

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**

**АИНС  
Академска мисао  
Београд, 2020.**

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**

<b>ПРЕДГОВОР .....</b>	<b>1</b>
Поздравна реч .....	3
<b>ИНОВАТИВНА РЕШЕЊА У ИСКОРИШЋАВАЊУ УСЕВА - БИОФОРТИФИКАЦИЈА У ФУНКЦИЈИ ПРОИЗВОДЊЕ     КВАЛИТЕТНЕ ХРАНЕ.....</b>	<b>7</b>
САЖЕТАК.....	7
УВОД .....	7
БИОФОРТИФИКАЦИЈА .....	10
СЕЛЕКЦИЈА И ГЕНЕТИЧКИ ИНЖЕЊЕРИНГ КАО МЕРЕ БИОФОРТИФИКАЦИЈЕ .....	11
АГРОНОМСКА БИОФОРТИФИКАЦИЈА – СИСТЕМИ ГАЈЕЊА УСЕВА КАО МЕРА БИОФОРТИФИКАЦИЈЕ .....	13
УПРАВЉАЊЕ ФАКТОРИМА КОЈИ ОМОГУЂАВАЈУ УСПЕШНОСТ БИОФОРТИФИКАЦИЈЕ.....	15
<i>Захвалница</i> .....	15
ЛИТЕРАТУРА .....	16
INNOVATIVE SOLUTIONS IN CROP UTILIZATION- BIOFORTIFICATION AS A FUNCTION OF QUALITY FOOD PRODUCTION... 19	
SUMMARY .....	19
<b>ДОПРИНОС ИНОВАТИВНИХ МЕТОДА У ОПЛЕМЕЊИВАЊУ СТРНИХ ЖИТА .....</b>	<b>20</b>
САЖЕТАК.....	20
УВОД.....	20
МЕХАНИЗМИ ТОЛЕРАНТНОСТИ НА СУШУ .....	21
КОНВЕНЦИОНАЛНИ VS ФИЗИОЛОШКИ ПРИСТУП ОПЛЕМЕЊИВАЊА НА СУШУ .....	22
ОСНОВА ОПЛЕМЕЊИВАЊА НА СУШУ .....	24
ФИЗИОЛОШКИ МЕТОДИ ОПЛЕМЕЊИВАЊЕ НА СУШНИ СТРЕС.....	24
КОРИШЋЕЊЕ ВОДЕ .....	24
ЗАКЉУЧАК.....	27
ЛИТЕРАТУРА .....	28
INNOVATIVE METHODS CONTRIBUTION IN SMALL GRAIN CEREALS BREEDING .....	32
<i>Summary</i> .....	32
<b>ДОПРИНОС ВИШЕГОДИШЊИХ СТАЦИОНАРНИХ ОГЛЕДА УНАПРЕЂЕЊУ БИЉНЕ ПРОИЗВОДЊЕ У СРБИЈИ .....</b>	<b>33</b>
САЖЕТАК.....	33
УВОД.....	33
КОНЦЕПТУАЛНИ ОКВИР ИСПИТИВАЊА ВИШЕГОДИШЊИХ ЕКСПЕРИМЕНАТА .....	34
ПРОМЕНА ЦИЉЕВА ИСТРАЖИВАЊА НА ВИШЕГОДИШЊИМ СТАЦИОНАРНИМ ОГЛЕДИМА .....	35
СТАЊЕ ВИШЕГОДИШЊИХ ЕКСПЕРИМЕНАТА У СРБИЈИ .....	36
ИЗАОВИ КОЈИ СЕ ПОСТАВЉАЈУ ПРЕД ВИШЕГОДИШЊЕ ОГЛЕДЕ У 21. ВЕКУ .....	39
ЗАКЉУЧАК.....	40
ЛИТЕРАТУРА .....	41
THE CONTRIBUTION OF STATIONARY LONG-TERM TRIALS TO PLANT PRODUCTION IMPROVEMENT .....	44
<i>Summary</i> .....	44
<b>ЗНАЧАЈ РАЗВОЈНИХ И ИНОВАТИВНИХ РЕШЕЊА ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ИСКОРИШЋАВАЊА ТРАВЊАКА И СТОЧАРСКЕ     ПРОИЗВОДЊЕ НА БРДСКО-ПЛАНИНСКОМ ПОДРУЧЈУ СРБИЈЕ .....</b>	<b>45</b>
САЖЕТАК.....	45
УВОД.....	45
АНАЛИЗА СТАЊА ПРОИЗВОДЊЕ У БРДСКО-ПЛАНИНСКОМ ПОДРУЧЈУ .....	46
ОГРАНИЧАВАЈУЋИ ФАКТОРИ У ИСКОРИШЋАВАЊУ ТРАВЊАКА И УНАПРЕЂЕЊУ СТОЧАРСКЕ ПРОИЗВОДЊЕ НА ГАЗДИНСТВИМА .....	48
МОГУЋНОСТИ УНАПРЕЂЕЊА ПРОИЗВОДЊЕ НА ТРАВЊАЦИМА .....	49
НЕДОВОЉНО КОРИШЋЕЊА, РАЗВОЈНА И ИНОВАТИВНА РЕШЕЊА У ПОВЕЋАЊУ ПРИНОСА, КВАЛИТЕТА, ИСКОРИШЋАВАЊА ТРАВЊАКА И УНАПРЕЂЕЊУ СТОЧАРСКЕ ПРОИЗВОДЊЕ.....	50
АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛНОСТИ ИНОВАЦИОНОГ СИСТЕМА У ПОЉОПРИВРЕДИ .....	53
МОГУЋНОСТИ УНАПРЕЂЕЊА ФУНКЦИОНАЛНОСТИ ИНОВАЦИОНОГ СИСТЕМА У ПОЉОПРИВРЕДИ .....	55
ЗАКЉУЧАК.....	55

ЛИТЕРАТУРА .....	57
THE IMPORTANCE OF DEVELOPMENT AND INNOVATIVE SOLUTIONS FOR IMPROVEMENT OF THE GRASSLAND UTILIZATION AND LIVESTOCK PRODUCTION IN HILLY-MOUNTAINOUS REGION OF SERBIA.....	59
<i>Summary</i> .....	59
<b>АДАПТАЦИЈА АГРОТЕХНИЧКИХ МЕРА У РАТАРСТВУ НА КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ .....</b>	<b>60</b>
САЖЕТАК.....	60
УВОД.....	60
ГЛАВНЕ ОДЛИКЕ КЛИМЕ СРБИЈЕ .....	62
АДАПТАЦИЈА АГРОТЕХНИЧКИХ МЕРА У УСЛОВИМА ПРОМЕНА КЛИМЕ .....	64
ЗАКЉУЧЦИ .....	68
<i>Захвалница</i> .....	68
ЛИТЕРАТУРА .....	69
ADAPTATION OF CULTURAL PRACTICES IN THE FIELD CROP PRODUCTION ON CLIMATE CHANGE.....	71
<i>Summary</i> .....	71
<b>ГЛОБАЛНИ ТРЕНДОВИ У ПРЕВЕНЦИЈИ ПРИРОДНИХ КАТАСТРОФА И ЗАШТИТИ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ НА ПРИМЕРУ СРБИЈЕ .....</b>	<b>72</b>
САЖЕТАК.....	72
УВОД.....	72
СРБИЈА У ГЛОБАЛНОМ КОНТЕКСТУ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ .....	73
„Неутралност деградације земљишта“ (LDN).....	74
ГЛОБАЛЕ ИНИЦИЈАТИВЕ .....	75
СТАЊЕ ШУМА СРБИЈЕ .....	75
<i>Дискусија</i> .....	77
ЗАКЉУЧЦИ .....	79
ЛИТЕРАТУРА .....	80
GLOBAL TRENDS IN NATURAL DISASTER PREVENTION AND ENVIRONMENTAL PROTECTION, CASE STUDY OF SERBIA .....	82
<i>Summary</i> .....	82
<b>АКТУЕЛНИ ПРОБЛЕМИ У ЗАШТИТИ БИЉА, ПОСЕБНО ПРОБЛЕМИ СУЗБИЈАЊА АМБРОЗИЈЕ И ПРИМЕНЕ ГЛИФОСАТА .....</b>	<b>83</b>
САЖЕТАК.....	83
УВОД.....	83
ШТЕТЕ КОЈЕ НАНОСЕ ШТЕТНИ ОРГАНИЗМИ БИЉНОЈ ПРОИЗВОДЊИ И УЛОГА ПЕСТИЦИДА .....	84
ПОЈАВА НОВИХ ПРОУЗРОКОВАЧА БОЛЕСТИ, ШТЕТНИХ ИНСЕКАТА И КОРОВСКИХ БИЉАКА.....	86
РАЦИОНАЛИЗАЦИЈА И РИЗИЦИ ОД УПОТРЕБЕ ПЕСТИЦИДА .....	86
РЕЗИСТЕНОСТ, ВЕЛИКИ ПРОБЛЕМ У ЗАШТИТИ БИЉАКА .....	87
РАСПРОСТРАЊЕНОСТ И СУЗБИЈАЊЕ АМБРОЗИЈЕ .....	89
ХЕМИЈСКО СУЗБИЈАЊЕ АМБРОЗИЈЕ.....	90
ПРОБЛЕМИ ДАЉЕ ПРИМЕНЕ ГЛИФОСАТА .....	91
ЛИТЕРАТУРА .....	93
CURRENT PROBLEMS IN THE PROTECTION OF PLANTS, ESPECIALLY THE PROBLEMS OF CONTROL RAGWEED AND APPLICATION OF GLYPHOSATE .....	94
<i>Summary</i> .....	94
<b>ИНОВАТИВНА РЕШЕЊА У СУЗБИЈАЊУ КОРОВА У УСЕВИМА.....</b>	<b>95</b>
САЖЕТАК.....	95
УВОД.....	95
МЕСТО ПЛОДЕРЕДА У СИСТЕМУ ИНТЕГРИСАНИХ МЕРА ЗА СУЗБИЈАЊЕ КОРОВА .....	98
ЗНАЧАЈ ОБРАДЕ ЗЕМЉИШТА .....	99
ИНТЕРАКЦИЈЕ УСЕВ-КОРОВА .....	100
ЕФИКАСНОСТ ХЕРБИЦИДА У ЗАВИСНОСТИ ОД ТИПА РАСПРСКИВАЧА И АЉУВАНТА .....	102
УЛОГА РАСПРСКИВАЧА У ЗАНОШЕЊУ (ДРИФТУ) ХЕРБИЦИДА .....	103
<i>Захвалница</i> .....	104
ЛИТЕРАТУРА .....	105

INOVATIVE SOLUTIONS IN CROPS WEED CONTROL.....	107
<i>Summary</i> .....	107
<b>МОБИЛНА ТЕХНИКА У СЛУЖБИ РАЗВОЈА ПОЉОПРИВРЕДЕ.....</b>	<b>108</b>
САЖЕТАК.....	108
Увод.....	108
ЗЕМЉИШТЕ И ПОТЕНЦИЈАЛИ У ПРОИЗВОДЊИ ХРАНЕ.....	109
СТРУКТУРА ГАЗДИНСТВА И МЕХАНИЗАЦИЈЕ У СРБИЈИ, ПОПИС 2018.....	110
ДОСТИГНУТИ РАЗВОЈ ИНДУСТРИЈЕ МАШИНА И ТРАКТОРА ИМТ-БЕОГРАД (1954-2015).....	111
<i>Достигнути развој индустрије трактора ИМТ/ТАФЕ (2018-2020), Јарковац-Сечањ (Васиљевић и сар. 2019)</i>	
.....	112
СТРУКТУРА ПОТРЕБА И ИЗГРАДЊА НАЦИОНАЛНОГ ИНДУСТРИЈСКОГ ЦЕНТРА И ПРОИЗВОДЊА КЉУЧНЕ МЕХАНИЗАЦИЈЕ.....	114
ЗАКЉУЧЦИ.....	116
ЛИТЕРАТУРА.....	118
MOBILE MACHINERY AND DEVELOPMENT OF AGRICULTURE.....	119
<i>Summary</i> .....	119
<b>ИНОВАЦИЈЕ У УПРАВЉАЊУ РИЗИЦИМА У ПОЉОПРИВРЕДИ.....</b>	<b>120</b>
САЖЕТАК.....	120
Увод.....	120
МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ.....	122
АКТУЕЛНА РАЗВИЈЕНОСТ ОСИГУРАЊА ПОЉОПРИВРЕДЕ У СРБИЈИ.....	122
РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА.....	124
ЗАКЉУЧАК.....	125
ЛИТЕРАТУРА.....	127
INNOVATION IN AGRICULTURE RISK MANAGEMENT.....	128
<i>Summary</i> .....	128
<b>НОВИ ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК У ГАЈЕЊУ ШУМА ЗА БИОЛОШКУ КОНТРОЛУ ШИРЕЊА ПАЈАСЕНА.....</b>	<b>129</b>
САЖЕТАК.....	129
Увод.....	129
МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ.....	130
РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА.....	131
<i>Дискусија</i> .....	134
ЗАКЉУЧАК.....	136
<i>Захвалница</i> .....	136
ЛИТЕРАТУРА.....	137
A NEW TECHNICAL PROCEDURE IN SILVICULTURE FOR BIOLOGICAL CONTROL OF TREE-OF-HEAVEN SPREAD.....	140
<i>Summary</i> .....	140
<b>БИОЕКОНОМИЈА ШУМАРСТВА.....</b>	<b>141</b>
САЖЕТАК.....	141
Увод.....	141
БИОЕКОНОМИЈА.....	141
БИОЕКОНОМИЈА И ЗЕЛЕНА ЕКОНОМИЈА.....	142
БИОЕКОНОМИЈА И ЦИРКУЛАРНА ЕКОНОМИЈА.....	142
КАСКАДНИ ПРИНЦИП КОРИШЋЕЊА БИОМАСЕ.....	142
БИОЕКОНОМИЈА И ЕКОНОМСКИ РАСТ.....	142
БИОЕКОНОМИЈА ШУМАРСТВА.....	143
ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ ШУМСКЕ БИОМАСЕ.....	143
ПРОИЗВОДИ НА БИО-ОСНОВИ.....	144
УРБАНО ШУМАРСТВО.....	144
ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ.....	145
<i>Децентрализована биономија</i> .....	145
<i>Коришћење остатка шумске биомасе за добијање биоенергије</i> .....	145

ЗАКЪУЧАК.....	147
ЛИТЕРАТУРА .....	148
THE FOREST BIOECONOMY.....	150
<i>Summary</i> .....	150

## ПРЕДГОВОР

Одељење биотехничких наука Академије инжењерских наука Србије организовало је свој девети научни скуп „Значај развојних истраживања и иновација у функцији унапређења пољопривреде и шумарства у Србији”. Овај научни скуп одржан је 04.11.2020.

На скупу је поднето 12 реферата. Аутори су редовни и дописни чланови САНУ, АИНС, АНУРС, професори и истраживачи са факултета и института.

Тема научног скупа привукла је изузетну пажњу и интересовање шире јавности. То потврђује велики број присутних и активних учесника на научном скупу.

Пољопривреда у Србији, данас, заснива се на породичним газдинствима, па према томе, основни субјекат у пољопривредној производњи и њен носилац су породична пољопривредна газдинства, а у шумарству пољопривредна газдинства и држава (велики планински комплекси, национални паркови и сл.). Развој се не може одвијати без знања. Из тог разлога, одржива производња хране, животни стандард становника на селу и укупно задовољење потреба становништва храном зависе у великој мери од тога колико се успешно знање генерише и примењује у пољопривреди, као и од тога постоје ли капацитети да се производи такво знање.

Актуелна политика научних истраживања у нашој земљи није прилагођена потребама развоја породичних пољопривредних газдинстава.

Данас се у развијеном свету за ефикасне и смислене економске стратегије и планове за побољшање конкурентности привреде сматрају они који укључују остварење и/или унапређење система за подршку развоју активности и производње засноване на иновацијама. Способност и спремност за иновирање и примену иновативних решења данас се види као кључни покретач конкурентности земље.

Искуство показује да су иновације засноване на научно заснованом знању најбољи начин да се унапреди производна пракса на одрживи начин. У свету који се брзо мења, иновације су централна стратегија у хватању у коштац са изазовима и искоришћавању иновационих могућности.

У стратегији Европске уније за југоисточну Европу (SEE 2020) истиче се да знањем вођен раст и економика заснована на знању треба да буду главне изворне компаративне предности и стварање додате вредности у будућности. У стратегији се даље наводи да један од потребних елемената за изградњу тог пута јесте инвестирање у истраживање и иновације, као и инвестиције засноване на знању.

Иновација може бити резултат научног открића али многе иновације често нису резултат научног открића. OECD политика промовише иновације, не само преко политике истраживања, већ укључује и тржиште рада, регулативне и дерегулативне стандарде. У циљу унапређења система за креирање и трансфер знања, потребно је проширити приступ истраживању и развоју и у рад укључити шири круг заинтересованих страна.

Потребно је у рад укључити нове приступе који омогућавају подстицајно окружење за боље повезивање науке и праксе, доприносе изградњи система за производњу, знање и иновације потребне породичним газдинствима.

У циљу повећања броја одрживих породичних газдинстава, као и њихово технолошко унапређење и удруживање у циљу заједничког коришћења физичких ресурса, потребно је омогућити фармерима једноставнији приступ за: изналагање погоднијих начина за вредновање резултата истраживања у области пољопривреде; проширење приступа у истраживањима и у развоју; повећање издвајања средстава намењених руралном развоју; укључивање газдинстава у програм фондова за развој; унапређење органске хране; боље



коришћење аутохтоних технологија; повезивање газдинстава и сеоског туризма; увођење нових програма развоја на газдинству, итд. Ове и друге приступе који нуде одрживи развој треба што пре применити на наша породична газдинства у пољопривреди.

Поднети реферати на скупу управо указују да са производњом хране не треба калкулисати јер живимо у свету многих и веома заострених супротности: на једној страни су глад и сиромаштво неразвијених а на другој преобиле хране и богатство, али без разумевања за оне прве.

Ово показује да ће место и улога државе на светском тржишту зависити од њене економске моћи, конкурентности привреде, односно, од знања и технолошког развоја.

Академија инжењерских наука Србије нуди своје знање и решења за бржи привредни и друштвени развој наше земље у будућности.

Академија инжењерских наука Србије, одељење биотехничких наука изражава посебну захвалност свим учесницима скупа, као и Министарству за просвету, науку и технолошки развој Владе Републике Србије на новчаној помоћи око издавања зборника радова пре одржавања научног скупа.

Председник организационог одбора и  
Секретар Одељења биотехничких наука  
проф. др Ратко Лазаревић, академик АИНС

## ПОЗДРАВНА РЕЧ

Даме и господо, колегинице и колеге, пријатељи наше Академије, желим вам добар дан, искрено вас поздрављам са жељом да заједнички учествујемо у реализацији донетих предлога и решења са овог скупа за бржи развој наше пољопривреде, сточарства и села.

Основни субјекат у пољопривредној производњи и њен носилац су породична пољопривредна газдинства. Пословно окружење у којем се налазе породична газдинства је сложено. Производња се организује на ниском технолошком нивоу и остварују се мањи приноси, углавном без профита. Глобализација и либерализација отежавају малим пољопривредницима да буду одрживо конкурентни на глобалном тржишту. У таквим околностима потребно је пажљиво анализирати проблеме и могућности, разумети их и на основу тога предузети мере за бржи развој.

Сведоци смо да се село у Србији суочава са израженом депопулацијом, забрињавајућим падом natalитета и старењем становништва. Изражен процес миграције становништва на релацији село – град довео је до тога да је велики број села нестао, или ће нестати, посебно села у брдско-планинском и пограничном подручју. С друге стране, постоје подручја и села која имају перспективу и у којима се, осмишљеним и стручним реаговањем могу активирати неискоришћени потенцијали и допринети повећању производње, бољем животном стандарду становника, развоју села и задржавању младих на селу.

Данашњи ниво индустријске производње у ЕУ указује да наша земља нема велику шансу да развија индустрију. Наше могућности су мале да развијемо велике индустријске капацитете, што се види по карактеру страних улагања у нашу земљу. Зато нам преостаје, још увек, простор, да развијемо производњу хране, где имамо све расположиве потенцијале за одрживу производњу квалитетне и здравствено исправне хране. Посебно се, у том правцу, истичу наша два региона, Шумадија и Западна Србија и Јужна и Источна Србија чије се територије простиру 75% на брдском и брдско-планинском подручју.

Главна делатност ових газдинстава је традиционална производња говеда и оваца. Говедарство и овчарство овог подручја увек је било основа очувања и развоја људске цивилизације, традиције и културне историје човечанства. Значај гајења говеда и оваца огледа се и у томе што ове животиње за свој развој, опстанак и одређене производе за исхрану користе хранива биљног порекла и то 2/3 оних које човек не може да конзумира. То значи да ове две врсте животиња човеку никада нису биле конкурент у исхрани, већ напротив, увек су биле од користи.

Поред ових предности које имају говеда и овце, на брдско-планинском подручју, ова подручја су имала посебан значај кроз читав историјски развој људске цивилизације јер су препознатљива по великом броју аутохтоних технологија створеним у млекарству и производњи меса. Посебно треба истаћи следећа подручја: Пештерску висораван, Златибор, Златар, Хомоље, Сврљиг, Стару планину, Пирот, Топлицу, Копаоник и друга.

У овим подручјима, по традиционалној технологији, израђују се, вековима, специјалне врсте сирева у саламури и специјални сувомеснати производи. Све ово, чиме располаже брдско-планинско подручје, представља данас предности овог подручја у добро организованом производњи за будући развој производње хране анималног порекла у еколошкој средини, за позната тржишта света. Храна из ове средине, која се израђује по техничким традиционалним стандардима, са познатим пореклом и заштићеним именом, може заузимати више простора на тржишту најразвијенијих и најбогатијих земаља. У ова подручја треба улагати и развијати их, производњу организовати у еколошким условима који омогућавају производњу органске хране. Са ових подручја, сваке године, може да се извезе преко 100 хиљада товне јунади, преко милион јагњади, преко 50 хиљада тона сира у саламури и специјални сувомеснати производи у вредности од преко 350 милиона евра.

Такође, на основу произведене органске хране може успешно да се развија и сеоски организован туризам.

Искуства у свету показују да, иновације засноване на научним основама, дају најбоља решења за унапређење производње хране на одрживи начин. Бројне стратегије указују на значај истраживања иновација за развој пољопривреде, али указују и на неопходност проширења приступа у истраживањима, као и на потребу промене начина размишљања и рада у истраживањима и развоју. Различита газдинства на различитим подручјима располажу различитим ресурсима, проблемима, као и различитим могућностима за унапређење. То значи да исте мере дају различите резултате у различитим условима. Потребне су иновације и решења која су прилагођена ресурсима којима произвођачи располажу и амбијент у коме се налазе.

У свету се, данас, све више говори и прихвата мишљење да знање које тече од истраживања до фармера, преко послодавца, није најбољи начин и решење које даје резултате. Све се више пажње поклања иновацијама, а оне су виђене као резултат сарадње у мрежи где се информације размењују и где се процес учења одвија. Иновације су много више од истраживања.

Развој друштва заснован је на научној мисли а ток живота све мање оставља места стихији. Зато разумно коришћење науке све више потискује стихију. Живимо у свету замршених односа и супротности, а водила нам је профит малог броја светске популације. Модерна технологија, продукт човечјег ума, тако се брзо развија да човек почиње да губи контролу над њом. До нарушавања овог односа дошло је, у првом реду, због тога што је модерна технологија у рукама приватног капитала и што је једино мотивисана профитом. Зато се данас не може рећи, као некада што се говорило, да су резултати науке опште добро, већ су они данас добро моћних приватних интернационалних компанија.

Данас је свет у ери модерних технологија подељен, разједињен, тако да су на једној страни глад, беда и неразвијеност, а на другој раскош и богатство. Данас, 1% становништва на Земљи ужива преко 80% богатства (председник Међународног монетарног фонда, 2017. године).

Ово показује да становништво малих земаља, као што је наша, мора много више него до сада да ради, ствара и да својим радом обезбеди егзистенцију и стандард становништва. Јер само организовани као друштво, уз поштовање домаћег знања, можемо да верујемо у своју будућност и да будемо равноправни чланови европске заједнице земаља.

Из ових и неких других разлога политика наше државе треба више да подстиче истраживачку праксу која вреднује размену знања са крајњим корисницима, посебно пољопривредницима, и оријентацију према њиховим потребама у циљу обезбеђења практичног знања.

Нови приступи омогућавају подстицајно окружење за боље повезивање науке и праксе, доприносе изградњи система за производњу знања и иновација потребних породичним газдинствима. Приступи пружају могућност мобилизације и повезивања аутохтоног, националног, регионалног и глобалног знања и пружају могућност да се бољим управљањем постојећим ресурсима утиче на одрживи развој.

На крају желим да укажем, у име свих чланова Одељења биотехничких наука АИНС, да ми чврсто стојимо на становишту да је потребно сачувати село, развијати пољопривреду, ојачати и осавременили прерадне капацитете, оживети и оснажити задруге, традиционалне технологије и у усаглашеном односу биљне и сточне производње организовати производњу хране у агроеколошкој средини и обезбедити здравствено исправне производе који могу да буду високо производни и конкурентни на светском тржишту. Без икаквих илузија треба схватити да будућност није наклоњена производњи хране те да ће и ниво произведене

домаће хране одређивати или ограничавати и ниво зависности или независности наше земље у одрживом развоју.

Организовани као друштво уз поштовање домаћег знања можемо да верујемо у своју будућност!

Председник организационог одбора и  
Секретар Одељења биотехничких наука  
проф. др Ратко Лазаревић, академик АИНС



# ИНОВАТИВНА РЕШЕЊА У ИСКОРИШЋАВАЊУ УСЕВА - БИОФОРТИФИКАЦИЈА У ФУНКЦИЈИ ПРОИЗВОДЊЕ КВАЛИТЕТНЕ ХРАНЕ

Весна ДРАГИЧЕВИЋ<sup>1</sup>, Снежана МЛАДЕНОВИЋ ДРИНИЋ<sup>2</sup>

## САЖЕТАК

Глобални тренд индустријализације пољопривреде, нарочито од појаве „зелене револуције“, карактерише повећање приноса биомасе, зрна и плодова усева. Овакав тренд има за последицу паралелно смањење хранљиве вредности пољопривредних производа, које се огледа у смањеној концентрацији минерала и витамина, посебно када су у питању гвожђе, магнезијум, цинк и селен. Када се узме у обзир висок степен ерозије, као и нарушавање земљишног екосистема, уз интензивну употребу минералних ђубрива, базираних углавном на азоту, фосфору и калијуму, а без уноса органских ђубрива, замљашта се „испошћују“ и рапидно се губи плодност. Важно је истаћи да је скоро половина светских земљишта дефицитарна минералима. Ово се даље, преко циклуса исхране, врло неповољно одражава на здравствено стање људи и животиња, доводећи до системске неисхрањености и појаве бројних хроничних болести. Да би се стало на пут наведеним трендовима, потребно је произвести пољопривредне производе богате хранливима.

Акумулација минерала у биљкама, посебно у зрну, као и синтеза витамина је контролисан бројним биохемијским процесима. Биофортификација има за циљ повећање концентрације минерала и витамина у јестивим деловима биљака. Мере гајења које утичу на повећање апсорпције минерала и синтезу витамина, као и методе оплемењивања и генетичког инжењеринга које имају за циљ стварање генотипова пожељних особина, могу повољно утицати на повећање концентрације минерала и витамина у јестивим деловима гајених биљака. Паралелно са повећањем концентрације есенцијалних минерала и витамина, потребно је развити и мере којима се утиче на смањење анти-нутритива, који спречавају ресорпцију минерала и витамина из органа за варење, односно њихово искоришћење од стране анималних организама. Повећање концентрације есенцијалних минерала и витамина, као и њихова искористљивост од стране људских и животињских организама је врло комплексна проблематика, која се базира на примени бројних иновативних решења и која би требало да представља интегрални део и спону између агрономских и медицинских наука, са циљем побољшања квалитета агроекосистема, гајених биљака и живота, уопште.

**Кључне речи:** есенцијални минерали, витамини, неисхрањеност, мере гајења, селекција и генетички инжењеринг.

## УВОД

Тренд раста светског становништва и пољопривредне продукције би требало да се прате како би се обезбедио оптимална количина хране. Захваљујући томе, оптимални ниво калорија које се обезбеђују преко хране је достигнут, али са друге стране, произведена биомаса и зрно поседују низак ниво минерала, као и других есенцијалних хранива. У Србији, и у свету постоје земљишта ниске плодности, са високим или ниским рН вредностима, дисбалансом минерала, површине захваћене ерозијом и др. на којима је гајење усева отежано, а биљке не могу да обезбеде основне елементе за раст и развој. Такође, метеоролошки екстреми погоршавају услове за гајење биљака, тако да је недостатак

<sup>1</sup> Институт за кукуруз Земун Поље, Слободана Бајића 1, 11185 Земун Поље, e-mail: vdragicevic@mrizp.rs

<sup>2</sup> Redovni član AINS

есенцијалних елемента, а посебно Fe, Mg, Zn, Se, I, каротеноида, и др. витамина у храни, присутан у целом свету (Welch, 2005; Clemens, 2014). Једна од важних ставки у оквиру безбедности хране односи се управо на обезбеђивање оптималних концентрација есенцијалних минерала у јестивим деловима биљака. Према Graham et al. (2007) за оптимално функционисање, људском организму је свакодневно потребно најмање 50 хранљивих елемената (витамина, минерала, аминокиселина, есенцијалних масних киселина и др.) које се обезбеђују искључиво преко хране. Стога је важно да постоји блиска веза између нутриционизма, односно свести људи шта једу и пољопривредне производње, са циљем повећања нутритивног квалитета прехранбених производа, у чему најважнију улогу имају системи пољопривредне производње.

Уколико одређени пољопривредни систем није способан да обезбеди довољну количину и диверзитет хране, људски организам ће патити, смањиваће се радна способност, а повећаваће се стопа оболевања и морталитета, што ће се неповољно одразити на развој друштва, држава, било да се ради о развијеним или државама у развоју (Welch, 2002). Недостатак минерала у исхрани, који често зову и „скривена глад“ утиче неповољно на цео организам, узрокујући бројне хроничне болести, као што су метаболички синдром, рак, кардио-васкуларне болести, срчани и мождани удар, дијабетес, поремећаји имунитета, остеопороза и др. (Meisner et al., 2005; Soetan et al., 2010). У свету преко 50% становништва пати од недостатка одређених минерала и то посебно деца, адолесценти и жене из сиромашнијих подручја (Welch, 2005; Graham et al., 2007). Myers et al. (2014) истичу да око две милијарде људи пати од недостатка Fe и Zn, доводећи до губитака од 63 милиона долара, годишње. Недостатак есенцијалних елемената је нарочито присутан у земљама које су прихватиле парадигму Зелене револуције. Наиме, интензивни технолошки развој, присутан током XX века, преко увођења нових сорти, хибрида, агро-хемикалија (средстава за заштиту биљака и минералних ђубрива) и пољопривредних машина и алатки, утицао је на вишеструко повећање продуктивности и приноса, уз смањење уложеног рада, обезбеђујући адекватну количину, првенствено житарица, а самим тим и калорија за човечанство. Welch and Graham (1999) истичу да је овакав систем производње поред бројних бенефита који се огледају у повећању плодности земљишта сиромашних нпр. N и P, угрозио животну средину, преко несистематске употребе агро-хемикалија, исцрпљивања земљишта (ерозија, ацидификација, заслањивање, дезертификација, повећање концентрације токсичних резидуа), загађивања воде и ваздуха.

У интензивним системима гајења, чак и махунарке, које су значајан извор минерала, не могу да обезбеде оптималне потребе за минералима (Meisner et al., 2005). Важно је истаћи да ће проблем сигурности хране кулминирати у врло скорој будућности и то са P, јер ће се до средине XXI века исцрпити сва лежишта супер-фосфата, као основног извора фосфора у пољопривреди, уз чињеницу да око 50% P из ђубрива заврши у зрнима гајених биљака у форми неприступачној за човека и непреживаре, односно фитинској киселини (Raboy, 2013). Исхрана базирана на зрнастој храни, укључујући житарице, махунарке и сл., богате фитатима и другим антинутритивима, а сиромашна анималним протеинима представља одличну предиспозицију за недостатак Fe и Zn. Rosanoff et al. (2012) су указали на постојање позитивне корелације између прогресивног раста броја оболелих од дијабетеса типа 2 у САД и раста Ca:Mg односа у храни  $\geq 3$ . Овај однос је важан у превенцији бројних болести, као што су метаболички синдром, остеопороза као и друге инфламаторне болести.

Са друге стране, као одговор на постојеће трендове, појавила се Парадигма одрживости, и у новије време тренд Регенеративне пољопривреде (LaCanne and Lundgren, 2018), који такође подразумевају високу продуктивност, уз очување и опоравак основних ресурса, уједно агро-екосистема, кроз повећање органске материје у земљишту, диверзитета земљишног микробиома и других организама, утичући на структуру и продуктивност земљишта. Уз диверзификацију усева који се гаје, укључујући усеве богате минералима и витаминима, као и другим важним хранљивим елементима (Graham et al., 2007), као и увођење система исхране који подразумевају цело зрно житарица, махунарке, свеже поврће и воће,

орашасте плодове, анималне протеине, алге и гљиве, требало би да базичне људске потребе за свим потребним хранивима буду задовољене.

Абиотски и биотски фактори који утичу на усвајање есенцијалних хранива (пољопривредну производњу)

Пољопривредна производња у великој мери зависи од услова животне средине. Нагле промене температуре и количина падавина саставни су део метеоролошких екстрема који не само да утичу на смањење приноса, већ могу довести до уништења усева. Климатске промене се такође могу негативно одразити и на социо-економске аспекте везане за системе производње хране, укључујући сточарску производњу, транспорт, демографске промене и понашање људи, што све утиче на производњу и безбедност хране (Tirado et al., 2010).

Осим екстремних метеоролошких услова, повећана концентрација CO<sub>2</sub> у атмосфери је један од важних фактора који утиче на пољопривредну продукцију. Loladze (2002) истиче да повећани ниво C у биљним ткивима није паралелно праћен и повећањем апсорпције и концентрације минералних елемената из земљишта, што се огледа у смањењу односа минерали:C. Такође, код C3 биљака из породица трава и махунарки забележене су ниже концентрације Zn и Fe, уз мању потрошњу воде, и повећану акумулацију угљених хидрата у листовима, када расту у условима веће концентрације атмосферског CO<sub>2</sub>, док C4 усеви нису тиме погођени (Myers et al., 2014). Осим тога, постоје велика варирања између генотипова исте врсте у погледу акумулације и односа минерали:C. Повећана концентрација атмосферског CO<sub>2</sub> утиче на смањење нивоа транспирације, убрзан раст биљака, са променама у развоју (цветање и плодношење), уз повећану акумулацију биомасе и смањену апсорпцију Ca и Si, што се даље негативно одражава на метаболизам и отпорност на напад патогена, као и на смањен садржај липида и протеина у зрну (Fernando et al., 2012). Даље, повећана UV радијација и зрачење из видљивог дела спектра повећавају концентрацију полифенолних једињења у листовима, као и разлагање органске материје у земљишту, утичући на хемизам и динамику минералних елемената у земљишту (Lynch and St.Clair, 2004). Неповољни метеоролошки услови, као што су суша, а посебно ниска температура ваздуха могу се негативно одразити на апсорпцију и транспорт минералних елемената у биљкама (Hart et al., 1998).

Промене у земљишту представљају примарни фактор који условљава апсорпцију и акумулацију минералних елемената у биљкама. Минерали се у земљишту налазе у облику слободних јона, адсорбовани на различите минералне или органске компоненте, у облику соли или делова преципитата земљишног раствора и као структурни делови земљишних живих организама (White and Broadley, 2009). Апсорпција и накупљање минералних елемената у биљним ткивима у највећем степену зависи од њихове количине и приступачности у земљишту. Оптимална минерална исхрана је врло значајан фактор којим се обезбеђује нормалан раст и развој биљака, нарочито на сиромашним и неплодним земљиштима. Добро је позната веза између недостатка Zn код људи и његовог недостатка у земљишту.

Услови у земљишту, као што су редокс реакције, у високом степену утичу на приступачност појединих минералних елемената. Тако Fe- и Mn-оксиди, хуминске киселине, као и бактерије и копродукти њиховог разлагања представљају активне сорбенте многих микроелемената (Violante et al., 2010). Такође, физичке и хемијске карактеристике земљишта: велика тврдоћа, водонепропустљивост или висока оцедност, као и киселост, алкалност, висок салинитет, токсичност појединих јона и тешких метала (као, нпр. Na, Cl, Al, Fe, Mn, Cd, Pb и др.) утичу, како на приступачност појединих минералних елемената, тако и на појаву абиотског стреса код биљака које расту на оваквим земљиштима. Важно је напоменути да елементи слични по карактеристикама (атомска маса, група у периодном систему, набој и др.) су конкуренти једни другима приликом усвајања. Тако су нпр. Ca и Cd конкуренти Zn



(Slamet-Loedin et al., 2015), што поред знакова недостатка, може даље довести до оксидативног стреса и оштећења (Rose et al., 2013).

Са друге стране, значајан утицај на дисбаланс минералних елемената има и антропогени фактор, преко деградације, ерозије, дезертификације, ацидификације, заслањивања или испирања површина неадекватним наводњавањем, као и претераним ђубрењем. Тако претеран унос P ђубрива неповољно се одражава на смањену приступачност Zn. У нешто мањем степену, одређене мелиоративне мере, као што су повећан унос макроелемената (N, K, P, S, Ca и Mg), као и мере које имају за циљ поправку квалитета и pH баланса земљишта - уношење Ca-карбоната или оксида, гипса, унос органских ђубрива, могу се негативно одразити на приступачност појединих минералних елемената. Позитиван утицај антропогеног фактора се огледа у повећању плодности земљишта кроз уношење органске материје, као и микробиолошких ђубрива (микоризне гљиве, бактерије азотофиксатори), који поред повећања приноса могу позитивно утицати и на повећани капацитет апсорпције минералних елемената, првенствено Cu и, Mn (Lehmann and Rillig, 2015).

Нису сви минерални елементи, који су важни за човека, важни и за биљке и њихов метаболизам. Биљке су способне да захваљујући селективности апсорбују чак и мале количине приступачних елемената из земљишта, али се углавном статус минерала у земљишту рефлектује на састав биљака које на њему расту (Soetan et al., 2010). Биљке углавном апсорбују Fe, Zn, Cu, Ca и Mg у форми катјона, док су Gramineae способне да апсорбују Fe, Zn и Cu у хелатном облику, Se се може усвојити у облику селената, селенита и органских облика, а I у облику јодата или јодида, што зависи од физичких и хемијских карактеристика земљишта.

Важно је истаћи да постоје генотипови који поседују високу ефикасност у усвајању хранива из земљишта, чак и у условима недостатка, односно екстремним условима (кисела, слана земљишта и сл.). Eckhard et al. (2012) су истакли да су високо ефикасни генотипови способни да остваре високе приносе на земљиштима са ниским нивоом једног или више елемената. Њихови гени учествују у синтези транспортера са високим афинитетом за усвајање у условима недостатка. Imra et al. (2013) и Tiong et al. (2015) су детерминисали кључне гене код генотипова пиринча са високом Zn ефикасношћу који енкодирају апсорпцију и транслоцирају Zn јоне из старијих у млађе листове (метаболички активнији и осетљивији). Биљке боље транслоцирају метаболите из зрелијих, односно, старијих листова у зрна. Уколико биљке расту у условима слабе обезбеђености појединим минералима и ако је неки елемент мобилнији, симптоми недостатка ће бити приметни на старијим листовима и обратно, ако је неки елемент слабије мобилан, недостатак ће погодити и бити видљив на млађим листовима (Soetan et al., 2010).

## БИОФОРТИФИКАЦИЈА

Фортификација хране представља начин њене: реконструкције, обogaћивања, стандардизације, односно суплементације одређеним нутритивима (Wirakartakusumah and Hariyadi, 1998). Реконструкција представља додавање нутритива, са циљем да се поврати почетни нутритивни квалитет, док је обogaћивање диктирано стандардима, односно законским легислативама. Поступком стандардизације се компензује мањак нутритива услед природне варијабилности, а суплементација представља додавање нутритива који нису природно присутни или их има врло мало у некој храни. Међутим, значај фортификације се огледа у томе да додати нутритив и храна-носач морају испуњавати одређене критеријуме, како би настали продукт постао адекватан извор нутритива за циљану популацију.

Биофортификација је иновативна и одржива стратегија која има за циљ борбу против неухрањености минералним и другим хранљивим елементима, односно против тзв. „скривене глади“. Она комбинује различите технике, с обзиром да је апсорпција и акумулација минералних елемената у биљкама, а посебно у зрну контролисана бројним

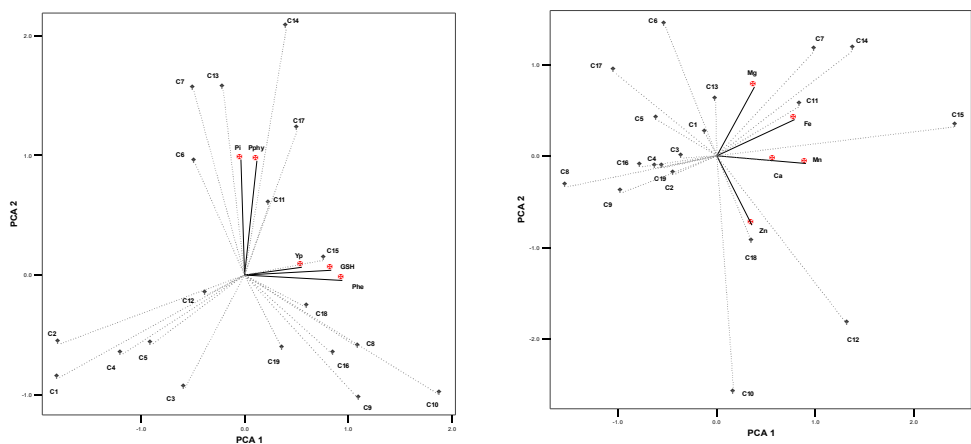
физиолошким процесима. Неколико важних стратегија које имају за циљ повећање концентрације минералних елемената у јестивим деловима биљака, а посебно у зрну, се издвојило. Неке од њих се базирају на генетици и селекцији генотипова са већом ефикасношћу, односно увођењу гена који контролишу и повећавају апсорпцију и акумулацију минерала, као и фактора који побољшавају њихову ресорпцију из органа за варење. Друге стратегије подразумевају примену различитих агротехничких мера, а посебно ђубрива, са пожељним саставом, као и стимулатора који интензивирају апсорпцију минералних елемената. Важно је истаћи да бројне мере које се примењују у одрживој и регенеративној пољопривреди, а које доприносе повећању плодности земљишта, диверзитета и квалитета, доприносе повећаној акумулацији минерала, односно повећавају нутритивни квалитет јестивих делова биљака.

Када се ради о биофортификацији, поред повећања концентрације циљних минералних елемената и витамина у јестивим деловима, важно је водити рачуна и о концентрацији супстанци које смањују ресорпцију циљних нутритива из органа за варење, тзв. антинутритивима, као и супстанцама које потпомажу и повећавају ресорпцију циљних нутритива, тзв. промотерима (Welch and Graham, 2000). Graham et al. (2007) су дали опаску да ми нисмо оно што једемо, већ оно што уносимо и не излучујемо. У антинутритиве спадају: фитинска киселина и фитати, влакна (целулоза, хемичелулоза, лигнин, кутин, суберин и др.), хемаглутинаини (лектини), тешки метали (Cd, Hg, Pb, Ag). У промотере спадају: поједине органске киселине (аскорбинска, лимунска, фумарична, јабучна и сл.), неке аминокиселине (метионин, цистеин, хистидин, лизин), фито-феритин, липиди (масти и уља), витамин Е, масне киселине дугих ланаца (нпр. палмитинска киселина), Se, који представљају нормалне биљне метаболите, чија концентрација и однос у високом степену одређују приступачност минералних елемената.

### **СЕЛЕКЦИЈА И ГЕНЕТИЧКИ ИНЖЕЊЕРИНГ КАО МЕРЕ БИОФОРТИФИКАЦИЈЕ**

Модерно гајење усева треба да буде базирано на високоприносним генотиповима, способним да расту у условима смањених уноса воде, ђубрива и других агро-хемикалија. Њихови производи треба да имају одговарајући нутритивни квалитет. Међутим, нутритивни квалитет и потенцијал приноса обрнуто су пропорционални. Тако, новији генотипови црвене пшенице, са већим потенцијалом родности поседују ниске концентрације елемената, као што су Zn, Fe и Se, у односу на старије генотипове (Garvin et al., 2006). Стога је Raboy (2013) истакао важност селекције у производњи високо-ефикасне хране, односно биљака које имају висок принос уз ефикасно коришћење ресурса.

Методе за добијање високо-ефикасних генотипова подразумевају стандардне методе селекције, маркер асистирани селекција (МАС), трансгене методе, као и едитовање генома. Конвенционална селекција представља дуготрајан и тежак пут, захваљујући варирањима агро-еколошких фактора, првенствено састава земљишта. Интеракција генотип  $\times$  животна средина утиче више од два пута на концентрације Fe и Zn у зрну кукуруза (Oikeh et al., 2004a). Зато је МАС бољи када су у питању особине ниске херитабилности, с обзиром да генотипови који немају жељене маркере бивају елиминисани на почетку тестирања. Важан предуслов за МАС је постојање високе варијабилности, као и чињеница да ефикасност искоришћења хранива мора бити потврђена у пољу. Пример високе варијабилности у погледу садржаја минералних елемената, антинутритива и промотера у зрну наута приказан је на Графикону 1.



Графикон 1. Варијабилност у погледу садржаја фитата ( $P_{phy}$ ), неорганског P ( $P_i$ ), жутог пигмента (Yp), глутатиона (GSH), фенола (Phe), Mg, Ca, Fe, Mn и Zn у семену 19 популација наута (Dragičević et al., 2018)

Кукуруз је врста која поседује високу варијабилност у концентрацији  $\beta$ -каротена, Fe, Mn и Zn, као и неких антинутритива, чиме може да испуни очекивања у погледу задовољења нутритивних потреба човека (Dragičević et al., 2013; Gupta et al., 2015). Ово је посебно наглашено код генотипова који имају низак ниво фитата у зрну (Mladenović Drinić et al., 2009; Dragičević et al., 2010). Узимајући у обзир конвенционалну селекцију, хетеротична позадина, тј. порекло мора бити примарно сагледано, као извор високо-приступачних минералних елемената (Dragičević et al., 2016), што је посебно уочљиво када се узме у обзир моларни однос између фитата, као основног антинутритива,  $\beta$ -каротена, као промотера и минералних елемената (Табела 1). Комбинација МАС и конвенционалних метода селекције се може врло успешно користити при мапирању и одабиру одговарајућих линија кукуруза (Šimić et al., 2012). Аутори су тестирајући 294 линије пореклом од бипаренталних популација кукуруза пронашли значајан утицај адитивног ефекта, односно велики број малих QTL-ова који контролишу особине важне за биофортификацију, од чега је однос фосфора, односно фитата и минералних елемената једна од најважнијих особина.

Табела 1. Моларни односи између фитинске киселине,  $\beta$ -каротена и минералних елемената (PA/ $\beta$ -каротен, PA/Mg, PA/Fe, PA/Mn и PA/Zn (Dragičević et al., 2016)

Хетеротична група	PA/ $\beta$ -каротен	PA /Mg	PA /Fe	PA /Mn	PA /Zn
БССС	844	0.807	105.85	241.30	55.53
Ланкастер	1044	0.826	98.59	221.94	65.64
Независна група	1278	0.797	111.00	244.71	55.81

Са друге стране, увђење трансгених технологија не зависи само од идентификације и уграђивања гена одговорних за апсорпцију и акумулацију нутритива, већ и од прихватања ове технологије у производњи. Welch and Graham (2005) су дефинисали важне предуслове за комерцијализацију биофортификованих генотипова: принос мора бити исти или већи; садржај нутритива мора бити стабилан при гајењу у различитим агро-еколошким условима уз позитиван утицај на људско здравље; ефикасност усвајања мора бити тестирана на

људима, заједно са органолептичким својствима, због осигуранијег прихватања од стране конзументата.

До сада је највише резултата остварено преко повећања мобилности и акумулације минералних елементата, где велику улогу играју хелатори, као што је никотианамин. Тако је извршена трансформација пиринча која је укључивала експресију три гена никотианамин синтетазе (НАС) и гена који кодирају синтезу регулаторних протеина акумулације Fe, повећавајући његову концентрацију шест пута (Clemens (2014). Комбинација гена који енкодирају експресију НАС и феритина повећала је 1,5 пута концентрацију Zn. Увођењем феритин гена из соје (SoyferH2), са НАС из јечма (HvNAS'), као и гена никотианамин трансферазе (HvNAAT-A and -B), као и синтетазе мугеинске киселине (IDS3), добијена је 4 пута већа концентрација Fe у зрну полираног пиринча, гајеног у условима Fe дефицита (Masuda et al., 2013). Kobayashi et al. (2012) су показали да региони богати хистидин-аспарагином и пролином у оквиру IDEF1 транскрипционог фактора учествују у директном везивању дивалентних метала, као што је Fe.

Када су у питању манипулације, једна од важних стратегија је издвајање гена из хиперакумулатора. Guerinot and Salt (2001) су указали на важност групе ЗИП-транспортера из плазма мембране *Thlaspi caerulescens* и *Arabidopsis-a* у транспорту Zn. Врсте из рода *Astragalus*, познате као хиперакумулатори Se могу да послуже као добар извор генетског материјала за добијање јестивих биљака обогаћених лако приступачним Se.

Осим на повећању апсорпције и акумулације минералних елемената, модификације се могу успешно користити и за повећање синтезе промотера, уједно важних нутритива, као што су каротеноиди, витамин Ц, фолат и сл. Suwarno et al. (2015) предложили читаву групу гена који учествују у синтези различитих каротеноида: proVA, LCYE, CRTRB1, DXS1, GGPS1, GGPS2, HYD5, CCD1, ZEP1. Гени који енкодирају експресију GTP циклохидролазе I (контролише синтезу птеридина) и аминоксехоризмат синтетазе (контролише синтезу PABA) су успешно искоришћени за добијање плодова парадајза са 25 пута већом концентрацијом фолата (Garza et al., 2007). Naqvi et al. (2009) су захваљујући примени одређених модификација добили зрна кукуруза са 169 пута већом концентрацијом β-каротена, 6 пута већим нивоом витамина Ц и дупло већим садржајем фолата.

Без обзира на високу успешност наведених метода, комбинација различитих приступа и техника би могла дати знатно боље резултате у погледу обогаћивања јестивих биљака минералима и витаминима, с обзиром да чак и високо ефикасни генотипови не могу апсорбовати елементе којих нема у подлози.

## **АГРОНОМСКА БИОФОРТИФИКАЦИЈА – СИСТЕМИ ГАЈЕЊА УСЕВА КАО МЕРА БИОФОРТИФИКАЦИЈЕ**

Плодност земљишта, односно снабдевеност приступачним минералним елементима је важан предуслов у производњи нутритивно богате хране. Примена различитих типова ђубрива је примарна мера агрономске биофортификације. За разлику од фармацеутских додатака, елементи примењени преко ђубрива бивају метаболисани од стране биљака, односно животиња пре него што постану део хране, чиме је смањен ризик од предозирања, уз бројне друге предности.

Важно је истаћи да би примена ђубрива, као и других мера агрономске биофортификације требала да буде саставни део генетичке биофортификације. Тако Сакмак (2008) истиче да обогаћивање НПК ђубрива са Zn представља комплементарну допуну постојећих селекционих програма. Макроелементи из ђубрива утичу на усвајање микроелемената. Ниже дозе N позитивно се одражавају на усвајање и транспорт микроелемента код пиринча (Нао et al., 2007), док калцизација, у комбинацији са Mg-фосфатом, не само да повећава рН земљишта, него паралелно утиче и на повећање усвајање Са, Mg, P и K код пиринча и кикирикија (Chang and Sung, 2004). Оптимизација поступка за

повећано усвајање Zn, резултирала је у производњи Zn-обогаћене урее 1.5% (ZnSO<sub>4</sub>) (Shivay and Prasad, 2012). Примена Se ђубрива се позитивно одразила на побољшање Se статуса становништва у Финској (Lonnerdal, 2003). Осим тога Wu et al. (2015) су предложили да се обогаћивање земљишта сиромашних са Se врши применом зеленишних ђубрива, пореклом са локација где се врши фиторемедијација Se.

Један од најефикаснијих начина за високу и сигурну апсорпцију дефицитарних минералних елемената је примена фолијарних ђубрива, јер се избегавају негативни земљишни фактори, који би могли да редукују њихово усвајање. Fang et al. (2008) су оптимизовали услове повећање концентрације Zn, Se и Fe применом фолијарних ђубрива код пиринча. Примена фолијарних препарата на бази биљних екстраката, секундарних метаболита, алги, фитохормона и сл. позитивно се одражава на принос, усвајање и потенцијално бољу ресорпцију Fe, Mn и Zn (Dragičević et al., 2015a) (Табела 2).

Табела 2. Ефекат нестандардних фолијарних ђубрива на садржај минералних елемената у зрну соје (Dragičević et al., 2015a)

	Третман	Mg (mg kg <sup>-1</sup> )	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )
ЗП-015	Контрола	2284.4 ± 48.6*	65.66 ± 0.49	29.66 ± 1.37	34.41 ± 2.78
	Златно иње	2331.3 ± 0.0	70.13 ± 0.18	29.97 ± 1.46	45.41 ± 3.23
	Епин Екстра	2459.4 ± 4.4	71.47 ± 0.84	31.53 ± 0.31	36.00 ± 4.15
	Циркон	2215.6 ± 39.8	78.41 ± 0.35	25.78 ± 0.57	48.13 ± 2.08
	Биоплант Флора	2371.9 ± 30.9	68.69 ± 1.99	26.75 ± 0.35	44.91 ± 1.15
	АлгаренВZn	2356.3 ± 35.4	67.91 ± 0.66	28.56 ± 1.33	38.13 ± 2.12
	Просек	2336.5 ± 26.5	70.38 ± 0.75	28.71 ± 0.90	41.16 ± 2.59
Нена	Контрола	2221.9 ± 13.3	57.34 ± 0.40	26.00 ± 0.00	37.44 ± 2.92
	Златно иње	2106.3 ± 35.4	60.75 ± 2.25	23.56 ± 1.02	35.63 ± 0.09
	Епин Екстра	2162.5 ± 17.7	64.34 ± 0.80	26.28 ± 0.53	32.09 ± 0.13
	Циркон	2321.9 ± 39.8	62.31 ± 0.62	23.78 ± 0.49	35.09 ± 2.34
	Биоплант Флора	2320.9 ± 39.8	63.16 ± 0.75	22.97 ± 1.64	40.38 ± 2.65
	АлгаренВZn	2181.3 ± 0.0	58.81 ± 0.62	21.94 ± 0.09	30.56 ± 3.36
	Просек	2219.1 ± 24.3	61.12 ± 0.91	24.09 ± 0.63	35.20 ± 1.92
Лаура	Контрола	2172.5 ± 25.6	60.09 ± 1.37	26.59 ± 1.02	42.84 ± 2.52
	Златно иње	2215.9 ± 13.3	66.13 ± 0.22	27.31 ± 0.75	59.72 ± 8.62
	Епин Екстра	2234.7 ± 45.1	59.34 ± 1.06	25.81 ± 0.71	56.59 ± 11.62
	Циркон	2138.1 ± 25.2	57.13 ± 0.62	24.78 ± 0.49	54.81 ± 4.95
	Биоплант Флора	2177.8 ± 85.3	56.72 ± 3.58	25.38 ± 1.15	57.44 ± 1.94
	АлгаренВZn	2090.6 ± 19.0	58.00 ± 0.88	20.47 ± 0.09	45.03 ± 3.31
	Просек	2187.8 ± 35.6	59.57 ± 1.29	25.06 ± 0.70	52.74 ± 5.49

\* Просек ± СД (стандардна девијација) од четири понављања

Одржива и регенеративна пољопривреда имају за циљ добијање високих и нутритивно квалитетних приноса, уз одржање високе плодности земљишта, односно регенерацију природних ресурса. Важну улогу у овим системима играју микробиолошка ђубрива. González-Guerrero et al. (2014) и Lehmann and Rillig (2015) су указали да

азотофиксатори и други симбиотски микроорганизми, а посебно гљиве, имају важну улогу у хомеостазу метала у земљишту и могу бити важни у програмима биофортификације. Гајење здружених и покровних усева представља незаобилазни део система одрживе пољопривреде. Комбиновањем усева омогућено је да различите врсте помажу једне другој да лакше усвајају минералне нутритиве из земљишта. Фитосидерофоре, које се излучују преко коренова кукуруза помажу биљкама другог усева, као што су кикирики или соја да боље усвајају и накупљају Mg, Fe и Zn у зрну (Xiong et al., 2013; Dragicevic et al., 2015b). Паралелно, могуће је повећати и ниво промотера, као што је  $\beta$ -каротен, који утичу на ресорпцију минералних елемената. Покровни усеви, чија се важна улога огледа у заштити од ерозије и испирања хранива у дубље слојеве и сузбијању корова, такође могу повољно утицати на обогаћивање земљишта азотом, као и усвајање и повећање садржаја других минералних елемената у главним усевима (Baligar et al. 2006).

## УПРАВЉАЊЕ ФАКТОРИМА КОЈИ ОМОГУЋАВАЈУ УСПЕШНОСТ БИОФОРТИФИКАЦИЈЕ

Захваљујући осиромашењу генетичког и нутритивног диверзитета, селекцијом високоприносних генотипова, осетљивих на метеоролошке екстремне и климатске промене, појавила се стратегија биофортификације, као одрживог система мера преко којих се поправља нарушени квалитет пољопривредних производа (Karut et al., 2015). Неисхрањеност есенцијалним нутритивима је сложен проблем који за решавање захтева комбинацију разноврсних приступа и метода. Са резервом би требало узети у обзир селекцију нискофитинских генотипова, јер фитат, осим негативних аспеката у везивању јона метала, показује антиканцерогени и хипохолестеролемични ефекат (Urbano et al., 2000; Silva and Brascaense, 2016). Знатно ефикаснији начин смањења концентрације фитата у основној, тј. зрнастој храни, постиже се потапањем, наклијавањем, ферментацијом, аутолизом (Urbano et al., 2000). Са друге стране, полифенолна једињења која се углавном налазе у семењачи и мекињама показују знатно већи инхибиторни ефекат на ресорпцију појединих минералних елемената, у односу на фитинску киселину (Prom-u-thai et al., 2006; Ariza-Nieto et al., 2007). Додавање аскорбата или других промотера игра знатно већу улогу у повећању ресорпције минералних елемената, у односу на смањење нивоа антинутритива. Познато је такође да ресорпција минералних елемената зависи и од средине присутне у дигестивним органима: рН модулисана присуством аскорбата, HCl и др., као и пребиотика (споро- и не-сварљивих угљених хидрата) који одржавају оптималност микробиома, који опет својом активношћу повећава ресорпцију Fe и Zn (Annibale et al., 2003).

Промене у појединим системима исхране су се показале као врло успешне у борби против неисхрањености, као што је нпр. систем кукуруз-махунарке, где је већа ресорпција Fe и Zn из зрна махунарки потпомогнута већом концентрацијом каротеноида из зрна кукуруза (Graham et al., 2007). Када су системи исхране и производње хране оријентисани на одржање и повећање здравља човека преко коришћења високовредне хране обогаћене различитим нутритивима, уз контролу интегритета агро-екосистема, економску одрживост и социјално благостање, могуће је смањити и победити „скривену глад“, као и остварити сигурност и биодиверзитет хране. Ни једна од мера биофортификације сама не може бити довољно ефикасна, већ интегрисана примена иновативних решења, насталих на бази научних истраживања из различитих области једино може бити ефикасна и одржива стратегија биофортификације.

### Захвалница

Ова истраживања су резултат пројеката TR31037 и TR31068 који су финансирани од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Annibale B, Capurso G, Delle Fave G (2003): The stomach and iron deficiency anaemia: a forgotten link. *Digestive Liver Disease* 35: 288–295.
2. Ariza-Nieto M, Blair MW, Welch RM, Glahn RP (2007): Screening of iron bioavailability patterns in eight bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes using the Caco-2 cell in vitro model. *J. Agric. Food Chem.* 55: 7950–7956.
3. Baligar VC, Fageria NK, Paiva AQ, Silveira A, Pomella AWV, Machado RCR (2006): Light intensity effects on growth and micronutrient uptake by tropical legume cover crops. *J. Plant Nutr.* 29: 1959–1974.
4. Cakmak I (2008): Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant Soil* 302: 1–17.
5. Chang CS, Sung JM (2004): Nutrient uptake and yield responses of peanuts and rice to lime and fused magnesium phosphate in an acid soil. *Field Crops Res.* 89: 319–325.
6. Clemens S (2014): Zn and Fe biofortification: The right chemical environment for human bioavailability. *Plant Sci.* 225: 52–57.
7. Dragicevic V, Mladenovic-Drinic S, Stojiljkovic M, Filipovic M, Nikolic B, Babic V, Kravic N (2016): Maize inbreds from different heterotic groups as favorable sources for increased potential bioavailability of magnesium, iron, manganese and zinc. *Chilean J. Agric. Res.* 76: 213–219.
8. Dragicevic V, Oljaca S, Stojiljkovic M, Simic M, Dolijanovic Z, Kravic N (2015b): Effect of the maize and soybean intercropping system on the potential bioavailability of magnesium, iron and zinc. *Crop Pasture Sci.* 66: 1118–1127.
9. Dragičević V, Kovačević D, Sredojević S, Dumanović Z, Mladenović Drinić S (2010): The variation of phytic and inorganic phosphorus in leaves and grain in maize populations. *Genetika*, 42: 555–563.
10. Dragičević V, Kratovalieva S, Dimov Z, Babić V, Kresović B, Kravić N (2018): Potential bioavailability of calcium, magnesium, iron, manganese and zinc from seeds of different chickpea and peanuts landraces. *J. Elementol.* 23: 273–285.
11. Dragičević V, Mladenović Drinić S, Stojiljković M, Filipović M, Dumanović Z, Kovačević D (2013): Variability of factors that affect availability of iron, manganese and zinc in maize lines. *Genetika* 45: 907–920.
12. Dragičević V, Nikolić B, Waisi H, Stojiljković M, Đurović S, Spasojević I, Perić V (2015a): Alterations in mineral nutrients in soybean grain induced by organo-mineral foliar fertilizers. *Chem.Biol. Technol. Agric.* 2: 12.
13. Eckhard G, Horst WJ, Neumann E (2012): Adaptation of plants to adverse chemical soil conditions. In: Marschner P (Eds.) *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition)* pp: 409–472.
14. Fang Y, Wang L, Xin Z, Zhao L, An X, Hu Q (2008): Effect of foliar application of zinc, selenium, and iron fertilizers on nutrients concentration and yield of rice grain in China. *J. Agric. Food Chem.* 56: 2079–2084.
15. Fernando N, Panozzo J, Tausz M, Norton R, Fitzgerald G, Seneweera S (2012): Rising atmospheric CO<sub>2</sub> concentration affects mineral nutrient and protein concentration of wheat grain. *Food Chem.* 133: 1307–1311.
16. Garvin DF, Welch RM, Finley .W (2006): Historical shifts in the seed mineral micronutrient concentration of US hard red winter wheat germplasm. *J. Sci. Food Agric.* 86, 2213–2220.
17. Garza de la RID, Gregory III JF, Hanson AD (2007): Folate biofortification of tomato fruit. *PNAS* 104: 4218–4222.
18. González-Guerrero M, Matthiadis A, Sáez Á, Long TA (2014): Fixating on metals: new insights into the role of metals in nodulation and symbiotic nitrogen fixation. *Frontiers Plant Sci.* 5: Article 45.
19. Graham RD, Welch RM, Saunders DA, Ortiz-Monasterio I, Bouis HE, Bonierbale M, de Haan S, Burgos G, Thiele G, Liria R, Meisner CA, Beebe SE, Potts MJ, Kadian M, Hobbs PR, Gupta RK Twomlow S (2007): Nutritious subsistence food systems. *Adv. Agron.* 92: 1–74.
20. Guerinot ML, Salt DE (2001): Fortified foods and phytoremediation. Two sides of the same coin. *Plant Physiol.* 125: 164–167.
21. Gupta HS, Hossain F, Muthusamy V (2015): Biofortification of maize: An Indian perspective. *Indian J. Genet.* 75: 1–22.

22. Hao HL, Wei YZ, Yang XE, Feng Y, Wu CY (2007): Effects of different nitrogen fertilizer levels on Fe, Mn, Cu and Zn concentrations in shoot and grain quality in rice (*Oryza sativa*). *Rice Sci.* 14: 289–294.
23. Hart JJ, Norvell WA, Welch RM, Sullivan LA, Kochian LV (1998): Characterization of zinc uptake, binding, and translocation in intact seedlings of bread and durum wheat cultivars. *Plant Physiol.* 118: 219–226.
24. Impa SM, Gramlich A, Tandy S, Schulin R, Frossard E, Johnson-Beebout SE (2013): Internal Zn allocation influences Zn deficiency tolerance and grain Zn loading in rice (*Oryza sativa* L.). *Frontiers Plant Sci.* 4: 534.
25. Kaput J, Kussmann M, Mendoza Y, Le Coutre R, Cooper K, Roulin A (2015): Enabling nutrient security and sustainability through systems research. *Genes Nutr.* 10: 12
26. Kobayashi T, Itai RN, Aung MS, Senoura T, Nakanishi H, Nishizawa NK (2012): The rice transcription factor IDEF1 directly binds to iron and other divalent metals for sensing cellular iron status. *Plant J.* 69: 81–91.
27. LaCanne CE, Lundgren JG (2018): Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably. *Peer J.* 6: e4428. <https://doi.org/10.7717/peerj.4428>
28. Lehmann A, Rillig MC (2015): Arbuscular mycorrhizal contribution to copper, manganese and iron nutrient concentrations in crops - A meta-analysis. *Soil Biol. Biochem.* 81, 147-158.
29. Loladze I (2002): Rising atmospheric CO<sub>2</sub> and human nutrition: toward globally imbalanced plant stoichiometry? *Trends Ecol. Evolut.* 17: 457-461.
30. Lönnerdal B (2003): Genetically modified plants for improved trace element nutrition. *J. Nutr.* 133: 1490S-1493S.
31. Lynch JP, St.Clair SB (2004): Mineral stress: the missing link in understanding how global climate change will affect plants in real world soils. *Field Crops Res.* 90: 101–115.
32. Masuda H, Kobayashi T, Ishimaru Y, Takahashi M, Aung MS, Nakanishi H, Mori S, Nishizawa NK (2013): Iron-biofortification in rice by the introduction of three barley genes participated in mugineic acid biosynthesis with soybean ferritin gene. *Front. Plant Sci.* 4: 1-12.
33. Meisner C, Welch R, Duxbury JM, Lauren G (2005): Making a greener revolution: A nutrient delivery system for food production to address malnutrition through crop science. *Plant Prod. Sci.* 8: 324-327.
34. Mladenović Drinić S, Ristić D, Sredojević S, Dragičević V, Ignjatović Micić D, Delić N (2009): Genetic variation of phytate and inorganic phosphorus in maize population. *Genetika* 41: 107-115.
35. Myers SS, Zanobetti A, Kloog I, Huybers P, Leakey ADB, Bloom AJ, Carlisle E, Dieterich LH, Fitzgerald G, Hasegawa T, Holbrook NM, Nelson RL, Ottman MJ, Raboy V, Sakai H, Sartor KA, Schwartz J, Seneweera S, Tausz M, Usui Y (2014): Increasing CO<sub>2</sub> threatens human nutrition. *Nature* 510: 139–142.
36. Naqv S, Zhu C, Farre G, Ramessar K, Bassie L, Breitenbach J, Conesa DP, Ros G, Sandmann G, Capell T, Christou P (2009): Transgenic multivitamin corn through biofortification of endosperm with three vitamins representing three distinct metabolic pathways. *PNAS* 106: 7762–7767.
37. Oikeh SO, Menkir A, Maziya-Dixon B, Welch RM, Glahn RP, Gauch JRG (2004): Environmental stability of iron and zinc concentrations in grain of elite early-maturing tropical maize genotypes grown under field conditions. *J. Agric. Sci.* 142: 543–551.
38. Prom-u-thai C, Huang L, Glahn RP, Welch RM, Fukai S, Rerkasem B (2006): Iron (Fe) bioavailability and the distribution of anti-Fe nutrition biochemicals in the unpolished, polished grain and bran fraction of five rice genotypes. *J. Sci. Food Agric.* 86: 1209–1215.
39. Raboy V (2013): The future of crop breeding for nutritional quality. *SABRAO J. Breed. Genet.* 45: 100-111.
40. Rosanoff A, Weaver CM, Rude RK (2012): Suboptimal magnesium status in the United States: Are the health consequences underestimated? *Nutr. Rev.* 70: 153 – 164.
41. Rose TJ, Impa SM, Rose MT, Pariasca-Tanaka J, Mori A, Heuer S, Johnson-Beebout SE, Wissuwa M (2013): Enhancing phosphorus and zinc acquisition efficiency in rice: a critical review of root traits and their potential utility in rice breeding. *Ann. Bot.* 112: 331–345.
42. Shivay Y, Prasad R (2012): Zinc-coated urea improves productivity and quality of basmati rice (*Oryza sativa* L.) under zinc stress condition. *J. Plant Nutr.* 35: 928–951.
43. Silva EO, Bracarense APFRL (2016): Phytic Acid: From Antinutritional to Multiple Protection Factor of Organic Systems. *J. Food Sci.* 81: R1357-R1362.
44. Slamet-Loedin IH, Johnson-Beebout SE, Impa S, Tsakirpaloglou N (2015): Enriching rice with Zn and Fe while minimizing Cd risk. *Frontiers Plant Sci.* 6: 121.



45. Soetan KO, Olaiya CO, Oyewole OE (2010): The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. *Afr. J. Food Sci.* 4: 200-222.
46. Suwarno WB, Pixley KV, Palacios-Rojas N, Kaeppler SM, Babu R (2015): Genome-wide association analysis reveals new targets for carotenoid biofortification in maize. *Theor. Appl. Genet.* 128: 851-864.
47. Šimić D, Mladenović Drinić S, Zdunić Z, Jambrović A, Ledencan T, Brkić J, Brkić A, Brkić I (2012): Quantitative trait loci for biofortification traits in maize grain. *J. Hered.* 103: 47-54.
48. Tiong J, McDonald G, Genc Y, Shirley N, Langridge P, Huang CY (2015): Increased expression of six ZIP family genes by zinc (Zn) deficiency is associated with enhanced uptake and root-to-shoot translocation of Zn in barley (*Hordeum vulgare*). *New Phytol.* 207: 1097-109.
49. Tirado MC, Clarke R, Jaykus LA, McQuatters-Gollop A, Frank JM (2010): Climate change and food safety: A review. *Food Res. Int.* 43: 1745–1765.
50. Urbano G, López-Jurado M, Aranda P, Vidal-Valverde C, Tenorio E, Porres J (2000): The role of phytic acid in legumes: antinutrient or beneficial function? *J. Physiol. Biochem.* 56: 283-294.
51. Violante A, Cozzolino V, Perelomov L, Caporale AG, Pigna M (2010): Mobility and bioavailability of heavy metals and metalloids in soil environments. *J. Soil. Sci. Plant Nutr.* 10: 268 – 292.
52. Welch R.M (2002): The impact of mineral nutrients in food crops on global human health. *Plant Soil* 247: 83–90.
53. Welch RM (2005): Biotechnology, biofortification, and global health. *Food Nutr. Bull.* 26: 419-421.
54. Welch RM, Graham RD (2000): A new paradigm for world agriculture: productive, sustainable, nutritious, healthful food systems. *Food Nutr. Bull.* 21: 361-366.
55. Welch RM, Graham RD (2005): Agriculture: the real nexus for enhancing bioavailable micronutrients in food crops. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 18: 299-307.
56. Welch RM, Graham, RD (1999): A new paradigm for world agriculture: meeting human needs Productive, sustainable, nutritious. *Field Crops Res.* 60: 1-10.
57. White PJ, Broadley MR (2009): Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytol.* 182: 49–84.
58. Wirakartakusumah MA, Hariyadi P (1998): Overview: Rationale and elements of a successful food-fortification programme. *UNU Food Nutr. Bull.* 19 (2): 100 pages
59. Wu Z, Bañuelos GS, Lin ZQ, Liu Y, Yuan L, Yin X, Li M (2015): Biofortification and phytoremediation of selenium in China. *Frontiers Plant Sci.* 6: 136.
60. Xiong H, Kakei Y, Kobayashi T, Guo X, Nakazono M, Takahashi H, Nakanishi H, Shen H, Zhang F, Nishizawa NK, Zuo Y (2013): Molecular evidence for phytosiderophore-induced improvement of iron nutrition of peanut intercropped with maize in calcareous soil. *Plant Cell Environ.* 36: 1888–1902.

# INNOVATIVE SOLUTIONS IN CROP UTILIZATION- BIOFORTIFICATION AS A FUNCTION OF QUALITY FOOD PRODUCTION

## SUMMARY

The globally present trend of agriculture industrialization, particularly from arising of "green revolution" was characterised with increase of biomass, grain and fruit yields. In parallel, this trend had as a consequence decrease of nutritional quality of agricultural products, reflected through reduced concentration of minerals and vitamins, especially of iron, magnesium and selenium. When high intensity of erosion and depletion of soil ecosystem was taken into account, together with intensive usage of mineral fertilizers, based on nitrogen, phosphorus and potassium, without incorporation of organic fertilizers, soils became exhausted, rapidly losing their fertility. It is important to underline that almost half of soils worldwide is deficient in minerals. In further, through the nutrition cycle, this situation is transmitting to health depletion of humans and animals, towards systemic malnutrition and arising of numerous chronically diseases. To combat present trends, it is necessary to produce agricultural commodities rich in essential nutrients.

Various biochemical processes control accumulation of mineral nutrients in plant tissues, particularly in grains, as well as vitamins synthesis. The goal of bio-fortification is increase of concentration of essential minerals and vitamins in edible parts of plants. Thus, growing measures that enhance absorption of minerals and vitamins synthesis, as well as methods of breeding and genetic engineering, having as a target creation of genotypes with desirable traits, could be positively reflect to increase in concentration of minerals and vitamins in edible parts of agricultural plants. Correspondingly to the increase in concentration of essential minerals and vitamins, it is necessary to develop measures that will reduce concentration of anti-nutrients, which diminish absorption of minerals and vitamins from digestive organs, thus obstruct their utilization by animals and humans. The increase of concentration of essential minerals and vitamins, as well as their bio-availability and utilization by animal and human organisms is very complex issue, based on the application of various innovative solutions and it should present integral part, i.e. connection between agricultural and medical sciences, aimed to increase quality of agro-ecosystem, agricultural plants, and life, in general.

**Key words:** essential minerals, vitamins, undernourishment, cropping measures, breeding, genetic engineering.

# ДОПРИНОС ИНОВАТИВНИХ МЕТОДА У ОПЛЕМЕЊИВАЊУ СТРНИХ ЖИТА

Ново ПРЖУЉ<sup>1</sup>

## САЖЕТАК

У оплемењивању гајених биљака у XX веку користио се скоро искључиво емпиријски метод. Климатске промене и скромнији резултати класичног оплемењивања наметнули су у XXI веку неопходност изналажења и увођења и других метода у процес оплемењивања биљака. Данас се користи физиолошки приступ као најзначајнија подршка емпиријском оплемењивању. Истовременом применом оба метода омогућава се брже и ефикасније створање генотипова отпорних на сушу. Овај метод омогућава лакше и ефикасније идентификовање кључних особина које ограничавају принос у условима суше, тестирање више генерација годишње и бржу селекцију, успешније тестирање великог броја генотипова у радним колекцијама, *crossing* блоку и генерација раздвајања, на основу чега се у компаративним огледима на принос испитује мањи број селекционисаних линија. Генетичке манипулације у времену цветања имале су највећи значај у прилагођавању вегетативног и репродуктивног периода на расположиву воду и евапорацију. Дубок коренов систем подразумева толерантноист на сушу и способност да усвоји више воде из земљишта. Ужи проводни снопићи ксилема у семиналном корену смањују коришћење воде пре цветања у условима сушног стреса, што доприноси повећању количине доступне воде у периоду наливања зрна. Ефикасност транспирације представља важну компоненту ефикасности коришћења воде. Повећање жетвеног индекса није довело до значајније промене у количини воде коју усвајају стрна жита, али је довело до природног повећања ефикасности коришћења воде. У циљу повећања ефикасности оплемењивања поред конвенционалног оплемењивања користи се физиологија биљака и молекуларна биологија, као комплементарне методе традиционалног оплемењивања на принос *per se*.

**Кључне речи:** конвенционално оплемењивање, физиолошки приступ, време цветања, архитектура корена, транспирација, жетвени индекс, период наливања зрна

## УВОД

Климатске промене представљају глобални феномен климатских трансформација које се манифестују у одступању од уобичајене климе неког подручја или Планете, а које су посебно изазване људским активностима. Стрес изазван сушом у последње две деценије имао је негативне последице на укупну пољопривредну производњу, па и на производњу жита, што указује на несигурност ове производње и њену велику зависност од временских услова (Bindi and Olesen 2011). Посматрано глобално климатске промене имају негативан утицај на укупну светску производњу хране, без обзира на повећање примарне продукције која је резултат оплемењивања и унапређењих технологија гајења (Mogousov et al. 2018). Tripathi et al. (2016) наводе да су климатске промене од 1980. смањиле укупну светску производњу кукуруза и пшенице за 5%.

Недостатак воде обично доводи до смањеног раста, пада интензитета фотосинтезе и поремећаја метаболизма. Реакција биљака на сушу сложена је јер је сушни стрес најчешће повезан са проблемима усвајања биогених елемената и транспортом хранива и асимилата, што се одражава на целокупан метаболизам. У производним условима дефицит воде често може бити и маскиран јер је комбинован са другим типовима стреса. Тако мањи недостатак

---

<sup>1</sup> Универзитет у Бањалуци, Пољопривредни факултет  
Академија наука и умјетности Републике Српске, редовни члан  
Академија инжењерских наука Србије, дописни члан  
e-mail: novo.przulj@gmail.com

воде утиче на повећање везане и пад слободне воде у биљци што доводи до пада интензитета фотосинтезе. Јачи недостатак воде доводи до исушивања биљке, и ако се настави до увенућа.

Иако је опште прихваћено да су мале количине падавина најважнији фактор који утиче на смањење приноса у условима суше, ово не мора увек бити тачно (Kirkegaard et al. 2008). Други фактори, као што су болести, лоше физичке и хемијске особине земљишта, проблеми са хранљивим елементима у земљишту, или чак плављење у одређеној фази развића биљака, могу смањити приносе (Suresh and Nagesh 2015). Све ове факторе треба искључити, колико је то могуће, пре анализе физиолошких особина које се налазе у вези реализације приноса у условима суше. Интензитет бокорења код жита такође може бити показатељ спољашњих услова или здравственог стања биљке (Akram 2011). Стрна жита припадају породици трава и у повољним условима јако бокоре, док је у условима јаке суше обично продуктиван само примарни клас а секундарни и терцијарни су стерилни.

Стварањем нових сорти гајених биљака чији генотип омогућава већу толеранцију на стресне услове оплемењивачи настоје допринети ублажавању последица климатских промена. Током последњих 50 година постигнуто је значајно побољшање у производња и продуктивност свих главних усева. Напредак је углавном постигнут путем конвенционалних метода оплемењивања, побољшањем генетичке основе за принос и толерантности на абиотичке и биотичке чиниоце. Упркос настојању да се произведе довољно хране последњих година дошло је до смањење продуктивности код гајених биљака (Slafer and Peltonen-Sainio 2001). У циљу ефикаснијег оплемењивања као комплементарне методе традиционалном оплемењивању на принос *per se* користи се физиологија биљака и молекуларна биологија у идентификацији, карактеризацији и манипулацији са генетичком варијабилношћу. Неке од тих метода приказане су у овом раду.

## МЕХАНИЗМИ ТОЛЕРАНТНОСТИ НА СУШУ

Биолошки стрес дефинише се као спољашњи фактор који утиче на смањење приноса у односу на максималан генетички потенцијал генотипа (Salisbury and Marineous 1985). Толерантност према стресу представља капацитет биљке да се боље прилагоди биотичким или абиотичким стресовима, као што су суша, високе и ниске температуре, слана земљишта, присуство токсичних метала, штетних организама и друго (Duvick 1997). Суша се сматра као један од најзначајнијих фактора који ограничава принос гајених биљака широм света. Како климатске промене доводе до топлијих и сувљих лета, повећан је ограничавајући утицај суше на принос и компоненте приноса (Sareen et al. 2018; Mehraban et al. 2019). Коришћење генетике у побољшању толерантности на сушу и обезбеђења стабилности приноса важан је вид стабилизације глобалне производње гајених биљака (Edmeades et al. 2003).

Толерантност према суши састоји се из отпорности на високе температуре и отпорности на недостатак воде. Толерантност генотипова на недостатак воде у земљишту комплексна је особина и гајене биљке могу је постићи на један од следећих механизма: (1) избегавање суше, (2) смањење дехидрације и (3) толерантност на дехидрацију (Fang and Xiong 2015).

Раније сазревање и плодношење физиолошка је особина која у многим подручјима обезбеђује избегавање суше (McKay et al. 2003). Ранозрелост подразумева правовремено цветање, које се иначе налази под контролом мајор гена који контролишу фотопериод, јаровизацију и ранозрелост *per se* (Gomez et al. 2014). У оплемењивању гајених биљака селекција генотиопова за особине које омогућавају интензиван раст и убрзан развој, као што су висока проводљивост стома, висока фотосинтетска активност, висока ефикасност коришћења воде и раније цветање омогућавају ранозрелост и избегавање суше (Kereša i sag. 2008).

Физиолошко прилагођавање биљака недостатку воде у земљишту остварује се смањењем дехидратације (McKay et al. 2003). Ниска метаболичка активност, спорији раст и висок водни потенцијал и тургор у ћелијама током периода суше одликује генотипове који поседују механизам за смањење дехидрације. Основу овога механизма представља

прогресивно затварање стома, што доводи до смањења транспирације, али и фотосинтезе. Затварање стома не контролише само доступна вода у земљишту већ и интеракција особина листа и спољашњих фактора (Medrano et al. 2002). Као реакција на сушу у корену се синтетише абсцисинска киселина (*abscisic acid*, *ABA*) која се транспортује ксилемом до листа и доводи до затварања стома (Schachtman and Goodger 2008). Накупљање *ABA* у биљкама индуцирано сушом налази се под контролом локуса за квантитативне особине (*Quantitative trait locus*, *QTL*) (Quarrie et al. 1994).

Толерантност на дехидрацију представља толерантност на промене које суша изазива на нивоу молекула и ћелије, које биљка постиже осмотском регулацијом или прилагођавањем (Živčák et al. 2009). Осмотска регулација представља смањење потенцијала цитосола због накупљања осмолита током смањеног водног потенцијала у листу, што омогућава одржавање тургора позитивним и наставак одвијања процеса који зависе од тургора до одређеног нивоа и у стресним условима. Органске и анорганске материје које омогућавају осмотску регулацију специфичне су за различите биљне врсте. Осмотско прилагођавање постигнуто је пасивним концентровањем раствора, процесом дехидратације. На овај начин осмотски потенцијал корена може да достигне ниже вредности од осмотског потенцијала земљишта, чиме се постиже кретање воде из земљишта у биљку дуж градијента концентрације (Stanković et al. 2006). Степен осмотског прилагођавања у условима суше варира међу биљним врстама и може се користити као један од критеријума за одабир врста које су толерантне на дехидратацију (Chaves et al. 2003). Захваљујући осмотској регулацији код толерантних генотипови на сушу стома остају отворене што омогућава одвијање фотосинтезе, листови се издуживају мада смањеним интензитетом, корен и даље расте и омогућава ефикасније усвајање воде из земљишта, одлаже се веће листова, ефикасније је накупљање суве материје, што све омогућава формирање већег приноса у стресним условима.

Saradadevi et al. (2017) истичу да је способност одржавања стома отвореним у условима водног стреса агрономски облик толерантности на сушу. Guo et al. (2019) наводе да је код пшенице од анорганских јона посебно важан калијум, чије је накупљање у стресним условима контролисано мајор локусом, који се налази на краћем краку хромозома 7A. Без обзира на значај калијума, главну улогу у осмотској регулацији имају органски осмолити (Ahanger et al. 2014). Органски осмолити могу се поделити у две групе: (1) осмолити који садрже азот као што су слободне аминокиселине (нпр. пролин) и кватерна амонијумова једињења као што су бетаин, полиамини и протеини и (2) угљенохидратни осмолити као што су шећерни алкохоли (манитол, сорбитол), моносахариди (фруктоза, глукоза), олигосахариди (сахароза, трехалоза) и полисахариди (фруктан).

## **КОНВЕНЦИОНАЛНИ ИС ФИЗИОЛОШКИ ПРИСТУП ОПЛЕМЕЊИВАЊА НА СУШУ**

Оплемењивањем на принос у оптималним условима стварају се генотипови који остварују висок принос и у повољним и у стресним условима (Ceccarelli et al. 2004). Генетичко варирање у особинама које доприносе високом приносу у свим агроколошким условима, као што је нпр. висок жетвени индекс, веће је у оптималним условима, због чега је већа вероватноћа одабира генотипови високог приноса. Richards (2006) наводи да не постоји разлог да генотипови високог приноса у повољним условима не реализују свој генетички потенцијал и у мање повољним условима, ако је селекција обављена у нормалним условима, без наводњавања. Велики број специфичних адаптација које могу бити од посебног значаја за услове без наводњавања такође могу бити важне за постизање високог приноса у условима стреса.

Оплемењивање на специфичне физиолошке особине за које се претпоставља да обезбеђују биљкама толерантност на сушне услове тешко је и до сада су постигнути релативно скромни резултати (Luo et al. 2019). Један од разлога ових скромних резултата су тешкоће у оцењивању тих особина, њихова ниска херитабилност и чињеница да је

досадашње оплемењивање углавном било усмерено на повећање продуктивности и квалитета. Осим тога, неке особине које обезбеђују адаптабилност на сушу, налазе се у негативној корелацији са приносом или другим особинама. Тако нпр. раније цветање код озимих стрних жита обезбеђује делимично избегавање суше у периоду цветања и прве половине наливања зрна, али доводи до смањења надземне биомасе, па и приноса, и повећава ризик од касних пролећних мразева. Неке особине могу бити неодговарајуће у другом региону.

У досадашњем оплемењивању стрних жита време цветања и висина биљке имали су највећи утицај на повећање приноса у условима без наводњавања (Miroslavljević et al. 2016). Генетичке манипулације у времену цветања имале су највећи значај у прилагођавању вегетативног и репродуктивног раста и формирања и наливања зрна у односу на расположиву воду, ниске температуре и евапорацију. Смањење висине биљке имало је кључну улогу у повећању жетвеног индекса, односно повећању удела зрна у укупној надземној биомаси, али без промене укупне количине биомасе. Истраживачи широм света у највећој мери дефинисали су морфолошке и физиолошке особине које лимитирају принос у условима суше, што отвара нове правце и методе оплемењивања за стресне услове (Pržulj i sar. 2004).

Принос и квалитет зрна најважније су особине на која се врши оплемењивање гајених биљака код највећег броја оплемењивачких програма. Принос се и даље повећава оплемењивањем, али у мањој мери него у досадашњем периоду. Досадашње повећање приноса гајених биљака у условима без наводњавања постигнуто је углавном применом конвенционалног оплемењивања. Повећање приноса у великој мери резултат је побољшане отпорности на стрес, што је остварено комбиновањем побољшане генетике и одговарајуће агротехнике. Тако нпр. у току последњих 30 година континуирано повећање приноса кукуруза резултат је више побољшане толеранције на стрес него повећања капацитета за принос. Повећање толерантности према стресу није повећало генетички потенцијал за принос – генотип сорти остао је исти, али је повећало толерантност биљке према стресу, чиме је омогућена реализација генетичког потенцијала за принос.

Суша је лимитирајући фактор интензивне производње који је перманентно, у мањој или већој мери, стално присутан. С обзиром да је деловање недостатка воде и високих температура на раст и развиће биљке јако сложено, то је и оплемењивање на ову комплексну особину крајње компликовано. Без обзира на достигнућа савремених техника – молекуларни маркери, секундарне особине итд. – директно оплемењивање на принос конвенционалним методима у одређеним агроеколошким условима и даље остаје главни метод повећања приноса, пре свега због генетичке адаптације генотипа, која се манифестује кроз масу зрна, и ефикасног и поузданог тестирања у пољским условима (Jonas and Koning 2013). Посебна пажња мора се посветити избору локалитета за извођење огледа, технологији гајења, величини парцелица и броју понављања.

Пошто је данас прогрес повећања приноса применом само конвенционалних метода оплемењивања скромнији у односу на другу половину прошлог века, очекује се да ће се све више користити примена других метода, посебно физиолошког приступа, у оплемењивању (Lee and Tollenaar 2007). Боље познавање и разумевање чиниоца који утичу на раст и развиће биљака у одређеним агроеколошким условима, физиологије усева и реакције генотипа на еколошке услове омогућава успешнију примену физиолошког приступа у оплемењивању биљака. Дефинисањем главних лимитирајућих фактора за реализацију генетичког потенцијала за принос и познавање физиолошких особина чијом је променом могуће ублажити деловање стреса допринеће повећању приноса гајених биљака. Физиолошки приступ у оплемењивању може допринети повећању приноса на више начина (Richards 2006). У оплемењивању треба користити физиолошке особине које имају високу херитабилност и које доприносе реализацији потенцијала за принос ефикасније од директне селекције на принос. У односу на директну селекцију на принос, селекција на бази физиолошких особина, посебно у млађим генерацијама раздвајања, може бити јефтинија,

врло ефикасна и продуктивнија у бржој појави сорте или хибрида на тржишту (Richards 2006).

## ОСНОВА ОПЛЕМЕЊИВАЊА НА СУШУ

Начини борбе против суше су вишеструки, комплексни и комплементарни, али је свакако оплемењивање и стварање генотипова који имају могућност стварања приноса у условима ограничене количине воде један од првих и ефикасних начина борбе против суше. Захваљујући новим истраживањима, брзом развоју нових техника и метода истраживања и гајења последњих деценија постигнут је велики напредак у оплемењивању биљака на сушу. Међутим, нова сазнања о толерантности гајених биљака на сушу прилично су ограничена, посебно у изналажењу одговора на следећа питања: (1) како се толерантност на сушу развија код биљака током доместификације, (2) како детерминисати гене отпорности на сушу и проценити њихову ефикасност у оплемењивању и (3) како практично користити резултате и сазнања теоријског истраживања у оплемењивању биљака (Luo et al. 2019).

Архитектура корена представља особину биљке која пружа највише могућности у стварању генотипова толерантних на сушу (Wasson et al. 2012; Meister et al. 2014). Код проучавања отпорности на суше увек се поставља проблем прецизне оцене реакције великог броја генотипова на сушу у пољским условима. Због тога је неопходно у проучавању отпорности на сушу користити савремене технологије, које више одговарају захтевима истраживача. Condorelli et al. (2018) предложили су нову платформу на основу које су, уз коришћење NDV индекса (*Normalized Difference Vegetation Index*), код 248 генотипова дурум пшенице детерминисали особине које се налазе у блиској корелацији са толерантношћу на сушу. На основу података NDV индекса помоћу GWAS (*genome-wide association studies*) методе одређени су QTL повезани са толерантношћу на сушу, што је потврдило теоретски и оплемењивачки значај предложене платформе.

## ФИЗИОЛОШКИ МЕТОДИ ОПЛЕМЕЊИВАЊЕ НА СУШНИ СТРЕС

**Времена цветања.** Проучавајући принос пшенице у условима дефицита воде Passioura (1977) наводи да принос зависи од три фактора: (1) количине доступне воде, (2) ефикасности искоришћавања воде, односно количине произведене надземне суве материје по јединици транспирисане воде и (3) жетвеног индекса. Пошто између ових параметара не постоји негативна интеракција повећавањем једног од њих повећава се и принос. У сушним условима време цветања најзначајнији је фактор који утиче на висину приноса и адаптацију на услове средине. Пошто се технологија гајења мења у складу са климатским променама, тако су и оплемењивачки програми усмерени на генетичке промене времена цветања (Langer et al. 2014). Савремена механизација и пестициди омогућавају ранију сетву, чему морају бити прилагођене и сорте у односу на фотопериод и јаровизацију.

## КОРИШЋЕЊЕ ВОДЕ

**Морфолошке особине биљке и корена значајне за коришћење воде.** У досадашњим проучавањима гајених биљака најмање има истраживања на корену, тако да у суштини и не постоји информација да ли је коренов систем модерних сорти прилагођен земљишним и еколошким факторима и да ли је неопходан оплемењивањем вршити његове измене (Zhu, 2019). Дубок коренов систем подразумева толерантност на сушу и способност да усвоји више воде из земљишта. Ако се претпостави да је неопходно повећати капацитет кореновог система, његову дубину и дистрибуцију у земљишту, то је најлакше урадити коришћењем сорти дужег вегетативног периода. Ово се може постићи релативно лако – ранијом сетвом или сетвом касних сорти. Осим тога, одабиром сорти са већим раним вигором може се постићи бржи пораст корена, његово продирање дубље у земљиште и развијенији систем адвентивног корена. Atta et al. (2013) наводе да поред дубоког кореновог система и јачег вигора поника, веће усвајање воде и развијенији корен могу се регулисати фенологијом

биљке, смањеним бокорењем и осмотском регулацијом. Код сорти смањеног бокорења не троше се хранљиве материје на развој непродуктивни влати, него на развој јачег кореновог система. Међутим, сорте мањег капацитета бокорења имају низ негативних особина, због чега се и не уводе у производњу ( Mitchell et al. 2013).

Нижа температура склопа или већа проводљивост стома показатељи су повољног водног режима земљишта и дубљег кореновог система (Guo et al. 2019). Пошто се ове особине лако мере могу се користити као селекциони критеријуми, под условом да је земљиште апсолутно униформно, да би се избегли погрешни закључци због варијабилности земљишта. *Stay-green* листови, посебно код кукуруза, такође могу бити показатељ повољног водног режима земљишта, а индиректно и дубоког корена. Одржавање фотосинтетске способности листова посебно је важно у условима када се после раног сушног периода у другој половини вегетације и периода наливања зрна очекује влажније земљиште, и на основу тога фотосинтетска активност биљке (Sarto et al. 2017). Увијеност листова у условима суше такође може бити показатељ адаптивне способности генотипа очувања фотосинтетске способности биљке и наставак фотосинтезе, уколико касније буде доступне воде корену.

**Ефикасност коришћења воде.** Дефицит воде током вегетације значајан је ограничавајући фактор у постизању високих и стабилних приноса и квалитета. Термин ефикасност коришћења воде (*water use efficiency, WUE*) представља однос између укупне суве материје и евапотранспирације (Hatfield and Dold 2019). Повећање ефикасности транспирације (*transpiration efficiency, TE*), односно вредности коефицијента сува материја/транспирација и/или смањење испаравања воде из земљишта доводи до повећања WUE. Оба ова фактора могуће је мењати оплемењивањем.

Биљке С-3 типа фотосинтезе имају нижу нето фотосинтезу, јер се код њих паралелно са фотосинтезом одвија и процес фотореспирације (издвајање CO<sub>2</sub> на светлости) која је често интензивнија него дисање у мраку (Long et al 2006). Код С-4 типа биљака издвајање CO<sub>2</sub> фотореспирацијом је незнатно, што је и основни разлог много више нето фотосинтезе.

**Ефикасност транспирације.** представља важну компоненту ефикасности коришћења воде. Транспирација је издвајање воде из биљака у облику водене паре на површинама које граниче са атмосфером. Углавном се одвија преко листова, кроз стоме – *стоматална транспирација*, и знатно мање преко pokožице (кутикула) – *кутикуларна транспирација* (Zhang et al. 1998). Када је површина биљке, односно транспирациона површина већа, а zasiћеност атмосфере воденом паром мања већа је усисна снага атмосфере, а на основу тога већа је и потенцијална транспирација. Транспирација зависи од могућности биљке да изгубљену воду надокнади апсорпцијом из земљишта, грађе листова, отворености стома и др. Транспирација не представља само физички процес испаривања воде већ значајан физиолошки процес. Пошто у многим подручјима у земљишту нема довољно воде која је потребна за оптималну транспирацију, биљке се на различите начине прилагођују како би смањиле губитак воде (Turner and Begg 1981).

Постоје разни начини повећања ефикасности транспирације код биљака, од којих је најефикаснији гајење генотипова код којих се период максималног повећања биомасе одвија током периода умерених температура, када се троши мања количина воде за раст (Blum 2009). Избором времена сетве и одговарајуће дужине фенофаза сорте могуће је подешавати време максималне синтезе биомасе у односу на расположиву влагу у земљишту (Pržulj i Momčilović 2011; Ochagavía et al. 2018). Због великог утицаја фактора средине и малог ефекта појединих особина и тешкоће мерења утицаја појединих особина биљке на транспирацију, обично је тешко одредити утицај специфичних особина биљке на формирање веће биомасе и формирање већег приноса (Reynolds et al. 2001). Међутим, сетвом сорти већег вигора развија се већа лисна површина која је способна да апсорбује већу количину светлости у хладнијем периоду, што доводи до ефикасније транспирације. Одређени напредак учињен је и гајењем сорти стрних жита које имају воштану, плаво-беличасту превлаку на површини листа, стабла и класа. Пољским проучавањима утврђено је да изогене



линије јечма са овом превлаком имају повећање приноса зрна 7-16%, а линије пшенице 7%, без промене жетвеног индекса (Parvathi et al. 2017).

**Жетвени индекс.** Код неких усева, као што су стрна жита, значајан напредак у оплемењивању на веће приносе постиже се углавном повећањем жетвеног индекса (*harvest index*, *HI*), односно повећањем капацитета биљке да више алоцира асимилате у формиране репродуктивне органе (Austin et al. 1980; Calderini et al. 1999; Mirosavljević et al. 2018). Slafer et al. (2005) утврдили су да је физиолошки максимум жетвеног индекса код пшенице око 0,62. Максимални жетвени индекс од 0,56, који је добијен код енглеске сорте озиме пшенице *Consort*, постигнут је повећањем масе зрна на рачун смањења масе стабла и рукавца. Модерне сорте имају знатно већи принос зрна у односу на сорте које су гајене пре Зелене револуције, што је првенствено последица прерасподеле надземне биомасе између вегетативног дела и зрна у корист зрна, односно повећања *HI* (Unkovich et al. 2010). За један век оплемењивања жетвени индекс код пшенице повећан је са 0,30-0,35 на 0,55. (Evans 1993). Сличан напредак постигнут је код јечма и пиринча.

Даље повећање приноса зрна код жита преко промене жетвеног индекса не може дати значајније резултате, због чега је неопходно тражити алтернативне начине повећања приноса. Richards (1996), Fischer (2007) и Reynolds et al. (2009; 2011) сматрају да је данас неопходно користити модерне методе оплемењивања биљака, где је повећање надземне биомасе један од основних циљева оплемењивања. Оплемењивање такође треба усмерити на повећање фотосинтетске активности и ефикасности коришћења сунчеве радијације. Међутим, у суштини може се сматрати да је варирање *HI* код модерних полупатуљастих сорти пшенице у великој мери искоришћено и да је постојећа варијабилност више резултат негенетичких него генетичких фактора. Aisawi et al. (2010) и Fischer (2011) наводе да се у модерном оплемењивању биљака не настоји само повећати *HI*, него истовремено *HI* и надземну биомасу, или само биомасу.

**Жетвени индекс толерантан на сушу.** Особине биљке које доприносе високом *HI* у оптималним условима гајења доприносе и високом приносу у свим условима гајења, под условом да нема смањења укупне биомасе (Richards et al. 2001). Ово је предност полупатуљастих сорти пшенице у односу на високе сорте и основ високих приноса полупатуљастих сорти у повољним и мање повољним условима. Висок *HI* толерантан на сушу у одређеним условима предуслов је високог приноса у условима сушног стреса, пошто он детерминише генетички потенцијал у тим условима. *HI* толерантан на сушу резултат је различите расподеле суве материје између вегетативних и репродуктивних органа (Araus et al. 2008). Према томе, избор генотипова пшенице који носе гене редукторе висине стабла и гене за рано цветање представља једноставан и ефикасан начин повећања *HI*, пошто се њихов ефекат манифестује на мањем порасту вегетативне масе.

**Жетвени индекс зависан од суше.** Када је *HI* неког генотипа висок само у условима доступне потребне количине воде, значи у одсуству сушног стреса, говори се о жетвеном индексу који је осетљив на сушу, односно који је зависан од суше (Richards et al. 2001). *HI* осетљив на сушу зависи од усвајања воде током периода наливања зрна. Ако је усвајање воде током периода наливања зрна велико и жетвени индекс биће велики. Ако је количина воде у земљишту ограничена, конзервисана вода пре цветања, која се може користити током наливања зрна допринеће повећању *HI*. У том случају постизање високог приноса зрна зависи од односа и уравнотежености раста пре и после цветања. Међутим, постизање овог баланса врло је тешко. Тако на пример, исувише слаб пораст у периоду до цветања условиће укупан принос надземне суве материје али ће максимизирати *HI*, док ће велики пораст пре цветања омогућити висок принос суве материје, али то може резултирати у ниском *HI*.

Коришћење воде функција је захтева евапорације и лисне површине (Pržulj i sar. 2004). Мале су могућности промене капацитета евапорације, иако се оплемењивањем може мењати почетак и трајање појединих фенофаза. Такође, постоји низ особина чијим је генетичким променама могуће смањити лисну површину, која се налази у позитивној корелацији са транспирацијом. На тај начин може се регулисати коришћење воде, а на

основу тога ефикасно повећати HI. Генетичким манипулацијама са дужином трајања појединих фенолошких фаза, бокорењем, пречником ксилема, проводљивости листова, *stay-green* ефектом листова, увијањем листова и ретранслокацијом асимилата, могуће је повећати жетвени индекс код стрних жита (Richards et al. 2001; Pržulj and Momčilović 2001a; 2001b). На овај начин може се регулисати коришћење воде и на основу тога ефикасно повећати вредност HI осетљивог на сушу. Генотипови који раније цветају имаће већу ефикасност искоришћавања воде у условима где се температуре повећавају након цветања. Комбиновањем ранијег цветања са већим вигором или отпорности према ниским температурама може бити од користи у оплемењивању на већи HI и принос.

Због мањег броја стерилних непродуктивних класова, који конкуришу фертилним класовима за воду и хранљиве материје, смањено бокорења, односно смањен број стерилних класова, може допринети формирању већег HI, како у условима оптимално доступне воде тако и у условима дефицита воде. Мање бокорење доприноси такође реализацији већег HI под условима суше због формирања мање лисне површине пре цветања, што доприноси мањој транспирацији и обезбеђењу веће количине воде за период наливања зрна (Richards et al. 2001).

Ужи проводни снопићи ксилема у семиналном корену такође доприносе формирању већег HI (Richards et al. 2001). У суштини, смањење дијаметра проводних снопића представља предност у условима сушног стреса, док у повољним условима нема посебан значај, пошто нодални секундарни корен, који се налази у површинском делу земљишта, обезбеђује биљку са потребном количином воде. Селекцијом биљака мањих горњих листова, укључујући и лист заставичар, или селекцијом на мању проводљивост стома и/или нижу ноћну проводљивост листа такође се смањује транспирација пре цветања (Magorokosho et al. 2003).

Поред манипулације са количином усвојене воде пре и после цветања, постоје и други методи повећања жетвеног индекса који је зависан од суше. Код великог броја гајених биљних врста вишак асимилата, који се синтетише до цветања, акумулира се у форми растворљивих угљених хидрата у стаблу (Pržulj and Momčilović 2001a; 2001b; 2003b). Зависно од биљне врсте и агроколошких услова гајења вишак асимилата може да износи и до 25% од укупне надземне биомасе у фази цветања (Pržulj and Momčilović 2003b; Mirosavljević et al. 2018). Током фазе наливања асимилати се транслоцирају у зрно, и у екстремно сушним условима могу учествовати 100% у коначној маси зрна (Pržulj and Momčilović 2001b; Gutam 2011). Код стрних жита утврђено је велико генетичко варирање у акумулацији и ремобилизацији асимилата синтетисаних до цветања. Иако још нису развијене ефективне технике селекције на бази акумулације и ремобилизације асимилата Pržulj and Momčilović (2001b) предлажу коришћење података о разлици масе стабла између цветања и зрења. У детерминацији ефикасности ремобилизације асимилата могу се користити и морфолошке особине. Тако нпр. присуство гена инхибитора бокорења узрокује формирање дебљег стабла. Такође утврђено је и варирање у величини и анатомији шупљина интернодуса, које су важне за складиштење асимилата (Ehdaie et al. 2006).

## ЗАКЉУЧАК

У оплемењивању биљака на принос и стабилност приноса у условима суше физиолошки приступ може бити изузетно значајна подршка емпиријском оплемењивању. Истовременом применом оба метода оплемењивања брже и ефикасније створиће се генотипови толерантни на сушу него код примене само једног метода. У суштини, физиолошки приступ у оплемењивању гајених биљака подразумева нови, детаљнији и дубљи начин размишљања, повезивање развића биљака са факторима средине, поклањање више пажње факторима који утучу на принос, коришћење разноврсније гермплазме у оплемењивању и ефикаснију евалуацију генерација раздвајања. Као и емпиријски и физиолошки програм оплемењивања захтева значајна и дуготрајна улагања.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ahanger MA, Tyagi SR, Wani MR, Ahmad P (2014): Drought Tolerance: Role of Organic Osmolytes, Growth Regulators, and Mineral Nutrients. In: Ahmad P, Wani M (eds) *Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants Under Changing Environment*. Springer, New York, NY
2. Aisawi K, Foukes J, Reynolds M, Mayes S (2010): The physiological basis of genetic progress in yield potential of CIMMYT wheat varieties from 1966 to 2009. Abstracts 8th International Wheat Conference, 1-4 June 2010, St Petersburg, Russia, pp 349-350
3. Akram M (2011): Growth And Yield Components Of Wheat Under Water Stress Of Different Growth Stages. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 36:455-468
4. Araus JL, Slafer GA, Royo C, Dolores SM (2008): Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Critical Reviews in Plant Sciences* 27:377-412
5. Austin RB, Bingham J, Blackwell RD, Evans LT, Ford MA, Morgan CL, Taylor M (1980): Genetic improvement in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. *The Journal of Agricultural Science* 94:675-689
6. Atta BM, Mahmood T, Trethowan RM (2013): Relationship between root morphology and grain yield of wheat in north-western NSW, Australia. *Australian Journal of Crop Science* 7:2108-2115
7. Bindi M, Olesen JE (2011): The responses of agriculture in Europe to climate change. *Regional Environmental Change* 11 (Suppl 1): 151
8. Blum A (2009): Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research* 112:119-123
9. Calderini DF, Reynolds MP, Slafer GA (1999): Genetic gains in wheat yield and main physiological changes associated with them during the 20th century. In: Satorre EH, Slafer GA (eds) *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination Food Product*. Haworth Press, New York, pp 351-377
10. Ceccarelli S, Grando S, Baum M, Udupa SM (2004): Breeding for Drought Resistance in a Changing Climate. In: Rao SC, Ryan J (eds) *Challenges and Strategies of Dryland Agriculture*. American Society of Agronomy, pp 167-190
11. Chaves MM, Maroco JP, Pereira JS (2003): Understanding plant responses to drought: from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology* 30:239-264
12. Condorelli GE, Maccaferri M, Newcomb M, Andrade-Sanchez P, White JW, French AN, Sciara G, Ward R, Tuberosa R (2018): Comparative Aerial and Ground Based High Throughput Phenotyping for the Genetic Dissection of NDVI as a Proxy for Drought Adaptive Traits in Durum Wheat. *Frontiers in Plant Science*, Article 893
13. Duvick DN (1997): What Is Yield? In: Edmeades GO, Banziger M, Mickelson HR, Pena-Valdivia CB (eds) *Developing Drought and Low N-Tolerant Maize, CIMMYT, Mexico*, pp 332-335
14. Edmeades DC (2003): The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 66:165-180
15. Ehdai B, Alloush GA, Madore MA, Waines JG (2006): Genotypic Variation for Stem Reserves and Mobilization in Wheat: I. Postanthesis Changes in Internode Dry Matter. *Crop Science* 46:735-746
16. Evans LT (1993): *Crop Evolution, Adaptation and Yield*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, England
17. Fang Y, Xiong L (2015): General mechanisms of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. *Cellular and Molecular Life Sciences* 72:673-689
18. Fischer RA (2007): Understanding the physiological basis of yield potential in wheat. *Journal of Agricultural Science* 145:99-113
19. Fischer RA (2011): Wheat physiology: a review of recent developments. *Crop and Pasture Science* 62:95-114

20. Gomez D, Vanzetti L, Helguera M, Lombardo L, Fraschina J, Miralles DJ (2014): Effect of Vrn-1, Ppd-1 genes and earliness per se on heading time in Argentinean bread wheat cultivars. *Field Crops Research* 158:73-81
21. Gutam S (2011): Dry matter partitioning, grain filling and grain yield in wheat genotype. *Communications in Biometry and Crop Science* 6:48-63
22. Guo J, Jia Y, Chen H, Zhang L, Yang J, Zhang J, Hu X, Ye X, Li Y, Zhou Y (2019): Growth, photosynthesis, and nutrient uptake in wheat are affected by differences in nitrogen levels and forms and potassium supply. *Scientific Reports* 9: 1248
23. Hatfield JL, Dold C (2019): Water-Use Efficiency: Advances and Challenges in a Changing Climate. *Frontiers in Plant Science* 10: Article 103
24. Jonas E, Koning DJ (2013): Does genomic selection have a future in plant breeding? *Trends in biotechnology* 31:497-504
25. Jorgensen RB (2005): CO<sub>2</sub> exploitation and genetic diversity in winter varieties of oilseed rape (*Brassica napus*); varieties of tomorrow. *Euphytica* 128:75-86
26. Kereša S, Barić M, Horvat M, Habuš Jerčić I (2008): Mehanizmi tolerantnosti biljaka na sušu i njihova genska osnova kod pšenice. *Sjemenarstvo* 25:35-45
27. Kirkegaard J, Christen O, Krupinsky J, Layzell D (2008): Break crop benefits in temperate wheat production. *Field Crops Research* 107:185-195
28. Langer SM, Longin CFH, Würschum T (2014): Flowering time control in European winter wheat. *Frontiers in Plant Science*, Article 537
29. Lee EA, Tollenaar M (2007): Physiological Basis of Successful Breeding Strategies for Maize Grain Yield. *Crop Science* 47: Supplement\_3, p S-202-S-215
30. Long SP, Zhu X-G, Naidu SL, Ort DR (2006): Can improvement in photosynthesis increase crop yield? *Plant, Cell and Environment* 29:315-330
31. Luo L, Xia H, Lu BR (2019): Editorial: Crop Breeding for Drought Resistance. *Frontiers in Plant Science* 10: Article 314
32. Magorokosho C, Pixley KV, Tongoona P (2003): Selection for drought tolerance in two tropical maize populations. *African Crop Science Journal* 11:151-161
33. McKay JK, Richards JH, Mitchell-Olds T (2003): Genetics of drought adaptation in *Arabidopsis thaliana*. I. Pleiotropy contributes to genetic correlations among ecological traits. *Molecular Ecology* 12:1137-1151
34. Medrano H, Escalona JM, Bota J, Gulias J, Flexas J (2002): Regulation of photosynthesis of C<sub>3</sub> plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. *Annals of Botany* 89: 895-905
35. Mehraban A, Tobe A, Gholipouri A, Amiri E, Ghafari A, Rostaii M (2019): The Effects of Drought Stress on Yield, Yield Components, and Yield Stability at Different Growth Stages in Bread Wheat Cultivar (*Triticum aestivum* L.). *Polish Journal of Environmental Studies* 28:739-746
36. Meister R, Rajani MS, Ruzicka D, Schachtman DP (2014): Challenges of modifying root traits in crops for agriculture. *Trends in Plant Science* 19:779-788
37. Miroslavljević M, Momčilović V, Pržulj N, Hristov N, Aćin V, Čanak P, Denčić S (2016): The variation of agronomic traits associated with breeding progress in winter barley cultivars. *Zemdirbyste-Agriculture* 103:267-272
38. Miroslavljević M, Momčilović V, Maksimović I, Putnik-Delić M, Pržulj N, Hristov N, Mladenov N (2018): Pre-anthesis development of winter wheat and barley and relationships with grain yield. *Plant, Soil and Environment* 64:310-316
39. Mitchell JH, Rebetzke GJ, Chapman SC, Fukai S (2013): Evaluation of reduced-tillering (*tin*) wheat lines in managed, terminal water deficit environments. *Journal of Experimental Botany* 64:3439-3451
40. Morgounov A, Sonder K, Abugaliev A, Bhadauria V, Cuthbert RD, Shamanin V, Zelenskiy Y, DePauw RM, Ronald M (2018): Effect of climate change on spring wheat yields in North America and Eurasia in 1981-2015 and implications for breeding. *PLoS ONE* 13:e0204932

41. Passioura JB (1977): Grain yield, harvest index and water use of wheat. *The Journal of the Australian Institute Agricultural Science* 43:117-121
42. Parvathi RS, Sreekumar PM, Nataraja KN (2017): Leaf wax trait in crops for drought and biotic stress tolerance: regulators of epicuticular wax synthesis and role of small RNAs. *Indian Journal of Plant Physiology* 22:434-447
43. Pržulj N, Momčilović V (2001a): Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley. I. Dry matter translocation. *European Journal of Agronomy* 15:241-254
44. Pržulj N, Momčilović V (2001b): Genetic variation for dry matter and nitrogen accumulation and translocation in two-rowed spring barley. II. Nitrogen translocation. *European Journal of Agronomy* 15:255-265
45. Pržulj N, Momčilović V (2003b): Dry matter and nitrogen accumulation and use in spring barley. *Plant, Soil and Environment* 49:36-47
46. Pržulj N, Momčilović V, Petrović N (2004): Fiziološka osnova prinosa ječma u optimalnim uslovima i uslovima suše. Selekcija i semenarstvo 1-4:15-26
47. Pržulj N, Momčilović V (2011): Značaj faze organogeneze formiranja klasića u biologiji prinosa ozimog dvoredog ječma. *Ratarstvo i povrtarstvo* 48:37-48
48. Quarrie SA, Gulli M, Calestani C, Steed A, Marmioli N (1994): Location of a gene regulating drought-induced abscisic acid production on the long arm of chromosome 5A of wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 89:794-800
49. Reynolds MP, Ortiz-Monasterio JI, McNab A (2001): Application of Physiology in Wheat Breeding. CIMMYT, Mexico
50. Reynolds M, Foulkes MJ, Slafer GA, Berry P, Parry MAJ, Snape JW, Angus WJ (2009): Raising yield potential in wheat. *Journal of Experimental Botany* 60:1899-1918
51. Reynolds M, Bonnett D, Chapman SC, Furbank RT, Manes Y, Mather DE, Parry MAJ (2011): Raising yield potential of wheat. I. Overview of a consortium approach and breeding strategies. *Journal of Experimental Botany* 62:439-452
52. Richards RA (1996): Increasing the yield potential in wheat: manipulating sources and sinks. In: Reynolds MP, Rajaram S, McNab A (eds) *Increasing Yield Potential in Wheat*. CIMMYT, Mexico, pp 134-149
53. Richards RA, Condon AG, Rebetzke GJ (2001): Traits to Improve Yield in Dry Environments. In: Reynolds MP, Ortiz-Monasterio JI, McNab A (eds) *Application of Physiology in Wheat Breeding*. Mexico, D.F.: CIMMYT, pp 87-100
54. Richards RA (2006): Physiological traits used in the breeding of new cultivars for water-scarce environments. *Agricultural Water Management* 80:197-211
55. Salisbury FB, Marneous NG (1985): *Encyclopedia of plant physiology* 11, p 707 (Pharis RP, Reid DM, eds), Heidelberg, Springer
56. Sareen S, Bhusal N, Singh G, Tyagi BS, Tiwari V, Singh GP, Sarial AK (2018): Genetics of Grain Yield and its Components in Wheat under Heat Stress. *Cereal Research Communications* 46:448-449
57. Saradadevi P, Palta JA, Siddique KHM (2017): ABA-Mediated Stomatal Response in Regulating Water Use during the Development of Terminal Drought in Wheat. *Frontiers in Plant Science* 8:1251
58. Sarto MVM, Sarto JRW, Rampim L, Rosset JS, Bassegio D, da Costa PGF, Inagaki AM (2017): Wheat phenology and yield under drought: A review. *Australian Journal of Crop Science* 11:941-946
59. Schachtman DP, Goodger JQD (2008): Chemical root to shoot signaling under drought. *Trends in Plant Science* 13:281-287
60. Slafer GA, Peltonen-Sainio P (2001): Yield trends of temperate cereals in high latitude countries from 1940 to 1998. *Agricultural and Food Science in Finland* 10:121-131

61. Slafer GA, Araus J, Royo C, Garcia del Moral LF (2005): Promising eco-physiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. *Annals of Applied Biology* 146:61-70
62. Stanković N, Petrović M, Krstić B, Erić N (2006): Fiziologija biljaka. Prirodno-matematički fakultet, Departman za biologiju i ekologiju, Novi Sad
63. Suresh KR, Nagesh MA (2015): Experimental Studies on Effect of Water and Soil quality on Crop Yield. *Aquatic Procedia* 4:1235-1242
64. Tripathi A, Tripathi DK, Chauhan D, Kumar N, Sing G (2016): Paradigms of climate change impacts on some major food sources of the world: A review on current knowledge and future prospects. *Agriculture Ecosystems & Environment* 216:356-373
65. Turner NC, Begg JE (1981): Plant-water relations and adaptation to stress. *Plant and Soil* 58:97-131
66. Unkovich M, Baldock J, Forbes M (2010): Variability in Harvest Index of Grain Crops and Potential Significance for Carbon Accounting: Examples from Australian Agriculture. *Advances in Agronomy* 105:173-219
67. Wasson AP, Richards RA, Chatrath R, Misra SC, Prasad SV, Rebetzke GJ, Kirkegaard JA, Christopher J, Watt M (2012): Traits and selection strategies to improve root systems and water uptake in water-limited wheatcrops. *Journal of Experimental Botany* 63:3485-3498
68. Zhu YH, Weiner J, Yu MX, Li FM (2019): Evolutionary Applications. *Evolutionary agroecology: Trends in root architecture during wheat breeding* 19:733-743
69. Zhang H, Oweis TY, Garabet S, Pala M (1998): Water-use efficiency and transpiration efficiency of wheat under rain-fed conditions and supplemental irrigation in a Mediterranean-type environment. *Plant and Soil* 201:295-305
70. Živčák M, Repková J, Olšovská K, Brestič M (2009): Osmotic adjustment in inter wheat varieties and its importance as a mechanism of drought tolerance *Cereal Research Communications* 37:569-572

## INNOVATIVE METHODS CONTRIBUTION IN SMALL GRAIN CEREALS BREEDING

### Summary

Breeding of cultivated plants almost exclusively used the empirical method in the 20<sup>th</sup> century. Climate changes and more modest results of classical breeding in the 21<sup>st</sup> century imposed the necessity of finding and introducing other methods into the process of plant breeding. The physiological approach is used as the most significant support for empirical breeding today. The simultaneous application of both methods enables faster and more efficient development of drought resistant genotypes. This method enables easier and more efficient identification of traits that limit yield in drought conditions, multi-generation testing annually and faster selection, more successful testing of a large number of genotypes in work collections, crossing blocks, and segregation generation, based on which lower number of selected lines is tested in comparative experiments of yields. A deep root system implies drought tolerance and the ability to absorb more water from the soil. The narrower xylem bundles in the seminal root reduce the use of water before flowering under conditions of drought stress, which contributes to an increase in the amount of water available during the grain filling period. Transpiration efficiency (TE) is an important component of water use efficiency. The increase in HI did not lead to a significant change in the amount of water absorbed in small grains, but it did lead to a natural increase in water use efficiency. In addition to conventional breeding, plant physiology and molecular biology are used to increase breeding efficiency, as complementary methods to traditional breeding.

**Key words:** conventional breeding, physiological approach, flowering time, root architecture, transpiration, harvest index, grain filling period

# ДОПРИНОС ВИШЕГОДИШЊИХ СТАЦИОНАРНИХ ОГЛЕДА УНАПРЕЂЕЊУ БИЉНЕ ПРОИЗВОДЊЕ У СРБИЈИ

Срђан ШЕРЕМЕШИЋ<sup>1</sup>, Бранка ЛАЗИЋ<sup>2</sup>, Ана МАРЈАНОВИЋ ЈЕРОМЕЛА<sup>3</sup>

## САЖЕТАК

У Србији постоји већи број вишегодишњих стационарних експеримената чији значај и допринос унапређењу пољопривредне производње није адекватно валоризован. Међу њима се налазе и 6 класичних експеримената са трајањем дужим од 50 година. Досадашња истраживања која су вршена у оквирима ових огледа била су усмерена на принос и стабилност приноса најважнијих ратарских усева, својстава земљишта и минералну исхрану. Трансформација пољопривредне производње и институција у оквиру ње била је праћена гашењем бројних великог броја огледа чиме је трајно изгубљен велик број података и информација које су на основу њих настали. Стварање платформе знања кроз умрежавање и повезивање огледа и мултидисциплинаран приступ могу допринети јачању свести о њиховом значају и улози. Употреба информационо - комуникационих технологија уз савремене статистичке методе и моделе и интерактиван однос свих заинтересованих, може повећати афирмацију добијених резултата и понудити основу за унапређење пољопривреде у Србији.

**Кључне речи:** вишегодишњи експерименти, агроекосистем, биљна производња, одржива пољопривреда

## УВОД

Вишегодишњи стационарни експерименти незамењив су извор информација о стању агроекосистема и међусобној усклађености његових елемената (Debreczeni and Körschens, 2003). Њихова научна и практична вредност је немерљива са аспекта доприноса производњи различитих усева, унапређењу знања о земљишту и деловању климатских фактора, јер добијени подаци се не могу заменити другим методама. Експерименталне парцеле представљају научну инфраструктуру у функцији сазнања о кључним изазовима у пољопривредној производњи и дају смернице ка постизању њене одрживости (Schillinger, 2011). Дуготрајни пољски експерименти играју виталну улогу у анализи успешности биљне производње, одговору система производње на климатске промене и изазове технолошког напретка у примарној производњи (Kunzová and Hejzman, 2009).

Постоји дуга историја истраживања у пољопривреди, међутим систематично испитивање, прикупљање и анализа података је започета тек у 19. веку. Историја вишегодишњих стационарних огледа започиње између 1843. и 1856. године. У том периоду Lewes и Gilbert постављају девет дугогодишњих огледа у Ротхамстеду "Rothamsted Classical Experiments" (Енглеска) који трају до данас. На Америчком континенту George E. Morrow и Manley Miles 1876. године заснивају "Morrow plots" на локацију Урбана - Чикаго (Aref and Wander, 1997). Само две године касније у Halle-у (Немачка) 1878. године је засновано "Вечито ражено поље" са и без ђубрења органским и минералним ђубривима од стране Julius Kühn-а (Молнар, 1999). Након тога се заснива велик број вишегодишњих стационарних огледа по целом свету, а највећи број је започет почетком 20 века. Већина дугорочних експеримената постављена је у циљу проучавања ротације усева/монокултура, органског и минералног ђубрења, примене микро елемената, наводњавања, обраде земљишта, заштита биља, реакције сорти и хибрида на примену храњивих материја и у неким случајевима мултифакторијалних ефеката. Richer et al. (2006) дају глобални попис дугорочних

<sup>1</sup> Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад, email: [srdjan.seremesic@polj.uns.ac.rs](mailto:srdjan.seremesic@polj.uns.ac.rs)

<sup>2</sup>Редовни члан АИНС-а

<sup>3</sup>Институт за ратарство и повтарство, Максима Горког 30, 21000 Нови Сад



експеримената кроз анализу 250 огледа широм света. Континуирана истраживања дужа од 20 година су препозната као вишегодишњи огледи, а стационарни огледи > 50 година представљају „класичне експерименте“. Процењује се да данас у свету постоји преко 100 „класичних експеримената“ који се континуирано користе, а највећи број се налази у Европи.

Иако постоје различити ставови о њиховом значају и улози у пољопривредним истраживањима, преовладава мишљење да вишегодишњи огледи временом нису изгубили на значају. Сматра се да агроекосистеми који су успешно одолели изазовима у претходном периоду представљају кључни ресурс за решавање изазова у будућности јер у себи интегришу елементе који су им омогућили да се успешно одупру променама. Према Berzsenyi et al. (2000) вишегодишњи експерименти кључан су показатељ одрживости и служе као рани систем упозорења за откривање проблема који угрожавају будућу продуктивност.

Значај вишегодишњих огледа се вишеструко увећава када се повезују са сличним истраживачким инфраструктурама. Могу се навести успешни примери умрежавања вишегодишњих огледа на националном и интернационалом нивоу који су допринели њиховој видљивости и препознатљивости. Неке од платформи су започете 80-их година прошлог века, а најновије иницијативе настале су у скорије време, у другој деценији 21. века. Knapp et al. (2012) у свом истраживању дају приказ истраживачке инфраструктуре LTER - Long-Term Ecological Research Network у САД која обухвата око 240 различитих огледа и објашњава њихову улогу и значај. У Немачкој постоји платформа BonaRes (Map of Long-term Experiments in Germany) преко којег је могуће приступити подацима и резултатима вишегодишњих огледа који су у њу укључени (Grosse and Hierold, 2017). RotAB (France) мрежу огледа у Француској чине различити огледи који испитују одрживост система производње у органској пољопривреди (<http://www.itab.asso.fr/activites/reaseaurotab.php>). IOSDV – „The International Organic Nitrogen Long-term Fertilisation Experiment network“ је међународна мрежа огледа која истражује механизме унапређења плодности земљишта на већем броју локалитета у Европи (Wegener, 2010). Global Long-Term Agricultural Experiment Network (GLTEN) је истраживачка платформа од преко 50 вишегодишњих огледа широм света чија мисија је одржива интензификација у пољопривреди и допринос одрживим развојним циљевима (<https://glten.org/>).

Због свега тога последњих деценија све је веће интересовање за дугорочне експерименте у свету, порастом свести о одрживости пољопривреде и неопходности за мултидисциплинарним приступом решавања проблема у пољопривреди. У Србији не постоје подаци о њиховом броју иако на вишегодишњим огледима постоје интензивна истраживања. Циљ овог рада је да се идентификују најважнији вишегодишњи огледи у Србији и афирмише њихов допринос унапређењу пољопривредне производње.

## **КОНЦЕПТУАЛНИ ОКВИР ИСПИТИВАЊА ВИШЕГОДИШЊИХ ЕКСПЕРИМЕНАТА**

Започињање, заснивање огледа највећи је изазов у агрономским истраживањима. Осмишљавање и распоред експерименталне инфраструктуре представља систем у коме се биолошка својства усева и агрономска знања преплићу са технологијом производње и вегетационим чиниоцима. Међутим, одређене компоненте огледа (сорте, механизација и сл.) се мењају у функцији времена услед чега је потребан дужи временски период да се оствари тзв „равнотежно стање“ са факторима спољашње средине. Континуираним оплемењивачким радом стварају се унапређени генотипови (Kondić-Špika et al., 2019) који се могу афирмисати у постојећој експерименталној инфраструктури. Измерене вредности (принос, физичка или хемијска својства земљишта, бројност корова, биолошка разноврсност и сл.) најчешће се приписују разлици између почетног и тренутног стања и могу се сматрати „кумулятивним ефектима“ деловања експеримента. У прилогу томе, Kunzová and Hejzman (2009) анализирајући 50-годишње резултате дуготрајног пољског огледа у Чешкој наводе да

додавање хранива у првих 10 година извођења експеримента, није значајно утицао на принос зрна пшенице.

Са експерименталног становишта, истраживања вишегодишњих огледа раније су била конципирана на истраживању и поређењу поједних елемената агротехнике који су били фиксни, док је у данашње време фокус на систему управљања усевама односно систему производње (Debaeke et al., 2009). Важно је напоменути да се подаци прикупљени за доношење одлука у оквиру огледа требају јасно разликовати од података који се користе за евалуацију резултата из огледа. Експерименталне локације треба да буду распоређене тако да обухвате широк спектар испитивања за различите сврхе, а научници који су укључени у извођење огледа треба да омогуће удовољавање захтевима различитих дисциплина, нпр. агрономија, екологија, биологија земљишта, биодиверзитет, економија итд. Посебана пажња се посвећује броју и величини основних парцела, те броју понављања како би одговорили захтевима статистичке обраде података. Међутим, циљ вишегодишњих огледа није показати статистичку сложеност дизајна, већ поновљивост (репродукцибилност) резултата. Meynard et al. (1996) предлаже неколико нивоа евалуације вишегодишњих стационарних експеримената:

1. Глобални вишеструки критеријуми (да се утврди да ли поствљен оглед одговара задатим циљевима),
2. Евалуација агрономске оправданости (испитивања претпоставки које су довеле до постављања огледа),
3. Аналитичка процена поједних агрономских решења (тестирање појединачних агротехничких мера или одлука).

## **ПРОМЕНА ЦИЉЕВА ИСТРАЖИВАЊА НА ВИШЕГОДИШЊИМ СТАЦИОНАРНИМ ОГЛЕДИМА**

Анализа вишегодишњих експеримената указује да после извесног времена долази до формирања равнотежног стања (земљишта) и постизања одређених развојних нивоа са протоком времена. Сматра се да непосредно након заснивања, вишегодишњи огледи пролазе кроз период стабилизације земљишних својстава (у највећој мери органске материје) као последица усклађивања са агроколошким условима, интензитетом примењене технологије и другим својствима земљишта (Wagner, 1989; Jankinson, 1991; Šeremešić et al., 2015). Стабилизација приноса прати равнотежно стање земљишних својстава. У зависности од испитиваних варијанти стабилизација целог система наступа у периоду након 20 година трајања огледа што омогућава стварање „кумулятивног ефеката“ који се интегрише и преноси кроз добијене резултате.

Током дуге историје истраживања вишегодишњих огледа, истраживачка питања која су постављана, лабораторијске методе али и начин анализе података су значајно измењени. Теме и области истраживања пратиле су актуелну проблематику и изазове са којим се суочавала пољопривредна производња, а добијени резултати су послужили као индикатор промена које се дешавају у агроекосистему. Сходно томе постоје значајне разлике у темама које су истраживане у периоду шездесетих година прошлог века и данас (Табела 1). Без обзира на уочене разлике, истраживања из прошлог века су послужила као основа на којој су формиране радне хипотезе данашњих огледа.

Значајан је и едукативни елемент вишегодишњих огледа као експоната промена које су наступиле од момента њиховог заснивања. Дугорочни експерименти са различитим варијантама које се ипитују у њима препознати су као идеална платформа за подстицање научних радника ка различитих академских дисциплина за рад на постизању заједничких циљева (Johnston, 1997). Једном постављен експеримент је полигон за већи број научника који, сходно својим интересовањима, могу да искористе започет оглед. Поред тога, вишегодишњи огледи су се показали као добра платформа за укључивање научног подмлатка у истраживања и израду научних и стручних радова.

Табела 1. Приказ области истраживања на вишегодишњим огледима у различитим периодима

<1970	1970-1990	1990-2010	>2010
Принос	Принос и квалитет	Стабилност приноса	Услуге агроекосистема
Увођење нових врста	Обрада земљишта	Еколошки системи производње	Климатске промене
Адаптибилност на услове средине	Основна својства земљишта	Промене у коришћењу земљишта	Интеракција корен-надземни део биљке
Плодоред	Сорте и хибриди	Органска ђубрива	Биоугаљ, биофертилизатори
Ђубрење	Продуктивност и економичност	Микроелементи у земљишту и биљкама	Моделирање производње
	Минерална ђубрива	Деградација земљишта	Прецизна пољопривреда
		Органска материја земљишта	
		Утицај на животну средину	

### СТАЊЕ ВИШЕГОДИШЊИХ ЕКСПЕРИМЕНАТА У СРБИЈИ

Хетерогеност климатских, земљишних, агрономских, еколошких и социјалних услова резултирала су постављањем неколико десетина вишегодишњих експеримената у Србији. Најважније научне институције у пољопривреди су на време увиделе значај вишегодишњих експеримената и започеле са њиховим заснивањем након II светског рата. Велик број водећих научника и стручњака су учествовали у њиховом праћењу, одржавању и касније публиковању резултата. Недовољно јасан концепт развоја, проблем одржавања као и спора адаптација технологије довели су до гашења великог броја огледа, чиме смо неповратно изгубили значајне информације о стању и променама агроекосистема. Анализирани огледи, иако слични по својој тематици, често нису могли да се пореде јер варијанте (нпр. нивои ђубрења) нису упоредиве. Данас у Србији постоји 6 класичних и већи број вишегодишњих експеримената (Табела 2). За њихово одржавање и очување кључна је улога државних института и факултета.

Табела 2. Списак вишегодишњих експеримената у Србији

Р.б.	Година	Назив	Грајање	Локација	Одржаваоци
1.	1963	Двопоље са ђубрењем	57	Младеновац (еутрични камбисол)	Институт за земљиште Београд
2.	1969	Двопоље са ђубрењем	51	Шабац-Варна (псеудоглеј)	Институт за земљиште Београд
3.	1965	Монокултура и двопоље кукуруза	55	Римски шанчеви Нови Сад (чернозем)	Институт за ратарство и повртарство/ Пољопривредни факултет Нови Сад
4.	1946/47	Плодореди	74	Римски шанчеви Нови Сад (чернозем)	Институт за ратарство и повртарство/ Пољопривредни факултет Нови Сад
5.	1964/65	Вишегодишњи вечити оглед (физиолошки оглед) са НРК	56	Римски шанчеви Нови Сад (чернозем)	Институт за ратарство и повртарство/ Пољопривредни факултет Нови Сад

6.	1965	Вишегодишњи стационарни оглед (пшеница, кукуруз, шећерна репа, сунцокрет)	55	Панчево (кабонатни чернозем)	ПСС Институт Тамиш Панчево, Истраживачко развојни центар
7-	1968	Оглед са роковима сетве кукуруза	52	Панчево (кабонатни чернозем)	ПСС Институт Тамиш Панчево, Истраживачко развојни центар
8.	1971	Монокултура кукуруза (примена различитих количине стајњака, жетвених остатака и NPK)	49	Земун Поље (слабо карбонатни чернозем)	Институт за кукуруз Земун Поље
9.	1978	Системи обраде земљишта (конвенционална, редукована (рото-фрезом) и минимална обрада)	42	Земун Поље (слабо карбонатни чернозем)	Институт за кукуруз Земун Поље
10.	1984-1986	Плодореди (монокултура, двопоље, тропоље)	36	Земун Поље (слабо карбонатни чернозем)	Институт за кукуруз Земун Поље
11.	2009-	Плодоред (4 начина сузбијања корова)	11	Земун Поље (слабо карбонатни чернозем)	Институт за кукуруз Земун Поље
12.	1992-	Монокултура: кукуруз, озима пшеница, соја	28	Радмиловац, еутрични камбисол	Универзитет у Београду Пољопривредни факултет
13.	1992-	Двопољни, тропољни, четворопољни и шестопољни плодоред	28	Радмиловац, еутрични камбисол	Универзитет у Београду Пољопривредни факултет

С обзиром на бројност и разноврсност вишегодишњих експеримената у Србији постоји велик број резултата чији допринос превазилази постављене огледе, а импликације и закључци дају смернице за даљи развој пољопривреде. Из наведених експеримената објављен је огроман број радова у домаћим и иностраним научним часописима и саопштена на научним и стручним скуповима. Поред тога, резултати истраживања проистекли из ових огледа коришћени су за израду великог броја магистарских и докторских дисертација. Добијени резултати су послужили и за публикавање значајног броја стручних чланака.

Добијене резултате са вишегодишњих огледа није једноставно разврстати и издвојити већ их треба посматрати као смернице за унапређење данашње пољопривреде. Они се могу граписати на следећи начин:

### **(а) утицај на принос различитих усева**

Анализирајући утицај система обраде земљишта на принос кукуруза при различитим нивоима примењених ђубрива истраживања Videnović et al. (2011) су показала предности класичне обраде у представљеним агроеколошким условима, без обзира на ниво примењених ђубрива. 20-то годишњи резултати испитивања различитих система обраде указују да наводњавање, са својим високим инпутима у великој мери може да редукује ефекат суше на усеву кукуруза ова стратегија има смисла само у сушним годинама, док се у условима природног водног режима као оптимална комбинација показала конвенционална обрада + 330 kg ha<sup>-1</sup> NPK (средња доза ђубрива), која је резултирала у нешто нижим, али стабилнијим приносима (Kresović et al., 2015). У огледу са испитивањем утицаја плодоред на квалитет зрна, важно је истаћи да је комбинација већег броја усева (кукуруз-легуминоза-озима пшеница систем) је показала највећи утицај на повећање приноса, садржај протеина и уља, посебно у сушним сезонама (Dragičević et al., 2017). Такође, са повећањем норме ђубрења долази до испољавања позитивног ефекта на нивоа протеина у зрну, али и до смањења садржаја уља у зрну. Према Јаќимовићу (2012) постоји различит допринос NPK хранива

повећању приноса пшенице. Додавањем 1 kg активне материје азота имало је за последицу повећање од 30,5 kg ha<sup>-1</sup> зрна, 10,6 kg ha<sup>-1</sup> зрна за јединицу P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, а најниже за K<sub>2</sub>O (1,4 kg ha<sup>-1</sup> зрна). У истраживањима на чернозему Аџић (2016) наводи да се дугорочном употребом азота повећава принос озиме пшенице у поређењу са контролом за 80%, а највећи утицај утврђен је за „ефекат године“ који учествују у укупној варијабилности са > 40%. Дуготрајно заоравање биљних остатака повећало је принос зрна пшенице за 590 kg ha<sup>-1</sup>, односно око 11% за различите сорте и варијанте ђубрења азотом. Dolijanović i sar. (2007) истичу јасан тренд опадања приноса у дугогодишњој монокултури пшенице на еутричном камбисолу. Међутим према Milošev et al. (2014) монокултура пшенице доводи до стабилизације приноса након 50 година у поређењу са приносом пшенице у двопољном и тропољном плодореду, али на нижем нивоу. Стабилизација приноса је стога у тесној вези са избором технологије гајења (Šeremešić et al., 2016). Према истраживањима Milić et al. (2019) вишегодишња примена стајског ђубрива заједно са неорганским ђубривом повећала је принос зрна кукуруза 10-15%. Сличне резултате у својим истраживањима наводе и Simić et al. (2013). Такође, комбинација стајњака са NPK + уреа, као и микробиолошким ђубривом показала се као најефикаснија, како за повећање приноса, тако и за акумулацију P, Ca и Mg. Стајњак + микробиолошко ђубриво свакако могу једним делом да замене минерална ђубрива, без смањења квалитета зрна, што се повољно одражава на акумулацију и потенцијално већу ресорпцију Zn, док се уреа, посебно ако се комбинује са/или стајњаком и микробиолошким ђубривом позитивно одражава на акумулацију Mg, Zn и посебно Fe (Dragičević et al., 2017). На основу великог броја анализираних радова са испитиваних огледа може се закључити да редослед усева у ротацији има значајну улогу у повећању приноса, али су неопходна даља истраживања због промена еколошких услова и модификације технологије гајења која их прати. Основа за разумевање приноса усева зависи од начина гајења, услова животне средине, генотипа као и интеракције међу њима дефинисане кроз концепте критичних периода, вегетативне и репродуктивне пластичности (Marjanović-Jeromela et al., 2019).

#### **(б) утицај на својства земљишта**

Највећи број истраживања је био везан за азот и промене у садржају органске материје. Према истраживањима Manojlović et al. (2008) која су обухватила већи број стационарних експеримената на Римским Шанчевима примена азотних ђубрива је утицала на повећање подземне и надземне масе гајених усева што је утицало на очување постојећег нивоа органске материје али не и на њено повећање. У својим истраживањима на чернозему Šeremešić et al. (2017) истичу да процењени унос угљеника за очување органске материје износи просечно 340 g m<sup>-2</sup> годишње за испитиване системе ратарења, и наводи да је за дате агроеколошке услове равнотежни ниво органске материје 2% (Seremesic et al., 2011; Seremesic et al., 2020). На огледом пољу у Младеновцу (еутрични камбисол) 50 година од заснивања огледа на контроли (без ђубрења) је утврђен за 40% нижи садржај органске материје а на осталим варијантама са применом растуће количине азотне компоненте садржај је био смањен за 25-35% (Koković i sar., 2018). Примена фосфора путем MAP на земљишту типа псеудоглеј није довела до повећања концентрације елемената у траговима (Cu, Zn, Ni и Co) после 40 година примене (Sakmak et al., 2010). Ljubomirović i sar. (2006) на огледном пољу Института "Тамиш" наводе да мање количине NPK одржавају почетни ниво хумуса у земљишту док највеће количине NPK повећавају његов садржај за 0.20%. Исти аутори наводе да изостанак фосфора доводи до незнатног смањења у односу на почетни ниво, док су препоручене дозе за његов оптималан садржај у земљишту 50 kg ha<sup>-1</sup>. Наводњавање умањује разлике између година и режима ђубрења (Dragičević et al., 2012). Такође, део резултата из дугогодишњег огледа који прати утицај система обраде и ђубрења у условима природног водног режима и наводњавања у Земун Пољу указује да се no-till систем (без обраде) повољно одражава на задржавање земљишне влаге све до фазе цветања кукуруза у условима природног водног режима, али су без обзира на то, највећи приноси углавном остварени при конвенционалној обради. Додатни, али и не мање битан, је допринос

плодореда и система обраде земљишта смањењу закоровљености, посебно широкоредих усева као што су кукуруз и соја (Simić et al., 2016). Истовремено резерве семена корова у земљишту су мање ако је смањена бројност корова у усеву услед комбиноване примене плодореда и хербицида (Simić et al., 2014).

Анализа резултата указује да досадашња истраживања у оквиру вишегодишњих стационарних огледа су била недовољно повезана, често контрадикторна, без активне улоге стручне јавности, недовољно транспарентна, без стратегије развоја и препознатљивости у научној заједници. Као последица тога нису била праћена адекватним нивоом трансфера знања. Називи који су давани огледима су такође веома слични и често пута их није могуће међусобно разликовати. Услед тога неопходна је континуирана сарадња и комуникација.

## ИЗАЗОВИ КОЈИ СЕ ПОСТАВЉАЈУ ПРЕД ВИШЕГОДИШЊЕ ОГЛЕДЕ У 21. ВЕКУ

Иако постоје бројни разлози који указују на њихов значај и улогу неопходно је размотрити изазове који се постављају пред вишегодишњим стационарним огледима у 21 веку. Најважнији међу њима су следећи:

1. *Примењивост добијених резултата.* Већина огледа може да понуди решења која су релевантна за локалне педо-климатске услове, док је глобална апликативност ограничена самом поставком огледа. Међутим, увек се полази од претпоставке да огледи требају да реше проблеме који се појављују на одређеном локалитету, а глобални допринос није могуће предвидети на почетку њиховог заснивања.
2. *Промене у структури огледа током времена.* Веома су ретки класични огледи који су задржали своју оригиналну поставку. Ако постоје, ради се о варијантама на којима се изоставља ђубрење или износе биљни остаци. Промене су последица увођења савремене механизације, структуре сетве, увођење нових сорти и хибрида, промене у методама заштите усева, ублажавања ефекта климатских промена. Међутим, ако се не одступа од оригиналног плана и постоји континуитет у стратегији испитивања, са протоком времена то може само да побољша оглед и усклади са истраживачким питањима која се данас постављају.
3. *Промене у руковођењу огледом.* Руководилац огледа, без обзира да ли је то физичко или правно лице, има велику одговорност. Одржавалац огледа може променити приоритете и унети измене које ће довести до дисконтинуитета у испитивању и практично на истим основама започети нов оглед. Мотиви којима се одржавалац руководи и низ социјално-економских момената може утицати на такве одлуке.
4. *Финансирање огледа.* Вишегодишњи огледи су готово увек суочени са проблемом финансирања. Разлог томе је што њихово трајање превазилази појединачне пројекте који их финансирају. Услед тога неопходно је перманентно проналазити нове изворе финансирања који би доприносили одржавању огледа. Повезано са тим, постоји проблем коришћења и власништва над подацима са огледа финансираних од стране различитих пројеката. Међутим дешава се да код оптималних димензија огледа (парцелица) и одговарајуће структуре сетве вредност производње покрива значајан део трошкова који се јављају при реализацији огледа.
5. *Промене власништва над пољопривредним земљиштем.* Урбанизација и деаграризација су чест разлог прекидања вишегодишњих огледа. Нерешени имовинско правни односи као и реституција имали су за последицу немогућност наставак многих вишегодишњих огледа како у свету тако и код нас.
6. *Еколошка димензија огледа.* Вишегодишњи огледи који су постављени пре 50 и више година нису били пројектовани да ухвате савремене „еколошке“ трендове. Због тога нису у могућности да се прилагоде и одговоре на питања која се у вишегодишњим огледима постављају а тичу се увођења иновативних решења за одрживе система биље производње. Испоставило се да када постоје могућности адаптације које су у складу са захтевима одрживе пољопривреде многи вишегодишњи огледи уз увођење једноставне корекције добијају потпуно нов смисао и значај.

7. *Адаптација технологије производње у складу са нивоом улагања*, јер се осим научног доприноса жели испитати ефикасност плана производње. Полазаћи од чињенице да се цене инпута сваке године повећавају а цене производа смањују неопходно је померање граница ефикасности ако желимо да сачувамо профитабилност производње.

### **ЗАКЉУЧАК**

Савремена пољопривреда има комплексну улогу у друштву јер су јој наметнути другачији приоритети и одговорности. Данас се истраживања на вишегодишњим огледима усложњавају и трансформишу експерименте у „лабораторије на отвореном“, екосистеме отворене за иновације и оријентисане према крајњем кориснику. Коришћењем савремених статистичких метода моделирања и употребом информационо - комуникационих технологија кроз интерактиван однос свих заинтересованих, вишегодишњи стационарни огледи могу да понуде одговоре на адаптацију на климатске промене, коришћење услуга агроекосистема, одрживости пољопривреде, што може да послужи као основа за унапређење пољопривреде у Србији. Креирање мреже огледа и платформе знања уз учешће научника различитих профила, допринеће њиховој афирмацији и решавању различитих изазова у пољопривредној производњи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Aćin V. (2016): Rokovi i gustina setve u funkciji prinosa ozime pšenice u dugotrajnom poljskom ogledu. Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu Poljoprivredni fakultet Novi Sad, 1-188.
2. Aref S, Wander M.M. (1997): Long-term trends of corn yield and soil organic matter in different crop sequences and soil fertility treatments on the Morrow Plots. *Adv Agron.* 62, 153-197.
3. Berzszenyi Z, Györfy B, Lap D. (2000): Effect of crop rotation and fertilization on maize and wheat yields and yield stability in long term-experiment. *Eur J Agron.* 13, 225-244.
4. Cakmak D, Saljnikov E, Mrvic V, Jakovljevic M, Marjanovic Z, Sikiric B, Maksimovic S. (2010): Soil properties and trace elements contents following 40 years of phosphate fertilization. *J Environ Qual.* 39 (2), 541-547.
5. Debaeke P, Munier-Jolain N, Bertrand M, Guichard L, Nolot J. M, Faloya V, Saulas P. (2009): Iterative design and evaluation of rule-based cropping systems: methodology and case studies. A review. *Agron Sustain Dev.* 29 (1), 73-86.
6. Debreczeni K, Körschens M. (2003): Long-term field experiments of the world. *Arch Agron Soil Sci.* 49 (5), 465-483.
7. Dolijanović Ž, Kovačević D, Oljača S, Jovanović Ž. (2007): Grain yield of winter wheat in continuous cropping. *J Ag Eng.* 32 (4), 47-53.
8. Dragičević V, Simić M, Kresović B, Brankov M. (2017): Cropping system and fertilization regime as factors of maize grain quality. Proceedings of the 11th International Symposium „Modern Trends in Livestock production“ 11 - 13 October 2017 - Belgrade, Serbia. 696-705.
9. Dragičević V, Simić M, Videnović Ž, Kresović B, Spasojević I, Brankov M. (2012): The influence of different tillage practices on the soil moisture and nitrogen status. *J Cent Eur Agric.* 13 (4), 729-738.
10. Grosse M, Hierold W. (2017): Long-term Field Experiments as Important Source of Knowledge-Aims of the BonaRes Data Centre. Book of Abstracts EGU General Assembly Conference, 19, 12342.
11. Jaćimović G, Malešević M, Aćin V, Hristov N, Crnobarac J, Latković D. (2012): Komponente prinosa i prinos ozime pšenice u zavisnosti od nivoa đubrenja azotom, fosforom i kalijumom. *Ann Agron.* 36 (1), 72-80.
12. Jankinson D.S. (1991): The Rothamsted long-term experiment: Are they still of use? *Agron J.* 83, 2-10.
13. Johnston A.E. (1997): The value of long-term field experiments in agricultural, ecological, and environmental research. *Advances in Agronomy*, Vol 59: 291–333.
14. Knapp K, Smith D., Hobbie E, Collins L, Fahey J, Hansen J, Shaver R. (2012): Past, present, and future roles of long-term experiments in the LTER network. *BioScience.* 62 (4), 377-389.
15. Koković N, Saljnikov E, Dinić Z, Sikirić B, Mrvić V, Nerandić B. (2018): Hemijske osobine zemljišta posle 50 godišnjeg đubrenja mineralnim đubrivima. *Zemljište i biljka*, Vol. 67 (2): 1-9.
16. Kondić-Špika A, Mladenov N, Grahovac N, Zorić M, Mikić S, Trkulja D, Marjanović-Jeromela A, Miladinović D, Hristov N. (2019). Biometric Analyses of Yield, Oil and Protein Contents of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes in Different Environments. *Agron.* 9(6), 270.
17. Kresović B, Videnović Ž, Spasojević I, Simić M. (2015): Fitting cropping technology in a changing climate. *Agricul Forest.* 61 (3), 171-180.
18. Kunzová E, Hejzman M. (2009): Yield development of winter wheat over 50 years of FYM, N, P and K fertilizer application on black earth soil in the Czech Republic. *Field Crops Res.* 111 (3), 226-234.
19. Ljubimirović D, Filipović V, Jovanović B. (2006): Uticaj različitih količina NPK mineralnih đubriva na osobine černoze u periodu 1970 -2004. godine. *Contemp Agri.* 55 (5), 119 -124.



20. Manojlović, M., Aćin, V., Seremesic, S. (2008) : Long-term effects of agronomic practices on the soil organic carbon sequestration in Chernozem. *Arch. Agron. Soil Sci.* 54, 353–367.
21. Marjanović-Jeromela, A., Terzić, S., Jankulovska, M., Zorić, M., Kondić-Špika, A., Jocković, M., ... & Nagl, N. (2019): Dissection of year related climatic variables and their effect on winter rapeseed (*Brassica napus* L.) development and yield. *Agron.* 9(9), 517.
22. Meynard JM, Reau R, Robert D, Saulas P. (1996): Evaluation expérimentale des itinéraires techniques. Expérimenter sur les conduites des cultures. Un nouveau savoir-faire pour une agriculture en mutation. Ministère de l'agriculture, Acta, Comité potentialités, 63-72.
23. Milić S, Ninkov J, Zeremski T, Latković D, Šeremešić S, Radovanović V, Žarković B. (2019): Soil fertility and phosphorus fractions in a calcareous chernozem after a long-term field experiment. *Geoderma.* 339, 9-19.
24. Milošev D, Šeremešić S, Đalović I, Jaćimović G. (2014): Assessing the agro-ecosystem performance in a long-term winter wheat cropping. *Contemp Agri.*, 63: 494-500.
25. Molnar, I. (1999): Definicija, značaj i elementi plodoreda. U "Plodoredi u ratarstvu", Urednik: Molnar, I. Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, pp.23-39.
26. Richer D, Hofmockel M, Powlson D, Smith P. (2006): LTSEs: The first global inventory. Available at <https://nicholas.duke.edu/ltse/>
27. Schillinger F. (2011): Practical lessons for successful long-term cropping systems experiments. *Renew Agr Food Syst.* 26 (1), 1-3.
28. Seremesic S, Milosev D, Djalovic I, Zeremski T, Ninkov J. (2011): Management of soil organic carbon in maintaining soil productivity and yield stability of winter wheat. *Plant Soil Environ.*, 57: 216-221.
29. Šeremešić S, Đalović I, Milošev D, Nastasić A, Pejić B, Vasiljević M. (2015): Maize cropping (*Zea mays* L.) assessment by simple performance-based index. *Field Veg Crops*, 52 (3), 102-107.
30. Šeremešić S, Ćirić V, Milošev D, Vasin J, Djalovic I. (2017): Changes in soil carbon stock under the wheat-based cropping systems at Vojvodina province of Serbia. *Arch Agron Soil Sci.* 63 (3), 388-402.
31. Šeremešić, S. Đalović, I., Milošev, D. (2016): Long-Term Winter wheat Cropping Influence on Soil Quality and Yield stability. In "Cropping Systems : Applications, Management and Impact" Eds. Johanna G. Hodges, Nova Science Publishers, Hauppauge, New York, pp. 61-79.
32. Šeremešić S, Ćirić V, Djalović I, Vasin J, Zeremski T, Siddique K. H. M, Farooq M. (2020). Long-term winter wheat cropping influenced soil organic carbon pools in different aggregate fractions of Chernozem soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, in press
33. Simić M, Dragičević V, Spasojević I, Brankov M, Jovanović Ž. (2013): Effects of fertilising systems on maize production in long-term monoculture. *Proceedings of the IV International Symposium "Agrosym 2013"*, Jahorina, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, 153–160.
34. Simić M, Kresović B, Dragičević V, Tolimir M, Brankov M. (2018): Improving cropping technology of maize to reduce the impact of climate changes. *Proceedings of the IX International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2018"*, Jahorina, October, 3-7, Bosnia and Herzegovina, 631-640.
35. Simić M, Spasojević I, Brankov M, Dragičević V. (2014): Weeds seed bank richness in maize field: effects of crop rotation and herbicides. *Proceeding of the 5th International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014"*, October 23-26, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 501-507.
36. Simić M, Spasojević I, Kovačević D, Brankov M, Dragičević M. (2016): Crop rotation influence on annual and perennial weed control and maize productivity. *Rom agric res.* 33, 125-133.
37. Videnović Ž, Simić M, Srdić J, Dumanović Z. (2011): Long term effects of different soil tillage systems on maize (*Zea mays* L.) yields. *Plant Soil Environ.* 57 (4), 186-192.

38. Wagner G. H. (1989): Lessons in soil organic matter from Sanborn Field. Proceedings Sanborn Field Centennial, Missouri Agri. Experiment Station Special Report, 415, 1-64.
39. Wegener H. R. (2010): Themenheft Nummer 10 der „Arbeitsgemeinschaft für Internationale Dauerversuche (IOSDV/ILTE)“. Arch Agron Soil Sci, 56 (4), 373–374.

## THE CONTRIBUTION OF STATIONARY LONG-TERM TRIALS TO PLANT PRODUCTION IMPROVEMENT

### Summary

There are a number of long-term stationary experiments in Serbia whose importance and contribution to the advancement of agricultural production has not been adequately evaluated. Among them are so-called classical experiments with a duration longer 50 years. Research conducted within the framework of these experiments has focused on the yield and stability of yield of the most important crop crops, soil properties improvement and mineral nutrition. The transformation of agricultural production and the institutions within it were accompanied by the extinguishing of a large number of experiments, which resulted with lost a large number of data and information that obtained from them. Creating a knowledge platform through networking and a multidisciplinary approach can help to raise awareness of their paramount importance and role. The use of information and communication technologies with modern statistical methods and models with an interactive attitude of all interested stakeholders can increase the affirmation of the obtained results and offer a basis for the improvement of agriculture in Serbia.

**Keywords:** long-term experiments, agroecosystem, crop production, sustainable agriculture

# ЗНАЧАЈ РАЗВОЈНИХ И ИНОВАТИВНИХ РЕШЕЊА ЗА УНАПРЕЂЕЊЕ ИСКОРИШЋАВАЊА ТРАВЊАКА И СТОЧАРСКЕ ПРОИЗВОДЊЕ НА БРДСКО-ПЛАНИНСКОМ ПОДРУЧЈУ СРБИЈЕ

Драган ТЕРЗИЋ<sup>1</sup>, Ратко ЛАЗАРЕВИЋ<sup>2</sup>, Милорад СТОШИЋ<sup>2</sup>

## САЖЕТАК

Травњаци у Србији заузимају значајне површине и чине велики производни потенцијал који је недовољно искоришћен. Поред тога што наука има решења за значајно унапређење продуктивности, на травњацима доминира екстензивна производња у којој се остварују ниски приноси кабасте хране лошег квалитета. Анализом стања на газдинствима се може уочити да у појединим областима постоји значајан технолошки напредак али и да се неке иновације веома споро усвајају. У раду су анализирани ограничавајући фактори и могућности унапређења продуктивности и искоришћавања травњака као и неки од узрока спорог усвајања иновација на газдинствима.

Досадашњи резултати истраживања указују да су травњаци значајан ресурс у сточарској производњи и да постоје бројне мере којима је могуће унапредити искоришћавање и економичност производње на травњацима. Производња се може вишеструко увећати већом применом ђубрива, заснивањем сејаних травњака, уношењем кречног материјала, интродукцијом легуминоза, бољим искоришћавањем травњака, бољим менаџментом испаше, унапређењем конзервисања биомасе са травњака и исхраном.

Поред тога што постоје решења за унапређења која су од раније позната, не постоји њихова масовна примена. Окружење има значајан утицај на то како газдинства доносе одлуке о иновацијама и на начине предузимања иновативних акција и на њихов успех или неуспех. Потребно је створити повољније окружење за коришћење постојећих решења унапређењем и модернизацијом физичких ресурса и развојем компетиција фармера да примењују нове технологије, иновације и знања. Резултати показују да развојна истраживања и иновације имају велики значај на унапређење производње на травњацима и унапређење сточарства. Међутим, поред значаја која пољопривредна газдинства имају за друштво и привреду Србије, политика истраживања и иновација није најбоље прилагођена потребама пољопривредних газдинстава која су носиоци активности. Зато је потребно унапредити функционалност иновационог система и створити повољније окружење за развој.

**Кључне речи:** травњаци, пољопривредна газдинства, истраживања, развој, иновације, организованост

## УВОД

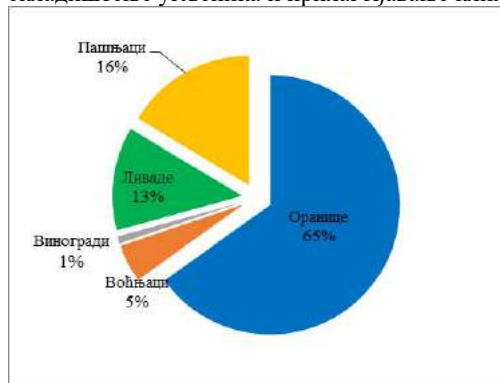
Одржива производња хране и животни стандард на селу зависе у великој мери од тога колико успешно се знање генерише и примењује у пољопривреди, као и од тога постоје ли капацитети да се произведе такво знање. У оквиру Европског партнерства за иновације у пољопривреди (EIP-AGRI, Knowledge systems, August 2017) наводи се да ће будућа пољопривреда бити пољопривреда знања. Не само истраживања, већ и саветодавне услуге, демонстрационе фарме, организације пољопривредника и мреже су суштина ових промена. Приступити у размени знања, учењу и иновацијама у пољопривреди се брзо мењају. У прошлости је можда изгледало довољно налазити решења у оквиру истраживања, а затим их касније преносити на фармера. Данас се нови и бољи начини размене знања и експертисе сматрају суштинским за одржавање конкурентности и руралних подручја у пољопривреди и производњи хране у 21. веку.

<sup>1</sup> Пољопривредни факултет Крушевац, Универзитет у Нишу, e-mail: dragan.terzic@agrolink.org.rs

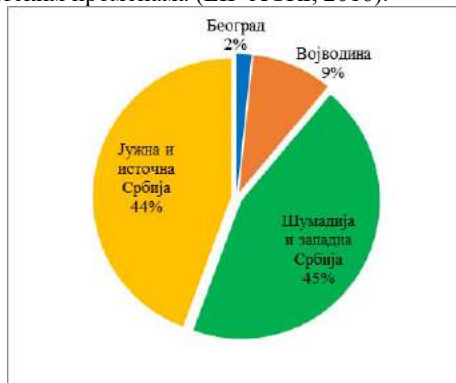
<sup>2</sup> Академија инжењерских наука Србије (АИНС)

Травњаци су најраспрострањенија биљна формација на земљи и битан су део екосистема. Заузимају око 40,5% копна, а у Србији заузимају 29.2% пољопривредног земљишта (Граф. 1 и 2). Просечни приноси свих травњачких површина, како их статистика води, су ниски и крећу се у границама 1,4-2,2  $tha^{-1}$  суве материје за ливаде и 0,4-1,0  $tha^{-1}$  за пашњаке. Какви су потенцијали може се видети из резултата многобројних и вишегодишњих истраживања која су спроведена у брдско-планинском подручју, где травњаци доминирају у просторном распореду (Граф. 6 и 7). С обзиром да постоје значајне површине и могућности за унапређење, а да се ради о претежно крајње запостављеним изворима сточне хране, лако је закључити да нерационално користимо ресурсе које имамо.

Dillon (2018) наводи да се у Европи систем производње на пашњацима суочава са троструким изазовом: (1) задовољити све већу глобалну потражњу за храном; (2) и то на еколошки одржив начин; (3) осигурати да производи задовољавају највише стандарде одрживости, санитарног квалитета и хранљиве вредности за све пробирљивије потрошаче. Травњаци су значајан ресурс за сточарство и имају посебно велики значај за исхрану преживара који за свој развој и опстанак користе храну биљног порекла и то ону коју човек не може да конзумира и исту претварају у месо и млеко (Лазаревић и Терзић, 2019). Травњаци имају и велики еколошки значај, али то још увек нема тржишну вредност али се и она очекује у будућности. Будући истраживачки напори су усмерени у развијању система која ће интегрисати продуктивност травњака, заштиту животне средине, биодиверзитет, складиштење угљеника и прилагођавање климатским променама (EIP-AGRI, 2016).



Граф. 1. Пољопривредно земљиште Србије (5.069.000 ha)



Граф. 2. Површине под травњацима по регионима (1.482.000 ha)

Извор: Републички завод за статистику, Статистички годишњак 2012

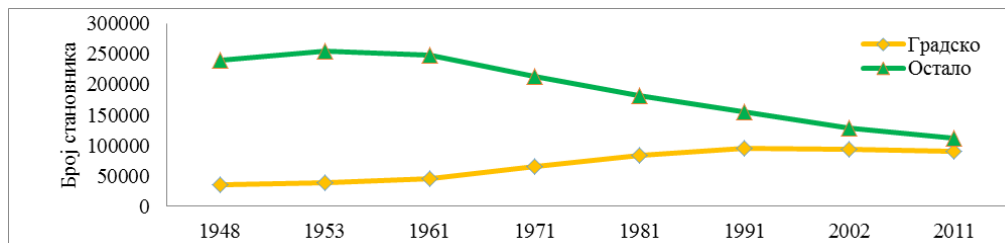
У раду је урађена идентификација недовољно коришћених, развојних и иновативних решења у производњи и искоришћавању травњака и унапређењу сточарске производње и дати су предлози за унапређење на нивоу газдинства и окружења. Поред тога, анализирана је функционалност иновационог система и дате препоруке за унапређење. У раду су коришћени резултати ранијих истраживања, као и резултати анкете и анализе спроведене на пројекту „Могућности унапређења економичности на фармама за производњу оваца и коза“ финансираног од Министарства пољопривреде шумарства и водопривреде (Терзић и сар. 2019).

## АНАЛИЗА СТАЊА ПРОИЗВОДЊЕ У БРДСКО-ПЛАНИНСКОМ ПОДРУЧЈУ

Брдско-планинско подручје обухвата 53 општине у 14 области, а располаже са преко 1,6 милиона хектара земљишне површине. На брдско-планинском подручју живи око 1,2 милиона становника или око 17% укупног становништва Србије. Основни субјекат у пољопривредној производњи у брдско-планинском подручју Србије и њен носилац су

породична пољопривредна газдинства. У брдско-планинском подручју има 204.659 пољопривредних газдинстава, распоређених у региону Шумадије и Западне Србије (107.169) и региону Јужне и Источне Србије ( 97.490).

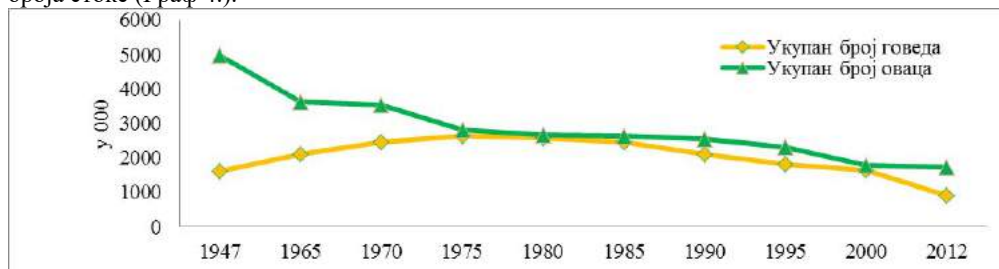
Травњаци у оба региона у укупним површинама учествују са 38%. Доминирају газдинства са екстензивним производњама, производња се организује на ниском технолошком нивоу и остварују се мали приноси и приход (Лазаревић Р. и Терзић, 2019).



Граф. 3. Упоредни преглед становништва у општинама у којима је удео травњака у укупним површинама преко 70% (просек за 10 општина, 1948-2011)

Сведоци смо да се село у Србији суочава са израженом депопулацијом, забрањавајућим падом наталитета и старењем становништва. Изражен процес миграције становништва на релацији село-град је довео до тога да је велики број села у брдско-планинском подручју нестало или ће у наредном периоду нестати.

Израженом депопулацијом свих подручја Србије, а посебно брдско-планинских (Граф. 3), огромне површине се не користе, јер је одлазак становништва условио значајан пад броја сточе (Граф 4.).



Граф.4. Бројно стање говеда и оваца (у 000 грла) у Србији 1947-2012 (Лазаревић Р. и сар 2016)

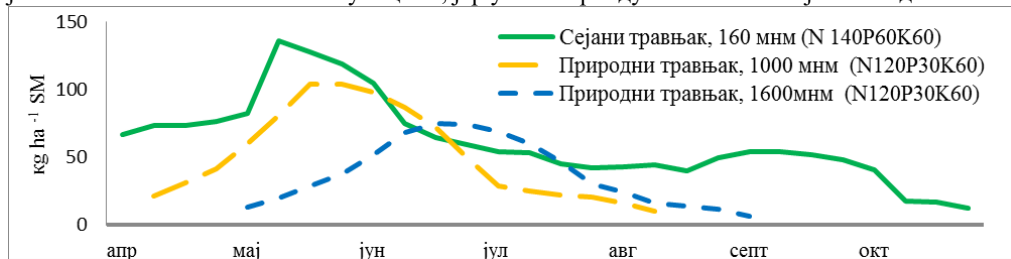
Структуру пољопривредне производње Републике Србије карактерише смањени удео сточарства. У структури производње две трећине чини биљна, а преосталу трећину чини сточарска производња. То је очигледан индикатор неразвијености српске пољопривреде. Аграрно развијене земље јесу оне земље које у структури укупне пољопривредне производње имају већински удео сточарске производње, која важи за капитално интензивнију грану пољопривреде. Од изузетне је важности повећање сточарске производње и њено веће учешће у укупној производњи, зато што је сточарска производња у стању да створи знатно већу додату вредност за разлику од биљне (а уз то остварује и мање осцилације у производњи), па тако представља окосницу (носиоца) развоја овог комплекса (Марковић, 2017). Травњаци су значајан ресурс у сточарској производњи. Бољим искоришћавањем травњака је могуће унапредити сточарску производњу и животни стандард на брдско-планинском подручју. Поред депопулације, постоје подручја и села која имају перспективу и у којима се осмишљеним и стручним реаговањем могу активирати неискоришћени потенцијали и допринети бољем животном стандарду становништва на том подручју. Терзић и сар., (2019) истичу да постоје значајне могућности унапређења (1) производње и искоришћавања травњака по јединици површине, (2) да постоје значајне

површине под травњацима које се не користе, (3) постоје могућности унапређења у скоро свим карикама у ланцу производње, (4) као и могућности већег степена финализације производа, а посебно висококвалитетне органске хране. Све ово указује да се бољим управљањем овим ресурсима може обезбедити знатно већа сточарска производња од садашње, која се може извозити. За разлику од индустријског сектора у коме су највећи извозници уједно и највећи увозници материјала и опреме (Марковић и Веселиновић, 2015), као и у неким производњама у пољопривреди, у производњи млека и меса базираној на кабастој храни са травњака, највећим делом се користе домаћи ресурси као улазне компоненте јер у структури цене коштања млека и меса храна чини велики удео у трошковима (50 – 70%). Све ово показује да производња меса и млека базирана на производњи кабасте хране са травњака на брдско-планинском подручју је важан потенцијал развоја Републике Србије чијом валоризацијом би се постигли значајни економски ефекти. Неопходно је пронаћи начин за веће активирање ових производних потенцијала.

### ОГРАНИЧАВАЈУЋИ ФАКТОРИ У ИСКОРИШЋАВАЊУ ТРАВЊАКА И УНАПРЕЂЕЊУ СТОЧАРСКЕ ПРОИЗВОДЊЕ НА ГАЗДИНСТВИМА

Велики је број ограничавајућих фактора који отежавају унапређење и осавремењавање искоришћавања травњака, а тиме и сточарске производње. Често се као једна од могућности унапређења економичности сточарске производње истиче повећање броја грла. Међутим, повећање броја грла је, поред осталог, повезано са могућностима за обезбеђење довољне количине хране у критичним периодима, потребног простора за смештај грла, довољно радне снаге и др.

Потенцијал травњака одређује сезонски карактер накупљања органске материје, њиховог искоришћавања и примена мера неге. У периоду када је дневна продукција велика (граф. 5) и када најчешће превазилази потребе а квалитет брзо опада, конзервисање сушењем је често отежано и са великим губицима, јер у том периоду обично има највише падавина.



Граф. 5. Дневна продукција на сејаним (160 мм) и природним травњацима, 1000 и 1600 мм (Лазаревић Д. и сар., 1999 и 2003)

Конзервисање методом силирања је мало заступљено. Произвођачи најчешће нису технички опремљени да могу у кратком временском периоду обавити конзервисање. Анализе показују да су газдинства лоше технички опремљена. Од укупног броја анкетираних домаћинстава на пројекту која се баве овчарством и козарством, њих 82,9% поседује трактор, 78% тракторску косу, док силокомбајн поседује само 26,3% газдинстава, а 36% користи електричну пастирицу. Сви анкетирани на пројекту су ручно музли овце. Од укупног броја анкетираних 43,9% нема електричну енергију у објектима где чува овце/козе у летњем периоду, а 7,5% нема осветљење у просторијама где се оне јагне/јаре.

Анкетирани фармери наводе набавку механизације, унапређење прераде и изградњу објеката као главне факторе који би допринели унапређењу производње. Фармери као главне слабости наводе малу мотивисаност младих да остану на селу, недостатак радне снаге и лоше цене. Као главне предности газдинства, произвођачи наводе сложну породицу и субвенције државе и велике површине под ливадама и пашњацима. Како се најчешће ради о неразвијеним подручјима у којима су травњаци важан ресурс, а пољопривреда главна

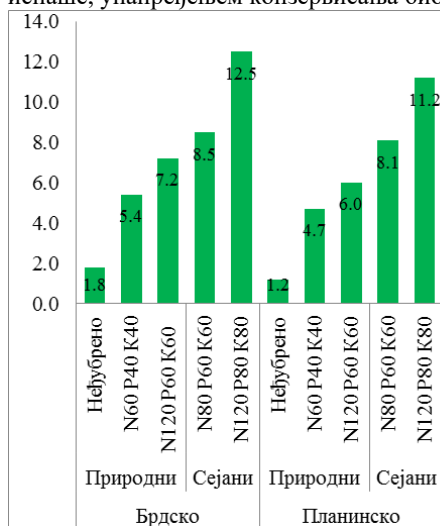
привредна грана, развој говедарства, овчарства и козарства може да допринесе унапређењу пољопривреде у брдско планинском подручју.

Субвенцијама за производњу је могуће остварити краткорочна повећања производње захваљујући већим улагањима, али и оне често не допринесе дугорочном развоју. Субвенције имају потенцијал да подстакну учеснике на тржишту на „удобан“ образац понашања који очекује наставак субвенција радије него модел понашања који стимулише иновације и повећање конкурентности. Ово може створити зависност уместо да подстиче на акцију у смеру повећања конкурентности и прилагођавања новим могућностима (Лазаревић Р. и Терзић, 2019).

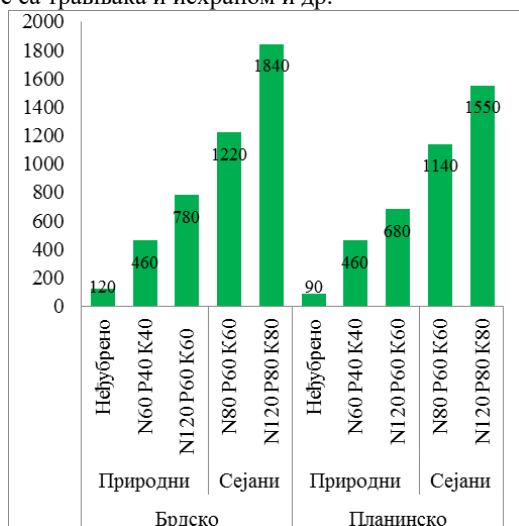
У Извештају о глобалној конкурентности за период 2016-2017. се наглашава важност иновација као извора конкурентности и економске диверзификације за обнову раста. У том контексту, јасно је да (1) монетарни подстицаји нису довољни за поновно јачање раста ако економије нису конкурентне, (2) све важнији елемент конкурентности је стварање повољног окружења за иновације. Способност и спремност за иновирање и примену иновативних решења се у актуелном времену виде као кључни покретачи конкурентности, а важан елемент конкурентности је стварање повољног окружења за иновације.

### МОГУЋНОСТИ УНАПРЕЂЕЊА ПРОИЗВОДЊЕ НА ТРАВЊАЦИМА

Постоје бројне мере којима је могуће унапредити искоришћавање и економичност производње на травњацима. Производња се може вишеструко увећати већом применом ђубрива, заснивањем сејаних травњака, већом интродукцијом легуминозних врста у травњаке, уношењем кречног материјала, бољим искоришћавањем травњака, менаџментом испаше, унапређењем конзервисања биомасе са травњака и исхраном и др.



Граф. 6. Потенцијали природних и сејаних травњака у различитим подручјима (принос суве материје  $t\ ha^{-1}$ )

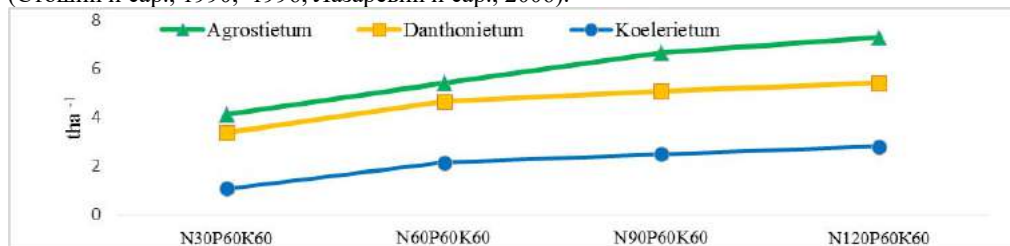


Граф. 7. Потенцијали природних и сејаних травњака у различитим подручјима (принос протеина  $kg\ ha^{-1}$ )

Најважније, најраспрострањеније и врло ефикасне мере за унапређење травњачке производње су ђубрење и заснивање сејаних травњака. Колико су велике могућности повећања производње веома јасно указују истраживања (граф. 6 и 7) у којима је уз помоћ само ђубрива у брдском подручју повећан принос на природним травњацима са  $1,8\ tha^{-1}$  на  $7,2\ tha^{-1}$ , и на  $12,5\ tha^{-1}$  на сејаним травњацима. У планинском подручју повећања су се кретала од  $1,2\ tha^{-1}$  на природним травњацима без ђубрења до  $6\ tha^{-1}$  у варијанти са ђубрењем и чак  $11,2\ tha^{-1}$  у варијанти са ђубрењем и заснивањем сејаних травњака.

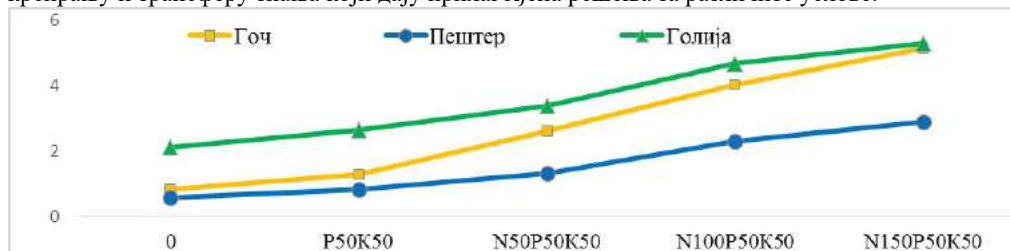


Како су травњачке фитоценозе врло сложене, састављене од великог броја врста врло различитих особина и потреба према хранљивим елементима, одређивање врсте и количине минералних ђубрива које ће се применити је сложеније него што је то случај са ратарским усевима. Примењено ђубриво на травњацима изазива врло бурне промене. Врло брзо се мења флористички састав и битно повећавају приноси. Овакве промене се догађају при правилном избору односа и количина основних хранљивих елемената - азота, фосфора и калијума (Стошић и сар., 1990, 1996, Лазаревић и сар., 2006).



Граф. 8. Реакција различитих типова травњака у истим условима на једнако ђубрење (Којић и сар., 1992)

За добру и рационалну производњу важно је прилагодити врсте и количине ђубрива сваком травњаку, полазећи од његових флористичких карактеристика и производног потенцијала, водећи рачуна и о карактеристикама земљишта. Резултати Којића и сар., 1992, Стошића и сар., (1999), Лазаревића Д. и сар., (2006) потврђују потребу доброг познавања услова у којима се налази било који травњак, да би се што тачније одредила норма ђубрења. Подаци показују да исти и различити типови травњака различито реагују на исто ђубрење (граф. 8 и 9) у различитим педоклиматским условима. Иста мера примењена на различитим травњацима доводи до различитих производних и економских резултата. Велики број фактора на нивоу фарме, а који нису под контролом фармера као што су регион, тип земљишта, надморска висину и метеоролошки услови утиче на продуктивност травњака (Hanrahan et.al., 2017). Ово указује да су потребни истраживачки приступи и методи рада у креирању и трансферу знања који дају прилагођена решења за различите услове.



Граф. 9. Реакција исте асоцијације (*Danthonietum calycinae*) у зависности од ђубрења и локалитета, tha<sup>-1</sup> (Стошић и сар. 1999)

Поред тога, што се правилним ђубрењем значајно може интезивирати производња и што постоје прилагођена решења, у Србији на територијама општина где травњаци заузимају преко 70% пољопривредних површина, ђубрењем је обухваћено свега 15,9% површина (Лазаревић, Р. 2016).

### НЕДОВОЉНО КОРИШЋЕНА, РАЗВОЈНА И ИНОВАТИВНА РЕШЕЊА У ПОВЕЋАЊУ ПРИНОСА, КВАЛИТЕТА, ИСКОРИШЋАВАЊА ТРАВЊАКА И УНАПРЕЂЕЊУ СТОЧАРСКЕ ПРОИЗВОДЊЕ

У циљу повећања приноса, квалитета, искоришћавања травњака и унапређењу сточарске производње у свету је данас актуелна већа примена ICT технологије. Dillon (2018) наводи да би у будућности већа пажња требао да буде посвећена развоју алата за подршку

фармерима у одлучивању који треба да им помогну у доношењу бољих одлука у управљању травњацима, животињама и производним системима на фарми. Нова технологија треба боље да повеже фармере, саветодавце, истраживаче и остале заинтересоване стране и створи решења прилагођена локалним потребама. Данас, у неким земљама постоје развијене веб апликације за управљање травњацима (нпр. Pasture Base Ireland) које треба да допринесу лакшем оцењивању пашњака, бољу контролу и исхрану на пашњацима и доприносу знатно већој продуктивности и профитабилности (Hanrahan et.al 2017). У неким земљама су креиране апликације за интернет и мобилне телефоне за управљање травњацима (планирање, испаше, мерење испаше, процена квалитета крмне итд.), нпр. прогноза продукције пашњака у различитим агроеколошким условима на Новом Зеланду (<http://pasture-growth-forecaster.dairynz.co.nz>) или Ирској (<https://pasturebase.teagasc.ie>)

У Србији постоје бројна решења спремна за коришћење која могу да допринесу повећању приноса, квалитета, искоришћавању травњака и унапређењу сточарске производње, а која се недовољно користе. У студији о могућностима унапређења економичности на фармама за производњу оваца и коза, Терзић и сар., 2019 наводе да се услови гајења оваца и коза разликују од једног до другог подручја и од газдинства до газдинства, што указује да не постоји једно добро решење, већ да су у унапређењу економичности потребни шири приступи и решења прилагођена ресурсима и контексту у коме се газдинства налазе. Аутори наводе бројна решења спремна за примену, а којима је могуће унапредити ове производње у брдско планинском подручју, а нека од њих су:

- Унапређење производње на природним травњацима ђубрењем уз употребу НПК хранива у адекватном односу (2-4:1:1). Примена адекватне количине ђубрива у односу на земљиште, флористички састав травњака и потреба на фарми;
- Заснивање сејаних травњака различитих намена (за испашу, косидбу, комбиновано искоришћавање) и избор смеше прилагођене земљишту (за кисела, неутрална земљишта) и планираном периоду искоришћавања;
- Правилно ђубрење сејаних травњака и коришћење адекватног односа НПК хранива. У првој години однос је исти (1:1:1), а касније се количине азота повећавају (2-4:1:1);
- Већа интродукција легуминозних врста у травњаке у циљу повећања продуктивности, протеина, квалитета травњака (палатибилности, сварљивости), конзумирања од стране животиња, мање употребе минералних ђубрива, мањег додатног прихрањивања травњака и испирања хранива, повећања биодиверзитета и др.;
- Унапређење техника заснивања травњака (нпр. правилан избор врсти, заснивање у оптималном периоду и у адекватно припремљено земљиште, коришћење у сетви еколошки прихватљивијих метода и др.);
- Уношење кречног материјала пре заснивања луцерашта и детелинско-травних смеша (на киселим и дубоким земљиштима са количинама усклађеним са киселошћу земљишта (pH));
- Производња кабасте хране од једногодишњих лептирњача (грашка и грахорице) и њихових смеша са житима;
- Унапређење искоришћавања травњака правременом косидбом и комбинованим начином искоришћавања (косидба и испаша);
- Веће учешће и боља организација планске испаше (ограђивање пашњака и дељење у прегоне); боље оптимизирање продукције травњака и потреба животиња;
- Уклањање отровних врста са пашњака (нпр. *Colchicum autumnale*, *Ranunculus* sp., *Pteridium* sp., и др ) који могу негативно утицати на здравље животиња и човека или чак изазвати смртност;

- Конзервисање веће количине квалитетније кабасте хране убрзаним начинима сушења сена, а посебно спремањем силаже и сенаже;
- У исхрани боље усаглашавање количине и квалитета расположивих хранива са потребама грла;
- Механизовање радних процеса у производњи, конзервисању кабасте хране и управљању стадом;
- Веће коришћење соларне енергије у организацији испаше, чувању стада и тамо где не постоји електрична енергија (станови, катуни, бачије);
- Увођење органске производње;
- Познавање стања на газдинству и у окружењу и поседовање довољно знања да се донесу правилне одлуке прилагођене условима/потребама/проблемима и/или могућностима на газдинству.

Већина напред наведених могућности за унапређење је познато од раније и то намеће питања, зашто још увек нису у довољно заступљена у пракси? Већи број фактора (фармери, саветодавци, истраживачи, доносиоци одлука, и друге заинтересоване стране) утичу на продуктивности и иновативност фармера. Највећи број напред поменутих познатих а недовољно примењених решења се односи на технолошке иновације. Rodgers (2003) дефинише иновацију као идеју, праксу или предмет који од појединца или других који је усвајају схвата као нова. Исти аутор сматра да већина технолошких иновација има две компоненте: (1) хардвер који се састоји од физичког предмета - алата/инструмента за обаљање одређене функције и (2) софтвер који се састоји од базе знања за тај предмет/алат.

Примена иновативних и нових решења често подразумева техничко опремање газдинстава. Анализирајући могућности за унапређење производње, долазимо до закључка да је мала економска снага газдинства често ограничавајући фактор њихове техничке модернизације. Просечна економска величина специјализованих газдинства за узгој стоке на испаши (говеда, овце, козе) је 5,972 евра, а породичних 5,491 евра (Џвијановић и сар., 2014), што отежава набавку опреме за конзервисање кабасте хране, трактора веће снаге, соларних система, музилица, лактофриза, мини погона за прераду, изградња објеката и др. Постојећи подстицаји су врло значајни, али због мале економске снаге произвођача, набавка опреме је најчешће опет недостижна за већину газдинстава.

Са друге стране недовољно је удруживање прозвођача, изостанак адекватне системске подршке и подстицаја у заједничком коришћењу ресурса-опреме, земљишта, објеката и др. Поред додатног повећања субвенција за брдско-планинско подручје, пожељно је створити услове, амбијент (иновативни правни оквир) у коме ће и групе произвођача које раде заједно и заједнички користе ресурсе имати право да као група користе субвенције и за заједничку набавку опреме. Из напред наведених разлога Терзић и сар., (2019), предлажу формирање фармерских организација/произвођачких група које ће бити базиране и повезане по основу заједничког коришћења ресурса, а које неће захтевати трошкове одржавања и чија регистрација је једноставна. Постојећи модели (задруге и удружења) нису најбоље прилагођена решења за овај тип удруживања.

Поред техничке компоненте, произвођачи често немају све предуслове за доношење одлуке о инвестирању у нова и иновативна решења. Корист од иновација није увек сигурна и јасна и није увек сигурно да иновација предстаља супериорну алтернативу претходној пракси. Постоји неизвесност о последицама након усвајања и процес одлучивања о иновацијама је у суштини тражење и обрада информација у којој појединац жели да смањи неизвесност о предностима и недостацима иновација.

Rodgers (2003) наводи да се процес одлучивања (innovation-decision process) састоји од неколико фаза кроз који појединац или (други доносиоци одлука) пролази од (1) првог сазнања о иновацији преко (2) формирања става о иновацији и (3) доношења одлуке о прихватању или одбацивању до (4) имплементације нове идеје и (5) потврђивања или

одбацивања те одлуке. Аутор наводи да у оквиру тог процеса потенцијални нови корисник треба да буде у могућности да сагледа атрибуте иновација које су важне за њихово усвајање и ширење (релативну предност, компатибилност, комплексност, лакоћа експериментисања, видљивост), како би се створила основа за доношење одлуке о имплементацији.

Постојећа подршка се најчешће састоји у информисању фармера о новим технологијама, што је обично недовољно да би доносиоци одлука формирали став о иновацији и прошли остале фазе у процесу. Фармери за усвајање нове технологије, поред отежане набавке хардверске компоненте, често немају комплетну подршку у процесу формирања увида који су им потребни за доношење одлуке о прихватању или одбијању иновације. Посматрано заједно, потребно је створити повољније окружење за модернизацију физичких ресурса и развој конкуренције фармера да примењују нове технологије, иновације и знања.

Да би се олакшало одлучивање на газдинству, потребно је повољније окружење у коме доносилац одлуке у могућности да креира процес уочавања, сагледавања, процене и упоређивања нових и постојећих решења која воде ка унапређењу. У овом процесу демонстрационе и пилот фарме могу да имају велику улогу у дифузији иновација, технологија и знања и ширењу најбољих пракси. Оне играју велику улогу у учењу преко посматрања или угледања на рад других и омогућавају да пољопривредници изврше евалуацију иновације/технологије у условима која је слична њиховим и ефикасан су алат у преносу знања. У извештају Европског партнерства за иновације (EIP-AGRI, 2016) се наводи да је потребно више напора у експериментисању на фарми и преносу знања са специјалним фокусом на оптимално управљање прилагођено агроеколошким условима и локалним потребама.

## **АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛНОСТИ ИНОВАЦИОНОГ СИСТЕМА У ПОЉОПРИВРЕДИ**

Према подацима Пописа пољопривреде из 2012. године, у Републици Србији је постојало 631.552 газдинстава од чега је 32.4% у брдско планинском подручју (Статистички годишњак РС, 2012<sup>1</sup>). Међу пописаним пољопривредним газдинствима 99,6% су газдинства физичких лица, и она користе 82% површина.

Аутори овог рада сматрају да се фармерска производња у брско планинском подручју у нашим условима треба да заснива на породичним газдинствима (са радном снагом из породице), како би дала резултате који обезбеђују одржив развој домаћинства, што је један од предуслова заостанак младих у тим подручјима.

Поред значаја који имају за друштво и економију, породична пољопривредна газдинства су последњих деценија била занемарена у политици истраживања и иновација Републике Србије. Политика научних истраживања није прилагођена потребама развоја породичних пољопривредних газдинстава. Поред тога, истраживања су само један део онога што се у Европском комитету за пољопривредна истраживања назива Систем знања и иновација у пољопривреди (Agricultural Knowledge and Innovation System (AKIS)). Поред истраживача, систем обухвата, саветодавце, пољопривреднике и многе друге заинтересоване стране. Све је већи фокус на иновацијама, а иновације су много више од истраживања и обухватају нпр. тржиште радне снаге, политике регулације, социјалне иновације. Сам термин „иновација“ не обухвата само технолошке иновације, већ укључује и друштвене, институционалне и финансијске иновације. Нови начини организовања људи и ресурса, такође могу бити подједнако значајни. Ови различити типови иновација се не развијају само у истраживачким центрима, већ све више заједно са заинтересованим странама или „власницима“ проблема у реалним околностима (Kristof and Hornidge, 2015).

Нека знања је потребно да буду генерисана истраживањима и зато је важан допринос и укљученост науке. Међутим, важно је схватити да нису само истраживачи и саветодавци они који имају корисна знања. Често је случај да знање већ постоји у једној од интересних група и у многим случајевима је само потребно да се оно дели/размени. Нпр. предузетници

обично боље познају могућности на тржишту од саветодаваца и истраживача, а управо нове могућности на тржишту могу бити од велике важности за произвођаче. Како би се ставила у функцију сва ова знања, потребни су нам приступи који ће укључивати све заинтересоване стране и користити знања свих заинтересованих страна. Потребно је створити амбијент да све заинтересоване стране могу да пруже свој допринос и систем који ће вредновати њихов допринос.

Данас у Европској унији се разликују два погледа на иновациону политику: приступ система иновација насупрот макроекономском приступу (Smits et al., 2010). Макроекономска перспектива има тенденцију да иновацију види као линеарни процес од основног истраживања преко развојног истраживања до примене. Из перспективе система иновација, фокус је на интеракцији између различитих актера у иновацијском процесу.

Основни аргумент системских теорија је да услови система имају пресудан утицај на то како организације доносе одлуке о иновацијама, на начине предузимања иновативних акција и на њихов успех или неуспех. Истраживања Bergeka et al., (2010) указују да, добро развијен систем иновација има седам функција:

1. Развој и дифузија знања;
2. Утицај на смер тражења и идентификацију могућности;
3. Предузетничко експериментирање и управљање ризиком и несигурношћу;
4. Формирање тржишта;
5. Мобилизацију ресурса;
6. Легитимизацију и
7. Развој позитивних исхода.

Аутори додају да функционална анализа може да укаже на слабости система и да допринесе развијању политике за решавање слабости у иновационом систему. Код функционалне анализе иновационог система, главни фокус се ставља на „оно шта се стварно постиже“ у систему тј. „на оно шта мислимо да би требало постићи али се то не постиже“, што имплицира да се слабости система могу изразити у функционалном смислу (Bergek et al., 2010).

Полазећи од напред наведеног, могу се идентификовати бројне слабости иновационог система у области пољопривреде у Србији. У оквиру иновационе политике према породичним газдинствима доминира приступ у коме се иновација види као линеарни процес од (основног) истраживања преко истраживања и развоја до примене, а недостају приступи који иновације посматрају као шири процес и интеракцију између различитих актера у иновационом процесу, које би уважавале постојеће стање, биле вођене потребама корисника, усмерене ка решавању конкретних развојних проблема и искоришћавању могућности. Мотивација истраживача да примене нове приступе је мала, јер начин вредновања и евалуације истраживача није стимулативан за рад са новим приступима и рад на конкретним развојним проблемима породичних газдинстава. Процес дифузије иновација, технологија и знања је успорен и базиран је на трансферу информација, а недовољно је подршке газдинствима у целом процесу доношења одлука о иновацијама. Институционална подршка није адекватна у подршци газдинствима у идентификацији нових могућности или другим иновативним иницијативама. Недовољно је експериментисања и истраживања на газдинству која су вођена од стране фармера или на партиципативан начин. Недостају приступи који омогућавају мобилизацију ресурса, тј. укључивање релевантних заинтересованих страна и њихов заједнички рад на развоју иновација, а у циљу решавања конкретних развојних проблема или искоришћавању могућности. Ограничене су могућности за финасирање примене нових приступа у раду са пољопривредним газдинствима.

Све то утиче да средства која се код нас инвестирају у истраживања и развој дају скроман допринос развоју, зато што се у раду користе политике и приступи који дају ограничене резултате. Аутори овог рада сматрају да се средства намењена истраживању и развоју могу трошити на делотворнији и ефикаснији начин, како би се обезбедио већи утицај на одрживи развој пољопривредних газдинстава и пољопривреде уопште.

## МОГУЋНОСТИ УНАПРЕЂЕЊА ФУНКЦИОНАЛНОСТИ ИНОВАЦИОНОГ СИСТЕМА У ПОЉОПРИВРЕДИ

Радна група ЕУ комитета за пољопривредна истраживања (SCAR Strategic Working Groups: ARCH, AKIS & FOOD SYSTEMS, 2018) наводи да су системи истраживања и иновација у пољопривреди све отворенији, сложенији и брзо се мењају. Исти аутори у препорукама за јачање утицаја пољопривредних истраживања и иновација, поред осталог наводе, да је потребно да креатори политике за истраживање и иновације стварају погодно окружење за остварење утицаја истраживања и обезбеде подршку истраживачима у развијању капацитета за таква истраживања. Аутори наводе да је потребно јачати подстицаје и евалуационе критеријуме за истраживачке организације и истраживаче како би се подстакао фокус на већи утицај истраживања на развој и приступе који укључују већи број учесника, такође, аутори сматрају да је потребно обучити истраживаче новим методама рада.

Home and Moschitz (2013) наводе промене на нивоу истраживачке политике које је потребно урадити у циљу унапређења иновационе политике: (1) креирање критеријума за евалуацију који стимулишу трансдисциплинарно и интерактивно истраживање, (2) укључивање практичара у процесе финансирања и евалуације истраживања, (3) подршка за краткорочне посете како би се стимулисала размена искустава између заинтересованих страна, (4) формирање фондова за пројекте који укључују науку и праксу на равноправној основи и (5) успостављање лако доступне базе података за висококвалитетне неакадемске публикације/чланке.

Исте мере у циљу унапређења иновационе политике су потребне данас и у Републици Србији. Поред тога, мере које могу да допринесу унапређењу функционалности иновационог система у пољопривреди су повезане са већим укључивањем партиципативних акционих истраживања на газдинству, партиципативног развоја иновација, интерактивних иновационих модела, посредовања у иновационом процесу, формирања пилот и демо фарми и др. Подршка на начелима паметне специјализације такође може бити од великог значаја. Напред поменути приступи већ постоје и развиле су их неке међународне организације и уз мање адаптације се могу успешно примењивати и у Србији. Потребна је и обука заинтересованих страна у примени нових приступа и коришћењу нових алата, као и подршка у примени. У циљу стварања предуслова за примену напред изнетог, неопходно је већа подршка пољопривредним газдинствима у оквиру система који се бави подршком истраживањима и развоју (Фонда за науку, Фонда за иновације, Министарства пољопривреде и локалних развојних фондова).

Потребно је укључивање нових приступа у раду истраживача али и развој критеријума за оцењивање резултата/учинка истраживача, истраживачких група, истраживачких пројеката и институција који су погоднији од постојећих, а који уважавају постојећи техничко-технолошки ниво на газдинствима и потребе пољопривредних газдинстава. Поред тога, систем вредновања је потребно прилагодити новим приступима који су више кориснички оријентисани и који се заговарају у оквиру Европског партнерства за иновације и ЕУ Комитета за пољопривредна истраживања (EU SCAR 2013, 2015). Посматрано заједно, за унапређење коришћења иновативних и недовољно коришћених решења и убрзани развој пољопривреде потребно је на нивоу институција створити повољније окружење.

### ЗАКЉУЧАК

Досадашњи резултати истраживања указују да постоје бројне мере којима је могуће унапредити искоришћавање и економичност производње на травњацима. Производња се може вишеструко увећати већом применом ђубрива, заснивањем сејаних травњака, уношењем кречног материјала, већом интродукцијом легуминоза у травњаке, бољим

искоришћавањем травњака, бољим менаџментом испаше, унапређењем конзервисања биомасе са травњака и исхраном.

Поред тога што постоје решења за унапређења која су од раније позната, не постоји њихова масовна примена. Потребно је створити повољније окружење за коришћење постојећих решења унапређењем и модернизацијом физичких ресурса и развојем конкуренције фармера да примењују нове технологије, иновације и знања.

Због значаја породичних газдинстава која имају за пољопривреду и привреду Србије, потребно је политику истраживања и иновација прилагодити потребама пољопривредних газдинстава који су носиоци пољопривредних активности. У циљу бржег развоја и дифузије иновација потребно је унапредити функционалност иновационог система.

Потребно је у рад укључити нове приступе који омогућују подстицајно окружење за боље повезивање науке и праксе. То подразумева поред осталог, веће коришћење партиципативног акционог истраживања за развој, партиципативног развоја иновација, мрежног и интерактивног модела развоја иновација, посредовање у иновационом процесу и др. Поред нових приступа у раду истраживача, потребно је развити и критеријуме за оцењивање резултата/учинка истраживача, истраживачких група, истраживачких пројеката и институција који су погоднији од постојећих, а који уважавају постојећи техничко-технолошки ниво на газдинствима и потребе пољопривредних газдинстава. Систем вредновања је потребно прилагодити новим приступима који су више кориснички оријентисани и које се заговарају у оквиру Европског партнерства за иновације. За реализацију напред изнетог, неопходна је већа подршка пољопривредним газдинствима у оквиру система који се бави подршком истраживањима и развоју (Фонда за науку, Фонда за иновације, Министарства пољопривреде и локалних развојних фондова).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bergек A., Jacobsson S., Hekkert M. and Smith K., (2010). Functionality of Innovation Systems as a Rationale for and Guide to innovation Policy.
2. Dillon P.G. (2018): The evolution of grassland in the European Union in terms of utilisation, productivity, food security and the importance of adoption of technical innovations in increasing sustainability of pasture-based ruminant production systems. Proceedings of the 27th General Meeting of the European Grassland Federation Cork, Sustainable meat and milk production from grasslands, Ireland 17-21 June 2018 (3-17)
3. EIP-AGRI Focus Group (2016): Profitability of permanent grassland. Final report [https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eipagri\\_fg\\_permanent\\_grassland\\_final\\_report\\_2016\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eipagri_fg_permanent_grassland_final_report_2016_en.pdf)
4. EU SCAR (2013): Agricultural knowledge and innovation systems towards 2020 – an orientation paper on linking innovation and research, Brussels.
5. EU SCAR (2015): Agricultural Knowledge and Innovation Systems Towards the Future – a Foresight Paper, Brussels.
6. EU SCAR Strategic Working Groups: ARCH, AKIS & FOOD SYSTEMS (2018): Programming research and innovation (R&I) for improved impact
7. Којић и сар. (1992): Livadska vegetacija Rudnjanske visoravni i Radočela. Medicinske komunikacije Institut za krmno bilje, Beograd
8. Knickel, K., T. Tisenkopfs, S. Peter (eds.)(2009 ) Innovation Processes in Agriculture and Rural Development Results of a Cross-National Analysis of the Situation in Seven Countries, Research Gaps and Recommendations. IN-SIGHT Final report.
9. Lazarević D., Stošić M., Mrfat-Vukelić Slavica, Dinić B., Terzić D., *Dynamics of grassland production in hilly and mountainous regions of Serbia*. Proc.of 11th International Scientific Symposium, Forage Conservation, 9th-11th September, Nitra Slovak Republic, 2003, p. 82-84.
10. Лазаревић Д., Стошић М., Динић Б., Терзић Д., Лугић З. (2004): Продукција и квалитет биљне масе природног травњака ass. *Danthonietum calycinae* на Копаонику. Acta Agriculturae Serbica. Vol.IX, 17. (Special Issue) 273-278.
11. Лазаревић Д., Стошић М., Динић Б., Лугић З., Терзић Д. (2006): Потенцијал продукције сејаних травњака у равничарском и планинском подручју Србије. Биотехнологија у сточарству, Вол.22, 481-488.
12. Лазаревић Ратко, Лазаревић Драги (2016): Српско сточарство кроз векове и у будућности Академска мисао, стр. 69
13. Лазаревић Ратко, Терзић Драган (2019): Одржива традиционална пољопривреда на породичним газдинствима брдско-планинског подручја у Србији; Академска мисао, Академија инжењерских наука Србије (АИНС). Стр.10
14. Марковић, М. и Веселиновић, И. (2015). Развој производње пољопривредно-прехрамбених производа у циљу повећања извоза Србије. У Аранђеловић, З. (ред.) и Маринковић, С. (ур.): XX Међународни научни скуп: *Регионални развој и демографски токови земаља југоисточне Европе*. Ниш: Економски факултет Универзитета у Нишу.
15. Марковић Милан (2017): Улога пољопривредно-прехрамбениг сектора у повећању извоза Републике Србије, докторска дисертација, економски факултет, Универзитет у Нишу
16. Rodgers, E.M. (2003): Diffusion of innovation. New York: The Free Press.
17. Smits R.E., Kuhlmann S. and Shapira P., *The Theory and Practice of Innovation Policy – An International Research Handbook*, Edgar Elgar. 2010.
18. Stošić M., Lazarević D., Dinić B., (1996): Uticaj vremena iskorišćavanja i načina primene azotnog đubriva na raspednoј produkcije prirodnoг travnjaka tipa *Agrostetium vulgaris* на Копаонику. Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 1996b, 26, str. 309-316.



19. Stošić M., Slavica Mrfat-Vukelić, Lazarević, D. (1999): Effects of fertilizers on floristic and production changes in *Ass. Danthonietum calycinae* at different locations of hilly mountain regions of Serbia. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*. Vol. 2, No. 2, 178-187.
20. Терзић Д., Лазаревић Р., Стошић М., Међеј О., Ђорђевић Н., Радивојевић Д., Вељковић Б., Бауман Ф., Копривица Р., Петрушић З., (2019): Могућностима унапређења економичности на фармама за производњу оваца и коза. Истраживачко развојни центар за одрживи рурални развој и иновације АгроЛинк Центар, Крушевац
21. Hanrahana, L., Geoghegana A. M., Griffitha V., Ruellea, M. W. E., Shallooaa L. (2017): PastureBase Ireland: A grassland decision support system and national database. Elsevier, *Computers and Electronics in Agriculture* 136 (193-201)
22. Home, R. and Moschitz, H. (2013), Incentive mechanisms for researchers to participate in targeted interactive research and innovation processes – beyond academic relevance. In: EU SCAR (2013).
23. Цвијановић Драго, Јонел Субић, Весна Параушић (2014): Пољопривредна газдинства према економској величини и типу производње у Републици Србији- Републички завод за статистику, Попис пољопривреде 2012

# THE IMPORTANCE OF DEVELOPMENT AND INNOVATIVE SOLUTIONS FOR IMPROVEMENT OF THE GRASSLAND UTILIZATION AND LIVESTOCK PRODUCTION IN HILLY-MOUNTAINOUS REGION OF SERBIA

## Summary

Grasslands in Serbia occupy significant areas and constitute a large production potential that is underutilized. Although science has solutions to significantly improve productivity on grasslands, it is dominated by extensive production with low yields of low-quality roughage. By analyzing the situation on farms, it is apparent that in some areas there is significant technological progress, but also that some innovations are very slow to adopt. The study analyzes the limiting factors and possibilities for improving productivity, utilization of grasslands and some of the causes of slow adoption of innovations on farms.

Numerous research findings and case studies show that production on grasslands in the short term can increase many times over. Production can be multiplied by greater application of fertilizers, establishment of sown grasslands, the introduction of lime material, introduction of legumes, better utilization of grassland, better grazing management, improvement of conservation of biomass from grassland and nutrition.

The environment has a significant impact on how farms make innovation decisions, also on ways to take innovative actions and on their success or failure. It is necessary to create a more enabling environment for the use of existing solutions by improving and modernizing physical resources and developing farmers' competencies to apply new technologies, innovation and knowledge. The results show that developmental research and innovation are of great importance for improving grassland production and improving livestock production. In addition to the importance that agricultural holdings have for the society and economy of Serbia, the research and innovation policy is not best adapted to the needs of the agricultural holdings that are the carriers of the activity. Therefore, it is necessary to improve the functionality of the innovation system and create a more enabling environment for development.

**Keywords:** grasslands, agricultural holdings, research, development, innovation, organization

# АДАПТАЦИЈА АГРОТЕХНИЧКИХ МЕРА У РАТАРСТВУ НА КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ

Жељко ДОЛИЈАНОВИЋ<sup>1\*</sup>, Душан КОВАЧЕВИЋ<sup>2</sup>, Снежана ОЉАЧА<sup>1</sup>, Милена СИМИЋ<sup>2</sup>

## САЖЕТАК

Пољопривредна, посебно ратарска, производња одувек је била под снажним утицајем метеоролошких услова. Поред тога, данас су изражени и други проблеми као што су недостаци појединих ресурса с обзиром на њихову ограниченост (фосилна горива) и повећање броја становника на планети. То указује на задатак науке и струке да снажнијим деловањем утичу на бројне промене и модификације, посебно у области технологије гајења. Сарадња са генетичарима и оплемењивачима гајеног биља се подразумева и то заједно са избором површина има карактер општих мера за ублажавање последица климатских промена на квантитет и квалитет приноса гајених биљака. Након тога долазе конкретне, директне мере: плодоред, обрада земљишта, ђубрење земљишта и исхрана биљака, сетва/садња и мере неге током вегетационог периода гајених биљака. У оквиру посебних система гајења, поред плодоред, важно место заузимају и здружени и покровни усеви чијим увођењем се повећава разноврсност гајених биљака при чему се побољшава искоришћеност ресурса као што су земљиште, светлост, топлота и вода.

Плодоред као најјефтинија, а дуго запостављана организационо-економска, фитосанитарна и агротехничка мера коначно мора добити на значају у свим системима земљорадње: конвенционалном, одрживом и органском. Такође, мора бити усаглашен са осталим агротехничким мерама како би његово деловање било потпуно. Насупрот плодореду, обрада земљишта је увек била и биће најскупља мера у технологији гајења, што значи да њој треба поклонити посебну пажњу. Кад год је могуће, зависно од земљишта и усева, примењивати редуковану обраду, али увек у време погодно за обрађивање. Ђубрење и сетву/садњу ускладити са потребама биљака и стањем земљишта уз праћење метеоролошких услова, посебно температура ваздуха и количина падавина. Број и интензивност мера неге зависи од примењених осталих мера и стања усева уз поштовање главног циља а то је прилагођавање биљака тренутним условима спољашње средине.

Својим деловањем пољопривреда и њен антропогени део, у- и изван пољопривреде, су током времена „дали“ значајан допринос климатским променама. Данас, пољопривреда је једна од грана привреде која највише „трпи“ од последица климатских промена. Да би ова грана привреде у измењеним економским условима опстала и, пре свега, обезбедила довољне количине квалитетне хране за становништво подизање свести произвођача уз измене у технологији гајења су неопходне и морају бити свеобухватне.

**Кључне речи:** системи гајења, метеоролошки услови, модификације, принос

## УВОД

Предвиђање динамике метеоролошких услова током године и вегетационог периода усева је од изузетног значаја за ублажавање последица климатских промена. Сваки усев има своје критичне периоде у односу на садржај влаге у земљишту и температуре ваздуха, период када усев посебно трпи утицај неповољних метеоролошких услова. Временом сетве усева може се моделирати да биљка “избегне” ситуацију да у критичном периоду трпи неповољне метеоролошке утицаје. Повећањем или смањењем густине усева, појачаним ђубрењем и избором одговарајућег генотипа, такође се може значајно ублажити неповољно деловање метеоролошких услова. Повећање интензивности пољопривредне производње

<sup>1</sup> Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет, Немањина 6, 11080 Земун.

\*Члан Академије инжењерских наука Србије, Краљице Марије 16, Београд, e-mail: dolijan@agrif.bg.ac.rs

<sup>2</sup> Институт за кукуруз, Земун Поље, Слободана Бајића 1, 11081 Земун Поље

утиче на мање опадање приноса зрна у неповољнијим метеоролошким условима. Гајењем здружених и покровних усева углавном се повећава разноврсност система гајења при чему се побољшава искоришћеност ресурса као што су земљиште, светлост, топлота и вода (Долијановић, 2015).

Током последње две деценије, истраживачи су спровели различита истраживања о томе како климатске промене утичу на ратарску производњу у Србији (Ковачевић и сар., 2005; Kovačević et al., 2012; Долијановић и сар., 2017) и широм света (Blanc and Sultan, 2015; Daccache et al., 2015; Kumar et al., 2015).

Повећање температуре ваздуха ће утицати на скраћење периода раста усева, чиме се потенцијално смањује принос и на тај начин прети будућој светској прехранбеној сигурности (Anwar et al., 2015). Разлог скраћења периода раста јесте убрзан развој у условима повећања температура ваздуха праћен недостатком падавина (Wu et al., 2019). Петнаестогодишњи резултати наведених аутора су показали да су датуми наступања главних фенолошких фаза раста кукуруза, озиме пшенице и риже промењени, али они ипак закључују да дужина периода раста за наведене усеве због глобалног загревања вероватно неће бити скраћена толико како предвиђају поједини модели симулације. Краће трајање вегетационе сезоне, мањи број дана потребних од сетве до цветања и број дана од сетве до зрења последица је очекиваног повећања температуре ваздуха током године и увећане сума температура, као и наглог увећања броја летњих и тропских дана.

Јанчић (2015) у својој докторској дисертацији, анализом будућег стања климе и агроклиматских индекса, закључује да највећи утицај на обим производње има количина падавина за коју се очекује да расте у зимском делу вегетације и од изузетног је значаја за раст и развој озиме пшенице, резерве воде у земљишту за јаре усева и повољан почетак вегетације јарих усева. С друге стране, очекивано значајно смањење количине падавина током летњих месеци, проузроковаће највећи физиолошки стрес код јарих усева (кукуруза и соје) и мање код озиме пшенице на крају вегетације. Такође, очекивани већи број тропских и летњих дана проузроковаће велики физиолошки стрес код јарих усева (кукуруза и соје). Резултати у наведеној дисертацији указују да би принос зрна пшенице требало да буде непромењен или да незнатно опада, иако би касније наступање јесењег мраза угрозило ранију сетву. С друге стране, приноси зрна кукуруза у условима без наводњавања, померањем рока сетве за петнаест дана раније на 05. април, показале су виши принос него у условима уобичајеног датума сетве 20. априла. Резултати симулираних приноса зрна соје за 2030. и 2050. годину указивали су да би принос требало да буде непромењен или значајно виши у очекиваним условима у односу на референтни период 1971-2000.

Није само проблем смањење приноса усева као последица климатских промена. Наиме, у условима климатских промена уочавају се и очекују бројне промене у погледу појава обољења и штеточина. На пример, одавно је, као последица врелих лета, посебно током августа месеца, код нас присутна штеточина-мољцац кромпира (*Phthorimae operculella*) пореклом из тропских крајева, као и штеточина парадајза (*Tuta absoluta*) и др. Гљивична обољења и појава штеточина (и повезаних вирусних обољења) представљаће изазов и промене у начину, редоследу и времену примене мера (превентивних, механичких, биолошких, физичких и хемијских). Према бројним студијама, у нашем региону се очекују миграције термофилних инсеката и на подручја са вишом надморском висином и повећање броја њихових генерација.

Резултати Xu et al. (2017) показују да је укупни потенцијал приноса кукуруза порастао за 0,15 милиона тона годишње током последњих пет деценија због повећања обрадиве површине као резултат утицаја климатских промена. Главни метеоролошки фактори који су утицали на потенцијал приноса кукуруза су сунчево зрачење чији утицај је измерен 47%, док је удео промена температуре износио 16%. Кључни метеоролошки фактори који ограничавају принос усева су температуре, падавине и сунчево зрачење, које варирају у различитим регионима. Таква ситуација је, како у свету, тако и у Републици Србији. Осим разлика на локалном и регионалном нивоу у погледу климатских промена и утицаја на

пољопривреду, постоје и глобалне, шире разлике. Тако, неки делови Европе (северни) ће трпети мање последице климатских промена, посебно повећања температура ваздуха.

Укупна штета услед поплава 2014. године у Србији процењена је на преко милијарду и по евра, при чему је процењена штета у сектору пољопривреде око 120 милиона евра. Са друге стране, суше које се периодично, у последње време све чешће дешавају, проузроковале су највеће губитке. Суша 2012. године је била посебно озбиљна и за последицу је имала смањење приноса појединих биљних врста за око 50 %, што је довело до укупних губитака пољопривреде од око две милијарде долара.

Пољопривреда има велики утицај на климатске промене а с друге стране највише трпи од последица климатских промена. Потребно је изнаћи најповољнија решења којима ће се смањити негативан утицај пољопривреде на повећање температура ваздуха пре свега, а исто тако модификовањем агротехничких мера ублажити негативан утицај климатских промена на квантитет и квалитет приноса гајених биљака.

## ГЛАВНЕ ОДЛИКЕ КЛИМЕ СРБИЈЕ

Преовлађујући део Србије има умерено континенталну климу, док планински делови изнад 1000 m надморске висине имају континенталну климу, по *Торнтвајтовој* класификацији већи део Србије има субхумидну (полувлажну) климу, а нека подручја на југозападу и западу имају хумидну (влажну) климу. Температуре ваздуха и количина падавина су се незнатно мењале из године у годину, а значајније промене су почеле од 80-тих година прошлог века. Поред количина падавина, велики проблем усевима, посебно јарим, причињава неповољан распоред падавина током вегетационог периода.

Просечна годишња температура ваздуха, за територију Републике Србије, по подацима Републичког Хидрометеоролошког Завода Србије са Главних метеоролошких станица из периода 1961-1990. износи 10,1 °C а креће се у интервалу од 3,0 °C; Копаоник, (1710 m), до 11,9 °C, Београд (132 m). Најхладнији месец је јануар. Просечна вредност за Србију је -1,3 °C, од -6,0 °C на Копаонику до 0,4 °C у Београду. Просечна годишња температура ваздуха за период 1961-1990. године за подручја са надморском висином до 300 m износи 10,9 °C. Подручја са надморском висином од 300 до 500 m имају просечну годишњу температуру око 10,0 °C, а преко 1000 m надморске висине око 6,0 °C.

Просечна количина годишњих сума падавина, за територију Републике Србије, по подацима из периода 1961-1990. износи 734 mm. Већи део Србије има континентални режим падавина, са већим количинама у топлијој половини године, изузев југозападних крајева где се највише падавина измери у јесен. Околина Кикинде и североисточни део Србије имају најмање годишње суме падавина, од 535 до 550 литара по m<sup>2</sup>. Средишњи и северни делови Војводине, делови Косова и долина Јабланице имају годишње суме падавина до 600 mm. Долина Велике Мораве, Доње Подунавље, Посавина, као и већи део југоисточне Србије, Косова и области Рашке имају годишње количине падавина мање од 650 mm. У подручју Хомољских планина и Источној Србији, као и на самом југоистоку Србије износ годишњих количина падавина расте са повећањем надморске висине. На ширем подручју Црног Врха, између Бора и Жагубице, годишње суме су између 800 и 850 mm. На југозападу Србије региструју се годишње суме до 800 mm. Подручја са надморском висином преко 1000 m просечно имају 700 до 1000 mm падавина, а неки планински врхови на југозападу Србије обилније падавине до 1500 mm. Најкишовитији је јуни, када у просеку падне 12 до 13 % од укупне годишње суме падавина. Најмање падавина имају месеци фебруар и октобар. Појава снежног покривача карактеристична је за хладнији део године од новембра до марта, а највећи број дана са снежним покривачем је у јануару.

Просечне вишегодишње температуре ваздуха и количине падавина за Београд за период од 1921 до 2019. године су приказане у табелама 1, 2 и 3.

Просек Србије у погледу температуре ваздуха (10,2 и 10,1 °C) и количина падавина 721 и 734 mm је сличан посматрајући период 1921-1940 и период од 1961 до 1990. На основу података у табелама 1 и 2, морамо константовати да су вредности за Београд нешто више у

односу на вредности измерене за целу територију Србије, али да су и овде сличне просечне вредности измерене у једном и у другом периоду. Једина разлика на коју треба обратити пажњу јесте разлика у просечним температурама ваздуха у децембру, јануару и фебруару месецу. Анализирајући податке у табели 3 уочавамо да се тај тренд повећања температура током зимских месеци наставио али најзначајнија промена у овом периоду (1991-2019) у односу на претходни јесте повећање температура ваздуха током летњих месеци (јун, јул и август). Према подацима РХМЗ Србије апсолутни максимуми температуре у периоду 1961–1990. измерени су у јулу, и кретали су се у интервалу од 37,1 до 42,3 °C у нижим пределима, док су се у планинским подручјима кретали од 27,6 до 34,0 °C. У августу су измерене максималне температуре у интервалу од 37,4 до 40,3 °C. Апсолутне минималне температуре регистроване су у јануару, у интервалу од -30,7 до -21,0 °C у нижим пределима, док су се у планинским подручјима кретале од -35,6 до -20,6 °C.

Табела 1. Метеоролошки услови на подручју Београда у периоду од 1921-1940. године (извор РХМЗС)

Месеци	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Просек/ сума
Температуре (°C)	-0,1	0,9	6,6	11,9	17,1	20,2	22,6	21,4	17,8	12,6	7,5	1,2	11,6
Падавине (mm)	46	37	48	53	82	76	57	72	47	65	49	56	688

Табела 2. Метеоролошки услови на подручју Београда у периоду од 1961-1990. године (извор РХМЗС)

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Просек/ сума
Температуре (°C)	0,4	2,8	7,2	12,4	17,2	20,1	21,8	21,4	17,7	12,5	7,0	2,3	11,9
Падавине (mm)	49	44	50	59	71	90	66	51	51	40	54	58	683

Табела 3. Метеоролошки услови на подручју Београда у периоду од 1991-2019. године (извор РХМЗС)

Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Просек/ сума
Температуре (°C)	2,0	3,8	8,2	13,6	18,1	21,9	23,8	23,8	18,5	13,6	8,3	3,0	13,2
Падавине (mm)	47,6	43,2	48,8	52,5	72,8	92,0	67,9	55,0	57,0	53,3	51,1	55,6	696,8

У научној и стручној јавности Србије постоје неке негације климатских промена. Међутим, анализа просечних месечних, као и годишњих вредности температура ваздуха у табели 3, као и прихватање чињенице да су све мање разлике између дневних и ноћних температура, јасно говори да разлике постоје и да треба реаговати, бар у области пољопривредне производње.

Када су у питању падавине, посматрајући податке у табелама 1, 2 и 3 могло би се, на први поглед, закључити да нема значајних разлика у погледу количине и распореда. Међутим, то је вишегодишњи просек који је резултат великог варирања по годинама (појединих година велике количине а опет других изразита суша). Недостатак падавина у појединим годинама током летњих месеци праћен ноћним температурама ваздуха преко 20 °C током више дана проузрокују огромне штете у производњи усева, од којих се пољопривредни произвођачи опорављају неколико година после тога. Повећање температура ваздуха током зимских месеци, уз недостатак падавина у облику снега такође је врло

неповољно у погледу квалитетног извођења агротехничких мера и обезбеђивања резерви влаге за јаре усева.

Да би разумели и предвидели последице ових промена на пољопривредну производњу, научници су развили различите моделе и сценарије усредсређене на температуру, падавине, сушу и емисију CO<sub>2</sub> (Miraglia et al., 2009). Међусобна веза између климатских услова и продуктивности усева зависи од врсте усева, климатске специфичности региона, типа земљишта и изложености усева климатским условима (Porter et al. 2017). ЕУ је пољопривредни сектор поставила на највећи приоритет у борби против климатских промена (ЕЕА, 2019). Међутим, ограничене студије анализирале су ратарску производњу у тренутном и будућем климатском стању, као у случају поређења гајења јечма у 2010. и 2050. години (Dijkman, 2013).

Према неким климатским сценаријима (Filipovic et al., 2017), повећање температуре у Србији до 2030. године износиће 0,5 – 1,5 °C, док се током последњих неколико деценија 21. века очекује повећање температуре од 4,0 до 4,3 °C. Што се тиче падавина, различита сценарија указују на различите трендове. Према нееколошком сценарију (Special Report on Emissions Scenarios-SRES A2) очекује се повећање од 3 до 10 % у периоду до 2030. године, а потом значајно смањење од 10 до 19 % до 2100. године. Други, еколошки сценарио (SRES B2) указује на могуће смањење падавина до 2030. године од 2 до 9 %. Сходно напред наведеном, до 2030. године очекиване релативне промене приноса озиме пшенице на територији Србије варирају од око 16 % на северозападу и северу до 21% на југоистоку. Истовремено, до 2100. године очекиване релативне промене приноса у централној Србији су 6%, а јужној Србији 10%. Према анализама најизразитије смањење приноса може се очекивати у југозападним и југоисточним деловима Војводине (Spasov and Spasova, 2001).

## АДАПТАЦИЈА АГРОТЕХНИЧКИХ МЕРА У УСЛОВИМА ПРОМЕНА КЛИМЕ

Неки закључци о климатским променама које су изнели Kovats et al. (2014) о утицају на биљну производњу у Европи јесу: (а) промене температура и падавина у региону; (б) распрострањеност, фенологија и диверзитет биљних врста; (в) повећана вероватноћа екстремних климатских утицаја; (г) опадање приноса пшенице у неким деловима Европе; (д) смањење приноса жита у јужној Европи; (ђ) повећана потреба за наводњавањем; (е) утицај на биљне штеточине и болести/векторе и домаћине болести. Да би се повећала свест о климатским променама, препоручује се укључивање свих заинтересованих страна у прехранбеном ланцу у промовисање технологија прилагођених климатским променама.

Одржива пољопривреда је важан елемент укупног напора да се хуманост учини компатибилном са захтевима земљишног екосистема. Стога, разумевање различитих приступа у еколошкој пољопривреди је неопходно ако желимо мудро искористити ресурсе планете. У конвенционалним системима обраде земљишта, трактори и машине израђују између 7 и 16 пролаза преко поља за припрему земљишта. Супротно томе, конзервацијски системи обраде знатно смањују потребан број трактора и прикључних машина и остављају жетвене остатке претходног усева на површини земљишта. Мање обрађивање земљишта подразумева мање збијање и мање трошкове горива и рада, мање коришћење трактора и прикључака и више времена за остале активности. Штавише, површински покривач од остатака усева штити земљиште од топлоте, ветра и кише, одржава земљиште хладнијим и смањује губитке влаге испаравањем. Конзервацијски системи обраде смањују могућност интензивног закоровљавања. Свака операција обраде ради сузбијања корова, чини земљиште осетљивијим на ерозију, што је најзначајнији проблем животне средине. Са конзервацијским системима обрађивања земљишта, пољопривредник се више ослања на сузбијање корова плодоредом, гајењем покровних и здружених усева, као и коришћењем малча. Ако се и користе хербициди, у конзервацијским системима употребљавају се мање дозе од оних које се користе у конвенционалним системима. Они су углавном ниско токсични за дивље животиње и корисне инсекте и разграђују се тако брзо да постоји минималан ризик за квалитет вода (Kovačević et al., 2013). Дубину обраде земљишта прилагодити врсти усева,

типу земљишта, садржају воде у земљишту и времену обраде. У сушним годинама чест је случај недостатка воде током јесењег и зимског периода и дубока обрада није за препоруку јер додатно може довести до губитака воде.

Табела 4. Утицај различите технологије гајења на принос зрна различитих сорти озиме пшенице (Ковачевић et al., 2013)

Систем обраде земљишта (А)	Ниво азота (Б)	Сорте (В)						Просек	
		За нижа улагања			Интензивне				
		Победа	Ласта	Европа	НС рана	Песма	Рана ниска	АБ	А
Конвенционални	контрола	2,52	2,46	2,69	2,54	2,56	2,57	2,56	4,03
	60 kg ha <sup>-1</sup>	3,59	3,82	3,55	3,51	3,61	3,99	3,68	
	120 kg ha <sup>-1</sup>	6,08	5,80	5,95	6,14	5,70	5,48	5,86	
Просек	АВ	4,06	4,03	4,06	4,06	3,96	4,01		
Заштитна	контрола	2,09	2,25	2,59	2,24	2,03	1,72	2,15	3,13
	60 kg ha <sup>-1</sup>	3,03	2,90	2,75	2,71	2,82	2,50	2,78	
	120 kg ha <sup>-1</sup>	4,30	4,04	4,66	4,46	4,44	4,88	4,46	
Просек	АВ	3,14	3,06	3,33	3,14	3,10	3,03		
Директна сетва	контрола	1,79	1,48	1,59	1,50	1,49	1,41	1,54	2,37
	60 kg ha <sup>-1</sup>	2,42	2,66	2,13	2,10	2,13	1,80	2,21	
	120 kg ha <sup>-1</sup>	3,54	3,74	3,66	3,44	3,04	2,69	3,35	
Просек	АВ	2,58	2,63	2,46	2,35	2,22	1,97		
Просек	В	2,13	2,06	2,29	2,09	2,03	1,90	2,08	Б
		3,01	3,13	2,81	2,77	2,85	2,76	2,89	
	БВ	4,64	4,53	4,76	4,68	4,39	4,35	4,56	
	В	3,26	3,24	3,29	3,18	3,09	3,00	3,18	
		3,24			3,04				

Гајење усева уз одређену редукацију у обради земљишта, примени азотног ђубрива и контроли корова било је много повољније за сорте са ниским улагањима које су позитивно реаговале већим приносом 3,24 t ha<sup>-1</sup> у поређењу са две сорте створене за интензивну технологију високих улагања (Песма, Рана ниска) 3,04 t ha<sup>-1</sup> (табела 4). Ови резултати показују потенцијалне нове технологије које подразумевају већу флексибилност агротехничких мера (обрада земљишта, ђубрење, мере контроле корова, плодоред) уз правилан избор сорти пшенице прилагођених овим условима.

Све мере агротехнике у оквиру технологије гајења су важне, а плодоред је једна од најважнијих, незаменљивих и најјефтинијих. У односу на најчешћи и најприсутнији двопољни плодоред, повољнија решења су тро-, четворо- и шестопољни плодореди, док су вишепољни плодореди погоднији за системе органске производње због укључивања усева различитих намена и повећања мултифункционалности таквих система (Ковачевић и сар., 2005). Предности вишепољних плодорада су у очувању, функционисању и побољшању коришћења земљишта као најважнијег ресурса у пољопривреди, правилном коришћењу осталих ресурса (вода, светлост), организацији производње, финансијским резултатима и у количини и квалитету добијених производа. Такође, ови системи доносе различите утицаје на животну средину. Предности плодорада у смислу приноса усева у великој мери ће зависити од нивоа примењене агротехнике, карактеристика земљишта на коме се гаје усеви, климе, сорте и времена примене одређених мера, нарочито у контексту глобалних климатских промена чији смо сведоци (Долијановић и сар., 2016). Од испитиваних плодорада највећи принос зрна добијен је у четворопољном плодореду (4,24 t ha<sup>-1</sup>-табела 5). У ранијим истраживањима на истом локалитету (Ковачевић, 2003) тропољни плодоред је био у предности, првенствено због чињенице да је у четворопољном плодореду предусев озимој пшеници био кукуруз. Последњих година се у оквиру плодоредних поља на Радмиловцу поклања посебна пажња избору хибрида кукуруза-бирају се хибриди краћег вегетационог



периода (ФАО 400 или 500) како би берба кукуруза, а самим тим и орање, предствена припрема и сетва озиме пшенице биле изведене у оптималном року.

Поред непосредног утицаја плодореда на принос, важан је и индиректан утицај преко испољавања веће ефикасности других примењених агротехничких мера, на смањење закоровљености у односу на монокултуру (Dolijanović et al., 2014), као и на побољшање хемијских особина земљишта, посебно садржаја хумуса у орничном слоју земљишта (Молнар и сар., 1997).

Табела 5. Принос зрна озиме пшенице у различитим системима ратарења у периоду од 2001/02 до 2008/09. године ( $t\ ha^{-1}$ ) (Долијановић и сар., 2016)

Године (А)	Системи гајења (плодореда) (Б)				Просек
	Монокултура	Двопољни	Тропољни	Четворопољни	
2001/02	3,20	4,86	4,86	4,30	4,31 <sup>a</sup>
2002/03	2,90	3,10	3,10	3,10	3,05 <sup>e</sup>
2003/04	3,90	4,36	4,36	4,65	4,32 <sup>a</sup>
2004/05	3,10	4,35	4,35	4,60	4,10 <sup>b</sup>
2005/06	3,10	3,35	3,35	4,90	3,68 <sup>c</sup>
2006/07	2,85	3,31	3,37	4,17	3,43 <sup>cd</sup>
2007/08	2,95	3,62	3,69	4,00	3,57 <sup>c</sup>
2008/09	3,60	3,91	4,11	4,22	3,96 <sup>b</sup>
Просек	3,20 <sup>c</sup>	3,86 <sup>b</sup>	3,90 <sup>b</sup>	4,24 <sup>a</sup>	3,80

Вредности означене истим словима нису значајно различите

	А	Б	АБ
0,05	0,181	0,270	0,446
0,01	0,218	0,301	0,535

При тумачењу добијених резултата у плодоредима морају се компаративно утврдити разлике између њих после одређене ротације. Наиме, у испитиваном осмогодишњем периоду двопољни плодоред је прошао четири ротације, тропољни две и део треће, четворопољни две а шестопољни једну и део друге ротације. Из тог разлога, су за поређење приноса у плодореду најпоузданија вишегодишња испитивања у којима су сви испитивани плодореда прошли најмање по три ротације. У истраживањима Долијановића и сар., (2017), у тропољном и четворопољном плодореду принос у другој ротацији је био виши од прве ротације, док је у двопољном плодореду принос у другој ротацији нижи, али у трећој и четвртој се пропорционално повећавао (табела 6).

Табела 6. Принос зрна кукуруза после различитих ротација

Усев	Плодоред	Ротације			
		I	II	III	IV
Кукуруз <i>Zea mays</i>	2-пољни	7,85	7,50	8,75	10,45
	3- пољни	7,17	9,73	11,55 <sup>*</sup>	-
	4- пољни	7,30	9,72	-	-
	6- пољни	7,77	11,05 <sup>**</sup>	-	-

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

Како би се боље искоришћавале резерве влаге у земљишту требало би повећати бројност усева који ће бити у пољу током јесени и зиме а неће ометати сетву јарих усева. Ефикасност гајења здружених и покровних усева треба процењивати, с једне стране кроз подизање плодности земљишта, спречавање ерозије, редукцију корова, задржавање хранива и спречавање загађивања подземних вода, економску исплативост али и с аспекта повећања покривности земљишта односно диверзификације агрокосистема. Друге мере које би довеле до заштите од прекомерне евапотранспирације су подизање пољозащитних појасева како би се смањила брзина ветра, затим малчирање земљишта. Поред ових мера, на побољшање адаптације би утицао избор сорти и хибрида који су толерантнији на сушу и ефикаснији у

искоришћавању влаге из земљишта. Велики допринос адаптацији на климатске промене у будућим условима очекује се и од увођења иригационих система и контролизованог наводњавања, уз унапређење и развој оперативних система праћења временских услова, екстрема, напада болести и штеточина и др. Значајан допринос се остварује и добром повезаношћу између истраживачког рада и праксе, тј. између научника, саветодавне службе и произвођача.

Табела 7. Допринос пољопривреде емисији важнијих GHG (Ољача и сар., 2019)

Врста GHG гаса	Процењен допринос	Најважнији начин утицаја
CO <sub>2</sub> угљен-диоксид	21-25% од глобалног CO <sub>2</sub>	Фосилна горива која се користе на фармама; дефорестација; промена начина обраде земљишта
CH <sub>4</sub> метан	55-60% од глобалног CH <sub>4</sub>	Пиринчана поља; промена начина коришћења земљишта; спаљивање биомасе; ферментација у цревима домаћих животиња; отпад животињског порекла
N <sub>2</sub> O азот-субоксид	55-60% од глобалног N <sub>2</sub> O	Већином азотна ђубрива; отпад животињског порекла

Таб. 8. Методе којима се постиже смањење утицаја на промену климе (Ољача и сар., 2019)

Методе директних утицаја	Примери
Смањење потреба за инпутима (оптимизација усвајања хранива)	Избор варијетета биљака које захтевају мање воде/хранива; Усавршено управљање водом/земљиштем, смањује потребу за енергијом, која је повезана са наводњавањем и др.
Смањење употребе механизације	Одабир no-till техника и технологија које могу смањити употребу фосилних горива у пољопривреди
Енергетска ефикасност механизоване пољопривреде	Коришћење машина веће енергетске ефикасности
Енергетска ефикасност у процесима прераде	Коришћење машина и процеса веће енергетске ефикасности
Енергетска ефикасност у транспорту инпута и производа и у паковању производа	Системи технологија транспорта и паковања веће енергетске ефикасности
Енергетска ефикасност у чувању прехрамбених производа	Коришћење ефикасније технологије хлађења
Коришћење обновљиве енергије	Широк дијапазон система обновљиве енергије у производњи заједно са технологијама веће енергетске ефикасности могу заменити употребу фосилних горива
Методе индиректних утицаја	Примери
Замјена агрохемикалија са великом потрошњом енергије	Тотална или делимична замена минералних ђубрива смањује потребу за енергијом која је потребна у њиховој производњи
Интегрално управљање штеточинама	Резултира у смањењу употребе пестицида и тиме смањује потребу за енергијом која је потребна у њиховој производњи
Конзервацијска пољопривреда: Стална no-till обрада и покривеност земљишта. Смањење потреба за енергијом у пољ. операцијама. Смањена употреба пестицида и минералних ђубрива	Већа ефикасност коришћења инпута и већи биодиверзитет доводи до дугорочног смањења коришћења пестицида и минералних ђубрива у поређењу са конвенционалним нивоом производње

Конечно, да би ове мере заживеле, потребно је подићи ниво јавне расправе у овој области. На основу новијих научних знања, изнетих у извештају од стране експертског тима, можемо закључити да је акција у овој области нужна. Влада Републике Србије је

једногласна у намери да Србију укључи у међународне иницијативе у овој области, као лидера у региону, док се паралелно прилагођавамо на нове услове. На најширој јавности је да схвати како пољопривреда доприноси емисији гасова које изазивају ефекат стаклене баште а затим да подржи методе у пољопривреди којима се смањује утицај климатских промена, не само због ове, већ и због будућних генерација. У табели 7. приказани су најважнији путеви доприноса пољопривреде емисији гасова који изазивају ефекат стаклене баште а у табели 8 су дате детаљније методе и поступци (директни и индиректни), који би довели до рационалније употребе енергије у пољопривреди.

Такође је неопходно стварати нове сорте гајених биљака за врло конкретне услове наших региона с обзиром да нас већ у блиској будућности очекује процес дезертификације појединих делова Србије, нарочито јужних. У међувремену док се не добију нове сорте гајеног биља толерантније на сушу и друге стресне услове, треба пажљиво одабирати сорте односно хибриде за сетву који су до сада најбоље адаптирани на основу претходних искустава у непосредној пракси.

## **ЗАКЉУЧЦИ**

Конкретне мере у оквиру технологије гајења које можемо применити са циљем смањења ризика и ублажавања последица климатских промена морају бити засноване на модификацији, како мера којима се утиче на биљке и климу, тако и мера којима се утиче на земљиште.

Неопходне су промене начина обраде земљишта у циљу очувања земљишта и влаге у земљишту, посебно у сушним годинама, фаворизовањем конзервацијских система обраде. Пожељно је да селекција нових адаптабилних генотипова од стране селекционара и оплемењивача биља буде у сагласности са потребама агронома. Увођење сорти краћег вегетационог периода у областима у којима се очекују летње суше а не постоји наводњавање. Промене у ђубрењу треба да се дешавају у сагласности са обрадом земљишта, плодоредом и потребама гајених биљака (препоруче ђубрења на бази агрохемијске анализе).

Промена динамике пољских радова се првенствено односи на померање оптималних рокова сетве, у сагласности са појавама суше у одређеном рејону. После тога, неопходна је оптимизација густине биљака по јединици површине, такође у зависности од рејона гајења. Повећање процента земљишних површина покривених озимим усевима, као и увођење вишегодишњих усева у плодореде (луцерка) и фаворизовање вишепољних плодореда, као последица скраћења периода вегетације има за циљ унапређења садржаја органске материје у земљишту. Треба тежити примени система интегрисаних мера за сузбијање корова, болести и штеточина и превентивним и биолошким мерама увек давати предност у односу на хемијске (примена пестицида).

Унапређење ефикасности коришћења воде за наводњавање и побољшање ефикасности коришћења од стране биљака кроз оптимизацију техника и метода наводњавања. Коришћење већег броја противградних мрежа, побољшање заштите усева од раних јесењих и касних пролећних мразева. Унапређење заштите од водне ерозије у брежуљкастим и планинским подручјима и заштите од ерозије ветром, посебно у равничарском подручју Србије.

## **Захвалница**

Ова истраживања су резултат пројеката ТР31037 и ТР31066 који су финансирани од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Anwar MR, Liu DL, Farquharson RJ, Macadam I, Abadi A, Finlayson J (2015): Climate change impacts on phenology and yields of five broadacre crops at four climatologically distinct locations in Australia. *Agricultural Systems*, 132: 133–144.
2. Blanc E, Sultan B (2015): Emulating maize yields from global gridded crop models using statistical estimates. *Agr. Forest. Meteorol.*, 214-215: 134-147.
3. Daccache A, Sataya W, Knox J (2015): Climate change impacts on rain-fed and irrigated rice yield in Malawi. *Int. J. Agric. Sust.*, 13: 87-103.
4. Dijkman TJ (2013) Modelling of pesticide emissions for Life Cycle Inventory analysis: model development, applications and implications. DTU Management Engineering. 1-95. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2009.02.005>
5. 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.*, Vol. 20, No 2., 416-420.
6. Dolijanovic Z (2015): Specific cropping systems: Inter- and cover cropping. In: I Symposium of SRBSTRO: "Usage and improvement of soil protection", Belgrade, Republic of Serbia, December 11. pp 10-11.
7. Долијановић Ж, Ковачевић Д, Ољача С (2016): Принос зрна озиме пшенице у монокултури и плодоредима. Зборник научних радова са XXX Саветовања агронома, ветеринара, технолога и агроекономиста, Институт ПКБ Агроекономик. Вол. 22. бр. 1-2. 31-36.
8. Долијановић Ж, Ковачевић Д, Ољача С (2017): Посебни системи гајења у функцији унапређења и заштите агрокосистема. Научно-стручни скуп „Обновљиво коришћење природних ресурса у сеоским подручјима Србије“ 27. септембар 2017. године, Одељење хемијских и биолошких наука, Београд, Књига 14, стр 97-121.
9. Долијановић Ж, Ковачевић Д, Ољача С, Симић М, Симић Д (2017): Значај плодоредом гајењу кукуруза. Зборник научних радова са XXXI Саветовања агронома, ветеринара, технолога и агроекономиста, Институт ПКБ Агроекономик. Падинска Скела, 22-23. фебруар 2017. Вол. 23. бр. 1-2. 49-54.
10. ЕЕА (2019): Climate change adaptation in the agriculture sector in Europe. Office of the European Union, Luxembourg, Luxembourg.
11. Filipovic M, Svetković V, Jakovljević V (2017): The impact of climate change on protection and conservation of biodiversity as a precondition of environmental security in Serbia. Conference: First International Conference Environmental Safety and Health at Work. Zrenjanin November 16, Proceedings
12. Јанчић М (2015): Утицај климатских промена на биљну производњу. Докторска дисертација. Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет. pp 189.
13. Ковачевић Д (2003): Опште ратарство, уџбеник, Пољопривредни факултет, Земун Универзитет у Београду.
14. Ковачевић Д, Ољача С, Долијановић Ж, Јовановић Ж, Милић В (2005): Утицај плодоредом на принос важнијих ратарских усева. Трактори и погонске машине, Вол. 10, Но. 2, 422-429.
15. Kovačević D, Dolijanović Ž, Jovanović Ž, Milić V (2012): Climate change in Serbia: Dependence of winter wheat yield on temperatures and precipitation. In: Third International Scientific Symposium "Agrosym Jahorina 2012", Bosnia and Herzegovina, November 15-17. pp 270-276
16. Kovacevic D, Momirovic N, Dolijanovic Z (2013): Tillage systems in winter wheat production as a challenge to mitigate global climate changes. 2<sup>nd</sup> International Scientific Conference „Soil and Crop Management: Adaptation and Mitigation of Climate Change”, September 26-28, 2013, Osijek, Croatia. Proceedings, 73-83.
17. Kovats RS, Valentini R, Bouwer LM, Georgopoulou E, Jacob D, Martin E, Rounsevell M, Soussana JF (2014): Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part B:

regional aspects. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.

18. Kumar SN, Govindakrishnan P, Swarooparani D, Nitin C, Surabhi J, Aggarwal P (2015): Assessment of impact of climate change on potato and potential adaptation gains in the Indo Gangetic Plains of India. *Int. J. Plant Prod.*, 9: 151-169.
19. Lalić B, Eitzinger J, Mihailović DT, Thaler S, Jančić M (2012): Climate change impacts on winter wheat yield change – which climatic parameters are crucial in Pannonian lowland? *The Journal of Agricultural Science*, 151: 757-774.
20. Miraglia M, Marvin HJP, Kleter GA, Battilani P, Brera C, Coni E, Cubadda F, Croci L, De Santis B, Dekkers S, Filippi L, Hutjes RWA, Noordam MY, Pisante M, Piva G, Prandini A, Toti L, van den Born GJ, Vespermann A (2009): Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food Chem Toxicol* 47(5):1009-1021.
21. Molnar I, Milošev D, Kurjački I, Gajić V, Dozet D (1997): Uticaj plodoreda i đubrenja na promene hemijskih osobina černozema. Uređenje, korišćenje i očuvanje zemljišta. JDPZ. Novi Sad, pp 320-328.
22. Ољача С, Ољача М, Ковачевић Д, Долијановић Ж (2019): Чисте технологије и очување животне средине у пољопривреди. Научно-стручни скуп Обновљиво коришћење природних ресурса у сеоским подручјима Србије, Одбор за пољопривреду САНУ, Београд, Књига CLXXIX, Одељење хемијских и биолошких наука Књига 14, Зборник радова, 35-53.
23. Porter JR, Xie L, Challinor AJ, Cochrane K, Howden SM, Iqbal MM, Travasso M, Barros V, Field C, Dokken D (2017): Food security and food production systems.
24. Spasov P, Spasova D (2001): Drought occurrences in Serbia and their forecasting possibility (in Serbian). *Proceedings of the 35th Seminar of Agronomist, Institute of Field and Vegetable Crops, YU- Novi Sad*: 393-401.
25. Wu D, Wang P, Jiang C, Yang J, Huo Zh, Yu Q (2019): Measured Phenology Response of Unchanged Crop Varieties to Long-Term Historical Climate Change. *International Journal of Plant Production*, 13: 47–58.
26. Xu X, Wang L, Sun D, Liu L, Banson KE (2017): The Impact of Climate Change on Yield Potential of Maize across China. *International Journal of Plant Production*, 11 (1): 47-64.

## ADAPTATION OF CULTURAL PRACTICES IN THE FIELD CROP PRODUCTION ON CLIMATE CHANGE

### Summary

Agricultural, especially field crop production has always been strongly influenced by meteorological conditions. In addition, other problems are being expressed today, such as the scarcity of certain resources given their scarcity (fuels) and population increase on the planet. This points to the task of science and the profession to make a number of changes and modifications more forcefully, especially in the field of growing technology. Cooperation with geneticists and breeders of cultivated plants is understood and this, together with the choice of areas, has the character of general measures to mitigate the effects of climate change on the quantity and quality of the yield of cultivated plants. Then come concrete, direct measures: crop rotation, tillage system, soil fertilization and plant nutrition, sowing/planting and care measures during the growing season of the plants grown. Within special cultivation systems, in addition to crop rotation, an important place is occupied by inter- and cover crops, whose introduction increases the diversity of cultivated plants, while improving the utilization of resources such as soil, light, heat and water.

Crop rotation as the cheapest, long-neglected organizational-economic, phytosanitary and agro-technical measure, it must finally become important in all farming systems: conventional, sustainable and organic. It must also be coordinated with other agrotechnical measures in order for its operation to be complete. In contrast, tillage has always been and will be the most expensive measure in cultivation technology, which means that it needs to be given special attention. Whenever possible, depending on the soil and crop, apply reduced tillage, but always at a time suitable for cultivation. Fertilization and sowing/planting should be adapted to the needs of the plants and the condition of the soil, following meteorological conditions, especially air temperature and precipitation. The number and intensity of care measures depends on the other measures applied and the condition of the crop, while respecting the main goal, which is to adapt the plants to the current environmental conditions.

Through their activities, agriculture and its anthropogenic part, both in and out of agriculture, have, over time, made a significant contribution to climate change. Today, agriculture is one of the branches of the economy that most suffers from the effects of climate change. In order to survive and, above all, to provide sufficient quantities of quality food for the population, this branch of the economy, in the changed economic conditions, will raise the awareness of producers with changes in cultivation technology are necessary and must be comprehensive.

**Key words:** cultivation systems, meteorological conditions, modifications, yield

# ГЛОБАЛНИ ТРЕНДОВИ У ПРЕВЕНЦИЈИ ПРИРОДНИХ КАТАСТРОФА И ЗАШТИТИ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ НА ПРИМЕРУ СРБИЈЕ

Ратко РИСТИЋ<sup>1</sup>\*, Борис РАДИЋ<sup>1</sup>, Владимир НИКОЛИЋ<sup>2</sup>, Сениша ПОЛОВИНА<sup>1</sup>,  
Иван МАЛУШЕВИЋ<sup>1</sup>, Вукашин МИЛЧАНОВИЋ<sup>1</sup>

## САЖЕТАК

Кључни глобални оквир за заштиту животне средине представљају Рио-конвенције Уједињених нација: „Оквирна конвенција о променама климе“ (UNFCCC), „Конвенција о борби против десертификације“ (UNCCD) и „Конвенција о биолошкој разноврсности“ (CBD). Активности и мере које се примењују суштински подржавају процесе прилагођавања и ублажавања ефеката климатских промена, борбу против ширења пустиња и деградације земљишта, очување биолошке разноврсности, превенцију природних катастрофа и реализацију концепта одрживог развоја. Реализацији ових циљева доприносе и активности унутар „Међувладиног панела о биолошкој разноврсности и екосистемским услугама“ (IPBES). Србија је чланица Рио-конвенције, док у IPBES има статус посматрача. Пошумљавање голети и деградираних површина представља једну од најважнијих глобалних мера за ревитализацију глобалног екосистема, што са великом посвећеношћу и изванредним резултатима демонстрирају поједине земље (Етиопија, Јужна Кореја, Филипини, Аустралија). Шуме, као најкомплекснији копнени екосистеми представљају и моћно средство у превенцији природних катастрофа као што су: бујичне и речне поплаве, одрони, клизишта, лавине и суше. Србија декларативно примењује стандарде засноване на принципима Рио-конвенције, али је стање животне средине у неким сегментима, као и учесталост и обухват нежељених процеса, такво да упућује на нужност другачије перцепције проблема и промену модела поступања. Разлози су, поред „природних“ околности, које одређују клима, геолошки, педолошки и хидролошки услови, непримењивање законских прописа, колизија важних одредби кључних законских решења, флуидно тумачење јавног интереса, недостатак свести о ризицима и недовољна финансијска средства. Интензитет антропогеног утицаја значајно утиче на стање животне средине и иницијацију деградационих и деструктивних процеса. Побољшање параметара квалитета животне средине и делотворна превенција природних катастрофа могући су кроз целовито вредновање екосистемских услуга на основу принципа Рио-конвенције, посебно примену концепта „Неутралности деградације земљишта“ (LDN) и уважавање основних препорука IPBES.

**Кључне речи:** климатске промене, Рио-конвенције, шумски екосистеми, деградација земљишта

## УВОД

Поред текућих и прогнозираних климатских промена, један од највећих еколошких и цивилизацијских изазова пред којим се налазе многе земље, јесте ширење пустиња (десертификација), заједно са деградацијом земљишта. Десертификација и деградација земљишта представљају планетарни проблем са којим се суочавају бројне земље на северној и јужној хемисфери. Процењује се да деградација земљишта погађа преко 20% светске популације и утиче на 30% свих земљишта у свету: деградирано је 33% пашњака, 25% обрадивих површина и 27% шума (Nkonya et al., 2016). Годишње се на глобалном нивоу изгуби око 10 до 12 милиона хектара плодног земљишта (UNCCD, 2016), док је у Европској унији 22% земљишта захваћено плувијалном и еолском ерозијом а 45% плодног земљишта

<sup>1</sup> Универзитет у Београду Шумарски факултет, Београд, дописни члан АИНС, \*ratko.ristic@sfb.bg.ac.rs

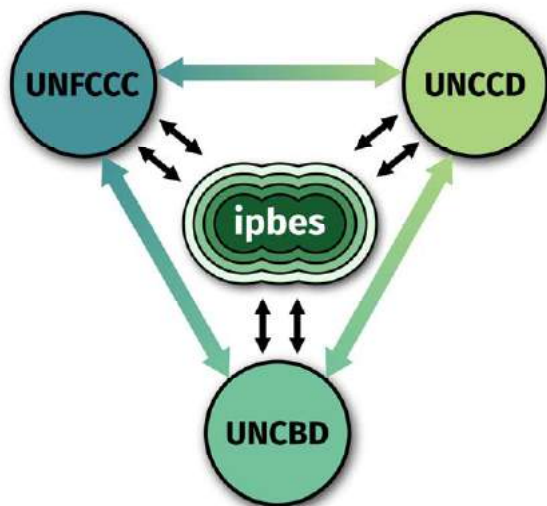
<sup>2</sup> Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије-Управа за шуме, Београд

има низак или веома низак садржај органског угљеника (Jones et al., 2012). Поред тога, све је фреквентнија појава катастрофалних природних догађаја (бујичне и речне поплаве, одрони, клизишта, суше) чији је интензитет често појачан људским активностима.

## СРБИЈА У ГЛОБАЛНОМ КОНТЕКСТУ ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Кључни глобални документи и споразуми, од значаја за заштиту животне средине, су Рио-конвенције (донете на Конференцији Уједињених нација о животnoj средини и развоју, одржаној у Рио де Жанеиру 1992. године) (слика 1): „Оквирна Конвенција Уједињених нација о промени климе“ (United Nation Framework Convention on Climate Change-UNFCCC, ратификована у Народној скупштини Републике Србије 2001. године); „УН Конвенција о биолошкој разноврсности“ (UN Convention on Biological Diversity-UNCBD, ратификована 2001. године); „Конвенција Уједињених нација о борби против дезертификације“ (United Nation Convention to Combat Desertification-UNCCD, ратификована 2007. године). Документи, израђени за потребе примене и испуњавања обавеза које проистичу из Рио-конвенција, представљају оквир унутар кога се сагледава актуелно стање животне средине у Србији, као и степен реализације преузетих међународних обавеза.

Бројне обавезе из Рио-конвенције су у складу са циљевима „Агенде за одрживи развој до 2030“, коју су усвојили челници држава и влада 2015. године (UN, 2015) и њених „Циљева одрживог развоја“ (Sustainable Development Goals-SDGs) (UN, 2019). Имплементација одредби Рио-конвенција доприноси остваривању SDGs у Републици Србији, а посебно циљева 6 (вода за пиће и санитација), 7 обновљиви извори енергије), 11 (одрживи градови и заједнице), 13 (борба против климатских промена), 14 (живот у води) и 15 (живот на земљи).



Слика 1: Рио-конвенције и повезаност са IPBES

Велики допринос у мотивацији свих држава за доследну примену Рио-конвенција представља извештај „Међувладине платформе за биодиверзитет и екосистемске услуге“ (The Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services-IPBES) о „Процени глобалног стања биодиверзитета и екосистемских услуга“ („Global Assessment of Biodiversity and Ecosystem Services“), који је објављен 6. маја у Паризу, на самиту УН-а. IPBES је независно, међувладино тело које су успоставиле 132 земље чланице УН, 2012. године, у коме Србија има статус посматрача. Тренутно, готово милион биљних и животињских врста се налази у реалној опасности да нестану, услед прекомерне и неодговорне експлоатације



примарних природних ресурса (шуме, воде, земљиште, оригинална биолошка разноврсност), због чега је угрожено 75% копнених екосистема и 66% акватичних (IPBES, 2019).

Србија, као земља кандидат за чланство у Европској Унији (ЕУ), прилагођава своју законску регулативу, у складу са европским прописима, што се односи и на област заштите животне средине. Са друге стране, Европска унија испуњава своје обавезе у области заштите животне средине кроз реализацију мултилатералних споразума, чије су одреднице обликоване кроз директиве и често потпуно ослоњене на Рио-конвенције.

### „Неутралност деградације земљишта“ (LDN)

UNCCD је промовисао концепт „Неутралности деградације земљишта“ (Land Degradation Neutrality-LDN), у намери да се заустави процес деградације и оствари одрживо управљање земљишним ресурсом. LDN је дефинисана као „стање у којем квалитет и квантитет земљишних ресурса, неопходни за одржавање функција екосистема и обезбеђивање производње хране, треба да остану стабилни или побољшани у оквиру одређених просторних и временских услова“. Концепт LDN предвиђа да се, почевши од 2030. године, не повећава укупна површина деградираног земљишта, односно, да свака земља чланица УН примењује мере рестаурације и заштите земљишног ресурса (UNDP, 2017).

Деградација земљишта представља губитак стварне или потенцијалне продуктивности, а може бити изазвана бројним природним и антропогено индукованим процесима, као што су климатске промене (дуготрајни периоди без падавина, температурни екстреми, интензивне кишне и ветровите епизоде), неконтролисана урбанизација, обешумљавање, ерозија ветром и водом, поплаве, масивни покрети земљаних маса на нагибима, неадекватан третман обрадивог земљишта (погрешан избор култура, инвазивне технике обраде), прекомерно пашарење, сува и влажна депозиција полутаната из ваздуха, одлагање комуналног и индустријског отпада, осцилације нивоа подземних вода, заслањивање, итд. Један од најважнијих показатеља јесте вредност индикатора 15.3.1., у оквиру SDG 15, који се дефинише као: проценат деградираног земљишта у односу на укупну површину земљишног ресурса, а добија се на основу резултата прорачуна за три подиндикатора (земљишни покривач, продуктивност земљишта и залихе органског угљеника). У табели 1 су представљени резултати истраживања за територију Републике Србије (МЗЖС, 2019): површина деградираног земљишта је 5.673 km<sup>2</sup>, односно 6,47% од укупне територије РС; стабилно стање земљишта је присутно на 20,54%, док је категорија побољшаног стања земљишта уочена на 72,86% националне територије, у односу на временске пресеке из 2000. и 2015. године.

Табела 1. Стање земљишног ресурса (према индикатору 15.3.1.)

Опис стања земљишта	Површина (km <sup>2</sup> )	Површина (%)
Побољшано	63.919,33	72,86
Стабилно	18.017,4	20,54
Деградирано	5.673,0	6,47
Нема података	120	0,14
Укупно	87.729,82	100,00

У случају Србије, као почетни корак, су предвиђене следеће мере за достизање неутралности деградације земљишта до 2030. године: повећање површине националне територије под шумама на 41,4% до 2050. године; повећање површине под шумама у АП Војводини на 14,3% (у односу на укупну површину територије АП), првенствено применом система шумских заштитних појасева; повећање степена шумовитости на подручјима под голетима и деградираним земљиштем, у брдско-планинским пределима јужно од Саве и Дунава, на површини од 100.000 ha, до 2030. године, ради контроле ерозионих и бујичних процеса.

## ГЛОБАЛЕ ИНИЦИЈАТИВЕ

У контексту глобалних напора да се ублаже ефекти текућих и прогнозираних климатских промена, повећа степен отпорности на дејство природних катастрофа и побољша стање животне средине, у складу са принципима Рио-конвенције, током неколико претходних година покренуте су бројне иницијативе. С обзиром да је пошумљавање деградираних и обешумљених површина означено као једна од најважнијих мера, истичу се следеће иницијативе: „The Bonn Challenge“ („Бонски изазов“), којим је предвиђено да се пошуми 150 милиона хектара голети и деградираних земљишта до 2020. године, односно, 350 милиона хектара до 2030. године ([www.bonnchallenge.org](http://www.bonnchallenge.org)). Иницијативу је покренула влада Немачке, заједно са IUCN (International Union for Conservation of Nature-Међународна Унија за заштиту природе); „Peace Forest Initiative“ („Шумарска мировна иницијатива“), коју су заједно покренули UNCCD и Шумарска служба Јужне Кореје, 2019. године, креирана је како би се остварила сарадња у регионима који су били изложени конфликтима, управо кроз заједничке пројекте на пошумљавању и заштити животне средине, између некада зарађених страна ([www.unced.int](http://www.unced.int)); Етиопија је реализовала акцију, са UNEP (United Nation Environment Programme-Програм Уједињених Нација за животну средину), током које је 29. јула 2019. године, за само 12 сати, посађено 350 милиона садница дрвећа, чиме је превазиђен рекорд Индије из 2016. године, када је посађено 50 милиона садница за један дан ([albertonrecord.co.za](http://albertonrecord.co.za)); На Филипинима је донет закон којим се сви они који завршавају основне и средње школе, као и факултете, обавезују да посаде 10 садница дрвећа, пре него што дипломирају, чиме се на годишњем нивоу обезбеђује садња 175 милиона младица дрвећа ([www.independent.co.uk](http://www.independent.co.uk)); У Бразилу је 2017. године започета акција садње 73 милиона садница дрвећа, на 30.000 хектара ([www.greenmatters.com](http://www.greenmatters.com)); У Аустралији је започет пројекат садње 1 милијарде садница, за период од 2019. до 2030. године ([www.globalecitizen.org](http://www.globalecitizen.org)); У канадској провинцији Онтарио је започет пројекат садње 50 милиона садница, за период до 2025. године ([www.forestontario.ca](http://www.forestontario.ca)); У Африци је 2007. године започет пројекат формирања „Великог зеленог зида“ („The Great Green Wall“), шумског појаса дужине готово 8.000 km, у циљу заустављања ширења Сахаре, заштите обрадивог земљишта и повећања производње хране ([www.greatgreenwall.org](http://www.greatgreenwall.org)).

## СТАЊЕ ШУМА СРБИЈЕ

Србија има степен пошумљености од 29,1% територије, према званично доступним подацима (Национална инвентура шума Републике Србије, 2008), што је најмањи степен пошумљености у односу на остале земље Балкана (Dragović et al., 2017). Укупна површина шума у Србији износи 2.252.400 ha, од чега је у државном 1.194.000 ha (53,0%), а у приватном власништву 1.058.408 ha (47,0%). Шумско земљиште, које није у потпуности покривено шумском вегетацијом, заузима 382.400 ha (4,9%). Високе шуме покривају 27,5%, изданаčke 64,7%, вештачки подигнуте састојине (културе) 6,1% и плантаже (клонови топола и врба) 1,7%. Прашуме покривају свега 1.200 ha (0,1%), природи блиске шуме 92,1% а вештачки подигнуте састојине 7,8% од укупне површине под шумама. Детерминисано је 49 врста дрвећа, при чему доминирају лишћарске врсте (40 врста), у односу на четинарске (девет врста). Буква је доминантна врста у шумама Србије, јер у укупној запремини учествује са 40,5%. Следе цер са 13,0%, китњак са 5,9%, сладун са 5,8%, граб са 4,2%, багрем са 3,1%, лужњак са 2,5% и пољски јасен са 1,6% учешћа у запремини. Од четинарских врста најзаступљенија је смрча чије учешће у укупној запремини износи 5,2%, црни и бели бор учествују са 4,5% и јела са 2,3%. Клонови евроамеричких топола учествују у укупној запремини са 1,7%.

Анализом глобалних база података (European Space Agency), формираних на основу даљинске детекције и обрадом сателитских снимака за читаву територију Републике Србије

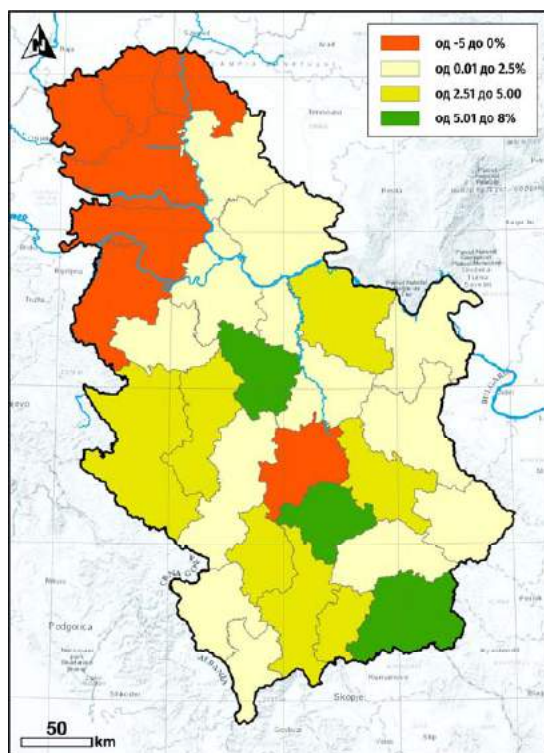
(чиме је обухваћена и АП Косово и Метохија), идентификоване су промене у заступљености шумског покривача, у периоду од 2000. до 2015. године (Слика 2). Смањење површина под шумама (0-5%) у највећем броју случајева је резултат процеса урбанизације, односно, пренамене шума и шумског земљишта у грађевинско земљиште (Северно Банатски, Северно Бачки, Западно Бачки, Јужно Бачки, Сремски, Мачвански и Расински округ). Шумадијски, Топлички и Пчињски округ су показали приметно повећање (5-8%) површина под шумском вегетацијом, услед смањења обима урбанизације и пољопривредне производње, што је довело до спонтаног обнављања шума.

Штете у шумама настају, између осталог, као резултат негативног дејства ветра, кише, града и снега. У периоду од 2012. до 2018. године, деградирано је око 21.594 ха под шумама, са око 411.512 м<sup>3</sup> дрвне масе, услед дејства наведених фактора. Ледолом у Источној Србији, 2014. године, је проузроковао оштећење око 1,6 милиона м<sup>3</sup> дрвне масе и довео до деградације шума на више од 43.000 ха (РЗС, 2012-2018). У периоду од 2003. до 2018. године догодила се интензивна појава губара, који се само током периода 2013-2014 јавио на више од 515.000 ха (МЗЖС, 2017). У периоду од 2012. до 2018. године, уништено је готово 10.299 ха шума, пре свега илегалним сечама, урбанизацијом, изградњом путне, енергетске и туристичке инфраструктуре.

У периоду од 2012. до 2018. године у Републици Србији се јавило више од 400 шумских пожара, када је изгубљено готово 8.500 ха шумских површина са око 92.000 м<sup>3</sup> дрвне масе (РЗС, 2012-2018). Четинарске врсте су током 2014. године биле изложене јакој дефолијацији, која је кулминирала 2015. године када се осушило око 2,1% стабала четинарских врста (МПЗЖС, 2015). Процена могућих утицаја промена климе извршена је коришћењем модела преклапања података о температурама ваздуха и падавинама (Ђурђевић *et al.*, 2018), са постојећим подацима о распореду шумских екосистема (Национална инвентура шума републике Србије, 2008). Према различитим сценаријима климатских промена, великом притиску ће бити изложене шуме грабића, црног граба и црног јасена, као и шуме букве. Прогнозирана је висока угроженост шума смрче и борова, као и шума сладуна, цера, јасена и јавора. Очекује се угроженост шума у долинама великих река (Дунав, Сава, Тиса), посебно хрста лужњака (МЗЖС, 2017), пољског јасена, топола и врба.

Актуелни степен пошумљености националне територије далеко је мањи од пројектованог оптималног степена пошумљености од 41,4% (МЖСПП; РАПП, 2010). Изражено је високо учешће изданаčkih шума, на готово 2/3 од укупне површине под шумама, које се одликују ниским производним потенцијалом и далеко нижим квалитетом екосистемских услуга, у односу на високе шуме. Око 608.000 ха покривају шуме недовољног обраста, са просечним годишњим прирастом од 3,1 м<sup>3</sup>/ха (Национална инвентура шума републике Србије, 2008). У шумским подручјима доминантна је путна инфраструктура (камионски путеви са тврдим и меким застором, влаке) слабог квалитета, са ниским степеном изграђености евакуационих органа (дренажни канали, пропусти) за површинске воде, која је проходна углавном у летњем делу године, што значајно отежава процесе неге, коришћења и заштите шума. Процењује се да обим илегалних сеча у државним шумама износи од 10.000 до 32.000 м<sup>3</sup> годишње, док се у приватним процењује на чак 500.000 м<sup>3</sup>. Илегалне сече су посебно изражене на простору локалних самоуправа Врање, Куршумлија, Лесковац, Рашка и Лепосавић, где се процењује обим од око 200.000 м<sup>3</sup> годишње (Markus-Johansson *et al.*, 2010).

Садашње стање државних шума карактеришу неискоришћен производни потенцијал, неповољна старосна структура, мала обраслост и шумовитост, неповољно састојинско стање, односно велико учешће састојина прекинутог склопа и закоровљених површина, незадовољавајуће здравствено стање, док је у приватним шумама стање драстично лошије. Државним шумама (укупно 97,6%) управљају јавна предузећа „Србијашуме“ и „Војводинашуме“ (МЗЖС, 2017).



**Слика 2: Промена површина под шумама на територији Републике Србије у периоду од 2000. до 2015. године (према подацима European Space Agency)**

### Дискусија

У периоду од 2003. до 2018. године пошумљено је свега 7.000 ха необраслих површина (РЗС, 2012-2018), у условима честих појава шумских пожара, напада инсеката и болести, сушења и пада прираста у шумама низијских и брдско-планинских предела. Сви наведени показатељи ће бити израженији услед прогнозираног раста средње годишње температуре ваздуха, поготово у вегетационом периоду, све дужих сушних периода, смањења годишњих и сезонских падавина, посебно у виду снега, снижавања нивоа подземних вода. Истовремено, очекује се пораст учесталости интензивних кишних епизода, појаве бујичних поплава и деструктивних ерозионих процеса. Дистрибуција храста китњака, цера, јеле, смрче и букве биће измењена пре краја XXI века. Црни и бели бор, као и хрст медунац, који су већ присутни у сушним областима, биће најмање погођени променом климатских услова. Просторна расподела букве у XXI веку биће драстично измењена, тако да се очекује да готово 90% данашњих букових шума буде ван своје биоклиматске нише из XX века, а око 50% ће се наћи у зони у којој се очекује масовни морталитет (МЗЖС, 2017).

Предочени неповољни показатељи биће драстично мултипликовани, уколико се настави са изнуђеном реализацијом пројеката, који поред негативног утицаја на животну средину, културно-историјске и археолошке вредности, изазивају велико незадовољство у јавности и доводе до масовних, неполитичких протеста грађана. Еклатантни примери су: изградња малих хидроелектрана деривационог типа, на фрагилним водотоковима брдско-планинског подручја; планирана изградња ски-стазе и пратеће инфраструктуре на Авали, која представља заштићено природно подручје и локалитет од изузетне културно-историјске вредности; изградња дела инфраструктуре за жичару-гондолу на самом Калемегданском

платоу, изнад десне обале Саве; нелегална урбанизација леве обале Саве, на потезу од Остружничког моста до блока 70, на Новом Београду, која представља простор за одбрану од поплава и непосредну заштиту изворишта за водоснабдевање Београда.

На основу анализе стања у сектору шумарства, коришћењем стратешких докумената и законодавног оквира, извештаја према UNFCCC, UNCCD i UNCBD, као и консултација са заинтересованим странама, дефинисане су неопходне мере за адаптацију и прилагођавање на климатске промене:

- унапређење међусекторске сарадње и хармонизација политика између шумарства и повезаних сектора;
- редефинисање „Националног шумарског програма“;
- јачање капацитета јавних предузећа у процесу стручног усавршавања кадра за примену мера прилагођавања и ублажавања у односу на ефекте климатских промена;
- јачање јавне свести о проблему климатских промена у домену шумарства, кроз сарадњу са невладиним сектором, медијима и удружењима грађана различитих старосних и образовних група; -успостављање службе при Управи за шуме Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, за координацију активности у домену климатских промена, са националним и међународним телима и иницијативама;
- унапређење газдовања приватним шумама, кроз процес формирања удружења приватних шумовласника, на регионалном и националном нивоу и успостављање механизма за одрживо управљање и коришћење потенцијала приватних шума;
- увођење концепта „управљања ризиком“, у процес одрживог управљања шумама, нарочито у односу на климатске промене, са акцентом на превентивне и припремне активности;
- промоција и увођење приступа „климатски паметног шумарства“, ради стварања оптималног управљачког концепта;
- израда „Правилника са методологијом за успостављање и одржавање мреже шумских путева“;
- израда „Правилника са методологијом за мапирање ризика од ерозије земљишта у шумским екосистемима“, у циљу обуке одговорних лица, за државне и приватне шуме;
- израда нове „Националне инвентуре шума“, интегрисане у информациони систем у области шумарства, ради стварања репрезентативне секторске базе података;
- укључивање Института за шумарство (Београд) и Института за низијско шумарство и заштиту животне средине (Нови Сад), под управу Министарства заштите животне средине Републике Србије, ради остваривања научно-истраживачке и стручне подршке;
- прилагођавање постојећих и израда нових студијских програма, на свим нивоима студија, у високообразованим институцијама, првенствено на Шумарском факултету Универзитета у Београду, као и у средњим шумарским школама;
- израда приручника за управљање главним врстама дрвећа у Србији, за потребе стручних лица у пракси;
- нов начин газдовања шумама кроз афирмацију концепта „природи блиског управљања“;
- пошумљавање у циљу унапређења, рестаурације и санације деградираних површина, и афирмације екосистемских услуга шума;
- повећање површина под шумама у урбанизованим подручјима, у циљу смањења ефеката климатских промена, формирањем „плаво-зелених“ коридора (мрежа преосталих шумских површина и приобаља отворених водотокова), рекултивацијом сметлишта и депонија;

- избор садног материјала, односно, одговарајућих дрвенастих и жбунастих врста, одговарајућег порекла и квалитета, које су отпорне и прилагодљиве на актуелне и прогнозиране климатске услове;
- формирање плантажа дрвета за потребе енергетике, на нископродуктивним шумским и пољопривредним површинама, за потребе производње електричне и топлотне енергије, редукације увоза, потрошње фосилних горива и емисија CO<sub>2</sub>;
- успостављање мешовитих састојина у циљу повећања стабилности шумских екосистема;
- увођење концепта „агрошумарства“ у низијским и брдско-планинским подручјима, као система интегрисаног коришћења шумских и пољопривредних површина;
- конверзија изданаčkih у високе шуме, на погодним стаништима;
- уклањање престарелих стабала са станишта која имају низак производни капацитет, и успостављање нових природних или вештачких, мешовитих састојина, већег производног капацитета;
- припрема и примена адекватних контролних механизма у сектору шумарства, преко државних инспекцијских служби, и интерних надзорних тела, у циљу превенције илегалне сече и деградације шумских екосистема;
- смањење ризика услед деловања биотичких и абиотичких фактора и јачање отпорног и адаптивног капацитета шума;
- изградња шумских путева у циљу ефикасније заштите од пожара;
- адекватан и правовремени третман гљива и инсеката;
- оснивање сталних огледних површина (за мониторинг и едукацију);
- подмлађивање презрелих букових шума са веома малим запреминским прирастом, на готово 70.000 хектара;
- промоција и стимулисање коришћења дрвета као огрева и грађевинског материјала, уз правилно складиштење.

Све наведене мере су директно или индиректно повезане са Циљевима одрживог развоја Агенде 2030. УН, између осталих Циљем 13. (Борба против климатских промена) и Циљем 15. (Живот на земљи), где је као једна од кључних одредница наведено одрживо газдовање шумама.

## **ЗАКЉУЧЦИ**

- Територија Републике Србије налази се у региону који је веома угрожен текућим и прогнозираним климатским променама. Стога, неопходна је доследна примена свих мера које се односе на ублажавање негативних ефеката и прилагођавање новим околностима, које су од значаја за секторе шумарства, заштите животне средине и превенције природних катастрофа. Србија не може остварити ефикасну заштиту животне средине, нити повећати отпорност на појаву природних катастрофа, уколико се не обезбеди задовољавајући квалитет услуга шумских екосистема;
- Актуелно стање шумских екосистема Србије није задовољавајуће, имајући у виду неискоришћен производни потенцијал, неповољну старосну структура, малу обраслост и шумовитост националне територије, неповољно састојинско стање и фрагилно здравствено стање;
- Неопходан је што већи степен усклађивања активности у шумарству и заштити животне средине са темљним принципима Рио-конвенција (UNFCCC, UNCBD, UNCCD), примена концепта „Неутралности деградације земљишта“ (LDN), као и сарадња са „Међувладиним панелом за биолошку разноврсност и екосистемске услуге“ (IPBES).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Dragović N, Ristić R, Pulz H, Wolfslehner B (ed.) (2017): Natural resource management in Southeast Europe: Forest, Soil and Water, GIZ, SWG, Skopje. Available in <http://seerural.org/wp-content/uploads/2009/05/Natural-Resource-Management-in-SEE-Forest-Soil-and-Water.pdf>
2. Ђурђевић В, Вуковић А, Вујадиновић-Мандић М (2018): Извештај о осмотреним променама климе у Србији и пројекцијама будуће климе на основу различитих сценарија будућих емисија из 2018. године, Програм Уједињених нација за развој (UNDP), Доступно на [http://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2019/04/Osmotrene-promene-klime-Final\\_compressed.pdf](http://www.klimatskepromene.rs/wp-content/uploads/2019/04/Osmotrene-promene-klime-Final_compressed.pdf)
3. <https://www.bonnchallenge.org/content/challenge>
4. <https://www.unccd.int/news-events/unccd-ready-welcome-countries-new-peace-forest-initiative>
5. <https://albertonrecord.co.za/221373/afforestation-project-ethiopia-recently-resulted-350-million-trees-planted-one-day/>
6. <https://www.independent.co.uk/news/world/asia/philippines-tree-planting-students-graduation-law-environment-a8932576.html>
7. <https://www.greenmatters.com/news/2017/10/31/Z1aaCYp/reforestation-process-recover-amazon-forests>
8. <https://www.globalcitizen.org/en/content/australia-will-plant-1-billion-trees/>
9. <https://www.forestsontario.ca/planting/programs/50-million-tree-program/>
10. <https://www.greatgreenwall.org/about-great-green-wall>
11. IPBES-Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2019): Report of the Plenary of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on the work of its seventh session, Seventh session Paris, pg.1-45, 29 April–4 May 2019.
12. Jones A, Panagos P, Barcelo S, Bouraoui F, Bosco C Dewitte O, Gardi C, Hervás J, Hiederer R, Jeffery S (2012): The state of soil in Europe-a contribution of the JRC to the European environment agency's environment state and outlook report–SOER 2010. Available in <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/reference-reports/state-soil-europe-contribution-jrc-european-environment-agency-s-environment-state-and-outlook>
13. Markus-Johansson M, Mesquita B, Nemeth A, Dimovski M, Monnier C, Kiss-Parciu P (2010): Illegal Logging in South Eastern Europe Regional Report, REC Working Paper, The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe (REC), Szentendre, Hungary.
14. Министарство пољопривреде и заштите животне средине Републике Србије, Агенција за заштиту животне средине (2015): Индикатори биодиверзитета у Републици Србији, Београд. Доступна на [http://www.sepa.gov.rs/download/Indikator\\_i\\_biodiverziteteta\\_2015.pdf](http://www.sepa.gov.rs/download/Indikator_i_biodiverziteteta_2015.pdf)
15. Министарство животне средине и просторног планирања (МЖСПП); Републичка агенција за просторно планирање (РАПП) (2010): Просторни план Републике Србије 2010-2014-2021 (нацрт), Београд.
16. Министарство заштите животне средине Републике Србије (МЗЖС) (2017): Други извештај Републике Србије према Оквирној конвенцији Уједињених нација о промени климе, Београд. Доступно на [https://www4.unfccc.int/sites/SubmissionsStaging/NationalReports/Documents/23908571\\_Serbia-NC2-1-Dруги%20dvgodisnji%20izvestaj%20SNC\\_Srbija.pdf](https://www4.unfccc.int/sites/SubmissionsStaging/NationalReports/Documents/23908571_Serbia-NC2-1-Dруги%20dvgodisnji%20izvestaj%20SNC_Srbija.pdf)
17. Министарство заштите животне средине Републике Србије (МЗЖС) (2019): Извештај о примењеној методологији и идентификацији циљева за успостављање неутралности деградације земљишта у Републици Србији, Београд.
18. Национална инвентура шума Републике Србије-Шумски фонд Републике Србије (2008) Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије-Управа за шуме; Шумарски факултет Универзитета у Београду

19. Nkonya E, Mirzabaev A, Braun von J (2016): Economics of Land Degradation and Improvement—A Global Assessment for Sustainable Development, Springer, Berlin.
20. Републички завод за статистику (РЗС) (2012-2018): Шумарство у Републици Србији, Београд.
21. UN (2015): Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Available in <https://www.unfpa.org/resources/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development>
22. UN (2019): The Sustainable Development Goals Report 2019. Available in <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019.pdf>
23. UNCCD (2016): Scaling up Land Degradation Neutrality Target Setting. From Lessons to Actions: 14 Pilot Countries Experiences. Available in <https://www.unccd.int/publications/scaling-land-degradation-neutrality-target-setting-lessons-actions-14-pilot-countries>
24. UNDP (2017): Achieving Land Degradation Neutrality for People and Planet. Available in <https://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/poverty-reduction/achieving-land-degradation-neutrality/>



## GLOBAL TRENDS IN NATURAL DISASTER PREVENTION AND ENVIRONMENTAL PROTECTION, CASE STUDY OF SERBIA

### Summary

The key global framework for environmental protection is represented by the United Nations RIO conventions: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) and Convention on Biological Diversity (CBD). The implemented activities and measures essentially support the processes of adaptation and mitigation of the climate change effects, the fight against desertification and land degradation, the conservation of biological diversity, the prevention of natural disasters and the implementation of the concept of sustainable development. Activities within the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) also contribute to the achievement of these goals. Serbia is a member of the Rio-conventions, while in IPBES it has observer status. Afforestation of bare and degraded areas is one of the most important global measures for the revitalization of the global ecosystem, which with great dedication and outstanding results some countries (Ethiopia, South Korea, Philippines, Australia, etc.) demonstrate. Forests, as the most complex terrestrial ecosystems, are also a powerful tool in the prevention of natural disasters such as: torrential and river floods, landslides, avalanches, and droughts. Serbia is declaratively applying the standards based on the principles of the “RIO” conventions, but the environmental situation in some segments, as well as the frequency and scope of unwanted processes, indicates that there is a need for a change in perception and treatment of the problem. In addition to “natural” circumstances, determined by climate, geological, pedological and hydrological conditions, the main causes include non-application of legal regulations, conflict of important provisions of key legal solutions, a loose interpretation of public interest, lack of risk-awareness and insufficient financial resources. The intensity of anthropogenic impact significantly affects the state of the environment and the initiation of degradation and destructive processes. Improvement of environmental quality parameters and effective prevention of natural disasters are possible through a comprehensive evaluation of ecosystem services based on the principles of the Rio-conventions, in particular the application of the concept of “land degradation neutrality” (LDN) and the respect of basic IPBES recommendations.

**Keywords:** climate change, Rio-conventions, forest ecosystems, land degradation

# АКТУЕЛНИ ПРОБЛЕМИ У ЗАШТИТИ БИЉА, ПОСЕБНО ПРОБЛЕМИ СУЗБИЈАЊА АМБРОЗИЈЕ И ПРИМЕНЕ ГЛИФОСАТА

Васкрсија ЈАЊИЋ<sup>1,2</sup>, Стеван МАШИРЕВИЋ<sup>1</sup>

## САЖЕТАК

У овом раду разматрају се актуелни проблеми у заштити гајених биљака, с посебним освртом на сузбијање амброзије и примену глифосата. У заштити гајених биљака од штетних биолошких агенаса посебан проблем представља стална појава нових штетних биолошких агенаса, који су мање познати и за које често не постоје адекватне мере сузбијања, а поготово недостатак адекватних пестицида дозвољених у нашој земљи за њихово успешно сузбијање. Други исто тако велики и актуелан проблем представља појава резистентности код многих штетних биолошких агенаса за чије се сузбијање већ дужи низ година употребљавају исти препарати пестицида на које су они постали резистентни. За сузбијање таквих штетних агенаса онда се морају употребљавати веће количине пестицида што представља проблем за здравствену исправност добијених производа, а појављују се тада и проблеми са економичношћу производње. Овај проблем није изражен само у нашој земљи, него је присутан и представља још већи проблем у земљама са интензивном пољопривредном производњом. И на крају, у раду се обрађује посебан проблем сузбијања амброзије која се проширила у нашим крајевима, а нарочито у Војводини, а представља велики проблем не само за биљну производњу, него и за велики број становника који су осетљиви на алергено деловање полена ове биљке.

**Кључне речи:** заштита биља, пестициди, резистентност, амброзија, глифосат

## УВОД

Од најстаријих времена штетни организми који нападају биљке су представљали проблем за човека. У стању су да се за релативно кратко време намноже у тој мери да потпуно униште гајене биљке чије производе човек користи за своју исхрану и то често на веома великом пространству. Многе гладне године на тлу данашње наше земље, а нарочито у другим крајевима света, биле су директно везане за масовну појаву штетних организама који користе биљке и њихове производе за своју исхрану. Поред овога, знатан број врста инсеката напада човека и домаће животиње, изазивајући различита обољења.

За сузбијање тако великог броја штетних организама који нападају биљке свуда у свету, а нарочито у развијеним земљама, троше се огромне количине пестицида. Поред великог значаја за биљну производњу пестициди могу бити узрочници озбиљних штетних последица у животној средини. Са овим проблемима човечанство се срело у оштром облику у последњим деценијама прошлог века, а нарочито у развијеним земљама. Они могу да изазову најразличитије промене у биолошкој равнотежи, да изазову деградацију животне средине, да токсично директно или индиректно угрозе здравље човека и животиња и да се сами или преко својих деградационих производа укључе у ланац исхране. Те штете могу да се одразе и на друга жива бића између којих у природи постоји стална еколошка условљеност и повезаност. Потенцијално загађивање хране не настаје само пестицидима, у свим технолошким процесима производње, прераде и складиштења сировина и финалних производа за исхрану, већ и великим бројем других једињења која се директно примењују ради повећања пољопривредне производње (минерална ђубрива, антибиотици) и побољшања квалитета појединих производа (адитиви). Загађивање хране настаје и многим другим једињењима која спонтано доспевају на пољопривредне површине путем загађивања ваздуха, земљишта, атмосферских, површинских и подземних вода (полихлоровани диоксини,

<sup>1</sup> Академија инжењерских наука Србије

<sup>2</sup> Академија наука и умјетности Републике Српске

полициклични ароматични угљоводоници, полихлоровани бифенили и хексахлорбензен и друга ненамерно емитована једињења). Зато се сматра да данас у свету од свих загађивача које човек уноси у организам око 90% доспијева храном (Robert et al., 2015).

У производњи, промету и примени данас се у свету налази огроман број пестицида. Компјутеризован списак садржи преко 5,000.000 једињења која испољавају у мањем или већем степену својства пестицида. Ипак, од тако великог броја једињења само мали број једињења нашао је широку практичну примену. Данас савремени асортиман чини око 1.000 једињења који се широко употребљавају у многим земљама у свету, од чега 250 припада категорији хербицида, 250 категорији инсектицида, 100 категорији фунгицида, 20 категорији нематоцида и 30 категорији регулатора растења биљака, дефолијаната и десиканата. Тако велики број једињења и поготово њихових препарата (око 100.000) компликује читав рад са пестицидима (Michael, 2009). Од 1945. године када се рачуна да је светска производња пестицида износила око 100.000 тона данас се рачуна да је производња пестицида достигла ниво преко 4,000.000 тона (FAOSTAT, 2017). Због постојања огромног броја пестицида и сталне производње препарата са новим или делимично измењеним особинама, развој и називе производа ове гране хемијске индустрије је веома тешко пратити. Ово утолико пре што појава нових препарата не значи да је дошло и до открића нове активне супстанце пестицида. Зато се јавља потреба да се примене различите класификације или поделе пестицида.

### **ШТЕТЕ КОЈЕ НАНОСЕ ШТЕТНИ ОРГАНИЗМИ БИЉНОЈ ПРОИЗВОДЊИ И УЛОГА ПЕСТИЦИДА**

Живи свет је веома богат и разноврстан. Од укупног броја врста на Земљи који се, према различитим проценама налази између 80 и 100 милиона, само мали дио (2-5%) биолошког диверзитета је упознат и детаљније описан. У читавом свету сматра се да око 67.000 врста штетних организама напада гајене биљке. Од тог броја око 900 врста припада инсектима и грињама, 50.000 врста патогеним микроорганизмима и око 8.000 врста коровским биљкама (Capan, 2013). У земљама са веома интензивном пољопривредном производњом сматра се да фитопатогени микроорганизми, штеточине и корови умањују приносе за око 30%, док ово смањење у земљама са екстензивном пољопривредном производњом износи у многим случајевима и преко 50% (Pimentel, 1993). Зато многи сматрају да фитопатогени микроорганизми, штетни инсекти и корови сваке године умањују производњу у свету која је довољна за исхрану пола милијарде људи. Отуда и овом приликом треба истаћи да се човек за своју исхрану користи само оним што му штетни биолошки агенси оставе или још прецизније изражено да сваки трећи произвођач у области пољопривреде ради за штеточине.

Потенцијална опасност по здравље становништва, нарочито у развијеним земљама, расте са развојем технологије и примене различитих једињења у процесима производње и прераде производа. Схватајући да се налазе у таквој ситуацији многе земље у свету, својим директивама забранили су или ограничили производњу скоро 2/3 до данас познатих пестицида. Исто тако у многим земљама започели су процеси тзв. органске производње хране у току којих се пестициди не употребљавају или се употребљавају ограничене количине само неких пестицида. Површине на којима се производи храна без употребе пестицида су веома симболичне. Приноси на оваквим површинама су много нижи, а цене производа вишеструко веће. Зато ова производња у овој фази развоја ни приближно не може да помогне решавању проблема глади и недостатка хране у неразвијеним земљама. Због ограничене количине и повећаних цена ове ће производе користити становници богатих земаља и високог стандарда. У неким земљама у свету уводе се у гајење трансгене биљке. Али њихово гајење треба да обезбеди стварање већег профита и користи само за произвођаче хране, али не и за широке слојеве сиромашног становништва.

Примена пестицида представља једну од значајних могућности које човеку стоје данас на располагању за повећање биљне производње, не само квантитативно већ и

квалитативно, чиме се у великој мјери могу да олакшају напори за обезбеђење довољних количина хране за становништво наше Планете које се страховитом брзином повећава.

Отуда у оквиру мера за повећање пољопривредне производње сузбијању штетних организама припада једно од важних места. У Табелама 1, 2 и 3 дати су подаци о штетама од штеточина, биљних болести и корова у различитим географским областима, као и у различитим усевима. Због тешкоће око израчунавања и процене штета дати су подаци Pimetela (1993) и Agriosa (2005).

Таб. 1. Светски губици приноса различитих култура од штеточина, болести и корова (%од вредности потенцијалног приноса), (Pimentel, 1993)

Биљна врста	Од штеточина	Од болести	Од корова	Укупно
Пшеница	5,0	9,1	9,8	23,9
Кукуруз	12,4	9,4	13,0	34,8
Пиринач	26,7	8,9	10,8	46,4
Просо	9,6	10,6	17,8	38,0
Кромпир	6,5	21,8	4,0	32,3
Шећерна репа	8,3	10,4	5,8	24,5
Шећерна трска	20,1	19,2	15,7	55,0
Поврће	8,7	10,1	8,9	27,7
Воће	7,8	12,6	3,0	23,4
Цитруси	8,3	9,5	3,8	21,6
Винова лоза	3,2	23,4	10,1	36,7

Таб. 2. Процена производње најзначајнијих гајених биљака и губитака (милиона тона) проузрокованих болестима, инсектима и коровима у свету (Agrios, 2005)

Гајена биљка	Производња	Процена губитака	% губитака проузрокован			Укупан губитак приноса %
	Милона тона		Болестима	Инсектима	Коровима	
Кромпир	288	137	21,8	6,5	4,0	32,3
Жита	1.894	906	9,2	13,9	11,4	34,5
Легуминозе	57	28	11,3	13,3	8,7	33,3
Поврће	465	178	10,1	8,7	8,9	27,7
Воће	371	113	12,6	7,8	3,0	23,4
Дуван	8	3	12,3	10,4	8,1	30,8

Према подацима Agriosa из 2005. при општој вредности светског приноса од око 950 милијарди долара годишње, стварни губици и штете од штеточина, проузроковача биљних болести и корова процењене су на 550 милијарди долара. У нашој земљи нема података о штетама које проузроковачи биљних болести, штетни инсекти и корови наносе појединим гајеним биљкама. Према нашим грубим проценама (Janjić, 1994) на подручју Србије и Републике Српске проузроковачи биљних болести, штетни инсекти и корови умањују приносе на годишњем нивоу за 3.670.000 тона.

Таб. 3. Губици у биљној производњи од болести, штеточина и корова (Agrios 2005)

Очекивана биљна производња (цијене 2002)	1,5 билион \$
Остварена биљна производња	950 милијарди \$
Биљна производња без заштите	455 милијарди \$
Стварни годишњи губици у биљној производњи	550 милијарди \$
Губици само од патогених микроорганизама (14,1 %)	220 милијарди \$

У заштити биља у нашој земљи, а скоро иста ситуација је у многим земљама света, појављује се много актуелних проблема, а најактуелнији су:

- стална појава нових проузроковача болести, штеточина и коровских биљака
- проблеми са применом пестицида и њиховим споредним ефектима
- резистентност штетних организама на стално примењиване пестициде
- проблеми везани за ограничење ширења и сузбијање амброзије и
- ограничење и забрана употребе глифосата, хербицида са широким спектром деловања и великом употребом

### **ПОЈАВА НОВИХ ПРОУЗРОКОВАЧА БОЛЕСТИ, ШТЕТНИХ ИНСЕКТА И КОРОВСКИХ БИЉАКА**

Појава нових штетних биолошких агенаса представља велики проблем за заштиту биља и биљну производњу. Они се појављују веома често, а много пута није ни познато како су доспели. Оно што је најгоре у самом почетку њихова појава није приметна, али се уочавају тек када су се намножили и захватили велике површине. Тада почиње убрзана активност на њиховој идентификацији, што није ни мало једноставан и лак задатак који се може брзо решити. После тога настављају се активности везане за праћење њиховог ширења, а онда и за мере сузбијања. Код сузбијања појављује се посебан проблем. Некако се решавају административне и агротехничке мере, а када је у питању примена пестицида настаје много проблема који никако није могуће брзо решити. Обично за такве нове биолошке агенсе немамо препарате који имају дозволу за њихово сузбијање. У заштити биља није дозвољена примена препарата који немају дозволу за такву намену. И када постоји у свету препарат за такву намену, да би се у нашој земљи могао примењивати потребна су једногодишња или двогодишња испитивања од овлашћених институција. Тако свака појава новог штетног биолошког агенса направи велике штете биљној производњи и произвођачима.

### **РАЦИОНАЛИЗАЦИЈА И РИЗИЦИ ОД УПОТРЕБЕ ПЕСТИЦИДА**

Европска унија је планирала да изврши ревизију активних материја пестицида регистрованих прије 16. јула 1993. године (Европска комисија (<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/>)). Прва листа обухватила је 90 активних материја које су повучене из промета октобра 2000. године. Друга приоретна листа садржи 148 активних материја пестицида која је објављена у фебруару 2000. године. У трећој фази програма налази се 426 активних материја који захтевају преглед и ревизију. Рачуна се да око 834 активне материје подлежу поступцима ревизије. Европска комисија за регистрацију пестицида процењује да више од 500 активних материја пестицида (око 60% од укупног броја) неће задовољити услове за регистрацију. Према проценама Европске уније, око 230 активних материја пестицида биће добровољно повучено од самих произвођача пестицида. У томе је посебан хербицид глифосат, који ће бити посебно размотрен. Садашња ситуација је таква да десет агрохемијских компанија контролише 84% укупне светске продаје пестицида. Такве огромне промене у структури пестицида изазваће веома озбиљне проблеме у сузбијању веома различитих и изузетно штетних биолошких агенаса који нападају биљке и умањују биљну производњу не само код нас него и у свету.

Према бази података за пестициде које објављује Европска комисија (<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/>) у области пестицида стање је следеће:

Таб. 4. Пеглед стања а.м. пестицида

Одобрено активних материја	492
Нису одобрене	833
На чекању	38
Забрањене	20
Укупно	1.383

Приликом производње и примене пестицида долази до излагања нециљаних организама пестицидима и доспијевања пестицида на нециљане површине. Како се пестициди највише користе на пољопривредним површинама, које се опет највећим дијелом налазе у сеоским областима, онда ризици од примене пестицида посебно добијају на значају у сеоским подручјима. Ризици се могу огледати у директном утицају на људе, контаминацију хране и у утицају пестицида кроз храну, утицају на животну средину и нециљане организме, контаминацију површинских и подземних вода и заношење пестицида на нециљане површине.

**Директан утицај на људе.** Примена пестицида је несумњиво довела до многих корисних ефеката са становишта повећања продуктивности пољопривредне производње, смањења појаве заразних болести, али са друге стране примена пестицида је довела до озбиљних здравствених импликација на човека и његово окружење (Aktar et al., 2009).

**Контаминација хране.** Као мерило здравствене-безбедности хране, а у вези са остацима пестицида у храни, узима се "максимални ниво остатака пестицида" (MRL). То је највиши законом допуштени ниво концентрације остатка пестицида у или на храни или храни за животиње.

Земље чланице Европске Уније сваке године проводе анализу остатака пестицида у пољопривредним производима са свог тржишта. Број узорака се креће око 80.000 годишње, што износи око 16 узорака на 100.000 становника Европске Уније. Редовно се од стране EFSA (EFSA = *European Food Safety Authority*) објављују Извјештаји о остацима пестицида у храни

**Утицај на животну средину и нециљане организме.** Пестициди могу загађивати обрадиво и необрадиво земљиште, воду и животну средину уопште. Поред жељеног ефекта на циљане организме, пестициди делују и на друге нециљане организме, као што су птице, микроорганизми земљишта, корисни инсекти и живи свет уопште. У којој мјери ће се испољити ово деловање зависи пре свега од тога који су организми били изложени дјеловању пестицида, у којој дози (концентрацији), на који начин и колико је та изложеност трајала.

**Контаминација површинских и подземних вода.** Пестициди могу доћи до површинских вода заношењем приликом њихове примене, дренажом кроз земљиште или спирањем са површине земљишта до воде. Контаминација површинских вода пестицидима је распрострањена. Резултати студије које је урадило Америчко геолошко друштво (US Geological Survey - USGS) на главним речним сливовима у САД, почетком и средином деведесетих година, дали су изненађујуће резултате. Више од 90 посто воде и узорака рибе из свих токова садржавали су један, или чешће, неколико пестицида (Kole et al., 2001). Пронађени су пестициди у свим узорцима из главних река, које теку кроз мешовита пољопривредна и урбана земљишта и у 99% узорака урбаног тока испитиваних река (Bortleson and Davis, 1987-1995, цит. Aktar et al., 2009).

## РЕЗИСТЕНОСТ, ВЕЛИКИ ПРОБЛЕМ У ЗАШТИТИ БИЉАКА

Резистентност представља велики проблем и за развој нових пестицида. Сматра се да су у току прошлих деценија утрошена огромна средства за истраживање и развој нових пестицида. Еволуција биолошких агенаса наметнула је велики економски терет многим земљама у свету и повећану опасност за спољну средину од хемикалија које могу угрозити људско здравље и природне екосистеме. Штавише, неке врсте биолошких агенаса које су биле ретке, постале су озбиљне штеточине, јер су применом пестицида уништени њихови природни непријатељи.

Толерантност неких штетних организама и осетљивост других на исте пестициде је предмет проучавања великог броја истраживача од првих дана појаве пестицида. Такве разлике, које се могу уочити између биотипова исте врсте, обично су условљене морфолошким и физиолошким особеностима или фитотоксичношћу метаболизма насталог у току разградње пестицида и сл. Међутим, данас се појављује једна сасвим нова појава – појава резистентности штетних организама према пестицидима. То је појава повећане

отпорности појединих врста штетних организама који су раније били осетљиви. Према томе, толерантност представља природну и нормалну варијабилност на пестициде и друге агенсе која egzистира унутар једне врсте. А према дефиницији ФАО, резистентност представља појаву опадања реакције животињских, биљних врста и биљних патогена на пестициде или друге агенсе које настају као последица њихове употребе. Резистентност није појава која се подједнако брзо развија код свих организама. Брзина развијања резистентности зависи од врсте организма, броја генерација, дужине живота, природе и специфичности биохемијских процеса у организму, природе једињења, учесталости и дужине примене, механизма деловања, сличности деловања са другим једињењима и др. Сигурно је да се резистентност развија најбрже код фитопатогених и других микроорганизама, спорије код инсеката, а поготово биљака. Феномен резистентности има огроман биолошки и еволутивни значај. Када не би било резистентности значи да не би било ни еволуције живог света. У многим земљама и многим подручјима резистентност према пестицидима регистрована је код многих организама. Тако је регистровано 600 врста инсеката и гриња који су резистентни на један или више врста инсектицида (Kunz and Kemp, 1994). Вишеструка резистентност (енг. "multiple resistance") нагло се повећава. Постоји више од 1000 врста инсеката резистентних на комбинације инсектицида и више од 17 врста инсеката резистентних на све главне групе инсектицида (Bellinger, 1996). Како су инсекти постали резистентнији, тако су се примењивале више дозе инсектицида. Резистентност представља велики проблем за развој нових инсектицида. Сматра се да је у току прошлих деценија утрошена огромна средстава за истраживање и развој инсектицида. Еволуција инсеката наметнула је велики економски терет многим земљама у свету и повећану опасност за спољну средину од хемикалија које могу угрозити људско здравље и природне екосистеме. Око 60% тих инсеката припада групи пољопривредних штеточина, а многи од њих угрожавају људско здравље. Такође, данас је познато 480 случајева (коровска врста × механизам деловања хербицида) резистентности коровских врста биљака на хербициде који укључују 251 врсту корова (146 дикотиледоних и 105 монокотиледоних). Ова резистентност укључује 23 од 26 познатих група хербицида са познатим местом деловања и 167 различита хербицида. Резистентност је утврђена у 91 гајеној биљци у 69 земаља у свету (Неар, 2017).

Резистентност штетних организама према пестицидима је феномен прилагођавања ових врста измењеним условима средине. Својство прилагођавања карактерише сва жива бића. Током прилагођавања мењају се функционалне особине ћелије и организма у целини. Но како постоји велики број разноврсних пестицида који се разликују у погледу природе и механизма деловања то се у процесу еволуције обезбеђују специјални механизми индивидуалне адаптације.

Дејство пестицида условљава знатну променљивост организма. Степен променљивости зависи од генотипа, етапе онтогенетског развића и фактора спољашне средине. Иако се адаптивни ефекти могу постићи на разним нивоима организације, промене у грађи и животним функцијама ћелије које настају под утицајем пестицида манифестују се на организм као целину. Способност прилагођавања штетних организама током индивидуалног развића на деловање пестицида, означена као онтогенетска адаптација, је слаба и једва приметна. Она долази до изражаја као последица дуготрајног деловања одређеног пестицида у току његове вишегодишње и сталне примене. У данашње време када се пестициди у великим количинама примењују у скоро свим земљама света феномен резистентности је од огромног практичног значаја. Резистентност доводи до тога да се одређени штетни организм, односно његове ниже систематске категорије, које су варијабилније и нестабилније од врсте, не могу уништавати пестицидима који су до одређеног времена били ефикасни. Зато масовна појава резистентности штетних организама може да буде главни ограничавајући фактор даље примене пестицида. Само због резистентности трошкови сузбијања штетних организама у свету су повећани за пар стотина милиона долара годишње. Резистентност штетних организама према пестицидима ствара низ проблема од којих се могу навести следећи:

- за уништавање резистентних биотипова појединих штетних организама, зависно од степена резистентности, потребно је употребити 2, 5, 10, 50, 100, 1000 и више пута веће количине пестицида него што се употребљавају када ова појава није развијена;
- због употребе пестицида у већим количинама по јединици површине долази до појаве повећане контаминације животне средине и израженијих штетних последица за природну равнотежу;
- повећана употреба пестицида по јединици површине ради постизања задовољавајуће ефикасности доводи до поскупљења производње и смањења економске исплативости примене пестицида;
- због те појаве јавља се потреба за изналажењем нових пестицида са специфичним и другачијим механизмом дејства, за чији су проналазак, синтезу, тестирања, полуиндустријску и индустријску производњу потребна огромна средства, специјалне хемикалије и високообучен кадар.

Поред великог значаја за биљну производњу пестициди могу бити узрочници озбиљних штетних последица у животној средини. Са овим проблемима човечанство се срело у оштром облику у последњим деценијама прошлог века, а нарочито у развијеним земљама. Они могу да изазову најразличитије промене у биолошкој равнотежи, да изазову деградацију животне средине, да токсично директно или индиректно угрозе здравље човека и животиња и да се сами или преко својих деградационих производа укључе у ланац исхране. Те штете могу да се одразе и на друга жива бића између којих у природи постоји стална еколошка условљеност и повезаност.

## РАСПРОСТРАЊЕНОСТ И СУЗБИЈАЊЕ АМБРОЗИЈЕ

Амброзија припада фамилији *Asteraceae* (главочике) која обухвата 1.100 родова и око 20.000 врста које су распрострањене широм света. Међутим, само неколико родова испољава алергена својства, међу којима су најзначајнији род *Ambrosia* и *Artemisia*.

Постоје опречна мишљења о броју врста у оквиру рода *Ambrosia* и наводи се да род броји од 26-48 врста. Све врсте овог рода, осим једне, су америчког порекла. У Европи данас расте пет врста од којих је само приморска амброзија (*Ambrosia maritima* L.) европског порекла, а остале (*Ambrosia artemisiifolia* L., *Ambrosia coronopifolia* Torrey and A. Gray., *Ambrosia trifida* L. и *Ambrosia tenuifolia* Sprengel) су пореклом из Северне и Јужне Америке.

Пеленаста амброзија (*Ambrosia artemisiifolia* L., синоним *Ambrosia elatior* L.) је пореклом из С. Америке и најзаступљенија је и најважнија врста овог рода. Захваљујући својој изузетној способности прилагођавања на разноврсна станишта амброзија се проширила по скоро целој Америци и Канади, а има је и у Аустралији, Јапану, Кини, Египту, Индији и многим другим државама Блиског и Далеког истока.

У Европу (у Немачку) је доспела из Америке са семеном црвене детелине 1863. године. Две године касније појавила се у Француској, а потом у Белгији, Холандији, Енглеској, Мађарској, Украјини, Данској, Швајцарској, Италији, Шпанији, Португалији, Чешкој, Словачкој, Шведској, Турској, Румунији, Бугарској, европском делу бившег СССР и земљама бивше Југославије. У Западној Европи данас није масовно присутна, јер њено семе и начин размножавања, трпе последице климатских промена. Данас је она најзаступљенија у Источној и Југоисточној Европи.

На подручју бивше Југославије први пут је помињу 1931. године у Далмацији, затим 1935. године у Босни, 1941. у Хрватској, а на територији Србије први пут је бележи Живко Славнић (1950-1952) као ценобионт нитрифилне вегетације Панонске низије (подручје Новог Сада). За последњих 70 година амброзија се раширила по целој територији Србије (Janjić i Vrbničanin, 1996; Vrbničanin, 2015). Закоровљује окопавине, повртњаке, воћњаке, винограде, луцеришта у заснивању, стрништа и слабо избокорена стрна жита. Честа је поред путева, у насељима, на рудералним стаништима и травњацима. У Србији је значајно распрострањена, а посебно на територији Војводине, Мачве и Шумадије. Значајно присуство такође је утврђено



јужније од претходно поменутих подручја, а посебно у Подрињу, долинама Велике, Западне и Јужне Мораве, као и других већих река (посебно у источној Србији) и појединих пољопривредних подручја на нижим надморским висинама. Присуство ове врсте утврђено је до 1.000 м надморске висине (подручје Златибора). Данас на подручју Србије *A. artemisiifolia* има статус неотофите (биљке интродуковане после II Светског рата) у инвазији (Vrbničanin i sar., 2004).

### ХЕМИЈСКО СУЗБИЈАЊЕ АМБРОЗИЈЕ

Хемијско сузбијање амброзије изводи се применом хербицида. Данас постоје јефтине, еколошки прихватљиви хербициди којима је могуће ефикасно сузбити амброзију у свим фазама растења. Хербициди за сузбијање амброзије примењују се преко земљишта (пре-ем) и преко листа (фолијарно, пост-ем). Примењени преко земљишта на биљку делују у фази клијања, а фолијарну примену треба обавити пре цветања биљака (Јањић, 2005). За хемијско сузбијање амброзије у појединим усевима и непољопривредним земљиштима могу се користити многобројни хербициди на бази различитих активних супстанци (Табела 5).

Таб. 5. Преглед хербицида за сузбијање амброзије

Хемијска група	Активна супстанца	Усев/површина
Benzotiadiazinoni	bentazon***	грашак, кромпир, кукуруз, лан, луцерка, пасуљ, соја, стрна жита
Derivati benzoeve kiseline	dikamba**	кукуруз, пшеница, стрништа
Derivati fenoksi-karboksilne kiseline	2,4-D**	кукуруз, ливаде и пашњаци, стрна жита (изузев овса)
Derivati piridin-karboksilne kiseline	fluroksipir***	кукуруз, лук, стрна жита, воћњаци и виногради, пашњаци
	klopuralid***	црни лук, јечам, кукуруз, празилук, пшеница, шећерна репа, уљана репица
Difeniletri	oksifluorfen**	бресква, црни лук, јабука, кајсија, крушка, купус, лук, сунцокрет, шљива, винова лоза, воћњаци
	petoksamid**	кукуруз
Glicini	glifosat***	стрништа, вишегодишњи засади, непољопривредне површине
Imidazolinoni	imazamoks**	грашак, луцерка, пасуљ, соја, сунцокрет
Izoksazoli	izoksaf lutol***	кукуруз
Karboksiamidi	diflufenikan***	јечам, пшеница, сунцокрет
Piridazinoni	flurohloridon***	кромпир, сунцокрет, воћњаци и виногради
Sulfoniluree	foramsulfuron***	кукуруз
	metsulfuron-metil***	јечам, пшеница
	oksa sulfuron***	соја
	prosulfuron***	кукуруз, пшеница
	tribenuron-metil***	пшеница, сунцокрет (толерантан на трибенурон-метил)
	triflusulfuron-metil**	шећерна репа
Triazinoni	metamitron***	јабука, шећерна репа,
Triketoni	mezotrion**	кукуруз
	tembotrion***	кукуруз
	topramezon***	кукуруз

Осим препарата на бази наведених активних материја за сузбијање амброзије је регистрован већи број препарата који садрже комбинације различитих активних супстанци. \*\*\* -добро сузбија; \*\* -задовољавајуће сузбија

Најефикаснија стратегија за контролу амброзије као алохтоне, инвазивне коровске врсте, подразумева спречавање њене инвазије, која обухвата превентивне мере и то:

- мониторинг, рана детекција и уништавање,
- спречавање расејавања семена,
- правилно одржавање земљишта, као и
- уништавање амброзије на непољопривредним земљиштима.

На основу тренутног стања можемо закључити да су ове мере код нас изостале. Такође, тренутно се највише користе хемијске мере борбе за сузбијање амброзије и управо због тога је потребно обратити пажњу на могућност појаве резистентности амброзује према одређеним хербицидима. У циљу спречавања појаве резистентности, потребно је хербициде користити у најосетљивијим фазама развоја амброзије, користити препарате са високом ефикасношћу, предност дати комбинацијама хербицида са различитим механизмима деловања, ротирати хербициде спрам механизма деловања, а све мора бити добро осмишљено, стручно засновано и примењено.

За успешно сузбијање амброзије потребан је комплексан систем борбе, који подразумева њено организовано сузбијање и укључивање свих субјеката и појединаца на нивоу државе, почевши од научно истраживачких институција, ресорних министарстава, пољопривредних стручних служби, пољопривредних и комуналних инспектора и пољопривредних произвођача. Уколико изостане било која карика у овом ланцу успешност у контроли и сузбијању амброзије ће изостати.

### ПРОБЛЕМИ ДАЉЕ ПРИМЕНЕ ГЛИФОСАТА

Последњих година, а нарочито последњих месеци у научној и стручној јавности широко се расправља о глифосату. То је стари, у науци и пракси познат хербицид кога пољопривредни стручњаци боље познају по различитим називима његових препарата којих је у бившој Југославији и Србији, било много. Овај хербицид је открио још 1950. године швајцарски хемичар Ненги Мартин, радећи у једној фармацеутској фирми на програму откривања нових лекова. Двадесет година касније (1970) хемичар из Monsanto, др John Franc утврдио је да та супстанца има хербицидно деловање. Већ 1974. године појављује се његов препарат Roundup у светском промету, а четири године касније регистрован је и у Југославији.

Одмах после његовог открића и примене, у науци и струци, сматрало се да се ради о изузетно перспективном хербициду. Ценећи све његове особине, с правом је тврђено да хербицид бољих хемијских, токсиколошких и биолошких особина до данас није откривен, што потврђује његов промет у свету. У почетку он је био регистрован само за сузбијање вишегодишњих отпорних корова на стрништима. Временом дозвола му је проширена и за друге намене, а данас се широко употребљава не само код нас него и у свету. Симптоми његовог деловања уочавају се касније, иако биљка престаје да расте непосредно након третирања. Потпуно сушење и угинуће биљака настаје после 7 до 14 дана након примене хербицида, што свакако зависи од врсте биљке, старости, примењене дозе, климатских и других услова.

Глифосат је хербицид који има огроман промет, а употребљава се за сузбијање вишегодишњих коровских биљака са развијеним ризомима, укључујући и шибље и дрвенасте биљке. Он је слабо токсичан за различите топлокрвне и друге организме, а испољава и слабу резидуалну активност. Употребљава се широм света за уништавање непожељне вегетације и претварање запуштених површина у пољопривредне површине. Направљене су и трансгене биљке у којима се глифосат као тотални хербицид може употребљавати. Трансгене биљке толерантне на глифосат производе се под традиционалним називом Roundup Ready™. Примарно место деловања глифосата је ензим 5-енолпирувитскикват-3-фосат синтетаза (EPSP) која се налази углавном у хлоропластима. Овај ензим је укључен у биосинтезу ароматичних киселина, триптофана, фенилаланина и тирозина (и субсеквентно синтезу многих секундарних биљних производа).

Биљке третиране глифосатом угињавају за три недеље. Овако споро деловање глифосата настаје због тога што у организму биљака постоји значајна резерва аминокиселина, слично као и код ALS инхибитора. Споредно деловање глифосата је промена метаболизма ауксина. Запажа се појава бочног гранања код дикотиледоних биљака и секундарних изданак код моноцитиледоних биљака. Ово настаје као последица активности фенилаланин-амонијумлиазе и мање концентрације природних производа инхибитора фенола. Од фенилаланина и тирозина постају многа фенолна једињења, флавоноиди, изофлавоноиди, алкалоиди и лигнин. Хлороза која се појављује после третирања глифосатом настаје као последица инхибиције  $\delta$  ALA синтетазе. Како синтеза шикиминске киселине заузима централно место у метаболизму онда је разумљиво да угинуће биљака настаје због оштећења многих виталних целуларних процеса.

Таб.6. Пораст потрошње глифосата у свету по декадама од 1974. до 2014. године

Декада	Укупно (у 000 тона)	Повећање у односу на претходну декаду (000 тона)	Удео (%) од укупне потрошње
1974	3,2	-	-
1975-1984	130	127	1,5
1985-1994	387,3	257	4,5
1995-2004	1.909	1.522	22,3
2005-2014	6.133	4.224	71,6
Укупно	8.563		

У 1984. години глифосат је продаван у 120 земаља у вредности од 0,5 милијарди долара, а у 2000. години он је најподаванија агрохемикалија у свету (2,5 милијарде US долара). У ери производње ГМ биљака (1996-2014.) његова потрошња повећана је 12 пута (Venbrook, 2016) а у 2016. години је за гајење ГМ биљака коришћено око 40 % глифосата.

Таб. 7. Потрошња глифосата у свету од 1994-2014. године

Намена	Потрошња глифосата (у тонама)						
	1994	1995	2000	2005	2010	2012	2014
	56.292	67.078	193.485	402.350	652.486	718.600	825.804
Пољопривредне површине	42.826	51.078	155.367	339.790	578.124	718.600	746.580
Непољопривредне површине	13.428	16.000	38.118	62.560	74.362	648.638	79.224
Удео (%) пољопривредне површине	76	76	80	84	89	90	90
Удео (%) непољопривредне површине	24	24	20	16	11	10	10

После Европске грађанске иницијативе о забрани употребе глифосата, покренуте од стране 22 државе, нема тела и органа Европске Уније и света које нису расправљали и доносили различите одлуке о томе (Агенција за сигурност хране-EFSA, Европска агенција за хемикалије-ЕСНА, Светска организација за истраживање рака-IARC, Светска здравствена организација-WHO). Без улажења у детаље одлука ових различитих органа, тела и организација, данас је ситуација са глифосатом таква да је Европска унија продужила његову употребу за још пет година, Аустрија га забранила (2019), а Француска и Немачка ће га забранити наредних година (Француска 2021., а Немачка 2023. године).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Agrios, N. G. (2005). Plant Pathology, Fifth Edition. Academic Press. Amsterdam
2. Aktar, W, Sengupta, D., Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicol*, 2(1): 1–12.
3. Anon. (1990-2018). Faostat. Food and Agriculture Organization of United Nations.
4. Bellinger, R. G. (1996). Pest Resistance to Pesticides, publication, Department for Entomology, Clemson University. [www.ipm.nesu.edu/safety/factsheets/resistance.pdf](http://www.ipm.nesu.edu/safety/factsheets/resistance.pdf)
5. Benbrook, C. M. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environ Sci Eur* 28, 3. <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>
6. Canan, U. (2013). Microorganisms in Biological Pest Control — A Review (Bacterial Toxin Application and Effect of Environmental Factors), *Current Progress in Biological Research*. 21: 287-317.
7. Grimm, C. E. (2001). Trends and paleoecological problems in the vegetation and climate history of the northern great plains, U. S. A. *Biology and environment: proceedings of the royal Irish academy*, 101(1-2). 47-64.
8. Heap, I. M. (2017). The International Survey of herbicide resistant weeds Online internet. Accessed on 17 february 2020 Available [www.weedscience.com](http://www.weedscience.com)
9. Heap, I. M. (2019). The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Online. Internet. Monday, January 6, 2020 Available [www.weedscience.org](http://www.weedscience.org).
10. Janjić, V. (1994). Hormonski herbicidi. Institut za istraživanja u poljoprivredi Srbija i IP Nauka, Beograd.
11. Janjić, V. (2005). Fitofarmacija. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Institut za istraživanja u poljoprivredi "Srbija", Poljoprivredni fakultet Banja Luka, Beograd- Banja Luka, 1-1200.
12. Janjić, V. Vrbničanin, S. (ur) (2007). Ambrozija. Herbološko društvo Srbije, Beograd, 1-118
13. Kole, R. K., Banerjee, H. and Bhattacharyya, A. (2001). Monitoring of market fish samples for Endosulfan and Hexachlorocyclohexane residues in and around Calcutta. *Bull Environ Contam Toxicol* 67: 554–559.
14. Kunz, S. E., Kemp, D. H. (1994). Insecticides and acaricides: resistance and environmental impact. *Rew.Sci. tech.* 13 (4), 1249-1286.
15. Michael, C. R. A. (2009). Pesticide Use and Exposure Extensive Worldwide. *Rev. Environ Health*, 24(4): 303-309.
16. Pimentel, D. (1993). Environmental and economic effects of reducing pesticide use in agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 46: 273-288.
17. Robert, L, Qingui, M, Hovard, K. (2015). What can individuals do to reduce personal health risks from air pollution? *J Thorac Dis*. 7(1): 96-107.
18. Slavnić, Ž. (1953). Prilog flori našeg Podunavlja. *Glasnik biološke sekcije. Serija II / BT*. 4-6. Zagreb.
19. Slavnić, Ž. (1960). O useljavanju, širenju i odomaćivanju nekih adventivnih biljaka u Bosni i Hercegovini. *Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu*, XIII, 1-2, 117- 146, Sarajevo.
20. Vrbničanin, S. (ed.) (2015). Invazivni korovi: invazivni procesi, ekološko-genetički potencijal, unošenje, predviđanje, rizici, širenje, štete i kartiranje. Herbološko društvo Srbije, Beograd.
21. Vrbničanin, S., Karadžić, B., Dajić-Stevanović, Z. (2004). Adventivne i invazivne korovske vrste na području Srbije. *Acta biologica Jugoslavica, Serija G*, 13 (1): 1-12.
22. <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/>.

## **CURRENT PROBLEMS IN THE PROTECTION OF PLANTS, ESPECIALLY THE PROBLEMS OF CONTROL RAGWEED AND APPLICATION OF GLYPHOSATE**

### **Summary**

The protection of crops from harmful biological agents special problem is the constant emergence of new harmful biological agents, which are less known, and often there are no adequate measures for their control, especially the lack of adequate pesticides permitted in our country for their successful suppression. Also large and urgent problem is the emergence of resistance with many harmful biological agents are almost always occur and which are used for many of their suppression of the same pesticide products to which they have become resistant. To combat these harmful agents then must use greater amounts of pesticides that pose a problem for the safety of products obtained, and then appear and problems with economy of production. This problem is not expressed only in our country, but is present and represents an even greater problem in countries with intensive agricultural production. Nowadays, a special problem is the suppression of ambrosia, which has spread in our country, particularly in Vojvodina, is a major problem not only for crop production, but also for a large number of residents who are sensitive to pollen allergy operation of these plants.

**Key words.** Pesticides, resistance, plant protection, glyphosate, harmful agents

# ИНОВАТИВНА РЕШЕЊА У СУЗБИЈАЊУ КОВОРА У УСЕВИМА

Милена СИМИЋ<sup>1,2</sup>, Милан БРАНКОВ<sup>2</sup>

## 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 усеве 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 плодореде 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

<sup>1</sup> дописни члан АИНС, [smilena@mrizp.rs](mailto:smilena@mrizp.rs)

<sup>2</sup> 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 ацетолактат синтазе (ALS), (HRAC, [www.hracglobal.com](http://www.hracglobal.com)). Појава резистентности корова, штеточина и патогена, загађење агроекосистема 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 смањили 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 агроекосистема (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 агроекосистема 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, покривност и потенцијал заносења (дрифта) (Creecch et al., 2015). Распрскивачи чине да се течност претвори у капљице стварајући млаз. Избор распрскивача зависи од хербицида и коровских врста (Meyer 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 (Creecch 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 (Кнежевић et al., 2010, Марчињковска 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 покривност, 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 покривност 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 дизама 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 КОРОВА

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<sup>-2</sup> а у тропољном плодореду од 1454.7 на 75.4 g m<sup>-2</sup>. Након примене препоручене количине хербицида, маса корова је смањена од 535.3 на 31.2 g m<sup>-2</sup> у двопољу и од 555.6 на 23.2 g m<sup>-2</sup> 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%.

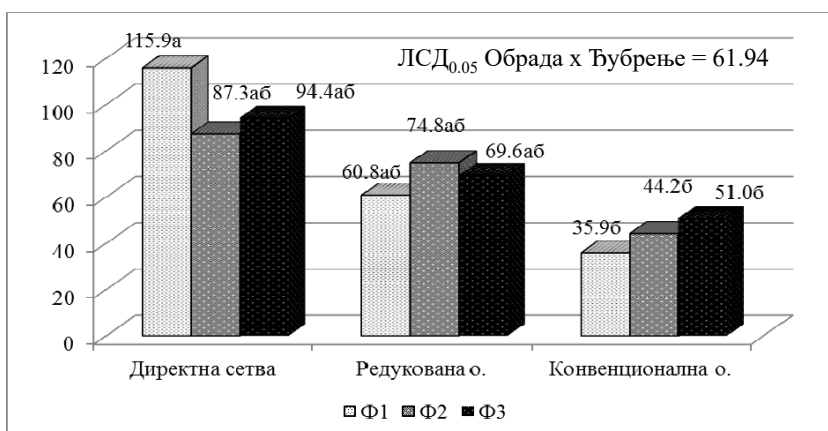
Табела 1. Укупна маса корова ( $\text{g m}^{-2}$ ) у зависности од система гајења и примене хербицида

		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 интензитет 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<sup>-1</sup> N, 105 kg ha<sup>-1</sup> P, 75 kg ha<sup>-1</sup> K; Ф3 – 330 kg ha<sup>-1</sup> N, 211 kg ha<sup>-1</sup> P, 150 kg ha<sup>-1</sup> K

Графикон 1. Свежа маса корова ( $\text{g m}^{-2}$ ) 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 пропације 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 (Т0), 330 kg ђубрива по ha (N 150 kg ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 105 kg ha<sup>-1</sup> и K<sub>2</sub>O 75 kg ha<sup>-1</sup>) и као трећа варијанта 660 kg ђубрива по ha (N 300 kg ha<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 210 kg ha<sup>-1</sup> и K<sub>2</sub>O 150 kg ha<sup>-1</sup>).

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 агроекосистем. 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 конкурентивнијих генотипова, повећана густина сетве, смањење међуредног растојања код ширококоредних усева, као и промена просторног распореда при сетви усева (Travlos et al., 2011; Simić et al., 2012; Swanton et al., 2015). Конкурентивност усева може бити изражена као способност да конкурише коровима и смањује њихову масу и као могућност да толерише конкурентско 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<sup>-1</sup> 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 (Олјаца 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* (Олјаџа 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  $\infty$

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 агроеколошким 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 l<sup>-1</sup> а.с. + 1350 g l<sup>-1</sup> а.с.). На свакој варијанти корови 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  $\text{ha}^{-1}$ . У свакој варијанти примена хербицида је имала следеће третмане: контрола (К) без примене хербицида, примена комбинације хербицида за сузбијање широколистних и усколистних корова после сетве а пре ницања кукуруза (С-метолахлор + мезотрион,  $960 \text{ g ha}^{-1} \text{ а.с.} + 120 \text{ g ha}^{-1} \text{ а.с.}$ ) и у току вегетације кукуруза, у фази 5-7 листова (никосулфурон + мезотрион,  $40 \text{ g ha}^{-1} \text{ а.с.} + 120 \text{ g ha}^{-1} \text{ а.с.}$ ). 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 ( $81.5 \text{ g m}^{-2}$  и  $112.3 \text{ g m}^{-2}$ ). 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 агроколошким 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 ( $\text{g m}^{-2}$ ) 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 <sub>0.05</sub> = 1091.0

ЛСД<sub>0.05</sub> = 1687.0

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

\*\* статистичка значајност на нивоу 0.01

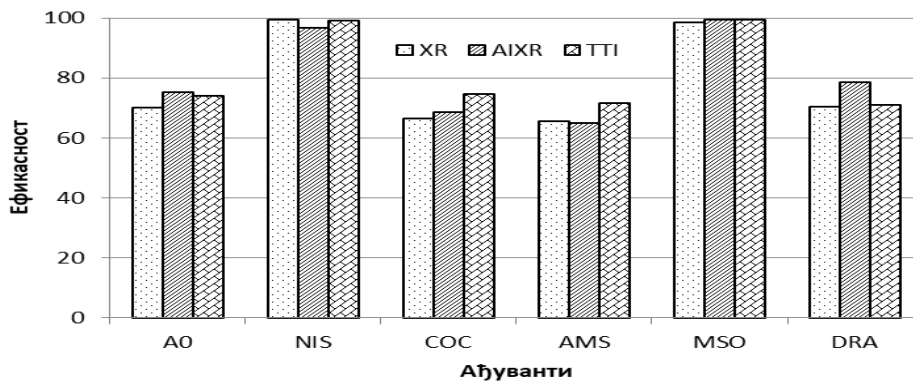
Ефекти покровних и здружених усева као алтернативних мера гајења, на заступљеност корова углавном су праћени у хибридикама специфичних својстава какви су шећерци, кокичари, хибриди белог и црвеног зрна, тврдунци и други али због задатог обима рада овде неће бити приказани.

### 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., *Abutilon theophrasti* Medic, *Echinochloa crus-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 (ED<sub>50</sub>) 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 - СОС - Crop Oil Concentrate 0.5 % V/V, А3 - АМС - 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 TT11004.

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 ED<sub>50</sub> 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 заносења у ваздушном тунелу који је 15 м дуг и користи два вентилатора који производе ваздушна струјања. Брзина ветра је подешена на 16 km ha<sup>-1</sup>, 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 м 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 диза производу значајно мање капљице у односу на ТТИ (Слика 1). Исто тако, количина депонованог хербицида је била значајно већа у свим мереним тачкама са XR у односу на ТТИ дизну. Сходно овоме, већа оштећења биљака су забележена са XR дизном у односу на ТТИ. 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 тифенсулфурон-метилом са ТТИ дизном (лево) и XR дизном (слика десно).

### Захвалница

Ова истраживања су резултат пројеката ТР31037 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 18<sup>th</sup> 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 17<sup>th</sup> 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., Simoncic 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 18<sup>th</sup> EWRS Symposium*, June 17-21, Ljubljana, Slovenia, 216.
5. Colbach N., Cordeau S. (2018): *Proceedings of the 18<sup>th</sup> 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 7<sup>th</sup> 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 7<sup>th</sup> 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. IWPRAISE - an EU HORIZON 2020 project on Integrated Weed Management: proceedings of the 18<sup>th</sup> 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 Sulfonyleurea 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., Simić M., Stefanović 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 7<sup>th</sup> 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. Simić M., Spasojević I., Brankov M., Dragičević V. (2014): Weeds seed bank richness in maize field: effects of crop rotation and herbicides. *Proceeding of the 5th International Scientific Agricultural Symposium “Agrosym 2014”*, October 23-26, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 501-507.
34. Simić M., Spasojević I., Kovacević D., Brankov M., Dragičević 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

# МОБИЛНА ТЕХНИКА У СЛУЖБИ РАЗВОЈА ПОЉОПРИВРЕДЕ

Ратко НИКОЛИЋ<sup>1</sup>, Милан ВАСИЉЕВИЋ<sup>2</sup>, Слободан ПЕТРОВИЋ<sup>2</sup>, Ахуђа КАМАЛ<sup>2</sup>,  
Лазар САВИН<sup>3</sup>, Мирко СИМИКИЋ<sup>3</sup>, Милан ТОМИЋ<sup>3</sup>, Андраш ТОТ<sup>3</sup>

## САЖЕТАК

Рад представља резултате дугогодишњих истраживања у области утицаја механизације а посебно трактора, на унапређење развоја пољопривреде на преко 5 милиона хектара пољопривредног земљишта. У уводном делу приказана је структура земљишта и газдинстава и потенцијали у производњи хране за преко 50 милиона становника и извоз хране за преко 10 милијарди евра годишње.

Указана је оправданост формирања земљорадничких задруга и укључивање машинских кругова у набавци и коришћењу механизације, чиме се смањује улагање у набавку и коришћење за преко 30% у односу на конвенционалну производњу у пољопривреди.

Приказани су резултати пописа механизације у 2018. године, чиме је показано да је број трактора порастао за око 10% и износи око 451.000 јединица, од чега је око 86% старости преко 20 година. Процењује се да је од укупног броја трактора око 50% старије од 30 година, што је веома лоше са аспекта производње хране, потрошње горива, очување земљишта и животне средине у целини.

Приказан је достигнут развој Индустије машина и трактора ИМТ-Београд од 1954. до 2015. год. У том периоду ИМТ је производио преко милион трактора снаге од 22 до 380 kW и преко три милион машина и оруђа за пољопривреду, водопривреду, шумарство, грађевинарство, комуналну делатност идр.

*Потом је приказан развој Индустије механизације и трактора д.о.о. у Јарковцу, општина Сечањ на бази кооперације са компанијом ТАФЕ из Индије, од 2018. год.*

На крају је приказана структура потреба за тракторима, комбајнима и комбинованим машинама за период до 2030. године. Због недостатка кључне механизације и њене велике старости Србије губи сваке године око 1,5 милијарди евра. Стога се предлаже изградња Националног Индустијског центра за производњу кључне механизације за домаће потребе и извоз.

**Кључне речи:** трактори, комбајни, комбиноване машине, развој пољопривреде

## УВОД

Република Србија располаже са око 8 милиона ha земљишта, што је велики потенцијал у производњи хране за домаће потребе и значајан извоз.

Према попису из 2012. године Србија поседује 5.093.000 ha пољопривредног земљишта, при чему је око 4.221.000 ha (82,88%) обрадиво. Коришћено земљиште је око 3.355.859 ha. Од тога су оранице и баште 2.605.575 ha (77,65%), воћњаци и виногради 185.862 ha (5,54%), травне површине 711.886 ha (21,21%) и остало око 3.507 ha (0,11%).

Земљиште је солидног квалитета, овладана је релативно добра савремена технологија и има довољно добрих кадрова, што је потенцијал за производњу здравствено безбедне хране за преко 50 милиона становника и извоз од преко 10 милијарди евра годишње, што је циљ за наредни период бржег развоја пољопривреде.

Николић и сарадници (2008) су навели да механизација утиче на смањење генетских потенцијала биљних врста у производњи до 50%, те је стога механизација, а у том склопу

<sup>1</sup> Редовни члан АИНС, е-mail: [nikolic.ratko43@gmail.com](mailto:nikolic.ratko43@gmail.com)

<sup>2</sup> Фабрика трактора ИМТ/ТАФЕ, Јарковац, Сечањ

<sup>3</sup> Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет Нови Сад Трг Доситеја Обрадовића 8, 21000 Нови Сад

посебно трактори, једни од кључних фактора у развоју органске производње и производње уопште.

У наставку рада обрађено је:

- Земљиште и потенцијали у производњи хране,
- Структура газдинства и механизације, попис 2018
- Достигнути ниво развоја Индустрије машина и трактора Србије ИМТ- 1954-2015
- Достигнут развој Индустрије трактора ИМТ/ТАФЕ, 2018-2020, Јарковац-Сечањ
- Структура потреба и изградња Националног индустријског центра за производњу кључне механизације

## ЗЕМЉИШТЕ И ПОТЕНЦИЈАЛИ У ПРОИЗВОДЊИ ХРАНЕ

Типови земљишта и бонитетне карактеристике према просторном плану Републике Србије из 1996. Год. Приказани су у табели 1. Земљишта су разврстана у 12 група. Групе које спадају у продуктивна земљишта чине око 41,45%, слабо до средње продуктивно земљиште 51,32%, а непродуктивна 7,22%, Љиљана Нешић и сарадници 2015. Исти аутори разврставање земљишта по бонитету – класама. Погодна земљишта за обраду су класе 1, 2, 3 и 4 а непогодна за обраду класе 5, 6, 7 и 8.

Конфигурација земљишта у Србији није у целини погодна за коришћење механизације, посебно трактора, учинци су смањени, квалитет извођења радова је лошији и безбедност при раду је лошија. Микрорегиони према надморској висини су:

- равничарски до 200 м (око 32%)
- равничарско брежуљасто од 200-500 м (око 25%)
- брежуљасто брдско од 500 до 1.000 м (око 30%)
- брдско планински преко 1.000 м (око 13%).

Велика разноврсност региона и подручја у пољопривредној производњи захтева реонизацију производње како би се одређеним условима гајиле одговарајуће биљне и животињске врсте и тиме остварила максимална економичност уз максимално образовање корисника земљишта у Србији како у примени технологија тако и у избору и коришћењу механизације.

За успешну и економичну производњу хране утичу: величина поседа, величина парцела и дужина парцела. Николић и сарадници (2005) су приказали утицај повећања поседа на трошкове производње. Ако се посед повећа са 60 на 250 хектара трошкови производње житарица се смањују за 25% а вредност потребне механизације се смањује за око 18%. Повећање парцела од 0,5 ха на 3 ха варијабилни трошкови механизације се смањују за око 12%, а потребе за радном снагом смањују се за око 56%.

Дужина парцела је важна за ефикасност коришћења механизације и гажење земљишта на увратинама при окретању агрегата. Николић Р. (1983) истраживао је утицај дужине парцеле од 500, 1.000 и 2.000 м на избор и коришћење механизације. Аутор наводи да се при повећању дужине парцеле од 500 на 1.000 м утрошак машинских часова смањује за 11,9%, потрошња горива за 5,7% или 7,3 л/ха, а енергетска снабдевеност за 10,6%.

Утврђено је да су уштеде на увратинама на око 600.000 ха пшенице повећањем дужине парцеле са 400 м на 1.000 м око 3.701.613 евра годишње. Аутор закључује да је у перспективи потребно да дужина парцеле буде око 1.000 м а да нема оправдања дужине парцеле од 2.000 м.

За успешну производњу хране веома је важна и организација производње, нарочито на рубним подручјима, који покривају око 41% земљишта. На овим подручјима неопходно је формирање земљорадничких задруга, а у оквиру њих и машински кругови који обухватају заједничку набавку и коришћење механизације. Утврђено је да помоћу машинских кругова трошкови набавке и коришћења механизације смањује за најмање 30% (Тот А.).

Повољно искоришћење земљишта у производњи хране омогућава шира примена наводњавања и веома заступљено сточарство као основа за очување плодности земљишта.

Табела 1. Типови земљишта и бонитетне карактеристике

Р.б.	Тип земљишта	Површина		Бонитетне карактеристике
		(ha)	(%)	
1.	Камењар (Litosol)	77.757	0,97	Озбиљна ограничења – непродуктивно земљиште
2.	Еолски песак (Arenosol)	86.000	1,09	Знатна ограничења – слабо до средњепродуктивно земљиште
3.	Земљишта на кречњацима Кречњачко доломитна црница (Kalkomelosol) и смеђе кречњачко (Kalkokambisol)	910.000	11,38	Знатна до средња ограничења - слабо до средњепродуктивна земљишта
4.	Хумусно и силикатно земљиште (Ranker)	324.000	4,05	Умерена ограничења – високо – продуктивно земљиште
5.	Чернозем	1.200.000	15,00	Без ограничења - високопродуктивно земљиште
6.	Смоница (Vertisol)	680.000	8,50	Умерена ограничења - високопродуктивно земљиште
7.	Еутрично смеђе - Гањача (Eutrični kambisol)	437.000	5,46	Умерена ограничења - продуктивно земљиште
8.	Понегде смеђе - Кисело смеђе (Distrični kambisol)	2.607.000	32,6	Знатна ограничења - слабо до средњепродуктивна земљишта
9.	Земљиште на серпентину (Ranker i eutrično smeđe)	268.000	3,35	Знатна до средња ограничења - слабо до средњепродуктивна земљишта
10.	Псеудоглеј	500.000	6,25	Умерена до знатна ограничења - условно продуктивна земљишта
11.	Алувијално земљиште (Fluvisol) и ритска црница (Humoglej)	675.000	8,44	Без ограничења до озбиљних ограничења – условно могу бити високопродуктивна (мелиорације)
12.	Солончак и Солоњец (заслањена и алкализованa земљишта)	233.000	2,91	Знатна ограничења - слабо до средњепродуктивна
Укупно 1-12		7.997.757	100	

На крају посебно треба истаћи утицај механизације на остварење економичних приноса, путем спровођења савремене технологије, поштујући максимално агротехничке рокове.

Применом наведених са површине од преко 5 милиона ха пољопривредног земљишта у перспективи могу се остварити циљеви и производња хране за преко 50 милиона становника и извоз хране за преко 10 милијарди евра годишње.

### СТРУКТУРА ГАЗДИНСТВА И МЕХАНИЗАЦИЈЕ У СРБИЈИ, ПОПИС 2018

У табели 2 приказана је структура земљишта и газдинстава у Србији према попису од 2018. године. Пољопривредно земљиште је око 5.178.692 ха а коришћено 3.470.000 ха или (67,1%) од чега је код породичних газдинстава 2.914.000 (84%) а код газдинстава правних лица 556.000 (16%).

Број газдинстава је смањен за око 11,79% у односу на 2012. год. и износи 564.541 од чега су породична 562.869 (99,71%) а приватно 1.645 (0,29%) што је смањење од око 64%.

Просечна површина породичних газдинстава је повећана за 14,7% и износи 5,16 хауместо 4,5 ха 2012. године, а приватна лица 337,99 ха што је повећање за 60,95% у односу на 2012. год.

Тенденција смањења газдинстава, односно повећање просечне површине је позитивна и како предлаже проф. Лазаревић, треба што пре да достигне 10 ха по породичном газдинству.

Табела 2. Пољопривредно земљиште и газдинства у Србији, попис 2018.

Р.б.	Земљиште и газдинство	Површина		+/- у односу на 2012. год. (%)
		ha	%	
1.	Пољопривредно земљиште	5.178.692	100	+1,68
	– Коришћено пољопривредно земљиште	3.470.000	67,1	+3,40
	– Породична газдинства	2.914.000	84	+3,48
	– Правна лица	556.000	16	+3,15
2.	Газдинства (број)	564.541	100	-11,79
	– Породична газдинства	562.896	99,71	-0,898
	– Правна лица	1.645	0,29	-64,08
3.	Просечна површина	-	Повећање	
	– Породична газдинства	5,16	14,7	+14,7
	– Газдинства правних лица	337,99	60,95	60,95
4.	Укупно на газдинствима Србије ради 1.336.940 људи, што је за 7,3% мање него 2012. год.			
	Процена у производњи хране у Србији је за преко 50 милиона становника и извоз од преко 10 милијарди евра			

У табели 3 приказани су резултати пописа 2018 о тракторима и комбајнима. Број двоосовинских трактора је порастао око 10% и износи 451.983 ком. Али је старост велика, старији од 20 година око 86%, а старости до 10 година само 5,3%. Код комбајна је слична ситуација, од 62.925 старији су од 20 година 82,2% а старости до 10 година само 6,4%.

Структура двоосовинских трактора према снази је: до 18 kW 3%; 19-37 kW 57%, 38-66 kW 33%, 67-88 kW 5% и преко 89 kW само 2%.

Структура трактора и комбајна је веома неповољна за производњу здравствено безбедне хране, очување земљишта и животне средине у целини.

Табела 3. Трактори и комбајни у Србији, попис 2018.

Р.б.	Трактори и комбајни	Број трактора	Напомена
1.	Двоосовински трактори	451.983	10% више у односу на 2012
	– 80% пољопривредних газдинстава користи сопствене тракторе		
	– Трактори старији од 20 година	388.705	86%
	– Трактори старости до 10 година	23.955	5,3%
	– Један трактор просечно обрађује 7,7 ха		
2.	Комбајни	62.925	-
	– Старији од 20 година	51.724	82,2%
	– Старости до 10 година	4.027	6,4%
3.	Једноосовински трактори снаге 5-15 kW	Око 200.000	Просечна старост преко 20 г.
4.	Мотооруђа снаге до 5 kW	Око 300.000	Просечна старост преко 20 г.

Током 2018. год. Увезено је 2.158 трактора и то: 1.219 (56,49%) нови трактори и 939 (43,51%) половни. Укупан увоз је 2.158 трактора што је 0,48% од укупног броја трактора у Србији 451.983. За 2019. очекује се увоз од око 3.751 трактор и то 2.605 (69,46%) нових и 1.146 (30,54%) половних.

### ДОСТИГНУТИ РАЗВОЈ ИНДУСТРИЈЕ МАШИНА И ТРАКТОРА ИМТ-БЕОГРАД (1954-2015)

Индустрија машина и трактора ИМТ-Београд, основана је 1954. год. а престала са радом 2015. год. Ова фабрика је производила до 45.000 трактора годишње и процењује се да је у целом периоду произвела преко 1.000.000 трактора и преко 3.000.000 машина и оруђа.

Давне 1983. ИМТ је производио 40 модела трактора снаге од ИМТ-530, 22 kW/30 KS (сл.1) до зглобног трактора ИМТ-5500 снаге 380 kW/516,8 KS.



Сл. 1. Трактор ИМТ-530 (22 kW/30 KS)



Сл. 2. Трактор ИМТ-5500 (380 kW/516,8 KS)

Поред наведених ИМТ је производио и тракторе опште намене као што су за комуналне потребе, грађевинске и шумарске потребе.

У новије време ИМТ је развио и два модела 2000, који су спремни за серијску производњу, ИМТ-2050 снаге 59 kW/53 KS и ИМТ.2090 снаге 66 kW/90 KS, слика 3.



ИМТ-2050 (39 kW/53 KS)



ИМТ-2090 (66 kW/90 KS)

Сл. 3. Два модела трактора ИМТ – спремна за серијску производњу

Поред трактора ИМТ је производио и бројне машине и оруђа за потребе пољопривреде, водопривреде, шумарства, комуналне делатности и др. Као што су: мотокултиватори, оруђа за основну обраду земљишта, оруђа за предсетвену обраду земљишта, оруђа за сетву окопавина и стрних жита, оруђа за међуредну обраду и негу, оруђа за транспорт и оруђа за општу примену. Процењује се да је ИМТ произвео ових машина и оруђа преко 3.000.000 јединица.

Индустрија машина и трактора ИМТ је имала око 100 продајно сервисних јединица широм Југославије. У центру Тошин бунар 268 у Београду запошљавано је око 10.000 радника а фирме које су радиле за ИМТ запошљавале су преко 30.000 радника значи укупно 40.000 радника. ИМТ је угашен 2015. године а од 2018. **треба да га замени ИМТ/ТАФЕ** Јарковац, општина Сечањ.

Закључак: Поред чињенице да је производња трактора у ИМТ-а на локацији Н.Београд обустављена 2015 године, процењује се да се 250.000 трактора ИМТ има и данас користе.

### **Достигнути развој индустрије трактора ИМТ/ТАФЕ (2018-2020), Јарковац-Сечањ (Васиљевић и сар. 2019)**

Индустрија трактора ТАФЕ из Индије је 2018. године купио ИМТ за 66.000.000 динара и започео производњу трактора ИМТ/ТАФЕ у Јарковцу општина Сечањ. Производни програм трактора ИМТ/ТАФЕ приказан је у табели 4.

Табела 4. Производни програм трактора бренд ИМТ i TAFE

Производни програм трактора бренда ИМТ/ТАФЕ			
ИМТ Бренд	ТАФЕ Бренд	Снага мотора kW (KS)	Емисија издувниг гасова EU норма
ИМТ 539.2 DI	ТАФЕ 42 DI	35 (47)	Stage II
ИМТ 539.3 DI	ТАФЕ 42 DI ЕИПА	35 (47)	Stage IIIA - IPARD
	ТАФЕ 45 DI 2/4WD	35 (47)	Stage II
ИМТ549.3 DI 4WD	ТАФЕ 45 DI 2/4WD ЕИПА	35 (47)	Stage IIIA - IPARD
ИМТ 565.2 DI 4WD	ТАФЕ 6530 4WD	46 (63)	Stage II
ИМТ 577.2 DI 4WD	ТАФЕ 8502 4WD	57 (78)	Stage II

Спецификације трактора ИМТ/ТАФЕ приказане су у табели 5, модели снаге од 35 до 57 kW. Приказани су модели: ИМТ 539.2 DI, ИМТ 539.3 DI, ИМТ 549.3 DI 4WD, ИМТ 565.2 DI 4WD, ИМТ 577.2 DI 4WD, ТАФЕ 42 DI, ТАФЕ 42 DI ЕИПА, ТАФЕ 45 DI 2/4WD ЕИПА, ТАФЕ 6530 4WD и ТАФЕ 8502 4WD.

Табела 5. Спецификација трактора ИМТ / TAFE

ИМТ Бренд	ИМТ 539.2 DI	ИМТ 539.3 DI	ИМТ 549.3 DI 4WD	ИМТ 565.2 DI 4WD	ИМТ 577.2 DI 4WD
ТАФЕ Бренд	ТАФЕ 42DI	ТАФЕ 42DI ЕИПА	ТАФЕ 45DI 4WD ЕИПА	ТАФЕ 6530 4WD	ТАФЕ 8502
Мотор	S325 EUII	S325E EUIII A	S325E EUIII A	SJ436 EUII	ST440.3 EUII
Снага мотора kW (KS)	35 (47)	35 (47)	35 (47)	46 (63)	57 (78)
Квачило size(Inch)	Двоструко 12X10	Двоструко 12X10	Двоструко 12X10	Двоструко 12X10	Двоструко 12X10
Мењач, Тип	8+2, променљиви зупчаници, комада у средини	8+2, променљиви зупчаници, комада у средини	8+2, променљиви зупчаници, комада у средини	8+2, променљиви зупчаници, комада у средини	8+2, променљиви зупчаници, комада у средини
Погон	2WD	2WD	4WD	4WD	4WD
Прикључно вратило	540 грп	540 грп	540 грп	540 грп	540 грп
Крајњи преносник	Директан погон	Директан погон	Директан погон	Планетарни редуктор	Планетарни редуктор
Хидраулички систем	Марк 1	Марк 1А	Марк 1А	Марк 3	Марк 3
Сила дизања	1100	1100	1700	2050	2050
Проток	14	16	16 + 25	40	40
Управљачки систем	Механички	Механички	Хидраулички	Хидраулички	Хидраулички
Пнеуматици предњи	6.00X16	6.00X16	10.5/80x18	9.5x24	12.4x24
Пнеуматици задњи	12.4X28	12.4X28	13.6x28	16.9x28	18.4x30
Кочнице	Суве, добош	Суве, добош	Диск потопљен у уље	Диск потопљен у уље	Диск потопљен у уље
Кабина	Да	Да	Да	Да	Да
Клатећа потезница	Да	Да	Да	Да	Да
Два пара спојница	Не	Не	Да	Да	Да



Производни програм трактора у периоду 2021-2025 приказан је у табели 6. Приказано је пет модела снаге од 35 до 73 kW. Предвиђа се да у периоду 2021-2022. године пређе се на производњу трактора серије МАГНА, стога се врши реконструкција објеката у Јарковцу.

Табела 6. Производни програм трактора бренда ИМТ/ТАФЕ – МАГНА 15

МАГНА 15	Снага мотора kW (KS)	Емисија издувних гасова - EU норма	
МАГНА 4615	35 (47)	Stage IIIA	Stage V*
МАГНА 8515	59 (80)	Stage II	
МАГНА 9515	66 (90)	Stage II	
МАГНА 1015	73 (100)	Stage II	
МАГНА 6515 V	48 (65)	Stage IIIA	

\*У припреми су мотори Stage V

На сл. 4 приказана су два модела трактора МАГНА, МАГНА 8515 снаге 59 kW/80 KS и МАГНА 1015 снаге 73 kW/100 KS.



МАГНА 8515 (59 kW/80 KS)



МАГНА 1015 (73 kW/100 KS)

Сл. 4. Трактори МАГНА из Индије

ИМТ/ТАФЕ је у току 2019. године домаћем тржишту пласирао преко 220 трактора а за 2020. год. планирано је 400-600 трактора. Очекује се у будућности знатно повећање броја трактора који ће се производити у Јарковцу, општина Сечањ.

Од ИМТ/ТАФЕ очекујемо производњу трактора у скорој будућности у обиму од 5.000 јединица годишње.

#### **СТРУКТУРА ПОТРЕБА И ИЗГРАДЊА НАЦИОНАЛНОГ ИНДУСТРИЈСКОГ ЦЕНТРА И ПРОИЗВОДЊА КЉУЧНЕ МЕХАНИЗАЦИЈЕ**

Наведени подаци о броју трактора и комбајна чија старост прелази 30 година у обиму од преко 50%. Стога је за успешну пољопривредну производњу неопходна убрзана обнова машинског парка. У табели 7 приказане су потребе опремања механизације до 2030. године.

Табела 7. Структура потребне механизације годишње до 2030. године

Р.б.	Концепција трактора и машина	Комада/ годишње	Извор
1.	Дизел мотори до 100 kW	20.000	Домаћи
2.	Двоосовински трактори (kW)	21.000	Домаћи/увоз
2.1.	Мини трактори 15-30 kW	500	100% домаћи
2.2.	Лаки трактори 30,1-60 kW	18.000	Д -90%, У-10%
2.3.	Средњи трактори 60,1-130 kW	2.200	Д-80%, У-20%
2.4.	Тешки трактори >130 kW	300	Увоз 100%
3.	Једноосовински трактори 5-15 kW	20.000	Домаћи 100%
4.	Мотооруђа до 5 kW	20.000	Домаћи 100%
5.	Житни комбајни 3,5-5,5 m	700	Домаћи 100%
	6-8 m	100	Увоз 100%
6.	Комбинована ратарска машина 1,3 m	500	Домаће 100%
Најмање 80-90% свих потреба може да обезбеди ревитализована домаћа индустрија			

Истраживања Института за пољопривредну технику у Новом Саду указује да због недостатка кључне механизације и оријентације на увоз држава Србија трпи годишње огромне штете. Штете настају због: недостатка кључне механизације, велике старости и оријентације на увоз.

Тако су губици код трактора:

- За увоз око 20.000 трактора снаге до 100 kW треба уложити око 15.000 евра по трактору више што је око 300.000.000 евра/годишње
- Због велике старости око 86% старије од 20 година а преко 50% старије од 30 година, трактори троше више дизел горива за преко 30%. Ако су уштеде од 30 l/ha уштеде су око 94.040.389 евра/годишње.
- Довољно механизације омогућава извођење агротехничких операција у оптималним роковима што доприноси смањењу сабијања земљишта за најмање од 30% стога су уштеде око 120.000.000 евра годишње.
- Укупни губици од 514.040.389 евра/годишње
- Губици код комбајна су:
- Ако се ослонимо на увоз 700 житних комбајна онда је разлика у цени око 40.000 евра, тако су губици од 28.000.000 евра/годишње
- Стари комбајни имају повећане губитке до 4% више него што је дозвољено. Тако се усеви сведу на површину од 2.500.000 ha и принос од 5.000 kg/ha губици су 84.745763 евра/годишње
- Одржавање комбајна због застарелости повећава потрошњу горива и резервних делова за око 5.000 евра, тако су губици за око 20.000 комбајна око 100.000.000 евра годишње.

Укупни губици су од 212.745.765 евра/годишње

Губици код комбинованих машина су:

- За увоз 700 комбинованих машина захвата 1,3 m потребно је уложити око 14.000 евра више па су губици од 9.800.000 евра/годишње
- Уштеде при коришћењу комбинованих машина досежу 250 евра/хектару годишње или на око 2.000.000 ha је око 500.000.000 евра/годишње
- Смањење потрошње горива због обављања више операција у једном проходу од најмање 30 l/ha на око 2.000.000 ha износи око 66.774.156 евра/годишње.

Укупни губици су од око 576.574.156 евра/годишње

Овоме треба додати истраживања Малиновић и сарадници (2013) да се применом одговарајућих савремених оруђа за обраду и сетву може уштедети око 140.000.000 евра/годишње.

Према томе укупни губици достижу 1.443.360.310 евра/годишње или око 1,5 милијарди евра/годишње.

Ово је велика оправданост да се Србија окрене себи и уложи средства за изградњу Националног индустријског центра за производњу кључне механизације за потребе пољопривреде, шумарства, водопривреде и извоз, слика 5.



Сл. 5. Центар за производњу пољопривредне механизације

## ЗАКЉУЧЦИ

На основу спроведених истраживања могу се извести следећи закључци.

Земљишта Србије (7.997.757 ha) разврставају се у 12 група од чега 41,45% спада у продуктивно земљиште, слабо до средње продуктивна 51,32%, а непродуктивна 7,22% или погодно за обраду класа 1, 2, 3 и 4 а непогодна за обраду класе 5, 6, 7 и 8. Земљишта су према надморској висини разврстана: равничарско до 200 m (око 32%), равничарско брежуљкаста од 200 до 500 m (око 25%), брежуљкасто брдска од 500 до 1.000 m (око 30%) и брдско планинска преко 1.000 m (око 13%).

Србија располаже са 5.178.692 ha пољопривредног земљишта (попис 2018), солидног је квалитета, има добре кадрове који су овладали најновијим технологијама у производњи хране и стога се може производити хране за преко 50 милиона становника и омогућити извоз од преко 10 милијарди евра годишње.

Број пољопривредних газдинстава је 564.541 од тога су породична 562.896 (99,71%) са просечном површином од 5,16 ха (повећање за 14,7%) и газдинства правна лица 1.645 (0,29%) са просечном површином од 377,99 ха (повећање за 60,95%).

Број трактора је 451.983 (повећан за 10%) старости до 10 година 5,3% а преко 20 година око 86%. Процењује се да је преко 50% трактора старије од 30 година.

Структура трактора према снази је: до 18 kW 3%, 19-37 kW 57%, 38-66 kW 33%, 67-88 kW 5% и преко 89 kW са 2%.

Током 2018. год. Увежено је око 2.158 (0,48%) трактора и то: 1.219 (54,48%) нових и 939 (43,5%) половних.

За успешну производњу неопходно је извршити следеће промене: величину поседа повећати са 4,5 на 10 ha по газдинству, величину парцеле повећати са 0,5 на 3 ha, дужину парцеле повећати од 400 на 1.000 m.

За успешну производњу хране веома је важна организација, нарочито у рубним подручјима ван градских средина, у сеоским подручјима где је око 41% земљишта,

формирање земљорадничких задруга а у оквиру њих и машинских кругова за заједничку набавку и коришћење механизације, при чему се улагања у набавку и коришћење смањује за најмање 30%.

Индустрија машина и трактора ИМТ-Београд основан је 1954 а затворена 2015. год. У том периоду произвео је преко један милион трактора и преко три милиона машина и оруђа за пољопривреду, комуналну делатност, водопривреду и шумарство. ИМТ је производио тракторе снаге од 22 kW до 380 kW. ИМТ је запошљавао са својим кооперантима око 40.000 радника и имао је око 100 продајно сервисних станица широм Југославије (нема више ИМТ-а али око 250.000 њихових трактора се користи и данас).

Индустрија трактора ТАФЕ из Индије је 2018. год. купио име ИМТ и продајно сервисни центар у Јарковцу, општина Сечањ и почео производњу трактора ИМТ/ТАФЕ. План је производња трактора снаге од 47 до 78 KS и да од 2021-2022. год. пређе на производњу трактора серије МАГНА снаге до 73kW/100 KS. Према плану развоја ове фирме, тржиште Србије може да очекује производњу трактора од најмање 5.000 јединица годишње а што би у наредном периоду се повећало на производњу до 10.000 јединица, што је део потребе домаћег тржишта од око 20.000 двоосовинских трактора годишње.

За успешну пољопривредну производњу неопходно је убрзати замену бројне механизације, чиме би се повећали приноси, ублажило оштећење земљишта, смањење потрошње горива, смањење трошкова набавке и одржавања као и заштите животне средине. Стога је неопходно до 2030. год. годишње уводити у пољопривреду: 21.000 двоосовинских трактора, 20.000 једноосовинских, 20.000 мотооруђа, 800 житних комбајна и преко 700 јединица комбинованих машина захвата 1,3 m.

Губици код трактора су: због велике старости, определења на увоз и недовољног броја за извођење агротехничких операција у оптималним роковима. Губици због увоза око 20.000 трактора годишње су око 300.000.000 евра, због повећања потрошње горива због велике старости губици су око 94.040.389 евра, недовољан број трактора изазива повећано сабијање земљишта чиме губици достижу око 120.000.000 евра или укупно око 514.040.389 евра/годишње.

Губици код комбајна су: увоз око 700 житних комбајна достиже губитке од око 28.000.000 евра, стари комбајни имају повећање губитака око 4% при коришћењу који достижу око 84.745-765 евра, одржавање старих комбајна изазива губитак од око 100.000.000 евра годишње или укупно 212.745.765 евра/годишње.

Недостатак комбинованих машина које у једном проходу обављају 7-9 агротехничких операција изазивају следеће губитке: због увоза 700 комбинованих машина захвата 1,3 m потребно је уложити око 14.000 евра више и тако су губици формирану у износу од 9.800.000 евра/годишње, уштеде у коришћењу комбинованих у односу на конвенционалне достижу 250 евра/ха или укупно око 500.000.000 евра и због смањења потрошње горива око 66.774.146 евра/год. или укупно 576.574.156 евра/годишње.

Овове треба додати и истраживања Малиновић и сарадници (2013) који су утврдили да се применом одговарајућих савремених оруђа за обраду и сетву може уштедети око 140.000.000 евра/годишње.

Стога укупни губици достижу износ од 1.443.360.310 евра/год. или око 1,5 милијарди евра/годишње.

Наведени губици који се могу претворити у уштеде увођењем савремене механизације у пољопривреду. Стога Држава Србија треба да уложи средства и формира Национални индустријски центар за производњу трактора, житних комбајна и комбинованих машина за домаће потребе и извоз.

За унапређење развоја и примену механизације неопходно више улагања у образовање кадрова свим нивоима и корисника механизације и осавремењавање инфраструктуре у пољопривреди Србије.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васиљевић М, Петровић С, Ахујоа К, (2019): ИМТ/ТАФЕ – Стање и активности. Трактори и погонске машине, 5, 96-99.
2. Индустирија трактора ИМТ/ТАФЕ, 2018-2020 (интернет документација).
3. Каталог производа Индустирија машина и трактора Београд, 1954-2015.
4. Николић Р., Савин Л Фурман Т Томић М Симикић М Милеуснић З., Глигорић Р., Жигић Н. (2013): Мотори и трактори – стање и потребе. Трактори и погонске машине, 1, 20-27.
5. Николић Р., Савин Л., Симикић М., Томић М., Милеуснић З., Радосављевић Д., Стјеља Ж. (2016): Изградња националног индустријског центра за производњу пољопривредне механизације. Трактори и погонске машине, 4, 102-108.
6. Николић Р., Савин Л., Симикић М., Томић М., Радосављевић Д., Стјеља Ж. (2017): Механизација као фактор унапређења пољопривредне производње. Зорник радова научног скупа: Глобализација, глад у свету, нове технологије, Академија инжењерских наука Србије, Београд, 83-92.
7. Николић Р., Савин Л., Симикић М., Томић М., Јањић З., Николић Ј., Иванишевић М., Молнар Т. (2017): “Тракторски системи у пољопривреди – основе избора и коришћења, монографија, Пољопривредни факултет, Нови Сад, 1-309.
8. Николић Р., Обрадовић Д., Радосављевић Д., Савин Л., Симикић М., Томић М., Милеуснић З. (2018): Набавка трактора и рационално коришћење у пољопривреди. Трактори и погонске машине, 5, 28-36.
9. Николић Р., Савин Л., Симикић М., Радосављевић Д., Милеуснић З. (2019): Пољопривредни трактори у функцији развоја пољопривреде. Зборник радова научног скупа Будућност пољопривреде и шумарства, 29. мај 2019, Академија инжењерских наука Србије, Београд, 39-60.
10. Николић Р., Савин Л., Симикић М., Томић М., Глигорић Р., Стојић Б(2019): Ходни системи у пољопривреди, монографија, Пољопривредни факултет Нови Сад, 1-302.
11. Нешић Љ., Белић М., Тирић В. (2015): Земљиште Србије, поглавље I, монографија Земљишта и пољопривредна техника.
12. Република Србија (1996): Просторни план Републике Србије, планска и аналитичка документациона основа, Београд.
13. Савин Л., Николић Р., Симикић М., Томић М., Милеуснић З., Радосављевић Д., Стјеља Ж. (2016): Мотори и трактори - стање и потребе 2017-2030. Трактори и погонске машине, 4, 8-15.
14. Савин Л., Стојановић М., Атанасковић М., Симикић М., Томић М. (2019): Анализа тржишта пољопривредне механизације – стање и трендови развоја. Трактори и погонске машине, 3/4, 6-16.
15. Тот А., Николић Р. (2016): Прилог проучавању могућности ефикаснијег опремања, коришћења машина и радне снаге. Трактори и погонске машине, 4, 93-101.
16. Тот А. (2019): Предности примене машинских кругова у пољопривреди. Трактори и погонске машине, 5, 45-48.

## MOBILE MACHINERY AND DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

### Summary

This paper presents the results of years of research in the field of farming machinery, especially tractors, and its impact on the improvement of agricultural development covering more than 5 million hectares of agricultural land. The introduction outlines the structure of land and households, and the potential in food production for over 50 million people and the export of food for over 10 billion euros annually.

The paper also presents the justification of establishment of agricultural cooperatives and the inclusion of mechanical engineers in the procurement and use of machinery, which can reduce the investment in procurement and use by over 30% compared to conventional production in agriculture.

The results of the mechanization census in 2018 are also presented. They show that the number of tractors increased by about 10% to about 451,000 tractors, out of which about 86% are over 20 years of age, and about 50% of the total number of tractors are over 30 years old, which is very high in terms of food production, fuel consumption, land conservation and the environment in general.

The achieved development of IMT-Belgrade Machine and Tractor Industry is also shown for the period from 1954 to 2015. During this period, IMT produced over one million tractors of power from 22 to 380 kW and over 3 million machines and tools for agriculture, water management, forestry, construction, utilities, etc.

This is followed by the presentation of the development of IMT / TAFE Tractor Industry in Jarkovac, Sečanj municipality, which began in 2018.

Finally, the specification of needs for tractors, combine harvesters and combined machinery for the period up to 2030 is given. Lack of key farming machinery and its age cause Serbia to lose about 1.5 billion euros each year. Therefore, the construction of National Industrial Center, where key machinery would be manufactured for domestic and international market, is proposed.

**Key words:** tractors, combine harvesters, combined machinery, agricultural development

# ИНОВАЦИЈЕ У УПРАВЉАЊУ РИЗИЦИМА У ПОЉОПРИВРЕДИ

Зорица ВАСИЉЕВИЋ<sup>1</sup>, Гордана РАДОВИЋ<sup>2</sup>, Владо КОВАЧЕВИЋ<sup>3</sup>

## САЖЕТАК

Циљ рада је да се анализира актуелни ниво развијености осигурања пољопривреде и могућности примене савремених инструмената у управљању ризиком пословања у пољопривредном сектору Србије.

Пољопривреда је једна од најризичнијих привредних грана. Поред ризика који су својствени свим секторима привреде, пољопривреда је изложена и додатним ризицима који произилазе, пре свега, из чињенице да се пољопривредна производња изводи на отвореном. Поред израженог производног ризика који се огледа у неизвесности будућих приноса и квалитета производа услед непредвидивих временских услова, други значајан вид ризика је тржишни који подразумева високо изражену флуктацију цена пољопривредних производа.

У циљу успешног управљања ризиком пословања у пољопривреди, неопходно је да пољопривредници имају довољан ниво знања из ове области и са друге стране да на располагању имају инструменте за управљање ризиком. Према резултатима истраживања изложеним у овом раду, пољопривредницима у Србији нису доступни савремени инструменти за управљање ризиком у мери у којој су доступни пољопривредницима у развијеним земљама. Пољопривредно осигурање је заступљено у веома малом обиму на 5-10% осигураних површина, док савремено осигурање комплетних приноса и прихода није доступно. Хецинг стратегије на дериватним берзама нису доступне с обзиром да у Србији нису успостављене робне дериватне берзе.

Анализа приказана у раду показује да унапређење сегмента управљања ризиком пословања у пољопривредном сектору у великој мери зависи од државне аграрне политике која би требало да успостави „инфраструктуру“ неопходну за увођење иновативних инструмената у управљању ризиком, као и од осигурања прихода и тржишта стандардизованих терминских уговора на пољопривредне производе и временске услове. У раду се предлаже и увођење делимично обавезног осигурања пољопривреде у Србији, које би било конципирано као јавно-приватно партнерство и односило би се на све кориснике неког државног ресурса или подстицаја.

**Кључне речи:** осигурање пољопривреде, осигурање приноса и прихода, хецинг стратегије, дериватне робне берзе, Србија

## УВОД

Пољопривредни сектору је један од најризичнијих привредних сектора. Пољопривреду обележавају биолошке и друштвено-економске специфичности, на основу чега је, са аспекта осигурања, комплекснија и захтевнија у односу на многе друге делатности. Биолошке специфичности пољопривреде су: високи ризици пољопривредне производње, органски карактер производног циклуса, спор обрт капитала, сезонски карактер пољопривредне производње, непостојање специјализације у производњи, као и низак степен искоришћености капацитета (Васиљевић, 1998).

Фактори додатног ризика пословања у пољопривредном сектору су следећи:

- Пољопривредна производња најчешће се одвија на отвореном, тако да су приноси и квалитет производа у великој мери зависни од спољних услова који се не могу контролисати<sup>1</sup>;

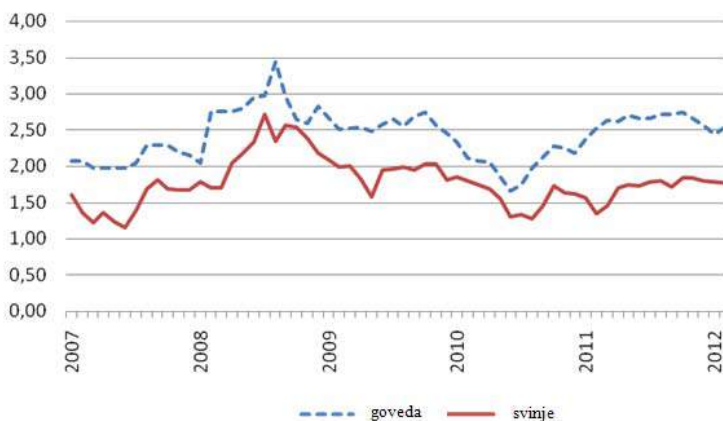
<sup>1</sup> Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет Београд, Немањина 6, 11080 Београд-Земун, дописни члан АИНС, e-mail: vazor@agrif.bg.ac.rs

<sup>2</sup> Дневник - Пољопривредник“ АД Нови Сад, Булевар ослобођења 81, 21000 Нови Сад

<sup>3</sup> Институт за економику пољопривреде Београд, Волгина 15, 11000 Београд

- Биљке и животиње су живи организми који могу трпети последице биљних и анималних болести што представља додатни фактор ризика. Такође, ради се о кварљивим производима, што додатно повећава ризик у транспорту и промету;
- Ризик везан за радну снагу је присутан у пољопривредном сектору услед чињенице да се радови у пољопривреди могу обавити само у кратком року који је оптималан за ту врсту посла, тако да недостатак радне снаге у том периоду може изазвати значајан ризик за пољопривредно газдинство. Значајно повећање производног ризика последњих година у Србији је последица климатских промена и недостатка воде (Jeločnik et al, 2019);
- Институционални ризик који је везан за честе измене подстицаја, дозвола, тржишних стандарда за храну и сл. је висок. Чињеница је да се у овом сектору производи храна која је услов људског опстанка, што за последицу има да је овај сектор један од најрегулисанијих у погледу безбедности хране, заштите животне средине, некада и обима производње, што изискује потребу праћења великог броја прописа од стране пољопривредника;
- Ризик да пољопривредно газдинство неће моћи да измири своје финансијске обавезе је, такође, изражен. Процес пољопривредне производње траје по правилу дуго и у сточарској и биљној производњи, тако да је финансирање пољопривредног сектора специфично;
- Ризик неповољног кретања цена пољопривредних производа (тржишни ризик) је у пољопривредном сектору изражен и готово да нема индустријског производа са варирањем цене као у случају пољопривредних производа<sup>2</sup>. На Графикону 1 може се пратити волатилност цена говеда и свиња у Србији.

За успешно управљање ризиком пословања у пољопривредном сектору неопходно је да су пољопривредницима на располагању сви неопходни инструменти за управљање ризиком, као и да поседују неопходна знања везано за технике управљања ризиком у пољопривредном сектору.



Извор: Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије, Систем тржишних информација пољопривреде Србије

Графикон 1: Преглед кретања откупних цена у кланицама јунади и товних свиња од 120 кг у US \$ по кг живе мере у Србији у периоду 2007-2012. године

<sup>1</sup> Производни ризик посебно је изражен услед све израженијих климатских промена.

<sup>2</sup> Чести су примери да цена пољопривредног производа у време жетве/бербе падне толико ниско да је жетва/берба неисплатива.



Значај осигурања пољопривреде се у литератури често разматра са аспекта управљања ризицима. Аутор, који је један од најзаступљенијих у области осигурања пољопривреде у иностраној литератури, сматра да „пољопривредно осигурање, посебно осигурање усева, постоји у многим земљама као институционални одговор на актуелне ризике који прате пољопривредну производњу“ (Mishra, 1995). Пољопривредним субјектима је „на располагању више видова управљања ризицима у пољопривреди, а један од њих ће у сваком програму управљања ризицима, готово неизоставно, бити и куповина полисе осигурања“ (Chambers and Quiggin, 2004).

Осигурање пољопривредне производње у Србији спроводи се уз делимичну помоћ државе. Тежећи да подстакне заинтересованост пољопривредника за осигурање, Влада Републике Србије је 2005. године донела *Уредбу о условима и начину коришћења средстава за регресирање осигурања животиња, усева и плодова*. Овом Уредбом регистрована пољопривредна газдинства која користе осигурање у пољопривреди добила су могућност да им се регресира премија осигурања. Премија осигурања усева, плодова и животиња се регресира у износу од 40% од плаћене премије осигурања (у почетку је износила 30%). У 2019. години ресорно Министарство је повећало субвенцију на 70% у пет управних округа који су највише изложени временским непогодама (*Златиборски, Моравички, Шумадијски, Подунавски и Колубарски*).

У сврху смањивања потенцијалних губитака потребно је да се повећају трошкови пољопривредне производње за трошак осигурања, што има за резултат већа потребна улагања, али значајно смањује ризик од непредвиђених догађаја и мањег оствареног приноса и прихода газдинства. Осигурање пољопривреде у Србији требало би да буде делимично обавезно, а не добровољно као што је сада случај (Радовић, 2014). Обавезно осигурање предлаже се у оним случајевима када произвођачи користе подстицаје државе. Премија осигурања требало би да буде, као и до сада, субвенционисана средствима из аграрног буџета, али у већем проценту, односно потребно је да се субвенционише минимално 50% премије осигурања у окрузима где се сада субвенционише 40% премије осигурања.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Циљ рада је да се анализира актуелни ниво развијености осигурања пољопривреде и могућности примене савремених инструмената у управљању ризиком пословања у пољопривредном сектору Србије. У раду су коришћени следећи методи:

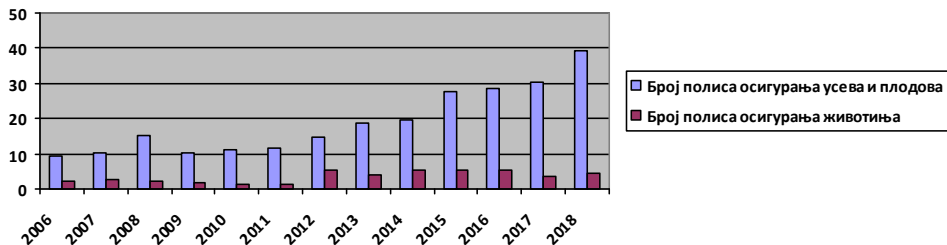
- Метод истраживања за столом;
- Метод интервјуа како са стручњацима из области управљања ризиком пословања у пољопривредном сектору, тако и са пољопривредним произвођачима;
- Методи дескриптивне статистике;

Извори података коришћени за израду овог рада су следећи:

- Домаћа и страна научна и стручна литература из области осигурања у пољопривреди;
- Публикације Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије и Народне банке Србије;
- Домаћа и европска правна регулатива (закони, правилници, уредбе);
- Интернет сајтови.

## АКТУЕЛНА РАЗВИЈЕНОСТ ОСИГУРАЊА ПОЉОПРИВРЕДЕ У СРБИЈИ

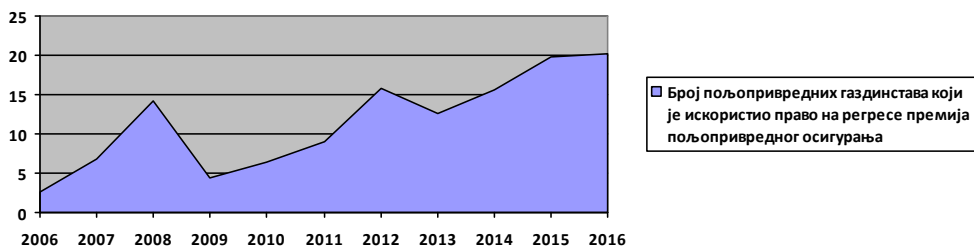
Податак о актуелној развијености осигурања пољопривреде у Србији може се добити на основу анализе броја полиса пољопривредног осигурања који су доступни на сајту Народне банке Србије. Тај показатељ може се пратити аналитички, на основу броја полиса осигурања усева и плодова, као и на основу броја полиса осигурања животиња.



Извор: Народна банка Србије, [http://www.nbs.rs/export/download/osg-izv-v/god\\_T1\\_2006-2018.pdf](http://www.nbs.rs/export/download/osg-izv-v/god_T1_2006-2018.pdf)

Графикон 2: Преглед кретања броја полиса пољопривредног осигурања у Србији у периоду 2006-2018. година

На основу података представљених на Графикону 2 може се закључити да је у целокупном посматраном периоду у Србији укупан број полиса осигурања животиња значајно мањи у односу на број полиса осигурања усева и плодова. Просечно учешће полиса осигурања усева и плодова у укупном броју полиса пољопривредног осигурања у Србији у периоду 2006-2018. је 84%, а полиса осигурања животиња свега 16% (Радовић, 2019). Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде регресира премију пољопривредног осигурања од 2006. године. Повраћај средстава је првобитно био 30%, а од 2008. године је 40% од износа премије пољопривредног осигурања. Број пољопривредних газдинстава која су користила право на ове субвенције у периоду од 2006. до 2016. године приказан је на Графикону 3.



Извор: Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије, подаци достављени на захтев

Графикон 3: Преглед кретања броја пољопривредних газдинстава који су користили право на регресе премија пољопривредног осигурања у Србији у периоду 2006-2016. година

У 2016. години је 20.112 регистрованих пољопривредних газдинстава искористило право на регресе премија пољопривредног осигурања, што представља и највећи број газдинстава који је искористио наведено право у целокупном посматраном периоду. Међутим, то је само 3,2% од укупног броја пољопривредних газдинстава према резултатима последњег Пописа пољопривреде.<sup>1</sup> Просечно учешће исплаћених средстава за регресе

<sup>1</sup> Према резултатима последњег Пописа пољопривреде у Србији има 631.552 пољопривредна газдинства. Извор: Републички завод за статистику (2013): *Попис пољопривреде 2012 – Пољопривреда у Републици Србији*, Свеска 1, Београд, стр.13.

премија пољопривредног осигурања у аграрном буџету у периоду 2006-2016. године било је само 0,58% (Радовић, 2019).

На основу спроведене анализе можемо закључити да у Србији, и поред регресирања премија пољопривредног осигурања из аграрног буџета, мали број пољопривредних газдинстава користи ово право и осигурава своју производњу. Нарочито су неповољни резултати у области осигурања животиња. Узроци томе су бројни, а међу најзначајнијим су ниска свест пољопривредних произвођача о значају осигурања, као и ниска платежна моћ.

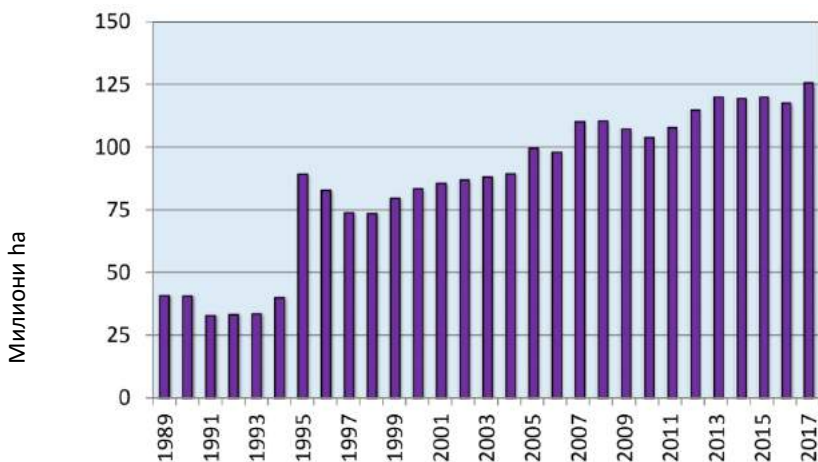
Већина пољопривредних газдинстава у Србији не остварује значајан вишак вредности производње, те нема сопствених извора финансирања. Екстерни извори финансирања су или неповољни (кредити пословних банака) или недовољни (средства аграрног буџета) за текуће и развојне потреба пољопривреде. Стога је потребно дефинисање нових начина финансирања пољопривреде у Србији. У ту сврху требало би основати специјализовану (развојну) пољопривредну банку, као и микрофинансијске организације, али и омогућити значајније коришћење хартија од вредности и финансијских деривата (Радовић и сар, 2018).

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Тржиште пољопривредног осигурања у Србији карактерише мали проценат осигураних површина/стоке са једне стране и са друге неповољна структура пољопривредног осигурања. Доминирају осигурања од једног ризика, најчешће града, док форме ризика које би пољопривредницима омогућиле комплетно осигурање приноса или прихода нису доступне у Србији.

Према спроведеним анализама може се закључити да постоји недостатак адекватних предуслова од стране креатора јавних политика, што представља један од основних разлога неразвијености пољопривредног осигурања. Међутим разлозима наводе се најзначајнији:

- Није успостављен регистар осигураних парцела. Практично у случају честих исплата штета на једној парцели, нпр. у плавном подручју, корисник може променити осигуравајућу кућу и осигурати парцелу са значајним нивоом ризика. На овај начин услед непостојања централне евиденције, подиже се цена осигурања за све кориснике. Централна евиденција (регистар) би омогућила на основу историјских података одвајање парцела и корисника са вишим и нижим ризиком пословања;
- Нису успостављене референтне цене од стране државе за најзначајније пољопривредне производе, што би олакшало утврђивање износа штете;
- Систем хидро-метеоролошке службе није довољно развијен и поуздан;
- Јавне субвенције нису везане за осигурање. Само у случају одобравања субвенционисаних кредита за приплодна грла стоке, обавезно је потпуно осигурање грла. У већини држава ЕУ субвенцију може добити само пољопривредник који је осигурао предмет субвенције. Важност ове мере аграрне политике може се видети на примеру САД које су у 1993/1994. г. увеле обавезу да се субвенције државе могу користити само уколико је предмет субвенције осигуран, што је већ у првој години примене довело до скока осигураних површина за двоструки износ. У наредним годинама ова одредба је укинута, али се обухват осигурања није смањивао како се наводи услед стечене навике осигурања код пољопривредника (Графикон 4).



Извор: УСАИД, подаци добијени на захтев.

Графикон 4. Осигуране пољопривредне површине у САД у периоду 1989-2017.

Хеџинг стратегије у циљу осигурања цене пољопривредних производа пољопривредницима у Србији нису доступне. Робне дериватне берзе на којима се спроводе наведене стратегије нису успостављене у Србији. Основни разлог је у неадекватном законском оквиру који је дефинисан Законом о тржишту капитала (Закић и Васиљевић, 2013.). Наведени Закон није усклађен са заједничком ЕУ регулативом у овој области.

Анализа изложена у овом раду показала је да пољопривредним произвођачима у Србији нису доступни сви инструменти за управљање ризиком који су доступни њиховим колегама у развијеним земљама.

Уочава се потреба за развојем тржишта пољопривредног осигурања у Србији. Обухват осигураних пољопривредних парцела је низак, тј. свега 5-10% од укупних површина се осигурава. Уочава се и неповољна структура пољопривредног осигурања, тако да доминира осигурање од једне врсте ризика, најчешће града, док форме осигурања приноса или прихода нису заступљене у Србији (Васиљевић и сар., 2014).

У погледу савремених инструмената за управљање ризиком као што је нпр. примена хеџинг стратегија на робним дериватним берзама, констатује се да ова врста робних берзи није успостављена у Србији (Ковачевић и сар., 2016.).

Хеџинг стратегије заснивају се на купо/продаји пољопривредног производа на терминској берзи, често док је пољопривредни производ на њиви у фази производње. У будућем периоду за који је договорена испорука, иста се најчешће не врши, већ страна која је на губитку исплаћује другу страну (Janković et al, 2018).

У циљу развоја пољопривредног осигурања у Србији потребно је сагледати и могућности за имплементацију модела делимично обавезног осигурања пољопривреде. Битне карактеристике овог модела су обавезност осигурања пољопривреде за све пољопривредне субјекте кориснике неког државног ресурса и подстицаја. Предложени модел делимично обавезног осигурања пољопривреде требало би да функционише као јавно-приватно партнерство. Ово би била нова врста обавезног осигурања у Србији, те је потребно да се она и законски дефинише (Радовић, 2016).

## ЗАКЉУЧАК

На основу анализираних података у раду може се закључити да је осигурање пољопривреде у Србији неразвијено. Иако се од 2006. године из аграрног буџета издвајају средства за регресе премија пољопривредног осигурања, она се недовољно користе. У циљу

развоја пољопривредног осигурања потребно је имплементирати савремене инструменте управљања ризиком, али и законски увести обавезно осигурање пољопривредне производње за све кориснике неког државног ресурса или подстицаја.

Према спроведеним истраживањима у оквиру овог рада може се констатовати да савремени инструменти у управљању ризиком пословања у пољопривредном сектору у Србији нису успостављени. Форме пољопривредног осигурања које омогућавају управљање ризиком целог приноса (као нпр. осигурање комплетног приноса) нису заступљене у Србији. Надаље, осигурање прихода које пољопривредницима омогућава заштиту и од производног ризика и од неповољног кретања цена пољопривредних производа, није присутно у Србији. Индексна осигурања која имају предности код осигурања малих поседа била су у Србији примени само у оквиру пилот пројекта. Разлози неразвијености савремених форми пољопривредног осигурања су пре свега у неустављеним предусловима од стране државних органа за овакве форме осигурања.

Осигурање од тржишног ризика кроз хедџинг стратегије пољопривредницима у Србији није доступно. Робне дериватне берзе на којима се може применити оваква врста управљања ризиком нису успостављене у Србији. За успостављање оваквих тржишта неопходне су измене Закона о тржишту капитала и његово усклађивање са заједничком ЕУ регулативом из ове области (*The European market infrastructure regulation (EMIR) u MIFID II Directive*).

Основна неусклађеност је у томе да није дефинисана независна клириншка кућа која је посредник и гарант извршења трансакција на робном терминском тржишту. Ову функцију према Закону о тржишту капитала врши Централни регистар за хартије од вредности. Наведена мањкавост, али и друге неусаглашености са ЕУ регулативом, отежавају и улазак српских робних берзи у заједничка регионална и интернационална робно-дериватна тржишта.

Може се констатовати да је пред надлежним креаторима финансијске и аграрне политике значајан посао стварања законских и других услова за успостављање савремених инструмената за управљање ризиком у пољопривреди.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васиљевић З. (1998): Економска ефективност инвестиција у пољопривреди, Монографија, Задужбина Андрејевић, Београд.
2. Vasiljević Z, Zarić V, Kovačević V. (2014): Agricultural Insurance in Republic of Serbia, Book of Abstracts, III International symposium and XIX scientific conference of agronomists of Republic of Srpska, Faculty of Agriculture University of Banja Luka, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Trebinje, BiH, March 25-28<sup>th</sup> 2014, pp. 89-90, Edit. Mitrić, S., ISBN 978-99938-93-27-1, COBISS.RS-ID 4181784.3.
3. Закић В, Васиљевић З. (2013): Успостављање тржишта робних деривата у функцији унапређења пословања агросектора у Србији, Економски видови, 18(1), стр. 49-61. Друштво економиста Београда, COBISS.SR-ID 116154887 ISSN 0354-9135.
4. Закон о тржишту капитала („Сл. Гласник РС“, бр. 31/2011, 112/2015 и 108/2016).
5. Janković I, Jeločnik M, Zubović J. (2018): Possibilities for Development of Commodity Exchange in Serbia, *Economics of Agriculture*, Vol. 65, (4): 1557 – 1571. (ISSN: 0352-3462, COBISS.SR-ID 27671, DOI: 10.5937/ekoPolj1804557J, UDC: 339.13.017(497.11)).
6. Jeločnik M, Zubović J, Zdravković J. (2019): Estimating effect of weather factors on wheat yields by using panel model approach – The case of Serbia, *Agricultural water management*, Vol 221: 493-501, ISSN 0378-3774.
7. Kovačević V, Vasiljević Z, Rajić Z, Zakić V., (2016): Prerogatives and importance of derivative securities development for agribusinessesector in Serbia, Policy and economics for sustainable agricultural and rural development, Association of Agricultural Economists of Republic of Macedonia (AAEM), 12-14<sup>th</sup> May 2016, Ohrid, Macedonia, pp. 92-100, ISBN 978-9989-2358-7-0.
8. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије, Систем тржишних информација пољопривреде Србије, Available in [www.stips.minpolj.gov.rs](http://www.stips.minpolj.gov.rs) (25.1.2020.)
9. MIFID II Directive (Directive 2014/65/EU).
10. Mishra P. K. (1995): Is Rainfall Insurance a New Idea? Pioneering Work Revisited, Published by: Economic and Political Weekly, Vol. 30, No. 25, p. A86.
11. Народна банка Србије, [http://www.nbs.rs/export/download/osg-izv-y/god\\_T1\\_2006-2018.pdf](http://www.nbs.rs/export/download/osg-izv-y/god_T1_2006-2018.pdf)
12. Радовић Г. (2016): Пољопривредно осигурање као могућа врста обавезног осигурања у Републици Србији, Докторска дисертација, Универзитет „Дон Незбит“, Факултет за пословне студије, Београд.
13. Radović G, Vasiljević Z, Kovačević V. (2018): Financing as a Limiting Factor of Agricultural Development in Serbia, Book of Proceedings, IX International Scientific Agriculture Symposium “Agrosym 2018”, Jahorina, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, 4-7 Oct, 2018.
14. Radović G. (2019): (Under) Development of Agricultural Insurance in Serbia: Causes and Consequences, Thematic Proceedings „Sustainable Agriculture and Rural Development in Terms of the Republic of Serbia Strategic Goals Implementation within Danube Region – Science and practise in the service of agriculture“, Institute of Agricultural Economics, Belgrade, Serbia; National Bank of Serbia - Belgrade, December, 12-13<sup>th</sup> 2019.
15. Републички завод за статистику (2013): Попис пољопривреде 2012 – Пољопривреда у Републици Србији, Свеска 1, Београд.
16. The European market infrastructure regulation (EMIR) - Regulation (EU) No 648/2012.
17. Chambers R.G, Quiggin J. (2004): Technological and financial approaches to risk management in agriculture: an integrated approach, *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 48.

## INNOVATION IN AGRICULTURE RISK MANAGEMENT

### Summary

The aim of the paper is to analyze the current level of development of agricultural insurance and the possibility of applying modern instruments in managing the business risk in the Serbian agricultural sector.

Agriculture is one of the most risky sector of economy. In addition to the risks inherent to all sectors of the economy, agriculture is also exposed to the additional risks that arise, first of all, from the fact that agricultural production is performed outdoors. In addition to the pronounced production risk, which is reflected in the uncertainty of future yields and product quality due to unpredictable weather conditions, another significant type of risk is the market risk, which implies a high fluctuation in agricultural product prices.

In order to successfully manage the risk of doing business in agriculture, it is necessary for farmers to have a sufficient level of knowledge in this field and, on the other hand, to have risk management instruments at their disposal. According to the research findings presented in this paper, modern risk management instruments are not available to Serbian farmers to the extent available to farmers in developed countries. Agricultural insurance is represented on a very small scale on 5-10% of insured areas, while modern insurance of complete yields and income is not available. Hedging strategies on commodity derivative markets are not available since commodity derivative markets have not been established in Serbia.

The analysis presented in the paper shows that the improvement of the business risk management segment in the agricultural sector depends to a large extent on the state agrarian policy, which should establish the "infrastructure" necessary for the introduction of innovative risk management instruments, as well as on securing revenue and the market for standardized derivative contracts on agricultural products and weather conditions. The paper also proposes the introduction of partially compulsory agricultural insurance in Serbia, which would be conceived as a public-private partnership and would apply to all beneficiaries of a state resource or incentive.

**Keywords:** agricultural insurance, yield and income insurance, hedging strategies, commodity derivative exchange, Serbia

# НОВИ ТЕХНОЛОШКИ ПОСТУПАК У ГАЈЕЊУ ШУМА ЗА БИОЛОШКУ КОНТРОЛУ ШИРЕЊА ПАЈАСЕНА

Мартин БОБИНАЦ<sup>1</sup>, Мирјана ШИЈАЧИЋ-НИКОЛИЋ<sup>2\*\*</sup>, Синиша АНДРАШЕВ<sup>3</sup>,  
Андријана БАУЕР-ЖИВКОВИЋ<sup>4</sup>, Никола ШУШИЋ<sup>5</sup>

## САЖЕТАК

Пајасен (*Ailanthus altissima* /Mill./Swingle) је алохтона брзорастућа врста дрвећа која услед велике адаптивности, раног полног сазревања и свакогодишње продукције велике количине семена, интензивно колонизује састојине других врста у свом окружењу и површине у урбаној средини. Услед брзог раста, а тиме и доминантног положаја у структури састојина аутохтоних врста дрвећа, веће учешће пајасена у састојинама представља значајан фактор њихове деградације. Данас пајасен представља једну од најинвазивнијих и најшире распрострањених дрвенастих врста дрвећа на подручју Србије за чијим сортиментима тржиште не показује интерес. Инвазија пајасена, пред шумарску струку поставља нове захтеве и налаже узгојна решења у дефинисању приступа за заустављање инвазије на ширем простору и санирање последица у процесу обнављања и неговања шумских састојина.

Нови технолошки поступак за биолошку контролу ширења пајасена заснива се на полном диморфизму као селекционом критеријуму за дознаку стабала за сечу. У проредима, као периодично примењиваној мери газдовања у шумским састојинама, дозначују се само женска стабла. На овај начин умањује се прогаљивање склопа састојина и ограничава ширење пајасена на околне површине генеративним путем. Проредима се омогућава и ревитализација врста из природне заједнице, што утиче на саморедукцију пајасена. У периоду прелазног газдовања са колонизованим састојинама, проредима се елиминише присуство пајасена у доминантном и кодоминантном спрату, а у подстојном и приземном спрату саморедукцијом. У колонизованим састојинама доминантно присуство пајасена се на овај начин своди на неинвазивни облик гајења (мушка стабла).

**Кључне речи:** *Ailanthus altissima* /Mill./Swingle, полни диморфизам, прореда, заустављање инвазије, ревитализација састојина

## УВОД

Пајасен (*Ailanthus altissima* /Mill./Swingle) је алохтона брзорастућа врста дрвећа која услед велике адаптивне способности, раног полног сазревања и свакогодишње продукције велике количине семена, интензивно колонизује састојине других врста у свом окружењу и површине у урбаној средини. Услед спонтаног ширења и брзог раста, а тиме и доминантног положаја у структури састојина аутохтоних врста дрвећа, веће учешће пајасена у састојинама представља значајан фактор њихове деградације. Пајасен представља једну од најинвазивнијих и најшире распрострањених дрвенастих врста дрвећа на подручју Србије, а за чијим сортиментима тржиште не показује интерес. У заштићеним подручјима (национални паркови, резервати природе и сл.) инвазија пајасена је посебно осетљиво питање, везано за очување природних екосистема и њихово унапређење.

<sup>1</sup> Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, 11030, Београд,  
[martin.bobinac@sfb.bg.ac.rs](mailto:martin.bobinac@sfb.bg.ac.rs)

<sup>2</sup> Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, 11030, Београд, редовни члан АИНС

<sup>3</sup> Универзитет у Новом Саду, Институт за низијско шумарство и животну средину, Антона Чехова 13д,  
21102, Нови Сад

<sup>4</sup> Јавно Предузеће „Војводинашуме“, Шумско газдинство „Сремска Митровица“, Паробродска 2, 22000,  
Сремска Митровица

<sup>5</sup> Универзитет у Београду, Институт за мултидисциплинарна истраживања, Кнеза Вишеслава 1, 11030  
Београд, Поштански фах 33



На подручју Националног парка „Фрушка гора” проблем инвазије пајасена додатно усложњава проблематику газдовања шумама, везану за доминантно учешће састојина изданачког порекла и процес њихове конверзије. Шуме на Фрушкој гори претежно су антропогене творевине, настале претварањем високих шума у изданачке и деградирани облике. У шумским екосистемима доминирају мешовите састојине, међутим, деградациони процеси условили су регресивну сукцесију у којој доминирају липе, претежно бела липа, те је то и најзаступљенија врста на подручју НП „Фрушка гора”. Липе представљају важне пратеће врсте у храстовим и буковим екосистемима на Фрушкој гори. Међутим у фази обнове састојина досадашња истраживања указују да су липе, претежно изданачког порекла, представљале фактор њихове регресивне сукцесије (Bobinas, 2003; Bobinas i Aleksić, 2007; Bobinas i Radulović, 1997). Као резултат наведених процеса изданачке састојине су заступљене на преко 80% укупне површине шума у Националном парку и тенденција доминације беле липе перманентно је присутна на стаништима бројних шумских заједница (\*2002).

Међутим, продирање беле липе у склопљене састојине појединих ксеро и ксеро-мезофилних шумских екосистема на Фрушкој гори, примарно окарактерисано као последица великог антропогеног утицаја, поједини аутори не карактеришу као њихову деградацију, него почетак прогресивне сукцесије вегетације у правцу мезофилнијих типова шума (Mišić i sar., 1997; Dinić i sar., 1999). Из тог разлога, у условима климатских промена, у структури састојина под регресивном сукцесијом важно је сачувати липе.

Нова фаза деградације састојина под регресивном сукцесијом, коју узрокују инвазивне неофите, пред шумарску струку поставља нове захтеве и налаже узгојна решења у дефинисању приступа за заустављање инвазије на ширем простору Националног парка „Фрушка гора” и санирање последица инвазије у процесу обнављања и неговања конкретних састојина. У процесу регресивне сукцесије липе често представљају једине преостале врсте из природних заједница, јер имају највећи биолошки потенцијал за регенерацију и одржање, а инвазивне неофите тиме што истискују липе најинтензивније нарушавају диверзитет природних шумских заједница (Bobinas, 2012; 2013; Бобинац и сар., 2016 а). Зато, инвазија пајасена претежно из рубних делова Националног парка, мора представљати посебан и перманентан интерес шумарске струке, али и шире заједнице за очување природне средине.

Дефинисање значаја пајасена, од изразито инвазивне коровске врсте до врсте која се усмерено гаји на површинама на којима је заступљена, доприноси решењу питања контролисаног ширења и пружа основу за правилно управљање овом већ широко заступљеном врстом у Србији. Циљ овог рада је да укаже на карактеристике нове фазе деградације састојина под утицајем инвазивне неофите пајасена и да предложи узгојна решења за заустављање инвазије и санирање последица проистекле инвазије.

## МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ

Колонизација пајасена проучавана је на трајним огледним површинама (ОП), величине 0,20–0,26 ha, у младој састојини на подручју НП „Фрушка гора” у ГЈ „Гвоздењак-Лице”, одељењу 54, одсеку „г”. Састојина је проучавана у старости 17 и 21 године (ОП-1) и 20 и 24 године (ОП-2) на две трајне огледне површине које репрезентују различито учешће инвазивних неофита у структури састојине. Огледне површине се налазе на источној експозицији, на нагибу око 15° и надморској висини 130 m и 170 m. Станиште карактерише заједница цера и крупнолисног медунца (*Quercetum cerridis virgilianae* В. Jovanović et Vukićević 1977) на парарендзинама на лесу, коју неки аутори сматрају за зоналну заједницу јужног обода Паноније (Томић, 1991). Састојина је формирана после чисте сече старе састојине у којој је доминирао цер и која је представљала регресивну творевину природне шумске заједнице цера и крупнолисног медунца у западном делу НП „Фрушка гора” (Bobinas, 2003).

На огледним површинама предложена је узгојна мера — прореда, у оквиру које је селекцијски критеријум за дознаку стабала пајасена дефинисан на основу описаног и

евидентираниог полног диморфизма (Tucović i Isajev, 1995; Bobinac i Šijačić-Nikolić, 2014 a; 2014 б; Bobinac i sar., 2016 б).

За квантификацију учешћа појединих врста дрвећа и посечених стабала на огледним површинама, свим стаблима су мерена два унакрсна пречника на прсној висини, са тачношћу на 1 mm, а висине су мерене одређеном броју стабала са висиномером типа Vertex III. Висинске криве су конструисане на основу функције Михајлова, са задовољавајућим слагањем мерених висина са моделом. За обрачун укупне запремине састојине (укупна запремина дебла и грањевине преко 3 cm дебљине) коришћене су изравнате висинске криве и расположиве запреминске таблице. Запремина је обрачуната на основу запреминских таблица за сребрнасту липу (Banković et al., 1989), багрем (Cestar i Kovačić, 1982), а за остале врсте: обични граб, црни јасен и клен коришћене су изравнате висинске криве за липу и запреминске таблице за граб (Špiranec, 1975). За израчунавање запремине пајасена извршен је дендрометријски премер одређеног узорка оборених стабала на огледним површинама и конструисана је запреминска линија.

### РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У спроведеним истраживањима у младим састојинама за прореду у којима доминира липа стара 17–20 година на подручју Националног парка „Фрушка гора“ констатовано је да се у процесу даље регресије под утицајем пајасена, могу издвојити два основна типа састојина са учешћем пајасена у структури (Тип-А и Тип-Б).

Тип-А је анализиран у старости састојине 17 година, у делу где је пајасен најчешће стаблимично присутан и где учешће у укупном броју стабала износи 2,3% (150 стаб. $\cdot$ ha<sup>-1</sup>), у укупној темељници 6,8% (1,79 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>) и запремини 6,8% (15,07 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>). У типу А процењено је да пајасен представља потенцијални фактор даље деградације састојине при спонтаном развоју. У састојини доминира липа у свим спратовима и има средњи прсни пречник 7,8 cm и средњу висину 12,5 m те се процес регресије под утицајем пајасена, који има средњи прсни пречник 12,3 cm и средњу висину 14,4 m, може санирати правовременим уклањањем пајасена, са последицом прогаљивања склопа младе састојине. На огледној површини после прореде укупно је преостало 5.529 stabala·ha<sup>-1</sup>, са темељницом од 17,69 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup> и запремином 149,71 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. После прореде на огледној површини најзаступљенија врста дрвећа је бела липа, са 63,4% по броју стабала и са 81,5% по запремини. Друге, врсте дрвећа (међу којима највеће учешће имају црни јасен и клен) заступљене су са 36,6% по броју стабала и 18,5% по запремини (Табела 1).

**Табела 1.** Елементи раста стабала и састојине на ОП-1 у старости 17 година (Модификовани извор: Bobinac i sar., 2016 б)

Врста	d <sub>g</sub>	D <sub>g</sub>	h <sub>L</sub>	H <sub>g</sub>	n <sup>1</sup>	N	G	V
	[cm]	[cm]	[m]	[m]		[stab·ha <sup>-1</sup> ]	[m <sup>2</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]
<b>Почетно стање</b>								
липа	7,8	11,8	12,4	13,1	1100	4235	20,08	186,26
пајасен	12,3	19,5	14,4	15,2	39	150	1,79	15,07
брест	5,0	6,6	11,0	11,7	5	19	0,04	0,17
цер	10,9	18,4	13,3	13,7	25	96	0,9	5,33
црни јасен	3,9	5,7	10,3	11,4	377	1451	1,73	7,18
клен	6,2	9,3	11,8	12,6	145	558	1,68	8,44
жешља	5,3		11,1		2	8	0,02	0,08
<b>Укупно</b>					<b>1693</b>	<b>6517</b>	<b>26,24</b>	<b>222,53</b>

<i>Дозначено</i>								
липа	9,9	13,5	12,8	13,3	190	732	5,68	51,48
пајасен	12,3	19,5	14,4	15,2	39	150	1,79	15,07
брест	6,6		11,7		1	4	0,01	0,07
цер	16,6	19,3	13,6	13,8	8	31	0,66	4,04
црни јасен	6,9		11,9		1	4	0,01	0,07
клен	8,5	10,8	12,4	12,9	18	69	0,39	2,11
<b>Укупно</b>					<b>257</b>	<b>990</b>	<b>8,54</b>	<b>72,84</b>
<i>Преостало после сече</i>								
липа	7,2	11,2	12,3	13,0	910	3504	14,41	134,79
брест	4,5	5,8	10,6	11,4	4	15	0,02	0,11
цер	6,9	12,9	12,4	13,3	17	65	0,24	1,3
црни јасен	3,9	5,7	10,2	11,4	376	1448	1,71	7,11
клен	5,8	8,7	11,6	12,5	127	489	1,29	6,32
жешља	5,3		11,1		2	8	0,02	0,08
<b>Укупно</b>					<b>1436</b>	<b>5529</b>	<b>17,69</b>	<b>149,71</b>

<sup>1</sup>n — узорак премењених стабала на трајној огледној површини

У старости 21 година на ОП-1 евидентирано је 4.105 stabala·ha<sup>-1</sup>, са темељницом од 22,8 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup> и запремином 198,21 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (Табела 2).

**Табела 2.** Елементи раста стабала преосталих после огледне прореде на ОП-1 у старости 21 године

Врста	d <sub>g</sub>	D <sub>g</sub>	h <sub>L</sub>	H <sub>g</sub>	n <sup>1</sup>	N	G	V
	[cm]	[cm]	[m]	[m]		[stab·ha <sup>-1</sup> ]	[m <sup>2</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]
липа	9,5	15,0	13,6	14,4	729	2807	19,85	184,12
цер	11,3	20,6	14,1	15,0	7	27	0,27	1,72
црни јасен	4,3	6,6	9,4	11,0	262	1009	1,47	5,51
клен	7,8	11,5	12,8	13,8	66	254	1,22	6,77
жешља	5,6		11,2		2	8	0,02	0,09
<b>Укупно</b>					<b>1066</b>	<b>4105</b>	<b>22,83</b>	<b>198,21</b>

У структури састојине нема пајасена, а у приземном спрату интезивно је одумирање бројног подмлатка пајасена из семена и изданака из пања и корена. У односу на стање после прореде у 17. години на огледној површини је констатован морталитет претежно најтањих стабала заступљених врста дрвећа, узрокован у значајној мери оштећењима услед прореде.

Тип-Б је анализиран у старости састојине 20 година, у делу где је пајасен најчешће групично присутан и где учешће износи у укупном броју стабала 36,1% (1.465 stab·ha<sup>-1</sup>), у укупној темељници 74,2% (25,90 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>) и запремини 79,8% (273,85 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>). У типу Б процењено је да је пајасен фактор трајне деградације састојине при даљем спонтаном развоју, јер је липа у потпуности потиснута у подстојни спрат. У укупној структури састојине доминира липа и има средњи прсни пречник 6,5 cm и средњу висину 9,7 m, а уклањање стабала пајасена, чији средњи прсни пречник износи 15,0 cm и средња висина 19,4 m, условљава трајну разградњу састојинског склопа младе састојине и са становишта газдовања шумама налаже мелиоративни поступак. На огледној површини укупно је дозначено 1.100 stabala·ha<sup>-1</sup> (27,1%), са темељницом 15,17 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup> (43,4%) и запремином 154,01 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup> (44,9%). Предложеном дознаком стабала за прореду огледно су реализоване комплексне мере за ревитализацију састојине. Дозначена су стабла искључиво у оквиру инвазивних неофита, доминантно пајасена и појединачно багрема. У структури дознаке пајасен има учешће са 94,5% по броју стабала и 92,1% по запремини, а багрем са 5,5% по

броју стабала и 7,9% по запремини. После прореде је преостало  $2.955 \text{ stabala}\cdot\text{ha}^{-1}$ , са темељницом од  $19,75 \text{ m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$  и запремином  $189,32 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ . На огледној површини после прореде бела липа је заступљена са 62,3% по броју стабала, а са 25,6% по запремини и има тенденцију да се ревитализује и постепено формира склоп. Друга највише заступљена врста дрвећа је пајасен са 14,4% по броју стабала, а по запремини 69,7%. Остале врсте, (клен и црни јасен) заступљене су са 23,4% по броју стабала и 4,7% по запремини (Табела 3).

**Табела 3.** Елементи раста стабала и састојине на ОП-2 у старости 20 година (Модификовани извор: Vobinas i sar., 2016 б)

Врста	$d_g$	$D_g$	$h_L$	$H_g$	$n^1$	N	G	V
	[cm]	[cm]	[m]	[m]		[stab.·ha <sup>-1</sup> ]	[m <sup>2</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]
<i><b>Почетно стање</b></i>								
липа	6,5	9,3	9,7	11,3	368	1840	6,07	48,38
пајасен	15,0	21,8	19,4	21,0	293	1465	25,9	273,85
багрем	16,4	20,8	19,6	20,7	16	80	1,68	16,57
брест	3,5		5,5		2	10	0,01	0,02
црни јасен	4,2	6,7	7,5	9,5	41	205	0,29	0,83
црни орах	14,5		18,6		1	5	0,08	0,84
граб	4,8	6,6	7,8	9,2	18	90	0,16	0,48
клен	5,1	7,3	8,2	10,0	72	360	0,73	2,36
<b>Укупно</b>					811	4055	34,92	343,33
<i><b>Дозначено</b></i>								
пајасен	13,1	20,0	18,6	20,6	208	1040	13,94	141,84
багрем	16,2	21,6	19,6	20,9	12	60	1,23	12,17
<b>Укупно</b>					220	1100	15,17	154,01
<i><b>Преостало после сече</b></i>								
багрем	16,9	19,0	19,6	20,2	4	20	0,45	4,4
брест	3,5		5,5		2	10	0,01	0,02
црни јасен	4,2	6,7	7,5	9,5	41	205	0,29	0,83
црни орах	14,5		18,6		1	5	0,08	0,84
граб	4,8	6,6	7,8	9,2	18	90	0,16	0,48
пајасен	18,9	23,3	20,3	21,3	85	425	11,96	132,01
клен	5,1	7,3	8,2	10,0	72	360	0,73	2,36
липа	6,5	9,3	9,7	11,3	368	1840	6,07	48,38
<b>Укупно</b>					<b>591</b>	<b>2955</b>	<b>19,75</b>	<b>189,32</b>

<sup>1</sup>n — Узорак премерених стабала на трајној огледној површини

У старости 24 године на ОП-2 евидентирано је  $2.035 \text{ stabala}\cdot\text{ha}^{-1}$ , са темељницом од  $24,89 \text{ m}^2\cdot\text{ha}^{-1}$  и запремином  $250,36 \text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$  (Табела 4). У структури састојине пајасен је заступљен са 20,8% по броју стабала, 62,5% по темељници и 72,3% запремини. У приземном спрату интезивно је одумирање бројног подмлатка пајасена из семена и изданака из пања и корена, а у подстојном спрату изражен је mortalитет претежно најтањих стабала заступљених врста дрвећа, узрокован у значајној мери оштећењима услед прореде.

**Табела 4.** Елементи раста стабала преосталих после прореди на ОП-2 у старости 24 године

Врста	d <sub>g</sub>	D <sub>g</sub>	h <sub>L</sub>	H <sub>g</sub>	n <sup>1</sup>	N	G	V
	[cm]	[cm]	[m]	[m]		[stab·ha <sup>-1</sup> ]	[m <sup>2</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]
липа	9,3	13,0	11,1	12,7	206	1030	6,97	55,96
пајасен	21,6	26,7	21,5	22,3	85	425	15,55	181,05
багрем	19,9	22,8	21,2	21,7	4	20	0,62	6,59
црни јасен	4,6	6,9	6,9	9,0	24	120	0,2	0,53
црни орах	17,6		20,5		1	5	0,12	1,34
граб	6,2	8,1	8,2	9,6	18	90	0,27	0,88
клен	6,5	9,1	8,7	10,6	69	345	1,15	4,01
<b>Укупно</b>					<b>407</b>	<b>2035</b>	<b>24,88</b>	<b>250,36</b>

<sup>1</sup>n — Узорак премерених стабала на трајној огледној површини

### Дискусија

Пајасен је сврстан у групу веома иназивних врста дрвећа и у Европским и светским размерама где су вршена истраживања и процене његовог ширења заснована су на различитим приступима. У литератури се истиче да се пајасен добро подмлађује из семена и изданака из корена и пања (Kowarik and Säumel, 2007; Sladonja et al., 2015), да је констатован перманентан тренд повећања бројности и ширења пајасена у шумским и урбаним пределима, да је отежано сузбијање механичким мерама, а сложено је и питање употребе хербицида у шумским екосистемима (Burch and Zedaker, 2003; Meloche and Murphy, 2006; Kowarik and Säumel, 2007; DiTomaso and Kyser, 2007; Ließ and Drescher, 2008; Constán-Nava et al., 2010; Bowker and Stringer, 2011; Sladonja et al., 2015; Чавловић, 2017). Такође, у литератури се истиче значај и потенцијали биолошких мера против инвазије пајасена, али је њихова шира примена још у фази испитивања (Zheng et al., 2006; Ding et al., 2006 a; 2006 b; Schall and Davis, 2009 a; 2009 b; Herrick et al., 2012; Kasson et al., 2015; Beenken, 2017; Maschek and Halmshlager, 2018).

До сада наведене мере за сузбијање пајасена нису се показале довољним за заустављање инвазије пајасена и у литератури су евидентирана становишта о потреби преиспитивања значаја ове веома инвазивне врсте на стаништима на којима је заступљена и интензивно се шири (Brus et al., 2016).

У вези описаног полног диморфизма код пајасена у литератури је препозната потреба за уклањањем женских стабала у смислу смањивања ширења пајасена путем семена, како у урбаним и субурбаним (Landenberger et al., 2009; USDA, 2014), тако и у руралним срединама, што укључује и шумске екосистеме (Lewis and McCarthy, 2008; USDA, 2014; Landenberger et al., 2009; Rebbeck et al., 2010; 2015; 2017), а женска стабла представљају тачке високог приоритета за уклањање и контролу пајасена и посебно се картирају (Rebbeck et al., 2015). Међутим, након евидентирања женских стабала пајасена (Landenberger et al., 2009; Rebbeck et al., 2010; 2015), препоручује се уклањање потомства применом хербицида (Lewis and McCarthy, 2008; Rebbeck et al., 2010). При таквом прилазу констатовано је да сеча одраслих женских стабала условљава обилно подмлађивање из семена и коренових изданака па је тиме нејасно дефинисана улога уклоњених женских стабала у спречавању ширења пајасена.

Такође, описана особина пајасена да не подноси засену, такође је коришћена у дефинисању препорука за примену малоповршинске обнове састојина, јер у таквим условима врсте дрвећа из природних заједница испољавају већу прилагођеност у односу на пајасен (Rozenberger et al., 2017).

Као претходно уношена и спонтано интегрисана врста у шумска и урбана подручја, због својих корисних биолошких својстава, пајасен и данас може да има одређен значај у мелиорацији и у озелењавању зона које су изложене високом степену деградације и које захтевају мали интензитет неговања иако је дефинисана као једна од најинвазивнијих врста у Србији. Чињеница која се истиче у литератури, да постоји могућност коришћења пајасена

нарочито на контаминираним земљишту (Ђукић и Ђунисијевић-Бојовић, 2017), уз опрез приликом коришћења, јер је врста склона ширењу и негативно утиче на биодиверзитет природне вегетације, указује да је потребно применити мере у управљању природним добрима при којима ће та, већ широко присутна, врста у одређеној мери бити контролисано интегрисана у урбане и шумске екосистеме.

Имајући у виду да активности шумарске струке подразумевају примену прореди, као јасно дефинисане мере гајења шума на великим површинама, коришћењем полног диморфизма као новог критеријума за дознаку стабала у прореди значајно би се утицало на спречавању ширења пајасена генеративним и вегетативним путем на колонизованим површинама и зауставила инвазија на околне површине.

Полна структура стабала у истраживаним популацијама пајасена на огледним површинама указала је на могућност примене полног диморфизма као селекцијског критеријума за дознаку стабала у прореди, као периодично примењиваној мери газдовања у састојинама, а чијом применом би се умањило прогаљивање склопа састојина и ограничило ширење пајасена на околне површине генеративним путем. Примена наведеног селекцијског критеријума у дознаци стабала за прореду омогућава редовно газдовање са састојинама типа-А, са последицом мањег прогаљивања склопа, а у састојинама типа-Б, омогућава прелазно газдовање, уместо веома скупог и неизвесног мелиоративног поступка у младим састојинама са затеченом структуром пајасена, уз остваривање и одређеног економског ефекта од коришћења сортимената пајасена из прореди. У периоду прелазног газдовања прореди се постепено уклања пајасен у доминантном и кодоминантном спрату или се његово учешће своди на пожељан неинвазивни облик (мушка стабла) за гајење заједно са липом.

У процесу ревитализације младих састојина у којима доминира бела липа, посебно са колонизованим пајасеном у састојинама типа Б, примена полног диморфизма за контролу ширења пајасена, као селекционог критеријума у прореди, налаже потребу решења саморедукције пајасена, регенерисаног генеративним и вегетативним путем, и очување генофонда врста из природних заједница. У састојинама под регресивном сукцесијом у којима доминирају липе, односно врсте које подносе засену, тај услов је задовољен и на подручју Националног парка „Фрушка гора” примена полног диморфизма за контролу ширења пајасена може да има универзални карактер (Bobinas i sar., 2019). При таквом поступку у колонизованим састојинама доминантно присуство пајасена се своди на неинвазивни облик гајења (мушка стабла), (Слика 1).



**Слика 1.** Интегрисано гајење пајасена у неинвазивном облику (мушка стабла) са липом у састојини типа Б

## **ЗАКЉУЧАК**

1. Примена полног диморфозма пајасена, као селекцијског критеријума у прореди колонизованих састојина може допринети заустављању инвазије пајасена на околне површине, а услед смањеног прогаљивања склопа у састојинама са већим учешћем пајасена може допринети природном одумирању пајасена (регенерисаног генеративним и вегетативним путем) у оквиру састојинског склопа.
2. У колонизованим састојинама са већим учешћем пајасена, у периоду прелазног газдовања и примене адекватног мелиоративног поступка са састојинама, разматра се могућност гајења пајасена у неинвазивном облику (мушка стабла).

## **Захвалница**

Средства за реализацију истраживања обезбеђена су од стране Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије [ТР 31041, Ш43010, Ш43007]. Презентовано у раду прихваћено је од стране Министарства науке, просвете и технолошког развоја-матичног одбора за биотехнологију и пољопривреду одлуком од 24.01.2019. године као ново техничко решење примењено на националном нивоу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Banković S, Jović D, Medarević M (1989): Zapremnske tablice za srebrnastu lipu (*Tilia tomentosa* Moench.). Šumarstvo 6: 3–21.
2. Beenken L (2017): First records of the powdery mildews *Erysiphe platani* and *E. alphitoides* on *Ailanthus altissima* reveal host jumps independent of host phylogeny. Mycological Progress 16(2): 135–143.
3. Bobinac M (2003): A contribution to the study of stand degradation process on the territory of Fruška Gora National park. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke 105: 61–73.
4. Bobinac M (2012): Posledice kolonizacije pajasena (*Ailanthus altissima* /Mill./ Swingle) na strukturu izdanačkih sastojina lipe u NP Fruška Gora. Acta herbológica, Vol. 21(1): 51–60.
5. Bobinac M (2013): Nova faza degradacije sastojina u NP Fruška Gora. Hrvatska misao 1/13 (61) nova serija sv. 46. (Ur. D. Ballian: U čast Prof. em. dr. Vladimira Beusa u prigodi 75. obljetnice života i rada), Matica hrvatska Sarajevo, Sarajevo: 72–86.
6. Bobinac M, Aleksić Ž (2007): Natural regeneration potential of degraded stands on Fruška Gora. In: Proc. XI International Eco-Conference, Proceedings, tom I, Novi Sad: 223–229.
7. Bobinac M, Radulović S (1997): Factors for the Enhancement of Biological Diversity of some Stands under Regressive Succession in the national park Fruška Gora, Forest Ecosystems of the national parks. Monograph on the subject inclusive of the conference report. Ministry of Environment of Republic of Serbia, Belgrade: 158–161.
8. Bobinac M, Šijačić-Nikolić M (2014 a): Application of sexual dimorphism in thinning stands colonized by Tree of heaven (*Ailanthus altissima* /Mill./ Swingle). In: Book of Abstracts. V Congress of the Serbian Genetic Society, Pre Breeding and Breeding-VII-73, September 28<sup>th</sup>-Oktober 2<sup>nd</sup>, Serbia, Belgrade: 324.
9. Bobinac M, Šijačić-Nikolić M (2014 б): Sexual dimorphism of the Tree of heaven (*Ailanthus altissima* /Mill./ Swingle) as the basis for the control of its invasive spread in the forest and urban areas. In: Book of Abstracts. VII Congress on Plant Protection: "Integrated Plant Protection—Knowledge-Based Step Towards Sustainable Agriculture, Forestry And Landscape Architecture", 24–28 November 2014, Zlatibor, Serbia, Plant protection society of Serbia: 236–237.
10. Бобинац М, Андрашев С, Шијачић-Николић М, Бауер А, Шушић Н (2016 а): Учешће инвазивних неофита у структури младих шумских састојина у НП „Фрушка Гора”. In: Proc. 2nd International symposium on Nature Conservation „Nature conservation—experiences and perspectives “. Novi sad, 1st – 2nd April 2016. Institute for nature conservation of Vojvodina Province: 363–372
11. Bobinac M, Andrašev S, Bauer Živković A, Šušić N (2016 б): Predlog uzgojnih mera u zaustavljanju invazije pajasena (*Ailanthus altissima* /Mill./Swingle) i saniranju posledica kolonizacije u degradiranim sastojinama na području NP „Fruška Gora”. Acta herologica, Vol. 25(1), Beograd: 43–55.
12. Бобинац М, Андрашев С, Шијачић-Николић М, Бауер-Живковић А, Шушић Н, Јаковачки М, Вуколић П (2019): Нови технолошки поступак у гајењу шума за биолошку контролу ширења паясена (*Ailanthus altissima* /Mill./Swingle). Техничко решење, Министарство науке, просвете и технолошког развоја-Матични научни одбор за биотехнологију и пољопривреду, Београд
13. Bowker D, Stringer J (2011): Efficacy of herbicide treatments for controlling residual sprouting of tree-of-Heaven. In: Proc. 17<sup>th</sup> Central Hardwood Forest Conference, GTR-NRS-P-78: 128–133.
14. Brus R, Arnšek T, Gajšek D (2016): Regeneration and Spread of tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) in the Goriška region. Gozd V 74 (3): 115–125.
15. Burch PL, Zedaker SM (2003): Removing the invasive tree *Ailanthus altissima* and restoring natural cover. Journal of Arboriculture 29 (1): 18–24.
16. Cestar D, Kovačić Đ (1982): Tablice drvnih masa crne johe i bagrema. Radovi 49, Zagreb



17. Constán-Nava S, Bonet A, Pastor E, José Lledó M (2010): Long-term control of the invasive tree *Ailanthus altissima*: Insights from Mediterranean protected forests. *Forest Ecology and Management* 260: 1058–1064.
18. Чавловић Д (2017): Утицај инвазивних врста на шумске заједнице влажних станишта у условима климатских промена. Украсне и инвазивне биљке у условима климатских промена-утицаји и адаптације. Монографија, Обрадов-Петковић Д. (Ур.), Универзитет у Београду-Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, Београд: 26–40.
19. Ding J, Wu Y, Zheng H, Fu W, Reardon R, Liu M (2006 a): Assessing potential biological control of the invasive plant, tree-of-heaven, *Ailanthus altissima*. *Biocontrol Science and Technology*, 16(6): 547–566.
20. Ding J, Reardon R, Wu Y, Zheng H, Fu (2006 b): Biological control of invasive plants through collaboration between China and the United States of America: a perspective. *Biological Invasions* 8: 1439–1450.
21. Dinčić A, Mišić V, Savić D (1999): Silver linden (*Tilia tomentosa* Moench) in the community of sessile oak and hornbeam (*Rusco-Quercu-Carpinetum* B. Jov. 1979 *tilietosum tomentosae* subass. nova) on the Fruška Gora mountain. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke* 97: 63–78.
22. DiTomaso JM, Kyser GB (2007): Control of *Ailanthus altissima* Using Stem Herbicide Application Techniques. *Arboriculture & Urban Forestry* 33(1): 55–63.
23. Ђукић М, Ђунисијевић-Бојовић Д (2017): Екофизиолошка истраживања инвазивних дрвенастих биљака у односу на климатске промене. Украсне и инвазивне биљке у условима климатских промена-утицаји и адаптације. Монографија, Обрадов-Петковић Д. (Ур.), Универзитет у Београду-Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, Београд: 169–200.
24. Herrick NJ, McAvoy TJ, Snyder AL, Salom SM, Kok LT (2012): Host-Range Testing of *Eucryptorrhynchus brandti* (Coleoptera: Curculionidae), a Candidate for Biological Control of Tree-of-heaven, *Ailanthus altissima*. *Environmental Entomology* Vol. 41(1): 118–124.
25. Kasson MT, O’Neal ES, Davis DD (2015): Expanded Host Range Testing for *Verticillium nonalfalfae*: Potential Biocontrol Agent Against the Invasive *Ailanthus altissima*. *Plant Disease* Vol. 99(6): 823–835.
26. Kowarik I, Säumel I (2007): Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 207–237.
27. Landenberger RE, Warner TA, McGraw JB (2009): Spatial patterns of female *Ailanthus altissima* across an urban-to-rural land use gradient. *Urban Ecosyst* 12: 437–448.
28. Lewis K, McCarthy B (2008): Nontarget Tree Mortality after Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*) Injection with Imazapyr. *North. J. Appl. For.* 25(2): 66–72.
29. Ließ N, Drescher A (2008): *Ailanthus altissima* spreading in the Danube National Park — possibilities of control. In: Rabitsch, W., F. Essl & F. Klingenstein (Eds.): *Biological Invasions — from Ecology to Conservation*. *Neobiota* 7: 84–95.
30. Maschek O, Halmschlager E (2018): Effects of *Verticillium nonalfalfae* on *Ailanthus altissima* and associated indigenous and invasive tree species in eastern Austria. *European Journal of Forest Research* 137: 197–209.
31. Meloche C, Murphy SD (2006): Managing Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*) in Parks and Protected Areas: A Case Study of Rondeau Provincial Park (Ontario, Canada). *Environmental Management* 37(6): 764–772.
32. Mišić V, Dinčić A, Savić D (1997): The role of the silver linden (*Tilia tomentosa* Moench) in the progressive succession of sessile oak forests on the ridges of Fruška Gora. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke* 93: 83–91.
33. Rebeck J, Hutchinson T, Iverson L, Yaussy D, Boyles R, Bowden M (2010): Studying the effects of management practices on *Ailanthus* populations in Ohio forests: A research update. In: McManus, Katherine; Gottschalk, Kurt W., eds. *Proceedings, 21st US Department of Agriculture interagency research forum on invasive species 2010; 2010 January 12-15;*

- Annapolis, MD. Gen. Tech. Rep. NRS-P-75. Newtown Square, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station: 50–51.
34. Rebbeck J, Kloss A, Bowden M, Coon C, Hutchinson TF, Iverson L, Guess G (2015): Aerial Detection of Seed-Bearing Female *Ailanthus altissima*: A Cost-Effective Method to Map an Invasive Tree in Forested Landscapes. *Forest Science* 61(6): 1068–1078.
  35. Rebbeck J, Hutchinson T, Iverson L, Yaussy D, Fox T (2017): Distribution and demographics of *Ailanthus altissima* in an oak forest landscape managed with timber harvesting and prescribed fire. *Forest Ecology and Management* 401: 293–241.
  36. Roženberger D, Nagel T, Urbas B, Marion L, Brus R (2017): Control treatments for tree of heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) and silvicultural guidelines for potentially invasive alien tree species within managed forests of Slovenia. *GozdV* 75 (1): 3–20.
  37. Schall MJ, Davis DD (2009 a): *Ailanthus altissima* Wilt and Mortality: Etiology. *Plant Disease* Vol. 93 (7): 747–751.
  38. Schall MJ, Davis DD (2009 b): *Verticillium* Wilt of *Ailanthus altissima*: Susceptibility of Associated Tree Species. *Plant Disease* Vol. 93 (11): 1158–1162.
  39. Sladonja B, Sušek M, Guillermic J (2015): Review on Invasive Tree of Heaven (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) Conflicting Values: Assessment of Its Ecosystem Services and Potential Biological Threat. *Environmental Management* Vol. 56(4): 1009–1034.
  40. Špiranec M (1975): Drvnogromadne tablice za hrast, bukvu, obični grab i pitomi kesten. *Radovi* 22, Zagreb
  41. Tomić Z (1991): Zajednica *Orno-Quercetum cerris-virgilianae* Jov. et Vuk. 77. na južnom obodu Panonije, *Glasnik Šumarskog fakulteta* 73: 23–32.
  42. Tucović A, Isajev V (1995): Dimorfizam i funkcije cvetova i svasti pajasena. *Glasnik instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu*, Tom. XXIX: 157–165.
  43. USDA, United States Department of Agriculture. (2014). Field Guide for managing Tree-of-heaven in the Southwest. TP-R3-16-09, 9 pp. ([https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb5410131.pdf](https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5410131.pdf))
  44. Zheng H, Wu Y, Ding J, Binion D, Fu W, Reardon R (2006): Invasive Plants of Asian Origin Established in the United States and Their Natural Enemies. Volume 1, USDA Forest Service, FHTET-2004-05, 2nd Ed., March 2006, Washington, DC, <https://www.fs.fed.us/foresthealth/technology/pdfs/IPAOv1ed2.pdf>
  45. (2002): Општа основе за газдовање шумама за Национални парк „Фрушка гора”, 2002.–2011. године, книга I. Јавно предузеће Национални парк „Фрушка гора”, Сремска Каменица, Београд.

## A NEW TECHNICAL PROCEDURE IN SILVICULTURE FOR BIOLOGICAL CONTROL OF TREE-OF-HEAVEN SPREAD

### Summary

Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima* /Mill./Swingle) is an allochthonous tree species that is characterized by fast growth and ability to intensively colonize stands of other tree species and urban areas in its surrounding. This is possible due to species's high level of adaptability—early reproductive maturity and production of large amounts of seed every year. Fast growth enables it to acquire a dominant position in the stand structure of native tree species. A higher percentage of *A. altissima* in the stand structure is thus an element of degradation of the stands. Among the species that are not of interest for the timber market in Serbia, *A. altissima* is one of the most invasive and widely distributed. The invasion of *A. altissima* demands for new silvicultural solutions in forest practice aimed at defining the approach for stopping the invasion in wide area and ameliorate the consequences that exist in terms of forest regeneration and tending.

A new technical solution for biological control of *A. altissima* is based on sexual dimorphism as a criteria in marking trees for removal. In thinnings, as intermediate cuttings, only female trees are marked for removal. In this way, *A. altissima* seed regeneration is restricted and canopy closure is better preserved. Through thinnings, revitalisation of native tree species is enabled, so *A. altissima* presence is further reduced. In the period of transitional management of colonized stands, thinnings are used for elimination of *A. altissima* from dominant and co-dominant parts of the main canopy. In the understory it is reduced through self-reduction. In colonized stands, the dominant position of *A. altissima* is in this way brought down to a non-invasive form of growing—growing male trees.

**Key words:** *Ailanthus altissima* /Mill./Swingle, sexual dimorphism, thinning, stopping the invasion, stand revitalisation

# БИОЕКОНОМИЈА ШУМАРСТВА

Золтан Заварго<sup>1</sup>

## САЖЕТАК

Биоекономија представља могући одговор преласка на пост-нафтно друштво. Кључни елемент биоекономије је добијања производа на био-основи, уместо на бази нафте. Читав низ корисних производа, као што су храна, храна за животиње, материјали на био-основи, хемикалије, биенергенти, добијају се из био-обновљивих ресурса. Имајући у виду да биоекономија као сировину користи био-обновљиве ресурсе, биоекономија представља и уклапање у сопствене могућности регије. Могући извори су сви видови обновљиве биомасе који се могу наћи и у шумарству. Биоекономија шумарства представља све активности везане за коришћење био-обновљиве дрване и остале био-обновљиве биомасе које се могу наћи у шумама. Поред употребе као енергента, шумска биомаса је веома значајна и за добијање низа других добара. У циљу замене фосилних ресурса наука тражи нове методе за побољшање ефикасности употребе ресурса шумарства у најразличитије сврхе. У овом раду разматрана је одржива биоекономија шумарства, могућност коришћења остатака шумарства, урбано шумарство, као и приказ примера добре праксе.

**Кључне речи:** биоекономија шумарства, био-обновљиви ресурси, остаци шумарства, урбано шумарство

## УВОД

Биоекономија заснована на био-обновљивим ресурсима је засигурно једина могућност да се уђе у пост-нафтно друштво. Данас је, за већину хемикалија и већину извора енергије, ресурс нафта. Имајући у виду ограниченост овог ресурса, ово свакако није одрживо решење. Али то није једини разлог за успостављање друштва заснованог на био-основи. Генерално, главни разлог је да се успостави друштво које живи унутар властитих могућности, односно да ефикасно користи сопствене ресурсе. Осим тога, постоје и додатне предности: минимизација отпада и више могућности локалних послова. Ако се ради правилно, економија заснована на био-обновљивим ресурсима може значајно допринети прехранбеној и енергетској сигурности региона. Уопштено, друштво засновано на биоекономији је много одрживије, еколошки прихватљивије и економски стабилније друштво од садашњег. У процесу креирања друштва без фосилних горива и ниско-карбонског друштва, шуме ће вероватно играти важну улогу, пре свега у земљама богатим шумама (Helin et al., 2014)

## БИОЕКОНОМИЈА

Према ЕУ биоекономија представља „производњу обновљивих биолошких ресурса као и њихову конверзију у храну, храну за животиње, производе на био-основи и биоенергију“ (ЕС, 2012а, ЕС 2012б). Производи на био-основи (bio based products) су производи на бази обновљивог био-ресурса (Bio-based resources), који могу бити биљног или животињског порекла. Врло кратко, ово подразумева термин „биомаса“ (Lewandowski, 2018). Главни циљеви раста биоекономије у Европи су:

1. обезбеђивање прехранбене сигурности;
2. одрживо управљање ограниченим и исцрпљујућим природним ресурсима;
3. смањење зависности од необновљивих извора;
4. ублажавање и прилагођавање климатским променама;
5. отварање нових радних места и очување конкурентности ЕУ (ЕС 2012б).

<sup>1</sup> Удружење „Кластер за енергетску ефикасност“, Академија инжењерских наука Србије, дописни члан,  
e-mail: zzavargo@uns.ac.rs

Потребно је извршити велику транзицију друштва за повратак на еколошке границе Земље. Шумска биономија ће вероватно играти важну улогу у овој транзицији, али изгледа да недостају лаки путеви за промене (Karvonen et al.2017).

### **БИОЕКОНОМИЈА И ЗЕЛЕНА ЕКОНОМИЈА**

Зелена економија се може дефинисати као „Економија која као резултат има побољшано људско благостање и социјалну једнакост, истовремено значајно смањујући ризике по животну средину и еколошку сигурност“ и може се сматрати ниско-карбонском, ресурсно ефикасном и социјално инклузивном економијом. У сваком случају ово имплицитно подразумева развој у оквиру могућности Планете (Fedrigo-Fazio and ten Brink, 2012). Према Карл Буркарту зелена економија се базира на следећих шест главних сектора: (IWMSA, 2014)

- Обновљиви извори енергије;
- Зелене зграде;
- Одрживи транспорт;
- Водопривреда;
- Управљање отпадом и
- Управљање земљиштем.

Обновљиви видови енергије, као што су соларна енергија и енергија ветра, нису био-обновљиви ресурси. Из овог се може закључити да је зелена економија шири појам од биономије, односно да је биономија интегрални део зелене економије (Lewandowski, 2018).

### **БИОЕКОНОМИЈА И ЦИРКУЛАРНА ЕКОНОМИЈА**

Концепт Нулте емисије (Zero Emission Concept) представља помак од традиционалног индустријског линеарног модела у којем се отпад сматра нормом до интегрисаних система у којима све има своју употребу. Концепт предвиђа, идеално, систем без отпада. Према концепту, сировина се потпуно конвертује у готов производ или добијени нуспроизвод представља сировину или енергију за исти или неки други процес. Комплетна конверзија у стварности није увек могућа (Gravitis, 2007).

Концепт циркуларне економије углавном је повезан са производним моделом затварања економије унутар датог система, са циљем максималног повећање ефикасности искоришћења ресурса. Имајући ово у виду, биономија представља шири појам од циркуларне економије (Lewandowski, 2018). Треба напоменути да разматрани систем у циркуларној економији, може бити фабрика, насеље или регија.

### **КАСКАДНИ ПРИНЦИП КОРИШЋЕЊА БИОМАСЕ**

Каскадни принцип употреба биомасе, значи ефикасно коришћење ових ресурса са становишта потрошње природних ресурса, материјала и земљишта. Смисао принципа је у повећању продуктивности и ефикасног коришћења ограничених био-ресурса (Lewandowski, 2018).

Принцип каскадног коришћења биомасе даје предност употреби која омогућава поновну употребу и рециклирање производа и сировина и промовише употребу енергије само када се друге опције исцрпе. Принцип даје приоритет материјалној употреби биомасе пре употребе енергије, јер сагоревање подразумева губитак сировине. Такође се даје приоритет производњи енергије у комбинацији са „ко-производима“, као што су компост или хранљиви састојци у односу на чисто енергетску употребу.

### **БИОЕКОНОМИЈА И ЕКОНОМСКИ РАСТ**

Производњом биогорива и хемикалија на бази обновљивих биолошких ресурса биономија тренутно има значајан потенцијал економског раста. Почетна експанзија биономије ће временом вероватно успори. Наиме, како ће био-економске технологије

постепено замењивати технологије на бази фоилних горива, тако ће притисак на био-ресурсе све више расти. Може се очекивати, да ће у једном тренутку лимитирајући фактор бити брзина коришћења био-ресурса. Пробијањем ове границе биоeкономско решење више неће бити одрживо (Székács, 2017).

Циљ биоeкономских приступа је заменити функције конвенционалних синтетичких, обично фосилних горива, индустријским новим технологијама заснованим на биолошким процесима, природним или ГМ организмима, ферментацији, биотехнологији и молекуларној биологији. То је довело до брзог ширења тржишта биоeкономије, остваривши годишњи промет који је према Еуростату 2,1 билиона ЕУР за ЕУ (ЕУ-28) у 2013. (Piotrovski et al, 2016).

Друштвено-економски трендови између 1750. и 2010. године на основу анализа коришћења ресурса Планете показују да су антропогене активности резултирале обимнијим трансформацијама у нашем окружењу током последњих 50 година анализе трендова (1960 - 2010) него у било ком периоду у познатој историји Земље (UNEP- VRI 2005; Steffen et al., 2015).

Аспекти биоeкономије Планете морају се оцењивати са становишта заштите животне средине као и са еколошког аспекта. Заштита животне средине (загађење, коришћење ресурса) и еколошки (биодиверзитет) аспекти би требало да буду саставни део процене биоeкономских иновација са циљем успостављања циркуларне економија (Székács, 2017).

## **БИОEКОНОМИЈА ШУМАРСТВА**

Биоeкономја шумарства представља све активноси везане за коришћење био-обновљиве дрване и остале био-обновљиве биомасе које се могу наћи у шумама (Karvonen et al., 2017).

### **ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ ШУМСКЕ БИОМАСЕ**

На основу Хелсиншке резолуције (МСРЕФ, 1993) одрживо управљање шумама се дефинише као „Управљање и употреба шума и шумског земљишта на начин и брзином која одржава њихову биолошку разноликост, продуктивност, способност регенерације, виталност и њихов потенцијал да сада и у будућности испуне релевантне еколошке, економске и социјалне функције на локалном, националном и глобалном нивоу, а да то не наноси штету другим екосистемима.”

Као што је познато три главне димензије одрживости су: економска, еколошка и социјална одрживост. Понекад се може донети одлука искључиво због економских интереса. Узимајући у обзир економску одрживост, односно имајући у виду да су ресурси Земље ограничени, економски приоритети би требали бити у овину планетарних граница (Janeiro and Patel, 2015).

Еколошка одрживост односи се на утицаје и промене животне средине узроковане антропогеним активностима (Villamagna et al., 2015). Утицај Људске делатности на Планету већ је на неодрживом нивоу и зато је неопходно пронаћи одрживије начине употребе природних ресурса (Ernst, 2012) .

У односу на економску и еколошку одрживост, социјална одрживост је мање проучавана (Acevedo et al. 2015). Сиромаштво, неухрањеност, неједнакост и друга друштвена питања достижу крајност у земљама у развоју (Acevedo et al. 2015), док такви социјални проблеми изгледају прилично безначајно у развијеним земљама.

У прегледном раду Karvonen et al. (2017) разматрали су питање одрживости коришћења шумске биомасе на основу предложених индикатора за процену еколошке, економске и социјалне димензије одрживости. Дефинисани су индикатори за еколошку, економску и социјалну одрживо коришћење шумске биомасе. Вредно је споменути еколошке индикаторе одрживог коришћења шумске биомасе:

- Генерација гасова стаклене баште

Генерација необновљиве емисије гасова стаклене баште у шумарству настаје употребом фосилних горива приликом вађења, транспорта и прераде сировина, испоруке, употребе и одлагања производа (Cambero and Sovlati, 2014).

Треба напоменути да, дугорочна супституција фосилних горива обновљивом биомасом, имајући у виду атмосферски циклус, доводи до мање емисије угљеника у атмосферу и самим тим ублажава глобално загревање

- Употреба фосилних горива у шумарству
- Емисија финих честица (честице чији је пречник мањи од 10  $\mu\text{m}$ )

Емисија финих честица у атмосферу у шумарству потиче из многих извора, као што су: сагоревање дрва и нафте, шумски пожари и саобраћај.

- Контаминација воде у шумарству
- Намена земљишта и промена намене и
- Биодиверзитет

### ПРОИЗВОДИ НА БИО-ОСНОВИ

Шумска обновљива биомаса може да се користи за добијање биогорива. Повећана употреба обновљивих извора енергије уместо фосилних горива је још један корак ка циркуларној економији. Стога се употреба обновљивих ресурса за производњу енергије промовише ЕУ политиком (ЕС 2009б). Друга генерација биогорива заснива се на целулози, хемицелулози, лигнину или пектину из непрехрамбених биљних материјала, дрвета, органског отпада, отпадака хране или биомасе специфичних усева (Sims et al. 2010).

Поред добијања биогорива, шумска обновљива биомаса може да послужи као сировина за добијање читавог низа корисних производа (Morigana and Vilaplana, 2015). Производи на био-основи засновани на био-процесима могу представљати хемикалије које је често тешко произвести од стране конвенционалне хемијске индустрије. (Naik i sar. 2010). У циљу замене фосилних ресурса наука тражи нове методе за побољшање ефикасности употребе ресурса шумарства у најразличитије сврхе (Silveira et al., 2018).

### УРБАНО ШУМАРСТВО

Урбане шуме покривају земљиште које се налази у и око подручја интензивног људског утицаја, и чине их дрвећ и остали природни ресурси.

Урбано шумарство је одрживо планирање, садња, заштита, одржавање и нега дрвећа, шума, зелених површина и сродних извора, у и око градова и заједница због економске, еколошке, социјалне и опште здравствене користи људи. Правилан менаџмент урбаних шума захтева интеграцију поља арборикултуре, шумарства, пејзажне архитектуре, екологије, економије, планирања и социологије. Стална и континуирана подршка и укључивање јавности је есенцијално за дугорочну виталност урбаних шума.

Урбане зелене површине су све јавне површине смештене у урбаним средима, које су углавном покривене вегетацијом и које се користе директно за активну или пасивну рекреацију, или индиректно путем користи које имају за урбано окружење, а које су доступне грађанима и служе за различите потребе грађана чиме унапређују квалитет живота у урбаним срединама (Ћомић i sar., 2009).

Био-обновљива урбана шумска биомаса такође представља део Биоeкономије шумарства.

## ПРИМЕРИ ДОБРЕ ПРАКСЕ

### Децентрализована биономија

Olli Lehtonen and Lasse Okkonen 2013 су дали анализу друштвено-економских утицаја Suutela насеља саграђене од дрвене масе, Финска.

Урбани план насеља Suutela (North Karelia, Финска), има за циљ промовисање енергетски ефикасне градње на бази дрвета. Циљ Пројекта је био да пример Suutela служи као основ за успоставање модела енергетске ефикасности и примене обновљивих извора енергије за објекте изграђене од дрвета

Подаци о инвестирању (буџету) за нискоенергетску стамбену изградњу и инфраструктуру (вода, струја, путеви, телекомуникације, даљинско грејање) термоелектране и нискоенергетска градња прикупљени су од различитих актера, укључујући грађевинске компаније, локалне организације за планирање, енергетске компаније и општине Конттиолахти.

Укупне инвестиције у изградњу дрвеног села Суутела износе 10,9-16,5 милиона евра у зависности да ли грађевинске фирме користе локално дрво и дрвене делове. Према производним мултипликаторима, укупни утицај грађевинског пројекта на економију Северне Карелије износи 28,9 или 43,7 милиона евра, зависно од локалне употребе дрвета у изградњи кућа (Табела 1). То значи да се утицај првобитних инвестиција множи са 2,65. Укупни утицај пројекта варира између 165 и 251 нових радних места, зависно од сценарија изградње куће

Хемијски производи и транспорт такође имају већи мултипликаторни утицај од производње даљинске топлоте.

Ова студија представља случај регионалног моделирања инпут-оутпут децентрализоване, конвенционалне биономије. Представљени су друштвено-економски утицаји пројекта изградње Суутеле, што указује да локална биономија и дрвна градња имају значајан потенцијал за локални економски развој у Северној Карелији. Стопе локалне дрвене и земљане градње су високе, као и мултиплицирани утицаји који показују велики потенцијал за индустријску биономију у локалној економији. Већина утицаја у случају Суутела створена је од дрвене градње, док су утицаји даљинског грејања на биоенергију били маргинални у поређењу с изградњом. Употреба локалних грађевинских материјала остварила је изузетне утицаје на запосленост у поређењу са коришћењем не-локалних инпута.

За рурална подручја, децентрализована биономија са малим и средњим системима, може да обезбеди знатне регионалне социо-економске бенефите у односу на велике централизоване биокономске системе. (Olli Lehtonen and Lasse Okkonen, 2013).

Развој децентрализоване биономије може имати бројне позитивне ефекте на локалну руралну економију као што су:

- Запошљавање
- пореска основа
- рурална инфраструктура
- економска диверзификација као и
- повећана употреба локалних обновљивих извора.

Случај села Суутела са биоенергетским даљинским грејањем, показао је да повећавају како запосленост, тако и приходи.

### Коришћење остатка шумске биомасе за добијање биоенергије

Paredes-Sánchez et al., 2015 у студији процењују могућност максималне примене расположивог остатка шумске биомасе за добијање биоенергије на територији Централно



метрополитанског подручја (СМА) Кнежевине Астурије (Central Metropolitan Area of Asturias) у Северо-западној Шпанији. У Централном метрополитанском подручју Кнежевине Астурије живи 78% становништва региона и где се налази 14 % шума Кнежевине Астурије. Ово као последицу има генерисање велике количине остатка шумске биомасе која се може користити као сировина за производњу пелета.

За процењивање остатака дрвне биомасе на одређеној територији обично се користе географски информациони системи (ГИС) (Nord-Larsen and Talbot, 2004, Kinoshita et al., 2009). У овој студији, за одређивање остатака шумске биомасе коришћен је BIORAISE GIS софтвер, који омогућава израчунавање остатка биомасе на датом географском подручју, његову енергетску вредност као и одговарајуће трошкове сакупљања и транспорта узимајући у обзир техничко-економска и еколошка ограничења. Технично-економски фактори произилазе из начина сакупљања који зависе од ситуације на терену. Еколошка ограничења такође могу ограничити количине сакупљене расположиве биомасе. Пример таквих ограничења која софтвер узима у обзир су: нагиб тла, ризик од ерозије и садржај органског угљеника у горњем делу тла. Под овим условима, расположива биомаса остатка може се комплетно превести у пелете. Укупна маса остатака ( $M$ ) као и расположива маса остатка биомасе ( $m$ ) у сабирном подручју одређивана је помоћу BIORAISE GIS софтвера на бази суве масе.

У Табели 1 приказане су добијене вредности, помоћу BIORAISE GIS софтвера, за укупну масу, енергију и одговарајуће просечне тропкове за подручје СМА. Приказани тропкови су дати у односу на расположиве остатке.

Табела 1 Укупна маса, енергија и просечна цена остатака шумске биомасе на територији СМА ( $C_c$  - трошкови сакупљања,  $C_t$  - тропкови транспорта и  $TC$ - укупни трошкови) (Paredes-Sánchez et al., 2015)

Параметар	Јединица	Резултат
Област		СМА
$M$	t cm год <sup>-1</sup>	92.744,86
$m$	tcm год <sup>-1</sup>	51.831,86
$E$	GJ год <sup>-1</sup>	920.070,74
$C_c$	ЕУР tcm <sup>-1</sup>	62,32
$C_t$	ЕУР tcm <sup>-1</sup>	8,48
$TC$	ЕУР tcm <sup>-1</sup>	70.80

Просечна доња топлотна моћ сувог остатка, одређена помоћу поменутог Софтвера, процењена је на 17,7, 19,0 и 18,3 ГЈ ве tcm<sup>-1</sup> код широколистних, четинарских и мешаних остатка респективно. На бази ових вредности и расположиве биомасе одређене су вредности енергије,  $E$  (Табела 1).

Имајући у виду техничка ограничења, просечна ефикасност сакупљања остатака процењена је на око 70%. Код подручја са косинама ово износи 60%. У свим случајевима, 20% остатка биомасе се сматра недоступним због тешкоћа да машине прикупе сав биоматеријал. Треба напоменути да сакупљање шумских биоостатка смањује опасност од шумског пожара. Из Табеле 1 види се да је укупна количина дрвног остатка износи 92,7 ktcm године<sup>-1</sup>, расположива маса остатака је 51,8 ktcm године<sup>-1</sup> на подручју сакупљања, са ефикасношћу сакупљања преко 55%, што је еквивалентно 920,1 TJ године<sup>-1</sup>.

Помоћу Софтвера BIORAISE GIS испитан је потенцијал шумског остатка из свих 20 општина СМА . Укупну масу остатака шумске биомасе, енергију као и просечну цену расположивог остатка на територији СМА дати су Табели 1. Аутори у раду наводе да општина Corvega има најнижи укупни трошак, али и значајан број потенцијалних крајњих корисника у својој непосредној близини. Поред тога, просечна ефикасност сакупљања у СМА износи 55,9%, док је ефикасност сакупљања у општини Corvega 73,2%. Из ових разлога, аутори студије су изабрали општину Corvega као најбоље место за лоцирање погона

за производњу пелета из шумских остатака на територији СМА. Унутар ове општине одабрана је индустријска четврт Cancienes због изузетно добре повезаности са остатком СМА. Примењујући ново место сакупљања одређне су количине остатака као и одговарајуће цене. У Табели 2 дате су вредности масе, енергије и трошкова сакупљања и транспорта остатака у новом разматраном подручју, које обухвата и нека подруја суседна СМА-у. Ефикасност сакупљања у сабирном подручју са одредиштем постројења за палете износи 56,9%.

Табела 2. Маса, енергија и трошкови остатака са одредишта до постројења за пелете (Paredes-Sánchez et al., 2015)

Параметар	Јединица	Резултат
Општина		Corvera
Индустријска четврт		Cancienes
Радијус сакупљања	km	38
$m$	$t_{CM} \text{ год}^{-1}$	50.950,10
$E$	$GJ \text{ год}^{-1}$	906.459,4
$C_c$	$EY P_{tCM}^{-1}$	62,39
$C_t$	$EY P_{tCM}^{-1}$	8,25
$TC$	$EY P_{tCM}^{-1}$	70.64

Постројење за производњу пелета има годишњи капацитет производње од 51 кт што је еквивалентно 32 MWh за 8000 радних сати (Nilsson et al., 2011).

## ЗАКЉУЧАК

Биоекономија шумарства је значајни део биоекономије, која се заснива на коришћењу био-обновљиве биомасе. Био-обновљива дрвна и остале био-обновљиве биомасе које се може наћи у шумама, поред коришћења као биенергента погодне су за добијање читавог низа корисних производа који представљају замену за производе добијене на бази нафте. Поред тога, могу се добити и производи који се класичним хемијским технологијама не могу или тешко добијају. Ако се правилно примени биоекономја шумарства за последицу има позитиван еколошки, економски и социјални ефекат. Треба при томе имати у виду да технологија добијања производа на бази био-обновљивих сировина, подразумева како производе тако и нуспроизводе морају бити еколошки прихватљиви. Биоекономија шумарства може дати снажан допринос, одрживом развоју односно уклапању у еколошке могућности наше Планете.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Acevedo TA, Ruiz MM, Lobato-Calleros O (2015): Additional Indicators to Promote Social Sustainability within Government Programs: Equity and Efficiency. *Sustainability* 7:9251–9267. doi:10.3390/su7079251
2. András Székács, (2017): Environmental and Ecological Aspects in the Overall Assessment of Bioeconomy, *J Agric Environ Ethics* 30:153–170
3. Cambero C, Sowlati T (2014): Assessment and optimization of forest biomass supply chains from economic, social and environmental perspectives – a review of literature. *Renew Sustain Energy Rev* 36:62–73. doi:10.1016/j.rser. 2014.04.041
4. Doreen Fedrigo-Fazio and Patrick ten Brink, (2012): Briefing Green Economy, UNEP
5. EC (European Commission). (2012a): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*. Brussels, Belgium: EC COM (2012) 60, 13.2.2012. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2012:0060:FIN>.
6. EC (European Commission). (2012b): *Innovating for Sustainable Growth: A Bioeconomy for Europe*. Brussels, Belgium: EC Directorate-General for Research and Innovation. [http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/official-strategy\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/official-strategy_en.pdf).
7. Ernst WG (2012): Overview of naturally occurring Earth materials and human health concerns. *J Asian Earth Sci* 59:108–126. doi:10.1016/j.jseas. 2012.05.030
8. Gravitis J., (2007): Zero techniques and systems – ZETS strength and weakness, *Journal of Cleaner production*, 15 1190 – 1197.
9. Helin T, Holma A, Soimakallio S (2014): Is land use impact assessment in LCA applicable for forest biomass value chains? findings from comparison of use of Scandinavian wood, agro-biomass and peat for energy. *Int J Life Cycle Assess* 19:770–785. doi:10.1007/s11367-014-0706-5
10. Iris Lewandowski Ed. (2018): *Bioeconomy - Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy* Springer OPEN University of Hohenheim, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68152-8>
11. IWMSA Central Branch Seminar, *Green economy*, (2014): [https://iwmsa.co.za/downloads/green%20economy%20introduction\\_iwmsa\\_20%20august%202014\\_kate%20bezuidenthout.pdf](https://iwmsa.co.za/downloads/green%20economy%20introduction_iwmsa_20%20august%202014_kate%20bezuidenthout.pdf) noceheho 19.02.2020.
12. Jaakko Karvonen, Pradipta Halder, Jyrki Kangas and Pekka Leskinen (2017): REVIEW Indicators and tools for assessing sustainability impacts of the forest., *Forest Ecosystems* 4:2
13. Janeiro L, Patel MK (2015): Choosing sustainable technologies. Implications of the underlying sustainability paradigm in the decision-making process. *J Cleaner Prod* 105:438–446. doi:10.1016/j.jclepro.2014.01.029
14. José Pablo Paredes-Sánchez\*, Antonio José Gutiérrez-Trashorras, Jorge Xiberta-Bernat (2015): Wood residue to energy from forests in the Central Metropolitan Area of Asturias (NW Spain), *Urban Forestry & Urban Greening* 14, 195–199
15. Karvonen, Pradipta Halder, Jyrki Kangas and Pekka Leskinen (2017): Indicators and tools for assessing sustainability impacts of the forest Bioeconomy, *Forest Ecosystems* 4:2. DOI 10.1186/s40663-017-0089-8
16. Kinoshita, T., Inoue, K., Iwao, K., Kagemoto, H., Yamagata, Y., (2009): A spatial evaluation of forest biomass usage using GIS. *Appl. Energy* 86 (1), 1–8, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.03.017>.
17. Lotte Fjendbo Møller Francis, Marina Bergen Jensen,(2017): Benefits of green roofs: A systematic review of the evidence for three ecosystem services, *Urban Forestry & Urban Greening* 28, 167–176

18. MCPEF (1993) Resolution H1. General Guidelines for the Sustainable Management of Forests in Europe. Second Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe 16-17 June 1993: 1–5
19. Moriana R, Vilaplana F, Ek M (2015), Forest residues as renewable resources for bio-based polymeric materials and bioenergy: chemical composition, structure and thermal properties, *Cellul* 22:3409–3423. doi:10.1007/s10570-015-0738-4
20. Naik, S. N., Goud, V. V., Rout, P. K., & Dalai, A. K. (2010). Production of first and second generation biofuels: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 578–597. doi:10.1016/j.rser.2009.10.003.
21. Nilsson, D., Bernesson, S., Hansson, P., (2011). Pellet production from agricultural raw materials – A systems study. *Biomass Bioenergy* 35 (1), 679–689, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.10.016>.
22. Nord-Larsen, T., Talbot, B., 2004. Assessment of forest-fuel resources in Denmark: technical and economic availability. *Biomass Bioenergy* 27 (2), 97–109, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2004.01.007>.
23. Olli Lehtonen and Lasse Okkonen (2013), Regional socio-economic impacts of decentralised bioeconomy: a case of Suutela wooden village, Finland, *Environ Dev Sustain* 15:245–256
24. Piotrowski, S., Carus, M., & Carrez, D. (2016). European Bioeconomy in Figures. *Hu<sup>o</sup>rth, Germany: nova- Institute for Ecology and Innovation*, <http://biconsortium.eu/sites/biconsortium.eu/files/news-image/16-03-02-Bioeconomy-in-figures.pdf>.
25. R. Čomić, N. Šumatić, D. Čomić, I. Gudurić i J. Stanković (2009) Zaštta urbanih šuma i zelenih površina, *Eco logic*, Banja Luka
26. Silveira MHL, Morais ARC, Da Costa Lopes AM, Oleksyszzen DN, Bogel-Łukasik R, Andreus J, Ramos PL (2015), Current pretreatment technologies for the development of cellulosic ethanol and biorefineries, *ChemSusChem* 8:3366– 3390. doi:10.1002/cssc.201500282
27. Sims, R. E. H., Mabee, W., Saddler, J. N., & Taylor, M. (2010). An overview of second generation biofuel technologies. *Bioresource technology*, 101(6), 1570–1580. doi:10.1016/j.biortech.2009.11. 046
28. Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: The great acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81–98. doi:10.1177/2053019614564785.
29. Villamagna AM, Angermeier PL, Bennett EM (2013) Capacity, pressure, demand, and flow: a conceptual framework for analyzing ecosystem service provision and delivery. *Ecol Complex* 15:114–121. doi:10.1016/j.ecocom.2013.07.004

## THE FOREST BIOECONOMY

### Summary

Forestry bioeconomy is a significant part of bioeconomy, which is based on the use of bio-renewable biomass. The wood and other bio-recoverable biomass that can be found in forests, besides used as a bioenergy, are suitable for producing a wide range of useful products that can substitute petroleum-derived products. In addition, products that are difficult to obtain with conventional chemical technologies can also be obtained. If properly implemented the forestry bioeconomy may have a positive environmental, economic and social effect. It should be mentioned that the technology of obtaining products based on bio-renewable resources should be environmental friendly including both products and by-products. The bioeconomy of forestry can have a strong contribution to the sustainable development which should stay within planetary boundaries.

**Key words:** forest bioeconomy, bio-renewable resources, forestry residues, urban forestry

Издавач  
**Академска мисао**

Приморска 21, Београд

Тел: +381 11 3218 354

Марко Вујадиновић, дипл. ел. инж.  
+381 63 30 10 75  
marko.vujadinovic@akademiska-misao.rs

Александар Рашковић, дипл. ел. инж.  
+381 63 30 10 65  
sasa.raskovic@akademiska-misao.rs

**www.akademiska-misao.rs**  
**office@akademiska-misao.rs**

---

CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

63(497.11)(082)  
338.43.02(497.11)(082)  
630\*23(497.11)(082)

**ЗНАЧАЈ развојних истраживања и иновација у функцији унапређења пољопривреде и шумарства Србије** : радови са научног скупа одржаног 04.11. 2020. године / [уредник Ратко Лазаревић]. - Београд : Академија инжењерских наука Србије - АИНС, Одељење биотехничких наука : Академска мисао, 2020 (Београд : Академска мисао). - 150 стр. : илустр. ; 25 cm

"Одељење биотехничких наука Академије инжењерских наука Србије организовало је свој девети научни скуп "Значај развојних истраживања и иновација у функцији унапређења пољопривреде и шумарства у Србији." --> Предговор. - Тираж 300. - Стр. 1-2: Предговор / Ратко Лазаревић. - Библиографија уз сваки рад. - Summaries.

ISBN 978-86-7466-854-2 (AM)

а) Пољопривреда -- Развој -- Србија -- Зборници б) Пошумљавање -- Србија -- Зборници

COBISS.SR-ID 23855881

---





9 788674 166854 2

[www.akademska-misao.rs](http://www.akademska-misao.rs)