

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број захтева: 40/11-7.4.
Датум: 21.3.2012. године

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ
БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на извештај о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно члану 46. став 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду (“Гласник Универзитета” број 131/06), дате сагласност на извештај о урађеној дисертацији кандидата мр КАТАРИНЕ ЈОВАНОВИЋ - РАДОВАНОВ.

Кандидат мр КАТАРИНА (Драгомир) ЈОВАНОВИЋ - РАДОВАНОВ, пријавила је докторску дисертацију под називом: «ОСЕТЉИВОСТ ГАЈЕНИХ БИЉАКА НА РЕЗИДУАЛНО ДЕЛОВАЊЕ ИМАЗЕТАПИРА И КЛОМАЗОНА»,

из научне области Заштита биља.

Универзитет је дана 1.12.2010. године, својим актом број 020-4563/15-10 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила: «ОСЕТЉИВОСТ ГАЈЕНИХ БИЉАКА НА РЕЗИДУАЛНО ДЕЛОВАЊЕ ИМАЗЕТАПИРА И КЛОМАЗОНА».

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације мр КАТАРИНЕ ЈОВАНОВИЋ-РАДОВАНОВ, образована је на седници одржаној 28.12.2011. године, одлуком Факултета број 40/8-5.2., у саставу:

име и презиме члана комисије, звање, научна област

1. др Ибрахим Елезовић, редовни професор, пестициди
2. др Сава Врбничанин, редовни професор, хербологија
3. др Сања Лазић, редовни професор, фитофармација
4. др Љиљана Радивојевић, научни сарадник, фитофармација
5. др Бранко Константиновић, редовни професор, фитофармација и хербологија.

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, на седници одржаној дана 21.3.2012. године.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
Проф. др Небојша Ралевић

Универзитет у Београду
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ
Број: 40/11-7.4.
Датум: 21.03.2012. године
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 73. Статута Пољопривредног факултета, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 21.03.2012. године, донело је

О Д Л У К У

I ПРИХВАТА СЕ извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднела **мр КАТАРИНА ЈОВАНОВИЋ - РАДОВАНОВ** и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: **«ОСЕТЉИВОСТ ГАЈЕНИХ БИЉАКА НА РЕЗИДУАЛНО ДЕЛОВАЊЕ ИМАЗЕТАПИРА И КЛОМАЗОНА».**

II Универзитет је дана **1.12.2010.** године, својим актом број **020-4563/15-10** дао сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата.

III Рад кандидата у часопису међународног значаја:

Vrbničanin, Sava, Dajić-Stevanović, Zora, **Jovanović-Radovanov, Katarina**, Uludag, A. (2009): Weed vegetation of small grain crops in Serbia: environmental and human impact. Turk. J. Agric. For., 33, 325-337

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН**

(Проф. др Небојша Ралевић)

Доставити: кандидату, ментору проф. др Ибрахиму Елезовићу, Институту за фитомедицину, Студентској служби и архиви.

Предмет: Оцена урађене докторске дисертације **мр Катарине Јовановић-Радованов**

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, бр. 40/8 – 5.2 од 28.12.2011. год. именовани смо у Комисију за оцену и одбрану урађене докторске дисертације мр Катарине Јовановић-Радованов под насловом: „Осетљивост гајених биљака на резидуално деловање имазетапира и кломазона“. Комисија у саставу: др Ибрахим Елезовић, ред. проф. Пољопривредног факултета у Београду, др Сава Врбничани, ред. проф. Пољопривредног факултета у Београду, др Сања Лазић, ред. проф. Пољопривредног факултета у Новом Саду, др Љиљана Радивојевић, научни сарадник Института за пестициде и заштиту животне средине у Београду и др Бранко Константиновић, ред. проф. Пољопривредног факултета у Новом Саду, на основу прегледа докторске дисертације подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ И ПРЕДЛОГ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Докторска дисертација мр Катарине Јовановић-Радованов написана је на 98 страна куцаног текста, нормалног прореда и има 7 поглавља: Увод (стр.1-2), Преглед литературе (стр.3-31), Материјал и методе (стр.32-39), Резултати (стр.40-68), Дискусија (стр.69-87), Закључци (стр.88-89) и Литература (стр.90-98). Дисертација садржи 34 графика (10 у прилогу), 28 табела (16 у прилогу), 9 слика (у прилогу), 152 референце, апстракт на српском и енглеском језику.

2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Увод

У уводу кандидат истиче значај примене перзистентних хербицида, али и наглашава могућност ризика од остатака таквих једињења у земљишту и евентуалне појаве оштећења на наредним биљкама у плодоређу. Перзистентност хербицида директно зависи од фактора који утичу на разградњу и нестајање активне супстанце са места примене, а који се могу сврстати у три категорије: земљишни фактори, климатски услови и особине хербицида. Имајући у виду да је од утицаја појединачних фактора много значајније њихово садејство и/или интеракција јасно произилази да је перзистентност својство, које за једно исто једињење нема исте вредности на различитим локалитетима (тј. у различитим педо-климатским условима), али ни на истом локалитету при различитим метеоролошким условима, као и различитим условима примене и обраде земљишта.

Докторант даље наводи да од бројних хербицида који се користе у усеву соје значајно место заузимају имазетапир и кломазон. Ова два хербицида поседују добру ефикасност за намене за које се користе, али су и предмет истраживања због своје парзистентности и изазивања штета на усевима који се у плодоређу гаје након соје (или других усева у којима се примањују, а међу којима има и оних са кратким вегетационим периодом).

Докторант указује да код нас нема података о осетљивости гајених биљака на остатке ових хербицида, као ни о перзистентности имазетапира и кломазона. Једини поуздани начин утврђивања осетљивости биљака је биотест методом, али уз неопходност одабира мереног параметра у скаладу са механизмом деловања имазетапира, односно кломазона. Праћење динамике деградације хербицида могуће је извести различитим методама, али се истиче да је биотест једини који даје поуздан одговор у одређивању остатака хербицида који су биљкама заиста доступни (имајући у виду постојање десорпционог хистерезиса).

2.2. Циљ истраживања

Циљ истраживања у овој докторској дисертацији био је да се применом релевантних метода утврди ниво осетљивости изабраних гајених биљака на остатке имазетапира и кломазона, у раним фазама развића, у контролисаним условима. Праћено је деловање различитих концентрација имазетапира на морфолошке (дужина и маса корена) и биохемијске параметре (садржај укупних протеина у корену).

Такође је циљ био да се утврди до каквих промена долази у анатомској грађи корена при концентрацији хербицида од 240 $\mu\text{g a.s./kg}$ (највиша коришћена у биотесту), као и да ли се при EC_{10} и EC_{20} (рачунато за дужину корена) јављају било какве промене у овим параметрима, а које се статистички разликују од контроле.

Циљ је био и да се утврди деловање различитих концентрација кломазона на морфолошке (свежа и сува маса изданака) и физиолошке параметре (садржај каротеноида и хлорофила у котиледоним или првим правим листовима) испитиваних биљака, као показатеље њихове осетљивости.

Циљ ове дисертације био је и утврђивање брзине и динамике деградације испитиваних хербицида (имазетапира и кломазона) у земљишту, у пољским условима, при различитим временима и количинама примене и током две вегетационе сезоне.

Такође је циљ био да се утврди да ли се бела слачица може користити као поуздана тест биљка за одређивање остатака ових хербицида у земљишту биотест методом.

2.3. Преглед литературе

Преглед литературе садржи три подпоглавља заснована на адекватним литературним изворима из области проучавања ове докторске дисертације.

У првом подпоглављу, кроз две одвојене целине, кандидат даје преглед основних особина имазетапира и кломазона (припадност хемијској групи; основне физичко-хемијске особине; намене за које се користе, тј усеви у којима се примењују; спектар деловања; време и начин примене; усвајање од стране биљака и транслокација и детаљан приказ механизма деловања и симптома који из њега произилазе).

У другом подпоглављу кандидат, на бази релевантних резултата бројних истраживања, објашњава судбину и понашање испитиваних хербицида у земљишту. Досадашња испитивања указују на слабу покретљивост имазетапира у земљишном профилу, односно испирање у нешто дубље слојеве запажено је само у земљиштима са малим садржајем глине, изразито малим садржајем органске материје и у условима високе преципитације. Оваква покретљивост је условљена адсорптивним потенцијалом, од кога највише зависи перзистентност имазетапира. Адсорпција се повећава са смањивањем pH земљишта (испод 6) али много израженије са повећањем садржаја органске материје, затим глине и донекле капацитета измене катјона. Процес адсорпције одвија се у две фазе: брзо иницијално везивање, које је углавном реверзибилно, и друга фаза споријег везивања на мање

приступачним местима. Сходно томе, доступност имазетапира биљкама је већа у земљиштима са мањим садржајем органске материје (у којима је и његова перзистентност краћа). За перзистентност имазетапира од значаја је и појава десорпционог хистерезиса, односно чињенице да је са протоком времена све мања количина хербицида која се може десорбовати (све је више чврсто везаних остатака, који су као такви биљкама недоступни). Климатски, односно, метеоролошки фактори такође утичу на перзистентност имазетапира. У условима виших температура и повећане влаге интензивирају се деградациони процеси, што значи да је перзистентност имазетапира већа у сувом и хладном земљишту. Највећи значај у разградњи имазетапира имају земљишни микроорганизми, али је интензитет и ниво ових деградационих процеса условљен количином хербицида у земљишном раствору (што зависи од особина земљишта). У условима који фаворизују адсорпцију имазетапира, мање хербицида је доступно микроорганизмима, те је у таквим ситуацијама повећана перзистентност овог хербицида. Новијим истраживањима изоловано је неколико врста бактерија из родова *Bacillus* sp. *Alcaligenae* sp. и *Achromobacter* sp. који могу да разграде 80 – 90 % имазетапира. За перзистентност имазетапира процес испаравања није од значаја, док је губитак хербицида услед фотодеградације и до 8 %, пре свега у условима соларне ирадијације, те ако се имазетапир примени по површини грубо текстурног и влажног земљишта које садржи мало глине и органског угљеника. Начин апликације може донекле да утиче на брзину деградације (која је спорија уколико је примена хербицида пре сетве уз инкорпорацију, него после сетве, а пре ницања, применом по површини). За разлику од наведеног, није утврђена зависност дужине перзистентности имазетапира од примењеног система обраде земљишта.

Први подаци о перзистентности кломазона повезани су са регистрањем оштећења на наредним усејима у плодореду, и указују на зависност од педо-климатских услова. Према резултатима бројних истраживања произилази да перзистентност кломазона директно зависи од његове доступности у земљишту, а која је одређена интензитетом и степеном адсорпције. Утврђена је изражена и висока корелација између адсорптивности и садржаја органске материје у земљишту, а знатно мање од садржаја глине (односно само у земљиштима са изразито ниским садржајем органске материје), док је са капацитетом измене катјона установљена негативна корелација. То значи да је перзистентност кломазона већа у земљиштима са већим садржајем органске материје и глине, те у условима смањене влажности, што су уједно фактори који доприносе смањеној биодоступности овог хербицида (због веће адсорптивности). За кломазон је карактеристичан и врло изражен десорпциони хистерезис. Покретљивост кломазона у земљишном профилу је слаба и углавном условљена садржајем органске материје и глине, али и присуством покрова на површини земљишта. Утицај обраде земљишта на перзистентност овог хербицида није доследно присутан. Већи утицај има начин примене, јер генерално посматрано, хербициди са високим потенцијалом испарљивости (какав је кломазон) могу бити перзистентнији ако се примене пре сетве уз инкорпорацију (PPI), него после сетве, а пре ницања (PRE-EM). У вези са овим, већи број истраживача истиче да губитак парама кломазона, са површине земљишта и биљних остатака, може бити један од механизма његовог ишчежавања, при чему се у лабораторијским условима испарљивост повећава са повећањем температуре и влажности земљишта, док је у условима поља испарљивост кломазона много више последица ваздушних струјања. Веома битан фактор у ишчежавању кломазона је метаболичка разградња под дејством ензима земљишних микроорганизма, при чему је утврђено да су специфични микроорганизми, одговорни за разградњу кломазона у земљишту, активнији при нижим

температурама него свеукупна популација микроорганизама. Од 41. микроорганизма типичног за земљиште, 17 је произвело различите метаболите кломазона, од којих је 11 било метаболитички најактивније производећи 5 -8 различитих метаболита.

У трећем подпоглављу кандидат даје преглед досадашњих истраживања у погледу осетљивости гајених биљака, односно, појавама оштећења на различитим усевима услед остатака имазетапира, односно кломазона. Подаци о појавама оштећења на усеву кукуруза од остатака имазетапира примењеног у предусеву су бројни и веома различити, од тога да оштећења није било или су она била занемарљива, пролазна и без утицаја на принос, до утврђивања озбиљних штета и смањења приноса (зависно од особина земљишта, метеоролошких услова, гајеног хибрида, количине примене,...). За пшеницу је утврђено да само веће количине примене од препоручених, а у зависности од метеоролошких услова, могу резултирати остацима који би довели до појаве оштећења. Шећерна репа је изразито осетљива, а постојећи резултати су усаглашени и недвосмислени да се штете и смањење приноса јављају и две године након примене имазетапира. Слични су и резултати за уљану репицу, код које се оштећења могу јавити и до две године након примене, али без утицаја на принос. У зависности од количине примене и времена протеклог до сетве наредног усева, значајна оштећења се могу јавити на спанаћу, броколију, мркви, салати, лану, слачици и ливадским травама, док се код купуса, диње, црног лука и памука могу јавити оштећења без утицаја на принос. Значајно већу осетљивост испољавају парадајз и кромпир.

Подаци о појавама оштећења од остатака кломазона на усеву пшенице су бројни и веома различити. Извесна смањења приноса забележена су у само два истраживања (кратак рок од примене хербицида до сетве пшенице и при примени два пута веће количине од препоручене на земљишту са високим садржајем органске материје и глине). У свим осталим истраживањима оштећења су била пролазна и без утицаја на принос. За кукуруз су утврђене појаве минималних оштећења (хлорозе) и то само у раним фазама развоја. На усеву шећерне репе константована су пролазна оштећења, али без утицаја на принос. Резултати за луцерку су различити (зависно од низа услова), док код неколико травних и легуминозних ливадских биљака, као и спанаћа и кромпира, није било појаве оштећења од евентуалних остатака кломазона. Минимална оштећења запажена су на гајеном сирку и памуку. За разлику од наведених, различите купусњаче су испољиле значајно мању осетљивост (толеришу 800 g a.s./ha на земљишту са високим садржајем органске материје) и могу бити значајне као усеви за пресејавање. Значајан ниво толерантности утврђен је код пиринча, и то за већи број испитиваних сорти и линија.

2.4. Материјал и методе

Поглавље Материјал и методе садржи 5 подпоглавља. Истраживања у овој дисертацији се могу поделити на огледе у контролисаним условима изведене на Пољопривредном факултету у Београду - у Биолошкој лабораторији, Лабораторији за агрохемију и Лабораторији за анатомију и светлосну микроскопију и пољске огледе који су изведени на производним парцелама у Сремској Митровици током 2007. – 2009. год.

За сва испитивања коришћено је семе одабраних гајених биљака (кукуруз (НС 444), сунцокрет (Бачванин), шећерна репа (Лара), пшеница (Венера), уљана репица (Славица) и бела слачица) добијено из Института за ратарство и повртарство у Новом Саду, као и препарати хербицида имазетапира (*Pivot M*) и кломазона (*Gamit 4-EC*) намењени за

комерцијалну употребу. За извођење биотеста у циљу утврђивања осетљивости изабраних биљних врста, коришћено је нетретирано земљиште из поља (локалитет: Земун Поље).

Осетљивост гајених биљака на хербициде испитивана је биотест методом. За оба једињења примењена је серија концентрација (240, 120, 60, 30, 15 7,5, 3,75, 1,875 и 0 $\mu\text{g a.c./kg}$ за имазетапир, односно 1440, 720, 360, 180, 90, 45, 22,5, 11,5, 5,625 и 0 $\mu\text{g a.c./kg}$ за кломазон) при чему највећа концентрација одговара средњој по вредности од три примењене количине хербицида у пољу. За сваку од концентрација одмерен је узорак просејаног земљишта (600 g) и третиран са 6 ml раствора помоћу прскалице за танкослојну хроматографију која је прикључена на компресор, под константним притиском од 1,2 bar-a. Земљиште је, одмах након апликације хербицида измешано ручно, а потом и у ротационој мешалици (још 7 минута при брзини од 60 обртаја/минути). Након хомогенизације земљиште је распоређено у судове запремине 200 ml и засејано семеном одређене биљне врсте. За сваку концентрацију рађена су 4 понављања, а цео оглед је за свеку биљну врсту поновљен два пута. Након засејавања земљиште је заливано (до пољског капацитета) и судови су одлагани у фитотрон, где су се биљке развијале у контролисаним условима дужине трајања дана и ноћи ($16^{\text{h}}/8^{\text{h}}$) температуре (22 °C дневна / 18 °C ноћна) и интензитета светлости (300 $\mu\text{E/m}^2\text{s}$). Након периода од 10 до 14 дана (зависно од биљне врсте и испитиваног хербицида) вршено је мерење одговарајућих морфолошких параметара.

У биотесту са имазетапиром, након пажљивог вађења биљака из судова и детаљног прања коренова под млазом воде, мерени су дужина и свежа маса коренова, након чега су они коришћени за даље анализе. Такође је мерена свежа маса изданака.

У биотесту са кломазоном мерена је свежа, а потом и сува маса изданака. Од свежих биљака узиман је 0,1 g лисних исечака промера 5 mm, по сваком понављању сваког третмана за даље анализе (утврђивање садржаја пигмената).

Одређивање укупних протеина у кореновима биљака гајених у земљишту са напред наведеним концентрацијама имазетапира изведено је преко утврђивања садржаја азота у корену биљака дестилационом методом (Musinger i McKinney, 1982). Имајући у виду да је у беланчевинама садржај азота 16 %, садржај протеина (%) добија се као производ: % N (у биљном материјалу) $\times 6,25$.

У циљу утврђивања промена у анатомској грађи корена деловањем имазетапира, биљке су гајене у песку, који је након засејавања заливан раствором хербицида одређених концентрација: 240 $\mu\text{g a.c./kg}$ (као максимална примењена концентрација у биотесту), EC₂₀ и EC₁₀ (утврђене на основу биотеста, а у односу на дужину корена) и контролни третман (без хербицида) за све испитиване биљне врсте. Раст биљака одвијао се у комори, у контролисаним условима. Након 10 дана, биљке су извађене из супстрата, а од детаљно опраних коренова узети су исечци врхова дужине до 1,5 cm. Од њих су прављени привремени микроскопски препарати на којима је обављено мерење релевантних анатомских параметара: присуство и дебљина коренове капе, дужина од врха корена до зоне апсорпције, дужина од врха корена до зоне гранања, број бочних коренова на дужини од 5 mm (имајући у виду изражену инхибицију раста корена при концентрацији имазетапира од 240 $\mu\text{g a.c./kg}$). Такође су прављени трајни препарати стандардном парафинском методом (Ruzin, 1999) (за сваку биљну врсту више пресека са по 30 исечака). Сви препарати су прегледани под светлосним микроскопом LEICA DMLS, фотографисани дигиталном камером LEICA DC 300, а мерења су обављена коришћењем LEICA IM 1000 софтвера.

Одређивање садржаја пигмената обављено је методом екстракције диметил-формамидом (DMF) за све испитиване биљне врсте и све наведене концентрације кломазона. По завршеној екстракцији пигмената читавана је адсорпција екстракта на спектрофотометру (Camspec M107) на таласним дужинама од 664 nm – за хлорофил *a*; 647

nm – за хлорофил *b* и 480 nm – за каротеноиде, а концентрације пигмената израчунате су коришћењем формула по Wellburnu (1994).

Пољски огледи изведени су током две вегетационе сезоне (2007./2008. и 2008./2009. године) током којих је праћена динамика деградације имазетапира и кломазона од момента примене, па до годину дана након апликације. Имазетапир је примењен у три количине (80 g a.s./ha – као најчешће коришћена количина у производним условима; 120 g a.s./ha – као максимална колилина примене и 160 g a.s./ha – за случај предозирања услед неадекватне примене, напр. због преклапања) и два времена, односно начина примене (после сетве, а пре ницања – PRE-EM, и након ницања усева – POST-EM, односно када су биљке соје развиле прву тролиску). Кломазон је такође примењен у три количине (480, 720 и 960 g a.s./ha) и два времена, односно начина примене (пре сетве уз инкорпорацију – PPI и након ницања усева). Величина елементарне парцеле износила је 7,5 x 7,5 m, а сваки третман постављен је у четири понављања. Од дана примене вршено је узорковање земљишта у одређеним временским интервалима помоћу цилиндара промера 5 cm до дубине од 7,5 cm. Након просејавања земљиште је засејано семеном беле слачице, заливано и одлагано у комору са контролисаним условима. Паралелно су засејане и контролне варијанте са просејаним, нетретираним земљиштем. Након 10 дана обављена су мерења најосетљивијег параметра претходно утврђеног биотестом у контролисаним условима, и то: за имазетапир – дужина корена, а за кломазон – садржај пигмената (каротеноида).

Добијени подаци у огледима изведеним у контролисаним условима статистички су обрађени коришћењем SPSS статистичког пакета. У огледима осетљивости гајених биљака на имазетапир и кломазон анализом варијансе добијених података утврђено је постојање статистички значајних разлика између примењених третмана, на основу чега је било могуће извршити регресиону анализу, применом нелинеарне регресије са четири параметра. Све статистичке анализе и графици изведени су у R софтверском програму уз коришћење *Dose Response Curves* (drc) статистичког пакета (R Development Core Team, 2009) и израчунате су EC₅₀, EC₂₀ и EC₁₀ вредности свих мерених параметара, за све коришћене биљне врсте, за оба испитивана хербицида.

За обраду података садржаја протеина и разлика у анатомској грађи, за сваки параметар израчунате су просечне вредности и стандардне грешке (SE). За одређивање значајности разлика за примењене третмане у односу на испитиване параметре коришћен је Tuckey тест.

За праћење динамике деградације и израчунавање DT50 вредности као показатеља перзистентности хербицида, коришћен је регресиони модел тзв. „кинетики првог реда”. Погодност модела изражена је коефицијентом детерминације (r^2).

2.5. Резултати

Резултати истраживања обрађени су у три подпоглавља, а која понаособ садрже по 2 до 3 наслова трећег реда. Резултати су написани јасно и документовани пратећим графиконима, табелама и сликама.

Осетљивост биљака на имазетапир

Биотест у контролисаним условима обухватао је мерење морфолошких параметара (дужина и свежа маса корена и свежа маса изданака) као показатеља осетљивости биљака, а у зависности од примењене концентрације имазетапира (од 1,875 – 240 µg a.s./kg). Код свих испитиваних биљних врста утврђена је инхибиција свих мерених параметара, при чему се

као значајно осетљивији издвајају параметри корена који су међу собом прилично усаглашени. За дати распон концентрација утврђени нивои инхибиција (збирно за оба параметра корена) били су: за кукуруз од 17,21 – 89,78 %; за сунцокрет од 5,97 – 84,39 %, за шећерну репу од 44,95 – 91,89 %, за пшеницу од 11,10 – 73,99 %, за уљану репицу од 28,73 – 92,88 % и за слачицу од 45,54 – 91,96 %. На основу утврђених вредности инхибиција, израчунате су EC_{50} вредности (за све мерене параметре) као показатељи осетљивости испитиваних биљних врста, али и вредности EC_{10} и EC_{20} (концентрација која не изазива статистички значајан ефекат, односно изазива ефекат који не мора значајно да утиче на даљи развој биљке). Израчунати параметри показали су да постоји јасна разлика у осетљивости испитиваних биљних врста, а које су на основу добијених резултата сврстане у три категорије: **врло осетљиве** (шећерна репа > слачица > уљана репица, **осетљиве** (кукуруз ≥ сунцокрет) и **умерено осетљиве** (пшеница).

Утицај имазетапира на садржај укупних протеина Испитивањем коренова биљака добијених биотестом у контролисаним условима на садржај укупних протеина, утврђено је да не постоји зависност промене мереног параметра са променом концентрације хербицида. Код већине биљних врста уопште не долази до смањења садржаја укупних протеина и поред врло очигледних и изражених морфолошких промена. Посматрањем ових резултата са напред утврђеном осетљивошћу запажа се да код врло осетљивих биљних врста долази до повећања садржаја укупних протеина у третманима са хербицидом у односу на контролу; код осетљивих врста то повећање је незнатно (кукуруз), или се јавља извесно смањење за одређене концентрације имазетапира (сунцокрет), док је код умерено осетљивих утврђено смањење садржаја укупних протеина и то при примени виших концентрација хербицида.

Утицај имазетапира на анатомску грађу корена На основу добијених вредности за мерене анатомске параметре, а при примени третмана од 240 $\mu\text{g a.s./kg}$, EC_{20} и EC_{10} (рачунато за дужину корена) и њиховим поређењем са контролним третманом, утврђено је да постоји извесна саобразност у одговору биљака са претходно утврђеном осетљивошћу. Код мање осетљивих биљака, за већину параметара углавном не постоје статистички значајне разлике између контроле и третмана са применом EC_{10} и EC_{20} , односно, најчешће се ова три третмана статистички значајно разликују од третмана са применом 240 $\mu\text{g a.s./kg}$. Осетљиве биљке показују већа варирања и чешћу појаву статистички значајних разлика. Дебљина коренове капе се код умерено осетљивих и осетљивих биљака смањује са повећањем концентрације хербицида, док се код веома осетљивих (изузев уљане репице) она повећава са повећањем концентрације имазетапира. Дужине зоне раста и зоне гранања се код свих испитиваних биљних врста смањују са повећањем концентрације имазетапира. Број бочних коренова / 5 mm дужине се повећава са повећањем концентрације имазетапира код веома осетљивих биљних врста, док се код осетљивих и умерено осетљивих врста статистички значајно разликује само третмана са применом 240 $\mu\text{g a.s./kg}$.

Осетљивост биљака на кломазон

Биотест у контролисаним условима у циљу испитивања утицаја кломазона на морфолошке параметре показао је да применом испитиваних концентрација хербицида (5,625 – 1440 $\mu\text{g a.s./kg}$) није утврђена саобразна инхибиција свеже и/или суве масе изданака код већине од испитиваних биљних врста. Код кукуруза, пшенице и шећерне репе инхибиције су констатоване само при примени три највеће концентрације кломазона (360 – 1440 $\mu\text{g a.s./kg}$) и увек су биле мање од 50 % у односу на контролу. Код сунцокрета инхибиција мерених морфолошких параметара испољена је само при примени највеће концентрације (и била је мања од 30 %). Само је код слачице инхибиција мерених

параметара испољена у ширем опсегу концентрација кломазона (45 – 1440 $\mu\text{g a.s./kg}$) и износила од 18,44 – 85,21 % (саобразно повећању концентрације хербицида). На основу испољених одговора, само је код слачице било могуће израчунавање EC_{50} , EC_{20} и EC_{10} вредности, а с’обзиром на то да је EC_{50} за свежу масу корена (94,601 $\mu\text{g a.s./kg}$) значајно нижа од концентрација кломазона које изазивају смањење свеже, односно суве масе код осталих биљних врста, јасно произилази да је слачица најосетљивија од овде испитиваних врста.

Утицај кломазона на садржај пигмената Применом серије концентрација од 5,625 – 1440 $\mu\text{g a.s./kg}$, код већине биљних врста остварена је саобразна инхибиција садржаја пигмената (каротеноида, хлорофила *a* и хлорофила *b*). Код слачице, шећерне репе и сунцокрета инхибиције су констатоване за распон концентрација кломазона од 22,5 – 1440 $\mu\text{g a.s./kg}$; код пшенице за распон концентрација од 90 – 1440 $\mu\text{g a.s./kg}$, а само код кукуруза за распон концентрација од 180 – 1440 $\mu\text{g a.s./kg}$. За све мерене параметре израчунате су EC_{50} , EC_{20} и EC_{10} вредности. На основу EC_{50} , највећу осетљивост испољиле су шећерна репа и слачица (тим редом), при чему су им израчунате EC_{20} и EC_{10} веома блиске по вредностима. У односу на ове две биљне врсте пшеница је испољила мању осетљивост, а значајно мању сунцокрет и кукуруз.

Деградација хербицида у пољским условима

Деградација имазетапира и остаци у земљишту. У обе године испитивања запажа се уједначена динамика деградације имазетапира за све три количине примене, а са нешто израженијим нагибом регресионе линије за POST-ЕМ третмане. За оба времена/начина примене карактеристично је да се са протоком времена све више смањују разлике у садржају остатака, које потичу од различитих почетних количина примене. Израчунате DT_{50} вредности показују да је у обе године испитивања полу-живот имазетапира био дужи у PRE-ЕМ него у POST-ЕМ третману (за 7 дана у првој, односно 9 дана у другој години), као и да је перзистентност имазетапира, генерално, била већа у другој години ($\text{DT}_{50} = 39$ дана) него у првој ($\text{DT}_{50} = 32$ дана). Сагласне са утврђеним DT_{50} вредностима су и количине остатака, које су веће у PRE-ЕМ него у POST-ЕМ третманима (збирно за дате количине примене и обе године испитивања у распону од 0,379 – 1,142 $\mu\text{g a.s./kg}$ за PRE-ЕМ, односно 0,040 – 0,505 $\mu\text{g a.s./kg}$ за POST-ЕМ). Поређењем ових вредности са утврђеним EC_{50} , EC_{20} и EC_{10} вредностима испитиваних биљних врста произилази да нивои биљкама доступних остатака имазетапира нису довољни да проузрокују било каква оштећења код пшенице, сунцокрета и кукуруза, односно само у другој години, остаци од највеће количине примене у PRE-ЕМ третману могли би изазвати минималне визуелне ефекте на уљаној репици. Остаци имазетапира у свим примењеним третманима, у обе године испитивања, изазвали би изражена оштећења на биљкама шећерне репе, са великом вероватноћом појаве значајних губитака у приносу.

Деградација кломазона и остаци у земљишту. У обе године испитивања динамика разградње кломазона се одвијала без изражених варирања, односно са сличном тенденцијом опадања концентрација хербицида у земљишту, како у PPI, тако и у POST-ЕМ третманима за све три количине примене. И код овог хербицида се запажа да се са протоком времена смањују разлике у садржају остатака, проистекле из различитих почетних количина примене. Израчунате DT_{50} вредности показују да је у обе године испитивања полу-живот кломазона био дужи у PPI него у POST-ЕМ третманима (за 13 дана у првој, односно 6 дана у другој години испитивања), као и да је перзистентност кломазона била већа у другој години ($\text{DT}_{50} = 55$ дана) него у првој ($\text{DT}_{50} = 44$ дана). У складу са утврђеним DT_{50} вредностима и количине остатака хербицида биле су веће у PPI него у POST-ЕМ третманима (збирно за дате

количине примене и обе године испитивања у распону од 15,431 – 34,345 $\mu\text{g a.s./kg}$ за PPI, односно 0,947 – 21,63 $\mu\text{g a.s./kg}$ за POST-EM). Остаци кломазона за све три количине примене, оба времена/начина примене и у обе године испитивања били су испод граница осетљивости за кукуруз, сунцокрет и пшеницу, док би код шећерне репе остаци од већих количина примене у другој години испитивања могли да изазову инхибицију садржаја пигмената (каротеноида), видљиву хлорозу и евентуални застој у порасту у раним фазама развоја.

2.6. Дискусија

Дискусија обухвата 3 подпоглавља. У овом делу аутор детаљно дискутује сопствене резултате и упоређује их са резултатима других истраживача који су радили на сличној проблематици.

Осетљивост биљака на имазетапир – морфоанатомски и биохемијски параметри
Испитивања осетљивости изабраних биљних врста на имазетапир показала су да постоји разлика у осетљивости мерених морфолошких параметара у смислу веће осетљивости корена него изданка, а што је у сагласности са ранијим истраживањима и нарочито код мање осетљивих врста. Најмању осетљивост испољила је пшеница, а потврду оваквој категоризацији дају бројна истраживања у којима се на усеvu пшенице нису могли констатовати никакви фитотоксични ефекти од остатака имазетапира примењеног у предусеву. Нешто већу осетљивост испољили су сунцокрет и кукуруз, а то су и једине врсте код којих је утврђено повећање свеже масе изданка применом најнижих концентрација имазетапира – тзв. оптимални адаптивни процес путем кога организам компензује промене у спољној средини (утврђен и код других хербицида). Мању осетљивост сунцокрета потврдили су и други истраживачи. Кукуруз је често коришћен у истраживањима са АЛС инхибиторима, тако да постоје бројни подаци којима се дефинише његова осетљивост према имазетапиру, а са којима су овде утврђене EC_{50} , EC_{20} и EC_{10} вредности врло усаглашене. У групу веома осетљивих биљних врста сврстане су уљана репица, слачица и шећерна репа. Уљана репица испољила је најправилнију зависност промене мерених морфолошких параметара са повећањем концентрације имазетапира. Такође, овде утврђена EC_{10} вредност за дужину корена веома је блиска граници детекције биотеста који су извели Szmigielska i Schoenau (1999), као и EC_{50} за свежу масу изданка са вредношћу коју су утврдили Curran i sar. (1992b). Највећа осетљивост шећерне репе подудара се са резултатима неких аутора, као и са подацима о оштећењима на усевима посејаним годину и/или две након примене имазетапира.

Упркос чињеници да је механизам деловања имазетапира инхибиција биосинтезе есенцијалних аминокиселина валина, леуцина и изолеуцина, у кореновима биљака (из биотеста) није утврђено смањење садржаја укупних протеина код већине биљних врста у већини третмана. У ранијим истраживањима је запажено да и мале концентрације АЛС инхибитора изазивају смањење у води растворљивих протеина (и до 40 %), али истовремено долази до повећања садржаја слободних аминокиселина (око 32 %) током првих 24 сата изложеност. На основу тога закључено је да ендосперм садржи довољне резерве доступних аминокиселина за даље одвијање процеса биосинтезе протеина (другачијег састава) те биљка још неко време може да толерише лимитирани ниво одређених аминокиселина. Међутим, карактеристично је да се код биљака осетљивих на имазетапир осим испољавања значајних морфолошких промена на корену, запажа значајна промена у потрошњи воде, што овакве

биљке чини, у извесном смислу, упоредивим са биљкама које су изложене суши. Управо код оваквих биљака утврђена је континуирана синтеза аминокиселина за све време трајања стреса, при чему се ови процеси дешавају и у надземном делу биљака и у корену. С'обзиром да је у суспензији ћелијске културе ткива у присуству 1 μ M имазапира утврђено повећање садржаја слободних аминокиселина (глицин, серин, фенилаланин, треонин) може се претпоставити да биљни организам има адаптивне механизме на различите стресне утицаје. Како се деловање хербицида одвија у дужем временском периоду, ти механизми само ограничено време умањују фитотоксично деловање (у овом случају инхибицију биосинтетских процеса и последице које из тога произилазе). С'обзиром да је само код две најмање осетљиве биљне врсте утврђено смањење садржаја укупних протеина при одређеним концентрацијама имазетапира, може се закључити да су те концентрације испод нивоа фактора стреса који индукује процесе и реакције којима се повећава садржај слободних аминокиселина, а тиме и протеона које оне изграђују.

Промене утврђене у анатомској грађи корена директна су последица механизма деловања имазетапира (између осталог и заустављање деобе ћелија у фази интерфазе) што значи да је у зони примарног вршног меристема корена значајно мање ћелија које се активно деле и диференцирају. Услед тога долази до скраћивања зоне раста и зоне апсорпције, што је код веома осетљивих биљака евидентно и применом третмана са EC_{20} и EC_{10} (рачунато у односу на дужину корена). Дебљина коренове капе се код мање осетљивих биљака смањује са повећањем концентрације хербицида (због смањене активности меристемског ткива). Насупрот овоме, код веома осетљивих биљака запажено је повећање дебљине коренове капе са повећањем концентрације имазетапира, што је последица чињенице да је код њих толико изражена инхибиција раста корена да не долази до „трошења” коренове капе (тј. оно је мање него што се активношћу меристема формира). Повећање броја бочних коренова са повећањем концентрације имазетапира, може се довести у везу са сличним променама које се дешавају у условима суше. У нормалним условима апикални меристем главног корена инхибира формирање бочних коренова на одређеној раздаљини од врха, док смањење његове активности стимулише продукцију бочних коренова.

Осетљивост биљака на кломазон – морфо-физиолошки параметри

Испитивања осетљивости биљака на кломазон мерењем морфолошких параметара нису показала постојање зависности смањења свеже и суве масе са повећањем концентрације хербицида за све испитиване биљне врсте осим слачице, због чега су оне окарактерисане као умерено осетљиве. Потврда овом ставу може се наћи у дефиницији осетљивости тест биљке, као и у резултатима других истраживача. У прилог оваквом ставу иде и чињеница да су морфолошки параметри коришћени за утврђивање толерантности биљака на кломазон (паприка) односно, коришћење морфолошких параметара код мање осетљивих биљака могуће је само при примени већих концентрација (изнад нивоа испољавања видљивих симптома). Да би се развио поуздан и валидан биотест неопходно је одабрати поуздан и осетљив параметар, а који по правилу произилази из механизма деловања испитиваног хербицида. У доступним истраживањима коришћено је визуелно процењивање хлорозе на листовима, али на основу кога нису одређиване EC_{50} вредности (због немогућности егзактног мерења). У овом истраживању је, мерењем инхибиције садржаја пигмената (каротеноида, хлорофила *a* и хлорофила *b*) са повећањем концентрације кломазона, утврђен висок степен усаглашености израчунатих EC_{50} , EC_{20} и EC_{10} вредности за дате пигменте, што је било очекивано имајући у виду да кломазон инхибира синтезу заједничког прекурсора сва три пигмента. Из добијених резултата проистекла је подела овде испитиваних биљних врста на

веома осетљиве (шећерна репа и слачица), умерено осетљиве (пшеница) и мало осетљиве (кукуруз и сунцокрет). Потврда мале осетљивости сунцокрета и кукуруза налази се у чињеници да до сада нема података о било каквим оштећењима на сунцокрету од остатака кломазона, док су подаци за кукуруз бројни и у крајњем закључку јединствени да се видљива оштећења (у виду хлорозе) евентуално јављају рано у вегетацији али без утицаја на принос. За пшеницу (умерено осетљива) се у литератури могу наћи подаци за утврђене EC_{50} вредности (исказане за хлорозу и избељивање листова), а са којима су веома упоредиве вредности добијене у овом истраживању (за сва три пигмента). Такође, постоји подударност између најниже концентрације кломазона која изазива статистички значајно смањење садржаја пигмената ($90 \mu g \text{ a.s./kg}$) са доњом границом детекције ($80 \mu g \text{ a.s./kg}$) у биотесту са визуелним процењивањем избељивања листова пшенице. У огледима у пољу потврђена је умерена осетљивост пшенице резултатима који указују да се оштећења од остатака кломазона јављају у раним фазама развоја, али без икаквог утицаја на принос. На основу испољене инхибиције у садржају пигмената шећерна репа би се могла окарактерисати као врло осетљива. Међутим, треба имати у виду слабу зависност инхибиције морфолошких параметара са променом концентрације кломазона, као и чињеницу да је појава визуелних оштећења у пољским огледима од остатака овог хербицида пролазна и без икаквог утицаја на принос. На основу свега произилази да је шећерна репа добар индикатор присуства малих количина кломазона у земљишту, које неће битно утицати на раст и развој биљке (због њене мање осетљивости) те се зато шећерна репа сврстава у категорију умерено осетљивих биљних врста на кломазон. Овим испитивањима је потврђена хипотеза о већој осетљивости слачице у односу на остале биљне врсте, а која је довољна да се ова врста користи као поуздана тест биљка у огледима праћења динамике деградације кломазона.

Деградација хербицида у пољским условима

Деградација имазетапира и остаци у земљишту. Резултати праћења динамике деградације имазетапира током две године испитивања показују да постоји мала разлика у дужини полу-живота хербицида у зависности од количине примене како у PRE-EM, тако и у POST-EM третману. Настале разлике су последица чињенице да мања количина примене подразумева мању конкуренцију молекула активне супстанце са молекулима воде за места везивања, услед чега је израженије иницијално јаче везивање (које је реверзибилно) за места која су лакше доступна. За третмане са већом количином примене због израженије конкуренције, иницијална адсорпција је нешто мања, али је израженије везивање које се дешава након продирања имазетапира у микропоре земљишта. Ови адсорпциони процеси су спорији, али су настале везе чвршће, што уз изражени десорпциони хистерезис умањује биодоступност имазетапира деградационим процесима. Међутим, испољене разлике нису довољне да би се могло говорити о зависности дужине перзистентности имазетапира од количине примене, а што је у сагласности са резултатима других истраживача. Овим испитивањима је утврђено постојање разлика у трајању полу-живота имазетапира између PRE-EM и POST-EM третмана (за 7 односно 9 дана у две године испитивања). Имазетапир у PRE-EM третманима доспева на површину земљишта, тако да процес адсорпције зависи од степена дифузије хербицида кроз земљишни матрикс, који је директно условљен количином падавина. У условима без падавина у време пре и после примене хербицида (I година испитивања) слабија је иницијална адсорпција, а долази и до фотодеградације имазетапира на површини земљишта. Међутим, у условима смањене влаге, смањује се активност микроорганизама и успоравају се процеси десорпције, чиме се продужава перзистентност хербицида. Када је PRE-EM третман праћен појавом падавина (II година испитивања)

омогућено је продирање хербицида у земљишни матрикс, смањено губљење фотодеградацијом, што је у овом испитивању резултирало највећом утврђеном вредношћу полу-живота имазетапира (43 дана). За разлику од наведеног, POST-ЕМ третман се карактерише губитком хербицида који доспева на биљне делове (корове и гајене биљке) и подлеже фотодеградацији, тако да је почетна количина хербицида која доспева до земљишта мања него у PRE-ЕМ третману (чиме се смањује и иницијална адсорпција). Уколико је POST-ЕМ третман праћен падавинама стварају се погодни услови за десорпцију, као и већу активност микроорганизама, што резултира бржом разградњом хербицида. Међутим, иако присутне, испољене разлике у дужини полу-живота нису значајне, односно може се рећи да не постоји утицај времена/начина примене на перзистентност имазетапира. У овом истраживању утврђена је и разлика у перзистентности за две године испитивања (за 7 дана дужи полу-живот у II години). Овако добијене вредности, последица су напред описаних фактора, али и разлике у влажности земљишта одређене укупном сумом падавина. У првој години, у периоду март – октобар, пало је 153 mm кише више него у другој години, а то је део вегетационе сезоне у коме се очекује максимална микробиолошка активност. Зависност перзистентности имазетапира од количине влаге у земљишту потврдили су и други истраживачи. Поређењем утврђених DT50 вредности са подацима из других истраживања изведених биотестом уз коришћење истог регресионог модела (према којима полу-живот имазетапира у пољским условима варира у распону 8 – 102 дана) запажа се највећа подударност са резултатима добијеним на земљиштима сличних особина. Утврђени нивои остатака имазетапира у обе године испитивања нису довољни да изазову било каква оштећења на биљкама пшенице, сунцокрета и, кукуруза као ни видљива оштећења на уљаној репици (остаци су на нивоу $\leq EC_{10}$ за дужину корена, и као такви недовољни да изазову видљив утицај на раст изданака). Само би се код биљака шећерне репе (због изразите осетљивости) манифестовале инхибиције раста корена у распону 20 – 50 %, а што би се по резултатима других истраживања даље манифестовало још значајнијим губитком приноса.

Деградација кломазона и остаци у земљишту. Израчунате вредности полу-живота кломазона за три количине примене (у оквиру сваког времена/начина примене посебно) показују да код PPI третмана разлика или није било или су оне минималне. За POST-ЕМ третмане разлике су нешто израженије (у првој години) што је вероватно последица већег губљења испаравањем, које је било интензивирано условима средине. Међутим, и поред утврђених разлика не може се говорити о утицају количине примене на брзину деградације кломазона. Добијени резултати указују на постојање разлике у дужини полу-живота кломазона између PPI и POST-ЕМ третмана, што је у сагласности са истраживањима која су потврдила значај инкорпорације у смањивању губитака кломазона путем испаравања. Утврђене су и разлике у перзистентности кломазона током две године испитивања (DT50 = 44 дана у првој, односно, DT50 = 55 дана у другој години), а које се могу објаснити само условима средине. У првој години пало је 153 mm кише више у периоду март – октобар, а познато је из других истраживања да садржај влаге у земљишту утиче на брзину разградње кломазона, односно да је његова перзистентност дужа у условима мање количине падавина у години након примене, као и да је микробиолошка активност, али и испарљивост кломазона већа у влажном земљишту. Поређењем утврђених DT50 вредности са подацима других истраживања (5 – 117 дана за испитивања у пољу и коришћењем истог регресионог модела) запажа се подударност са резултатима појединих истраживача. Разлике које постоје су углавном последица великих разлика у особинама земљишта, временским условима и начину праћења деградације (биотестом или хемијским методама – екстракцијом). Утврђени нивои

остатака кломазона, за све третмане у обе године испитивања, били су $\leq EC_{10}$ за свежу масу изданака слачице, и као такви недовољни да изазову значајнија оштећења и/или застој у порасту и развоју ове врсте. Имајући у виду да су остале испитиване биљне врсте испољиле значајно мању осетљивост на кломазон, произилази да утврђени нивои остатака не би представљали опасност за шећерну репу, пшеницу, кукуруз и сунцокрет као наредне биљке у плодореду.

2.7. Закључак

На основу приказаних резултата и њиховог разматрања докторант закључује да постоји јасна и изражена разлика у осетљивости испитиваних биљних врста на имазетапир, те да се оне, на основу испољених одговора, могу сврстати у три групе и то од најосетљивије ка најмање осетљивој следећим редом: **изразито осетљиве**: шећерна репа > слачица $\geq$ уљана репица; **осетљиве**: кукуруз $\geq$ сунцокрет и **умерено осетљиве**: пшеница. За све испитиване врсте потврђено је да су параметри корена много прецизније мерило осетљивости од параметара изданка, и то следећим редом: свежа маса корена > дужина корена > сважа маса изданака. Зато је у испитивањима осетљивости биљака на хербициде инхибиторе АЛС-а, за добијање поузданих резултата, неопходно одређивање параметара корена.

Код испитиваних биљних врста није утврђено смањење садржаја укупних протеина, те се тај параметар не може користити у испитивањима осетљивости на хербициде инхибиторе АЛС-а.

Мерени анатомски параметри потврђују да присуство имазетапира у земљишту на нивоу EC_{20} (за дужину корена) може, код изразито осетљивих врста, изазвати значајне промене у расту и развоју биљака, док код мање осетљивих врста вероватно не би било никаквих визуелних показатеља присуства хербицида.

На основу инхибиције садржаја пигмената уочава се јасна разлика у осетљивости испитиваних биљних врста, које се на основу испољеног одговора могу сврстати у три групе: **веома осетљиве**: слачица; **умерено осетљиве**: шећерна репа > пшеница и **мало осетљиве** сунцокрет $\geq$ кукуруз. Слачица која је испољила највећу осетљивост може се користити као поуздана и погодна тест биљка у одређивању остатака кломазона биотест методом.

Брзине деградације имазетапира и кломазона не зависе од количине и времена/начина примене. На динамику деградације, поред земљишних фактора, највећи утицај имају метеоролошки чиниоци, односно, количина падавина од које зависи влажност земљишта. Од овог фактора даље зависе процеси адсорпције/десорпције али и микробиолошке и абиотичке разградње.

Остаци имазетапира за количине примене од 80, 120 и 160 g a.s./ha и оба времена/начина примене били су испод граница осетљивости за пшеницу, сунцокрет и кукуруз, а само у другој години остаци од највеће количине примене у третману после сетве, а пре ницања могли би изазвати минималне визуелне ефекте на уљаној репици. Остаци имазетапира за све количине примене, оба времена/начина примене и у обе године испитивања изазвали би изражена оштећења на биљкама шећерне репе, са великом вероватноћом појаве значајних губитака у приносу.

Остаци кломазона за количине примене од 480, 720 и 960 g a.s./ha, оба времена/начина примене и у обе године испитивања били су испод граница осетљивости за кукуруз, сунцокрет, пшеницу и шећерну репу.

Правилна и благовремена примена препоручених количина имазетапира на земљишта која садрже 2,5 % органске материје, у години са уобичајеним метеоролошким приликама након апликације, не представља ризик за усеве пшенице, сунцокрета, кукуруза, уљане репице и слачице, као наредне биљке у плодореду, док се у односу на шећерну репу морају поштовати ограничења у погледу времена сетве.

Правилна и благовремена примена препоручених количина кломазона на земљишта која садрже 2,5 % органске материје, у години са уобичајеним метеоролошким приликама након апликације, не представља ризик за усеве кукуруза, сунцокрета, пшенице, шећерне репе и слачице, као наредне биљке у плодореду

2.8. Литература

Кандидат је цитирала укупно 152 референце. Већина цитираних референци су радови објављени у светским часописима. Аутор је цитирала и 1 сопствени рад из ове области.

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација мр Катарине Јовановић-Радованов представља оригиналан и самосталан научни рад. Допринос ове дисертације огледа се у дефинисању осетљивости изабраних биљних врста према имазетапиру и кломазону, а на основу утврђених морфолошких, биохемијских, анатомских и физиолошких параметара. Утврђивањем ЕС₅₀ вредности омогућено је разврставање испитиваних биљних врста према осетљивости. Утврђивањем ЕС₂₀ и ЕС₁₀ вредности за све мерене параметре, дефинисани су прагови толерантности датих биљних врста на нивое остатака имазетапира и кломазона у земљишту. Допринос ове дисертације је и у обезбеђивању података о перзистентности имазетапира и кломазона за земљишта са 2,5 % органске материје, као полазна основа за даља истраживања (за доминантне типове земљишта у нашој земљи, а који су различити по структури, особинама и садржају органске материје). Такође, резултати из ове дисертације могу представљати основ у процени ризика за наредне биљке у плодореду (за дати тип земљишта, а при различитим метеоролошким условима, од којих зависи судбина и понашање хербицида у земљишту). Посматрајући сумарно ове резултате, добијен је и одговор које се од испитиваних биљних врста могу безбедно сејати у плодореду, након примене имазетапира и кломазона у годинама са уобичајеним метеоролошким приликама, за дати тип земљишта. Такође, добијен је и одговор на задати циљ утврђивања осетљивости слачице и могућности њеног коришћења као тест биљке, што је омогућило докторанту да развије погодну, осетљиву и поуздану биотест процедуру за праћење динамике деградације кломазона.

Примењујући одговарајуће методе и технике, мр Катарина Јовановић-Радованов је у оквиру постављеног циља и програма рада, веома успешно извела експериментални део истраживања, што је документовала у резултатима дисертације и прилозима. Дискусија резултата представља тумачења која су научно заснована уз поређења сопствених резултата са резултатима до којих су, у сличним или релевантним истраживањима, дошли други аутори. Закључци су добро изведени и у сагласности са добијеним резултатима и вођеном дискусијом.

Дисертација је писана веома јасним језиком и прегледно, а технички је добро организована и опремљена.

Оцењујемо да ова дисертација представља заокружену целину испитивања осетљивости биљака, као и судбине имазетапира и комазона у земљишту, о чему у нашој земљи нема релевантних података

Сматрамо да је проблематика коју је мр Катарина Јовановић-Радованов одабрала за свој рад, експериментално обрадила и детаљно анализира, веома значајна, а добијени резултати и њихово тумачење представљају значајан допринос науци и пракси.

Имајући све ово у виду, предлажемо Наставно-научном већу Пољопривредног факултета Универзитета у Београду да усвоји позитивну оцену докторске дисертације мр Катарине Јовановић-Радованов под насловом: **„Осетљивост гајених биљака на резидуално деловање имазетапира и кломазона“** и позове кандидата да је јавно брани.

Београд-Земун
20. 01. 2012. године

Чланови комисије:

Др Ибрахим Елезовић, редовни професор,
Пољопривредног факултета у Београду
(Фитофармација)

Др Сава Врбничанин, редовни професор,
Пољопривредног факултета у Београду
(Хербологија)

Др Сања Лазић, редовни професор,
Пољопривредног факултета у Новом Саду
(Фитофармација)

Др Љиљана Радивојевић, научни сарадник,
Института за пестициде и заштиту животне средине,
Београд (Фитофармација)

Др Бранко Константиновић, редовни професор,
Пољопривредног факултета у Новом Саду
(Фитофармација и Хербологија)

Прилог

Рад мр Катарине Јовановић-Радованов објављен у часопису од међународног значаја:

Vrbničanin, S., Dajić-Stevanović, Z., **Jovanović-Radovanov, K.**, Uludag, A. (2009): Weed vegetation of small grain crops in Serbia: environmental and human impact. Turk. J. Agric. For., 33, 325-337

(ISSN: 1300-011X; electronic ISSN: 1303-6173)

Припада категорији индикатора компетентности М23 (часопис међународног значаја са импакт фактором) за 2009 годину.

Категоризација часописа је утврђена у бази:

<http://kobson.nb.rs/servisi.131.html?jid=361786>

Проф.др Ибрахим Елезовић, ментор