

КОРИШЋЕЊЕ ПЕСТИЦИДА У БИЉНОЈ ПРОИЗВОДЊИ
И ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

SERBIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS

SCIENTIFIC MEETINGS

Book CLXXXI

DEPARTMENT OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES

Book 16

USE OF PESTICIDES
IN PLANT PRODUCTION
AND ENVIRONMENTAL
PROTECTION

Accepted at the VIII meeting of the Department of Chemical and Biological Sciences
on February 22, 2019

Editors

Academicians

DRAGAN ŠKORIĆ

MARKO ANĐELKOVIĆ

BELGRADE 2019

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

НАУЧНИ СКУПОВИ

Књига CLXXXI

ОДЕЉЕЊЕ ХЕМИЈСКИХ И БИОЛОШКИХ НАУКА

Књига 16

КОРИШЋЕЊЕ ПЕСТИЦИДА У БИЉНОЈ ПРОИЗВОДЊИ И ЗАШТИТА ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

Примљено на VIII скупу Одељења хемијских и биолошких наука
од 22. фебруара 2019. године

Уредници
академици

ДРАГАН ШКОРИЋ
МАРКО АНЂЕЛКОВИЋ

БЕОГРАД 2019

Издаје
Српска академија наука и уметности
Кнеза Михаила 35, Београд

Технички уредник
Никола Сивановић

Лектор и коректор
Тања Рончевић

Превод резимеа
Ауџори

Тираж 500 примерака

Штампа
Планета ѝриниј, Београд

© Српска академија наука и уметности 2019

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР
академик Драган Шкорић, председник
академик Марко Анђелковић
академик Драган Мицић
проф. др Драгана Божић
др Горан Малица
Вера Батина, секретар

САДРЖАЈ
CONTENTS

ПРЕДГОВОР	9
Васкрсија Јањић ИСТОРИЈАТ И ЗНАЧАЈ ПРИМЕНЕ ПЕСТИЦИДА У БИЉНОЈ ПРОИЗВОДЊИ	11
Vaskrsija Janjić HISTORY AND IMPORTANCE OF PESTICIDE APPLICATION IN THE PLANT PRODUCTION	32
Мирјана Лалошевић, Жељко Миловац, Горан Малица, Весна Жупунски, Стеван Маширевић, Радивоје Јевтић ПРИМЕНА ПЕСТИЦИДА У РАТАРСТВУ	33
Mirjana Lalošević, Željko Milovac, Goran Malidža, Vesna Župunski, Stevan Maširević, Radivoje Jevtić PESTICIDE USE IN FIELD CROPS	51
Емил Рекановић, Милош Степановић, Светлана Милијашевић Марчић, Ивана Поточник ПРИМЕНА ПЕСТИЦИДА У ПОВРТАРСТВУ	53
Emil Rekanović, Miloš Stepanović, Svetlana Milijašević Marčić, Ivana Potočnik PESTICIDE APPLICATION IN VEGETABLE PRODUCTION	69
Новица М. Милетић ПРИМЕНА ПЕСТИЦИДА У ВОЂАРСТВУ	71
Novica M. Miletić APPLICATION OF PESTICIDES IN FRUIT GROWING	83
Мара Табаковић-Тошић ПРИМЕНА ПЕСТИЦИДА У ШУМАРСТВУ	85
Mara Tabaković-Tošić THE APPLICATION OF PESTICIDES IN FORESTRY	96
Петар Кљајић, Горан Андрић, Маријана Пражић Голић ПРИМЕНА ПЕСТИЦИДА У ЗАШТИТИ УСКЛАДИШТЕНИХ ПРОИЗВОДА	99
Petar Kljajić, Goran Andrić, Marijana Pražić Golić APPLICATION OF PESTICIDES IN STORED PRODUCT PROTECTION	118

Алекса Обрадовић ИНТЕГРАЛНА ЗАШТИТА БИЉА – ПРЕДУСЛОВ ОДРЖИВЕ ПРОИЗВОДЊЕ	119
Aleksa Obradović INTEGRATED PLANT PROTECTION – A PRECONDITION FOR SUSTAINABLE PRODUCTION	130
Александар Седлар УРЕЂАЈИ ЗА ПРИМЕНУ ПЕСТИЦИДА	131
Aleksandar Sedlar CONDITIONING PESTICIDE APPLICATION	145
Ивана Теодоровић УТИЦАЈ ПЕСТИЦИДА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ	147
Ivana Teodorović ENVIRONMENTAL IMPACT OF PESTICIDES	160
Горан Малица, Васкрсија Јањић РЕЗИСТЕНТНОСТ КОРОВА НА ХЕРБИЦИДЕ	161
Goran Malidža, Vaskrsija Janjić HERBICIDE-RESISTANT WEEDS	180
Милан Стевић РЕЗИСТЕНТНОСТ ГЉИВА НА ФУНГИЦИДЕ	181
Milan Stević FUNGICIDE RESISTANCE	195
Дејан Марчић РЕЗИСТЕНТНОСТ АРТРОПОДА НА ИНСЕКТИЦИДЕ И АКАРИЦИДЕ	197
Dejan Marčić ARTHROPOD RESISTANCE TO INSECTICIDES AND ACARICIDES	214
Петар Булат, Стефан Мандић-Рајчевић ЗДРАВСТВЕНИ РИЗИЦИ УСЛЕД ПРИМЕНЕ ПЕСТИЦИДА	217
Petar Bulat, Stefan Mandić-Rajčević HEALTH RISKS OF PESTICIDE USE	226
Драгица Бркић, Нешко Неškовић ЗАКОНСКА РЕГУЛАТИВА У ОБЛАСТИ СРЕДСТАВА ЗА ЗАШТИТУ БИЉА	229
Dragica Brkić, Neško Nešković LEGISLATION ON PLANT PROTECTION PRODUCTS	251

Мирослав Ивановић ПОСТУПАЊЕ СА АМБАЛАЖНИМ ОТПАДОМ ОД СРЕДСТАВА ЗА ЗАШТИТУ БИЉА	253
Miroslav Ivanović MANAGEMENT OF EMPTY CROP PROTECTION PRODUCT CONTAINERS	267
Горан Алексић, Мира Старовић, Светлана Живковић, Слободан Кузмановић ЗНАЧАЈ ПРОГНОЗНО-ИЗВЕШТАЈНЕ СЛУЖБЕ У СУЗБИЈАЊУ ШТЕТНИХ ОРГАНИЗАМА У ПОЉОПРИВРЕДИ	269
Goran Aleksić, Mira Starović, Svetlana Živković, Slobodan Kuzmanović THE IMPORTANCE OF THE DISEASES FORECASTING SERVICE IN THE HARMFUL ORGANISMS CONTROL IN AGRICULTURE	285
ИЗВОДИ ИЗ ДИСКУСИЈЕ	287
ЗАКЉУЧЦИ	289
КОМЕНТАР	295

ПРЕДГОВОР

Актуелност проблематике развоја пољопривреде, као једног од стратешких праваца привредног развоја Србије, чији је саставни део и биљна производња, па тиме и употреба пестицида, уз недвосмислена опредељења за очување и унапређење природне средине и очување биодиверзитета, представљали су основни мотив да Академијски одбор за село и Академијски одбор „Човек и животна средина“ Српске академије наука и уметности организују 13–14. новембра 2018. године у Свечаној сали САНУ научно-стручни скуп под називом: „Коришћење пестицида у биљној производњи и заштита животне средине“.

Јавно мњење, здравствене организације и организације за заштиту животне средине, и у свету и код нас, већ дуго времена забрињава интензивна примена пестицида због њиховог утицаја на здравље људи (акутна и хронична токсичност, генотоксичност, мутагеност, оштећења нервног и имуног система), утицаја на животну средину (контаминација воде, земљишта и хране токсичним резидуима) и ефеката на биодиверзитет. Та забринутост расте са објективним спознавањем комплексности и мултидимензионалности проблематике везане за примену пестицида и заштите средине у најширем значењу те речи, као и здравља људи. Развијају се нове стратегије заштите биља, као што су истраживања у области биолошке контроле у ужем смислу, откривање и синтеза нових селективних и еколошки прихватљивих пестицида и генетичко инжињерство, а у домену заштите животне средине поставља се концептуални оквир, развоја методологија и моделовање у еколошкој процени ризика од пестицида.

Циљ овог скупа био је да обезбеди плодотворну размену компетентних мишљења о свим релеватним проблемима у оквиру тематике скупа, где је пружена прилика једном делу стручњака из одговарајућих дисциплина да изнесу своје респектабилно знање и искуства и предложе могуће правце развоја и решења актуелних проблема из ове области.

Током дводневног рада скупа саопштено је 16 научно-стручних радова. Комплексно су обрађени пестициди и њихово коришћење у позитивном смислу, као и дилеме и негативности које проузрокују за човека, биљке и животну средину, односно екосистем.

Скуп је почео детаљним историјским прегледом и значајем примене пестицида у биљној производњи; потом је детерминисана примена пестицида у ратарству, повртарству, воћарству и шумарству, а проблематика заштите ускладиштених производа је темељно обрађена, са акцентом на интегралној заштити биља, као предуслову одрживе производње. Значајан простор посвећен је уређајима за примену пестицида. Прецизно и методично је обрађена тема утицаја пестицида на животну средину, истакавши значај резистентности појединих корова на пестициде, резистентност гљива на фунгициде и резистентност артропода на инсектициде и акарициде. Значајан простор посвећен је здравственим ризицима по човека због погрешне примене пестицида. Изложена је и коментарисана законска регулатива у области заштите биља. Посебно је обрађена тема поступања са амбалажом средстава за заштиту биља.

На основу изложених реферата и публикованих радова евидентна је чињеница да наша земља поседује веома квалитетан научни и стручни кадар, способан да са успехом целовито решава проблематику везану за коришћење пестицида. Анализирајући све приказане радове, констатујемо да аутори успешно прате промене у производњи и примени пестицида, као и увођење пестицида са новим формулацијама који безбедније обезбеђују њихову примену у заштити људи, биљака, животиња и животне средине у целини.

Целовитим сагледавањем изнете проблематике, уз услов да се све предложено адекватно примени у пракси, у практичном коришћењу пестицида не би требало да буде већих проблема. Ово изискује перманентну обуку наших произвођача, посебно у области примене нових пестицида. Стога је важно да Зборник радова са овог скупа буде, директно или индиректно (преко стручњака), доступан сваком произвођачу. У овом трансферу знања посебно место припада стручњацима у пољопривредно-стручним службама, што уједно претпоставља њихову перманентну едукованост и информисаност о свим новинама у овој области.

Користимо ову прилику да се посебно захвалимо ауторима, учесницима скупа, на квалитетним радовима, а посебно на илустративним и сугестивним презентацијама и припремљеним радовима за публикавање, чиме су омогућили да се успешно реализује циљ овог скупа – указивање на општа кретања у области пестицида и њихове адекватне и безбедне примене.

Академик Драган Шкорић,
председник Академијског одбора за село САНУ

Академик Марко Анђелковић,
председник Академијског одбора „Човек и животна средина“ САНУ

ПРИМЕНА ПЕСТИЦИДА У ПОВРТАРСТВУ

ЕМИЛ РЕКАНОВИЋ^{*,**}, МИЛОШ СТЕПАНОВИЋ^{*}, СВЕТЛАНА
МИЛИЈАШЕВИЋ МАРЧИЋ^{*}, ИВАНА ПОТОЧНИК^{*}

С а ж е т а к. – Технологија гајења поврћа се из године у годину унапређује и модификује. Адекватна примена агротехничких мера – припрема земљишта, одабир квалитетног семенског и садног материјала (расад), оптимална густина усева, исхрана, наводњавање, специфичне мере неге, и хемијских мера – заштите од корова, проузорковача обољења и штеточина представљају основ ове технологије. Примена пестицида хемијског порекла и даље остаје доминантни вид заштите повртарских усева од штетних организама. Најзначајније хемијске групе фунгицида које се најчешће користе у заштити поврћа су триазоли, неорганска једињења бакра, дитиокарбамати, цијаноацетамид-оксими, фосфонати, карбамати, фениламини, инхибитори цитохром bcl комплекса, амиди карбоксилне киселине, бензамиди и дикарбоксимиди. У заштити поврћа од штетних инсеката и гриња највише су заступљене три групе инсектицида: оргаофосфати (диметоат, хлорпирифос, малатион), који делују као неуротоксини, карбамати (метомил, оксамил) инхибитори ацетилхолин естеразе (AChE), пиретроиди (ламбда цихалотрин, тау-флувалинат, акринатрин, алфа-циперметрин, циперметрин, делтаметрин) модулатори натријумових канала.

У последње време, све интензивније се проучавају и примењују биолошке мере контроле штетних организама. Са новим сазнањима о том начину заштите повртарских биљака расте и потреба за новим производима који би били алтернатива, или допуна хемијским мерама заштите.

Кључне речи: поврће, пестициди, фунгициди, инсектициди, биопестициди

УВОД

Производња поврћа представља једну од најинтензивнијих грана биљне производње, што се пре свега изражава величином приноса, оствареним дохотком, нето приходом и учешћем људског рада. Производња поврћа на отвореном пољу обезбеђује 5 до 8 пута већу вредност производње у односу на производњу пшенице, док је вредност производње поврћа у заштићеном простору 190–250 пута већа [20]. Ниво и обим повртарске производње у Србији је низак. Најважнији фактори који утичу на то су мали поседе, изостанак или недовољно развијено удруживање пољопривредних произвођача (слаба конкурентност), лоша и дотрајала механизација, непостојања у довољној мери складишних и прерадних капацитета, слаба обученост произвођача

* Институт за пестициде и заштиту животне средине, Београд–Земун,

** и-мејл: emil.rekanovic@gmail.com

за захтевне, интезивне производње, као и слаба повезаност и трансфер знања од научних институција до поља.

У Србији се површине на којима се заснива производња поврћа мењају из године у годину и углавном зависе од добити коју су произвођачи остварили из претходне године. Недостатак стабилног, уговореног и предвидивог тржишта представља један од главних проблема у производњи поврћа. Према подацима домаћих и страних компанија које се баве продајом средстава за заштиту и исхрану биља, у Србији се индустријска паприка гаји на 2.161 ха, купусњаче на 14.036 ха, парадајз на 8.256 ха, паприка 10.889 ха, мрква на 4.987 ха, целер 252 ха, махунасто поврће (пасуљ, боранија, грашак, боб, сочиво), лиснато (спанаћ, лисната алата, зеље, блитва), луковичасто (црни лук, бели лук, млади лук, празилук), мрква, целер, першун, паштрнак, краставац, лубеница, диња, бундева 38.172 ха.

Технологија гајења поврћа се из године у годину унапређује и модификује. Адекватна примена агротехничких мера – припрема земљишта, одабир квалитетног семенског и садног материјала (расад), оптимална густина усева, исхрана, наводњавање, специфичне мере неге, и хемијских мера – заштите од корова, проузорковача обољења и штеточина представљају основ ове технологије [22], [23].

У последње време, све интензивније се проучавају и примењују биолошке мере контроле штетних организама. Са новим сазнањима о том начину заштите повртарских биљака расте и потреба за новим производима који би били алтернатива, или допуна хемијским мерама заштите. Пооштрена регулатива која се односи на пестициде и њихову примену, као и подаци о евентуалној штетности тих производа, смањују понуде великих агрохемијских компанија, а тиме и могућности за успешну и економичну заштиту биља. Уз све то присутна је опасност од развоја резистентности штетних организама на синтетске пестициде, што даје нову димензију проблемима са којима се индустрија хемијских пестицида сусреће.

Највише интереса за биолошке препарате до сада је било показано у области контроле штетних инсеката и то углавном због релативног успеха производа на бази *Bacillus thuringiensis*. Међутим, током последње деценије било је неколико успешнијих покушаја развоја биолошких фунгицида, нематотицида и хербицида. И поред свега тога, производи за заштиту биља на бази живих организама за сада заузимају веома мали део укупне глобалне индустрије пестицида од око 32 милијарде долара годишње [4]. Примена пестицида хемијског порекла и даље остаје доминатни вид заштите повртарских усева од штетних организама.

ПРИМЕНА ПЕСТИЦИДА

Према званичним подацима (табела 1 и 2) објављеним у публикацији „Пестициди у пољопривреди и шумарству у Србији 2016“ [24] у нашој земљи

је званично регистровано: у усеу парадајза 48 активних супстанци (а. с) (6 хербицида, 19 инсектицида и акарицида, 22 фунгицида/бактерицида и један нематоцид), паприке 27 (4 хербицида, 16 инсектицида и акарицида, 6 фунгицида/бактерицида и један нематоцид), махунасто поврће 11 а. с. (4 хербицида и 7 инсектицида), купусасто поврће 29 а. с. (5 хербицида, 20 инсектицида и акарицида и 4 фунгицида/бактерицида), лиснато поврће 6 а. с. (3 хербицида, 2 инсектицида и акарицида и један фунгицид/бактерицид), луковичасто поврће 20 а. с. (9 хербицида, 5 инсектицида и акарицида и 6 фунгицида/бактерицида), коренасто-кртоласто 9 а. с. (2 хербицида, 2 инсектицида и акарицида и 5 фунгицида/бактерицида), краставац, лубеница, диња, дундева 35 а. с. (2 хербицида, 17 инсектицида и акарицида и 16 фунгицида/бактерицида).

Табела 1. Преглед регистрованих пестицида (активних супстанци) који се користе у повртарству у Републици Србији [24]

Поврће	Хербициди	Инсектициди акарициди	Фунгициди/ бактерициди	Нематоциди
Парадајз	6 (метрибузин, напропамид, пендиметалин, циклоксидим, клетодим, квизалофоп-П)	19 (хлорпирифос, диметоат, делтаметрин, малатион, метомил, <i>Bacillus thuringiensis</i> , емамектин бензоат, хлорантранилипрол, индоксакарб, ламбда-цихалотрин, имидаклоприд, абамаектин, бифентрин, ацетамиприд, алфа-циперметрин, дупрофезин, пиметрозин, пирипроксифен, спиротетрамат)	22 (азоксистробин, бакар-хидроксид, бакар-сулфат, бакар-сулфат тробазни, бакар-оксихлорид, босаклид, пираклостробин, хлороталонил, манкозед, цимоксанил, диметоморф, металаксил-М, метирам, пропамокарб-хидрохлорид, фенамидон, пропинеб, дифеноконазол, тебуконазол, ципродинил, цијазофамид, фамоксадон, флуопиколид, фосетилалуминијум)	1 (абамаектин)

Паприка	4 (напропамид, пендиметалин, клетодим, квизалофоп-П)	16 (хлорпирифос, диметоат, флоникамид, имидаклоприд, метомил, форметанат, емамаектин бензоат, индоксакарб, ацетамиприд, пиметрозин, тау-флувалинат, тиаклоприд, делтаметрин, тиаметоксам, уље уљане репице, акринатрин)	6 (боскалид, пираклостробин, пропамокарб- -хидрохлорид, манкозеб, фосе- тил-алуминијум, бакар-хидроксид)	1 оксамил
---------	--	--	---	--------------

Табела 2. Преглед регистрованих пестицида (активних супстанци) који се користе у повртарству у Републици Србији [24]

Поврће	Хербициди	Инсектициди и акарициди	Фунгициди/ бактерициди
Махунасто поврће (пасуљ, боранија, грашак, боб, сочиво)	4 (бентазон, имазамокс, клетодим, квизалофоп-П)	7 (хлорпирифос, диметоат, малатион, адамектин, бифентрин, фенпирокси- маг, тиаметоксам)	–
Купунасто (кунус, кел, карфиол, прокел, келераба, слачица)	5 (метазохлор, напропамид, пендиметалин, флуазифоп- П-бутил, клетодим)	20 (хлорпирифос, диметоат, ацетамиприд, гама-цу- халотрин, ламбда-ци- халотрин, пиметрозин, тау-флувалинат, тиакло- прид, имидаклоприд, делтаметрин, тиаметок- сам, уље уљане репице, малатион, бифентрин, циперметрин, ламбда- -цихалотрин, тебуфено- зид, емаектин бензоат, есфенвалерат, хлорантра- нилипрол)	4 (пропамокарб-хи- дрохлорид, флуопи- колид, бакар-сулфат, манкозеб)

Лиснаг (спанаћ, лисната алата, зеље, блитва)	3 (пропизамид, клетодим, квизалофоп-П)	2 (хлорпирифос, диметоат)	1 (фосетил- алуминијум)
Луковичасто (прни лук, бели лук, млади лук, празилук)	9 (флуроксипир, клопиралид, линурон, ок- сифлуорфен, пендиметалин, флуазифоп- -П-бутил, клетодим, квизалифоп-П, пропаквиза- фоп)	5 (хлорпирифос, диметоат, имидаклоприд, малатион, форметанат)	6 (бакар-оксихлорид, бакар-сулфат, хлоро- талонил, азоксистро- бин, пириметанил, пропинеб)
Коренасто- кртоласто (мрква, целер, першун, паштрук)	2 (линурон, кле- тодим)	2 (диметоат, хлорпирифос)	5 (хлороталонил, пириметанил, ман- козеб, бакар-сулфат, ипродион)
Краставац, лубеница, диња, бундева	2 (клетодим, квизалофоп-П)	17 (хлорпирифос, диметоат, малатион, метоил, ламбда-циха- лотрин, имидаклоприд, абаментин, акринатрин, бифентрин, клофентезин, уље уљане репице, спиносад, алфа циперме- трин, бупрофезин, циперметрин, делтаметрин, оксамил)	16 (уље чајног дрвета, каптан, бупиримат, миклобутанил, бакар-оксихлорид, аметоктрадин, диметоморф, азоксистробин, бакар-хидроксид, фосетил-АI, хлоро- талонил, металаксил, манкозеб, пропамо- карб-хидрохлорид, флуопиколид, пропинеб)

Специфичан начин гајења поврћа (монокултура, заштићен простор или на пољу) уз интензивну примену свих агротехничких мера (нега усева, прихрана, наводњавање) ствара посебну микроклиму која погодује појави и развоју проузроковача обољења и штетних артропода. У најзначајније патогене убрајају се гљиве проузроковачи полагања расада (*Pythium spp.*), пегавости (*Alternaria solani*), увенућа (*Verticillium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum*), трулежи (*Botrytis cinerea*, *Sclerotinia sclerotiorum*), затим пламе-

њача (*Phytophthora infestans*, *Pseudoperonospora cubensis*), пепелнице (*Erysiphe cichoracearum*) и др. [11], [12]. Поред гљива, значајне штете производњи поврћа у заштићеном простору причињавају и фитопатогене бактерије (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*, *Xanthomonas euvesicatoria*, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*). Међу артроподама су најзначајније лептиросте и лисне ваши (Homoptera: Aleyrodidae, Aphididae), трипси (Thysanoptera), минери (Diptera: Agromyzidae), совице (Lepidoptera: Noctuidae) и гриње (Acari: Tetranychidae, Eriophyoidea, Tarsonemidae) [24].

ПРИМЕНА ФУНГИЦИДА

По свом броју, распрострањености и економском значају у производњи поврћа, гљиве и псеудогљиве заузимају прво место међу проузроковачима обољења. Патогене гљиве се у неповољним условима одржавају у виду различитих спора (ооспора, хламидоспора) или у облику густих и чврстих творевина (склероције). Многе гљиве се одржавају и у самој биљци домаћину, најчешће коровима, самониклим биљкама или гајеним биљкама у стакленику где се поврће производи целе године [22], [23].

Проузроковачи трулежи корена и приземног дела стабла налазе се у земљишту и припадају различитим врстама паразитних гљива, родова *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*. Гљиве се одржавају и на семену, садном материјалу и остацима биљака у земљишту. Активирају се у повољним условима спољне средине (топлота и влажност). На развој гљиве и интензитет напада утиче већи број фактора од којих су најзначајнији влажност и температура. За већину гљива неопходна је кап воде да спора проклија и оствари инфекцију. Због тога је зараза гљивама увек јачег интензитета у условима влажног и кишовитог времена [22], [23].

Доминантан начин сузбијања фитопатогених гљива је применом фунгицида хемијског порекла. Најзначајније хемијске групе фунгицида, које се најчешће користе у заштити поврћа, јесу неорганска једињења бакра, ди-тиокарбамати, триазоли, цијаноацетамид-оксими, фосфонати, карбамати, фениламини, инхибитори цитохром bc1 комплекса, *амици карбоксилне киселине*, бензамиди и дикарбоксимиди [11], [12].

НЕОРГАНСКА ЈЕДИЊЕЊА БАКРА

Хемијско сузбијање фитопатогених гљива и псеудогљива почело је крајем XIX века применом једињења на бази бакра као што је бордовска чорба. Сматра се да примена бордовске чорбе означава почетак хемијске заштите биљака од проузроковача обољења. Своју изузетну успешност и ефикасност у сузбијању фитопатогених гљива ово једињење дугује одличној фунгицидној ефикасности, постојаношћу и дистрибуцијом на лисној површини, те прилично лакој апликацији [18]. Бордовска чорба се припрема

од два релативно једноставна, јефтина и лако доступна једињења – бакар-сулфата и креча, и може да се примени растворена у води или у облику прашива. Међутим, због повременог испољавања фитотоксичних ефеката, неколико деценија после прве употребе појавила су се и друга једињења на бази бакра, као што је бакар-оксид и бакар-оксихлорид, а крајем шездесетих година XX века и бакар-хидроксид, која су у великој мери ублажила ову негативну особину [3], [12]. У свету је регистровано преко 100 различитих препарата на бази бакра који се користе сами или у комбинацији са другим једињењима за сузбијање фитопатогених гљива [25]. Препоручене количине за примену ових препарата крећу се од 0,75 до 4 кг/ха.

Сви бакарни фунгициди имају исти јон бакра (Cu^+ или Cu^{2+}) као биолошки активну компоненту и испољавају одређени ниво фитотоксичности, која у мањој или већој мери може да умањи принос у случају примене ових једињења у одсуству патогена [3]. Бакарни фунгициди се понекад комбинују са металаксилом у циљу проширења спектра деловања (фитопатогене бактерије) и спречавања појаве и развоја резистентних изолата псеудогљива рода *Phytophthora* на специфичне фениламидне фунгициде [12], [18]. Бакарни јони реагују са сулфхидрилним, карбоксилним и хидроксилним групама протеина, што има за последицу денатурацију мултипних ензима који су од пресудне важности за нормално функционисање метаболизма [25]. Крајња реакција нарушавања метаболизма ћелије гљиве је ремећење и директног и индиректног клијања спорангија и цитоспора. Фунгициди на бази бакра посебно су ефикасни у сузбијању гљива из класе Oomycota, пре свега због хидрофилне природе бакарних соли [3]. Фунгициди из ове групе су несистемични са протективним деловањем. У повртарству се користе за сузбијање фитопатогених гљива *Alternaria solani*, псеудогљива *Phytophthora infestans*, *Peronospora destructor*, *Peronospora parasitica*, *Pseudoperonospora cubensis* и фитопатогених бактерија *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, *Pseudomonas tomato*.

ДИТИОКАРБАМАТИ

Први дитиокарбамати су откривени 40-их година XX века, а даљи развој је уследио у периоду између 1951. и 1962. године [3]. Њиховом појавом почела је ера примене органских фунгицида. Дитиокарбамати су мање фитотоксични у поређењу са бакарним једињењима и лакше се транспортују и примењују. То су вероватно најзначајнији фунгициди који се користе за сузбијање псеудогљива (33% светског тржишта). Цирам и фердам су диалкилдитиокарбамати, а набам, цинеб, манеб и пропинеб су алкилбисдитиокарбамати. Најзначајнији су етиленбисдитиокарбамати или EDBС, за које је утврђено да су фунгицидно најактивнији представници групе. Манкозед је високостабилна магнезијум-цинкова со и биолошки је активнији од манеба или цинеба. Активна компонента једињења ове групе је дитиокарбаматни анијон који ремети металоензиме или реагује са тиолним групама ензима.

Једињења из подгрупа диалкилдитиокарбамата и тиурама показују донекле специфично деловање на дехидрогеназе које садрже липоамиде [3], [11]. Етиленбисдितिокарбамати су неспецифичног деловања. Врло су нестабилна једињења, разграђују се брзо и формирају велики број метаболита, а етилен-тиурам-дисулфид се сматра одговорним за фунгитоксичност тако што реагује са ћелијским виталним тиолним групама. Дитиокарбамати ефикасно инхибирају и клијање зооспора и пораст мицелије [3].

Дитиокарбамати се и даље користе као основа програма заштите повртарских биљака од правих и псеудо-фитопатогених гљива [13]. Веома ефикасно сузбијање проузроковача пламењаче парадајза *Ph. infestans* може се постићи применом дитиокарбамата у кратким временским интервалима, почевши од почетка цветања па до заметања плода. Кратки временски интервали између третирања су од посебне важности у кишним периодима када је неопходно заштити нове младе делове биљака, а у условима високог инфекционог потенцијала и када биљке брзо расту. Често се комбинују са системичним и локалсистемичним фунгицидима, као што су металаксил, цимоксанил, оксадиксил, диметоморф, фамоксадон и фосетил-алуминијум, у циљу спречавања развоја резистентности и проширења спектра деловања. Дитиокарбамати су пре свега протективни, несистемични фунгициди који се користе за сузбијање *Alternaria solani*, *Peronospora parasitica*, *Pseudoperonospora cubensis*. У танк-микс комбинацији са препаратима на бази бакра могу се корисити и за сузбијање фитопатогених бактерија *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*, *Pseudomonas tomato*, када долази до појаве синергистичког ефекта [8], [9].

ТРИАЗОЛИ

Деривати имидазола и триазола спадају у групу хетероцикличних једињења са једним, два или три хетероатома. Практичну примену у пољопривреди нашла су првенствено петочлана хетероциклична једињења са два атома азота (имидазоли) и једињења са три атома азота (триазоли). Структурална варирања хетероцикличног прстена и липофилних субституената условљавају њихову селективност и варијацију спектра деловања на гљиве. Н-деривати имидазола и триазола инхибирају биосинтезу ергостерола гљива и најпре су били означени као ЕБИ (Ergosterol Biosynthesis Inhibitors). Ергостерол је главни конститутивни и функционални део ћелијских мембрана гљива и представља главни стерол код већине гљива [1, 5]. Међутим, установљено је да постоје гљиве којима основни стерол није ергостерол, тако да је термин ЕБИ замењен изразом SBI (Sterol Biosynthesis Inhibitors).

Фунгициди из ових хемијских група инхибирају деметилацију угљеника код прекурсора ергостерола, и то код ланостерола у положају угљеника С-14 или у положају С-24 код метилен дихидроланостерола, и означени су као ДМИ фунгициди (DeMethylation Inhibitors) [1], [6], [7].

Као последица ране инхибиције синтезе ергостерола долази до акумулације интермедијера који садрже метил групу – метилованих стерола, првенствено ебурикола, обтусифолиола и 14 α -метилфестостерола, док се садржај ергостерола у ћелијским мембранама смањује [6], [10]. Гљиве су на тај начин лишене, ергостерола, али је највероватније њихов раст смањен због акумулације метилованих стерола, који изазивају повећање пермеабилности мембрана, промену активности везаних ензима у мембрани и промене у усвајању хранљивих материја [1], [10]. Пестициди ове групе су по покретљивости у односу на биљку системични фунгициди са протективним, куративним и ерадикативним деловањем.

Најзначајнији представници ове групе фунгицида који се користе у заштити поврћа су: тебуконазол, миклобутанил и дифеноконазол. Користе се за сузбијање *Alternaria solani*, *Fulvia fulva*, *Botrytis cinerea* и *Erysiphe cichoracearum*.

ЦИЈАНОАЦЕТАМИД-ОКСИМИ

Почетни развој системичних фунгицида за сузбијање правих гљива почео је 60-их година прошлог века са увођењем бензимидазола [3]. Системични фунгициди за сузбијање псеудогљива су се појавили тек средином и крајем 70-их година, и то прво са увођењем цијаноацетамид-оксима (цимоксанил), фениламида (металаксил), фосфоната (фосетил-Ал) и карбамата (пропамокарб) [3], [12]. Само два од наведених фунгицида, цимоксанил и металаксил, имала су у почетку широку и интензивну примену у сузбијању псеудогљива. Најзначајнији представник групе цијаноацетамид-оксима је цимоксанил. Делује на неке од родова реда *Peronosporales* (*Plasmopara*, *Peronospora*, *Phytophthora* и *Pseudoperonospora*). У биљци се креће и трансламинарно и акропетално. Анализом *in planta* путем маркера С-14 утврђено је присуство цимоксанила у биљкама парадајза за мање од 24 h после усвајања кореном. Брзина усвајања и дистрибуција цимоксанила у биљци у великој мери зависи и од температуре. Брзо се метаболише у биљном ткиву и DT_{50} износи свега неколико дана. Активност цимоксанила у лишћу краће траје у поређењу са металаксилем и фосетил-Ал, али је дужа у односу на протективне фунгициде [17], [18]. Биолошки механизам деловања још није са сигурношћу утврђен, али се сматра да је могуће место деловања ремећење синтезе РНК. Примарно биолошко место деловања слично је контактним фунгицидима и односи се на спречавање ослобађања зооспора, клијање и формирање апресоријума [17], [18], [19]. Цимоксанил такође испољава умерену постинфективну, куративну активност инхибирајући раст хифа у биљци [3]. У повртарству се користе за сузбијање и правих псеудогљива, најчешће у комбинацији са манкозедом, бакар-хидроксидом, фамоксаденом и пропинебом.

ФОСФОНАТИ

Најзначајнији представник ове групе је фосетил-Al и продукт његове разградње фосфорна киселина. Сва једињења ове групе се убрзо после доспевања у биљно ткиво разграђују до фосфатног анјона који представља активну компоненту ових фунгицида [3], [12]. Алкил-фосфонати могу испољити додатни фунгицидни ефекат преко свог металног катјона. Биохемијски механизам деловања фосфоната односи се на метаболизам аминокиселина [3], [12].

Поред фунгистатичног ефекта, фосфонати индукују код биљака и отпорност на патогене. Фосфонати се одлично транслоцирају у биљкама и акропетално и базипетално, што их чини јединственим међу свим фунгицидима. Ови фунгициди испољавају слабу или спорадичну фунгицидну активност у сузбијању надземних вегетативних делова повртараских биљака, што је узроковало и њихову слабију комерцијалну примену [16]. Резултати примене фосфоната потврдили су њихову пуну системичну покретљивост *in planta* и добру ефикасност у спречавању пропадања и полагања клијанаца услед инфекције врстама рода *Pythium* [3], [12], [16]. Фосфонати се најчешће примењују у комбинацији са протективним (манкозеб, метирам, фолпет) и другим системичним фунгицидима (цимоксанил, фамоксадон, фенамидон) [25].

КАРБАМАТИ

Пропамокарб и протиокарб су најважнији карбаматни фунгициди. Спектар деловања им је ограничен на врсте из родова *Pythium*, *Phytophthora*, *Arhanomyces*, *Bremia*, *Peronospora* и *Pseudoperonospora spp.* [25]. Углавном се користе у расадничкој производњи за сузбијање проузроковача пропадања и полагања младих биљака. Биолошки механизам деловања још није у потпуности јасан. Међутим, уочено је да пропамокарб утиче на биосинтезу фосфолипида и масних киселина у ћелијским мембранама.

Пропамокарб је локалсистемик и углавном се креће акропетално [3], [12], [16]. Биолошка активност пропамокарба је релативно слаба у поређењу са другим локалсистемичним фунгицидима, тако да се мора примењивати у већим количинама како би се могли испољити ефекти. У заштити кромпира од проузроковача пламењаче користи се само у комбинацији са контактним фунгицидима – манкозеб или локалсистемичним, као што су флуопиколид и фенамидон [25]. Претпоставља се да је биолошко место деловања заправо комбинација умереног ефекта инхибиције клијања спорангија и израженијег ефекта спречавања пораста мицелије патогена. Постинфективна активност пропамокарба је ограничена, па је много боље примењивати га пре заразе. У заштити поврћа највише се користи у сузбијању проузроковача полагања расада рода *Pythium* или у комбинацији са другим фунгицидима за сузбијање више различитих врста проузроковача пламењаче [21].

ФЕНИЛАМИДИ

Фунгициди из групе фениламида испољавају веома специфично деловање на патогене реда *Peronosporales* и подељени су у две групе: а) ацилаланини – са најважнијим једињењима фуралаксил, металаксил и беналаксил, и б) ациламино-оксазолидиони – офурак и ципрофурам [3], [15], [19]. Иако се сва ова једињења користе за наведену намену, металаксил има најширу комерцијалну примену [3], [12]. Металаксил се у биљци креће акропетално тако да примена овог фунгицида преко корена или третирањем нижих надземних делова биљака често обезбеђује заштиту новог лишћа [3, 12]. Биолошки механизам деловања није до краја у потпуности јасан, али се сматра да је усмерен на инхибицију биосинтезе рибозомалне РНК преко ремећења полимеразе РНК1 комплекса. Металаксил инхибира и пораст мицелије и спорулацију патогена. Изразита системичност и инхибиција пораста мицелије омогућава његову ефикасну постинфективну примену [3].

Због своје растворљивости у води металаксил се лако усваја преко корена и користи се за сузбијање *Pythium* и *Phytophthora* врста заливањем биљака у расадничарској производњи. Такође, у комбинацији са протективним фунгицидима (хлороталонил, манкозед) корисити се за заштиту надземних делова повртарских биљака од правих (*Alternaria solani*) и псеудогљива (*Phytophthora infestans*, *Bremia* sp.).

СТРОБИЛУРИНИ И ДРУГИ ИНХИБИТОРИ ЦИТОХРОМ bc1 КОМПЛЕКСА

Три групе фунгицида, стробилурины, оксазолидиндиони и имидазолинони деле заједничко биолошко место деловања – инхибицију цитохром bc1 комплекса. Ови фунгициди испољавају добру ефикасност у сузбијању и правих и псеудогљива.

За ове супстанце утврђено је да поседују фунгицидне и фунгистатичне особине, али је њихова шира примена изостала због изражене фотодеградабилности. На основу карактеристика ових природних једињења створене су синтетичке супстанце које имају исту основну структуру, али знатно стабилније молекуле. Први фунгициди из групе стробилурина, који су се средином 90-их година прошлог века појавили на тржишту, били су азоксистробин и кресоксим-метил. Стробилурины потичу од једињења стробилурин А, кога производи гљива *Strobilurus tenacellus* [11]. Механизам деловања стробилурина је специфичан. Ови фунгициди инхибирају ћелијску респирацију тако што се везују за протеинске подјединице цитохром bc1 комплекса смештеног у унутрашњој мембрани митохондрија [25]. Цитохром bc1 је кључни ензим у респираторном електрон-транспортном ланцу. Овај ензим каталише трансфер електрона са убиквинола (Q) до цитохрома c. То су пре свега протективни фунгициди са куративним деловањем. У заштити поврћа користе се сами или у комбинацији са сличним фунгицидима (најчешће пиракло-

стробин и боскалид) за сузбијање *Botrytis cinerea*, *Alternaria solani*, *Septoria lycopersici*, *Peronospora destructor*, *Bremia lactuca*, *Fulvia fulva* [24].

АМИДИ КАРБОКСИЛНЕ КИСЕЛИНЕ

Групу фунгицида означену као амиди карбоксилне киселине или САА (Carboxylic Acid Amides) фунгициди чине једињења: диметоморф, флуморф, ипроваликарб, бентиаваликарб и мандипропамид. Механизам деловања САА фунгицида није познат. Морфолошка проучавања указују да диметоморф, ипроваликарб и бентиаваликарб, инхибирају биосинтезу ћелијског зида, и то првенствено код зооспора различитих врста рода *Phytophthora* проузрокујући њихову разградњу [2], [3], [12].

Први САА фунгицид који је почео комерцијално да се примењује почетком 90-их за сузбијање *Ph. infestans* је диметоморф. То је системични фунгицид добијен од цинаминске киселине. У биљци се креће и трансламинарно и акропетално. Специфичност диметоморфа је да делује само на *Phytophthora spp.* и одређени број врста из фамилије *Peronosporaceae*. Диметоморф испољава највећу ефикасност када се примењује протективно пре остварене инфекције, мада су забележени и постинфективни ефекти [3], [12]. Као и остали представници САА фунгицида, диметоморф ремети формирање ћелијског зида и инхибира формирање спорангија [2], [3], [12]. Такође, негативно утиче и на све остале развојне стадијуме у циклусу развића псеудогљива, осим на стварање зооспорангија и њихово ослобађање, јер тада не долази до биосинтезе ћелијског зида. За разлику од флуморфа, ипроваликарба и бентиаваликарба, диметоморф не утиче на регенерацију протопласта [3], [12]. У комбинацији са манкозобом се примењује у усеву парадајза и краставца за сузбијање проузроковача пламењаче. Новији фунгицид из ове групе је мандипропамид. То је превентивни локал-системични фолијарни фунгицид који у одређеном степену испољава и куративни ефекат. Мандипропамид се чврсто везује за воштану превлаку надземних делова биљака и тешко се спира [25]. Ефикасно инхибира клијање спора, пораст мицелије и спорулацију патогена [3], [12]. У комбинацији са бакар-оксихлоридом и дифеноконазолом користи се за сузбијање *Alteranria solani* и *Phytophthora infestans*.

БЕНЗАМИДИ

Флуопиколид и зоксамид су једини представници ове групе фунгицида. Механизам деловања је сличан механизму деловања фунгицида из групе бензимидазола. Зоксамид инхибира митозу, односно деобу ћелија тако што се везује за β -тубулин те ремети повезивање микротубула и формирање деодног вретена [3], [12].

Биолошко место деловања зоксамида је инхибиција митозе у већини стадијума развића псеудогљива. Испољава слаб ефекат на стварање зооспо-

рангија, њихову инкапсилацију и клијање, јер није познато да ли се митоза јавља у овим стадијумима животног циклуса патогена [3], [12], [19].

Флуопиколид испољава високу ефикасност у свим развојним стадијумима патогена и спречава спорулацију, формирање зооспора, покретљивост зооспора, клијање заобљене зооспоре, продирање хифа у биљно ткиво и пораст мицелије [3], [12]. Имунолокализациона испитивања су показала да код гљива недовољно проучен спектрину сличан протеин повезан са цитоскелетом се јасно делокализује убрзо након третмана са флуопиколидом. Сматра се да спектрину слични протеини формирају мост између цитоскелета и плазма мембране и да имају улогу у процесу издуживања и поларизација хифа [25]. Овај механизам деловања је јединствен и другачији од свих до сада познатих хемијских група фунгицида што смањује могућност од појаве укрштене резистентности и омогућава комбиновање са другим фунгицидима. Протективни фунгициди са трансламинарном и ксилемском протективношћу у биљкама. Флуопиколд у комбинацији са пропамокарб-хидрохлоридом се корисити са за сузбијање *Phytophthora infestans*.

ДИКАРБОКСИМИДИ

Дикарбоксимиди испољавају протективно деловање у сузбијању фитопатогених гљива из родова *Botrytis*, *Sclerotinia*, *Alternaria*, *Sclerotium* и *Rhizoctonia*. Различита активност, као и спектар деловања појединих једињења из ове групе условљен је њиховом хемијском структуром. Дикарбоксимиди имају цикличну компоненту која може бити оксазолидиндион (винклозолин ихлозолинат), сукцинимид (просимидон и метомеклан) и хидантоин (ипродион) [24].

Дикарбоксимиди изазивају неспецифичне морфолошке промене мицелије, сличне променама које настају под утицајем сорбозе, цитохаласина или инхибитора синтезе протеина [25]. Утврђено је да инхибирају пораст мицелије и клијање конидија, с тим што је инхибиција клијања конидија слабије изражена. Ова једињења утичу на структуру и митотску деобу ћелије, синтезу протеина ћелијских мембрана, РНК и ДНК, а ремете и метаболизам стерола и липида. Међутим, и поред великог броја ефеката које дикарбоксимиди могу да изазову у различитим деловима метаболизма ћелије, њихов примарни механизам деловања још увек није познат. У повртарској производњи, у усевима парадајза и мркве, највећу примену има ипродион за сузбијање *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Sclerotinia* spp. и *Botrytis cinerea*.

ИНСЕКТИЦИДИ И АКАРИЦИДИ У ПОВРТАРСТВУ

У заштити поврћа од штетних инсеката и гриња највише су заступљене три групе инсектицида: органофосфати (диметоат, хлорпирифос, малатион), који делују као неуротоксини, карбамати (метомил, оксамил) инхибитори

ацетилхолин есетеразе (AChE), пиретроиди (ламбда цихалотрин, тау-флувалинат, акринатрин, алфа-циперметрин, циперметрин, делтаметрин) модулатори натријумових канала. Због појаве резистентности великог броја врста инсеката и гриња на ова једињења њихова употреба је лимитирана што је створило потребу за синтезом нових активних супстанци. Најбоље особине су испољили неоникотиноиди својом одличном ефикасношћу и повољним токсиколошким особинама. Због структурне сличности са никотином ове нове супстанце називају се неоникотиноидима [22], [23].

За разлику од неоникотиноида, никотин поседује слабо инсектицидно деловање, нестабилан је и није погодан за употребу за заштиту повртарских биљака. Обе групе неоникотиноиди и никотиноиди делују као агонистиникотинских ацетилхолинских рецептора (nAChR). Основна разлика је да су никотиноиди јонизовани при физиолошком рН и селективни за nAChR сисара а неоникотиноиди нису те су јаче селективни према nAChR инсеката и гриња [22], [23].

У заштити поврћа највише се користе имидаклоприд (сиситемични фунгицид са контактним деловањем), тиаклоприд (системични инсектицид са контактним и дигестивним деловањем), тиаметоксам и ацетамиприд. Ове активне супстанце су посебно ефикасне против фитиофагних инсеката који се хране исисавањем биљног сока.

Међутим, после вишегодишње примене неоникотиноида утврђене су бројне негативне екотоксиколошке особине ових једињења. Пре свега, опрашивачи и акватични организми су веома осетљиви на ова једињења а новија истраживања указују да преовлађују сублетални ефекти у односу на акутне. Због тога се њихова примена све више ограничава, и у повртарству је сведена само на употребу у заштићеном простору.

БИОПЕСТИЦИДИ

Примена продуката природног порекла за заштиту биља и биљних прозвода од штетних организама има дугу традицију. Пиретрум, ротенон, никотин, разна биљна уља примењивани су знатно пре појаве органохлорних, органофосфорних и других синтетских органских пестицида. „Хемијска ера“ у заштити биља, која је почела средином прошлог века, успорила је развој и комерцијализацију пестицида природног порекла и потиснула их у други план [4], [21].

Савремена индустрија синтетских пестицида је приморана да уз повећана улагања развија и на тржиште избацује ефикасна једињења нових механизма деловања која морају да задовоље знатно пооштрене еколошке и токсиколошке стандарде. Пример пиретроида и стробилурина показује да структура природних производа може да буде основа за развој синтетских пестицида. С друге стране, све већи значај интегралне заштите биља и органске производње створио је нове могућности за развој и примену биопе-

стицида, формулисаних препарата чије су активне материје живи организми или њихови продукти. Биопестициди који су данас присутни на тржишту претежно су микробиолошког (продукти земљишних актиномицета, пропагуле ентомопатогених и микопатогених гљива, бактеријски ендотоксини и други продукти, бакуловируси) и биљног порекла (етарска и друга биљна уља, биљни екстракти, масне киселине). Као компаративне предности биопестицида најчешће се истичу њихова безбедност за човека, друге нециљане организме и животну средину, низак ризик за развој резистентности штетних организама, компатибилност са интегралном и органском производњом. Њихова мала перзистентност може да се посматра и као предност (каренце, еколошка селективност) и као недостатак (потреба за већим бројем третирања), док су спорије деловање, релативно кратак период чувања и недовољно развијен начин формулисања појединих производа. Услови за примену биопестицида по правилу су повољнији у заштићеном простору него на отвореном пољу. Поред абамектина и спиносада, који спадају у најпознатије примере успешне комерцијализације биопестицида, као ефикасни у сузбијању штеточина и болести биљака гајених у заштићеном простору показали су се и азадирахтин, разни сојеви бактерија *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., микоинсектициди и акарициди на бази *Beauveria bassiana*, биофунгициди на бази *Pythium oligandrum*, *Trichoderma* sp. [3], [12].

Захвалница

Рај је реализован као део пројекта ТР 31043 финансиран од Саврне Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Buchenauer, H. (1987): Mechanism of action of triazolyl fungicides and related compounds. In: Modern Selective Fungicides: properties, applications, mechanism of action (ed. Lyr, H.). Gustav Fisher Verlag, Jena, Germany, pp 205–23.
- [2] Cohen, Y., Rubin, E., Hadad, T., Gotlieb D., Sierotzki, H. and Gisi, U. (2007): Sensitivity of *Phytophthora infestans* to mandipropamid and the effect of enforced selection pressure in the field Plant Pathology 56, 836–842.
- [3] Erwin, D. C. and Ribeiro O.K. (2005): Phytophthora diseases worldwide. Aps Press, St. Paul, Minnesota.
- [4] Filajdić, N., Vukša, P., Ivanović, M., Rekanović, E. (2003): Zaštita bilja biološkim metodama – istorija, trenutna situacija i budućnost. Pesticidi, 18(2): 69–75.
- [5] Gibbons, G. F., Pullinger, C. R., and Mitropoulos, K. A. (1979): Studies of mechanism of lanosterol 14 α -demethylation: a requirement for two distinct types of mixed function oxidase systems. Biochemical Journal, 183: 309–315.
- [6] Kuck, K. H., Scheinpflug, H., and Pontzen, R. (1995): DMI fungicides. In: Modern Selective Fungicides: properties, applications, mechanisms of action (ed. Lyr, H.), 2nd revised and enlarged edition. Gustav Fisher Verlag, Jena–Stuttgart–NY, pp 205–258.

- [7] Mercer, E. I. (1984): The biosynthesis of ergosterol. *Pesticide Science*, 15: 133–155.
- [8] Milijašević, S., Rekanović, E., Todorović, B., Stepanović, M. (2006): Efikasnost bakarnih preparata u suzbijanju *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, prouzrokovala bakterioznu pegavost lišća paprike. *Pesticidi i fitomedicina*, 21(4): 305–310.
- [9] Milijašević, S., Todorović, B., Rekanović, E., Potočnik, I., Gavrilović, V. (2009): Races and hosts of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in Serbia. *Archives of Biological Sciences*, 61(1): 93–102.
- [10] Nozawa, Y., and Morita, T. (1986): Molecular mechanisms of antifungal agents associated with membrane ergosterol. Dysfunction of membrane ergosterol and inhibition of ergosterol biosynthesis. In: *In vitro and in vivo Evaluation of Antifungal agents* (eds. Iwata, K., and Vanden Bossche, H.). Elsevier Science Publisher B. V., Amsterdam, The Netherlands, pp 111–122.
- [11] Rekanović, E. (2005): *Verticillium* spp. i mogućnost biološke i hemijske zaštite paprike. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 1–81.
- [12] Rekanović, E. (2009): Osetljivost izolata *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary iz Srbije na fungicide i rizik od rezistentnosti. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 1–112.
- [13] Rekanović, E., Milijašević, S., Todorović, B., Potočnik, I. (2007): Possibilities of Biological and Chemical Control of Verticillium Wilt in Pepper. *Phytoparasitica*, 35(5): 436–441.
- [14] Rekanović, E., Potočnik, I., Milijašević-Marčić, S., Stepanović, M., Todorović, B., Mihajlović, M. (2010): Efficacy of Seaweed Concentrate from *Ecklonia maxima* (Osbeck) and Conventional Fungicide in the Control of Verticillium Wilt of Pepper. *Pesticides and Phytomedicine*, 25(4), 319–324.
- [15] Rekanović E., Stepanović M., Milijašević-Marčić S., Potočnik I., Todorović B. (2012): The Generation of Resistance to Metalaxyl in *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Proceedings International Symposium on Current Trends in Plant Production*, Belgrade, Serbia, 428–433.
- [16] Rekanović, E., Potočnik, I., Milijašević-Marčić, S., Stepanović M., Todorović, B., Mihajlović, M. (2011): Sensitivity of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary isolates to Fluazinam, Fosetil-Al and Propamocarb-hydrochloride. *Pesticides and Phytomedicine*, 26 (2), 111–116.
- [17] Rekanović, E., Potočnik, I., Milijašević-Marčić, S., Stepanović, M., Todorović, B., Mihajlović, M. (2012): Toxicity of metalaxyl, azoxystrobin, dimethomorph, cymoxanil, zoxamide and mancozeb to *Phytophthora infestans* isolates from Serbia. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 47 (5), 403–409.
- [18] Schwinn, F. J. and Margot, P. (1991): Control with chemicals. In: *Advances in Plant Pathology. Phytophthora infestans, the cause of potato late blight* (Ingram, D. S. and Williams, P. H., eds.), San Diego, USA: Academic Press Limited.
- [19] Stepanović, M., Rekanović, E., Todorović, B., Potočnik, I., Milijašević-Marčić, S. (2010): Field evaluation of a new fungicide mixture against *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary on tomato. *Abstract Book Third International Symposium on Tomato Diseases*, Ischia, Italy, p. 153.
- [20] Влаховић, Б., Пушкарић, А., Червенски, Ј. (2010): Обележја производње поврћа у Републици Србији. *Ратарство и повртарство*, 47(2), 461–466.

- [21] Mihajlović, M., Rekanović, E., Hrustić, J., Tanović, B., Potočnik, I., Stepanović, M., Milijašević-Marčić, S. (2013): *In vitro* and *in vivo* toxicity of several fungicides and Timorex Gold biofungicide to *Phythium aphanidermatum*. *Pesticides and Phyto-medicine*, 28 (2), 117–123.
- [22] Обрадовић, А., Моравчевић, Ђ., Сивчев, И., Вајганд, Д., Рекановић, Е. (2017): Приручник за интегралну производњу и заштиту парадајза. Пергамент плус, Агропротект доо, Сомбор.
- [23] Обрадовић, А., Моравчевић, Ђ., Сивчев, И., Вајганд, Д., Рекановић, Е. (2013): Приручник за интегралну производњу и заштиту црног лука. Пергамент плус, Агропротект доо, Сомбор.
- [24] Тим приређивача, (2016): Пестициди у пољопривреди и шумарству у Србији 2016. Осамнаесто, измењено и допуњено издање. Друштво за заштиту биља Србије, Београд.
- [25] Tomlin, C. (2006): *The Pesticide Manual* (14 th ed.). British Crop Protection Council, Farnham.

*Emil Rekanović, Miloš Stepanović, Svetlana Milijašević Marčić,
Ivana Potočnik*

PESTICIDE APPLICATION IN VEGETABLE PRODUCTION

S u m m a r y

Vegetable production improves and modifies from year to year. Adequate application of agro-technical measures – soil cultivation, selection of quality seed and planting material (seedlings), optimal crop density, nutrition, irrigation, specific care measures and chemical measures – protection from weeds, diseases and pests are the basis of this technology. The use of pesticides remains the dominant aspect of vegetable crops protection from harmful organisms. The most important chemical groups of the fungicides used in the protection of vegetables are triazoles, inorganic copper compounds, dithiocarbamates, cyanoacetamide oximes, phosphonates, carbamates, phenylamides, cytochrome bc1 complex inhibitors, carboxylic acid amides, benzamides and dicarboximides. In the protection of vegetables from harmful insects and mites, three groups of insecticides are most represented: organophosphates (dimethoate, chlorpyrifos, malation), which act as neurotoxins, carbamates (methomyl, oxamyl) acetylcholine estherases (AChE) inhibitors, pyrethroids (lambda cyhalothrin, tau-fluvalinate, acrinatrin, alpha-cypermethrin, cypermethrin, deltamethrin) sodium channel modulators. In recent period biological measures for the control of harmful organisms are being studied and applied more intensively. With new knowledge about this model of protecting vegetable plants, there is a growing need for new products that would be an alternative, or supplement with chemical protective measures.