



САВЕЗ ИНЖЕЊЕРА И ТЕХНИЧАРА СРБИЈЕ

**Научна конференција  
ЧЕТВРТА ИНДУСТРИЈСКА  
РЕВОЛУЦИЈА  
У ПОЉОПРИВРЕДИ**

**Зборник радова**

**Београд, 23. децембар 2022.**

**Издавач:**

Савез инжењера и техничара Србије, Београд

**За издавача:**

Мр Богдан Влаховић, генерални секретар

**Главни и одговорни уредник:**

Емеритус проф. др Илија Ђосић

**Организациони одбор:**

Мр Богдан Влаховић, др Радослав Раковић, Оливера Ђосовић, MSc,  
Маријана Михајловић, есс, Оља Јовичић, дипл. прав.

**Научни одобр:**

Емеритус проф. др Илија Ђосић, проф. др Недељко Тица,  
проф. др Небојша Момировић, др Миодраг Толимир,  
проф. др Василије Исајев, др Љубинко Ракоњац,  
проф. др Миладин Шеварлић

**Лектура и коректура:**

Оливера Ђосовић

**Технички уредник:**

Оља Јовичић

**Штампа:**

Академска издања, Земун

**Корица:**

Поља сунцокрета, Шид,  
Аутор фотографије: Оливера Ђосовић

**Година издавања:** 2022.

**ИСБН:** 978-86-80067-55-1

**Тираж:** 200 примерака

СИР - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека  
Србије, Београд

330.341.1:63(082)

НАУЧНА конференција Четврта индустријска револуција у  
пољопривреди (2022 ;  
Београд)

Зборник радова / Научна конференција Четврта  
индустријска револуција у пољопривреди, Београд, 23.  
децембар 2022. ; [главни и одговорни уредник Илија Ђосић].  
- Београд : Савез инжењера и техничара Србије, 2022 (Земун  
:  
Академска издања). - 93 стр. : илустр. ; 24 см

Радови на срп и енгл. језику. - Тираж 200. - Библиографија уз  
сваки рад. - Abstracts.

ISBN 978-86-80067-55-1

а) Индустрија - Пољопривреда - Зборници

COBISS.SR-ID 82291209

- to global and national carbon budgets.* Scientific Reports, 6(1), doi:10.1038/srep29987, 2016.
- [22] Zomer R, Trabucco A, Coe R, Place F, van Noordwijk M, Xu J: *Trees on farms: an update and reanalysis of agroforestry's global extent and socio-ecological characteristics.* doi:10.5716/wp14064.pdf, 2014.

## МОГУЋНОСТИ ОПТИМИЗАЦИЈЕ ПРИМЕНЕ ХЕРБИЦИДА У СРБИЈИ

### POSSIBILITIES OF OPTIMIZING THE APPLICATION OF HERBICIDE IN SERBIA

МИЛАН БРАНКОВ<sup>1</sup>, МИЛЕНА СИМИЋ<sup>2</sup>, МИОДРАГ ТОЛИМИР<sup>3</sup>,  
ГОРАН ТОДОРОВИЋ<sup>4</sup>, ВЕСНА ДРАГИЧЕВИЋ<sup>5</sup>

**Резиме:** Недостатак нових активних супстанци хербицида на тржишту, праћен појавом резистентних корова на постојеће хербициде, као и климатске промене које утичу на корове, чине сузбијање корова веома изазовним. Поред овога, план Европске комисије да се смањи употреба хербицида за 50% до 2030. захтева проналажење решења за успешно сузбијање корова уз мање ослањање на хемијске мере. Једна од могућности која је на располагању је да се уз хербициде у резервоар прскалице дода адјувант како би усвајање хербицида од стране корова било ефикасније и како би се хербициди применили у мањим количинама. У овом раду ћемо указати на потенцијалне погодности адјуваната у циљу повећања ефикасности хербицида.

**Кључне речи:** адјуванти, корови, сузбијање

**Abstract:** The lack of new herbicide active substances on the market, accompanied by the emergence of resistant weeds to existing herbicides, as well as climate changes that affect weeds make weed control very challenging. In addition to this, the European Commission's plan to reduce the use of herbicides by 50% by 2030 conditions the need to find solutions for successful weed control. One of the options available is to add an adjuvant to the herbicides in the sprayer tank in order to increase the uptake of the herbicide by the weeds. In this paper, we will point out the potential benefits of adjuvants in order to increase herbicide efficacy.

**Key Words:** adjuvants, weeds, weed control

#### 1. Увод

Препорука да се смањи примена пестицида за 50% од стране Европске комисије представља део стратегије у оквиру EU Green Deal-a, који предвиђа потпуно искључивање пестицида из система производње до 2050. [1] године. До тада је потребно дефинисати којим алтернативним мерама и како ће се суз-

<sup>1</sup> Милан Бранков, Институт за кукуруз „Земун Поље“, Слободана Бајића 1, Београд

<sup>2</sup> Милена Симић, Институт за кукуруз „Земун Поље“, Слободана Бајића 1, Београд

<sup>3</sup> Миодраг Толимир, Институт за кукуруз „Земун Поље“, Слободана Бајића 1, Београд

<sup>4</sup> Горан Тодоровић, Институт за кукуруз „Земун Поље“, Слободана Бајића 1, Београд

<sup>5</sup> Весна Драгичевић, Институт за кукуруз „Земун Поље“, Слободана Бајића 1, Београд

бијати не само корови него и штеточине и произроковачи биљних болести.

Са друге стране, феномен смањење осетљивости корова на хербициде (резистентност) полако се одомаћује и код нас и према Врбничанин [2] већ је утврђено присуство неколико коровских врста на најчешће примењивање хербицида у Србији. Томе је допринело дугогодишње превелико ослањање на хемијске мере и сада је потребно уложити знатно веће напоре да би се корови дали развој резистентности код корова. Недостатак нових активних супстанци хербицида праћен је економском реалношћу: јефтиније је селекционисати генетски модификован усев и применити постојеће хербициде, за разлику процеса стварања новог хербицида чија цена прелази 300 милиона долара. Управо због тога је потребно сачувати постојеће хербициде, што значи не дозволити коровима да постану резистентни.

Са друге стране хербициди су регистровани за примену у одређеној количини, која може да варира у зависности од већег броја фактора, али никако није препорука да се смањи количина примене због потенцијалног развоја резистентности. Међутим, у свету и код нас свеопште је прихваћено да су пестициди велики загађивачи и да је потребно смањити њихову употребу. Радови од средине прошлог века сугеришу да постоји могућност развића резистентности код корова уколико се примене ниске количине, што је данас пракса и потврдила [3].

Хербициде је потребно применити у оквиру тзв. система интегрисаних мера (Integrated Weed Management), никако као појединачну меру [4]. Систем састоји се из примене индиректних и директних мера, које повољно утичу на гајени усев, а са друге стране неповољно на корове. Примена хербицида стога је само део читавог система мера. Потребно је даље хербициде применити у најоптималнијем моменту – земљишно, или фолијарно када су корови у почетним фазама растења и развића, односно најосетљивији на хербициде.

Адјуванти су агрехемикалије које могу да повећају ефикасност хербицида или смање заношење капљица, мењајући физичко-хемијске особине радне површине, при чему може доћи до смањења површинског напона или интеракције са кутикулом, што повећава усвајање хербицида од стране корова [5]. Лична искуства нам указују да је индустрија адјуванта у САД веома развијена, и за сваки хербицид постоји бар један адјувант као препорука да се примене приликом третирања [6], за разлику од Србије, или чак доста земаља Европе, где је ова област некако занемарена. Тачније, у Србији постоји препорука за одређене хербициде да се обавезно примене уз додатак адјуванта, али за остале не, односно нејасно је да ли исти адјувант може да се користи и са другим хербицидима [7].

Стога је циљ нашег рада да, на основу истраживања у пољским и лабораториским условима, укажемо на могућности за оптимизацију примене хербицида код нас и покажемо да ли је могуће смањити количину примене активне супстанце по јединици површине уз додатак адјуваната.

## 2. Материјал и методе рада

### 2.1. Оглед у контролисаним условима

У раду ће бити приказана истраживања урађена у Лабораторији за примену пестицида, Небраска, САД. Испитивано је пет коровских врста, два хербицида и њихова комбинација и пет различитих адјуванта на ефикасност. Испитивани корови, хербициди и адјуванти су приказани у табели 1.

Табела 1. Испитивање коровске врсте, адјуванти и хербициди

Адјуванти	Назив препарата	Количина (% v v <sup>-1</sup> )
Контрола - A0	-	-
Ammonium sulfate - AMS	Bronc	5.00
Crop oil concentrate - COC	R.O.C.	0.50
Drift reducing adjuvant - DRA	Intact	0.50
Methylated seed oil - MSO	Glacier	0.50
Nonionic surfactant - NIS	R11	0.25
Количина примене (g a. c. ha <sup>-1</sup> )		
Врста	Мезотрион (МЕЗ)	римсулфурон + тифенсулфурон-метил (РИМТХИФ)
<i>Amaranthus palmeri</i> S. Wats.	33.7	1.5 + 0.2
<i>Amaranthus rudis</i> L.	28.1	16.1 + 3.5
<i>Chenopodium album</i> L.	105.6	16.1 + 3.5
<i>Echinochloa cruss-galli</i> (L.) Beauv.	105.6	16.1 + 3.5

Да бисмо изабрали количине хербицида које ћемо користити у огледу, постављен је доза-одговор експеримент и утврђене су ефективне дозе Ед50 за сваки хербицид. За одређене корове испитивани хербициди су имали веома високе Ед50 вредности, стога су узете препоручене количине.

### 2.2. Пољски оглед

У оквиру пољског огледа испитива је ефикасност хербицида на бази никосулфурона у кукурузу, на пепељугу њивску (*Chenopodium album*) и дивљи сирац (*Sorghum halepense*). Огледи су постављени на огледном пољу Института за кукуруз у Земун Пољу у периоду 2020-2022. Одabrани корови су присутни унiformно на 80-90% поља. Хербицид је применет у комбинацији са два адјуванта: НИС (препарат Dash) и минерално ђубриво амонијум-сулфат. Ефикасност примене третмана оцењена је 21 дан након примене хербицида чупањем корова, сушењем и мерењем суве масе. Добијени подаци из оба огледа су обрађени анализом варијансе а разлике средина поређене LSD тестом.

## 3. Резултати и дискусија

### 3.1. Оглед у контролисаним условима

Без обзира на адјувант, код врсте *Amaranthus palmeri* највеће смањење биомасе (95%) је постигнуто применом хербицида мезотриона (МЕЗ) заједно са

римсулфуроном и тифенсулфурон-метилом (РИМТИФ). Адјуванти МСО и НИС су допринели додатном смањењу биомасе ове коровске врсте за 97% и 98%, респективно. Генерално, сви адјуванти су повећали смањење биомасе врсте *Amaranthus rudis* у поређењу са третманима без адјуванта када су примењени са хербицидима МЕЗ и МЕЗ+РИМТИФ. Насупрот томе, РИМТИФ сам или заједно са адјувантима утицао је исто на смањење биомасе ове врсте у распону од 91% до 96%. За врсту *Chenopodium album* сви адјуванти су повећали проценат смањења биомасе применом хербицида РИМТИФ и МЕЗ + РИМТИФ, у распону од 90% до 98%. Када су адјуванти додати хербициду МЕЗ дошло је до смањења биомасе *Chenopodium album* од 85% (СОС) до 93% (AMS). Додавање СОС-а хербициду МЕЗ произвело је исту ефикасност као и сам МЕЗ. Хербицидна комбинација МЕЗ + РИМТИФ је, уз додатак свих адјуваната утицала на већу редукцију биомасе *Chenopodium album* у поређењу са чистим мезотрионом (МЕЗ).

Табела 2. Проценат смањења биомасе корова у зависности од примењених хербицида и адјуваната

Врста корова	Хербицид	Адјуванти						Просек
		A0	AMS	СОС	DRA	MSO	NIS	
<i>Amaranthus palmeri</i>	МЕЗ	90	94	92	89	94	94	92A
	РИМТИФ	89	91	93	93	94	92	92A
	МИКС	93	93	95	91	98	98	96B
	Просек	91a	93ab	93ab	91ab	95b	95b	
<i>Amaranthus rufus</i>	МЕЗ	88aA	99bA	97bB	94bA	98bA	98bB	96
	РИМТИФ	94aB	91aA	94aA	95aA	96aA	93aA	94
	МИКС	92aB	97bB	97bB	95abA	99bA	97bB	96
	Просек	91	96	96	95	98	96	
<i>Chenopodium album</i>	МЕЗ	85aB	93cA	85aA	89bA	90bA	92cA	89
	РИМТИФ	72aA	98cB	90bA	96cB	97cB	97cB	92
	МИКС	87aB	96bB	94bC	94bB	98bB	97bB	95
	Просек	91	96	90	93	95	95	
<i>Echinochloa cruss-galli</i>	МЕЗ	58aA	54aA	57aA	55AA	63aA	64aA	59
	РИМТИФ	71aB	67aB	69aB	73aB	99bB	98bB	80
	МИКС	62aAB	70abB	79bC	76abB	99cB	98cB	92
	Просек	65	70	69	68	87	87	

МЕЗ- мезотрион; РИМТИФ- римсулфурон+тифенсулфурон-метил; МИКС- комбинација два хербицида; мала слова представљају значајност за разлике средина између вредности у реду а велика слова у колони

MSO и NIS адјуванти су повећали проценат смањења биомасе врсте *Echinochloa cruss-galli* применом са РИМТИФ (99%) и МЕЗ+РИМТИФ (98%), док су други адјуванти утицали на смањење биомасе у распону од 54% (AMS)

до 79% (СОС). Смањење биомасе врсте *Echinochloa cruss-galli* у распону од 54% (AMS) до 64% (NIS) добијено је применом хербида МЕЗ, са или без адјуванта, табела 2.

### 3.2. Польски оглед

На основу добијених података, највеће смањење биомасе *Chenopodium album* и *Sorghum halepense* забележено је када је никосулфурону додат НИС адјувант (93-97,9% за Ch. album, односно 96,9-100% за S. halepense) (табела 3). Са друге стране, додатак минералног ћубриба АМС показао је антагонистички ефекат. У свим третманима проценат смањења биомасе износио је 69,8-78,4 за Ch. album и 61,4-91,4 за S. halepense, што су вредности ниже од добијених при примени никосулфурона без додатка адјуванта.

Табела 3. Проценат смањења биомасе врста Пепељуга обична (*Chenopodium album*) и сирак дивљи (*Sorghum halepense*)

година	Пепељуга обична ( <i>Chenopodium album</i> )			Просек
	А0	АМС	НИС	
2020	87,9	77,2	93,0	86a
2021	87,6	78,4	93,8	87a
2022	91,1	69,8	97,9	86a
	88,9a	75,1b	94,9c	
сирак дивљи ( <i>Sorghum halepense</i> )				
2020	92,6	80,4	96,9	90a
2021	97,3	61,4	100	86,2b
2022	100	91,4	100	97,1c
	96,6a	77,7b	99,0a	

### 4. Дискусија

На основу добијених података могуће је закључити да адјуванти дефинитивно утичу на повећање ефикасности примењених хербицида, мада је потребно извршити детаљна истраживања, у контролисаним и польским условима и прецизније испитати појединачне ефекте. Уколико посматрамо резултате из огледа урађеног у контролисаним условима, хербициди су примењени плански у низим количинама примене, како би ефекти додатих адјуваната били што видљивији. Да смо којим случајем применили препоручене количине хербицида, вероватно би изостао ефекат додатих адјуваната. До сличних резултата дошли су [8, 9] испитујући утицај адјуваната на ефикасност хербицида. Према Price и сар. [10] НИС адјуванти примарно утичу на способност хербицида да продру у лист који је заштићен кутикулом. Исти адјуванти смањују површински напон воде, омогућавајући хербициду да се равномерно шири по листу. До сличних резултата смо дошли и испитивањем утицаја адјуваната на ефикасност хербицида у польским условима. Наиме, НИС адјувант додат никосулфурону испољио је значајан ефекат на смањење биомасе два

најприсутнија корова у кукурузу, *Chenopodium album* и *Sorghum halepense*. Као друге стране, минерално ђубриво амонијум сулфат, које се често користи као адјувант, не би требало применити са хербицидима из групе инхибитора ацетолактат синтетазе због потенцијалног антагонистичког ефекта. У нашој студији, AMC је значајно смањио ефекат никосулфурона за обе испитиване врсте (до 28%). Добијени резултати се могу објаснити чињеницом да AMC садржи сумпорну киселину у комплексу са ureом, што у воденом раствору утиче на смањење pH, што највероватније утиче на ефикасност самог хербицида [11].

Потреба оптимизације примене постојећих хербицида биће све већа, с обзиром на недостатак нових хербицида, све веће појаве резистентности корова на хербициде, као и под утицајем директиве које сугеришу да се смањи количина примењених хербицида за 50%. Управо због наведеног, потребно је дефинисати стратегије које ће омогућити оправдано смањење примене хербицида а без повећања трошкова производње. С обзиром да су адјуванти у Србији углавном типа сурфактаната (НИС адјуванти) потребно је увести на тржиште нове адјуванте којима би се унапредила ефикасност хербицида. За разлику од пестицида код којих је процес регистрације скуп и дуготрајан, то није случај са адјувантима, што може бити предност код синтетисања и увођења нових група адјуваната на тржиште.

## 5. Литература

- [1] Peeters A. Lefebvre O. Balogh L. Barberi P. Batello C. Bellon S. Gaifami T. Gkisakis V. Lana M. Migliorini P. et al.: A Green Deal for implementing agroecological systems-Reforming the Common Agricultural Policy of the European Union. *J. Sustain. Org. Agric. Syst.* 70, 83–93, 2022.
- [2] Vrbničanin S, Weed resistance to herbicides. *Acta herbologica* 29: 79–96. UDK 632.51:632.954, 2020.
- [3] Gressel J, Low pesticide rates may hasten the evolution of resistance by increasing mutation frequencies. *Pest Management Science* 67, 253–257. <https://doi.org/10.1002/ps.2071>, 2011.
- [4] Swanton C.J. Weise S.F.: Integrated weed management: the rationale and approach. *Weed Technol.* 5 (3), 657–663. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00027512>, 1991.
- [5] Hazen J. L, Adjuvants—Terminology, Classification, and Chemistry. *Weed Technology* 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), 2000.
- [6] Shaner Dale L, *Herbicide handbook*. No. 632.954 W394h10. Weed Science Society of America, 2014.
- [7] Anonimni autor: *Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu u Srbiji*. Društvo za zaštitu bilja Srbije, 2020.
- [8] Castro M. J. L. Ojeda C. Cirelli A.F, Advances in surfactants for agrochemicals. *Environ Chem Lett* 12, 85–95. <https://doi.org/10.1007/s10311-013-0432-4>, 2014.
- [9] Obradović A. Kruger G. Vrbničanin S. Henry R. Vieira C.B.: The effect of adjuvants and nozzle type on the control of volunteer corn by clethodim. *Acta herbologica* 26, 123–134. <https://doi.org/10.5937/ActaHerb1702123O>, 2017.
- [10] Price A. Kelton J. Sarunaite L, *Herbicides: Physiology of Action and Safety*. BoD – Books on Demand. 346 p, 2015.
- [11] Bunting J. A. Sprague C. L. Riechers D. E, *Proper adjuvant selection for foramsulfuron activity*. *Crop Protection* 23:361–366, 2004.