

## **ЗАХТЕВ**

### **за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији за кандидата на докторским студијама**

Молимо да, сходно члану 47. став. 5. тачка 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 162/11-пречишћени текст, 167/12 и 172/13), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији:

Кандидат **Јелена (Слободан) Гајић Умиљендић**, студент докторских студија на студијском програму Пољопривредне науке, модул Фитомедицина, пријавила је докторску дисертацију под називом: „Праћење осетљивости повртарских биљака на резидуално деловање хербицида“,

из научне области Фитомедицина.

Универзитет је дана 17.05.2012. године, својим актом број 06-18096/4-12 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила: „**Осетљивост парадајза, паприке и краставца на резидуално деловање кломазона и имазамокса**“.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације образована је на седници одржаној 24.12.2014. године, одлуком Факултета број 290/3-5.1., у саставу:

**име и презиме члана комисије, звање, научна област, установа у којој је запослен**

1. др Петар Вукша, редовни професор, Пестициди, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду,
2. др Љиљана Радивојевић, виши научни сарадник, Пестициди, Институт за пестициде и заштиту животне средине у Београду,
3. др Сава Врбничанин, редовни професор, Хербологија, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду,
4. др Катарина Јовановић-Радованов, доцент, Пестициди, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду,
5. др Рада Ђуровић-Пејчев, научни сарадник, Физичка хемија, Институт за пестициде и заштиту животне средине у Београду.

Наставно-научно веће факултета прихватило је реферат Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној 25.02.2015. године.

**ДЕКАН ФАКУЛТЕТА**

Проф. др Милица Петровић

Универзитет у Београду  
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ  
Број: 290/5-7.3.  
Датум: 25.02.2015. године  
БЕОГРАД-ЗЕМУН

На основу члана 128. Закона о високом образовању и члана 38. Правилника о правилима академских студија другог и трећег степена, Наставно-научно веће Факултета на седници одржаној 25.02.2015. године, донело је

### О Д Л У К У

**I ПРИХВАТА СЕ** извештај о позитивној оцени урађене докторске дисертације коју је поднела **ЈЕЛЕНА ГАЈИЋ УМИЉЕНДИЋ**, дипл. инж. и одобрава јавна одбрана дисертације по добијању сагласности од Универзитета, под насловом: **«ОСЕТЉИВОСТ ПАРАДАЈЗА, ПАПРИКЕ И КРАСТАВЦА НА РЕЗИДУАЛНО ДЕЛОВАЊЕ КЛОМАЗОНА И ИМАЗАМОКСА»**.

**II** Универзитет је дана 17.05.2012. године, својим актом број 06-18096/4-12 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

**III** Рад кандидата у часопису међународног значаја:

Ђurović R., **Gajić Umiljendić J.**, Cupać S., Ignjatović Lj. (2010): Solid Phase Microextraction as an Efficient Method for Characterization of the Interaction of Pesticides with Different Soil Types. JOURNAL OF THE BRAZILIAN CHEMICAL SOCIETY, 21(6), 985-994.

**ПРЕДСЕДНИК  
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА  
ДЕКАН**

---

*(Проф. др Милица Петровић)*

Доставити: кандидату, ментору др Петру Вукши, редовном професору, Институту за фитомедицину, Студентској служби и архиви.

**Предмет: Оцена урађене докторске дисертације Јелене Гајић Умиљендић, дипл. инж.**

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду, бр. 290/3 – 5.1. од 24.12.2014. год. именовани смо у Комисију за оцену и одбрану урађене докторске дисертације Јелене Гајић Умиљендић под насловом: „**Осетљивост парадајза, паприке и краставца на резидуално деловање кломазона и имазамокса**“. Комисија у саставу: др Петар Вукша, ред. проф. Пољопривредног факултета у Београду, др Љиљана Радивојевић, виши научни сарадник Института за пестициде и заштиту животне средине у Београду, др Сава Врбничанин, ред. проф. Пољопривредног факултета у Београду, др Катарина Јовановић-Радованов, доцент Пољопривредног факултета у Београду, и др Рада Ђуровић-Пејчев, научни сарадник Института за пестициде и заштиту животне средине у Београду на основу прегледа докторске дисертације подноси следећи

## **ИЗВЕШТАЈ И ПРЕДЛОГ**

### **1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

Докторска дисертација Јелене Гајић Умиљендић, дипл.инж. написана је на 149 страна и има 7 поглавља: Увод (1-2), Преглед литературе (3-28), Материјал и методе (29-35), Резултати (36-120), Дискусија (121-133), Закључци (134-136) и Литература (137-149). Поред текстуалног дела, дисертација садржи и 59 графикана, 45 табела (75 табела у прилогу), 14 слика и 165 референци. Уз то, садржи резиме на српском и енглеском језику, биографију аутора, те изјаве о ауторству, о истоветности штампане и електронске верзије и изјаву о коришћењу.

### **2. ПРИКАЗ И АНАЛИЗА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### **2.1. Увод**

У уводу кандидат истиче да савремени приступ у заштити биља подразумева примену интегралног концепта у коме хемијско сузбијање штетних организама, укључујући и корове, и даље представља најефикаснији начин њихове контроле.

Хербициди, који се након примене нађу у земљишту пролазе кроз процесе разградње и трансформације, чија природа и брзина зависе од низа група фактора: физичко-хемијска својства једињења, карактеристике земљишта и климатски услови. Постојаност хербицида у земљишту може се пратити коришћењем инструменталних аналитичких метода, као и биотестом, имунотестом и другим методама. За квантитативну анализу углавном се користе аналитичке методе са изотопски обележеним једињењима, док биолошко тестирање представља мерење биолошког одговора биљке на присуство хербицида.

Земљишни хербициди, у односу на фолијарне, имају способност дужег деловања у току вегетационе сезоне, што обезбеђује заштиту усева од корова, али истовремено може да представља и ограничење за сетву наредних усева у плодореду. Хербициди, као што су кломазон и имазамокс, захваљујући својој, првенствено, доброј ефикасности заузимају значајно место у сузбијању корова, али њихова постојаност у земљишту може бити потенцијална опасност за развој наредних усева у плодореду.

Ова проблематика је недовољно проучавана код нас и нема много података о постојаности кломазона и имазамокса у земљишту, као ни о осетљивости гајених биљака на њихове

остатке. У складу са тим аутор истиче да је циљ планираних истраживања утврђивање осетљивости парадајза, краставца и паприке на остатаке кломазона и имазамокса у земљишту након њихове примене биотест методом. Уз то, пратиће се динамика деградације ових супстанци у различитим типовима земљишта у зависности од степена влажности биотест и инструменталним методама.

## **2.2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ**

Ово поглавље састоји се из 3 потпоглавља, где су представљени до сада објављени литературни подаци везани за предмет проучавања докторске дисертације.

### **2.2.1. Судбина и понашање хербицида у земљишту**

Под овим насловом приказани су процеси који одређују судбину и понашање хербицида у земљишту, као што су: адсорпција хербицида, те хемијска, фото и микробиолошка разградња. Ови процеси су уз навођење бројних литературних података детаљно описани, при чему је истакнут значај бројних фактора, као што су: физичко-хемијска својства супстанци, карактеристике земљишта, климатски услови и др.

### **2.2.2. Кломазон**

Дат је преглед основних својстава кломазона: припадност хемијској групи; основна физичко-хемијска својства; намена и спектар деловања; време и начин примене; усвајање и транслокација; механизам деловања уз опис симптома на осетљивим биљкама.

Према резултатима досадашњих бројних истраживања постојаност кломазона у земљишту зависи од већег броја фактора, од којих се посебно истиче његова доступност у земљишту, која је условљена степеном адсорпције. Такође, утврђена је и изражена висока позитивна корелација између адсорптивности ове супстанце и садржаја органске материје у земљишту, као и знатно мања у односу на садржај глине, али и негативна корелација у односу на капацитет измене катјона.

Осим адсорпције на постојаност кломазона велики утицај има и десорпција, а за ово једињење је врло изражен десорптивни хистерезис, што значи да је опасност од појаве оштећења на осетљивим биљкама много већа у земљиштима fine текстуре, у сушним годинама и код кратких рокова у плодосмени.

Кломазон је у земљишту, углавном, слабо покретан, а ово својство одређују садржај органске материје и глине, као и присуство различитих покрива на површини земљишта.

Утицај обраде земљишта на покретљивост и постојаност кломазона није доследно присутан, док начин примене може утицати на смањење губљења кломазона парам са површине земљишта и биљних остатака и то првенствено због великог потенцијала испарљивости који одликује ову супстанцу. Наиме, кломазон, као и други хербициди са оваквим својствима могу бити мање постојани ако се примене после сетве, а пре ницања, него пре сетве уз инкорпорацију. Губљење кломазона испаравањем са површине земљишта или биљних остатака, које је запажено код примене после сетве, а пре ницања, може имати значаја као један од начина ишчезавања овог хербицида, али и због могућих оштећења суседних биљака, поготову што су резултати већег броја истраживања показали да је испарљивост кломазона највећа у прве две недеље после примене. Такође, пораст температуре, као и повећани садржај воде у земљишту убрзавају испаравање овог хербицида. Поред температуре и влажности земљишта значајан утицај на испаравање кломазона, посебно у пољским условима, имају и ветар и ваздушна струјања.

На постојаност кломазона значајно утиче и садржај воде у земљишту. Услови који фаворизују дужу постојаност, а самим тим и већи ниво остатака у земљишту, су појава суше у години примене кломазона коју прати година са уобичајеном или повећаном количином

падавина. Смањена количина влаге након примене кломазона проузрокује израженију постојаност, док се са повећањем влажности земљишта у наредној вегетационој сезони активирају остаци овог једињења.

На степен и брзину деградације кломазона, осим поменутих абиотичких фактора значајан утицај има и присуство микроорганизама у земљишту. Деградација кломазона је биолошки зависна, при чему су специфични микроорганизми заслужни за разградњу кломазона много активнији при нижим температурама. Детаљнијим испитивањима микробиолошке трансформације кломазона утврђено је да је 17 од испитиваних 41 типичних земљишних микроорганизама произвело 12 различитих метаболита кломазона, и да је 11 метаболички најактивнијих микроорганизама произвело 5 до 8 различитих метаболита. Главни пут трансформације обухвата хидроксилацију 5-метилен угљеника у изоксазолидон прстену, као и хидроксилацију метил групе у оксазолидон прстену. Као споредни путеви микробиолошке трансформације наводе се дихидроксилација у ароматичном прстену кломазона, цепање изоксазолидон N-C везе или потпуно превођење изоксазолидон прстена у облик хлоробензил алкохола.

Врло брзо након увођења у примену, појавили су се и први проблеми са оштећењима наредних усева остацима кломазона у земљишту, и то првенствено на пшеници и кукурузу, али и на овсу и луцерки. Оштећења проузрокована остацима кломазона углавном се манифестују као хлороза и избелјивање листова, а степен фитотоксичности, према бројним литературним изворима, зависи првенствено од биљне врсте, типа земљишта и метеоролошких услова. За пшеницу је утврђено да и 11 месеци након примене, остаци кломазона могу проузроковати хлоротична оштећења и избелјивање листова, углавном без последица по принос, а губици приноса могу се очекивати код већих количина примене на земљиштима која су богатија органском материјом. У усеву кукуруза запажена су визуелна оштећења која нису имала утицаја на смањење приноса. Минимална оштећења, која такође нису имала утицаја на принос, констатована су код шећерне репе, гајеног сирка и памука.

Повртарске врсте (грашак, пасуљ, купусњаче, краставац, парадајз, спанаћ) имају релативно кратак вегетациони период због чега се врло често сеју након жетве ратарских усева или користе као усев за пресејавање. Купусњаче (броколи, карфиол, црвени, зелени и кинески купус) се издвајају по својој већој толерантности према кломазону. Оне могу да толеришу и до 0,8 кг/ха, што значи да могу бити значајне као усеви за пресејавање. Значајан ниво толерантности утврђен је и за краставац, грашак и кукуруз шећерац, тикву и пасуљ, што значи да се и ове биљне врсте могу сејати у плодореду са сојом.

За разлику од наведених врста парадајз и паприка су испољили виши степен осетљивости према кломазону, при чему је парадајз изразито осетљивији од паприке. Веома интензивна хлороза и некроза клијанаца парадајза забележене су после примене кломазона у количини од 0,1 кг/ха, док је за исти проценат оштећења на клијанцима паприке било потребно 9,4 кг/ха.

### **2.2.3. Имазамокс**

Под овим насловом аутор даје преглед основних особина имазамокса: припадност хемијској групи; основна физичко-хемијска својства; намене за које се користи, тј. усеви у којима се примењује; спектар деловања; време и начин примене; усвајање од стране биљака и транслокација; приказ механизма деловања и симптома који из њега произлазе.

Досадашња истраживања су показала да се имазамокс у земљишту понаша као слаба киселина, тако да рН вредност земљишта има значајан утицај на покретљивост и доступност овог једињења. Адсорпција имазамокса у земљишту повећава се са смањењем рН вредности, али још израженије са повећањем садржаја органске материје и глине. Због тога је доступност имазамокса биљкама већа у земљиштима са мањим садржајем органске материје у којима је и постојаност овог једињења краћа.

На постојаност имазамокса, осим адсорпције, значајан утицај имају и процеси десорпције. Појачана десорпција имазамокса у земљиштима са ниским рН вредностима чини да овај хербицид буде доступнији за усвајање биљкама које следе у плодореду, транслокација је интензивнија, а самим тим и фитотоксичност израженија.

Постојаност имазамокса у многоме зависи и од климатских услова, првенствено температуре. Такође, постојаност имазамокса се значајно повећава са падом температуре, као и у условима сувог и хладног времена, док су на вишим температурама и у условима повећене влаге деградациони процеси интензивнији. Микроорганизми имају значајну улогу у разградњи имидазолинона, па самим тим и имазамокса. Примарна деградација имазамокса је микробиолошка, тако да се у земљиштима која су богата микроорганизмима за 12 недеља разгради и до 95 % овог хербицида. У земљиштима са високим адсорптивним капацитетом мања количина једињења је присутна у земљишном раствору, што продужава постојаност овог једињења. Начин обраде земљишта не утиче значајно на брзину деградације, али време примене може да буде значајно. Наиме, деградација је бржа ако се хербицид примени после сетве, а пре ницања само по површини земљишта, у односу на примену пре сетве уз инкорпорацију и то највероватније због фотодеградације. Међутим, фотодеградација ипак није доминантан пут разградње, а са обзиром на то да се највеће количине након примене ипак нађу у дубљим слојевима земљишта где подлежу првенствено микробиолошкој разградњи.

Хербициди из групе имидазолинона су вишеструко токсичнији за осетљиве врсте од било којих других хербицида. У литератури се могу наћи бројни подаци о њиховом утицају на ратарске усеве, као наредне биљке у плодореду. Подаци о оштећењима кукуруза су бројни, али и опречни, и крећу од оних занемарљивих до озбиљних штета које као последицу имају значајно смањење приноса. Степен испољених оштећења углавном зависи од количина примене хербицида, као и особина земљишта и метеоролошких услова. За пшеницу се углавном наводе пролазна оштећења без утицаја на принос, док је врло мало истраживања у којима су забележена озбиљнија оштећења са смањењем приноса. У групу изразито осетљивих ратарских биљака сврстане су шећерна репа, сточна репа и уљана репица, на којима се оштећења могу јавити и две године након примене хербицида из групе имидазолинона. Осетљивост повртарских врста, као што су: купус, кромпир, парадајз, кукуруз шећерац и краставац, је различита и углавном зависи од влажности и рН земљишта, при чему су оштећења од имазамокса мања у поређењу са онима од имазетапира. У зависности од количине примене на биљкама купуса, парадајза, мркве, лука, мускатне тикве и кромпира забележена су оштећења до 10 % која нису имала утицаја на принос. Значајнија оштећења утврђена су код салате, спанаћа, карфиола, као и код јагоде која је гајена након грашка у коме је примењен имазамокс.

## **2.3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ**

### **2.3.1. Хербициди, биљни материјал, земљиште**

У огледима су коришћени технички концентрати хербицида: кломазон (Галеника-Фитофармација) и имазамокс (BASF Србија), као и семена парадајза (хибрид Mondial F1), паприке (хибрид Editta F1) и краставца (хибрид Jazzer F1) фирме Enza Zaden .

Испитивања су урађена на два типа земљишта: иловача (локалитет Земун Поље; средње карбонатно, слабо алкално, доста хумозно земљиште, богато укупним азотом и добро обезбеђено приступачним фосфором и калијумом) и пескуша (локалитет Таванкут; средње карбонатно, средње алкално, веома слабо хумозно земљиште, умерено обезбеђено укупним азотом и добро обезбеђено приступачним фосфором и калијумом).

### 2.3.2. Осетљивост биљака на кломазон

**Краткотрајан биотест:** Кломазоном је под константним притиском од 3 бара примењен у серији концентрација: од 0,047, 0,094, 0,19, 0,38, 0,75, 1,5, 3 и 6 мг/кг на оба типа земљишта. Након апликације, земљиште је засејано семенима одређене биљне врсте и заливено водом до потребне вредности пољског водног капацитета (20, 50 или 70 % ПВК), а паралелно су припремљене и контролне варијанте са нетретираним земљиштем. Биљке парадајза, паприке и краставца су се развијале у комори, у контролисаним условима 21 д, а свакодневним заливањем одржавана је влажност земљишта. Након овог периода, као показатељи фитотоксичности, мерени су вегетативни параметри: свежа и сува маса изданка. За одређивање суве масе изданка узорци су сушени пет дана у сушници на температури од 50°C.

**Одређивање садржаја хлорофила *a* и *b* и каротеноида:** Методом екстракције у диметилформамиду (ДМФ) одређен је садржај пигмената. Са интактних листова узети су исечци укупне масе 0,1 г и пренети у епрувете са 3 мл ДМФ-а. Екстракција пигмената је трајала 24 часа на температури од 4°C, након чега су на спектрофотометру очитане апсорбанце екстраката на таласним дужинама: 480 нм за каротеноиде, 664 нм за хлорофил *a* и 647 нм за хлорофил *b*. Концентрације пигмената (µг/мл) израчунате су по одговарајућој формули, а затим је урађено прерачунавање садржаја пигмената у мг/г свежје лисне масе.

**Праћење динамике деградације кломазона биотест методом:** Парадајз, који је показао највећи степен осетљивости у претходно описаном краткотрајном биотесту, коришћен је као тест биљка у овом сету огледа. Фитотоксична активност кломазона испитивана је 0, 10, 20, 30, 40, 50 и 70 д након примене. По истеку ових периода у земљиште је усејавано семе парадајза, а сам оглед (одржавање влажности земљишта, мерење вегетативних параметара и узорковање биљног материјала за одређивање садржаја пигмената) урађен је по већ описаној процедури.

**Праћење динамике деградације кломазона аналитичком методом:** Садржај кломазона одређен је по оптимизованој методи микроекстракције у чврстој фази. Узорци земљишта (15 г) су хомогенизовани у два екстракциона циклуса са по 20 мл, односно 15 мл смеше метанол: ацетон (1:1), уз додатак 2 г анхидрованога Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Након центрифугирања и филтрирања, филтрат је упарен на 35°C до сувог остатка, који је затим растворен је у 2,5 мл смеше етил-ацетат: ацетон (4:1), а 2 мл добијеног раствора пречишћено је преко хроматографске колоне (1 г анхидрованога Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и 5 г флорисила) уз 25 мл смеше етил-ацетат: ацетон (4:1), као елуента. Добијени елуат је упарен до сувог остатка, а затим растворен у 2 мл ацетона, од чега је 1 µл инјектиран у гасно-масени спектрометар.

### 2.3.3. Осетљивост биљака на имазамокс

**Краткотрајан биотест:** Имазамокс је под константним притиском од 3 бара примењен у серији концентрација: од 6,26; 12,5; 25; 50; 100; 200; 400 и 800 µг/кг на оба типа земљишта. Након апликације оглед је постављен по већ описаној процедури, а после 21 д, као показатељи фитотоксичности, мерени су вегетативни параметри: дужина и свежа маса корена и свежа маса изданка биљака.

**Одређивање садржаја растворљивих протеина:** Одређивање садржаја растворљивих протеина је урађено методом по Брадфорду (1976). Са интактних листова узети су узорци који су до анализе чувани су на температури од -20°C. Залеђени биљни материјал је мацериран у авану. По 0,1 г узорака парадајза и паприке, односно 0,2 г узорака краставца пренето је у епрувете са по 1 односно 1,5 мл дестиловане воде. Из узорака протеини су екстраховани један сат на хоризонталној тресилици, а затим су узорци центрифугирани 5 минута на 13500 обртаја/мин. По 100 µл аликвота (бистрог раствора) пренето је у епрувете у које је додато 5 мл раствора боје Coomassie brilliant blue G-250. Након развијања боје, на спектрофотометру, на таласној дужини од 595 нм, мерена је апсорбанца реакционих смеша.

Очитане вредности абсорбанци прерачунате су преко стандардне криве, а концентрације растворљивих протеина прерачунате су и изражене у мг/г свеже лисне масе.

**Праћење динамике деградације имазамокса биотест методом:** Краставац, који је показао највећи степен осетљивости у претходно описаном краткотрајном биотесту, коришћен је као тест биљка у овом сету огледа. Фитотоксична активности имазамокса испитивана је 0, 10, 20, 30, 40, 50 и 70 д након примене. По истеку ових периода у земљиште је усејавано семе краставца, а сам оглед (одржавање влажности земљишта, мерење вегетативних параметара и узорковање биљног материјала за одређивање садржаја растворљивих протеина) урађен је по већ описаној процедури.

#### 2.3.4. Статистичка обрада података

Добијени подаци обрађени су статистички у софтверском пакету STATISTIKA® 8.0 За поређење средњих вредности свих мерених параметара коришћена је трофакторијална анализа варијансе. У варијантама када су F вредности биле статистички значајне ( $p < 0,05$ ) поређење третмана и оцена за сваки мерени параметар урађено је помоћу Tukey HSD теста.

Ефективне концентрације 10, 30 и 50 % ( $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  и  $EC_{50}$ ) су израчунате помоћу софтверског пакета BIOASSAY97. За нелинеарну регресиону анализу добијених података коришћен је модел log-logistic функције који су дали Streibig и сарадници (1993) као и Seefeldt и сарадници (1995).

### 2.4. РЕЗУЛТАТИ

#### 2.4.1. Осетљивост биљака на кломазон

Резултати истраживања у оквиру овог потпоглавља обухватили су краткотрајан биотест, динамику деградације биотест методом и динамику деградације аналитичком методом.

##### 2.4.1.1. Краткотрајни биотест

Као показатељи осетљивости биљака краставца, паприке и парадајза у зависности од примењене концентрације кломазона (0,047 – 6 мг/кг земљишта) мерени су вегетативни параметри: свежа и сува маса изданка и физиолошки параметри: садржај хлорофила *a*, хлорофила *b* и каротеноида.

**Утицај кломазона на вегетативне и физиолошке параметре краставца:** Различите концентрације кломазона (0,047-6 мг/кг земљишта) на земљиштима иловача и пескуша у којима је влажност одржавана на 20, 50 и 70 % ПВК, нису довеле до уједначене инхибиције вегетативних параметара. Значајније инхибиције (збирно за оба параметра) утврђене су само за највеће концентрације (3 и 6 мг/кг), с тим што је смањење било израженије у песковитом земљишту (54,0-97,6 %) у односу на иловасто земљиште (3,0-48,1 %). Трофакторијалном анализом варијансе утврђено је да су на свежу и суву масу изданка краставца значајно утицали ( $p < 0,05$ ): тип земљишта, концентрација кломазона, влажност земљишта, као и интеракције: земљиште и кломазон, земљиште и влажност земљишта, кломазон и влажност земљишта, док интеракција сва три фактора (земљиште, кломазон и влажност земљишта) није имала статистички значајног утицаја на ове вегетативне параметре. Имајући у виду да вегетативни параметри, свежа и сува маса изданка краставца, нису испољили већу осетљивост и да није утврђено повећање инхибиције сагласно повећању концентрације кломазона, у оба типа земљишта и на сва три нивоа влажности земљишта, добијени резултати нису омогућили да се израчунају  $EC_{50}$  вредности. Резултати који се односе на садржај пигмената (хлорифил *a*, хлорофил *b* и каротеноиди) у листовима краставца подударују се са резултатима добијеним за вегетативне параметаре. Тако је и у овом случају, значајније смањење (збирно за сва три параметра) утврђено само за две највише концентрације кломазона (3 и 6 мг/кг) и у иловастом земљишту је износило 44,7-83,7 %. У песковитом земљишту, забележена је нешто већа инхибиција у варијантама са 50,



односно 70 % ПВК, за концентрације веће од 1,5 мг/кг. Трофакторијална анализа варијансе ( $p < 0,05$ ) је показала да тип земљишта, концентрација кломазона, влажност земљишта, као и њихове интеракције утичу на садржај пигмената у листовима краставца. На основу утврђених вредности инхибиција израчунате су  $EC_{50}$  вредности за сва три пигмента, на оба типа и сва три нивоа влажности земљишта. Добијени резултати показују да је краставац осетљивији на кломазон у песковитом ( $EC_{50}$  0,9-1,7) у односу на иловасто земљиште ( $EC_{50}$  1,1-2,3), док је на оба типа земљишта највећу отпорност испољио када је влажност земљишта била 20 % ПВК.

**Утицај кломазона на вегетативне и физиолошке параметре паприке:** Различите концентрације кломазона (0,047-6 мг/кг земљишта) на земљиштима иловача и пескуша у којима је влажност одржавана на 20, 50 и 70 % ПВК, нису довеле до значајније инхибиције вегетативних параметара паприке. У иловастом земљишту, за сва три нивоа влажности, инхибиција свих вегетативних параметара била је мања од 40 %, док је у песковитом земљишту забележена значајнија инхибиција вегетативних параметара, при чему је параметар сува маса изданка био осетљивији (инхибиција до 81,0 %) од свеже масе изданка (инхибиција до 64,5 %). Анализом добијених података утврђено је постојање статистички значајних разлика ( $p < 0,05$ ) у зависности од типа и влажности земљишта, различитих концентрација кломазона, као и њихових интеракција, а из израчунатих вредности F-теста јасно се уочава висок степен значајности влажности земљишта у односу на остале променљиве факторе. Резултати који се односе на садржај пигмената (хлорофил *a*, хлорофил *b* и каротеноиди) у листовима паприке показују да је у иловастом земљишту смањење пигмената констатовано само код највише концентрације кломазона и то: 15,3-21,0 % на 20 % влажности; 41,9-48,3 % на 50 % влажности и 46,6-53,5 % на 70 % влажности земљишта. У песковитом земљишту, кломазон примењен у концентрацијама мањим од 0,75 мг/кг није инхибирао садржај хлорофила *a* и *b* и каротеноида у листовима паприке, док је значајнија инхибиција пигмената утврђена само за највишу концентрацију на сва три нивоа влажности и износила је 41,5-78,1 %. Трофакторијална анализа варијансе ( $p < 0,05$ ), као и добијене вредности F-теста су показали да фактори тип земљишта, концентрација кломазона, влажност земљишта, као и њихове интеракције статистички значајно утичу на садржај пигмената у листовима паприке у односу на гајене контролне биљке. Имајући у виду да вегетативни и физиолошки параметри нису испољили довољно висок степен осетљивости према примењеним концентрацијама кломазона, у оба типа земљишта и на сва три нивоа влажности земљишта, добијени резултати нису омогућили да се израчунају  $EC_{50}$  вредности.

**Утицај кломазона на вегетативне и физиолошке параметре парадајза:** Утврђена је врло јака и изражена осетљивост парадајза на присуство кломазона у земљишту. У песковитом земљишту потпуно пропадање биљака констатовано је за све концентрације  $\geq 0,38$  мг/кг, док су ниже концентрације (0,047-0,19 мг/кг) довеле до смањења вегетативних параметара за 13,9-73,2 %. У иловачи влажности 50 и 70 % ПВК исти ефекат постигнут је када је кломазон примењен у количинама већим од 0,75 мг/кг, а на 20 % ПВК увенуће биљака забележено је само на две највише концентрације кломазона. Слични резултати су добијени и за садржај пигмената. Статистичка анализа резултата истакла је утицај типа земљишта и концентрација кломазона на промене вегетативних, док на физиолошке параметре утичу сви фактори као и њихове интеракције, осим интеракције типа и влажности земљишта. На основу утврђених вредности инхибиција израчунате су  $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  и  $EC_{50}$  вредности за вегетативне параметре, као и сва три пигмента, на оба типа и сва три нивоа влажности земљишта. Добијени резултати показују да су биљке парадајза осетљивије на кломазон у песковитом ( $EC_{50}$  0,01-0,11) у односу на иловасто земљиште ( $EC_{50}$  1,12-0,45).

#### 2.4.1.2. Динамика деградације кломазона (биотест метода)

Деградација кломазона праћена је 10, 20, 30, 40, 50 и 70 д након примене, у контролисаним условима биотест методом. Код парадајза, који се у претходном краткотрајном биотесту

показао као најосетљивија врста, мерени су вегетативни (свежа и сува маса изданка) и физиолошки параметри (садржај хлорофила *a*, хлорофила *b* и каротеноида).

**Влажност земљишта 20 % ПВК:** Динамика деградације кломазона, на овој вредности влажности, зависила је од количине примене и типа земљишта. На иловастом земљишту је само највиша концентрација (6 мг/кг) и 70 д након примене (ДНП) изазвала потпуно пропадање биљака парадајза док је упола нижа концентрација од 3 мг/кг исти ефекат имала до 20 ДНП. Код нижих концентрација (0,75 – 1,5 мг/кг) инхибиторни ефекат до 73,87 %, констатован је 20 ДНП, док је код концентрација мањих од 0,75 мг/кг инхибиторни ефекат био нижи од 36 %. На пескуши деградација кломазона је била спорија, па је увенуће биљка поред највеће, забележено и код 3 мг/кг и то чак 50 ДНП, док је код 1,5 и 0,75 мг/кг исти ефекат забележен 10 ДНП. За концентрације мање од 0,75 мг/кг вегетативни параметри (збирно за оба) су били мањи за 4,2 – 63,3 %. Добијени резултати показују да се вредности инхибиције за садржај хлорофила *a* и *b* и каротеноида међусобно битно не разликују. У зависности од концентрације и дужине деловања садржај пигмената (збирно за сва три параметра) је био мањи за 42,3-100 %.

**Влажност земљишта 50 % ПВК:** У иловастом земљишту потпуно пропадање биљка парадајза код 3 и 6 мг/кг забележено је 10 и 20 ДНП, а 30-70 ДНП само код 6 мг/кг. У пескуши све концентрације у распону 1,5-6 мг/кг, 10 и 20 ДНП, су изазвале избељивање и потпуно сушење биљака, 30-50 ДНП само 3 и 6 мг/кг, док је 70 ДНП овакав утицај забележен само код највише концентрације. У оба типа земљишта, свежа маса је испољила већи степен осетљивости у поређењу са сувом масом изданка. У иловастом земљишту три највише концентрације (1,5; 3 и 6 мг/кг) 10 и 20 ДНП смањиле су садржај пигмената (збирно за сва три параметра) за 65,72-72,99 %, односно 50 и 70 ДНП за 39,1 – 50,9 %. Концентрације кломазона 1,5-6 мг/кг 10 и 20 ДНП, у песковитом земљишту, изазвале су потпуно пропадање биљка, док су концентрације од 0,38 и 0,75 мг/кг изазвале смањење садржаја пигмената за више од 50 %. Код најнижих концентрација ( $\leq 0,38$  мг/кг) смањење садржаја пигмената увек је било мање од 30 %.

**Влажност земљишта 70 % ПВК:** Задржао се тренд пропадања биљака на највишим концентрацијама кломазона на оба типа земљишта, као и већа осетљивост суве у односу на свежу масу изданка. Код нижих концентрација кломазона (0,38-1,5 мг/кг), у зависности од периода мерења смањење вегетативних параметара је износило максимално 64,5 %, а код три најниже концентрације максимално 12,2 %. У иловастом земљишту смањење садржаја пигмената (хлорофила *a* и *b* и каротеноида) било је прилично уједначено, тако да је са 3 мг/кг 50-70 ДНП смањења садржаја пигмената било 58,09-70,46 %, а са концентрацијама  $\leq 0,75$  мг/кг до максималних 14,0 %. У песковитом земљишту са 3 мг/кг 10-40 ДНП инхибиторни ефекат је био максималних 100 %, док је 50 и 70 ДНП редукција садржаја пигмената била 63,7-69,9 %. Након 70 д деградације, за све концентрације, највеће смањење је забележено код садржаја каротеноида, за 6 мг/кг - 74,0 %, за 1,5 мг/кг 64,7 %, а за концентрације  $\leq 0,75$  мг/кг испод 40 %.

На основу утврђених вредности инхибиција израчунате су  $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$ , и  $EC_{50}$  вредности за вегетативне параметре, као и сва три пигмента, на оба типа и сва три нивоа влажности земљишта. У почетним данима деградације (10-30 ДНП) добијене  $EC_{50}$  вредности биле и до три пута веће у иловачи него у песковитом земљишту. Највеће вредности  $EC_{50}$  израчунате су за садржај пигмената у иловастом земљишту са високим процентом влаге (70 % ПВК), док су у пескуши, исте влажности, ове вредности биле два пута ниже. На крају огледа (70 ДНП), у оба типа земљишта, израчунате  $EC_{50}$  вредности, за све параметре, су биле релативно блиске.

### 2.4.1.3. Динамика деградације кломазона у зависности од типа и влажности земљишта (аналитичка метода)

У оба типа земљишта садржај кломазона опадао је у функцији времена, с тим што је динамика деградације била израженија у песковитом у односу на иловасто земљиште. У иловачи са 20 % ПВК, одмах након примене 6 мг/кг утврђени садржај остатака био је 2,13 мг/кг (35,5 %), а са повећањем влажности земљишта растао је садржај кломазона, па је на 50 % ПВК био 2,69 мг/кг (44,9 %), а на 70 % ПВК је измерено 3,75 мг/кг (62,6 %). Са друге стране, у песковитом земљишту, без обзира на степен влажности, количине остатака кломазона биле су у опсегу 4,74 – 5,69 мг/кг (79-94,8 %). Са протоком времена, од 30 ДНП и у иловачи и у пескуши утврђене су приближно исте концентрације овог хербицида, при чему је ниво остатака и даље био нешто виши у земљиштима са већим процентом влаге. Деградација кломазона за 3 и 1,5 мг/кг, у оба типа земљишта и за сва три нивоа влажности имала је исту тенденцију као и 6 мг/кг, при чему су разлике између брзине деградације у пескуши и иловачи биле мање изражене. У иловачи, одмах након примене 0,75 мг/кг, утврђене су приближно исте количине активне супстанце на свим нивоима влажности, док су у пескуши, у зависности од влажности земљишта, забележене разлике. Тако је, на 20 % ПВК садржај кломазона био 0,56 мг/кг (74,8 %), на 50 % ПВК 0,63 мг/кг (84,1 %), а на 70% ПВК 0,73 мг/кг (96,7 %). Од двадесетог дана динамика деградације у оба типа земљишта на сва три нивоа влажности је била приближна, па је 70 ДНП садржај кломазона у свим варијантама био у распону 0,10 – 0,14 мг/кг (13,6 – 18,7 %). За концентрацију 0,38 мг/кг на 50 и 70 % ПВК, деградација је у почетним данима била израженија у пескуши, али је већ од 30 ДНП садржај кломазона био приближно исти у оба типа земљишта. На 20 % ПВК динамика разградње у пескуши је била израженија за све време трајања огледа, па су исте концентрације кломазона 0,09 – 0,092 мг/кг (23,7 – 24,2 %) измерене тек после 70 д од примене. За три најниже концентрације кломазона (0,19; 0,094 и 0,047 мг/кг) садржај остатака и у иловачи и у пескуши на сва три нивоа влажности био је на приближно исти током читавог огледа при чему није запажена правилност у динамици деградације.

Трофакторијалне анализе варијанси за све варијанте овог огледа, генерално су показале да су на динамику деградације кломазона значајно утицали првенствено тип земљишта и време након примене.

### 2.4.2. Осетљивост биљака на имазамокс

Резултати истраживања у оквиру овог потпоглавља обухватили су краткотрајан биотест и динамику деградације биотест методом.

#### 2.4.2.1. Краткотрајни биотест

Као показатељи осетљивости биљака паприке, парадајза и краставца у зависности од примењене концентрације имазамокса (6,25-800  $\mu\text{g}/\text{kg}$  земљишта) мерени су вегетативни параметри (свежа маса корена, дужина корена, свежа маса изданка) и као биохемијски параметар садржај растворљивих протеина.

**Утицај имазамокса на вегетативне и биохемијске параметре паприке:** Различите концентрације имазамокса (6,25-800  $\mu\text{g}/\text{kg}$  земљишта) на иловачи и пескуши са 20, 50 и 70 % ПВК, довеле су до инхибиције вегетативних параметара паприке, при чему се параметри корена, првенствено свежа маса корена, издвајају као значајно осетљивији. Смањење свеже масе корена је било израженије у иловастом (до максималних 80,9 %) у односу на песковито земљиште (до 71,0 %). Трофакторијалном анализом варијансе утврђено је да су на свежу масу изданка и корена, као и дужину корена паприке значајно утицали ( $p < 0,05$ ): тип земљишта, концентрација имазамокса и влажност земљишта. И поред тога што је у иловачи са 20 и 70 % ПВК забележена инхибиција свеже масе и дужине корена, анализа резултата преко Tukey теста није показала статистичку значајност. На основу утврђених вредности инхибиција израчунате су  $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  и  $EC_{50}$  вредности за вегетативне параметре. Добијени

резултати показују да су биљке паприке осетљивије на имазамокс у песковитом ( $EC_{50}$  221,23) у односу на иловасто земљиште ( $EC_{50}$  127,80). Промене у садржају протеина растворљивих у води регистроване су код свих концентрација имазамокса, на оба типа и сва три нивоа влажности. Забележене промене нису биле у корелацији са порастом концентрације хербицида, али је трофакторијална анализа показала да је тип земљишта имао највећи утицај на овај биохемијски параметар.

**Утицај имазамокса на вегетативне и биохемијске параметре парадајза:** Парадајз је испољио сличну осетљивост према имазамоксу као и паприка. Инхибиција вегетативних параметара била је присутна у готово свим варијантама огледа, при чему се и овде параметар свежа маса корена издвојио као најосетљивији. Смањење свежине масе корена је било израженије у иловастом (до максималних 77,4 %) у односу на песковито земљиште (до 65 %). За разлику од паприке, код парадајза је, у иловачи, најосетљивији параметар био свежа маса изданка, али само за две највише концентрације имазамокса (400 и 800  $\mu\text{g}/\text{kg}$  земљишта). Трофакторијалном анализом варијансе утврђено је да су на вегетативне параметре парадајза значајно утицали ( $p < 0,05$ ) фактори: тип земљишта, концентрација имазамокса и влажност земљишта. Анализа резултата преко Tukey теста показала је статистички значајне разлике за све вегетативне параметре, изузев за иловачу са 20% ПВК, где није било статистички значајних разлика за параметар свежа маса корена. На основу утврђених вредности инхибиција израчунате су  $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  и  $EC_{50}$  вредности за вегетативне параметре. На основу  $EC_{50}$  вредности за свежу масу корена највећи степен осетљивости показале су биљке на пескуши са 20 % ПВК, док је у иловачи за исти ефекат било потребно десет пута више хербицида. Са друге стране, према  $EC_{50}$  вредностима за дужину корена највећу осетљивост имају биљке на 70 % ПВК, а израчунате вредности су биле четири пута веће у иловачи у односу на пескушу. За садржај протеина растворљивих у води добијени су слични резултати као и код паприке.

**Утицај имазамокса на вегетативне и биохемијске параметре краставца:** Утврђена је врло јака и изражена осетљивост краставца на присуство имазамокса у земљишту, али ни у једној варијанти није дошло до потпуног пропадања биљака. Утицај имазамокса испољио се преко инхибиције пораста свих вегетативних параметара, при чему су се и овде параметри корена издвојили као значајно осетљиви, али међу собом прилично уједначени. За дати распон концентрација утврђени нивои инхибиције (збирно за оба параметра корена) били су: за 20 % ПВК од 53,7-89,7 %; за 50 % ПВК 63,7-93,7 % и за 70 % ПВК 90,10-94 %. Трофакторијалном анализом варијансе утврђено је да су за параметре корена (свежа маса и дужина корена) значајни били ( $p < 0,05$ ) фактори: тип земљишта, концентрација имазамокса и влажност земљишта, као и интеракције земљиште-хербицид, земљиште-влажност и хербицид-влажност. На основу утврђених вредности инхибиција израчунате су  $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$  и  $EC_{50}$  вредности за параметре свежа маса и дужина корена. На основу израчунатих  $EC_{50}$  вредности, у односу на свежу масу корена највећи степен осетљивости испољиле су биљке које су гајене у пескуши са 20 % ПВК, док је у иловачи за исти ефекат било потребно пет пута више хербицида. Када је влажност земљишта била 70 % ПВК, вредности  $EC_{50}$  су биле два пута веће у песковитом него иловастом земљишту. У песковитом земљишту са 50 % ПВК осетљивост дужине корена је била већа него у иловачи, док су на 20 и 70 % ПВК, за исти параметар израчунате  $EC_{50}$  имале сличне вредности.

Промене у садржају протеина растворљивих у води регистроване су код свих концентрација имазамокса, на оба типа и сва три нивоа влажности земљишта, међутим добијени резултати нису показали зависност између промена овог параметра у односу на пораст концентрације имазамокса, али је трофакторијална анализа варијансе утврдила статистички значајан утицај других параметара (влажност земљишта и концентрација имазамокса) и њихових интеракција.

#### 2.4.2.2. Динамика деградације имазамокса (биотест метода)

Деградација имазамокса праћена је 10, 20, 30, 40, 50 и 70 д након примене, у контролисаним условима биотест методом. Код краставца, који је у претходном краткотрајном биотесту био најосетљивија врста, мерени су вегетативни параметри (свежа маса изданка, свежа маса корена и дужина корена).

**Влажност земљишта 20 % ПВК:** Динамика деградације, у овим условима, зависила је од количине примене имазамокса и типа земљишта. У иловачи, највећи инхибиторни ефекат утврђен је код највише концентрације (800  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) и он је у зависности од времена протеклог од примене, за параметар свежа маса корена износио 69,77-86,79 %. За концентрације мање од 25  $\mu\text{g}/\text{kg}$  10 ДНП проценат инхибиције је био максималних 20,8 %, а у периоду 30-70 ДНП 13,2 % и мање. За разлику од иловаче у пескуши су две највише концентрације имазамокса (400 и 800  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) проузроковале доста уједначену редукују свеже масе и дужине корена, која је 10 ДНП, збирно за оба параметра, износила 79,3 – 85,2 %, 30 ДНП 77,2-83,8 % и 70 ДНП 70,1-75,1 %. Параметар свежа маса изданка је био најмање осетљив, па је у зависности од концентрације имазамокса и времена протеклог од примене смањење овог параметра било од 35,5 до 47,0 %.

**Влажност земљишта 50 % ПВК:** На овој влажности земљишта свежа маса корена је била најосетљивији параметар за оба типа земљишта. У иловачи, 10 ДНП 400 и 800  $\mu\text{g}/\text{kg}$  редуција овог параметра је била 91,9-93,2 %, 30 ДНП 73,9-85,6 % и 70 ДНП 75,9-86,9 %, а у пескуши 10 ДНП 91,2-92,4 %, 30 ДНП 90,3 % и 84,3 %. На пескуши висок проценат смањења свеже масе корена забележен је и код нижих концентрација имазамокса. Свежа маса изданка је најмање осетљив параметар на оба типа земљишта, за исте концентрације редуција је била у распону 47,1-67,4 за иловачу и 28,1-54,5 за пескушу.

**Влажност земљишта 70 % ПВК:** У иловастом земљишту на високој влажности земљишта највиша концентрација имазамокса (800  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) 10 ДНП изазвала је смањење дужине корена краставца за 91,5% и свеже масе корена за 95,0%. Висок степен редуције ових параметара забележен је 20-50 ДНП, као и 70 ДНП када је инхибиција дужине корена била 88,38%, а свеже масе корена 90,7 %. Иста концентрација 10 ДНП изазвала је смањење свеже масе изданка за 70,8 % и 70 ДНП 75 %. За разлику од иловаче у пескуши су и ниже концентрације имазамокса (200-800  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) 10 ДНП инхибирале дужину корена 71,7 – 84,5 %, 30 ДНП 61,5-84,1 %, а 70 ДНП 60,2-71,2 %. Исте концентрације редуковале су и свежу масу корена 81,6-90,8 % (10 ДНП), 55,0-88,3 % (30 ДНП) и 51,8-84,9 % (70 ДНП). Најмању осетљивост на остатке имазамокса показала је свежа маса изданка, за концентрацију 800  $\mu\text{g}/\text{kg}$  10 ДНП инхибиција је била 47 %, 30 ДНП 40,4 %, а 70 ДНП 35,4 %. За концентрацију 50  $\mu\text{g}/\text{kg}$  10 ДНП редуција сва три вегетативна параметра је била у опсегу од 22,6-34,8 %, а 70 ДНП мање од 10 %.

На основу утврђених вредности инхибиција израчунате су  $EC_{10}$ ,  $EC_{30}$ , и  $EC_{50}$  вредности за вегетативне параметре на оба типа и сва три нивоа влажности земљишта. У почетним данима деградације (10 ДНП) добијене  $EC_{50}$  вредности биле су најниже за параметар свежа маса изданка на 20 % ПВК у пескуши, да би у истом типу земљишта са 50 и 70 % ПВК за постизање истог ефекта било потребно два пута више хербицида. У иловачи најниже  $EC_{50}$  вредности за исти параметар израчунате су за 70 % ПВК. За параметар дужина корена најмање вредности  $EC_{50}$  добијене су за 70 % ПВК и у пескуши са 20 % ПВК. На крају огледа, слично као и на почетку, није било могуће утврдити неку правилност између израчунатих  $EC_{50}$  вредности појединачних вегетативних параметара. Тако су, 70 ДНП најниже  $EC_{50}$ , добијене за свежу масу изданка на пескуши са 20 % ПВК, а у иловачи за 70 % ПВК. Сличне вредности  $EC_{50}$  биле су и за иловачу са 50 и 70 % ПВК, када је као параметар осетљивости мерена дужина корена. На оба типа земљишта, најмања редуција дужине корена краставца, односно највеће вредности  $EC_{50}$ , израчунате су за 20 % ПВК.

## 2.5. ДИСКУСИЈА

### 2.5.1. Осетљивост на кломазон

У дискусији аутор истиче да је код паприке, парадајза и краставаца констатована разлика у осетљивости вегетативних (свежа и сува маса изданка) и физиолошких параметара (садржај хлорофила *a* и *b* и каротеноида) на кломазон. Најмања осетљивост утврђена је код краставца, што се слаже и са резултатима истраживања других аутора, у којима нису утврђена значајнија фитотоксична оштећења, што ову врсту препоручује као усев који се може сејати у плодореду са сојом, али и другим врстама у којима кломазон има дозволу за употребу. Даље, утврђено је да ни паприка није изразито осетљива на кломазон, а поготово у земљишту са више органске материје (иловача). У иловачи за сва три нивоа влажности, инхибиција вегетативних параметара је била мања од 40 %, а на пескуши и до 75 %. Код парадајза је утврђена врло јака и изражена осетљивост на кломазона. У песковитом земљишту, на свим нивоима влажности, потпуно пропадање биљака констатовано је за све концентрације  $\geq 0,38$  мг/кг, док је у иловачи влажности 50 и 70 % ПВК исти резултат добијен за кломазон у количинама већим од 0,75 мг/кг. У иловастом земљишту са 20 % ПВК потпуно пропадање биљака утврђено је само код две највише концентрације кломазона. Потврда изразите осетљивости парадајза налази се у бројним истраживањима која истичу веома интензивне симптоме хлорозе и некрозе који се јављају веома рано, већ десет дана после примене кломазона у количини од 0,1 кг/ха. У дискусији аутор даље истиче да је код испитивања осетљивости биљака на кломазон веома важно одабрати поуздан и осетљив параметар, који по правилу треба да произлази из механизма деловања ове супстанце. Имајући у виду да кломазон припада групи инхибитора биосинтезе каротеноида и да проузрокује карактеристичне симптоме избелјивања листова, физиолошки параметри, као што су пигменти (хлорофил *a* и *b* и каротеноиди) препознати су као осетљиви и поуздани.

Мерењем инхибиције садржаја сва три пигмента са повећањем концентрације кломазона, углавном је утврђен висок степен усаглашености са израчунатим  $EC_{50}$ ,  $EC_{30}$  и  $EC_{10}$  вредностима. Вредности  $EC_{50}$  за сва три пигмента код парадајза су били неколико десетина пута мањи него код краставца, док код паприке мерени параметри нису показали довољно висок степен осетљивости према кломазону, због чега добијени подаци нису били погодни за израчунавање  $EC$  вредности. На основу резултата који су проистекли из мерења садржаја пигмената потврђена је већа осетљивост парадајза у односу на остале врсте, што указује да се ова биљна врста може користити као поуздана тест биљка за праћење динамике деградације кломазона. Ако се као један од важнијих критеријума за избор добре биотест методе узме и цена коштања, аутор сматра да се осетљивост биљака на кломазон може пратити и преко садржаја само једног параметра (пигмента), а из резултата ових истраживања произилази да би тај параметар био садржај каротеноида.

### 2.5.2. Деградација кломазона и остаци у земљишту

Постојаност кломазона у земљишту је у позитивној и високој корелацију са садржајем органске материје у земљишту и негативној корелацији са садржајем воде у земљишту. У иловачи, у периоду до 20 ДНП, две највише концентрације кломазона изазвале су потпуно пропадање биљака, док је само у изразито влажном земљишту (70 % ПВК), овај тренд задржан и 40 ДНП. Због смањене адсорпције кломазона у влажној средини у почетним данима након примене садржај кломазона који је утврђен аналитичком методом је био значајно већи у иловачи са 70 % ПВК у односу на земљишта са 20 и 50 % ПВК. У пескуши са 20 и 50 % ПВК, концентрације од 3 и 6 мг/кг довеле су до сушења и пропадање парадајза и 50 ДНП, док је на 70 % ПВК, потпуни инхибиторни ефекат забележен до 40 ДНП, а 70 ДНП, инхибиција је била мања од 74 %. Слични резултати наведени су и код других аутора,

који су утврдили да смањена количина влаге у дужем периоду после примене кломазона доводи до његове израженије постојаности.

Према резултатима ових истраживања, количина кломазона, у оба типа земљишта, опада у функцији времена, а израчунате  $EC_{50}$  вредности, 70 ДНП у иловачи и пескуши, биле су релативно блиске. У почетним данима деградације  $EC_{50}$  вредности биле су и до три пута веће у иловачи у односу на пескушу, при чему је за исту концентрацију кломазона и исту влажност, у оба типа земљишта, утврђена количина кломазона била већа у песковитом земљишту. Добијени резултати указују да је сорпција кломазона у иловачи значајно већа. Када се у обзир узму физичко-хемијска својства ова два типа земљишта, односно ако се упореде садржаји органске материје и глине, као главних сорбујућих компоненти овакви резултати су очекивани и у подударности су са резултатима других истраживања у којима су утврђене и до 3,5 пута веће  $EC_{50}$  вредности у земљиштима са више, у поређењу са земљиштима са мање органске материје. Детекција и квантификација остатака кломазона помоћу гасно-масене спектрометрије показала је да физичко-хемијске особине земљишта не морају увек значајно да утичу на сорпцију кломазона када је он присутан у ниским концентрацијама. Међутим, када се у земљишту нађу веће количине овог једињења, на степен адсорпције, поред органске материје, могу утицати садржај глине, али и праха и песка.

### 2.5.3. Осетљивост на имазамокс

Испитивања осетљивости изабраних биљних врста (паприка, парадајз, краставац) на имазамокс показала су да постоји разлика у осетљивости мерених вегетативних параметара, тако да су већу осетљивост испољили параметри корена (свежа маса и дужина корена) у односу на изданак (свежа маса изданка), а у највећем броју случајева, свежа маса корена је била осетљивији параметар од дужине корена. Код паприке инхибиција свежине масе и дужине корена била је у опсегу од 47,0 до 80,9 % у зависности од типа и влажности земљишта. Пораст корена парадајза инхибиран је у распону 44,4-77,4 %, а најизраженије смењење констатовано је код краставца, инхибиција свежине масе и дужине била је од 84,0 до 94 %. Ови резултати у сагласности су са резултатима ранијих истраживања, која су обихватила хербициде из групе имидазолинона, у којима је већа осетљивост корена од изданка утврђена код пшенице, кукуруза, сунцокрета, уљане репице, слачице, шећерне репе и грашка. Међутим, и поред потврђене веће осетљивости корена и у односу на изданак у неким истраживањима осетљивост биљака на имидазолиноне праћена је преко параметара изданка, што је разумљиво имајући у виду, да је изданак, као надземни део биљке, лако доступан и погодан за визуелну процену фитотоксичности. У прилог овоме иду и резултати ове дисертације који су показали смањење свежине масе изданка све три биљне врсте, на оба типа и свим нивоима влажности земљишта. Из добијених резултата, даље, је констатовано да су мању али прилично уједначену осетљивост на имазамокс испољили паприка и парадајз, а да је краставац био најосетљивији. Аутор даље истиче да у литератури нема много података о осетљивости биљних врста на имазамокс у контролисаним условима, већ су, углавном, доступни резултати пољских огледа, у којима су потенцијално осетљиве биљне врсте сејане годину или више дана након примене овог хербицида. Кроз анализу ових и литературних истраживања може се уочити да резултати нису увек сагласни, што је најчешће последица разлика у својствима земљишта, временским условима, начину и количини примене. Подаци о оштећењима парадајза су често били опречни и кретали су се од оних занемарљивих до озбиљнијих који су се манифестовали као хлороза листова и заостајање у порасту. За краставац су се углавном наводила пролазна оштећења без утицаја на принос, док је било врло мало истраживања у којима су забележена озбиљнија оштећења са смањењем приноса. Међутим, у литератури су се могле наћи и препоруке да на површинама на којима је примењен имазамокс треба направити паузу од 18 месеци и тек онда на тим површинама сејати краставац, паприку или парадајз. Када се говори о осетљивости на имидазолиноне пшеница је најмање осетљива, нешто већу осетљивост

испољавају сунцокрет и кукуруз, док групу веома осетљивих врста чине уљана репица и шећерна репа.

Примарни механизам деловања имазамокса јесте инхибиција ацетолатат синтетазе (АЛС), ензима који каталише биосинтезу есенцијалних аминокиселина валина, леуцина и изолеуцина, због чега долази до промена у садржају протеина. И овим истраживањима различите концентрације имазамокса, на оба типа и сва три нивоа влажности земљишта, изазвале су промене у садржају протеина растворљивих у води код све три испитиване биљне врсте. Ипак, на основу добијених одговора није било могуће оценити зависност између садржаја протеина и концентрације хербицида. Тако је код биљака паприке, у иловачи са 50 % ПВК, степен инхибиције био доста уједначен за концентрације 12,5-400  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . У иловачи са 20 и 70 % ПВК највеће смањење протеина забележено код најниже концентрације имазамокса (6,25  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). У пескуши су утврђене мање промене и у односу на концентрације имазамокса и у односу на влажност земљишта. На 50 %, односно 70 % ПВК, највеће смањење садржаја протеина утврђено је за 200  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , док је на 20 % ПВК исти ефекат забележен код 25  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Код парадајза на иловачи највећа инхибиција утврђена је за концентрације 25-100  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , док су у пескуши највећи инхибиторни ефекат имале концентрације 200-800  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Код краставца, инхибиције су биле нешто веће код нижих концентрација ( $\leq 100$   $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) на већој влажности земљишта (50 и 70 % ПВК) у оба типа земљишта. Ипак утврђене разлике, у свим варијантама огледа, нису биле у сагласности са добијеном инхибицијом пораста биљка, која је праћена преко вегетативних параметара, због чега је закључено да биохемијски параметар протеини растворљиви у води није поуздан за биотест у коме се прати осетљивост биљних врста на хербициде АЛС инхибиторе. У ранијим истраживањима запажено је да мале концентрације АЛС инхибитора изазивају смањење протеина растворљивих у води и до 40 %, уз истовремено повећања слободних аминокиселина за око 32 % у првих 24 часа након примене. Сматра се да се у ендосперму биљака налазе резерве аминокиселина које омогућавају одвијање процеса биосинтезе протеина још неко време након инхибиције биосинтезе валина, леуцина и изолеуцина. На тај начин биљке су у могућности да још неко време толеришу смањени ниво аминокиселина, чиме се може објаснити споро угињавање осетљивих биљака након примене хербицида АЛС инхибитора.

#### 2.5.4. Деградација имазамокса и остаци у земљишту

За хербициде из групе имидазолинона, садржај органске материје, глине, влажност и рН земљишта имају најважнију улогу у сорпцији, мобилности и постојаности. За имазамокс је карактеристична позитивна корелација између адсорптивности и садржаја органске материје и глине, због чега је постојаност овог хербицида краћа у земљиштима са мање органске материје. Такође, у бројним истраживањима, је утврђено да ниже вредности рН земљишта условљавају повећану сорпцију. У почетним данима деградације имазамокса (до 30 ДНП) значајна инхибиција пораста корена утврђена је за 200  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . У иловачи, на сва три нивоа влажности, 70 ДНП, инхибиција пораста корена била је већа од 75 % за две највише концентрације имазамокса (400 и 800  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), док је у пескуши инхибиција већа од 70 % забележена за концентрације 400-800  $\mu\text{g}/\text{kg}$  земљишта. Овако добијени резултати последица су физичко-хемијских својстава земљишта која су коришћена у огледу. Наиме, за имазамокс као слабу киселину, карактеристично је присуство и киселинске и базне функционалне групе у молекулу, због чега рН земљишта има значајан утицај на доступност и покретљивост овог једињења пошто се адсорпција у земљишту повећава са смањењем рН. Нека ранија истраживања су показала да се са смањењем рН земљишта у распону од 8 до 3 повећава сорпција свих једињења из групе имидазолинона. Оба земљишта (иловача и пескуша) су благо алкалне реакције (рН 7,1), због чега је иницијална адсорпција имазамокса била мања, па је преко повећане концентрације у земљишном раствору, доступност хербицида за биљке била већа. У условима повећане влажности земљишта интензивирају се деградациони процеси имазамокса. Тако је у пескуши на 20 % ПВК 30 ДНП са 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ,



свежа маса корена била инхибирана 76 %, док је у земљишту са 50, односно 70 % ПВК инхибиција била мања од 35 %. Такође, 70 ДНП концентрација које су  $\leq 50$   $\mu\text{g}/\text{kg}$ , на 70 % ПВК инхибиције свих мерених параметара су биле су мање од 10 % или су изостале.

## 2.6. ЗАКЉУЧЦИ

На основу добијених резултата и њиховог разматрања аутор закључује да утицај кломазона и имазамокса на парадајз, паприку и краставац зависи од концентрације хербицида, типа и влажности земљишта.

Парадајз је изразито осетљив на кломазон. У пескуши, на свим нивоима влажности земљишта (20, 50 и 70 % ПВК), потпуно пропадање биљака констатовано је за све концентрације  $\geq 0,38$   $\text{mg}/\text{kg}$ . У иловачи на 20 % ПВК, увенуће биљака утврђено је код две највише концентрације (3 и 6  $\text{mg}/\text{kg}$ ), док је на 50 и 70 % ПВК исти ефекат забележен на концентрацијама већим од 0,75  $\text{mg}/\text{kg}$ . Висока инхибиција вегетативних параметара и значајно смањење садржаја пигмената забележени су и за неколико десетина пута ниже концентрације.

Краставац је умерено осетљив на кломазон. Значајнија инхибиција вегетативних параметара (свежа и сува маса изданка) утврђена је само за две највеће концентрације (3 и 6  $\text{mg}/\text{kg}$ ). Сува маса изданка је била осетљивији параметар од свеже масе изданка. Степен инхибиције садржаја пигмената (хлорофил *a* и *b* и каротеноиди) у листовима краставца био је у сагласности је са инхибицијама вегетативних параметара.

Паприка није осетљива на кломазон, посебно у земљишту са више органске материје. Значајније смањење свеже и суве масе изданка забележено је у пескуши и то за 50 и 70 % ПВК. Смањење пигмената забележено је само код највише концентрације кломазона (6  $\text{mg}/\text{kg}$ ).

На основу израчунатих  $EC_{50}$  вредности паприка се може сврстати у групу мало осетљивих, краставац у групу умерено осетљивих, а парадајз у групу веома осетљивих врста на кломазон.

У оба типа земљишта количина кломазона опадала је у функцији времена, као последица повећања сорпције и/или појачане деградације. На почетку деградације  $EC_{50}$  вредности биле су и до три пута веће у иловачи него у пескуши. За исту концентрацију и исту влажност земљишта, утврђена количина кломазона аналитичком методом, била је већа у песковитом земљишту, што значи да је сорпција у иловачи израженија. На крају огледа, 70 ДНП израчунате  $EC_{50}$  вредности, у оба земљишта, су биле релативно блиске.

Постоји разлика у осетљивости парадајза, паприке и краставац на имазамокс у зависности од типа и влажности земљишта. На основу испољних одговора преко вегетативних параметара парадајз и паприка се могу сврстати у групу осетљивих, док је краставац у групи веома осетљивих биљака. Параметри корена су поуздани у биотесту за имазамокс. Код испитиваних биљних врста није утврђена зависност промене садржаја протеина и пораста концентрације имазамокса, те се овај биохемијски параметар не може користити у биотесту за имазамокс.

Брзина деградације имазамокса зависи од степена адсорпције и садржаја органске материје, а са повећањем влаге интензивирају се деградациони процеси у земљишту, због тога су утврђене вредности инхибиција параметара корена биле нешто израженије у пескуши у односу на иловачу, као и на вишим вредностима влажности (70 % ПВК).

## 2.7. ЛИТЕРАТУРА

У регистру литературе наведена су 165 извора, претежно страна (156), домаћих радова је девет. Спектар цитираних радова је доста широк, актуелан и покрива сва истраживана и разматрана питања. Навођења су јасна и примерена, како по садржају, тако и месту.

### 3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација Јелене Гајић Умиљендић под насловом „**Осетљивост парадајза, паприке и краставца на резидуално деловање кломазона и имазамокса**“ представља оригиналан истраживачки рад од великог научног и практичног значаја. Обављена су сва планирана истраживања.

Допринос ове дисертације је у томе што је утврђена осетљивост парадајза, паприке и краставца на кломазон и имазамокс, на основу вегетативних, физиолошких и биохемијских параметара. Утврђивањем  $EC_{50}$  вредности омогућено је разврставање ових биљних врста према осетљивости. На основу  $EC_{30}$  и  $EC_{10}$  вредности за све мерене параметре, одређени су прагови толерантности биљних врста на остатке кломазона и имазамокса у земљишту. Добијени су подаци о постојаности кломазона и имазамокса у земљиштима која се разликују по својим физичко-хемијским својствима и структури. Они су основа за процену ризика за наредне биљне врсте у плодореду, зависно од типа и влажност земљишта.

Сумарном анализом резултата утврђено је које би се од испитиваних биљних врста могле безбедно гајити у плодореду после примене кломазона и имазамокса. Такође, добијен је и одговор која се од испитиваних биљних врста може користити као тест биљка, односно који се од испитиваних параметара може користити као поуздан показатељ у биолошком тестирању динамике деградације и осетљивости биљака на кломазон и имазамокс.

Примењујући одговарајуће методе и технике, Јелена Гајић Умиљендић је у оквиру постављених циљева и програма рада, веома успешно извела експериментални део истраживања, што је документовала у резултатима и прилозима. Дискусија резултата представља научно заснована тумачења и поређења сопствених резултата са резултатима до којих су, у сличним или релевантним истраживањима, дошли други аутори. Закључци су добро изведени и у сагласности са резултатима и вођеном дискусијом.

Имајући у виду напред наведено Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду, да то прихвати и омогући кандидату да исту јавно брани.

#### Чланови комисије:

Др Петар Вукша, редовни професор (Пестициди)  
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет

Др Љиљана Радивојевић, виши научни сарадник (Пестициди)  
Институт за пестициде и заштиту животне средине, Београд

Др Сава Врбничанин, редовни професор (Хербологија)  
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет

Др Катарина Јовановић-Радованов, доцент (Пестициди)  
Универзитет у Београду-Пољопривредни факултет

Др Рада Ђуровић-Пејчев, научни сарадник (Физичка хемија)  
Институт за пестициде и заштиту животне средине, Београд

## Прилог:

Радови Јелене Гајић Умиљендић објављени у часописима од међународног значаја:

Đurović R., **Gajić Umiljendić J.**, Cupać S., Ignjatović Lj. (2010): Solid Phase Microextraction as an Efficient Method for Characterization of the Interaction of Pesticides with Different Soil Types. JOURNAL OF THE BRAZILIAN CHEMICAL SOCIETY, 21(6), 985-994.

Radivojević, Lj, Gašić, S., Šantrić, Lj., **Gajić Umiljendić, J.**, Marisavljević, D. (2012): Short-time effects of the herbicide nicosulfuron on the biochemical activity of Chernozem soil. JOURNAL OF THE SERBIAN CHEMICAL SOCIETY, 77(6), 845-855