t ha}^{-1}$ у кон. без корова. У односу на третмане највећи принос је остварен у варијантама ДОЗ+ДОЗ+ПП40 ($3,66 \text{ t ha}^{-1}$), ДОЗ+ДОЗ+ ПП30 и ДОЗ+ПП40 ($3,56 \text{ t ha}^{-1}$), односно најнижи код ДОЗ+ПП80 и ДОЗ+ДОЗ+ПП80. Због суше приноси у 2012. год. су били у просеку за 53% нижи ($0,21\text{--}2,40 \text{ t ha}^{-1}$). Као и у првој години, у истим третманима редом су остварени највећи ($2,18, 2,11$ и $2,01 \text{ t ha}^{-1}$), односно најнижи приноси ($0,83$ и $1,12 \text{ t ha}^{-1}$).

Компоненте приноса. Најмањи број махуна, у обе године, је био у контроли са коровима (14,3 и 7,5) а највећи у ДОЗ+ДОЗ+ПП60 (37,2) и контроли без корова (27,8). Број зрна по биљци у обе године је био најмањи у контроли са коровима (44,1 и 18,6) а највећи у третманима ДОЗ+ПП30 (102,1) и ДОЗ+ДОЗ+ПП60 (80,8). Најмања маса 1000 зрна је постигнута у обе године у контроли са коровима (82,9 и 86 g) а највећа у ДОЗ+ДОЗ+МК (111,3 g) у првој и ДОЗ+ПП50 (121,3 g) у другој години.

Ефикасност сузбијања корова у соји. У 2011. год. у односу на све присутне корове (*A. theophrasti*, *A. retroflexus*, *C. album*, *C. hybridum*, *D. stramonium*, *S. nigrum*, *S. halepense*) најбоља ефикасност је постигнута у третману ПП40+40. У другој години број коровских врста је био мањи али веће бројности, те је ефекат свих третмана био недовољан на *S. halepense*, а за широколисне врсте варијанта ДОЗ+ПП40 је била најефикаснија (>90%).

У потпоглављу, Економичност сузбијања корова пламеном, приказане су бруто марже за испитиване третмане у сузбијању корова у кукурузу (30.302–58.674 дин. ha^{-1} за третман ПП40+40) и соји (300.784–375.583 дин. ha^{-1} за третман ДОЗ+ДОЗ+30) и утврђено да је неопходно постићи минимални принос од $4,36 \text{ t ha}^{-1}$ сувог зрна органског кукуруза, односно $1,54 \text{ t ha}^{-1}$ зрна органске соје да би производња ових усева била економична.

Дискусија. Дискусија је подељена на пет потпоглавља. У првом делу, Потрошња пропана и калибрација криве, поређени су добијени подаци са релевантним подацима других аутора из области истраживања ове дисертације. Ascard (1995), као и многи други, потрошњу пропана су рачунали на основу разлика у маси резервоара са гасом пре и после потрошње. У овој дисертацији је коришћен мерач протока гаса на основу којег је урађена крива потрошње пропана у зависности од притиска и брзине кретања трактора где је при брзинама у распону од $2\text{--}10 \text{ km h}^{-1}$, при константном притиску (1 bar), установљена

потрошња од 20, 30, 40, 50, 60, 80 и 100 kg ha⁻¹ а што је у сагласности са многим претходним истраживањима (Parish et al., 1997; Rifai et al., 2002; Wszelaki et al., 2007).

У потпоглављу Распоред температура при сузбијању корова пламеном дискутоване су измерене T° (термовизијским снимањем и термопаровима) на самом пламенику и површини биљака спрам тестиране три позиције пламеника, унакрсна, уназад и паралелна. За разлику од претходних истраживања (Carter et al., 1960; Ascard, 1998) где су се измерене T° кретале у распону 1900–2600°C у овим истраживањима су измерене много ниже T° (465–543°C) јер су мерене у реалним условима тј. у пољу. Разлике у T° између различитих позиција пламеника су последица различитог усмеравања пламена под углом од 45° у односу на површину земљишта где долази до сударања и одбијања два пламена. Тако код унакрсне позиције на висини од 3 cm од површине земљишта се добија T=79–166°C, која за сваки cm опада у просеку за 7,3°C, а што је разлог селективности на гајену биљку са чиме се слаже и Anderson (1997). Позицијом оба пламеника уназад, врелина се концентрише у средини реда што резултира већим T° за 40% (T=92–270°C на висини 6 cm) а што није довољно безбедно за усев. Код паралелне позиције нема сударања пламена, врелина се концентрише на међуредни простор (T=46–146°C) и тиме је максимално безбедна за усев али без ефекта на корове у зони реда. Паралелна позиција се препоручује само за међуредно сузбијање корова (Ascard, 1995b). Одабир најбоље позиције пламеника зависи од дизајна пламеника, морфологије, фазе развоја и осетљивости усева и корова на пламен (Merfield, 2010).

У делу Примена пламена у кукурузу објашњено је зашто се постижу мања оштећења биљака када се пламен примени у фази 7 у односу на 3 и 5 листова, а што је у колизији са резултатима Ulloa et al. (2011b) по којима је фаза 5 листова толерантнија од фазе 7 листова. Већа толерантност кукуруза у каснијим фазама потврђена је и ефективним дозама, ED_{2,5}, ED₅ и ED₁₀. Сличне резултате су добили Datta et al. (2013) при примени 50 kg ha⁻¹ пропана у фазама 3, 5 и 7 листова кукуруза (38, 30 и 20% оштећења). Сви испитивани параметри су недвосмислено показали да је фаза 7 листова најоптималнија у погледу толерантности биљака кукуруза. Међутим, због потребе сузбијања пониклих корова, тестирања су даље рађена у фази 5 листова и при томе је потврђена висока ефикасност једнократних и двократних третмана на широколисне корове. Двократни третмани показали су се бољи са аспекта оствареног приноса а што се може довести у везу са чињеницом да први третман обезбеђује компетитивну предност те се усев брже и боље развија. До сличне констатације су дошли Stepanovic et al. (2015) где су са 45 kg ha⁻¹ пропана са култивацијом постигли високу ефикасност у сузбијању широколисних корова. И у овој дисертацији, као и код Stepanovica et al. (2015) и Neilson-a (2012) утврђено је да примена пламена у комбинацији са култивацијом (ДОЗ) може бити веома ефикасна мера у сузбијању корова у кукурузу. Недостатак ДОЗ је што се мора применити у раним фазама развоја корова тј. у фази поника. Генерално, у овим истраживањима најбољи третман се показао 2x40 kg ha⁻¹ пропана са приносом од 7,1 t ha⁻¹ у 2011 и 6,02 t ha⁻¹ у 2012. год.

У делу Примена пламена у соји дискутовано је зашто је овај усев осетљивији од кукуруза на пламен. Фаза котиледона је најпогоднија за примену пламена у соји јер је купа раста привремено заштићена котиледоним листићима. Међутим, ова фаза веома кратко траје а кашњењем се повећава ризик од ненадокнадивих оштећења усева. До сличних законитости су дошли Ulloa et al., (2011e) и Knezevic et al. (2013b). Такође Mathew (2000), као и Neverton et al. (2008) наводе значајна оштећења соје која остају евидентна и до краја вегетације уколико се пламен примени раније и у већим дозама, а што није био случај код кукуруза. Евидентно је да је усев соје толерантнији у фази 5 него 3 тролиска, али узимајући у обзир критично време, одабрана је фаза 3. тролиска за испитивање ефикасности у сузбијању корова пламеном. Највећи принос уз прихватљива

оштећења биљака је дао третман ДОЗ+ДОЗ+ППЗ0 (3,66 t ha⁻¹ у 2011. и 2,18 t ha⁻¹ у 2012. год.). Иако нису користили ДОЗ, Stepanovic et al. (2016) препоручују сличан третман са аспекта фазе развоја усева, а то је култивирање у фази котиледона и примену 45 kg ha⁻¹ пропана у фази 4–5 тролиста. И у овим истраживањима ДОЗ показала је одличне резултате у сузбијању тек пониклих корова да би примена пламена у фази 3 тролиста била довољно селективна за соју и ефикасна за поникле корове. Слично је утврдио и Ascard (1995а). Проблем са *S. halepense* се овим не решава, нарочито у условима његове високе бројности.

У последњем делу Економичност у сузбијању корова пламеном дискутована је оправданост примене пламена у органској производњи кукуруза и соје исказана кроз бруто маржу и упоређено са резултатима других истраживача. Нпр. Nemming (1994) тврди да овакав вид борбе протов корова има оправданост само у органској производњи што је потврђено и у овим истраживањима с обзиром да су постигнути приноси изнад економског прага штетности.

Закључак. Ово поглавље садржи правилно изведене закључке који у потпуности произилазе из добијених резултата. Унакрсна позиција пламеника је дала најбоље резултате у погледу ефикасности сузбијања корова уз најмања оштећења усева кукуруза и соје при чему је на самом пламенику измерена температура 465–543°C, а у зони реда биљака знатно ниже. На висини од 3 cm од површине земљишта измерене су температуре 80–200°C, а што кореспондира са дозама 20–100 kg ha⁻¹ пропана, а што је довољно за ефикасно сузбијање корова у почетним фазама њиховог развоја. На висини преко 5 cm од површине земљишта, температура опада у просеку за 7,3°C за сваки cm, да би на висини од 18 cm она износила 30–60°C, што објашњава селективност врелине на гајену биљку. Кукуруз је најтолерантнији на врелину пламена у фази 7 листова, али због критичног периода препоручује се фаза 5 листова за примену ове мере, иако може доћи до оштећења, јер се усеви током времена опорави. Највећи постигнути принос кукуруза у 2011. год. је био 7,1 t ha⁻¹, а у 2012. год. 6,02 t ha⁻¹ у третману двократне примене пропана, 2 x 40 kg ha⁻¹. Потврђена је висока ефикасност (>90%) већине третмана са пропаном или у комбинацији са ДОЗ на широколисне корове и недовољна ефикасност на *S. halepense*. Соја је најтолерантнија на пламен у фази котиледона, али због кратког трајања ове фазе следећа најтолерантнија фаза је 5 тролиста. Међутим, због критичног периода препоручује се фаза 3 тролиста за примену пламена. Највећи постигнути принос соје у 2011. год. је био 3,66 t ha⁻¹, а у 2012. год. 2,18 t ha⁻¹ у трократном третману, тј. ДОЗ+ДОЗ+ППЗ0. Бруто маржа за третман ПП40+40 у кукурузу је 30.302–58.674 дин. ha⁻¹, а за третман ДОЗ+ДОЗ+30 у соји 300.784–375.583 дин. ha⁻¹. Сузбијање корова пламеном у органској производњи је оправдано уколико се постигну минимални приноси кукуруза 4,36 t ha⁻¹ и соје 1,54 t ha⁻¹.

Литература. На правилан начин цитирано је 244 референце, које кореспондирају са тематиком која је проучавана у овој дисертацији.

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација Милоша Рајковића, дипл. инж., под насловом „Сузбијање корова пламеном у усевама кукуруза и соје“ представља оригиналан научни рад, који је у сагласности са одобреним планом и програмом за израду дисертације. Имајући у виду проблеме око ефикасног и безбедног сузбијања корова у ратарској производњи, а у циљу смањења употребе хербицида и заштите животне средине, затим проблема око развоја резистентности корова на хербициде, недостатка радне снаге и поштујући

принципе органске биљне производње, добијени резултати представљају значајан допринос науци и пракси. Утврђена је висока толерантност усева кукуруза на једнократну и двократну примену пламена и висока ефикасност у сузбијању широколисних корова при чему се третман $2 \times 40 \text{ kg ha}^{-1}$ пропана показао најефикаснији, где је остварен принос $7,10$ и $6,02 \text{ t ha}^{-1}$ сувог зрна. Дакле, ова нехемијска мера у сузбијању корова има потпуну оправданост у систему органске производње кукуруза с обзиром да приноси од $4,36 \text{ t ha}^{-1}$ и већи и израчунате бруто марже за сузбијање корова пламеном чине ову производњу рентабилном. Двократни и трократни третмани у комбинацији са ДОЗ су се показали селективни према соји и ефикасни у сузбијању широколисних корова. Приноси $3,66$ и $2,18 \text{ t ha}^{-1}$ сувог зрна соје постигнути у третману ДОЗ+ДОЗ+ППЗ0 kg ha^{-1} такође оправдавају ову меру у систему органске производње, јер принос од $1,54 \text{ t ha}^{-1}$ и више чине овај начин производње економски рентабилним.

Имајући у виду све наведено, Комисија позитивно оцењује урађену докторску дисертацију Милоша Рајковића, дипл. инж., под насловом „**Сузбијање корова применом пламена у усевима кукуруза и соје**“ и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да усвоји позитивну оцену ове дисертације и тиме омогући кандидату да је пред истом Комисијом јавно брани.

Чланови комисије:

др Сава Врбничанин, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Хербологија)

др Горан Малица, виши научни сарадник
Институт за ратарство и повртарство, Нови Сад
(ужа научна област: Хербологија)

др Мирко Урошевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Пољопривредна техника)

др Драгана Божић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Хербологија)

др Срђан Шеремешкић, ванредни професор
Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Ратарство и повртарство)

Прилог:

Објављен рад Милоша Рајковића, дипл. инж., у научном часопису на SCI листи:

Grahovac, N., Stojanović, Z., Kravić, S., Orčić, D., Suturović, Z., Kondić-Špika, A., Vasin, J., Šunjka, D., Jakšić, S., Rajković, M., Grahovac, N. (2017): Determination of residues of sulfonylurea herbicides in soil by using microwave-assisted extraction and high performance liquid chromatographic method. *Hemijska industrija*, 71(4): 289–298.