

Стратегије и мјере интегралне заштите биља

Војислав Тркуља, Ново Пржуљ

Сажетак. Крајем четрдесетих година XX вијека откривен је DDT – моћан инсектицид који је најавио нову еру сузбијања штеточина употребом пестицида који су омогућили значајно повећање приноса, поједностављење система гајења и одустајање од сложенијих стратегија заштите гајених биљака. Међутим, превелика употреба и зависност од пестицида убрзо је повезана са контаминацијом екосистема и њиховим нежељеним утицајима на здравље људи, животну средину и биодиверзитет. Због тога у последње вријеме у стручним круговима, па и у јавности, све више расте забринутост и то како због смањења ефикасности пестицида усљед развоја резистентности штетних организама, тако и због нових сазнања о ризицима њихове примјене по здравље људи, загађивања пољопривредних производа и неповољних ефеката на животну средину у цјелини. Уз то, повећани трошкови развоја нових активних материја, смањење тржишта и пооштрени услови регистрације пестицида допринијели су порасту интересовања за алтернативне мјере сузбијања штетних организама, међу којима посебно мјесто припада мјерама интегралне заштите биља.

У раду се наводи појам и принципи интегралне заштите биља, укључујући преглед главних стратегија и тактика интегралне заштите биља. Осим

Цитирање: Тркуља В, Пржуљ Н (2020) Стратегије и мјере интегралне заштите биља. У: Јањић В, Пржуљ Н (уредници) Ограничења и изазови у биљној производњи. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, Монографија LXII:135–222

Cite as: Trkulja V, Pržulj N (2020) Strategies and measures of integrated pest management. In: Janjić V, Pržulj N (eds) Limitations and challenges in crop production. Academy of Sciences and Arts of the Republic of Srpska, Banja Luka, Monograph LXII:135–222

тога, у раду је дат литературни преглед истраживања и примјене интегралних мјера сузбијања разних врста штетних организама гајених биљака, који подразумева коришћење различитих административних, фитосанитарних, физичких, механичких, агротехничких, биолошких и хемијских мјера интегралне заштите биља.

Кључне ријечи: Интегрална заштита биља (ИЗБ), стратегије ИЗБ, административне, фитосанитарне, физичке, механичке, агротехничке, биолошке и хемијске мјере ИЗБ

4.1. Увод

Број људи на планети Земљи нагло расте, несразмјерно производњи хране, што ће захтијевати да је у блиској будућности неопходно произвести више хране (Thomas 1999). Тренутно је број људи на Земљи већ прешао 7,5 милијарди, али се очекује да ће до 2025. године порастати на преко осам милијарди, што ће узроковати потребу за још већом производњом хране (Dhaliwal and Arora 2001; Nwilene et al. 2008; Smith 2011; Abrol and Shankar 2012). Међутим, од када је пољопривреда настала, прије око 10.000 година, па до средине XX вијека, потреба за храном за стално нарастајућу популацију људи задовољавана је повећањем обрадивих површина, али се током друге половине XX вијека морало прећи на концепт повећања приноса гајених биљака по јединици површине јер се доступно земљиште из дана у дан почело смањивати због све већег броја људи (FAO 2001).

Такође и приноси биљака по јединици површине ограничени су са неколико фактора, међу којима су посебно важни доступност воде, употреба минералних ђубрива, генетички потенцијал биљака, као и напад разних врста штетних организама, попут инсеката, гриња, нематода, гљива, бактерија, актиномицета, фитоплазми, вируса, вироида, птица, глодара и других који сваке године у свијету проузрокују огромне губитке приноса гајених биљака који се процјењују на око 500 милијарди долара (Oerke et al. 1994; Liebhold and Tobin 2008). Из наведеног произилази закључак да високе приносе и довољне количине хране биљног поријекла у садашњости и будућности могу остварити само здрави усјеви и засади гајених биљака. Због тога је основна улога заштите биља у томе да очува потребно здравствено стање биљака, како би оне биле способне да обезбиједе највишу родност, одличан квалитет и здравствену безбједност пољопривредних производа. Међутим, живот биљака, њихова грађа, фотосинтетске и друге активности, угрожени су нападом мноштва штетних организама. Очигледно је да се човјек и биљни

паразити, штеточине и корови, беспоштедно сукобљавају у борби за опстанак. У тој борби заштита биља одани је савезник човјека.

С почетком развоја пољопривреде, древна људска бића живјела су са разним штеточинама биљака без икакве потребе да их сузбијају, али како се конкуренција за храну повећавала, људи су научили да штите своје усјеве од разних врста штетних организама, користећи различите агротехничке, механичке, физичке и биолошке мјере за њихово сузбијање. Међутим, средином XX вијека развијени су синтетички органски пестициди који су дали спектакуларне резултате у сузбијању штеточина (Metcalf 1980; Dhaliwal et al. 1998), али је претјерана употреба и зависност од пестицида резултирала озбиљним проблемима резистентности на инсектициде код преко 500 врста штетних инсеката (Georghiou 1990), као и загађењем животне средине и појавом значајних здравствених проблема код људи. Према Abrol and Shankar (2012), објава књиге *Тихо прољеће* Рејчел Карсон 1962. године, била је прекретница која је указала да се нешто мора промијенити при сузбијању штетних организама, што је резултирало развојем концепта *интегралне заштите биља (ИЗБ) (Integrated Pest Management, IPM)*, с циљем смањења штетних утицаја пестицида и смањења њихове употребе за сузбијање разних врста штетних организама гајених биљака.

4.2. Појам и принципи интегралне заштите биља

Сталном тежњом за све већим профитом и високим приносима разних врста гајених биљака, који се остварују уз помоћ неконтролисане употребе пестицида и минералних ђубрива, а често и уз употребу некавалитетне воде за заливање, савремена пољопривредна производња може довести и до контаминације основних пољопривредних ресурса (земљишта, воде и ваздуха). Осим тога, у развоју савремене пољопривредне производње воће, поврће и други пољопривредни производи, који се као крајњи резултат производног процеса користе за исхрану, морају испуњавати и одређене норме у погледу квалитета и здравствене исправности, док сам производни процес не смије имати штетне ефекте на животну средину (Trkulja i sar. 2009; Abrol and Shankar 2012).

Због тога, као реакција на све израженију деградацију и контаминацију животне средине, у многим земљама свијета већ су предложени и уведени различити алтернативни системи пољопривредне производње, међу којима све већу примјену има интегрална производња гајених биљака, помоћу које се обезбјеђује здравствено безбједна храна биљног поријекла, уз значајан допринос успоравању процеса деградације агроекосистема, што се постиже

високим степеном усклађености примијењених агротехничких и других мјера са условима спољне средине. За ову производњу од посебног значаја је примјена метода интегралне заштите биља (Ciglar 1998; Trkulja i sar. 2009; Ehi-Eromosele et al. 2013).

Постоји већи број различитих дефиниција интегралне заштите биља. Ми ћемо истакнути двије, у којима се наводи да је „интегрална заштита биља систем помоћу кога се контролише популација штетних организама и своди на ниво испод прага економске штетности, уз коришћење прикладних техника и начина дјеловања“ (FAO 1967), као и да „интегрална заштита биља подразумијева осмишљено коришћење еколошких принципа и специфичних тактика за редукцију популације штетних организама до толерантног нивоа“ (Dhawan and Peshin 2009).

Сматра се да је интегрална производња, као и њен саставни дио интегрална заштита биља, настала као реакција на нерационалну употребу хемије у периоду од 1950. до 1970. године. Међутим, веома је важно истаћи да ИЗБ није технологија која је пронађена у посљедњих педесетак година, пошто се при гајењу биљака бројне методе превенције и редукције проузроковача болести, штеточина и корова користе од када се људи баве пољопривредом.

Према Norris et al. (2003) интегрална заштита биља има пет основних принципа:

- 1) одржавање штетних организама на толерантном нивоу,
- 2) јединствен систем управљања екосистемом,
- 3) максимално коришћење природне равнотеже у екосистему,
- 4) максимално избјегавање проузроковања штета у екосистему,
- 5) мултидисциплинарни приступ рјешавању конкретних проблема у производњи.

Предности принципа интегралне производње гајених биљака и интегралне заштите биља, према Ciglar (1998), Dhawan and Peshin (2009), Trkulja i sar. (2009) и El-Shafie (2020), најбоље се огледају у: 1) побољшању квалитета гајених биљака; 2) побољшању здравствене исправности гајених биљака; 3) смањењу опасности за здавање људи, животну средину и биодиверзитет; 4) осигурању оптималног дјеловања корисних организама; 5) смањењу појаве резистентности штетних организама, као и 6) приближавању интереса произвођача и потрошача производњом која је економична, здравија и квалитетнија.

Исти аутори наводе да се од почетка развоја интегралне заштите биља, термини стратегије и тактике користе за описивање двије основне компоненте било ког система интегралне заштите биља, при чему *тактике* представљају мјере или методе доступне за контролу штетних организама, док *стратегије* подразумијевају разне начине којима се примјењују те тактике. Основни циљ

стратегије интегралне заштите биља је ефикасно управљање и оно диктира не само редукују и елиминацију штетних организама који утичу на економске ефекте пољопривредне производње, већ такође и очување интегритета животне средине и укупне добробити друштва.

4.3. Главне стратегије интегралне заштите биља

Стратегија подразумијева план за успешну мјеру базирану на циљевима система производње усјева и на биологији и екологији штетних организама. Према Norris et al. (2003), Dhawan and Peshin (2009), Abrol and Shankar (2012) и Ehi-Eromosele et al. (2013), постоји пет основних стратегија које се користе за управљање штетним организмима, и то:

- 1) **Превенција.** Ова стратегија је намијењена за превенцију уношења или успостављања штетних организама у одређену регију или подручје у којима они тренутно нису присутни. Величина захваћеног подручја може бити велика географска регија, као што је континент, или мања површина, као што је поље. Превенција је стратегија по избору за штетни организам који још није установљен у одређеној регији или подручју. Иако је превенција стратегија која може да укључи неколико тактика, превенција такође може бити тактика коришћена за постизање контроле одређеног штетног организма.
- 2) **Привремено ублажавање.** Ова стратегија користи специфичне тактике за контролу на хитној бази за обезбјеђивање привременог ограничавања локализованих напада штетних организама. Размјере су обично ограничене на површине мање од једног поља.
- 3) **Управљање популацијом штетних организама унутар поља.** Управљање се дешава у простору унутар поља на континуираној бази јер је штетни организам добро успостављен у подручју. То је проблем који се понавља и узнапредовао је изван могућности гдје привремено ублажавање може да пружи адекватну контролу. Ово је стандардна стратегија већине тренутних програма интегралне заштите биља.
- 4) **Управљање популацијом штетних организама на ширем подручју.** Већина проблема са штетним организмима врши се на нивоу парцеле. Међутим, за неке штетне организме управљање мора да се прошири на регионални ниво како би се постигло регулисање бројности њихове популације, што посебно важи за неке покретне инсекте, као и за многе фитопатогене вирусе. Због тога, да би постигла успјех, ова стратегија

захтијева сарадњу већег броја људи, обично преко различитих институција и/или струковних организација.

- 5) **Ерадикација.** Елиминација читаве популације штетних организама из једног подручја – ерадикација или истребљење, обично се врши само у најтежим случајевима. Ако се штетни организам успостави на неком подручју, његова ерадикација обично није могућа. Расправљало се, међутим, и о томе да истребљење није стратегија интегралне заштите биља јер се сматра да јој недостаје еколошка основа. Perkins (1982) је истребљење назвао „*тотално управљање штетним организмима*“ – што је парадигма која произилази из основних начела интегралне заштите биља.

4.4. Главне тактике интегралне заштите биља

Тактике подразумијевају мјере које су доступне и које се примјењују за сузбијање различитих врста штетних организама. У наставку текста, у овом и сљедећем поглављу, биће представљене основне тактике (мјере) сузбијања које се користе за управљање штетним организмима, без обзира на стратегије које се прате. Свака група мјера биће дискутована одвојено, уз напомену да интегрална заштита биља користи комбинацију (интеграцију) свих одговарајућих мјера за сузбијање разних врста штетних организама гајених биљака, из чега и проистиче њен назив – *интегрална заштита биља*.

Према Norris et al. (2003), Dhawan and Peshin (2009), Trkulja i sar. (2009) и Abrol and Shankar (2012), постоје три фундаментално различита приступа за управљање штетним организмима, и то:

- 1) **Манипулација штетним организмима.** Овај приступ користи мјере које или директно утичу на штетне организме или мијењају њихово понашање, тако да они више не узрокују економски значајне штете на гајеним биљкама. За директно управљање штетним организмима користе се три групе приступа, и то: *превенција, пестициди и непестицидне тактике*. *Превенција* је кључна компонента ИЗБ програма која подразумијева да се преношење штетних организама у нова подручја може избјећи одредбама закона на националном или регионалном нивоу за спречавање ширења одређених штетних организама, при чему се превенција штетних организама такође може практиковати на нивоу фарме. *Пестициди* су хемијска једињења која имају директан токсични утицај на штетне организме. Већина њих су смртоносни за циљане штетне организме, мада су и хемикалије за регулисање раста биљака, које нису штетне за бројне

циљане и корисне организме, такође класификоване као пестициди. *Непестицидне тактике* представљају четири тактике без директне употребе пестицида помоћу којих је могуће постићи директно управљање штетним организмима, а то су: физичке, механичке и биолошке мјере, као и мјере за контролу понашања штеточина.

- 2) **Манипулација гајеном биљком.** Тактике које се овдје користе повећавају толеранцију гајене биљке на нападе штетних организама или мијењају усјеве тако да их штетни организам више не напада. Гајене биљке могу бити модификоване с циљем да се утиче на управљање штетним организмима помоћу *тактика узгоја* (примјене разних агротехничких мјера) или помоћу *резистентности биљке домаћина*, при чему *тактике узгоја* подразумевају специфичну примјену разних агротехничких мјера које се користе при гајењу биљка с циљем да се умањи повољност услова за развој штетног организма или да се повећа капацитет усјева да толерише штеточину, док *резистентност биљке домаћина* подразумева измјену генотипа усјева како би се омогућило да се он одупре оштећењима или да одврати репродукцију штетних организама преко генетичке измјене карактеристика биљке домаћина.
- 3) **Манипулација условима животне средине.** Ове тактике мијењају услове у животној средини, тако да популације штетних организама не прелазе економски праг штетности, при чему се услови животне средине модификују на начин да они постају мање одговарајући за штетне организме, односно више погодне за биљку домаћина или више одговарајуће природним непријатељима штетних организама. Управљање условима животне средине може се постићи на два нивоа, и то на мањим површинама или унутар поља, уз помоћ промјене микроклимата, као што је температура или влажност унутар склопа усјева, с циљем постизања услова у којим поједини штетни организми имају мању могућност да се развију, као и на већој географској површини, преко измјене станишта унутар и око поља (регије).

Сваки од ових приступа има неколико различитих могућих мјера (тактика) које се могу користити.

4.5. Мјере које се примјењују у интегралној заштити биља

У оквиру интегралне заштите биља могу се користити бројне мјере (тактике) које су разврстане у сљедеће групе:

- 1) административне (законске) мјере;
- 2) фитосанитарне мјере;

- 3) физичке мјере;
- 4) механичке мјере;
- 5) агротехничке мјере;
- 6) мјере за контролу понашања штеточина;
- 7) мјере за управљање резистентношћу биљака домаћина;
- 8) мјере за управљање резистентношћу штетних организама;
- 9) биолошке мјере;
- 10) хемијске мјере.

Интегрална заштита биља користи све наведене тактике појединачно или у адекватним комбинацијама, са *економском одрживошћу* и *минимизирањем ремећења екосистема*, као основним циљевима. Међутим, посебно се мора напоменути да поједина тактика или комбинација тактика које остварују одличну ефикасност за сузбијање једне врсте штетних организама под специфичним условима животне средине у једном подручју, не мора по аутоматизму имати важности за управљање штетним организмима под другим условима, у другим подручјима или за другу категорију штетних организама.

Такође, према Norris et al. (2003), Dhawan and Peshin (2009), Trkulja i sar. (2009), Abrol and Shankar (2012) и El-Shafie (2020), посебну пажњу потребно је обратити на два аспекта примјене у вези са свим мјерама које се имплементирају на различите врсте штетних организама, а то су *резистентност штетних организама* и *селективност контроле*.

Резистентност штетних организама. Усвајање и ослањање само на једну тактику сузбијања, уз искључивање свих других, скоро по правилу на крају ће довести до смањења ефикасности контроле, јер ће циљани штетни организам развити резистентност према тој тактици. Најбољи примјери за ово су претјерано понављање употребе неких пестицида (нпр. употреба неких пиретроида, као што је алфаметрин за сузбијање кромпирове златице) или широка примјена резистентности биљака која је базирана само на једном гену. Без обзира на врсту мјера које се користе за управљање штетним организмима, потребно је нагласити да је превелико ослањање само на једну тактику пракса која може да ограничи дугорочну употребу те тактике, без обзира на њену тренутну изузетну ефикасност, јер ће послије одређеног времена резултирати селекцијом резистентности унутар популације штетних организама према тој тактици. Због тога, усвајање и континуирана употреба више различитих тактика унутар оквира интегралне заштите биља остаје логичан приступ успјешном избегавању резистентности код разних врста штетних организама.

Селективност контроле. Тактика контроле која утиче само на циљану врсту штетних организама и не штети другим врстама је *селективна или*

специфична. Идеално, тактике контроле примјењују се тако да утичу само на циљани штетни организам уз изостанак утицаја на било који други нециљани организам или на човјека, што у пракси није нимало лако остварити, јер било која тактика која утиче на штетне организме, као што су инсекти, нематодe, патогени, корови или посебно топлокрвне животиње, такође има потенцијал да директно утиче и на људе. Посебан разлог зашто је селективност критична за успјешно управљање штетним инсектима у многим ситуацијама је жеља да се спроведеним третманом униште циљани штетни организми, док би се корисни организми оставили нетакнути. Примјери корисних организама укључују разне паразите и предаторе штеточина који се користе за биолошку контролу или пчеле које се користе за опрашивање усјева. Ситуација је слична и за управљање сузбијањем патогена, као и за сузбијање корова, за чију успјешност је концепт селективности посебно важан, јер ће нпр. идеална тактика за управљање коровима обезбиједити успјешно сузбијање многих коровских биљака, али неће оштетити усјев.

На крају, још једном треба нагласити да је *идеална тактика* управљања штетним организмима она тактика која ће обезбиједити успјешно уништавање циљаних штетних организама, док ће сви други организми остати нетакнути.

4.5.1. Административне (законске) мјере

Либерализација свјетске трговине и коришћење различитих начина транспорта створило је значајну међународну пријетњу од повећаног ширења бројних врста карантинских штетних организама у најудаљеније дијелове свијета (гљива, бактерија, вируса, вироида, фитоплазми, спироплазми, инсеката, гриња, нематода и паразитских цвијетница). Због тога је стриктна примјена међународно прихваћених фитосанитарних мјера предострожности и контроле незамјенљива у спречавању уношења или ширења карантинских штетних организама, који представљају једну од главних опасности како за свјетску, тако и за домаћу пољопривреду и шумарство. У том погледу, посебно су важни сјеме и садни материјал пољопривредних и шумских биљака, јер они служе за даљу репродукцију, те су и могућности, али и посљедице, преношења карантинских штетних организама помоћу њих веће. Уношење карантинских штетних организама у земљу или њихово ширење у нова подручја у којима се до тада нису појављивали, може да буде погубно јер се у новом и погодном окружењу и безначајни космополитски штетни организам може претворити у веома опасан карантински, који може да проузрокује значајне, а у неким случајевима и катастрофалне економске штете (Тркуља и сар. 2012).

Због свега тога, у свим земљама у свијету стриктно је регулисан увоз, превоз и промет живих биљака, дијелова биљака и биљних производа одговарајућом међународном, регионалном и националном законском регулативом чијих су одредби дужне да се придржавају и да их спроводе све земље у свијету, укључујући и нашу. На основу ове регулативе, надлежни органи и службе дужни су да свакодневно предузимају бројне административне (законске) мјере заштите здравља биља, које заједно са осталим мјерама представљају окосницу интегралне заштите биља. Тако се, као примјер примјене административних или законских мјера, може навести *биљни карантин* помоћу кога се ограничава уношење живих биљака, дијелова биљака, биљних производа, земљишта, чистих култура или живих организама, материјала за паковање, контејнера и др., путем којих карантински штетни организми могу доспјети у подручја у којима до тада нису постојали. Да би се то спријечило, фитосанитарни инспектори свакодневно врше одговарајуће фитосанитарне прегледе и контроле пошиљки биља приликом преласка државне границе, при чему се, у случају налаза карантинског штетног организма у пошиљци биља, користе два поступка, и то: *искључивање* и *искорјењавање*. Искључивање је поступак при коме је улазак штетног организма спријечила фитосанитарна инспекција, и у том случају је потребно предузети одређени поступак под којим се подразумеива враћање, спаљивање или неки сличан ригорозан третман пошиљке. Искорјењавање, с друге стране, значи предузимање мјера да се уклоне, односно униште заражене биљке, дијелови биљака или биљни производи на мјестима уласка у земљу или да се биљни материјал подвргне одређеном третману или терапији.

Осим прописаних процедура за спречавање уношења и ширења карантинских штетних организама, према Matyjaszyk (2018) на подручју Европске уније (ЕУ) од јануара 2014. године на снази је и одговарајућа легислатива под називом „Правила интегралног управљања штетним организмима“, која је обавезна за све професионалне кориснике средстава за заштиту биља. Два паралелна законска акта прописала су обавезне интегралне мјере сузбијања штетних организама у ЕУ, и то: 1) Уредба (ЕЗ) бр. 1107/2009, од 24. новембра 2009. године (Regulation (EC) No 1107/2009) *о стављању средстава за заштиту биља на тржиште* и стављању ван снаге Директива 79/117/ЕЕЗ и 91/414/ЕЕЗ, као и 2) Директива 2009/128/ЕЗ од 24. новембра 2009. године (Directive 2009/128/EC) *о успостављању оквира за акцију Заједнице у постизању одрживе употребе пестицида*, која такође прописује дефиницију, као и општа начела интегралне заштите биља која су правно обавезујућа у ЕУ.

Према дефиницији датом у наведеној Директиви 2009/128/ЕЗ, „интегрална заштита биља“ значи помно разматрање и процјену свих расположивих метода заштите биља, те потом интеграцију одговарајућих мјера којима се

спречава развој популације штетних организама, одржава употреба средстава за заштиту биља и других облика сузбијања на нивоу који је економски и еколошки оправдан, те смањују или своде на најмању могућу мјеру ризици за здравље људи и животну средину. Такође иста директива наглашава да је њен циљ смањити утицај употребе пестицида на животну средину и промовисати употребу интегралне заштите биља и алтернативних приступа или техника, као што су нехемијске алтернативе пестицидима.

4.5.2. Фитосанитарне мјере

Фитосанитарне мјере су важан сегмент интегралне заштите биља. Оне обухватају све оне начине сузбијања разних врста штетних организама који се изводе ван обрадивих површина прије него што они доспију на обрадиве пољопривредне површине. Примјена ових мјера доприноси не само смањењу појаве штетних организама на појединим производним површинама, већ и смањењу њиховог ширења на мање удаљености у оквиру поља или засада, као и њиховог преношења на веће удаљености, из једног подручја у друго. У ове мјере спадају: коришћење здравог сјемена и садног материјала, исправан поступак са разним отпацама у пољопривреди, употреба зрелог стајњака и компоста, сјетва чистог сјемена, одржавање чистоће пољопривредних машина, зграда и економских дворишта, уништавање корова и других штетних организама на непољопривредним површинама и рудералним стаништима, као и многе друге фитосанитарне мјере (Trkulja i sar. 2010a; Ehi-Eromosele et al 2013).

Коришћење здравог сјемена и садног материјала. То је прва и једна од најзначајнијих фитосанитарна мјера јер уколико се разне врсте штетних организама на обрадиве површине унесу сјеменом и садним материјалом, они ту могу да се брзо размноже и прошире, те да доведу до значајних економских штета. Због тога је веома важно да нпр. садни материјал који ће се користити за подизање засада не смије садржавати проузроковаче болести, те да као такав треба да има одговарајућу потврду или сертификат да је набављен у овлашћеним и од стране надлежних институција контролисаним расадницима, као и да је тестиран да не садржи вирусе, фитоплазме и друге карантинске или друге некарантинске регулисане штетне организме (Delibašić i sar. 2015, 2018).

Исправан поступак са разним отпацама у пољопривреди. Један од начина ширења штетних организама је да се разни жетвени остаци или различити биљни отпаци у којима се може наћи сјеме, трајне споре или други репродуктивни органи штетних организама дају стоци као храна јер могу проћи кроз пробавни тракт животиње неоштећени и преко балеге или

стајњака доћи у њиву (ендозоохорија) и на тај начин се додатно проширити. Као примјер за ово могу се навести кртоле кромпира зараженог карантинском фитопатогеном гљивом *Synchytrium endobioticum*, проузроковачем рака кромпира, чије трајне споре могу да неоштећене прођу кроз пробавни тракт животиње уколико се оне хране зараженим кртолама кромпира (Тркуља и сар. 2012). Зато такве отпатке, који садрже сјеме, трајне споре или друге репродуктивне органе штетних организама, прво треба прокувати па тек онда дати стоци или их бацити на ђубриште, или такве отпатке треба дубоко закопати или спалити.

Употреба зрелог стајњака и компоста. У стајњаку који није довољно сазрио (ферментирао) у нашим условима често се могу наћи клијаве сјеменке корова које су неоштећене прошле кроз пробавни тракт стоке или које потичу из простирке, и које се, уколико се овакав стајњак користи за ђубрење, на овај начин могу ширити по обрадивом земљишту. Сличан је случај и са несазрелим компостом. Због тога је веома важно да се за ђубрење користи искључиво зрео, добро згорио стајњак, у коме је усљед утицаја термогених бактерија приликом разградње органске материје сјеме коровских биљака изгубило клијавост и животну способност, чиме се спречава њихово даље ширење. Исти ефекат постиже се и употребом зрелог компоста у коме је завршен процес хумификације (Тркуља и сар. 2010а).

Сјетва чистог сјемена. Из сјемена гајених биљака потребно је одстранити све живе и неживе примјесе, а нарочито уколико је присутно сјеме корова. Чишћење сјемена врши се у посебним машинама (селекторима) у установама за дораду сјемена. У промет се може пустити и за сјетву користити само чисто сјеме, јер се на тај начин спречава ширење коровских биљака на засијаним површинама, а поготово ширење једногодишњих корова који се размножавају само сјеменом. Ова мјера толико је важна да је у погледу неких коровских врста регулисана законом (Џарић 1988).

Одржавање чистоће пољопривредних машина, прикључних уређаја и зграда на фарми. За спречавање ширења штетних организама значај има и редовно одржавање и чишћење разних пољопривредних машина и прикључних уређаја (комбајна, трактора, приколица, сијачица, и др.), као и силоса, складишта сточне хране, различитих хангара и других зграда на фарми, јер се на и у њима понекад могу наћи сјеменке, трајне споре или други репродуктивни органи разних врста штетних организама, које се индиректно (преко сламе, сијена, силаже и друге сточне хране, као и преко стајњака или компоста) или директно (расијавањем помоћу различитих машина и оруђа) могу ширити на пољопривредне и друге површине (Тркуља и сар. 2010а; Delibašić и сар. 2015).

Уништавање корова на непољопривредним површинама и рудералним стаништима. Корови се код нас веома често могу наћи не само непосредно у и око пољопривредних површина, већ и у економским двориштима и поред различитих зграда и објеката који се налазе на фарми, те као рудералне биљке на различитим стаништима у и око сеоских и урбаних насеља, као и око многих инфраструктурних, грађевинских, индустријских, вјерских, војних и других објеката, гдје причињавају разне врсте материјалних и нематеријалних штета, те често представљају секундарне домаћине појединих врста штетних организама који се одржавају и размножавају на њима. Као веома илустративан примјер присуства и вишеструке штетности корова на различитим рудералним стаништима код нас, може се навести присуство опасне коровске алергене биљке амброзије (*Ambrosia artemisiifolia*) која се одликује великом моћи продукције сјемена, као и особинама да је јак конкурент и веома прилагодљива на различите услове станишта, због чега имамо садашњу ситуацију у нашој земљи гдје је у појединим подручјима амброзија присутна од сеоских и приградских насеља, гдје често служи као сталан извор заразе и ширења на обрадиве површине, па све до најужих градских зона, гдје осим што значајно квари естетски изглед човјекове околине, амброзија отежава и често значајно поскупљује њихово одржавање. Овome треба додати и појаву алергија које полен ове опасне алергене биљке изазива код значајног броја људи, од дјечијег па до одраслог узраста.

Због свега наведеног, одржавање разних непољопривредних и рудералних површина без амброзије и других корова има велики значај, како за сама рудерална станишта, тако и за околне пољопривредне површине на којима се налазе усјеви или засади гајених биљака. Међутим, сузбијање амброзије и других коровских биљака на рудералним површинама није ни једноставно, ни лако, при чему је оно посебно тешко и компликовано у приградским и градским подручјима гдје су земљишне честице густо испреплетене и гдје често имамо недефинисане власничке односе и нејасне надлежности разних служби (комуналне, пољопривредне, електро, грађевинске и др.). Генерално, у зависности од намјене и флористичког састава биљног покривача, уништавање вегетације на рудералним стаништима може бити селективно и тотално. *Селективно сузбијање рудералне вегетације* врши се у случајевима када са одређеног рудералног станишта не треба да се елиминише укупан биљни покривач, већ да се са њега само од стране врсте које су непожељне или које на било који начин испољавају штетно дјеловање. Тако нпр., ако се рудерална површина може користити за добијање сијена, сузбијањем се одстрањују са ње штетне и/или врсте слабе крмне вриједности. *Тотално сузбијање рудералне вегетације* врши се у случајевима када на одређеним површинама (као нпр. на жељезничким пругама, аеродромима,

индустријским и различитим војним објектима, и др.) треба у потпуности уништити биљни покривач. При сузбијању корова на рудералним стаништима могу се примјењивати различите механичке агротехничке, физичке и хемијске мјере (Јанјић и сар. 2007; Тркуља и сар. 2010а).



Сл. 4.1. Мумифицирани плод шљиве (Фото Тркуља В)

Fig. 4.1. Mummified plum fruit (Photo Trkulja V)



Сл. 4.2. Недозвољено одлагање биљног отпада (Фото Тркуља В)

Fig. 4.2. Unauthorized disposal of vegetable waste (Photo Trkulja V)

Такође, за препоруку је спровођење и других фитосанитарних мјера, као што су уклањање заражених грана, а по потреби и цијелих заражених стабала из засада или из непосредне близине засада, као и стабла других воћних и шумских биљних врста која могу бити извор инфекција за засаде гајених воћних врста. Исто тако, у засадима разних воћних врста треба редовно уклањати презимјеле изворе инокулума, као што су мумифицирани плодови (Сл. 4.1), рак-ране и изумрле гране, као и редовно уклањати све осушене младаре и обољеле плодове воћака у току вегетације, како би се смањио инфекциони потенцијал разних паразита. Осим тога, за препоруку су и разне мјере превенције и фитосанитарне хигијене у заштићеном простору, као што су: дезинфекција обуће пред улазак у пластеник или стакленик (тзв. дезифекционе баријере); забрана уношења у заштићени простор супстрата, земље, биљног материјала и пољопривредног алата без дозволе; забрана уласка неовлашћеном особљу без дозволе и пратње; забрана пушења у објекту; забрана уношења хране и воде у заштићени простор; забрана одлагања биљног и сваког другог отпада у близини заштићеног простора (Сл. 4.2); сакупљање и изношење из заштићеног простора на безбједну удаљеност биљних дијелова нападнутих штетним организмима (трули плодови, увело лишће итд.); уништавање корова у зони 5–10 м око пластеника или стакленика и друге мјере (Ivanović i Ivanović 2001; Kreuter 2001; Stojanović 2004; Agrios 2005; Ostojčić i sar. 2006; Peljto i sar. 2007; Kurtović i sar. 2008a, 2008b; Ehi-Eromosele et

al 2013; Karić i sar. 2016a, 2016b, 2016c; Nježić i sar. 2016; Tešanović i sar. 2016; Trkulja i sar. 2009, 2016, 2019).

4.5.3. Физичке мјере

Физичке мјере сузбијања штетних организама подразумевају мјере којима се они уништавају директно или индиректно уз употребу различитих физичких агенаса (Dara 2019). Њихов основни начин дјеловања је да се штетни организми *директно* униште или онеспособе преко промјена услова у животној средини, на начин да штетни организми не могу да их преживе. Осим тога, помоћу физичких мјера контроле штетни организми могу се сузбијати и *индиректно* на начин да се они спречавају да приступе неопходним природним ресурсима чинећи на тај начин животну средину неприкладном за њих или се помоћу ових мјера може негативно утицати на важне биолошке параметре штетних организама, као што су храњење, размножавање, ширење и преживљавање (El-Shafie 2020).

Физичке мјере су првенствено усмјерене против штетних организама и обично не укључују промјене за гајене биљке (Hill 2008). По томе се физичке мјере значајно разликују од агротехничких јер је за њих потребно више времена да дају очекиване резултате, пошто су агротехничке мјере намијењене првенствено да измијене развој гајених биљака с циљем да оне постану мање осјетљиве према штетним организмима, или да могу лакше да толеришу њихове нападе.

Основни начини на који се разне физичке мјере могу користити за управљање штетним организмима укључују модификацију животне средине, као што је промјена температуре, влажности и свјетлости, с циљем да се популације штетних организама потпуно униште или да се онемогуће услови за њихов развој, те директно уништавање штетних организама или зараженог биљног материјала спаљивањем или закопавањем, као и другим физичким средствима уз примјену прегријане водене паре, пламена, микроталасног зрачења и електричне струје. Неки од ових начина стандардно се примјењују у пракси, док су неки још у експерименталној фази.

Уништавање штетних организама или зараженог биљног материјала спаљивањем или закопавањем. Ове мјере имају за циљ директно физичко уништавање разних врста штетних организама или да се кроз уништавање зараженог биљног материјала допринесе смањењу инфекционог потенцијала различитих биљних патогена. Тако је нпр. обавезна мјера спаљивање зараженог биљног материјала (Сл. 4.3).

Исто тако, ако се нпр. утврди присуство *Agrobacterium tumefaciens*, проузроковача бактериозног рака коријена на садницама различитих врста воћака, оне се морају уништити спаљивањем (Trkulja i sar. 2015). Такође, многи патогени, као што су нпр. *Venturia inaequalis*, проузроковач чађаве пјегавости листа и краставости плодова јабуке, презимљавају у опалом лишћу или *Monilinia* spp., проузроковач мрке трулежи плодова јабучастих и коштичавих воћака, у мумифицираним плодовима, због чега исте треба сакупити и спалити или закопати (Trkulja i sar. 2010b).



Сл. 4.3. Спаљивање зараженог биљног материјала (Фото Тркуља В)
Fig 4.3. Incineration of infected plant material (Photo Trkulja V)



Сл. 4.4. Садња купуса у монокултури (Фото Тркуља В)
Fig. 4.4. Planting cabbage in monoculture (Photo Trkulja V)

Уништавање штетних организама врућом воденом паром. Ова мјера највише се користи за стерилизацију земљишта у стакленицима и пластеницима, при чему се врућом воденом паром, осим уништавања сјемена корова, уништавају и разне земљишне штеточине и узрочници болести.

Соларизација. Прекривање земљишта пластичном фолијом у току љетних мјесеци ради постизања високе температуре испод пластичне фолије, с циљем уништавања штетних организама у земљишту, назива се *соларизација* (Porter 1992). На овај начин, уколико се испод фолије развије довољно висока температура, могу се успјешно сузбијати изникли корови или сјеме корова у површинском слоју земљишта, као и неки земљишни патогени те имага и поједине развојне форме неких инсеката у земљишту (Webb and Linda 1992; Gamliel and Katan 2012).

Уништавање штетних организама пламеном. Ова мјера може се примијенити у широкоредним усјевима, на површинама без усјева или на непољопривредним површинама. У новије вријеме, поготово при органској

производњи биљака, амброзија и други корови уништавају се помоћу посебних уређаја, тзв. бацача пламена (пламени култиватори), код којих се пламен добија сагоријевањем различитих горива (нафте или разних плинова). Ови уређаји монтирају се на тракторе, а могу се примјењивати у широкоредним усјевима за уништавање корова између редова, с тим да се редови гајених биљака заштићују металним штитницима на машини. Идентичан начин сузбијања корова може се користити и на обрадивим површинама када нема усјева (посебно на стрњиштима), као и на разним непољопривредним површинама (пруге, аеродроми, канали, итд.). У овај начин сузбијања штетних организама може се уврстити и спаљивање отпадака од чишћења сјемена у којима се може наћи и сјеме корова, као и спаљивање надземних биљних дијелова и биљних остатака крајем вегетационог периода, чиме се може уништити и један дио присутног сјемена корова. Ову мјеру потребно је вршити веома пажљиво, уз придржавање свих мјера опреза, како се не би изазвао пожар (Rajković i sar. 2011; Knežević et al. 2014; Rajković 2018).

Уништавање корова примјеном микроталасног зрачења. Према Šarić (1988), енергија електромагнетског микроталасног зрачења лако продире у неметалне предмете и претвара се у топлоту. Када се примјењује против коровских биљака, топлота продире неколико центиметара у земљиште и убија сјеменке корова. Најбољи ефекат постиже се када је влажност сјемена висока, а влажност земљишта ниска. Ефекат ове мјере објашњава се дјеловањем на клицу високе температурае (100–153 °C) која се развија при микроталасном зрачењу, мада има претпоставки и о нетоплотном ефекту овог зрачења на биолошка ткива. Предност овог метода, који је још увијек у експерименталној фази, је у томе што микроталасно зрачење не оставља никакве резидуе ни у биљци ни у земљишту.

Уништавање корова примјеном електричне струје. Ова мјера примјењује се у новије вријеме, при чему се корови уништавају помоћу посебних уређаја који обезбјеђују пролазак електричне струје кроз биљке, што се постиже на начин да једна електрода на апарату додирује биљке које желимо уништити, а друга земљу. Пролазак струје кроз корове узрокује њихово загријавање и разарање биљног ткива. Што је напон струје виши, смрт биљке је бржа. При мањем напону, биљка губи тургор, вене и угине. Ако се биљци дају благи шокови, она угине за неколико дана, док је јачи шокови убијају за пар секунди или минута. За клијанце се користи нижи, а за одрасле биљке виши напон струје. За сада се овим начином уништавају корови који израстају високо изнад усјева (који се додирују електродом), док се у будућности предвиђа да ће се струјом моћи уништавати и корови између редова усјева, као и сва вегетација на парцели (тотални третман). Предности примјене електричне струје за уништавање корова огледају се у томе што овај метод

не оставља никакве резидуе ни у биљци ни у земљишту, што се може примјењивати и по вјетру и по киши, што јој последице третмана не смета киша (нема испирања као код хербицида) и што не шкоди усјевима, због чега се сматра да ће овај метод у будућности имати значајну примјену (Šarić 1988; Trkulja i sar. 2010a).

4.5.4. Механичке мјере

Механичке мјере сузбијања штетних организама укључују мјере којима се они уништавају директно, механички често уз употребу различитих машина и/или алата (Ehi-Eromosele et al. 2013). Основни начини на који се разне механичке мјере могу користити за сузбијање штетних организама укључују њихово директно уништавање путем механичког орезивања и сасијецања обољелих биљних дијелова или уништавања цијелих заражених биљака, те чупања, кошења, фрезања и тањирања корова, као и механичког искључивања разних штеточина коришћењем различитих баријера, клопки, заслона, ограда и мрежа (Gogo et al. 2014; Dara et al. 2018).

Орезивање и сасијецање обољелих биљних дијелова и уништавање цијелих заражених биљака. Ове мјере имају за циљ да допринесу смањењу потенцијалног инокулума различитих биљних патогена за производне и матичне засаде или расаднике и друге објекте за производњу воћака у њиховом непосредном окружењу. При орезивању воћака треба обратити пажњу да се одстране све суве гране и гранчице, као и тумори или рак-ране на гранама и деблу обољелих воћака. Тиме се утиче на сузбијање већег броја различитих биљних патогена, као што су: *Erwinia amylovora*, *Phytophthora cactorum*, *Nectria galligena*, *Nectria cinnabarina*, *Leucostoma cincta*, *Botryosphaeria obtusa*, *Armillaria mellea*, *Monilia laxa*, и др. (Trkulja i sar. 2010b). Као посебно илустративан примјер може се навести примјена механичких мјера заштите за сузбијање фитопатогене бактерије *Erwinia amylovora*, проузроковача бактериозне пламењаче јабуке и крушке, која има велики практични значај. Ове мјере обављају се током зимских и љетњих мјесеци, а заснивају се на механичком уклањању обољелих младара, тањих и дебљих грана, одстрањивању рак-рана, као и крчењу јаче обољелих стабала. Тање гране треба резати на 30 цм, а дебље на 50 цм испод видљивог прелаза здравог и обољелог ткива. И рак-ране треба одстранити сасијецањем, захватајући притом здраво ткиво. Орезане биљне дијелове треба изнијети из воћњака и обавезно спалити. Када се механичке мјере заштите обављају у току вегетације, онда је дезинфекција прибора за резидбу воћака обавезна мјера. За дезинфекцију прибора за рад најчешће се користи 70% етил алкохол или 10% натријум хипохлорид. Након обављених механичких мјера повријеђена мјеста

треба дезинфиковати 70% етанолом и премазати калемарским воском. Уколико је инфекција изузетно јака, гдје су стабла у потпуности некротирала, препорука је да се изврши крчење (ерадикација) обољелих стабала, односно цијелог засада (Arsenijević 1997; Trkulja i sar. 2010b; Delibašić i sar. 2015).

Чупање. Ово је био и остао један од најефикаснијих начина уништавања корова. Међутим, ручно чупање корова је споро и захтијева много радне снаге, па се може примијенити на мањим површинама, док је у интензивној пољопривреди непрактично. Корове треба чупати прије него што цвјетају, а ако се то из било којег разлога не успије урадити, онда обавезно прије него што се осјемене. Ово се препоручује и из разлога што је старије биљке корова тешко ишчупати, јер имају добро развијен коријен, па се често дешава да се, умјесто ишчупа, биљка прекида, због чега се може регенерисати (Janjić i sar. 2007).

Кошење. Механичко сузбијање корова у пракси најчешће се обавља кошењем помоћу различитих типова косилица. Ова мјера углавном се примјењује на травњацима и пољопривредним површинама без усјева, као и на различитим непољопривредним и рудералним стаништима (посебно у градским срединама). Веома је важно истакнути да кошење неких алергених корова, као што је нпр. амброзија, треба обавити прије него што она цвјета и почне да ослобађања полен, а свакако прије него што образује сјеме, како би се спријечило алергено дјеловање полена на људе, као и даље размножавање и ширење ове опасне алергене коровске биљне врсте. Такође, важно је нагласити да уколико из било којег разлога амброзију не стигнемо да покосимо прије цвјетања, од њеног кошења не треба одустати, него га треба спровести чим прије то буде могуће извести, јер ће каснијим кошењем бити захваћене биљке које касније цвјетају, што ће такође допринијети спречавању образовања сјемена и смањењу потенцијала њеног ширења (Trkulja i sar. 2010a). Према Janjić i sar. (2007), након кошења амброзија има особину да се лако регенерише и поново улази у фазу цвјетања за двадесетак дана, послвије чега је опет способна да уђе у репродуктивну фазу и донесе сјеме (*неотенија*), због чега је за ефикасно сузбијање треба косити сваке треће недјеље. На тај начин јој се може онемогућити отпуштање полена, као и значајно смањити продукција сјемена. Исти аутори наводе да у нашим условима прво кошење треба обавити до 20. јула, друго до 20. августа и треће до 20. септембра.

Фрезање и тањирање. Овим мјерама се корови добро механички уништавају и дјелимично уносе у земљиште. Фрезањем и тањирањем се најбољи ефекти постижу уколико се корови уништавају у млађим фазама раста, што је посебно важно код неких алергених корова, као што је нпр. амброзија, код које ове мјере треба обавити прије цвјетања и ослобађања полена, а свакако прије образовања сјемена како би се спријечило алергено дјеловање полена на

људе и даље размножавање и ширење овог опасног алергеног корова (Trkulja i sar. 2010a).

Такође, препоручује се спровођење и других механичких мјера, као што су постављање љепљивих појасева на дебла који служе за хватање штеточина који имају особину да се заклањају под кору или полажу јаја на кору, постављање замки за мишеве или волухарице, постављање мрежа за заштиту од птица, постављање разних антиинсекатских мрежа ради спречавања контакта инсеката са гајеним биљкама или спречавања уласка инсеката у различите објекте заштићеног простора, и др. (Igrc-Barčić i Maceljski 2001; Kreuter 2001; Maceljski 2002; Maceljski i sar. 2004; Trkulja i sar. 2009, 2019; Keserović i sar 2014).

4.5.5. Агротехничке мјере

Агротехничке мјере представљају скуп различитих мјера које доприносе спречавању појаве и снижавању густине популације разних врста штетних организама чиме се доприноси побољшању опште и здравствене кондиције гајених биљака, тј. повећању њихове отпорности и толерантности на напад разних врста штетних организама (Ehi-Eromosele et al. 2013). При томе, управљање штетним организмима примјеном различитих агротехничких мјера подразумијева промјене начина на који се биљке узгајају како би оне биле мање погодне за штетне организме, односно како би више одговарале природним непријатељима, или како би се појачала способност гајених биљака да издрже напад штетних организама (Trkulja i sar. 2009). Крајњи циљ је промјена агроекосистема на начин да се популација штетних организама задржи испод економског прага штетности (El-Shafie 2020).

Агротехничке мјере су у основи различите од физичких и механичких мјера, јер су сви ефекти ових мјера на штетне организме посредни преко гајених биљака или средине у којој се оне узгајају (нпр. промјене у микроклими унутар склопа биљака), док су код физичких и механичких мјера ефекти на штетне организме директни. Пошто агротехничке мјере само индиректно утичу на штетне организме, оне су обично споријег дјеловања, због чега је већина њих ограничене вриједности за рјешавање проблема са штетним организмима који захтијевају брзе мјере сузбијања. Међутим, примјеном агротехничких мјера генерално се не може промијенити капацитет екосистема за одређени штетни организам, тако да се његова популација може вратити до густине или бројности која проузрокује економске штете. Због тога ове мјере морају бити континуирани дио програма интегралне заштите биља, односно оне се не могу зауставити или започети када је

потребна брза контрола штетних организама, као што то неке друге мјере могу (Norris et al. 2003). Исти аутори наводе да се примјеном агротехничких мјера смањују проблеми са штетним организмима уз релативно ниске трошкове, пошто се агротехничке мјере обично имплементирају примјеном механизације или опреме која је већ доступна за стандардне агротехничке операције, при чему обично настаје минимални утицај на животну средину. Међутим, мјере управљања штетним организмима помоћу агротехничких мјера често су специфичне за регију, при чему често оно што добро функционише у једној регији не мора да функционише у другој. Због тога је потребно пажљиво испробавати преношење мјера из једне регије у другу, осим у случајевима када су услови средине у различитим регијама идентични.

Постоје бројне агротехничке мјере које се са успјехом могу користити за управљање штетним организмима. Као примјери могу се навести плодоред, одабир парцеле/локалитета, обрада земљишта, избор и гајење толерантних и резистентних сорти и хибрида, вријеме сјетве и садње, дубина сјетве и садње, размаци/густина усјева, пикирање и пресађивање, калемљење, међуредна култивација, пливљење, окопавање, правилно и избалансирано ђубрење, наводњавање, малчовање, узгој биљака мамаца, биљке антагонисти (алелопатија), међуусјеви, остављање нетретираних обода парцела, вјетрозаштитни појасеви, резидба, управљање родношћу, избор оптималног момента жетве/бербе, и др. (Luna and House 1990; Hill 2008; Dhawan and Peshin 2009; Trkulja i sar. 2009; 2010a; Ehi-Eromosele et al. 2013; Dara 2019; El-Shafie 2020).

Плодоред. У оквиру система интегралних мјера борбе против разних врста штетних организама различите врсте плодоредом имају посебан значај због тога што је плодоред једина агротехничка мјера за чију примјену нису потребна материјална улагања већ знање и дисциплина у редосљеду гајења биљака, како у времену тако и у простору. Осим тога, поштовање основних начела плодоредом доприноси побољшавању многих особина земљишта, као и смањењу бројности разних врста штетних организама (Curl 1963; Wright 1984; Liebman and Dyck 1993; Mohler and Johnson 2009; Pržulj i sar. 2010), што све заједно утиче на остваривање виших и стабилнијих приноса гајених биљака. Важно је да усјеви у ротацији буду генетски различити тако да немају исти комплекс штетних организама (Сл. 4.4) јер се смјеном усјева у плодореду мијењају и еколошки услови за растење и развиће како гајених биљака, тако и разних врста штетних организама, при чему принцип ротације усјева обезбјеђује прекид специфичног односа између биљака домаћина и штетних организама који често фаворизује њихов развој (Oudejans 1991). Осим тога, промјеном усјева у плодореду мијењају се и *системи обраде земљишта*, а зависно од усјева и избор пестицида који се у њима користе. Такође, гајење

два или више усјева на истој парцели или пољу у плодореду доприноси повећању биолошке разноликости система и повећава количину и састав природних непријатеља штетних организама (Altieri 1994; Wratten and van Emden 1995; Landis et al. 2000). Велика биолошка разноликост пружа већу стабилност усјеву и чини стабилнијим овакав екосистем, због чега биљке у њему често дају веће приносе захваљујући оптималној употреби земљишта, хранљивих материја, воде, простора и других фактора (Oudejans 1991). Тако нпр. многи корови који се добро развијају у усјеву кукуруза или других окопавина, у усјевима густог склопа, као што је нпр. пшеница, не могу да опстану. То се посебно односи на корове који имају високе захтјеве за свјетлошћу, као што су нпр. дивљи сирак и амброзија, који у условима густог склопа не могу да се развијају (Јанјић и сар. 2007).

Одабир парцеле/локалитета. Одабир парцеле, односно локалитета за сјетву усјева или подизање засада разних врста гајених биљака, једна је од најважнијих одлука. Тако је нпр. за подизање воћњака идеалан благи нагиб, док би експозиција требала бити источна, југоисточна или сјевероисточна. Такође, треба избјегавати подизати воћњак поред високог дрвећа, а посебно поред шума јер оне спречавају струјање ваздуха, што повољно утиче на развој болести и формирање радијационих мразева. Гајене биљке успијевају на различитим типовима земљишта, али треба избјегавати тешка и плитка земљишта. Такође, треба избјегавати локалитете подложне мразу или са лошом дренажом (Keserović и сар 2014; Trkulja и сар. 2019).



Сл. 4.5. Квалитетна основна обрада земљишта (Фото Тркуља В)
Fig. 4.5. Quality basic soil cultivation (Photo Trkulja V)



Сл. 4.6. Лоша предсјетвена припрема земљишта (Фото Тркуља)
Fig. 4.6. Poor pre-sowing soil preparation (Photo Trkulja V)

Обрада земљишта. Одржавање земљишта обрадом представља важну агротехничку мјеру у свим усјевима и засадима гајених биљака, која за циљ

има очувати повољна и поправити неповољна својства земљишта (физичка, хемијска и биолошка, од чега у првом реду структуру земљишта и плодност). Осим тога, основни циљ обраде је припрема земљишта за сјетву или садњу гајених биљака, али и директно уништавање или смањење потенцијалне бројности разних врста штетних организама механичким повредима, исушивањем и излагањем предаторима и неповољним факторима животне средине (Luckmann and Metcalf 1994). Тако нпр. обрада земљишта обухвата неколико мјера помоћу којих се корови директно механички уништавају или им се једном мјером сјеме из земљишта избацавањем у више слојеве иницира да клија и никне, па се онда другом мјером уништи. За борбу против корова највећи значај имају *дубоко орање*, *разне операције предсјетвене припреме земљишта* и *заоравање (прашење) стрништа* (Šarić 1988; Janjić i sar. 2007; Trkulja i sar. 2010a).

- 1) **Дубоко орање.** Дјеловање дубоког орања на корове може да буде *директно* и *индиректно*. Директно дјеловање дубоког орања састоји се у уништавању већ изниклих биљака корова, при чему ова мјера има посебан значај за уништавање корова изниклих из сјемена које је изазвано да клија и ниче претходно наведеном мјером, односно заоравањем стрништа. Индиректно дјеловање дубоког орања састоји се у стварању повољних услова за гајену биљку у циљу повећања њене конкурентске способности, као и премијештању сјемена корова у земљишту, односно заоравање у дубље слојеве новообразованог сјемена које није прошло кроз период мировања, уз истовремено изоравање сјемена способног за клијање које је прошло период мировања и које се, при повољним спољашњим условима, масовно изазове да клија и ниче, док при неповољним спољашњим условима бива изложено дјеловању комплекса спољашњих фактора (влажност, промјењиве температуре, механички утицаји). Међутим, многе врсте једногодишњих корова које се размножавају сјеменом прилагодиле су се дубоком јесењем орању на тај начин да га преживљавају захваљујући великој животној способности и особинама мировања и периодичности клијања сјемена. Сјеме изорано дубоким орањем клија у зависности од биљне врсте и њених биолошких и еколошких карактеристика. Отуда, ефекти дубоког орања могу да имају различит значај за корове, односно стање закоровљености наредног усјева. Такође, важно је истакнути да је изучавањем утицаја обраде земљишта на ниво закоровљености усјева утврђено да *класична обрада* увијек има предност у односу на све варијанте редуковане обраде (Сл. 4.5). Наиме, вишегодишњи резултати истраживања показали су очигледну разлику у бројности корова између редуковане и класичне обраде

земљишта, при чему је на варијанти класичне обраде, по правилу, увијек регистрована мања бројност корова.

- 2) **Предсјетвена припрема земљишта.** Предсјетвена припрема земљишта обухвата већи број мјера допунске обраде које се изводе послје основне обраде (јесењег или прољећног дубоког орања), а прије сјетве усјева. У оквиру предсјетвене припреме врши се обрада површинског слоја оранице и његова припрема за сјетву у циљу стварања што повољнијих услова за клијање сјемена и ницање биљака. Она се састоји у разбијању и дробљењу гребена, као и што јачем уситњавању површинског слоја оранице, уравнивању саме површине земљишта и обезбјеђењу услова за задржавање влаге у овом слоју. У оквиру предсјетвене припреме земљишта, у зависности од врсте гајене биљке и услова спољашње средине (стања земљишта и његове влажности, као и метеоролошких услова), врши се тањирање, дрљање, култивирање, ваљање или фрезање. Свим овим мјерама мијењају се физичка својства ораничног слоја земљишта с циљем стварања повољних услова за клијање и ницање како гајених, тако и коровских биљака. Такође, на добро припремљеном земљишту које је добре структуре стварају се услови и да дјеловање хербицида буде знатно успјешније, и обрнуто, на земљишту са лошом предсјетвеном припремом (Сл. 4.6) дјеловање хербицида ће бити слабије. Исто тако, ове мјере често су усмјерене и у правцу директног уништавања корова, при чему се њима, прије свега, уништава поник корова изникао како послје основне, тако и између појединих мјера допунске обраде земљишта. Осим тога, пошто предсјетвена обрада може да се обавља у више етапа, у краћем или дужем временском периоду и уз коришћење различитих прикључних оруђа, појављује се и могућност виšekратног уништавања поника коровских биљака. Међутим, захваљујући особини периодичности клијања, сјеме корова не ниче масовно, тако да само дио изниклих биљака бива уништен, након чега се ницање наставља и послје сјетве, што доводи до поновног закоровљивања усјева.
- 3) **Заоравање стрништа.** Посебно велики проблем за ширење корова код нас представљају стрништа која послје жетве пшенице и других стрних жита из различитих разлога, а најчешће због недостака финансијских средстава, остају необрађена и која као таква представљају прави резервоар или расадник за интензивно ширење различитих коровских биљних врста међу којима је на нашим просторима посебно опасна амброзија. Осим тога, директно штетно дјеловање корова на стрништу је велико и разноврсно, јер они интензивно исушују земљиште и троше из њега велику количину минералних материја, често узрокујући и његово значајно осиромашење.

Због тога се као посебно важна агротехничка мјера у борби против корова препоручује *плитко заоравање (прашење) стрништа* које се обавља примјеном различитих оруђа на дубину 5–15 цм. Провођењем ове мјере образује се пливички растресит слој орнице који има позитивно дејство на само земљиште, јер га штити од исушивања и прегријавања, али се и врши директно уништавање амброзије и других једногодишњих и вишегодишњих корова. Осим тога, утврђено је да са повећањем свјетлосног интензитета у пливичком растреситом слоју орнице, настале плитким заоравањем стрништа, наступају погодни услови за брзо клијање и развој амброзије, која је термофилна и хелиофилна корова, отпорна на сушу. Изазивањем сјемена на клијање и каснијим уништавањем изниклих биљака корова прије њиховог осемењавања *смањује се потенцијална закоровљеност земљишта*. При томе је важно напоменути да се дубљим заоравањем стрништа постиже бољи ефекат у борби против корова, јер се дубљом обрадом на површину изорава сјеме корова из дубљих слојева земљишта, настало у претходним годинама, које је прошло кроз период мировања и које се, при повољним спољашњим условима, масовно иницира да клија и ниче.

Одабир сорте или хибрида гајене биљке. Познато је да различите сорте и хибриди гајених биљака значајно варирају у својој осјетљивости према разним врстама штетних организама, при чему је ова карактеристика важан фактор при избору сортимента за гајење у појединим подручјима. Због тога је веома важно да сорте и хибриди гајених биљака које се одаберу за гајење буду толерантне или резистентне према неким од најзначајнијих штеточина и проузроковача болести (гљиве, бактерије, вируси и фитоплазме), како би се употреба инсектицида и фунгицида смањила на неопходни минимум (Pržulj et al. 1999, 2013, 2014; Babović 2003; Mirosavljević et al. 2014; Trkulja i sar. 2019).

Сјетва или садња гајених биљака. Потребно је обезбиједити оптималан систем сјетве и садње гајених биљака како би се стекли што повољнији услови за гајену биљку, а уједно што неповољнији за разне врсте штетних организама. Тако нпр. нове засаде воћака треба подизати на начин да, уколико је то могуће, редови буду постављени у правцу дувања доминантних вјетрова. Размак између редова, као и између садница у реду, мора да омогући довољно простора стаблима воћака током очекиваног животног циклуса без употребе синтетичких регулатора раста. Ово ће омогућити да у овако подигнутим засадима буде боље циркулисање ваздуха, а самим тим да брже долази до сушења листова послје кишних падавина, чиме се смањују повољни услови за остваривање инфекција код многих патогена (Babović 2003; Trkulja i sar. 2019). Такође, помјерање времена сјетве, као и избор оптималног начина, односно густине и дубине сјетве, од велике су важности

за избегавање напада многих врста штетних организама (Archer et al. 1990; Dhawan 1999). Тако је *оптималан рок сјетве* гајених биљака од великог значаја за борбу против корова, с обзиром на то да се предсјетвеном припремом земљишта сјеме корова из горњих слојева земљишта често иницира да клија, због чега, уколико дође до закашњења сјетве гајених биљака, нарочито у прољеће, корови брже ничу и развијају се него гајене биљке, па их је и теже уништити. Насупрот томе, правовременом сјетвом посебно јарих усјева помаже се гајеним биљкама да се раније развију и засјене корове, пошто је нарочито у почетку развоја међу њима велика конкуренција за животни простор. Такође и *густина сјетве* гајених биљака веома је важан фактор који утиче како на ницање, тако и на развој корова и напад неких штеточина, при чему гушћом сјетвом усјева доприносимо већој конкурентности гајених биљака према коровима, а и њиховој мањој осјетљивости на напад неких штеточина (Doddall et al. 1996). Такође, и *оптимална дубина сјетве* у зависности од гајене биљке и крупноће сјемена треба да обезбједи најповољније услове за ницање и даљи пораст младих биљака, чиме се постиже боља конкурентска способност гајене биљке у односу на коровске биљке (Janjić i sar. 2007).

Малчовање (настирање). За настирање гајених биљака може се користити разноврсан и јефтин *биљни материјал* (сијено, слама, струготина дрвета, тресет, компост, добро згорио стајњак) или *вјештачки материјали* (пластичне фолије, специјални папир, биоразградива вискозна влакна). Разасрт материјал око гајених биљака спречава и онемогућава раст и развој коровских биљака, те повољно утиче на очување влажности и загријавање земљишта и обезбјеђује смањење трошкова за обраду земљишта. Осим тога, заоравањем биљног малч материјала током јесени обогаћујемо земљиште храњивим материјама, те побољшавамо структуру и микробиолошке процесе у земљишту, због чега се увођење ове мјере препоручује тамо гдје год је то могуће (Trkulja i sar. 2010a). Такође, ради смањења осјетљивости плодова јагоде према *Botrytis cinerea*, проузроковачу сиве трулежи плодова јагоде, и *Phytophthora cactorum*, проузроковачу трулежи коријеновог врата и плодова јагоде, за препоруку је коришћење различитих малчева од сламе или пластичне фолије који служе као баријера ради спречавања контакта земљишта и плодова јагоде (Stojanović 2004; Trkulja i sar. 2015; Ivanović i Ivanović 2017).

Плијевљење. Плијевљење је ефикасан начин уништавања корова који се најчешће примјењује у производњи расада паприке, парадајза, купуса и других биљака које се производе из расада. У овим усјевима у случају закоровљености потребно је обавити једно или два плијевљења, које је најбоље изводити послуже кише или наводњавања, чим се земљиште мало

просуши. Такође, понекад се пливљење примјењује и у поодмаклој фази развоја појединих закоровљених широкоредих усјева, када се у њих не може ући оруђем за међуредну обраду. Корови се могу пливјевити руком, ручним алаткама и посебним машинама, тзв. пљевилицама. Ручно пливљење је споро и захтијева много радне снаге, па је у интензивној пољопривреди непрактично.

Окопавање. Ова мјера изводи се ручно, помоћу мотика или сличног алата, на дубину 3–4 цм с циљем директног уништавања корова и одржавања горњег дијела ораничног слоја земљишта у растреситом стању. У зависности од врсте и дужине вегетационог периода гајене биљке, те до тада примијењених агротехничких мјера, као и закоровљености и збијености земљишта, током вегетационог периода обично се обавља једно до већи број окопавања. Ова мјера захтијева много радне снаге, па је у интензивној пољопривреди непрактична и ријетко се користи. Међутим, уколико се пак ова мјера користи, код нас се она најчешће изводи у широкоредим усјевима као допуна међуредном култивирању, када се окопава простор између биљака у реду. Због особине многих корова да се лако регенеришу из коријена, обично је потребно виšekратно окопавање да би се они успјешно сузбили (Janjić i sar. 2007; Trkulja i sar. 2010a).

Култивирање. Овом мјером врши се међуредна обрада земљишта код широкоредих усјева с циљем одржавања горњег дијела ораничног слоја земљишта у растреситом стању и директног уништавања корова. Култивирање је једна од најважнијих агротехничких мјера којом се у широкоредим усјевима врши уништавање корова, а изводи се механизовано, помоћу различитих врста култиватора. У току сезоне култивирање се, у зависности од биљне врсте, може изводити једном или више пута.

Прашење. Ова мјера изводи се с циљем разбијања покорице, одржавања горњег дијела ораничног слоја земљишта у растреситом стању и директног уништавања корова након посљедње обраде земљишта. За крајњи циљ ова мјера има стварање повољног водно-ваздушног режима, што ће омогућити бољи пораст младих биљака и повећање њихове конкурентске способности према коровима. Број прашења такође зависи од дужине вегетације гајене врсте или сорте, закоровљености земљишта и учесталости стварања покорице (Šarić 1988).

Исхрана биљака. За обилно и редовно плодоношење гајених биљака потребно је обезбиједити квалитетну и избалансирану исхрану. Најбољи начин утврђивања потреба гајених биљака за хранивима је слање узорака земљишта на анализу у овлашћену лабораторију. Посебно је опасно неизбалансирано ђубрење азотом јер оно може проузроковати повећану

осјетљивост на неке инсекте и узрочнике болести (Hodson and Lampinen 2019). Тако нпр. висок (Mitchell et al. 2003) или низак садржај азота (Snoeiijers et al. 2000) у биљци може допринијети појави неких болести. Насупрот томе, низак садржај калијума у биљкама иницира синтезу јасмонске киселине у биљкама која повећава способност биљке да се супротстави одређеним инсектима и проузроковачима болести (Davis et al. 2018). Такође, већа бујност биљака до које може доћи усљед претјераног ђубрења азотним ђубривима често резултира гушћим склопом биљке, односно већом густином крошње, чиме се стварају повољнији услови за развој патогена и отежава се добра апликација средстава за заштиту. Структура, дубина, плодност, фауна и микрофлора земљишта морају се очувати, а хранљиве и органске материје рециклирати гдје год је то могуће. Треба да се промовише употреба органских ђубрива, укључујући и висококвалитетни компост. Употреба минералних ђубрива треба да буде строго контролисана и може бити коришћена само онда када хемијска анализа земљишта или биљног материјала покаже да је оправдана. Ризици и нивои загађења подземних вода ђубривима, нарочито нитратима, морају да се сведу на минимум. Након садње, анализа биљака и/или земљишта мора да се редовно обавља да би се утврдиле потребе за хранивом или ђубривима. Препоручује се употреба *N-min* тестова. Укупан максималан унос азота (изражен у kg N ha^{-1} годишње), те период и методе примјене, морају бити подешени да умање испирање. Укупна количина присутног азота у органским ђубривима треба да се израчуна за период од три године. Иста правила примјењују се за друге главне хранљиве материје које су са потенцијалом да доведу до загађења. Количине коришћеног Р и/или К, показаних у анализама биљака или земљишта, не смију прелазити индиковане износе за више од 10%, осим за органска ђубрива која се користе сваке друге или треће године. Мора се водити евиденција о анализама биљака и/или земљишта и примјени свих хранива која ће бити на располагању контролном лицу за инспекцију. Ђубриво, органска ђубрива и компост, загађени токсичним и по природну средину опасним материјама, као што су тешки метали или патогени микроорганизми, нису дозвољени. Такође, важно је напоменути да ђубрење незрелим стајњаком често повећава закоровљеност, због чега се при ђубрењу гајених биљака органским ђубривима препоручује искључива употреба згорјелог стајњака у коме је сјеме корова инактивирано (Keserović i sar 2014; Trkulja i sar. 2019).

Наводњавање. Гајеним биљкама у току вегетације мора се обезбиједити адекватна влажност земљишта како би се осигурао уравнотежен пораст и висок унутрашњи и спољашњи квалитет плодова и других јестивих биљних органа због којих се оне гаје (зрно, кртоле, луковице, главице, листови, коријен

и др.). Такође и претјерана влажност земљишта може довести до слабог квалитета ових биљних органа, испирања хранљивих материја и повећаног ризика од појаве разних болести. Осим тога, прекомјерна употреба воде за наводњавање представља расипање и узрокује додатне непотребне трошкове. Због тога се наводњавање мора примијенити у складу са потребама гајене биљке. У усјевима и засадима разних врста гајених биљака у којима је потребно наводњавање мора се мјерити дневна количина падавина, те извршити процјена дефицита влажности земљишта, након чега се вода за наводњавање треба обезбиједити у складу са потребама гајене биљке, балансом влажности земљишта и капацитетом земљишта за складиштење воде. Нарочита пажња треба да се усмјери на квалитет воде, а посебно на ЕС проводљивост, салинитет и садржај потенцијалних агенаса загађивача воде (Keserović i sar 2014; Trkulja i sar. 2019). Међутим, осим гајених биљака, повољне услове влажности користе и корови, због чега у овом погледу начин наводњавања има важну улогу. Тако нпр. наводњавање гајених биљака системом „кап по кап“, помоћу кога се водом снабдијева само уски појас земљишта у редовима гајених биљака, док земљиште између редова гајених биљака на коме су често присутни корови остаје суво, има значајне предности у односу на различите системе заливања вјештачком кишом или наводњавања у бразде, помоћу кога се водом снабдијева цијела површина земљишта. Осим тога, познато је да се бројни корови шире путем воде за наводњавање, због чега заливање биљака системом „кап по кап“ или вјештачком кишом има предност у односу на наводњавање браздама, јер се овим начинима заливања омогућава мање разношење сјемена корова за разлику од наводњавања браздама, помоћу кога се на парцеле могу донијети нове количине сјемена или извршити разношење већ присутног сјемена по усјеву или засаду гајених биљака (Trkulja i sar. 2010a).

Резидба. Резидбом воћака треба осигурати добру прозрачност крошње, чиме се стварају лошији услови за развој болести и омогућава боље продирање средстава за заштиту у унутрашњост крошње. Правилном резидбом такође се спречава ломљење грана усљед претјеране родности, што има значај за превенцију појаве неких патогена јер ране настале ломљењем грана могу послужити као улазна врата за продор гљива, бактерија и других значајних патогена. Због тога стабла појединих воћних врста у воћњаку морају бити обликована и орезана тако да досегну величину погодну за одржавање, као и баланс између пораста и редовних приноса, те да се омогући добар продор свјетлости и средстава за заштиту у унутрашњост крошње. Прекомјеран раст треба да буде контролисан примјеном различитих агротехничких и помотехничких мјера, као што су смањење

ђубрења азотним ђубривима и наводњавања, љетњом резидбом и подстицањем контроле цвјетања (Keserović i sar 2014; Trkulja i sar. 2019).

Управљање родношћу. Редовни и високи приноси квалитетних плодова и других јестивих биљних органа са минималном употребом хемикалија су главни циљ интегралне производње гајених биљака. Хемијско прорјеђивање и агенси за заметање плода нису генерално допуштени осим супстанци које се појављују у природи и које се могу примијенити у случајевима када временски услови за опрашивање и заметање плодова нису повољни. Тако се, нпр. у случајевима када је дошло до заметања прекомјерног броја плодова усљед чега може доћи до прекомјерне родности, млади плодови воћака морају прориједити до оптималног броја да би се осигурала адекватна величина и квалитет плодова, а тиме и њихова мања осјетљивост на патогене проузроковаче трулежи плода. Осим тога, у случајевима када вријеме за опрашивање и заметање нису оптимални, дозвољено је прскање разних воћних врста препаратима за заметање или за прорјеђивање плодова (нпр. гиберелини и NAA) који су хемијски синтетизовани али се појављују у природи. Насупрот томе, употреба биљних регулатора раста који се у природи не појављују, попут агенса за пријевремено зрење плодова, није допуштена (Keserović i sar 2014; Trkulja i sar. 2019).

Берба, транспорт и заштита ускладиштених плодова и других јестивих органа гајених биљака. Неки патогени могу да проузрокују трулеж плодова и других јестивих органа гајених биљака и после њихове бербе, током њиховог транспорта и складиштења (Trkulja 2008a). Да би се то избјегло веома је важно обезбиједити оптималне услове за бербу, складиштење и транспорт плодова и других јестивих органа гајених биљака. Тако се нпр. плодови јабуке, крушке, шљиве и других биљних врста, као и кртоле кромпира, луковице црног лука, корјенови мркве и други јестиви биљни органи који се чувају у складиштима, морају брати или вадити у оптимално вријеме у складу са сортом и сврхом за коју су намијењени. Међутим, заштита ускладиштених плодова и других јестивих биљних органа воћака и повртарских биљака од разних проузроковача болести није ни једноставна, ни лака. Због тога, да би се остварили добри резултати, *неопходно је интегрално примијенити* низ мјера, али свакако специфично у зависности од конкретне сорте и врсте воћака и повртарских биљака, и то како у воћњацима и повртњацима током узгоја, тако и у складиштима, током њиховог чувања. Тако је за препоруку избор и гајење толерантних или отпорних сорти и хибрида разних врста гајених биљака према значајним патогенима, при чему током вегетације посебну пажњу треба посветити хемијској заштити, како би се плодови и други јестиви биљни органи што боље сачували од напада разних паразита и штеточина, при чему велики

значај има задње третирање пред њихову бербу или вађење, о чему треба посебно водити рачуна, као и о каренци.

Тако нпр. смањењу појаве складишних болести плодова и других јестивих биљних органа воћака и повртарских биљака током њиховог чувања у складиштима или хладњачама доприноси читав низ мјера, као што су: берба плодова разних биљних врста са оптималном зрелошћу; избегавање повређивања плодова и других јестивих биљних органа при берби, транспортовању и манипулисању; сортирање и одвајање свих повријеђених и обољелих плодова и других јестивих биљних органа прије уношења у складиште или хладњачу; дезинфекција амбалаже и складишта прије уношења плодова; коришћење оптималног режима складиштења са нагласком на оптималну температуру, влажност и садржај CO₂, уколико је могуће стриктним вођењем рачуна о посебним захтјевима према појединим чиниоцима за сваку складиштену сорту понаособ. Методе складиштења треба да буду такве да се омогући одржавање високог квалитета плодова. Опрема за складиштење и хлађење мора да се одржава како би се осигурала максимална ефикасност и мора се редовно пратити да би се осигурали исправни услови рада. О свему овоме мора да се редовно води тачна евиденција. Такође, прије пласмана на тржиште плодова разних врста воћака и повртарских биљака намијењених за потрошњу у свјежем стању мора да се изврши процјена квалитета репрезентативног узорка плодова сваке главне сорте (или групе сорти) из сваког воћњака и повртњака, као и из сваког складишта, при чему само плодови високог унутрашњег и спољашњег квалитета могу да буду сертификовани и означени као они који испуњавају стандарде интегралне производње воћа и поврћа (Snowdon 1990, 1991; Trkulja 2008a, 2008b; Keserović i sar 2014).

Посебан значај за квалитетно и успјешно чување плодова и других јестивих органа гајених биљака у складиштима или хладњачама има хигијена, која подразумијева цијели комплекс мјера који започиње од самог пројектовања, односно од избора локације и конструкције складишта или хладњаче, па све до свакодневног стриктног спровођења система разних мјера санитације, дезинфекције и хигијене у току самог процеса чувања плодова, кртола, луковица и других јестивих органа гајених биљака. Тако је при пројектовању хладњаче потребно посебно водити рачуна о локацији, како објекат не би био подигнут у близини ђубришта, извора аерозагађења, хидрозагађења, итд. Објекат мора бити правилно конструисан, од материјала који се може чистити и прати, а који не смије бити погодан за развој инсеката и глодара. Одговарајућим мрежама и решеткама цијели објекат мора бити заштићен од животиња које улазе у круг хладњаче, инсеката који долазе са ваздухом за провјетравање и глодара који долазе преко канализационе мреже. Код свих

објеката прехранбене индустрије важно је пројектом одвојити „чисти“ од „нечистог“ дијела. Вода којом се хладњача снабдијева мора бити хигијенски исправна у складу са законским прописима. Санитарне просторије и инсталације у хладњачи морају бити пројектоване тако да се чишћење и санитације могу обавити лако и успјешно. Исто тако, при пројектовању технологије у хладњачи мора се водити рачуна о условима пријема плодова, одржавању хигијене у току сортирања, паковања и складиштења, одвајању отпадака од линије сортирања и паковања, одржавању хигијене радника, алата, машина, погона итд. (Snowdon 1990, 1991; Trkulja i sar. 2019).

Модерна технологија складиштења плодова, кртола, луковица и других јестивих органа гајених биљака има превасходно за циљ потпуну контролу њиховог процеса дисања, сазријевања и старења, као и њихово одржавање са што вишом виталношћу, а што све заједно утиче на повећање њихове природне отпорности према проузроковачима болести, као и способности да залијече ране. Због тога, уколико се економски губици током чувања плодова кртола, луковица и других јестивих органа у складиштима желе смањити на толерантну мјеру, код нас би хитно требало више радити на увођењу и већем коришћењу модификованих и контролисаних атмосфера за чување плодова, кртола, луковица и других јестивих органа гајених биљака, које подразумевају коришћење ниског садржаја кисеоника, хипобаричне атмосфере, повећан садржај CO₂, комбинован низак садржај кисеоника и висок садржај CO₂ и др. (Snowdon 1990; Ciglar 1998; Trkulja 2008a, 2008b; Keserović i sar 2014).

Примјена већине наведених агротехничких мјера базирана је на познавању биологије гајених биљака и штетних организама, али и свих корисних ефеката ових мјера на гајене биљке, због чега ове мјере треба инкорпорирати у све системе интегралне заштите биља, гдје год је то адекватно. Међутим, иако примјена агротехничких мјера нуди много предности, оне такође имају и извјесна ограничења, због чега се ове мјере ријетко примјењују саме као тактике управљања штетним организмима. Тако, већина агротехничких мјера су само дјелимично ефикасне, што значи да и друге тактике треба да буду укључене у систем интегралне заштите биља. Такође, према Trkulja i sar. (2009), трошкови имплементације ових мјера понекад могу бити већи од добитака (нпр. увођење у плодоред усјева који није профитабилан). Исто тако, ове тактике не дјелују брзо због чега не могу одмах да ријеше проблем, а потреба за експертизом и знањем биологије штетног организма и гајене биљке, као и укупног екосистема, већа је него што је то потребно код других метода. Међутим, упркос овим могућим ограничењима, методе сузбијања штетних организама примјеном

разних агротехничких мјера су основа узгоја биљака коришћењем метода интегралне заштите биља (Dhawan and Peshin 2009).

4.5.6. Мјере за контролу понашања штеточина

Ове мјере првенствено се односе на контролу понашања разних штеточина, док се оне не могу примјењивати на корове или патогене, проузроковаче болести гајених биљака. Постоји више различитих мјера за контролу понашања штеточина, које су подијелене на: визуелне мјере (на бази видног поља), звучне мјере (на бази слуха), олфакторне мјере (на бази мириса) и мјере на бази хране (Heinz et al. 1992; Foster and Harris 1997; Norris et al. 2003; El-Sayed et al. 2009; Trkulja i sar. 2009; El-Shafie 2020).

4.5.6.1. Визуелне мјере за контролу понашања штеточина (на бази видног поља)

Контрола понашања штеточина визуелним мјерама врши се путем модификовања онога што оне виде, при чему се, због специфичности грађе очију, као и различитог понашања, визуелне мјере за инсекте и визуелне мјере за кичмењаке значајно разликују (Heinz et al. 1992; Rodriguez-Saona and Stelinski 2009).

Визуелне мјере за контролу понашања инсеката. Ове мјере подразумијевају коришћење разних клопки које су обојене или су таквог облика да могу да привуку циљане инсекте. Као примјер могу се навести *жуте љепљиве клопке* које се користе за хватање различитих инсеката (бијеле мушице у стакленицима, лисних вашију, лисних минера и др.) или *плаве љепљиве клопке* које се користе за хватање трипса. Такође, од визуелних мјера могу се користити и различити *рефлектујући малч материјали* који спречавају неке инсекте да слете на циљане биљке, као и разне *свјетлосне клопке* које привлаче и хватају инсекте због присутне позитивне фототактичне реакције инсеката према њима. Потребно је напоменути да се неке од ових мјера, осим за уништавање разних врста инсеката, могу користити и за мониторинг, односно за праћење и утврђивање њихове бројности (Heinz et al. 1992).

Визуелне мјере за контролу понашања кичмењака. Ове мјере подразумијевају коришћење разних предмета који су таквог облика или боје да могу да одбију циљане штетне кичмењаке, пошто већина њих има одличан вид и модификују своје активности у складу са оним што виде. Као примјер могу се навести *фигуре у облику предатора или грабљиваца* (нпр. сова или змија)

које могу да се поставе на видним мјестима за одвраћање штетних кичмењака од посјете тим подручјима. Такође, за одбијање птица могу се користити и разни *рефлектујући материјали* који се покрећу и свјетlucaју на вјетру, као и разна *страшила* која су традиционална мјера за застрашивање и одбијање птица (Foster and Harris 1997).

4.5.6.2. Звучне мјере за контролу понашања штеточина (на бази слуха)

Животиње обично веома добро опажају звукове, често и много боље него људи. Због тога се за застрашивање штетних кичмењака користе различите врсте звука и ултразвука, као и разне вибрације и звукови експлозија. Као примјер могу се навести разне врсте ултразвучних справа које се користе за одбијање кртица и глодара који копају јаме, као и разне справе које стварају експлозије које звуче као пуцањ из пушке, а које се користе за одбијање и плашење птица. Такође, могу се користити и аудио-снимци позива за узбуну, пошто многе животиње, а посебно птице (као што су нпр. вране), производе позиве за узбуну којима упозоравају друге чланове групе на надлазећу опасност (Foster and Harris 1997; Norris et al. 2003).

4.5.6.3. Олфакторне мјере за контролу понашања штеточина (на бази мириса)

Код већине штетних кичмењака, инсеката и нематода, високо је развијена способност да чулом мириса детектују разне хемијске материје у животној средини. Ове материје могу да индукују разне промјене у њиховом понашању, као што су привлачење ради парења, појачано тражење, сакупљање или одбијање, а могу и да резултирају разним физиолошким промјенама код примаоца. Као примјер могу се навести *феромони*, који су хемикалије које ослобађају јединке, а које утичу на друге јединке унутар исте врсте (Shorey and Gerber 1996; Gut et al. 2004; Rodriguez-Saona and Stelinski 2009; Dara 2019).

До сада је утврђено *више различитих врста феромона*, као што су: *феромони сакупљања* који представљају хемикалије које ослобађају јединке једне врсте, а које привлаче специфичне јединке исте врсте; *алармни феромони* који представљају хемикалије које се веома брзо шире и изазивају дефанзивно понашање или бијег (нпр. алармни феромони које ослобађају лисне ваши када наиђу предатори), а најпознатији, најбоље проучени и у

пракси најчешће коришћени су *полни феромони* који представљају хемикалије које су укључене у привлачење између сексуалних партнера ради повећања вјероватноће парења (Gut et al. 2004; Rodriguez-Saona and Stelinski 2009).

Према Norris et al. (2003), феромони се у пракси могу користити на неколико начина као дио контроле понашања штетних инсеката, и то за:

- 1) **Мониторинг.** Полни феромони су у широкој употреби за праћење појаве штетних инсеката и њихове бројности (Сл. 4.7).

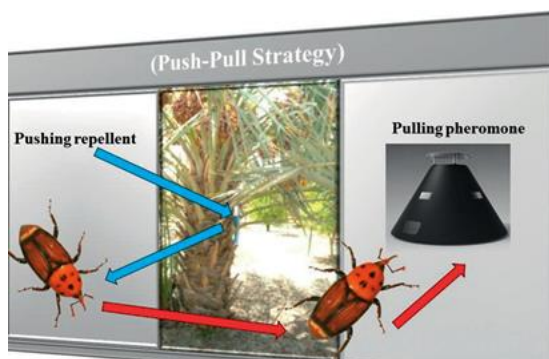


Сл. 4.7. Примјена феромонске клопке за мониторинг мрквине мухе (*Psila rosae*) (Фото Тркуља В)
Fig. 4.7. Application of a pheromone trap to monitor carrot fly (Psila rosae) (Photo: Trkulja V)

- 2) **Масовно хватање (привлачење и убијање).** Овом мјером коришћења феромона настоји се да се привуче и на различите начине уништи (најчешће коришћењем различитих љепљивих или других клопки) значајан дио популације разних штетних инсеката, како би се гајене биљке на тај начин заштитиле од оштећења.
- 3) **Ометање парења (Mating disruption).** Мушке јединке разних совица и других врста лептира проналазе своје потенцијалне партнере за парење на основу праћења хемијских сигнала које емитују женке (*полни феромони*). Међутим, уколико се у усјев, засад воћака или заштићени простор у коме се гаје повртарске биљке поставе синтетички полни феромони, они могу изазвати збуњивање мужјака, који у присуству синтетичких феромона не могу да пронађу женке, чиме се остварује наведена мјера ометања парења. Усљед тога локалне женке остају неоплођене, пошто их мужјаци нису у стању да пронађу, тако да не долази до полагања јаја. Под условом да не дође до инвазије плодних женки изван циљаног подручја, збуњивање феромонима на овај начин смањује или пак у потпуности зауставља штетну популацију одређеног инсекта у третираном подручју.
- 4) **Средства за одбијање (репеленти).** Као примјер ове мјере могу се навести неки једноставни неоргански јони, као што су NH_4^+ , K^+ , Cs^+ , Cl^- и NO_3^- , који дјелују јако одбијајуће на млађе развојне стадијуме нематода

коријенских гука, при чему ови стадијуми нематода неће остварити инфекцију уколико су наведени јони присутни у јако ниским концентрацијама (око 0,1 ppm).

Стратегија потискивања (Push-Pull Strategies). Ово је новија стратегија која се у развијеним земљама све чешће користи у интегралној заштити биља за сузбијање штетних инсеката, а која се заснива на коришћењу посебних хемијских једињења из групе аломона и каиромона (Cook et al. 2007; Dhawan and Peshin 2009; El-Shafie 2020). Суштина методе потискивања заснива се на пракси да се циљане штеточине од биљке домаћина коју нападају и оштећују одбијају или одвраћају (*push*) помоћу једињења из групе аломона, који служе као репеленти или средства за одвраћање инсеката, који се истовремено привлаче (*pull*) помоћу једињења из групе каиромона на друге усјеве или разне клопке (Сл. 4.8), гдје могу бити уклоњени или убијени (Pyke et al. 1987; Cowles 2004; Cook et al. 2007; Dhawan and Peshin 2009; Rodriguez-Saona and Stelinski 2009; Bhattacharyya 2017; El-Shafie 2020).



Сл. 4.8. Шематски приказ примјене стратегије потискивања црвене палмине пипе (*Rhynchophorus ferrugineus*) (El-Shafie 2020)
Fig. 4.8. Schematic representation of the application "Push-pull strategy" on red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) (El-Shafie 2020)

4.5.6.4. Мјере за контролу понашања штеточина на бази хране

Ово је једна од најчешће коришћених мјера из ове групе која се у пракси користи за контролу штетних организама (Vladés et al. 2005). Дobar примјер управљања навикама у исхрани за контролу штетних организама је сузбијање пољских глодара. Тактика која се користи је јефтина, а она подразумијева да се храна коју штеточина преферира помијеша са одређеним отровом који се користи за сузбијање штетних глодара (родентицидом). Отровни мамац се потом поставља у или на одговарајуће посуде, послије чега се оне распоређују на одговарајућа мјеста гдје се животиње обично хране с амбицијом да их циљана штеточина конзумира и на тај начин се отрује. Наведена мјера има и озбиљан недостатак, који се

прије свега огледа у томе да и неки нециљани организми (као нпр. домаће животиње) могу такође да поједу затрован мамац и да се отрују (Foster and Harris 1997; Gut et al. 2004; Morrison et al. 2016).

4.5.7. Мјере за управљање резистентношћу биљака домаћина

Резистентност биљака домаћина која се постиже преко *конвенционалног укрштања биљака* вјероватно је најбоље рјешење у оквиру интегралне заштите биља за проблеме са штетним организмима за које је овај приступ одговарајући (Chelliah and Uthamasamy 1998; Nelson et al. 2018). Отпорност биљака домаћина је важна особина која је компатибилна са другим тактикама интегралне заштите биља, те као таква може пружити значајан степен заштите биљкама, а да не изазове негативне утицаје на животну средину (Dhaliwal et al. 2004). Пошто резистентност биљака домаћина не омогућава да гајене биљке буду извор хране за циљане штетне организме, ова тактика омогућава трајно рјешење за проблем са штетним организмима без економских и еколошких недостатака (Douglas 2018). Резистентне сорте и хибриди разних врста гајених биљака посједују различите физичке, морфолошке или биохемијске карактеристике које смањују њихову привлачност или погодност да се штетни организми на њима успјешно хране, развијају или размножавају, због чега умањују или у потпуности избјегавају економске губитке од штетних организама и на тај начин смањују губитке приноса гајених биљака. Због тога се сматра да је резистентност биљака домаћина прва и једна од најважнијих линија одбране у концепту интегралне заштите биља (Smith 2004; Ehi-Eromosele et al. 2013; Dara 2019).

Генетички инжињеринг, који се у посљедње вријеме све више користи у заштити биља, омогућава инкорпорацију гена резистентности из несродних врста у гајену биљку, а обезбјеђује и извјесна побољшања у контроли неких штетних организама, која нису приступачна за конвенционално укрштање биљака (Јањић 2013; Kennedy 2008; Тркуља и сар. 2014, 2018; Dara 2019). Међутим, употреба трансгених генетички модификованих усјева (оних у које су страни гени унесени у лабораторијама помоћу молекуларних техника) покреће озбиљна питања у вези са здрављем људи и животиња, животном средином и биодиверзитетом, као и бројна етичка питања (Јањић и Јовановић 2015; Јањић и Малица 2015; Dhawan and Peshin 2009; Тркуља и сар. 2015, 2020).

Предности резистентности биљака домаћина за управљање штетним организмима. Гајене биљке које су резистентне према појединим врстама штетних организама, а које су произведене уз помоћ конвенционалне

селекције биљака, имају неколико предности у односу на друге тактике интегралне заштите биља. Према Norris et al. (2003), Smith (2009), Douglas (2018), Nelson et al. (2018), неке од њих су:

- 1) Резистентност биљака домаћина обично је једина тактика која је потребна за успјешно управљање циљаном врстом штетног организма када је доступна високо резистентна сорта или хибрид (Сл. 4.9);
- 2) Заштита траје током цијеле вегетационе сезоне, пошто је унесен ген увијек присутан;
- 3) На штетне организме увијек се утиче у најосјетљивијој фази;
- 4) Генерално, сви биљни дијелови су заштићени, укључујући и оне које је тешко третирати коришћењем конвенционалних пестицида;
- 5) Заштита је независна од временских услова.
- 6) Само штетни организми који се хране гајеном биљком изложени су дјеловању ове мјере, при чему је већина нециљаних утицаја избјегнута или елиминисана;



Сл. 4.9. Испитивања у пољу резистентности различитих хибрида купуса према *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans* – проузроковач жутог увенућа купуса (Фото Тркуља В)

Fig. 4.9. Tests in the field of resistance of different cabbage hybrids to *Fusarium oxysporum* f.sp. *conglutinans* – the cause of yellow wilting of cabbage (Photo Trkulja V)

- 7) Контролишу се само циљани штетни организми, док за већину корисних организама нема утицаја, тј. резистентност биљака обично је селективна за циљане штетне организме, али одређени механизми резистентности, међутим, такође могу да утичу и на корисне организме;

- 8) Већим дијелом, резистентност биљака је компатибилна са другим тактикама управљања штетним организмима, укључујући и примјену пестицида због чега ова тактика идеално одговара савременим системима интегралне заштите биља;
- 9) Резистентност биљака за контролу штетних инсеката често има и додатни ефекат јер ако се резистентност одржи током година и ако се резистентна сорта или хибрид узгаја регионално, бројност популације циљаног штетног организма може бити смањена до њеног присуства у траговима;
- 10) Резистентност биљака домаћина не оштећује животну средину, пошто је фактор заштите обично активан у ткиву биљке домаћина, а не у животној средини, због чега је утицај на животну средину минималан;
- 11) Принцип заштите животне средине је биоразградивост унесених гена, а избор одговарајућих гена осигурава тај принцип, односно да ти гени нису токсични за људе или домаће животиње;
- 12) Не постоји потреба за понављањем примјене ове тактике у току сезоне, па се примјеном ове тактике остварују и економске предности за фармере јер је једини трошак за произвођача сјеме, које је већ дио било ког буџета на фарми.

Такође, важно је истаћи да док год је резистентност биљке домаћина поуздана она помаже у стабилизацији програма интегралне заштите биља. Супротно томе, слабљење и губљење резистентности може да дестабилизује постојећи програм интегралне заштите биља који користи резистентност биљака домаћина (Chelliah and Uthamasamy 1998; Smith 2009).

Недостатци резистентности биљака домаћина за управљање штетним организмима. Основни недостатак ове тактике је способност штетних организама да развију нове сојеве или расе које могу да превазиђу резистентност биљке домаћина. Такође, главно ограничење за универзалну примјену ове тактике је мањак одговарајућих гена носиоца резистентности унутар гермплазме појединих врста гајених биљака (Douglas 2018; Nelson et al. 2018).

4.5.8. Мјере за управљање резистентношћу штетних организама

Резистентност штетних организама према пестицидима и другим мјерама које се користе за њихово сузбијање главни је проблем за управљање штетним организмима, а индиректно и за ширу друштвену заједницу. Услед појаве да поједини, често коришћени, пестициди престају бити ефикасни због развоја резистентности појединих врста штетних организама према њима, мора постојати константно истраживање мјера за управљање резистентношћу штетних организама, као и за изналажење нових пестицида

или за примјену нових мјера сузбијања (Georghiou 1983; Neve et al. 2014; Harari et al. 2016; Janjić i Mitrić 2018).

Ово питање је и економски веома важно јер, према Georghiou (1990), Norris et al. (2003), Janjić (2005, 2009), Harari et al. (2016) и Janjić i Mitrić (2018), појава и развој резистентности штетних организама према различитим мјерама које се користе за њихово сузбијање може проузроковати:

- 1) *Повећане економске штете* које настају као резултат повећаних губитака приноса које на гајеним биљкама проузрокују штетни организими усљед неадекватне контроле, што доводи до смањења доступности хране и других сировина које се добијају од биљака;
- 2) *Повећање производних трошкова* за фармере ако су нови пестициди скупљи, што доводи до укупног смањења економске добити;
- 3) *Загађење околине*, ако резистентност није препозната и фармер једноставно повећава дозе примјене одређеног пестицида у покушају да поврати контролу над штетним организмима (нажалост, код нас је ово чест случај који се дешава у пракси, јер је још увијек присутна погрешна фармерска филозофија „кашика више за сваки случај“);
- 4) *Повећани трошкови хране за потрошача* ако се производни трошкови повећају или ако се цијена производа повећа због неадекватне контроле;
- 5) *Губљење појединих ефикасних мјера управљања* (пестициди) у случају да резистентност штетних организама постане широко распрострањена;
- 6) *Губитак прихода произвођача пестицида* усљед смањене продаје неефикасних пестицида;
- 7) *Стално улагање времена и напора* у развој алтернативних мјера сузбијања штетних организама.

4.5.8.1. Тактике за управљање резистентношћу штетних организама

Управљање резистентношћу штетних организама укључује тактике које редукују селекциони притисак или смањују пропорцију популације штетних организама која је изложена селекционом притиску, при чему је главни циљ у управљању резистентности да се одржи корисност интегралних мјера заштите биља базираних на агротехничким мјерама, пестицидима или биљним генима отпорности (Georghiou 1983; Zettler and Cuperus 1990; Dhawan 2004; Janjić 2005, 2009; Crespo et al. 2011; Boyer et al. 2012; Neve et al. 2014; Harari et al. 2016; Janjić i Mitrić 2018).

За постизање овог циља бројни истраживачи у свијету развили су стратегију под називом *интегрално управљање резистентношћу* (*Integrated Resistant Managment, IRM*) (Georghiou 1990; Ноу 2009). Такође за рјешавање проблема

резистентности појединих група штетних организама испред индустрије пестицида формирани су различити комитети (*Fungicide Resistance Action Committee*, FRAC; *Insecticide Resistance Action Committee*, IRAC; *Herbicide Resistance Action Committee*, HRAC), који су активно приступили разматрању проблема резистентности разних врста штетних организама, те су обезбиједили одговарајуће водиче за управљање њиховом резистентношћу према појединим групама пестицида (FRAC 2018; IRAC 2019; HRAC 2020).

Тактике за избјегавање или смањење развоја резистентности штетних организама обично покушавају да обрну у супротном смјеру факторе који доприносе развоју резистентности. Према Georghiou (1990), Norris et al. (2003), Janjić (2005, 2009), Ной (2009), Boyer et al. (2012), Neve et al. (2014), Nagari et al. (2016) и Janjić i Mitrić (2018), сљедећи кораци су дио програма управљања резистентношћу штетних организама:

- 1) **Мониторинг присуства резистентних биотипова.** *Први корак у управљању резистентношћу* појединих врста штетних организама је да се утврди фреквенција појаве и интензитет резистентности. Рана детекција је есенцијална ако се резистентношћу жели управљати прије него што она елиминише употребљивост појединог пестицида према коме се резистентност развила. Не смије се заборавити да се резистентност може помијешати са резултатима лоше заштите која може настати из неколико разлога, као што су: примјена средстава у погрешном развојном стадијуму штетног организма, неправилно дозирање, неправилна и лоша апликација пестицида која доводи до неадекватне покривености појединих дијелова третиране биљке или чак употреба неисправних или денатурисаних пестицида. Ако се ипак утврди да резистентност постоји, мора се извршити анализа присуства претпостављене резистентности у широј популацији циљаног штетног организма. У случају да се присуство резистентности потврди, морају се предузети неки од наредних корака;
- 2) **Модификовати употребу пестицида**, на неки од сљедећих начина:
 - Ротирати или наизмјенично користити пестициде који имају различит начин дјеловања. Не настављати примјену истог пестицида или другог са истим начином дјеловања. Овдје постоје потешкоће због тога што већина фармера који користе пестициде не зна начин њиховог дјеловања. Због тога се обиљежавање паковања пестицида са приказом његовог механизма дјеловања препоручује као начин да се превазиђе ова потешкоћа. Такође, и недостатак ефикасног пестицида са различитим механизмом дјеловања може лимитирати опцију ротирања пестицида са различитим начином дјеловања;

- Есенцијално је да се размотри и проблем укрштене или мултипле резистентности. Ротирање различитих пестицида може да не доведе до смањења селекционог притиска ако је штетни организам резистентан на више од једног механизма дјеловања пестицида;
- За хемијска третирања појединих ризичних врста штетних организама потребно је користити мјешавине различитих активних материја са различитим начином дјеловања. Ова мјера је широко препоручена за патогене и корове, али се обично не користи при сузбијању гриња;
- Употреба редукованих доза пестицида стандардна је препорука за успоравање развоја резистентности различитих врста штетних организама, чиме се смањује селекциони притисак на њихову популацију;
- Поновљене третмане у ниским дозама истим пестицидом не треба користити. Ово је посебно важно за неке фунгициде (нпр. стробулирине);
- Гдје је изводљиво треба користити пестицид са кратком перзистентношћу јер кратка перзистентност смањује селекциони притисак у поређењу са притиском створеним употребом пестицида са дугим резидуалним ефектом;
- Упутство за оптимални начин и вријеме примјене треба бити написано на етикети сваког пестицида, тако да се он примијени на оптималан начин и на најосјетљивији развојни стадијум штетног организма. Ово разматрање посебно је важно за инсекте.
- Развој нових пестицида (акција индустрије, не појединачних фармера) била је стратегија која је широко коришћена у прошлости од стране индустрије пестицида. Међутим, ни ослањање искључиво на нове пестициде неће обезбиједити дугорочна рјешења за проблеме са резистенцијом, зато што се резистентност развија против сваког новог пестицида, доприносећи развоју непрекидног ланца трговине пестицидима, те, што је постало изузетно тешко и скупо, увести нове пестициде на тржиште, као и зато што укрштена резистентност може компромитовати чак и дјеловање нових пестицида.

3) Употреба комбинације тактика (мјера) сузбијања штетних организама.

Ово је један од иницијалних разлога за увођење и ширење концепта интегралног управљања штетним организмима и подразумијева употребу и ротирање више различитих тактика (мјера) за сузбијање штетних организама, као што су:

- Наизмјенична употреба алтернативних пестицида;
- Употреба агротехничких мјера за смањење утицаја штетних организама до крајњих могућности;

- Употреба механичких мјера уколико је то могуће и тамо гдје је то могуће. Ова тактика је посебно важна за управљање са резистентношћу код различитих корова. Стратегија подразумијева употребу окопавања, међуредног култивирања или кошења ради уклањања корова који су преживјели третман хербицидима, што има велики значај јер ако се ови корови физички уклоне прије него што донесу сјеме, они не преносе гене на наредну генерацију;
- Очувати корисне организме и имплементирати биолошку контролу уколико је то могуће и тамо гдје је то могуће. Ова тактика је посебно важна за управљање резистентношћу гриња према најчешће коришћеним акарицидима, али има малу практичну примјену при управљању резистентношћу код већине других штетних организама;
- Важно је знати да је резистентност на пестициде пожељна особина код природних непријатеља. Тако су нпр. одређени родови предаторских гриња резистентних према појединим инсектицидима намјерно узгојени за масовну примјену за контролу штетних гриња, у комбинацији са употребом неког од инсектицида за контролу других штеточина.

4) Плордоред. Ротирање различитих усјева у простору и времену често доводи до промјена штетних организама које треба сузбијати, као и пестицида које треба примијенити. Ова тактика је веома корисна за управљање резистентности корова према хербицидима, пошто су хербициди обично специфични за поједине усјеве због специфичних захтијева према селективности. Такође, редовно и правилно коришћење плордоред екстремно је корисно за управљање резистентношћу инсеката и нематода, а посебно у случајевима када ротирани усјев прекида животни циклус циљаног штетног организма. Међутим, плордоред је мање користан за многе врсте пестицида због тога што се исти пестицид често користи у различитим усјевима, а не представља ни реално корисну тактику за вишегодишње усјеве.

5) Очување осјетљивих гена. Развој резистентности може бити одложен или чак заустављен уколико цијела популација штетног организма није потчињена селекционом притиску. Циљ ове стратегије је да остави бар један дио популације штетног организма да буде нетретиран. Ово се може постићи остављењем дијела усјева нетретираним или остављањем са обода парцела специфичних зона које нису третиране; касније названих *уточишта*. Међутим, основна тешкоћа са имплементацијом ове стратегије у пракси је да нема јасног водича о величини или пропорцији популације која треба да остане нетретирана.

4.5.9. Биолошке мјере

Биолошке мјере подразумијевају сузбијање штетних организама гајених биљака примјеном њихових природних непријатеља (инсеката, нематода, гљива, бактерија и вируса). Природне непријатеље називамо корисним организмима јер на биолошки начин уништавају штетне организме гајених биљака (Dhawan and Peshin 2009; Kenis et al. 2017; Хајек and Eilenberg 2018; Heimpel and Cock 2018; El-Shafie 2020).

Биолошке мјере сузбијања штетних организама представљају важну тактику која се примјењује у оквиру система интегралне заштите биља, коју треба користити када год је то технички изводљиво и исплативо. Постоји неколико предности за употребу биолошких мјера у поређењу са другим мјерама за сузбијање штетних организама, и то: 1) ако се бројност популације агенса за ефикасну биолошку контролу успостави у једном подручју, у суштини нема даљих трошкова, због чега је успјешна биолошка контрола релативно јефтина након почетних трошкова успостављања циљане бројности природних непријатеља; 2) након успјешно успостављеног програма биолошке контроле, циљани штетни организам не прекорачује економски праг штетности. Ако се пак популација циљаног штетног организма почне повећавати и бројност агенаса биолошке контроле се повећава, чиме се смањује степен пораста популације циљаног организма на начин који зависи од густине његове популације; 3) биолошка контрола не оставља остатке који могу да контаминирају гајену биљку или животну средину; 4) за разлику од пестицида и физичких мјера, биолошка контрола у принципу не омета друге методе контроле штетних организама; 5) за мјере биолошке контроле традиционално се сматра да нису штетне за екосистеме. Међутим, у неким случајевима може да дође и до случајних или нециљаних ефеката испуштања природних непријатеља који нису аутохтони за штетне организме у новим подручјима. Међутим, велики број научника који су укључени у процјену ризика агенаса биолошке контроле истражују и начине како да минимизирају или елиминирају такве нециљане ефекте (Templeton 1986; Warrior 2000; Ehi-Eromosele et al. 2013; Zalom et al. 2018).

4.5.9.1. Врсте биолошке контроле и њихова имплементација

Према Paulitz and Bélanger (2001), Norris et al. (2003), Хајек and Eilenberg (2018) и Heimpel and Cock (2018), постоји неколико различитих врста биолошке контроле, и то:

- 1) *Класична биолошка контрола*, која се односи на унесене стране врсте штетних инсеката за које се увозе природни непријатељи из подручја гдје су те штетне врсте аутохтоне;

- 2) *Инокулативна биолошка контрола*, која подразумева периодично пуштање и поновно успостављање агенаса за биолошку контролу који изумиру сваке године, али који могу врло брзо да се прошире и повећају бројност своје популације у одговарајућим условима;
- 3) *Аугментативна биолошка контрола*, која подразумева периодично пуштање природних непријатеља, обично ендемичних, који су већ присутни на неком подручју (нпр. бубамаре), али који не могу довољно или брзо да увећају бројност своје популације да би ефикасно могли да сузбијају циљане штетне организме;
- 4) *Масовна биолошка контрола*, која подразумева масовно пуштање агенаса за биолошку контролу који не могу лако да се репродукују, а самим тим и не могу да достигну адекватну бројност популације без људске интервенције;
- 5) *Заштитна биолошка контрола*, која подразумева настојање да се одрже популације ендемичних врста биолошких агенаса избјегавањем ометања њиховог развоја кроз функционисање екосистема;
- 6) *Конкурентско искључивање*, које се односи углавном на патогене, а подразумева стратегију увођења мање вирулентнијих сојева или раса биљних патогена с циљем да они постепено замијене вирулентније и агресивније патогене сојеве разних проузроковача биљних болести у неком подручју;
- 7) *Деконтаминација инфицираног земљишта*, које се такође углавном односи на патогене, а подразумева стратегију увођења разних антагонистичких микроорганизама у земљиште, с циљем да се оно ослободи присуства разних патогена проузроковача болести биљака који се у земљишту могу одржавати, а који су у њега доспјели на различите начине (нпр. усљед дуготрајне монокултуре, уношењем у земљиште инфицираним сјеменом или садним материјалом, и др.). Међутим, неопходно је да се направи разлика између екосистема земљишта и ваздушне (надземне) средине у вези са биолошком контролом биљних патогена. Као што је поменуто, биолошка контрола у земљишту изложена је различитим ограничењима у односу на методе биолошке контроле у ваздушној средини.

У свијету су у посљедње вријеме интензивирана истраживања разних биолошких мјера борбе против различитих врста штетних организама гајених биљака, те су развијени разни биолошки агенси и препарати који се могу користити за сузбијање бројних биљних патогена, штеточина и корова.

4.5.9.2. Биолошке мјере сузбијања биљних патогена

У природи су микроорганизми принуђени да егзистирају заједно са читавим низом разних организама. Тај заједнички живот веома великог броја разних облика живота захтијевао је од сваке врсте да се бори за свој опстанак с другим организмима или да се на жива бића своје средине прилагоди. Та неопходност заједничког живота довела је до образовања разних видова здруживања или асоцијација разноврсних микроорганизма с другим микроорганизмима или вишим организмима. У оквиру ових заједница постоје многобројни сложени, често и суптилни односи и интеракције, који су значајно условљени многим, различитим факторима средине у којој живе разни чланови асоцијације. Разни видови коегзистенције у овим асоцијацијама могу бити корисни за једног партнера, а за другог – ни корисни ни штетни, или за једног корисни, а за другог штетни и обрнуто. Ове интеракције, такође, могу бити и без видљивих ефеката (Trkulja 1997).

Према Каракашевић (1989), за поједине видове асоцијација које су посљедица разних интеракција између различитих живих организама уобичајени су сљедећи називи: *неутрализам, коменсализам, мутуализам, компетиција, антагонизам, паразитизам и предаторство.*

Антагонизам, као специфичан облик интеракције између живих организама, од посебног је значаја за биолошку борбу против биљних патогена. Разни аутори појам антагонизма објашњавају на различите начине. Тако нпр. Egorov (1964) наводи да је антагонизам специфичан облик узајамних односа при којем једна врста микроорганизма на одређени начин успорава или спречава раст и развој других врста и на крају узрокује дезорганизацију њихових ћелија. Према Marić (1991), антагонисти су биолошки агенси који имају способност да утичу на животне процесе паразита биљака. Антагонисти могу бити гљиве, бактерије, нематодe, протозое, вируси и вироиди. Према овом аутору, израз антагонист је еквивалент термину „природни непријатељ“, који се користи у ентомологији.

Према Salle (1974), један од најчешћих облика узајамних односа између разних врста микроорганизма, којим себи обезбјеђују егзистенцијалне услове за развој и продужетак врсте, представља биолошка појава антибиозе засноване на међусобном антагонистичком дјеловању. Према овом аутору, *антибиоза* се може дефинисати као животна заједница два микроорганизма од којих је један крајње штетан за другог и усљед чега овај други може и да угине.

У природи микрорганizam се сам штити на разне начине од својих непријатеља. Он може да ствара производе метаболизма који мијењају услове у животној средини, као што су рН, осмотски притисак и површински

напон и на тај начин чини средину неповољном за раст и развој мање толерантних микроорганизама. Микроорганизам може такође да ствара специфичне токсичне материје које спречавају метаболизам других микроорганизама до те мјере да их униште, или спријече њихово размножавање. Те специфичне материје токсичног дејства назване су *антибиотицима*, а сам феномен *антибиоза* (Salle 1974; Stojčić i sar. 1997).

Механизми дејства антагонистичких микроорганизама према паразитима биљака. Бројни аутори су на разне начине покушавали да објасне основне начине антагонистичког дејства међу микроорганизмима. Тако, Egorov (1964) и Salle (1974); *loc. cit.* Arsenijević i sar. (1997), механизам антагонистичког дејства једне врсте микроорганизама према другој објашњавају следећим појавама:

- 1) *Компетиција за простор, хранљиве материје и кисеоник*, при чему једна врста микроорганизама боље искоришћава основне услове спољне средине и тиме онемогућава раст и развој других врста;
- 2) *Стварање несPECИФИЧНИХ МЕТАБОЛИТСКИХ ПРОДУКАТА* који мијењају услове спољне средине (рН, осмотски притисак, површински напон) и чине је непогодном за развој мање толерантних врста;
- 3) *Синтеза специфичних токсичних материја*, продуката метаболитских процеса, које у минималним дозама успоравају или спречавају раст и развој других врста микроорганизама и коначно изазивају дезорганизацију њихових ћелија.

Према Wilson et al. (1991), постоје четири основна начина антагонистичког дејства разних микроорганизама према патогенима биљака, и то:

- 1) *Директна инхибиција патогена излучивањем антибиотика од стране антагонистичких микроорганизама.* То је уобичајена појава у природи која може имати значајну улогу у заштити гајених биљака и њихових производа од разних паразита проузроковача болести биљака, како током њиховог гајења, тако и послје бербе или жетве. Стварање и излучивање разних антибиотика од стране многих антагонистичких микроорганизама (гљива, бактерија и квасаца) већ одавно је лабораторијски утврђено и доказано. Тако, нпр. Wilson and Chalutz (1989), наводе да је на површини плодова цитруса утврђена епифитна популација разних микроорганизама која испољава инхибиторно дејство *in vitro* према развоју неких гљива патогена овог воћа. Такође, и Swinburne (1978) наводи да је прскањем појединачних стабала јабуке суспензијом сапрофитне бактерије *Bacillus subtilis*, у вријеме када је 10% и 50% листова опало, смањен проценат инфекције од стране *Nectria galigena*, проузроковача рак-рана воћака за 50%, те обезбијеђена заштита третираних воћака од овог паразита

до прољећа. И Pusey (1989), истиче да сапрофитна бактерија *Bacillus subtilis* посједује изразито антагонистичко дејство у култури против неколико значајних патогена воћака и повртарских биљака. Gueldner et al. (1988) открили су и идентификовали активну супстанцу, названу *итурин*, која и узрокује инхибицију, а коју излучује ова бактерија. Исто тако, и бактерија *Pseudomonas seracia*, која спречава развој већег броја паразитних гљива, проузроковача трулежи плодова воћака, продукује антибиотик *пиролонитрин* (Janisiewicz and Roitman 1988).

- 2) *Компетиција микроорганизама антагонисте са патогеном за храну и простор.* Сапрофитни микроорганизми антагонистичких својстава често се боље прилагођавају неповољним условима средине у односу на паразите биљака. То може бити испољено у виду способности разградње хранљивих материја присутних у ниским концентрацијама или у преживљавању и развоју микроорганизама антагонисте на површини биљке или у земљишту при температури, рН вриједности или осмотском притиску неповољним за раст и развој патогена. Као примјер оваког начина испољавања антагонистичког дејства може се навести врста квасца *Debaryomyces hansenii*, која испољава антагонистичко дејство према *Penicillium digitatum*, проузроковачу зелене плјесни плодова цитруса, кога може значајније редуковати *in vivo*, али и *in vitro* када се антагонист и патоген заједно нађу на плоду или када се заједно гаје на синтетичкој подлози (Droby et al. 1989). Слично се понаша и бактерија *Enterobacter cloacae* која спречава клијање спора *Rhizopus stolonifer* усљед конкуренције за храну (Wisniewski et al. 1989).
- 3) *Антагонисти индукују повећање отпорности домаћина.* Неколико аутора су током интеракције разних антагонистичких микроорганизама са биљком домаћином утврдили и појаву повећања њене отпорности према неким паразитима, проузроковачима болести биљака. Тако је нпр., третирање површине повријеђеног плода грејпфрута суспензијом ћелија антагонистичког квасца *Debaryomyces hansenii* повећало продукцију етилена, док ова појава није утврђена када је неантагонистички изолат квасца нанесен на повријеђене плодове (Wilson et al. 1991). У ткиву цитруса и других воћака етилен поспјешује активност фенилаланин амониум-липазе (PAL), ензима који утиче на синтезу фенола, фитоалексина и лигнина, супстанци које имају важну улогу у индуковању отпорности биљака према паразитима проузроковачима болести (Кис 1982). Антагонистички микроорганизми могу, такође, повећати отпорност биљке домаћина и индиректно, промјеном хемијских или осмотских животних услова

на повријеђеном мјесту у корист антагонисте у односу на патогена (McLaughlin et al. 1990).

- 4) **Директна интеракција микроорганизама антагонисте са биљним патогеном.** Неке антагонистичке гљиве, као *Trichoderma viride* нападају биљне патогене директно (*суперперпаразитизам*) или индиректно, продукцијом различитих антибиотских супстанци (Arsenijević i sar. 1997). Тако нпр., микрофотографије, снимљене помоћу електронског скенер микроскопа (SEM), илуструју напад антагонистичког квасца *Debaryomyces hansenii* на мицелију *Botrytis cinerea*, проузроковача сиве трулежи многих гајених биљака (Biles et al. 1990), док стварање ензима глуконазе и хитиназе од стране неких антагонистичких микроорганизама, јасно указује на растварање ћелијских зидова хифа патогена током овакве интеракције (Wilson et al. 1991).

Практична примјена биолошких мјера сузбијања паразита гајених биљака.

Појава *антибиозе* забиљежена је још у старом вијеку, кад се знало за љековито дејство киселог млијека и зелених плијесни. Међутим, права природа антибиозе утврђена је тек крајем XIX вијека. Први подаци о проучавању ове појаве датирају из 1871. године, када су руски љекари Манасеин и Полатебнов истраживали антагонистичко дејство зелених плијесни и стечена сазнања примијенили у лијечењу неких инфективних болести људи (*loc. cit.* Egorov 1964).

Термин *антагонизам* први је употребио Робертс 1874. године, демонстрирајући антагонистичко дејство *Penicillium glaucum* према неким бактеријама у течной подлози (*loc. cit.* Baker 1987).

Fleming (1928) је уочио културу *Staphylococcus aureus* загађену једном плијесни која је стварала зелени пигмент и спречавала развој ових стафилококних бактерија на извјесном растојању од колонија плијесни. Ту плијесан је Флеминг одгајио у течной подлози и утврдио да и њен филтрат има моћ да спријечи размножавање бројних грампозитивних патогених бактерија, чак и кад је филтрат знатно разријеђен. Пошто је утврдио да плијесан припада роду *Penicillium*, Флеминг је антибиотику дао име *пеницилин* (*loc. cit.* Salle 1974).

Ипак, све ове издвојене антибиотске супстанце нису могле одмах наћи практичну примјену у медицини због њихове изразите токсичности за пацијента. Тек од 1940. године – када су Флори и Чејном добили хемијски чист *пеницилин*, нетоксичан у терапеутским дозама, који послѣје кратког периода проучавања налази широку примјену у лијечењу многих инфективних болести човјека – антибиотици се увелико почињу примјењивати у хуманој медицини (*loc. cit.*

Buturov 1983). Овим значајним проналаском почиње ера интензивног проучавања антагонистичких односа међу микроорганизмима, издвајања и синтезе антибиотика и њихове примјене у хуманој и ветеринарској медицини, као и у области патологије биљака.

Први подаци о ефикасној примјени антагонистичког дејства микроорганизама у циљу заштите биљака у пољопривредној пракси потичу из периода 1935–1943. године. У том времену совјетски фитопатолози Худјелов и Разницина успијевају да разраде и у широј производњи применијене метод заштите жита од фузариозе, третирањем сјемена жита суспензијом културе антагонистичких гљива изолованих из земљишта (*loc. cit.* Buturov 1983).

Од тада до данас, велики број истраживача бави се проучавањем антагонистичких односа који постоје између разних врста сапрофитних микроорганизама и патогена биљака. Добијени резултати охрабрују, наговјештавајући перспективу и овог вида борбе против бројних паразита гајених биљака.

Тако, антагонистичко дејство сапрофитних микроорганизама се све више користи за третирање сјемена краставца, памука, суданске траве, купуса, пасуља, парадајза и других гајених биљака, против разних врста фитопатогених бактерија. Као примјер може се навести третирање сјемена памука суспензијом сапрофитних врста бактерија из родова *Pseudomonas* и *Achromobacter* против *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum*, чиме је смањена зараза биљака у пољу за 22–26% (Izrailjskij 1968). Осим третирања сјемена, за препоруку је и потапање расада у филтрат културе-антагонисте непосредно пред садњу биљака. Ова биолошка мјера могла би своју ефикасност испољити и у расадничкој производњи воћака, уношењем сапрофитних микроорганизама у земљиште при производњи сијанаца или потапањем сијанаца у филтрат културе-антагониста *Bacillus vulgatus* и *Penicillium rugulosum* (*loc. cit.* Jovanović 1990). И Kerr (1980) врсту *Agrobacterium radiobacter* (сој 84), као антагонисту, користи на три начина: 1) инокулација сјемена; 2) инокулација коријена, и 3) инокулација сјемена и коријена разних гајених биљака.

Psallidas and Panagoroulus (1979) су, такође, утврдили да се на садницама воћака и винове лозе претходно потапаном у суспензију *A. radiobacter* (сој 84), а потом засађеним у вјештачки инокулисано земљиште у саксијама и у природно контаминисано земљиште у пољу, интензитет појаве бактериозног рака смањује за 21–58% у стаклари, односно и до 100% у пољским условима (*loc. cit.* Buturov 1983). И Dhavantari (1976) наводи да се врста *Agrobacterium radiobacter* (биотип 2), изолована из тумора на коријену крушке, може употријебити за биолошко сузбијање тумора које узрокује *Agrobacterium*

tumefaciens. Добре резултате са овом врстом као антагонистом постигли су и Kerr et al. (1982).

Исто тако, уношење сапрофитне гљиве *Coniothyrium minitans*, у земљиште тежег механичког састава, у пољском огледу биолошког сузбијања *Sclerotinia sclerotiorum*, паразита сунцокрета, проузроковало је, током 11 недјеља, изумирање 85–99% склероција поменутог паразита (*loc. cit.* Marić 1991).

Међутим, показало се да се уношењем антагонистичких микроорганизама у земљиште не постижу увијек позитивни резултати. Устаљену биоценотичку равнотежу, која постоји у земљишту, тешко је понекад нарушити, због чега унијети антагонисти изумиру усљед конкурентске активности постојеће микрофлоре. Зато се и, тамо гдје год је то могуће (стакларе, топле леје), препоручује претходна стерилизација земљишта воденом паром или пестицидима. Тек тада, после уништавања постојеће микрофлоре, додају се антагонистички микроорганизми који својим присуством и рамножавањем у земљишту, за једно дуже вријеме, могу да спријече појаву и развој разних фитопатогених микроорганизама (Jovanović 1990). Исто тако, овоме потпомажу и све мјере које позитивно утичу на развој и активност антагониста у земљишту. Нпр. уношењем органских и минералних ђубрива у земљиште сиромашно органским материјама повећава се и активност актиномицета – антагониста разних паразита, проузроковача трулежи многих гајених биљака (Arsenijević 1992; Stojčić i sar. 1997).

Међутим, у односу на пољске, складишни услови представљају бољу средину за биолошко сузбијање патогена биљака. Један од разлога за то је и чињеница да је у складиштима често могуће котролисати температуру и влагу. Осим тога, према Wilson et al. (1991), складишни услови представљају „вјештачко еколошко острво“ са ублаженим ефектом природног микробиолошког екосистема, што фаворизује увођење и коришћење разних антагонистичких микроорганизама за биолошко сузбијање многих паразита гајених биљака.

Међу сапрофитним бактеријама, веома активним антагонистима фитопатогених гљива, посебно се истичу врсте из родова *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Erwinia* и *Enterobacter*. Тако, Pusey and Wilson (1983) наводе да изолат Б-3, идентификован као *Bacillus subtilis*, испољава инхибиторно дејство према *Monilinia fructicola in vitro* и значајно смањује појаву мрке трулежи третираних плодова брескве, нектарине, кајсије и шљиве. И Utkhede and Sholberg (1986) утврдили су да од 21. изолата *B. subtilis*, који су испољили инхибиторно дејство *in vitro* према 13 разних паразитних гљива, 15 изолата испољавају ефикасност у сузбијању *M. fructicola* на инокулисаним плодовима вишње. И Trkulja (1997, 2000) је утврдио антагонистичко дејство већег броја сојева сапрофитних и фитопатогених бактерија према *Monilia fructigena*, *M. laxa* и *M. linhartiana in*

in vitro. Исти аутор наводи да су сојеви сапрофитних бактерија, израженог антагонистичког дејства *in vitro* према *M. fructigena*, на плодовима јабуке сорте ајдаред (*in vivo*) испољили фунгистатично дејство према овом патогену. Јаснић и сар. (1996) су, такође, на третираним плодовима јабуке утврдили фунгистатично дејство биљних екстраката тимијана и коприве и етарских уља бијелог лука, тимијана и жалфије према *Monilia fructigena*, значајном патогену јабучастих воћака.

И флуоресцентне врсте рода *Pseudomonas* антагонистички дјелују према више паразита биљака. Као примјер можемо навести резултате Janisiewicz and Roitman (1988), који су утврдили да сапрофитна бактерија *Pseudomonas seracia*, изолована са листа јабуке, у потпуности сузбија *Botritis cinerea*, проузроковача сиве трулежи и значајно редукује појаву зелене плијесни, коју проузрокује *Penicillium expansum* на плодовима јабуке сорте златни делишес и крушке сорте боскова. И *Pseudomonas fluorescens* (сој А506) испољава јак антагонизам у пољу према *Erwinia amylovora* паразиту крушке (Lindow et al. 1996), а сој WCS374, исте бактерије, према *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*, паразиту роткве (Leeman et al. 1996). Код нас је Тркуља (1997) утврдио антагонистичко дејство *in vitro* пет сојева *Pseudomonas* sp. и три соја *Bacillus* sp. према *Monilia fructigena*, *M. laxa* и *M. linhartiana*, значајним патогенима разних врста воћака. Исти аутор је *in vivo*, на плодовима јабуке сорте ајдаред, утврдио фунгистатично дејство девет сојева сапрофитних бактерија према *Monilia fructigena*, проузроковачу мрке трулежи плодова јабучастих воћака.

И сапрофитне бактерије из рода *Enterobacter* испољавају антагонистичко дејство према неким значајним паразитима биљака. Тако су Utkhede and Li (1989) утврдили да третирање јабуке у пољу суспензијом сапрофитне бактерије *Enterobacter aerogenes* у комбинацији са ђубрењем моноамонијумфосфатом (МАР), третирањем формалином или уношењем креча у земљиште, умногоме повећава ефекат дејства наведеног антагонисте испољен у виду потпуног сузбијања *Phytophthora cactorum* и повећања пораста стабала јабуке у висину и ширину.

И неке врсте квасаца испољавају јако антагонистичко дејство према разним фитопатогеним гљивама. Тако нпр. квасци *Kloackera apiculata* и *Candida guilliermondii* испољавају јако антагонистичко дејство према *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger* и *Botrytis cinerea*, проузроковачима трулежи ускладиштених плодова јабуке и брескве (McLaughlin et al. 1992).

Велики значај у биолошком сузбијању разних биљних паразита имају и неке сапрофитне гљиве, међу којима се посебно истичу врсте из рода *Trichoderma*. Тако је нпр. Tronsmo (1986), у пољским условима, утврдио да суспензија репродуктивних органа и мицелије *Trichoderma viride* испољава способност

редуковања појаве сиве трулежи, коју проузрокује *Botrytis cinerea*, на третираним плодовима јабуке, али не увијек и на плодовима јагоде, док D'Ercole (1985) наводи да се проузроковач сиве трулежи плодова јагоде (*B. cinerea*) може ефикасно сузбијати овом методом. Такође, и врста *Trichoderma pseudokoningii*, изолована из опалих плодова јабуке, може у потпуности сузбити *B. cinerea*, проузроковача трулежи плодова јабуке (Tronsmo and Raa 1977).

Осим врста рода *Trichoderma* и неке друге сапрофитне гљиве испољавају антагонистичко дејство према разним патогенима биљака. Тако су нпр., Melgarejo et al. (1985, 1986) утврдили да *Aspergillus flavus*, *Epicoccum nigrum*, *Penicillium chrysogenum*, *P. frequentans* и *P. purpurogenum* инхибирају развој *Monilia laxa*, паразита брескве, у воћњаку. И Redmond et al. (1987) утврдили су четири микроорганизма који су испољили способност биолошког сузбијања *Botrytis cinerea*, значајног патогена руже у заштићеном простору, и идентификовали их као *Exophiala jeanselmei*, *Cryptococcus albidus*, *Erwinia* sp. и једна коринеформна бактерија, при чему је највећу ефикасност испољио квасац *E. jeanselmei* који је редуковао појаву болести за 63% у односу на контролу. Такође, Cal et al. (1990) су утврдили да се додавањем разних хранљивих састојака суспензији спора и мицелије *Penicillium frequentans*, којом су третиране брескве у пољу, ради сузбијања *Monilia laxa*, повећава ефикасност против овог значајног паразита воћака.

Већи број истраживача са простора бивше СФРЈ наводи појаву *суперпаразитизма* испољеног према разним биљним патогенима од стране гљива из родова: *Alternaria*, *Ampelomyces*, *Cicinobolus*, *Darluka*, *Dothiorella*, *Fusarium*, *Gloeosporium*, *Trichoderma* и *Trichothecium* (Josifović 1954; Stojanović i Kostić 1956; Josifović i Stojanović 1961, 1962, 1966; Arsenijević i Kostić 1967; Mijušković 1967, 1972; Perišić i Stojanović 1969; Stojanović i Borić 1970, 1981; Mijušković i Vučinić 1974, 1982; Cvjetković i Mandić 1980), што би такође могло имати значаја за биолошко сузбијање многих патогена биљака.

Осим тога, уочено је и антагонистичко дејство између авирулентних и вирулентних сојева једне исте или разних врста фитопатогених бактерија и гљива. Тако нпр. авирулентна бактерија, односно сој који раније доспијева у биљно ткиво, спречава развој вирулентног соја *Erwinia amylovora*, *Corynebacterium michiganense* ssp. *michiganense* и *Pseudomonas solanacearum* (Averse and Kelman 1965; Goodman 1967; Ercoloni 1970; loc. cit. Arsenijević 1997). Uščuplić (1983), такође, наводи спонтану појаву хиповирулентних сојева и њихово антагонистичко дејство према вирулентним сојевима *Endothia parasitica* у Југославији. И Tong-Kwee and Rohrbock (1980) наводе способност редуковања појаве трулежи плодова ананаса коју узрокује *Penicillium funiculosum* прскањем плодова авирулентним сојевима овог паразита.

Мађутим, посљедњих година у свијету улажу се велики напори да се издвоје и пречисте разне антибиотске супстанце које продукују сапрофитни микроорганизми израженог антагонистичког дејства, чиме се настоји да се отклоне потешкоће у постизању позитивних резултата при сузбијању разних патогена гајених биљака у пољу (Trkulja 1997).

Тако су нпр., Cal et al. (1988) из кромпир-декстрозног бујона у којем су гајени изолати *Penicillium frequentans*, израженог антагонистичког дејства, дјелимично изоловали и пречистили двије антибиотске супстанце назване *антибиотик А* и *антибиотик Б*. Обје су испољиле активност против широког спектра фитопатогених гљива, укључујући и *Monilia laxa*. Gueldner et al. (1988) су, такође, из течне културе *Bacillus subtilis*, коришћењем сличне апаратуре, изоловали и идентификовали *итурин*, антимикозни пептид који је инхибирао раст мицелије *Monilinia fructicola*. Исти антибиотик издвојио је и Pusey (1989) из соја Б-3 *B. subtilis*.

Све ово утицало је и на покушаје синтезе и примјене комерцијалних препарата припремљених од сапрофитних микроорганизама израженог антагонистичког дејства, намијењених за сузбијање разних паразита биљака у пољу и складиштима (Pusey et al. 1988; Pusey 1989; Vidhyasekaran and Muthamilan 1995). Тако је нпр. изразито антагонистички сој *Bacillus subtilis* патентиран за сузбијање *Monilinia fructicola*, проузроковача мрке трулежи коштичавих воћака (Pusey and Wilson 1988).

Међутим, патенти на већи број антагонистичких микроорганизама спорна су питања и најчешће нису адекватно ријешена. Тако је нпр. спорно питање патената на антагонистичке сојеве *Pseudomonas cepacia* и *Acremonium breve* за сузбијање *Botrytis cinerea*, проузроковача трулежи јабучастих воћака (Janisiewicz 1987, 1988; Janisiewicz and Roitman 1988). Све ово указује на чињеницу да је у будућности потребно превазићи још бројне потешкоће на путу до ширег увођења биолошких препарата за заштиту биљака од патогених микроорганизама.

4.5.9.3. Биолошке мјере сузбијања инсеката

Данас се у свијету биолошке мјере сузбијања инсеката све више користе у пракси, при чему постоји велики број различитих средстава и агенаса намијењених за биолошко сузбијање штетних инсеката. Они се могу подијелити на *биопестициде* и *биотехничка средства*. Осим примјене ових биолошких средстава, у посљедње вријеме у свијету доста се ради и на истраживању и увођењу у праксу различитих техника манипулације

репродуктивним системом инсеката, које пружају иновативне и еколошки прихватљиве методе биолошког сузбијања инсеката које су веома погодне за интегралну заштиту биља (Blagrove et al. 2012; Nikolouli et al. 2017).

Биопестициди представљају велику групу биолошких средстава намијењених за сузбијање штетних инсеката која подразумева употребу различитих живих агенаса – и то како *макробиолошких* (предатора, паразита и паразитоида), тако и *микробиолошких* (гљива, бактерија и вируса), као и природних пестицида и продуката метаболизма неких организама (Perkins 1982; Cherry et al. 2000; Dodia et al. 2010).

Макробиолошки агенси, који се означавају као биопестициди, могу бити различити инсекти, гриње, нематоде, птице и сисари. Према начину живота они се дијеле на *предаторе*, *паразите* и *паразитоиде* (Dong and Zhang 2006; Lacey 2017).

Предатори у смислу биолошких мјера сузбијања штетних инсеката су организми који се директно хране различитим врстама штетних инсеката. Најпознатији предатори које се у пракси користе за биолошку заштиту гајених биљака су различити предаторски инсекти, гриње и нематоде.

Паразити су врсте које живе на рачун домаћина и остају у животу и послије смрти домаћина. Постоје паразити јаја, ларви, лутки и имага инсеката. Према броју домаћина паразити могу бити монофаги, олигофаги и полифаги. Паразити који живе у унутрашњости тијела називају се *ендопаразити*, док се они који се развијају на домаћину називају *ектопаразити* (Knudsen 1990; Li 1994; Paulitz and Bélanger 2001; Heimpel and Cock 2018).

Паразитоиди су организми који живе на рачун једног развојног стадијума штеточине који угине тек кад паразитоид заврши развиће. Резултат је престанак исхране штеточине. Најпознатији паразитоиди су инсекти који припадају осам и различитим родовима *Braconidae*, као и неки инсекти из фамилије *Diptera – Tachinidae* (Kenis et al. 2017; Hajek and Eilenberg 2018).

Према El-Shafie (2020), постоје три главне врсте биолошке контроле инсеката помоћу макробиолошких агенаса које се најчешће користе у пракси, и то: класична, инокулативна и масовна. Оне се разликују по инпутима потребним за успостављање равнотеже између популација природних непријатеља и штеточина. Ове три врсте биолошке контроле су дефинисане на сљедећи начин:

- 1) *Класична биолошка контрола*, која се односи на унесене стране врсте штетних инсеката за које се увозе природни непријатељи који потичу из подручја гдје су те штетне врсте аутохтоне;
- 2) *Инокулативна биолошка контрола*, која подразумева повремено или сезонско ослобађање природних непријатеља како би се успоставила

равнотежа која није одржавана природним путем или је поремећена другим методама контроле;

- 3) *Масовна биолошка контрола*, која подразумева масовну производњу и ослобађање природних непријатеља намијењених за брзу контролу одређених штеточина.

Биотехничка средства су неживе природе и представљају хемијске материје намијењена за привлачење, хватање и убијање штетних инсеката, ометање њиховог размножавања или одбијање штеточина (сексуални феромони, атрактанти и репеленти). Биотехничка средства негативно дјелују на понашање штеточина, било да је у питању привлачење (*атрактанти*) или одбијање (*репеленти*), а ту спадају и средства која повећавају отпорност биљака или регулишу развој инсеката (Kenis et al. 2017; Hajek and Eilenberg 2018; El-Shafie 2020).

Атрактанти служе за привлачење оба пола штетних инсеката и праћење њихове појаве због одређивања оптималног рока за њихово сузбијање. С друге стране, привучени инсекти могу се уништавати на једном мјесту чиме се спречава уништавање корисних инсеката, смањује загађење производа и животне средине. Могу се користити и као средства за дезоријентацију (феромони) и ометање лета мужјака у проналажењу женке у вријеме парења што свакако утиче на смањење бројности популације сљедеће генерације, а самим тим и на смањење штете коју они изазивају на гајеним биљкама. То су средства која су специфична за сваку врсту инсеката посебно, производе се синтетички и на тржишту већ постоје феромони различитих инсеката. Овакве мјере заштите имају предност над осталим мјерама јер су феромони потпуно неотровни за топлокрвне животиње, а исто тако и за корисне инсекте (пчеле, бубамаре, суперпаразити и предаторе штетних инсеката). Феромони се најчешће употребљавају у виду различитих феромонских клопки разних изведби, облика и величина, прилагођених хватању појединих врста инсеката. При коришћењу феромонских клопки, најбољи резултати се постижу на мањим површинама и у комбинацији са другим нехемијским мјерама заштите против штетних инсеката (Paulitz and Bélanger 2001; Heimpel and Cock 2018).

Репеленти су средства која служе за одбијање инсеката и других штеточина од гајених биљака и на тај начин смањују могућност штете изазване њиховим нападом, као и могућност преношења изазивача болести чији су вектори.

У посљедње вријеме у свијету се доста ради на истраживању и увођењу у праксу **техника манипулације репродуктивним системом инсеката**, међу којима се за сада најчешће користе *техника стерилних инсеката* (Sterilized Insect Technique, SIT) и *техника инкомпатибилних инсеката* (Incompatible Insect Technique, IIT) које пружају иновативне и еколошки прихватљиве

методе за интегралну заштиту биља (Vavre et al. 2000; Klassen and Curtis 2005; Blagrove et al. 2012).

Техника стерилних инсеката (SIT) сматра се једном од еколошки најприхватљивијих техника за сузбијање штетних инсеката, због чега је и Међународна конвенција о заштити биља (IPPC) категоризовала стерилне инсекте као корисне организме. Метода се заснива на принципу масовног узгоја и стерилизације јединки циљане врсте инсеката радијацијом помоћу α и γ -зрака, а потом систематског пуштања стерилних мужјака на одређена подручја гдје се они паре с дивљим женкама из природне популације. Будући да су мужјаци стерилни, женке остају неоплођене, односно без потомства. Ова метода први пут се почела користити у САД, од када се примјењује већ скоро 60 година с циљем сузбијања, искорјењивања и спречавања ширења штетних инсеката. Ова техника се разликује од класичне биолошке контроле која подразумева увођење различитих природних непријатеља јер се, за разлику од њих, стерилни инсекти не размножавају, те долази до заустављања репродуктивног циклуса штеточине (које се још назива и *аутоцидно* сузбијање) и најважније, помоћу SIT технике се не уносе стране, инвазивне врсте у екосистем. Осим наведеног, предности коришћења ове технологије укључују значајно смањење економских губитака при узгоју различитих биљака, осигуравање услова за извоз различитих пољопривредних производа на веома захтјевна тржишта без карантинских ограничења, значајно смањење трошкова производње, као и оно чему данас сви тежимо – заштити здравља људи и заштити животне средине (Klassen and Curtis 2005; Barnes et al. 2015; Nikolouli et al. 2017).

Техника инкомпатибилних инсеката (ИИТ) подразумева коришћење неколико различитих техника међу којима је посебно важна *техника дјелимичне мушке стерилности (Partial Male Sterility Technique, PMST)*, која је такође заснована на коришћењу радијације и која се користи углавном за инсекте из реда *Lepidopterae* (лептири), пошто потпуна стерилизација ових инсеката негативно утиче на њихове перформансе у пољским условима. Парење дјелимично стерилисаних мужјака са дивљим женкама из природне популације има за посљедицу стерилно мушко потомство (Gamble et al. 2010). Такође, у пракси се из ове групе техника још доста користи *цитоплазматска инкомпатибилност (Cytoplasmic Incompatibility, CI)* штетних инсеката која је индукована присуством у њима ендосимбиотских бактерија из рода *Wolbachia*. Техника цитоплазматске инкомпатибилности користи се против појединих инсеката штеточина биљака, те против комараца и неких других инсеката који су вектори опасних заразних болести људи. *Wolbachia* је род грам-негативних бактерија које инфицирају бројне инсекате, као и неке нематоде. То је један од најчешћих паразитских микроба и вјероватно је

најчешћи репродуктивни паразит у биосфери. Његове интеракције са инсектима домаћинима често су сложене и комплексне, а у неким случајевима су се чак развиле и узајамно корисне, а не паразитске, због чега се неке врсте инсеката домаћина не могу размножавати или чак преживјети без колонизације са бактеријама из рода *Wolbachia*. Према Werren et al. (1995), процјењује се да више од 16% неотропских врста инсеката носе бактерије овог рода, те да су чак 25 до 70% свих врста инсеката потенцијални домаћини ових бактерија. Такође, према Saridaki and Bourtzis (2010), Vavre et al. (2000) и Kittayapong et al. (2018), повећана учесталост женки инфицираних са бактеријама из рода *Wolbachia* у популацији неких врста инсеката штеточина гајених биљака узрокује феминизацију, партеногенезу, инкомпатибилност цитоплазме и убијање мужјака.

Такође, веома је важно нагласити да се техника стерилних инсеката и техника инкомпатибилних инсеката могу комбиновати заједно, а и компатибилне су са конвенционалним мјерама биолошке контроле при којима се користе паразитоиди, предатори и патогени. Осим тога, SIT техника омогућава ослобађање оба пола инсеката, док се у случају коришћења ИТ технике препоручује испуштање само мужјака, пошто ослобађање женки које су инфициране бактеријама из рода *Wolbachia* може резултирати производњом фертилних потомака уколико су испуштене женке компатибилне с дивљим или ослобођеним мужјацима (Nikolouli et al. 2017).

4.5.9.4. Биолошке мјере сузбијања корова

Биолошке мјере сузбијања корова укључују употребу њихових природних непријатеља, попут проузроковача болести и штеточина, што се у пракси кроз постигнуте резултате показало како ефикасним тако и јефтиним. Осим тога, ова мјера подразумијева и коришћење одређених врста риба против корова у ријекама, рибњацима, каналима и на другим воденим површинама, попут рибе бијели амур, поријеклом из ријеке Амур, која се храни биљкама у води. Значајно је истаћи да је и код биолошких мјера сузбијања потребно познавати биолошке, еколошке и друге особине коровских биљака, али и организама које уносимо у нову средину у циљу њиховог коришћења за уништавање корова (Јањић 2005).

Почеци биолошког сузбијања корова сежу на крај 18. вијека, при чему се 1795. година сматра годином почетка примјене биолошког сузбијања корова. Наиме, те је године обављено уношење штитасте ваши *Dactylopius ceylonicus* из Бразила у Индију у циљу сузбијања кактуса *Opuntia vulgaris*.

Према Andresu (1981), у САД је до 1981. године извршена интродукција 88 врста инсеката за сузбијање 43 врсте корова (*loc. cit.* Igrc 1987a). Истраживања, а убрзо затим и практична примјена биолошког сузбијања корова, почиње у САД и Аустралији. У Европи су истраживања усмјерена на природне непријатеље корова које треба користити у сузбијању корова на другим континентима.

На просторима бивше СФРЈ истраживани су природни непријатељи многих коровских врста посебно акватичног корова *Myriophyllum spicatum*, те паразитских цвјетница *Orobanche* spp. и *Cuscuta pentagona*. Међутим, на овом подручју далеко веће активности проводили су страни научници који су на овим просторима тражили природне непријатеље неких коровских врста с циљем њихове интродукције у државе из којих долазе.

Сматра се да је из бивше државе извезено десетак врста природних непријатеља корова, од којих су неки управо откривени на овим просторима (нпр. тврдокрилац *Sphenoptera jugoslavica* Oben.). Истраживања у циљу проналаска природних непријатеља корова код нас проводили су истраживачи из САД, Канаде, Аустралије, као и неких других, углавном богатих држава, који су у Европи основали и научне установе. Тако је Лабораторију за биолошко сузбијање корова основало Министарство пољопривреде Сједињених Америчких Држава (USDA) у Риму, која је касније пресељена у Монпеље у Француску, гдје је сличну лабораторију основала и Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) из Аустралије, док је сличну лабораторију у Делемону у Швајцарској основао CIBC Институт за биолошку контролу (Commonwealth Institute for Biological Control) из Канаде (Trkulja i sar. 2010a).

У свијету је доста рађено на истраживању биолошког сузбијања амброзије (*Ambrosia artemisiifolia*) као веома опасне алергене коровске биљне врсте. Почетком ових истраживања сматра се интродукција совице *Tarachida candefacta* у бивши СССР 1969. године. Ово је уједно и прва интродукција у циљу биолошког сузбијања амброзије у Европи (Goeden et al. 1974). Kovalev (1980) наводи да је укупно до тада увезено више од 30 врста природних непријатеља амброзије, међу којима се као најприкладнија истиче врста *Zygogramma suturalis* Fab. (*loc. cit.* Igrc 1987a).

Charudattan and Walker (1985) наводе покушаје коришћења гљива *Puccinia xanthii* у СССР и *Albugo candida* у Канади за биолошко сузбијање врсте *Ambrosia artemisiifolia*. Према McFadyen (1985), у Аустралији је постигнут успјех у сузбијању амброзије интродукцијом савијача *Epiblema strenuana*. Овај инсект је уведен ради сузбијања корова *Parthenium hysterophorus*, али је прешао и на амброзију. У домовини амброзије Harris and Piper (1970)

утврдили су 215 инсекта на *A. artemisiifolia* и *A. trifida*. На Флориди Stegmaier (1971) на амброзији налази 49 инсеката из редова *Lepidoptera*, *Diptera* и *Hymenoptera*. Заједничким истраживањима истраживача из САД и СССР у Сјеверној Америци, Kovalev (1980) наводи 450 природних непријатеља врсте *A. artemisiifolia* и *A. trifida* (*loc. cit.* Igrc 1987a).

Такође, инсекти *Zygogramma suturalis* и *Ophraella communa* проучавани су као потенцијални агенси за биолошко сузбијање амброзије у Квебеку у Канади (Teshler et al. 1966; 2002; 2004), док је *O. communa* као потенцијални агенс за биолошку контролу *A. artemisiifolia* проучавана и у Аустралији (Palmer and Goeden 1991). Лабораторијским истраживањима утврђено је штетно дјеловање овог инсекта на сунцокрет (Kiss et al. 2003), те је забрањено испуштање *O. communa* у Аустралији, иако тако нешто није забиљежено у теренским условима у Сјеверној Америци (Shultz 1978; Hilgendorf and Goeden 1981; *loc. cit.* Kazinczi et al. 2009).

На подручју јужног Квинсленда у Аустралији на амброзији су утврђена три биолошка агенса, и то: *Zygogramma bicolorata*, *Stobaera concinna* и *Epiblema strenuana*. Наведене врсте инсекта су смањиле бројност биљака амброзије и продукцију полена али није остварена потпуна контрола амброзије. Такође, неидентификоване врсте трипса из рода *Liothrips* причиниле су значајније штете на амброзији на отвореном, али су у проведеним огледима забиљежене штете на сунцокрету, те су стога ове врсте трипса одбачене као агенси за биолошку контролу за *A. artemisiifolia* (McFadyen and Weggler-Beaton 2000; *loc. cit.* Kazinczi et al. 2009).

У Европи се врло мало радило на проучавању ентомофауне амброзије тако да су и литературни подаци о непријатељима амброзије врло штури. Крајем 20. вијека та истраживања постала су нешто значајнија. У том периоду је на подручју Хрватске обављено истраживање природних непријатеља амброзије методом кечера, примјеном усисавача De Vac и визуелним прегледом биљке и њених органа. Овим истраживањима која су обухватила близу стотину врста инсеката доказано је да се врстом *Ambrosia artemisiifolia* храни 28 врста инсеката (Igrc 1987b). Највећи број тих врста долази из редова *Orthoptera*, *Coleoptera* и *Diptera*. Међутим, ниједан од ових утврђених инсеката не утиче знатније на смањење појаве амброзије, нити се може користити за биолошко сузбијање будући да се храни и другим биљкама, а неки међу њима су и опасне штеточине пољопривредних биљака. У Мађарској до сада није допуштена интродукција инсеката за биолошку контролу амброзије (Kazinczi et al. 2009).

Биљке амброзије су домаћини и различитим врстама лисних вашију, те су с обзиром на јаку зараженост лисним вашима, проведена многа истраживања

у условима стакленика. Basky (2007) биљежи значајно смањење висине биљке, броја мушких цвјетова, емисије полена и тежини суве биљке код биљака које су заражене с *Aphis fabae*, *Brachycaudus helichrysi* и *Myzus persicae*. Међутим, огледи проведени у пољским условима који су трајали 30 дана нису дали исте резултате јер ни једна врста лисних вашију није значајно утицала на висину и тежину суве биљке *A. artemisiifolia* било да је она узгајана у кавезу или изван њега. Пољске огледе треба наставити с циљем истраживања ефекта дужег храњења *A. fabae* и *B. helichrysi* на *A. artemisiifolia* (Basky 2007; *loc. cit.* Kazinczi et al. 2009).

Према истраживању Schmelzer and Wolf (1977), *A. artemisiifolia* могу заразити следећи вируси, и то: *Tobacco mosaic virus*, *Tobacco ringspot virus*, *Tobacco streak virus*, *Cucumber mosaic virus* (Kazinczi et al. 2009). Осјетљивост амброзије према различитим вирусима проучена је у условима стакларе гдје је извршена механичка инокулација 18 вируса на биљке *A. artemisiifolia*, при чему је утврђено да су инокулисане биљке амброзије испољиле отпорност на тестиране вирусе. Ипак, у мањем броју узорака прикупљених на терену уочена је зараза с вирусом мозаика краставца (*Cucumber mosaic virus*). Међутим, вируси се не могу користити у биолошкој контроли јер имају високу генетску варијабилност и природну полифагност (Takacs 1999; Takacs et al. 2006; *loc. cit.* Kazinczi et al. 2009).

До 2003. године у Мађарској је идентификовано 10 фитопатогених гљива на амброзији (Kiss et al. 2003; *loc. cit.* Kazinczi et al. 2009). Током кишне 1999. године епидемија гљиве *Phyllacora ambrosiae* изгледала је обећавајућа за биолошку контролу амброзије јер су симптоми болести забиљежени у свим дијеловима Мађарске у исто вријеме (Bohàr et al. 2001; *loc. cit.* Kazinczi et al. 2009). Нажалост, епидемија узрокована гљивом *Phyllacora ambrosiae* није се наставила, а након 1999. године популација гљиве рапидно се смањила (Varga and Kiss 2003; *loc. cit.* Kazinczi et al. 2009). Такође, током 2001. године и псеудогљива *Plasmopara halstedii* узроковала је појаву епидемију на амброзији усљед чега је дошло до смањења концентрације полена за 90% (Kiss et al. 2003; *loc. cit.* Kazinczi et al. 2009). Нажалост, ова гљива се сматра једним од најважнијих патогена сунцокрета због чега њена употреба, као биолошког агенса за сузбијање амброзије, није могућа (Kazinczi et al. 2009). Ипак, према Kiss et al. (2003), шест гљива поријеклом из Америке (*Puccinia xanthii*, *P. canaliculata*, *P. conoclinii*, *Entyloma polysporum*, *E. compositarum* и *Protomyces gravidus*) чине се перспективним за биолошку контролу *A. artemisiifolia*. Недавно је у Мађарској из обољелих биљака *A. artemisiifolia* изолована нова врста гљиве — *Septoria erambrosiae*, за коју се очекује да може бити нови агенс у биолошкој контроли амброзије (Kazinczi et al. 2009).

Због неконзистентног учинка многих биљних патогена који се користе као агенси за биолошку контролу амброзије, учињени су покушаји повећања ефикасности комбиновањем патогена са фитотоксичним компонентама или другим патогенима. Тако су ефекти екстрацелуларних протеина Nep1 (кога производи гљива *Fusarium oxysporum* f. sp. *erythroxyli*) и протеина Pst (кога производи бактерија *Pseudomonas syringae* pv. *tagetis*), примјењивани одвојено или у комбинацији и проучавани у огледима на три врсте амброзије, при чему је утврђено да третман с протеином Pst смањује раст изданака *A. artemisiifolia* за 82%. Смањење раста изданака *A. artemisiifolia* узроковано примјеном протеина Pst и Nep1 заједно, није било веће него оно узроковано само с третманом Pst (Kazinczi et al. 2009). Такође, и Bohar and Kiss (1999) установили су присуство фитопатогене гљиве *Sclerotinia sclerotiorum* као патогена амброзије, а Bohar and Schwarczinger (1999) гљиве *Septoria* sp., док је у Америци идентификована врста гљиве из овог рода која је названа *Septoria ambrosiae*. Исто тако више аутора је утврдило да гљиве *Puccinia xanthii* и *Plasmopara halstedii* изазивају инфекцију на амброзији, али због своје слабе агресивности биљке амброзије настављају да расту (Petrović 1997; Vajna 2002).

Прва интродукција и испуштање у природу златице амброзије (*Zygogramma suturalis* Fabr.) као биолошког агенса за сузбијање амброзије обављена је 1978. године у бившем СССР-у. Испуштање златица обављено је у подручју Ставропола и Краснодара. Тек 1983. године објављен је успјех овог испуштања (Kovalev and Medvedev 1983; loc. cit. Igrc 1987a). Три године након испуштања, на мјесту испуштања, максимална бројност популације досегла је 1.600 златица/м². Крајем 1981. године 10 милиона златица проширило се на више од 200 ha. На мјестима гдје су 1978. године испуштене прве златице, четири године након тога, било је уништено 59% биљака амброзије, док су остале биле оштећене (Kovalev and Čerkašin 1983; loc. cit. Igrc 1987a). Прва интродукција златице амброзије у бившу СФРЈ обављена је 1984. године, а прво испуштање 1.000 ларви златице амброзије обављено је 10. септембра 1985. године на локалитету Патковци крај Бјеловара (Igrc 1987b). На подручју бивше СФРЈ било је укупно пет интродукција из САД, а увезено је укупно 1.171 златица амброзије (Trkulja i sar. 2010a). Према Igrc (1987a; 1988), од инсекатских врста, осим златице амброзије, за биолошко сузбијање амброзије највећи потенцијал има и мува *Epiblema strenuama*. Међутим, у условима са ниским предаторским притиском ови инсекти могу проузроковати велика оштећења, али не могу смањити бројност биљака амброзије. Осим тога, према Reznik et al. (1994) и Sheppard et al. (2006), за биолошко сузбијање амброзије у неким земљама (Русија, Аустралија, бивша СФРЈ и Кина) проучаване су и неке друге врсте инсеката, као што су: *Stobaera concinna*, *Trigonorhinus tomentosus*, *Euaresta bella* и *Tarachidia condefacta*.

4.5.9.5. Биопестициди и биотехничка средства за биолошко сузбијање штетних организама

У посљедњих двије до три деценије, у стручним круговима, али и у јавности, расте забринутост, како због смањења ефикасности пестицида усљед развоја резистентности штетних организама према њима, тако и због нових сазнања о ризику њихове примјене по здравље људи, загађивања производа и неповољних ефеката на животну средину у цјелини (Warrior 2000). Уз то, повећани трошкови развоја нових производа хемијског поријекла, смањење тржишта и пооштрени услови регистрације допринијели су порасту интересовања за алтернативне мјере сузбијања штетних организама, међу којима посебно мјесто припада биолошким мјерама заштите (Howell and Stipanovic 1979; Weller 1983; Templeton 1986; Cartwright and Benson 1995a, 1995b, 1995c).

Највише интереса за биолошке препарате до сада је било показано у области контроле штетних инсеката, и то углавном због релативног успјеха производа на бази бактерије *Bacillus thuringiensis*. Међутим, током посљедње четири деценије било је више успјешнијих покушаја развоја биолошких фунгицида, нематотицида и хербицида. И поред свега тога, производи за заштиту биља на бази живих организама за сада заузимају веома мали дио укупне глобалне индустрије пестицида чија вриједност износи око 32 милијарде долара годишње (Warrior 2000).

Предности примјене биолошких препарата. Тренду раста производње биолошких препарата доприносе њихове предности у односу на класичне пестициде, као што су безбједност за човјека, корисне организме и околину у цјелини, погодност за примјену у концепту интегралне заштите због специфичности дјеловања на циљну групу штетних организама, док се са комерцијалног становишта истиче да су трошкови њиховог развоја, регистрације и производње знатно мањи у односу на пестициде хемијског поријекла. Осим тога, биолошки пестициди имају и сљедеће предности над хемијским препаратима: примјена биолошких агенаса у програмима интегралне заштите биља омогућава развој одрживе пољопривредне производње; имају мањи негативан утицај на животну средину, а самим тим дјелују позитивно на биодиверзитет будући да су биопестициди специфичнијег дјеловања на циљни организам од хемијских препарата; смањују потребу за хемијским средствима; изузетно су значајни у припреми антирезистентне стратегије и управљању осјетљивошћу сузбијаних врста на хемијске пестициде; безбједнији су за употребу од хемијских средстава; мање су фитотоксични; краћих су каренци и радних каренци; могу се примијенити у разним типовима биљне производње (органска,

интегрална итд.); неки трајно остају у биоценози послје уношења (Klokočar-Šmit i sar. 2006).

Недостаци примјене биолошких препарата. Сматра се да су главни недостаци примјене биолошких препарата при контроли разних врста штетних организама то што они изискују више људског рада и што су мање ефикасни од хемијских пестицида. Осим тога, биолошки пестициди имају и сљедеће недостатке: теже се уводе у примјену; имају ужи спектар дјеловања; спорије дјелују од хемијских средстава; дјелују превентивно, никад ерадикативно; имају краћи рок трајања и скупљи су; могу бити инкомпатибилни са другим фунгицидима или бактерицидима; захтијевају вишекратну примјену, те често захтијевају снижење прагова штетности (Klokočar-Šmit i sar. 2006).

Проблеми производње и примјене биолошких препарата. Савладавање производног процеса биолошких препарата често је за многе произвођаче непремостива препрека јер је потребно задржати погодности одабраног микроорганизама, а да производни процес не буде претјерано сложен и скуп. Према Warrior (2000), да би производни процес микроорганизама био успешан, потребно је задовољити неколико услова, и то: 1) обезбиједити пуну контролу производног процеса од почетка гајења микроорганизама; 2) обезбиједити квалитетан процес ферментације; 3) обезбиједити стабилно ослобађање микроорганизама послје ферментације, и 4) обезбиједити квалитетну формулацију коначног производа (препарата). Многи биолошки препарати који су до сада испитивани нису стигли до фазе комерцијализације због нестабилности, а посебан проблем представља и дужина складиштења биолошких препарата. Такође, формулација биолошких препарата један је од највише испитиваних и најзначајнијих предуслова за успех производње биолошких препарата. Тако нпр. да би се одржала виталност, клијавост и друге природне особине микроорганизама, у биолошке препарате је често потребно додати различите састојке. Такође, важан фактор је обезбјеђење постојаности формулације приликом мијешања са другим препаратима, при чему је најкритичнија њихова стабилност у води различите киселости, тврдоће и температуре. Понекад је неопходно и додавање оквашивача, разређивача и заштитних фактора за заштиту микроорганизама од штетног дјеловања ултраљубичастиг зрачења. До сада највећи број формулација биолошких препарата био је у облику прашива или гранула. Сматра се да ће микроинкапсулација имати велике предности над њима јер је том методом могуће превазићи све важније проблеме у процесу формулације биолошких препарата, а нарочито заштиту микроорганизама прије и послје примјене, као и повећање постојаности препарата током складиштења (Filajdić et al. 2003; Klokočar-Šmit i sar. 2006; Grahovac i sar. 2009).

Контрола квалитета биолошких препарата. Успјешно формулисање и комерцијализација микроорганизама подразумијева и ригорозну контролу квалитета биолошких препарата. Ово је једнако или можда још потребније него код производње хемијских пестицида због веће варијабилности активне материје и комплексности носача и других састојака. Циљ контроле квалитета је да се обезбиједи уједначеност, стабилност и ефикасност биолошких препарата. Такође, значај стандардизације и контроле квалитета, као и њихова примијена на биолошке препарате наведени су у документу Свјетске здравствене организације (Cibulsky 1999). Протоколи контроле квалитета треба увијек да подлијежу стандардима *Добре лабораторијске праксе (Good Laboratory Practices, GLP)* и *Добре производне праксе (Good Production Practices, GPP)*. Спецификација сваког биолошког препарата треба да укључи сљедеће податке: 1) идентификацију изолата микроорганизама; 2) тачан опис активне материје; 3) број спора уколико су ти подаци познати; 4) опис биолошке стабилности, као и 5) физичке особине формулације биолошког препарата (индекс корозивности, величину честица, вискозитет, густину, боју, мирис, вријеме оквашивања, особине дисперзије и растварања). Из овога се види да је контрола квалитета једна од најтежих препрека за успјешну комерцијализацију биолошких препарата, нарочито за мање компаније које немају увијек материјална и финансијска средства потребна да би се овај процес беспријекорно спроводио. Свему томе треба додати и проблеме паковања који, иако изгледају лако премостиви, често представљају значајну препреку када су у питању мање компаније са ограниченим финансијским средствима (Filajdić i sar. 2003; Klokočar-Šmit i sar. 2006).

Проблеми пласмана биолошких препарата. Уколико се сви поменути проблеми успјешно ријеше још увијек остаје велика препрека информисања потрошача о особинама, предностима и недостацима биопрепарата. Осим тога, већина доступних биолошких препарата су код нас још увијек релативно нови и непознати, па је за њихову успјешну комерцијализацију потребно урадити веома пажљиво припремање тржишта, при чему једну од највећих препрека њиховој успјешној продаји представља наклоност потрошача да директно пореди производе на бази биолошких метода заштите са хемијским пестицидима. Због тога биолошки препарати треба да прате стандарде постављене од стране произвођача хемијских пестицида, што није увијек лако због напријед поменутих проблема у формулацији. Међутим, сматра се да је успјешну припрему тржишта и каснију продају биолошких препарата могуће извршити пажљивим и усмјереним објашњавањем пољопривредним произвођачима свих предности које ови препарати пружају. Такође, један од значајних фактора за успјешан развој тржишта биолошких препарата је његова сегментација. Тако нпр.

важно је унапријед знати и рачунати са тим да производи на бази биолошке контроле неће бити примјењиви за све произвођаче. Искуства из западне Европе и САД показују да оваква средства имају најширу примјену при производњи биљних врста са већим улагањима, као што су воће и поврће. Употреба биолошких препарата у стакларама представља нарочиту предност јер у контролисаним условима не постоје неки од проблема који прате примјену ових препарата на отвореном пољу, као што су временске прилике и неповољни услови животне средине. Осим тога, биолошким препаратима су у контролисаним условима обезбијеђени услови влаге и температуре који им омогућавају оптимално дјеловање. То често није случај у пољу када је понекад тешко одржати активност микроорганизама послје прскања, а прије него што они почну да дјелују. Такође, веома је важно произвођачима објаснити предности и недостатке сваког биолошког производа, на свакој гајеној биљци. Тиме се постиже да произвођач од почетка има реална очекивања и да касније оствари реалне резултате (Filajdić i sar. 2003; Grahovac i sar. 2009).

4.5.10. Хемијске мјере

Хемијске мјере сузбијања разних врста штетних организама подразумевају коришћење разних врста *пестицида*, који представљају производе хемијског и биолошког поријекла који се користе за заштиту гајених биљака од проузроковача биљних болести, штеточина и корова (Janjić 2005, 2009).

Концепт интегралне заштите биља подразумева примјену пестицида само ако примјеном непестицидних мјера заштите бројност штетних организама није могуће спустити испод прага штетности, те на основу правилне прогнозе. То значи да се хемијска средства могу користити под одређеним условима и на одговарајући начин. Ова средства морају бити високо селективна према корисној ентомофауни и ниске токсичности према људима и животињама (Trkulja i sar. 2009).

Често се дешава да превентивне мјере нису довољне да се елиминише присуство штетних организама у усјевима и засадима гајених биљака, већ је неопходно укључити и пестициде. У интегралној заштити важно је да се средства за заштиту биља користе рационално, водећи рачуна о њиховој штетности за здравље људи и животиња, те животну средину, али да се у исто вријеме осигура економичност производње. Претходних година дошло је до значајних промјена у доступности пестицида, при чему су пестициди који имају

велику перзистентност или су штетни за здравље људи или животну средину, те немају изражену селективност, избачени из употребе. Због тога се пољопривредни произвођачи морају на почетку сезоне упознати с доступним фитопхармацеутским средствима, као и групом активних материја којој појединачна средства припадају, те начином њиховог дјеловања, примјеном, каренцом и условима примјене (Janjić 2005, 2009).

Услови и вријеме примјене пестицида. Правилна примјена пестицида повећава њихову ефикасност, те најчешће доводи до смањења броја примјена. Стога је ово веома важан елемент интегралне заштите биљака од болести, штеточина и корова. Сваки усјев или засад гајене биљке требали би имати одговарајући и прилагођен план третирања у зависности од појаве разних врста штетних организама. За ефикасну примјену пестицида неопходно је вршити редовне прегледе усјева и засада гајених биљака. Сљедећи корак је одабир најподеснијег времена третирања, те дозе или концентрације примјене, као и анализа временских и климатских параметара. Често се при систематским прегледима усјева или засада и добром познавању биологије појединих врста штетних организама једним третманом може зауставити њихов даљи развој. Ефикасност пестицида зависи од многих физичких фактора (температуре, влажности, падавина, осунчаности), те услова средине (фазе развоја биљке и интензитета појаве штетног организма). Приликом третмана у прољеће посебну пажњу треба обратити на температуру. Пестициде не би требало примјењивати при температурама испод 6 °С, нити се прскање препоручује при временским условима када је брзина вјетра већа од 5 м/с, температура изнад 25 °С, а релативна влажност ваздуха испод 50%. Такође, ни вода за припрему раствора за прскање не смије бити сувише хладна. Падавине од 20 и више литара по м² могу довести до спирања примјењеног фитопхармацеутског средства с биљака. Исто тако, усљед малог броја доступних пестицида и њихове честе примјене може се десити да у вријеме бербе постоје остаци пестицида у плодовима и другим јестивим органима гајених биљака. Због тога је изузетно важно поштовати препоруку произвођача о каренци и о броју третмана пестицидима из исте хемијске групе и са истим механизмом дјеловања. Листа дозвољених пестицида годишње се ажурира и мора бити доступна сваком произвођачу (Janjić 2005; Trkulja i sar. 2009).

Примјена и евиденција пестицида. При производњи разних врста гајених биљака према правилима интегралне заштите биља с циљем смањења настајања дрифта и губитка раствора пестицида, строго се препоручује примјена најбољих доступних техника за њихову примјену. Због тога мора постојати документовани доказ о начину примјене пестицида у складу са упутствима наведеним на или уз свако конкретно средство за заштиту биља,

као и да је његова употреба била прецизно израчуната, припремљена и евидентирана. Такође, мора се имати у виду строго поштовање одговарајућих заштитних (тампон) зона прописаних величина између третираних површина и осјетљивих подручја која нису под усјевима (површинске воде, извори, еколошка инфраструктура) (Јањић 2005).

Утицај на животну средину мора бити сведен на минимум помоћу израчунавања потребне дозе/концентрације појединог средства за заштиту биља по хектару за дату фенолошку фазу гајене биљке. У вези са тим, у највећој могућој мјери треба користити постојеће моделе за израчунавање запремине крошње и лисне површине гајене биљке у сваком конкретном случају (Trkulja i sar. 2009).

Мале нетретиране области (без третирања или прозори прскања) требало би одржавати у свакој од главних парцела/поља, осим у случају појаве карантинских или других врста штетних организама које национални органи за заштиту биља прогласе за веома опасне/заразне.

Морају се поштовати званично прописани интервали од прскања до бербе (каренца), те уколико је могуће обезбиједити да ови интервали буду продужени како би се смањили остаци пестицида у плодовима и другим јестивим органима гајених биљака. Датуми третирања, односно прописани интервали, морају бити евидентирани за сва обављена третирања средствима за заштиту биља, те се морају обезбиједити докази да су били надгледани. У случајевима бербе гајене биљке у више наврата, у усјевима и засадима морају бити установљени посебни системи вођења евиденције и означавања како би се спријечило да дође до неусклађивања са сигурносним мјерама (нпр. знаци упозорења) (Јањић, 2005, 2009).

Уништавање вишка мјешавине, застарјелих пестицида и празне амбалаже.

У нормалним околностима не би требало да дође до појаве вишка раствора за прскање. Међутим, ако до вишка дође, уништавање мора бити у складу са локалним прописима. Вишак мјешавине или остатка од прања резервоара прскалице мора или бити уништен од стране регистрованих уговарача за уништавање отпада или попрскан на одређени нетретирани дио засада. Када се вишак мјешавине или остатка од прања резервоара попрска по угару, мора се показати да је то легална пракса и да нема опасности од загађења површинских вода (Trkulja i sar. 2009).

Сигурно уклањање застарјелих пестицида мора бити планирано и забиљежено. Њих искључиво морају уништавати атестирани уговарачи за хемијски отпад. Празна стаклена или пластична амбалажа у којој су били пестициди мора се испрати три пута, а испрана вода бити враћена у

резервоар прскалице. Празна амбалажа не смије бити поново коришћена, због чега је треба згњечити или пробушити да би се спријечила њена поновна употреба (Janjić, 2005).

Остаци пестицида. Плодови, кртоле, луковице, главице, коријен и други јестиви органи разних врста гајених биљака, произведени према правилима интегралне заштите биља, морају бити здравствено безбједни за конзумацију, односно морају бити испуњени законски и/или захтјеви тржишта у погледу анализе остатака пестицида у њима, у којима садржај појединих активних материја мора бити испод нивоа максимално дозвољених концентрација (МДК) за поједине пестициде (Janjić, 2005, 2009).

Селективност и превенција. У систему интегралне заштите биљака од разних врста штетних организама, при предузимању хемијских мјера предност треба дати пестицидима који су селективнији и мање штетни за корисне организме. При примјени пестицида током цвјетања воћака и цвјетања корова мора се водити рачуна о њиховом могућем негативном учинку на пчеле. Због тога је неопходно примјену пестицида вршити у вријеме када полинатори не лете, тј. у вечерњим сатима (Janjić 2005).

Појава резистентности према пестицидима. У хемијској заштити један од највећих проблема је развој резистентности према појединим групама активних материја пестицида (Janjić 1994, 1996, 1997, 2002, 2018; Janjić i sar. 2002, 2004). Ова појава посљедица је природне варијабилности штетних организама и селекционог притиска на њих усљед честе употребе пестицида из исте хемијске групе и са истим механизмом дјеловања. Према Јањићу и сар. (2007), у циљу спречавања појаве резистентности потребно је пестициде користити у најосјетљивијим фазама развоја штетних организама, користити увијек пестициде са високом ефикасношћу, предност дати комбинацијама пестицида са различитим механизмом дјеловања и вршити ротацију пестицида, што све мора бити добро смишљено и научно засновано (Janjić 2005, 2009; Janjić i Mitrić 2004, 2018; Janjić i sar. 2004, 2007).

4.11. Закључак

Сталном тежњом за све већим профитом и високим приносима разних врста гајених биљака, који се остварују уз помоћ неконтролисане употребе пестицида и минералних ђубрива, а често и уз употребу некавалитетне воде за заливање, савремена пољопривредна производња може довести и до контаминације основних пољопривредних ресурса (земљишта, воде и ваздуха). Због тога су у многим земљама свијета већ предложени и уведени

различити алтернативни системи пољопривредне производње, међу којима све већу примјену имају *интегрална производња гајених биљака* и њен саставни дио *интегрална заштита биља*, чији је осовни циљ *заштита здравља биљака* како би оне биле способне да обезбиједу највишу родност, одличан квалитет и здравствену безбједност пољопривредних производа, као и смањење штетних утицаја пестицида и смањење њихове употребе за сузбијање разних врста штетних организама гајених биљака, уз значајан допринос заустављању процеса загађења агроекосистема.

За остваривање наведених циљева у оквиру интегралне заштите биља могу се користити бројне мјере, и то: административне, фитосанитарне, физичке, механичке, агротехничке, биолошке и хемијске мјере, као и мјере за контролу понашања штеточина и управљање резистентношћу биљака домаћина и штетних организама. Све наведене мјере у оквиру интегралне заштите биља могу се користити појединачно или у адекватним комбинацијама, са економском одрживошћу и минимизирањем ремећења екосистема, као основним циљевима. Међутим, посебно се мора напоменути да поједине мјере или комбинација мјера које остварују одличну ефикасност за сузбијање једне врсте штетних организама под специфичним условима животне средине у једном подручју, не морају по аутоматизму имати важност за управљање штетним организмима под другим условима, у другим подручјима или за другу категорију штетних организама, о чему се при спровођењу стратегија ИЗБ посебно мора водити рачуна. Такође, интегрална заштита биља користи све позитивне факторе агроекосистема, те уколико административне, фитосанитарне, агротехничке и друге превентивне мјере нису довољне за одржавање бројности штетних организама испод прага економске штетности, приступа се коришћењу мјера биолошке, биотехничке или хемијске заштите при чему све предузете мјере морају обезбиједити развој здравих биљака, одржавање популације штетних организама на нивоу испод критичног броја, очување природних непријатеља, смањење ризика од појаве резистентности, смањење примјене пестицида, смањење опасности за оне који раде са пестицидима, као и смањење опасности за животну средину. Такође, у систему ИЗБ при примјени хемијских мјера сузбијања посебна пажња се мора посветити избору средстава за заштиту гајених биљака од болести и штеточина и корова, каренцама и начину њихове примјене.

Међутим, иако примјена интегралне заштите биља широм свијета траје већ више од четири деценије, њено прихватање у многим земљама још увијек је споро и недовољно. При томе методологије и иницијативе за имплементацију ИЗБ-а варирају од земље до земље, од развијених земаља до земаља у развоју и од гајене биљке до гајене биљке. Тако је нпр. у развијеним земљама један од најважнијих изазова ИЗБ смањити велику употребу пестицида, док је у

земљама у развоју изазов смањити или пак одржати низак ниво употребе пестицида. Осим тога, неки од великих изазова за ИЗБ тренутно представљају употреба нових комуникационих и прогнозних технологија и медија, императив за профитабилност и што већу одрживост, примјена иновативних мјера сузбијања штетних организама, као што су стратегија потискивања (Push-Pull Strategies), техника стерилних инсеката (SIT), техника инкомпатибилних инсеката (ИИТ), генетички инжињеринг и др., те климатске промјене и убрзање глобалне трговине, за које се процјењује да ће у наредном периоду допринијети повећању учесталости ширења неких постојећих и појави нових штетних организама, као и смањење ефикасности пестицида услед развоја резистентности штетних организама према њима. Због свега тога неопходно је да сви актери који су укључени у пољопривредне производне и снабдјевачке системе, те у промет и конзумирање хране биљног поријекла, укључујући пољопривреднике, произвођаче и дистрибутере репроматеријала, истраживаче, савјетодавне службе, владине и невладине институције и организације, али и потрошаче, морају да раде заједно и да буду дио иновативног система интегралне заштите биља како би се остварио напредак у повећању њене употребе.

Ово тим прије јер је технологија толико напредовала да од људи који желе да се баве савременом пољопривредном производњом тражи много више знања. Такође, савремена и интензивна пољопривредна производња захтијева не само велика инвестициона улагања, него и познавање цјелокупног технолошког процеса производње што је предуслов који мора да се испуни како би се технологија гајења појединих биљних врста унаприједила и подигла на виши ниво. Зато је задатак науке и струке да стално указују на значај познавања свих фактора у технологији производње, како би се ризици при гајењу биљака свели на најмању мјеру, а произвођачи били мотивисани за ову производњу. Због тога је потребна стална едукација произвођача, поготову о концепту *интегралне заштите биља*, која је у развијенијим земљама Европе већ заступљена на преко 90% производних површина појединих врста гајених биљака, чије достизање у наредном периоду ће за нас представљати велики изазов.

Литература

Abrol DP, Shankar U (2012) History, Overview and Principles of Ecologically Based Pest Management. In: Abrol DP, Shankar U (eds) Integrated Pest Management: Principles and Practice. CAB International, Wallingford, United Kingdom, pp 1–26

- Agrios GN (2005) Plant Pathology. Fifth edition. Elsevier Academic Press, Amsterdam, The Netherlands, pp 922
- Altieri MA (1994) Biodiversity and Pest Management in Agroecosystem. Haworth Press, New York, USA, pp 185
- Archer TL, Losade JC, Bynum ED Jr (1990) Influence of planting dates on abundance of panicle-feeding insects associated with sorghum. *Journal of Agricultural Entomology* 7(3):233–239
- Arsenijević M (1992) Fitopatogene bakterije. Naučna knjiga, Beograd, str 166
- Arsenijević M (1997) Bakterioze biljaka. Treće izdanje. S Print, Novi Sad, str 576
- Arsenijević M, Kostić B (1967) Darluca filum (Biv.-Bern.) Cast. superparazit gljiva iz reda Uredinales. *Savremena poljoprivreda* 2:183–190
- Arsenijević M, Stojčić J, Trkulja V (1997) Dosadašnji rezultati istraživanja i perspektiva praktične primene bioloških mera suzbijanja parazita gajenih biljaka. *Zaštita bilja* 219:5–21
- Babović M (2003) Osnovi patologije biljaka. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, str 651
- Baker KF (1987) Evolving concepts of biological control of plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 25:67–85
- Barnes BN, Hofmeyr JH, Groenewald S, Conlong DE, Wohlfarter M (2015) The sterile insect technique in agricultural crops in South Africa: A metamorphosis... But will it fly? *Journal of the Entomological Society of Southern Africa* 23:1–18
- Biles C, Wisniewski M, McLaughlin R, Wilson C (1990) Attachment of antagonistic yeast to fruit rotting fungi: further characterization of biocontrol activity and characterization of possible inhibitory action. *Phytopathology* 80:174–176
- Blagrove MS, Arias-Goeta C, Failloux AB, et al. (2012) *Wolbachia* strain wMel induces cytoplasmic incompatibility and blocks dengue transmission in *Aedes albopictus*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109:255–260
- Boyer S, Zhang H, Lempérière G (2012) A review of control methods and resistance mechanisms in stored-product insects. *Bulletin of Entomological Research* 102(2):213–229
- Buturov D (1983) Prilog proučavanju bakterijskog raka vinove loze u SR Makedoniji. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun
- Bhattacharyya M (2017) The push-pull strategy: A new approach to the ecofriendly method of pest management in agriculture. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5(3):604–607
- Vavre F, Fleury F, Varaldi J (2000) Evidence for female mortality in *Wolbachia*-mediated cytoplasmic incompatibility in haplodiploid insects: Epidemiological and evolutionary consequences. *Evolution* 54:191–200

- Vajna L (2002) Downy mildew epidemic on common ragweed in Hungary caused by *Plasmopara halstedii*. *Plant Pathology* 51:809
- Vidhyasekaran P, Muthamilan M (1995) Development of formulations of *Pseudomonas fluorescens* for control of chickpea wilt. *Plant Disease* 79:782–786
- Vladés EMAE, Aldana LLL, Figueroa BR, Gutiérrez OM, Hernández RMC, Chavelas MT (2005) Trapping of *Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae) with two natural baits in a field of *Polianthes tuberosa* (Liliales: Agavaceae) in the state of Morelos, México. *Florida Entomologist* 88:338–340
- Gamble JC, Payne T, Small B (2010) Interviews with New Zealand community stakeholders regarding acceptability of current or potential pest eradication technologies. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 38:57–68
- Gamliel A, Katan J (2012) Soil Solarization: Theory and Practice. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, pp 280
- Georghiou GP (1983) Pest resistance to pesticides. Springer US, New York, USA, pp 822
- Georghiou GP (1990) Overview of Insecticide Resistance. In: Green MB, LeBaron HM, Moberg WK (eds) *Managing Resistance to Agrochemicals*. American Chemical Society, Washington DC, USA, pp 18–41
- Gogo EO, Saidi M, Ochieng JM, Martin T, Baird V, Ngouajio M (2014) Microclimate modification and insect pest exclusion using agronet improve pod yield and quality of French bean. *HortScience* 49:1298–1304
- Grahovac M, Indić D, Lazić S, Vuković S (2009) Biofungicidi i mogućnosti primene u savremenoj poljoprivredi. *Pesticidi i fitomedicina* 24(4):245–258
- Guedner RC, Reilly CC, Pusey PL, Costello CE, Arrendale RF (1988) Isolation and identification of iturins as antifungal peptides in biological control of peach brown rot with *Bacillus subtilis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 36:366–370
- Gut LJ, Stelinski LL, Thomson DR, Miller JR (2004) Behaviour-modifying Chemicals: Prospects and Constraints in IPM. In: Koul O, Dhaliwal GS, Cuperus GW (eds) *Integrated Pest Management: Potential, Constraints and Challenges*. CAB International, Wallingford, United Kingdom, pp 73–121
- Davis JL, Armengaud P, Larson TR, Graham IA, White PJ, Newton AC, Amtmann A (2018) Contrasting nutrient-disease relationships: potassium gradients in barley leaves have opposite effects on two fungal pathogens with different sensitivities to jasmonic acid. *Plant Cell and Environment* 41:2357–2372
- Dara SK (2019) The new integrated pest management paradigm for the modern age. *Journal of Integrated Pest Management* 10(1):1–9
- Dara SK, Peck D, Murray D (2018) Chemical and non-chemical options for managing twospotted spider mite, western tarnished plant bug and other arthropod pests in strawberries. *Insects* 9, 156, pp 1–11
- Delibašić G, Obradović A, Tanović B (2015) Bolesti sadnog materijala. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, str 221

- Delibašić G, Obradović A, Tanović B (2018) Bolesti sadnog materijala povrtarskih biljaka. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, str 157
- D'Ercole N (1985) Lotta biologica alla muffa grigia (*Botrytis cinerea*) della fragola con applicazioni di *Trichoderma viride*. Informatore Fitopatologica 3:35–38
- Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides (2009) OJ L 309, 24.11.2009, pp 71–86 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/LSU/?uri=celex:32009L0128>
- Dodia DA, Patel IS, Patel GM (2010) Botanical Pesticides for Pest Management. Scientific Publishers, Jodhpur, India, pp 354
- Dong LQ, Zhang KQ (2006) Microbial control of plant-parasitic nematodes: A five-party interaction. Plant Soil 288: 31–45
- Dosdall LM, Herbut MJ, Cowle NT, Micklich TM (1996) The effect of seeding date and plant density on infestations of root maggots, *Delia* spp. (Diptera: Anthomyiidae), in canola. Canadian Journal of Plant Science 76:169–177
- Douglas AE (2018) Strategies for enhanced crop resistance to insect pests. Annual Review of Plant Biology 69:637–660
- Droby S, Chalutz E, Wilson CL, Wisniewski ME (1989) Characterization of the biological control activity on grapefruit. Canadian Journal of Microbiology 35:794–800
- Dhavantari BN (1976) Biological control of crown gall of peach in southwestern Ontario. Plant Disease Reporter 60:549–551
- Dhaliwal GS, Arora R (2001) Integrated Pest Management: Concepts and Approaches. Kalyani Publishers, New Delhi, India, pp 543
- Dhaliwal GS, Arora R, Heinrichs EA (1998) Insect Pest Management: From Traditional to Sustainable Approach. In: Dhaliwal GS, Heinrichs EA (eds) Critical Issues in Insect Pest Management. Commonwealth Publishers, New Delhi, India, pp 1–25
- Dhaliwal GS, Koul O, Arora R (2004) Integrated Pest Management: Retrospect and Prospect. In: Koul O, Dhaliwal GS, Cuperus GW (eds) Integrated Pest Management: Potential, Constraints and Challenges. CAB International, Wallingford, United Kingdom, pp 1–20
- Dhawan AK (1999) Major Insect Pest of Cotton and Their Integrated Management. In: Upadhyay RK, Mukerji KG, Rajak RL (eds) IPM System in Agriculture, Vol. 6 - Cash Crops. Aditya Books Pvt. Ltd., New Delhi, India, pp 165–225
- Dhawan AK (2004) Insect Resistance in Cotton: Achievements and Challenges. In: Dhaliwal GS, Singh R (eds) Host Plant Resistance to Insects: Concepts and Applications. Panima Publishing House, New Delhi, India, pp 263–324
- Dhawan AK, Peshin R (2009) Integrated Pest Management: Concepts, Opportunities and Challenges. In: Peshin R, Dhawan AK (eds) Integrated Pest

- Management: Innovation-Development Process, Vol. 1. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp 51–81
- Egorov SN (1964) Osnovi učenja ob antibiotikah. Moskva, SSSR
- El-Sayed, AM, Suckling DM, Byers JA, Jang EB, Wearing CH (2009) Potential of “lure and kill” in long-term pest management and eradication of invasive species. *Journal of Economic Entomology* 102:815–835
- El-Shafie HAF (2020) Integrated Insect Pest Management. In: Haouas D (ed) Pests Control and Acarology. IntechOpen, pp 1–18
- Ehi-Eromosele CO, Nwinyi OC, Ajani OO (2013) Integrated Pest Management. In: Soloneski S, Larramendy M (eds) Weed and Pest Control - Conventional and New Challenges. IntechOpen, pp 105–115
- Zalom FG, Bolda MP, Dara SK, Joseph S (2018) UC IPM Pest Management Guidelines: Strawberry (Insects and Mites). University of California Statewide IPM Program, Oakland, California, USA. Publication Number 3468, pp 123
- Zettler L, Cuperus GW (1990) Pesticide resistance in *Tribolium* and *Rhyzopertha* in Oklahoma. *Journal of Economic Entomology* 83:1677–1681
- Ivanović M, Ivanović D (2001) Mikoze i pseudomikoze biljaka. P.P. De-eM-Ve, Beograd, str 473
- Ivanović M, Ivanović M (2017) Bolesti voćaka i vinoove loze. Univerzitet u Bogradu, Poljoprivredni fakultet, str 445
- Igrc J (1987a) Proučavanje zlatice *Zygogramma suturalis* Fabricius (Coleoptera, Chrysomelidae) – potencijalnog agensa biološkog suzbijanja korova *Ambrosia artemisiifolia* L. *Poljoprivredna znanstvena smotra* 76–77:31–56
- Igrc J (1987b) Proučavanje zlatice *Zygogramma suturalis* Fabricius (Coleoptera: Chrysomelidae) potencijalnog biološkog agensa za suzbijanje korova *Ambrosia artemisiifolia* L. Doktorska disertacija, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb
- Igrc J (1988) Influence of temperature on development of *Zygogramma suturalis* - an insect used to control *Ambrosia artemisiifolia*. *Proc VII Int Symp Biol Contr Weeds*, 6–11 March 1988, Rome Italy
- Igrc-Barčić J, Maceljski M (2001) Ekološki prihvatljiva zaštita bilja od štetnika. „Zrinjski“, Čakovec, str 247
- IRAC (2019) IRAC Mode of Action Classification Scheme. Insecticide Resistance Action Committee. <https://www.irc-online.org/documents/moa-classification/?ext=pdf>
- Janisiewicz WJ (1987) Postharvest biological control of blue mold on apples. *Phytopathology* 77:481–485
- Janisiewicz WJ (1988) Biocontrol of postharvest diseases of apples with antagonist mixtures. *Phytopathology* 78:194–198

- Janisiewicz WJ, Roitman J (1988) Biological control of blue-mold and gray-mold on apple and pear with *Pseudomonas cepacia*. *Phytopathology* 78:1.697–1.700
- Janjić V (1994) Hormonski herbicidi. Izdavačko preduzeće „Nauka” i Institut za istraživanja u poljoprivredi „Srbija”, Beograd, str 278
- Janjić V (1996) Triazinski herbicidi. Institut za istraživanja u poljoprivredi „Srbija” i Dizajn DB studio, Beograd, str 476
- Janjić V (1997) Savremene tendencije u istraživanju prirode i delovanja herbicida. U: Kojić M, Janjić V (ur) *Savremeni problemi herbologije*. Herbološko društvo Srbije, Beograd, str 107–152
- Janjić V (2002) Sulfoniluree. Institut za istraživanja u poljoprivredi „Srbija”, Beograd i Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, Banja Luka, str 172
- Janjić V (2005) Fitofarmacija. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Institut za istraživanja u poljoprivredi „Srbija”, Beograd i Poljoprivredni fakultet, Banja Luka, str 1229
- Janjić V (2009) Mehanizam delovanja pesticida. Društvo za zaštitu bilja Srbije Beograd i Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, Banja Luka, str 427
- Јањић В (2013) Нове биотехнологије у биљној производњи – глобални проблеми и изазови. Зборник радова са Округлог стола Претпоставке и могућности унапређења конкурентности привреде Републике Српске. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, стр 109–139
- Janjić V (2018) Osnovni pojmovi, značaj i razvoj rezistentnosti korovskih biljaka na herbicide. Zbornik radova *Rezistentni korovi i tolerantni usevi na herbicide: stanje i perspektive*. Herbološko društvo Srbije, Novi Sad, str 9–20
- Janjić V, Đalović I, Milošević D, Týr Š (2007) Weed resistance to herbicides – Mechanisms and molecular basis. *Acta herbologica* 16(2):63–83
- Јањић В, Јовановић В (2015) Садашње стање, глобални статус и еколошке последице гајења генетички модификованих биљака. Зборник радова са Округлог стола Генетички модификовани организми (ГМО) - Научни и етички аспекти, производња и коришћење. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, стр 15–69
- Janjić V, Jovanović Lj, Blanuša T, Milošević D (2002) Sulfonylurea herbicides – Mode of action. In: Quarrie S, Krstić B, Janjić V (eds) *Plant Physiology in the New Millenium Yugoslav Society of Plant Physiology and Agricultural Research Institute „Serbia”, Belgrade*, pp 101–108
- Јањић В, Малица Г (2015) Генетички модификоване биљке отпорне на хербициде. Зборник радова Генетички модификована организми, чињенице и изазови. Српска академија наука и умјетности, Београд, стр 67–78
- Janjić V, Mataruga D, Malidža G, Radivojević LJ, Mitrić S, Stefanović L, Stanković-Kalezić R, Golić D (2007) Ograničenje širenja i suzbijanje ambrozije. U: Janjić V, Vrbničanin S (ur) *Ambrozija*. Herbološko društvo Srbije, Beograd, str. 103–118
- Janjić V, Mitrić S (2004) Pesticidi u poljoprivredi i šumarstvu. Grafomark, Laktaši

- Janjić V, Mitrić S (2018) Rezistentnost korovskih biljaka na herbicide. Akademija nauka i umjetnosti Republike Srpske, Banja Luka, str 393
- Janjić V, Radivojević Lj, Mitrić S, Malidža G (2004) Genetičko-biohemijske osnove rezistentnosti korovskih biljaka prema herbicidima inhibitorima acetolaktat sintetaze (ALS). *Acta herbologica* 13(2):319–332
- Jasnić S, Arsenijević M, Adamović D (1996) Mogućnost suzbijanja *Monilia fructigena* - parazita jabučastog voća primenom nekih biljnih ekstrakata i etarskih ulja. *Medicinal Plant Report* 3(3):24–33
- Jovanović O (1990) Proučavanje antagonističkog dejstva nekih gljiva i bakterija prema vrsti *Agrobacterium tumefaciens* (Smith and Townsend) Conn. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun
- Josifović M (1954) *Trichothecium roseum* (Bull.) L.K. – novi superparazit stroma *Polystigma rubrum* (Pers.) D.C. Glasnik SAN, CCXVI. Odeljenje prirodno-matematičkih nauka, knj. 8, Beograd
- Josifović M, Stojanović D (1961) Jedan nov slučaj superparazitizma kod gljiva. *Glas Odeljenja prirodno-matematičkih nauka Srpske akademije nauka i umjetnosti*, knj. 22:49–65
- Josifović M, Stojanović D (1962) Nove manifestacije superparazitizma kod gljiva. *Arhiv za poljoprivredne nauke* 50:1–11
- Josifović M, Stojanović D (1966) Contribution a l'etude de l'hyperparasitisme chez les champignons. *Revue Roumaine de Biologie-Botanique*, Bucarest 11(1-3):111–114
- Karakašević B (1989) Mikrobiologija i parazitologija. Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb
- Karić N, Smajlović E, Trkulja V, Zovko M, Slusarski C, Bugiani R (2016a) Smjernice za integralnu zaštitu krastavca. Uprava Bosne i Hercegovine za zaštitu zdravlja bilja, Sarajevo, str 92
- Karić N, Trkulja V, Đikić M, Gadžo D, Smajlović E (2016b) Integralna zaštita kukuruza – smjernice. Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet i Uprava Bosne i Hercegovine za zaštitu zdravlja bilja, Sarajevo, str 99
- Karić N, Trkulja V, Smajlović E, Zovko M, Radović R, Slusarski C, Bugiani R (2016b) Smjernice za integralnu zaštitu paradajza, paprike i patlidžana na otvorenom polju. Uprava Bosne i Hercegovine za zaštitu zdravlja bilja, Sarajevo, str 142
- Kenis M, Hurley BP, Hajek AE, Cock MJW (2017) Classical biological control of insect pests of trees: Facts and figures. *Biological Invasions* 19:3401–3417
- Kennedy GG (2008) Integration of Insect-Resistant Genetically Modified Crops within IPM Programs. In: Romeis J, Shelton A, Kennedy G (eds) *Integration of Insect-Resistant Genetically Modified Crops within IPM Programs*. Springer, Dordrecht, The Netherlands. pp 1–26
- Kerr A (1980) Biological control of crown gall through production of Agrocin 84. *Plant Disease Reporter* 64:25–30

- Kerr A, Ellis JG, Murphy PJ (1982) Biological control of crown gall. Review of Plant Pathology 61:24
- Keserović Z, Magazin N, Injac M, Totis F, Milić B, Dorić M, Petrović J (2014) Integralna proizvodnja jabuke. Drugo prošireno izdanje. Društvo voćara Vojvodine i Poljoprivredni fakultet Novi Sad, str 278
- Kittayapong P, Kaeothaisong NO, Ninphanomchai S, Limohpasmanee W (2018) Combined sterile insect technique and incompatible insect technique: Sex separation and quality of sterile *Aedes aegypti* male mosquitoes released in a pilot population suppression trial in Thailand. Parasites & Vectors 11(S2):73–83
- Klassen W, Curtis CF (2005) History of the Sterile Insect Technique. In: Dyck VA, Hendrichs J, Robinson A (eds) Sterile Insect Technique. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 3–36
- Klokočar-Šmit Z, Šovljanski R, Indić D (2006) Biopreparati – alternativa u zaštiti plodovitog povrća. Biljni lekar 1:19–30
- Knezevic S, Stepanovic S, Datta A (2014) Growth stage affects response of selected weed species to flaming propane. Weed Technology 28(1):233–242
- Knudsen GR (1990) Alginate pellet formulation of a *Beauveria bassiana* (Fungi: Hyphomycetes) isolate pathogenic to cereal aphids. Journal of Economic Entomology 83:2225–2228
- Kreuter ML (2001) Pflanzenschutz im Biogarten. BLV Verlag, Munchen, Germany
- Kunjwal N, Srivastava RM (2018) Insect Pests of Vegetables. In: Omkar (ed) Pests and Their Management. Springer, Singapore, pp 163–221
- Kurtović M, Karić N, Trkulja V, Maličević A, Gaši F (2008a) Integralna proizvodnja jabučastog voća – načela i argumentacija. Vlada Brčko Distrikta BiH i Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Sarajevo, str 100
- Куртовић М, Карић Н, Тркуља В, Дркенда П, Маличевић А, Гаши Ф (2008б) Интегрална производња коштичавог воћа – начела и аргументација. Влада Брчко Дистрикта БиХ и Пољопривредно-прехрамбени факултет, Сарајево, стр 129
- Kuc J (1982) Induced immunity to plant disease. Bioscience 32:854–860
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM (2000) Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Annual Review of Entomology 36:229–255
- Lacey LA (2017) Microbial Control of Insect and Mite Pests: From Theory to Practice. Academic Press, London, United Kingdom, pp 482
- Leach H, Moses J, Hanson E, Fanning P, Isaacs R (2017) Rapid harvest schedules and fruit removal as non-chemical approaches for managing spotted wing *Drosophila*. Journal of Pest Science 91:219–226
- Liebholt AM, Tobin PC (2008) Population ecology of insect invasions and their management. Annual Review of Entomology 53:387–408

- Liebman M, Dyck E (1993) Crop rotation and intercropping strategies for weed management. *Ecological Applications* 3:92–122
- Li LY (1994) Worldwide Use of *Trichogramma* for Biological Control on Different Crops: A Survey. In: Wajnberg E, Hassan SA (eds) *Biological Control with Eggs Parasitoids*. CAB International, Wallingford, United Kingdom, pp 37–53
- Lindow SE, McGourty G, Elkins R (1996) Interactions of antibiotics with *Pseudomonas fluorescens* strain A506 in the control of fire blight and frost injury to pear. *Phytopathology* 86:841–848
- Luna JM, House GJ (1990) Pest Management in Sustainable Agriculture System. In: Edwards CA, Lal R, Maden P, Miller RH, House GJ (eds) *Sustainable Agricultural*. St. Lucie Press, Delary Beach, Florida, USA, pp 157–173
- Luckmann WH, Metcalf RL (1994) The Pest Management Concept. In: Metcalf RL, Luckmann WH (eds) *Introduction to Insect Pest Management*, 3rd Edition. John Wiley & Sons, New York, USA, pp 1–34
- Marić A (1991) Opšta fitopatologija. Domentijan, Novi Sad, str 262
- Matyjaszczyk E (2018) “Biorationals” in integrated pest management strategies. *Journal of Plant Diseases and Protection* 125:523–527
- Maceljski M (2002) Poljoprivredna entomologija. Izdavačka kuća „Zrinski“, Čakovec, Hrvatska, str 519
- Maceljski M, Igrc-Barčić J, Cvjetković B, Oštrec Lj, Čizmić I, Ostojić Z (2004) Štetočinje povrća. „Zrinjski“, Čakovec, Hrvatska, str 517
- Melgarejo P, Carrillo R, Sagasta EM (1985) Mycoflora of peach twigs and flowers and its possible significance in biological control of *Monilinia laxa*. *Transactions of the British Mycological Society* 85(2):3113–3317
- Melgarejo P, Carrillo R, Sagasta EM (1986) Potential for biological control of *Monilinia laxa* in peach twigs. *Crop Protection* 5(6):422–426
- Metcalf RL (1980) Changing role of insecticides in crop protection. *Annual Review of Entomology* 25:215–226
- Mehrnejad MR (2018) Investigation into the overwintering and winter management of the common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* (Hemiptera: Aphalaridae), a major pest in pistachio plantations. *Zoology and Ecology* 28:384–388
- Mijušković M (1967) *Darluca filum* (Biv.) Cast. – superparazit na *Puccinia recondita tritici*. *Zaštita bilja* 96-97:383–386
- Mijušković M (1972) Prilog proučavanju superparazita antagonista *Puccinia pelargonii-zonalis* Doidge. *Zaštita bilja* 117-118:73–78
- Mijušković M, Vučinić Z (1974) Nova pojava superparazita gljiva u Crnoj Gori. *Zaštita bilja* 128-129:241–256
- Mijušković M, Vučinić Z (1982) Superparazitne ili na drugi način združene gljive u mikroflori Crne Gore. *Glasnik republičkog zavoda za zastitu prirode i prirodnjackog muzeja u Titogradu*, Titograd 15:219–233

- Mirosavljević M, Pržulj N, Boćanski J, Stanisavljević D, Mitrović B (2014) The application of AMMI model for barley cultivars evaluation in multi-years trials. *Genetika* 46:445–454
- Mitchell CE, Reich PB, Tilman D, Groth JV (2003) Effects of elevated CO₂, nitrogen deposition, and decreased species diversity on foliar fungal plant disease. *Global Change Biology* 3:438–451
- Morrison WR, Lee D-H, Short BD, Khirman A, Leskey TC (2016) Establishing the behavioral basis for an attract-and-kill strategy to manage the invasive *Halyomorpha halys* in apple orchards. *Journal of Pest Science* 89:81–96
- Mohler CL, Johnson SE (2009) *Crop Rotation on Organic Farms a Planning Manual*. Natural Resource, Agriculture and Engineering Service (NRAES), Ithaca, New York, USA. pp 156
- McLaughlin RJ, Wilson CL, Droby S, Ben-Arie R, Chalutz E (1992) Biological control of postharvest diseases of grape, peach and apple with the yeasts *Kloackera apiculata* and *Candida guilliermondii*. *Plant Disease* 76:470–473
- McLaughlin RJ, Wisniewski ME, Wilson CL, Chalutz E (1990) Effects of inoculum concentration and salt solutions on biological control of postharvest diseases of apple with *Candida* sp. *Phytopathology* 80:456–461
- Neve P, Busi R, Renton M, Vila-Auib MM (2014) Expanding the ecoevolutionary context of herbicide resistance research. *Pest Management Science* 70:1385–1393
- Nelson R, Wiesner-Hanks T, Wisser R, Balint-Kurti P (2018) Navigating complexity to breed disease-resistant crops. *Nature Reviews Genetics* 19:21–33
- Nielsen AL, Dively G, Pote JM, Zinati G, Mathews C (2016) Identifying a potential trap crop for a novel insect pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), in organic farms. *Environmental Entomology* 45:472–478
- Nikolouli K, Colinet H, Renault D, Enriquez T, Mouton L, Gilbert P, et al. (2017) Sterile insect technique and *Wolbachia* symbiosis as potential tools for the control of the invasive species *Drosophila suzukii*. *Journal of Pesticide Science* 91(2):489–503
- Nježić B, Trkulja V, Smajlović E, Radović R, Bugjani R (2016) Smjernice za integralnu zaštitu krompira. Uprava Bosne i Hercegovine za zaštitu zdravlja bilja, str 121
- Norris RF, Caswell-Chu EP, Kogan M (2003) *Concepts in Integrated Pest Management*. Prentice Hall, New Jersey, USA, pp 586
- Nwilene FE, Nwanze KF, Youdeowei A (2008) Impact of integrated pest management on food and horticultural crops in Africa. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 128:355–363
- Oerke EC, Dehne HW, Schönbeck F, Weber A (1994) *Crop Production and Crop Protection – Estimated Crop Losses in Major Food and Cash Crops*. Elsevier Science, Amsterdam, The Netherlands, pp 808

- Ostojić I, Peljto A, Trkulja V, Rotim N (2006) Suzbijanje bolesti, štetnika i korova vinove loze. Društvo za zaštitu bilja u Bosni i Hercegovini, str 77
- Oudejans JH (1991) Agro-pesticides: Properties and Functions in Integrated Crop Protection. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP), Bangkok, Thailand, pp 329
- Paulitz TC, Bélanger RR (2001) Biological control in greenhouse systems. Annual Review of Phytopathology 39:103–133
- Peljto A, Trkulja V, Ostojić I, Rotim N, Đikić M (2007) Suzbijanje bolesti, štetnika i korova koštičavih voćaka. Društvo za zaštitu bilja u Bosni i Hercegovini, str 96
- Perišić M, Stojanović D (1969) Nekoliko slučajeva superparazitizma kod gljiva. Zaštita bilja 106:311–316
- Perkins JH (1982) Insects, Experts, and the Insecticide Crisis: The Quest for New Pest Management Strategies. Plenum Press, New York, USA, pp 304
- Petrović T (1997) Parazitska mikroflora kukuruza. Magistarski rad. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Porter JJ (1992) Soil Solarization and Biological Control. In: Mukerji KG, Tewari JP, Arora DK, Saxena G (eds) Recent Development in Biocontrol of Plant Diseases. Aditya Book Pvt. Ltd., New Delhi, India, pp 164–186
- Pretty J, Bharucha ZP (2015) Integrated pest management for sustainable intensification of agriculture in Asia and Africa. Insects 6:152–182
- Pržulj N, Momčilović V (2013) Effect of cultivar and year on phyllochron in winter barley. Journal for Natural Sciences, Matica Srpska, Novi Sad 125:91–100
- Pržulj N, Momčilović V, Mladenov N (1999) Temperature and precipitation effect on barley yields. Bulgarian Journal of Agricultural Science 5:403–410
- Pržulj N, Momčilović V, Nožinić M, Jestrović Z, Pavlović M, Orbović B (2010) Značaj i oplemenjivanje ječma i ovsaa. Ratarstvo i povrtarstvo 47(1):33–42
- Pržulj N, Momčilović V, Simić J, Mirosavljević M (2014) Effect of growing season and variety on quality of spring two-rowed barley. Genetika 46:59–73
- Pusey PL (1989) Use of *Bacillus subtilis* and related organisms as biofungicides. Pest Management Science 27(2):133–140
- Pusey PL, Hotchkiss MW, Dulmage HT, Baumgardner RA, Zehr EI, Reilly CC, Wilson CL (1988) Pilot tests for commercial production and application of *Bacillus subtilis* (B-3) for postharvest control of peach brown rot. Plant Disease 72:622–626
- Pusey PL, Wilson CL (1983) Control of brown rot with a *Bacillus* bacterium. Phytopathology 73:823
- Pusey PL, Wilson CL (1988) US Patent 4,764,371. Postharvest biological control of stone fruit brown rot by *Bacillus subtilis*. Washington DC, USA
- Pyke B, Rice M, Sabine B, Zalucki M (1987) The push-pull strategy – Behavioural control of *Heliothis*. Australian Cotton Grower, 5-7:7–9
- Rajković M (2018) Suzbijanje korova primenom plamena u usevima kukuruza i soje. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu

- Rajković M, Malidža G, Gvozdrenović Đ, Vasić M, Gvozdrenović-Varga J (2011) Osetljivost pasulja i paprike na primenu plamena u suzbijanju korova. *Acta herbologica* 19(2):67–76
- Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC (2009) OJ L 309, 24.11.2009, pp 1–50. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009R1107>
- Redmond JC, Marois JJ, McDonald JD (1987) Biological control of *Botrytis cinerea* on roses with epiphytic microorganisms. *Plant Disease* 71:799–802
- Reznik SY, Belokobyl SA, Lobanov AL (1994) Weed and herbivorous insect population densities at the broad spatial scale: *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Zigogramma saturalis* F. (Col. Chrysomelidae). *Journal of Applied Entomology* 118:1–9
- Rodriguez-Saona CR, Stelinski LL (2009) Behavior-Modifying Strategies in IPM: Theory and Practice. In: Peshin R, Dhawan AK (eds) *Integrated Pest Management: Innovation-Development Process*, Vol. 1. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp 263–315
- Salle AJ (1974) Osnovni principi bakteriologije (prevod sa engleskog). Beograd
- Saridaki A, Bourtzis K (2010) *Wolbachia*: More than just a bug in insects' genitals. *Current Opinion in Microbiology* 13:67–72
- Smith K (2011) We are seven billion. *Nature Climate Change* 1:331–335
- Smith CM (2004) Plant Resistance Against Pests: Issues and Strategies. In: Koul O, Dhaliwal GS, Cuperus GW (eds) *Integrated Pest Management: Potential, Constraints and Challenges*. CAB International, Wallingford, United Kingdom, pp 147–167
- Smith CM (2009) Advances in Breeding for Host Plant Resistance. In: Radcliffe EB, Hutchison WD, Cancelado RE (eds) *Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp 235–246
- Snoeijsers SS, Pérez-García A, Joosten MHAJ, De Wit PJG (2000) The effect of nitrogen on disease development and gene expression in bacterial and fungal plant pathogens. *European Journal of Plant Pathology* 106:493–506
- Snowdon AL (1990) *A Colour Atlas of Post-Harvest Diseases & Disorders of Fruits & Vegetables*. Volume 1: General Introduction & Fruits. Wolfe Scientific Ltd, London, UK, pp 302
- Snowdon AL (1991) *A Colour Atlas of Post-Harvest Diseases & Disorders of Fruits & Vegetables*. Volume 2: Vegetables. Wolfe Scientific Ltd, London, UK, pp 416
- Stojanović D, Borić B (1970) Uloga *Trichothecium candidum* u redukciji populacije *Sorosporium reilianum* (Kuhn) Mc Alp. *Zaštita bilja* 108:131–135

- Stojanović D, Borić B (1981) Prilog proučavanju mikroflore parazitskih cvetnica iz rodova *Cuscuta* i *Orobanchae*. *Zaštita bilja* 156:131–141
- Stojanović D, Kostić B (1956) Parazitiranost stroma *Polystigma rubrum* sa *Gloeosporium polystigmaticolum* u toku 1955. godine. *Zaštita bilja* 37:91–92
- Stojanović S (2004) Poljoprivredna fitopatologija. Srpsko biološko društvo „Stevan Jakovljević“, Kragujevac, str 775
- Stojčić J, Trkulja V, Mejakić V, Nedović B (1997) Biološko suzbijanje biljnih parazita. *Ekologica* 4:129–133
- Sheppard AW, Shaw RH, Sforza R (2006) Top 20 environmental weeds for classical biological control in Evrope: A review of opportunities regulations and other barriers to adoption. *Weed Research* 46(2):93–117
- Shorey HH, Gerber RG (1996) Use of puffers for disruption of sex pheromone communication among navel orangeworm moths (Lepidoptera: Pyralidae) in almonds, pistachios, and walnuts. *Environmental Entomology* 25:1154–1157
- Swinburne TR (1978) Microflora of apple leaf scars in relation to infection by *Nectria galigena*. *Transactions of the British Mycological Society* 78:389–403
- Templeton GE (1986) Mycoherbicide research at the University of Arkansas – past, present and future. *Weed Science* 34:35–37
- Tešanović D, Trkulja V, Nježić B, Knežević S, Sobiczewski P, Labanowska B (2016) Smjernice za integralnu zaštitu šljive. Uprava Bosne i Hercegovine za zaštitu zdravlja bilja, str 127
- Tong-Kwee L, Rohtbock KG (1980) Role of *Penicillium funiculosum* strains in the development of pineapple fruit diseases. *Phytopathology* 70:663–665
- Trkulja V (1997) Antagonizam saprofitnih i fitopatogenih bakterija prema *Monilia* spp. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
- Trkulja V (2000) Antagonizam saprofitnih bakterija prema *Monilinia* spp. *in vitro*. *Zaštita bilja* 231-232:123–155
- Trkulja V (2008a) Zaštita uskladištenog povrća od bolesti. U: Kljajić P (ur) Zaštita uskladištenih poljoprivrednih proizvoda od štetnih organizama. Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, str 101–122
- Trkulja V (2008b) Zaštita uskladištenog voća od bolesti. U: Kljajić P (ur) Zaštita uskladištenih poljoprivrednih proizvoda od štetnih organizama. Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, str 193–213
- Тркуља В, Бајровић К, Видовић С, Остојић И, Терзић П, Баллиан Д, Субашић Ђ, Мачкић С, Радовић Р, Чолаковић А (2014) Генетички модификовани организми (ГМО) и биосигурност. Управа Босне и Херцеговине за заштиту здравља биља и Агенција за безбједност хране БиХ, стр 68
- Тркуља В, Баллиан Д, Видовић С, Терзић П, Остојић И, Чакловица Ф, Џубур А, Хајрић Џ, Перковић Г, Брењо Д, Чолаковић А (2018) Генетички модификовани организми – стање и перспективе. Агенција за безбједност хране Босне и Херцеговине, стр 140

- Trkulja V, Vidović S, Garić K, Dončić D, Vuković S (2009) Priručnik za integralnu proizvodnju povrća u zaštićenom prostoru. Institut za ekonomiku i razvoj, Banja Luka, str 94
- Тркуља В, Јањић В, Пржуљ Н (2020) Процедуре за одобравање и методе контроле присуства генетички модификованих организама у храни и храни за животиње. У: Грујић Р, Јањић В, Тркуља Р (ур) Перспективе развоја прехранбене индустрије. Академија наука и умјетности Републике Српске, Бања Лука, стр 619–658
- Тркуља В, Карић Н, Остојић И, Трештић Т, Даутбашић М, Мујезиновић О (2012) Атлас карантинских штетних организама. Управа Босне и Херцеговине за заштиту здравља биља, стр 668
- Trkulja V, Mitrić S, Čivić H, Karić N, Ostojić I, Mičić N, Đurić G, Cvetković M, Pašalić B, Radović R, Jusović H (2015) Integralna proizvodnja jagodastog voća. ЈУ Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka i Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Sarajevo, str 218
- Trkulja V, Ostojić I, Škrbić R, Herceg N, Petrović D, Kovačević Z (2010a) Ambrozija. Друштво за заштиту биља у Босни и Херцеговини, стр 194
- Trkulja V, Predić T, Cvijanović T, Tanasić B, Mihić Salapura J, Kremenović Ž, Kovačić Jošić D (2019) Održiva upotreba pesticida, integralna zaštita bilja i uzorkovanja u poljoprivredi – ilustrovani praktični priručnik. ЈУ Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka, str 59
- Тркуља В, Радановић С, Мићић-Салапура Ј (2015) Процјена ризика од генетички модификованих организама. Академија наука и умјетности Републике Српске, Одељење природно-математичких и техничких наука. Научни скуп Генетички модификовани организми (ГМО) – научни и етички аспекти, производња и коришћење, Књига 26:185–201
- Trkulja V, Stojčić J, Zavišić N, Mihić Salapura J, Kovačić D, Misimović M, Vuković S, Simić J, Vukojević D (2010b) Značaj krčenja zapuštenih i potencijalno zaraženih voćnjaka. Poljoprivredni institut Republike Srpske, Banja Luka, str 17
- Trkulja V, Tešanović D, Sobiczewski P, Labanowska HB (2016) Integralna zaštita kruške – smjernice. Univerzitet u Sarajevu, Šumarski fakultet i Управа Босне и Херцеговине за заштиту здравља биља, стр 107
- Tronsmo A (1986) *Trichoderma* used as a biocontrol agent against *Botrytis cinerea* rots on strawberry and apple. Meldinger fra Norges Landbrukshogskole 65(17):1–22
- Tronsmo A, Raa J (1977) Antagonistic action of *Trichoderma pseudokoningii* against the apple pathogen *Botrytis cinerea*. Phytopathology 69:216–220
- Thomas MB (1999) Ecological approaches and the development of 'truly integrated' pest management. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 96:5944–5951

- Utkhede RS, Li TSC (1989) Chemical and biological treatments for control of apple replant disease in British Columbia. *Canadian Journal of Plant Pathology* 11:143–147
- Utkhede RS, Sholberg PL (1986) *In vitro* inhibition of plant pathogens by *Bacillus subtilis* and *Enterobacter aerogenes* and *in vivo* control of two postharvest cherry diseases. *Canadian Journal of Microbiology* 32:963–967
- Uščuplić M (1983) Nova istraživanja raka pitomog kestena. *Zaštita bilja* 165:73–79
- FAO (1967) Report of the First Session of the FAO Panel of Experts on Integrated Pest Control, Rome (Italy), 18–22 September 1967. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy
- FAO (2001) World Review of the State of Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, pp 295
- Filajdić N, Vukša P, Ivanović M, Rekanović E (2003) Biološke mere zaštite bilja: problemi i perspektive. *Pesticidi* 18(2):69–75
- Foster SP, Harris MO (1997) Behavioral manipulation methods for insect pest-management. *Annual Review of Entomology* 42:123–146
- FRAC (2018) Fungicides Sorted by Mode of Action (including FRAC Code Numbering). Fungicide Resistance Action Committee. <http://www.phibase.org/images/fracCodeList.pdf>
- Hajek AE, Eilenberg J (2018) *Natural Enemies: An Introduction to Biological Control*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp 396
- Harari AR, Sharon R, Weintraub PG (2016) Manipulating of Insect Reproductive Systems as a Tool in Pest Control. In: Horowitz AR, Ishaaya I (eds) *Advances in Insect Control and Resistance Management*. Springer International Publishing, Switzerland, pp 93–119
- Heimpel GE, Cock MJW (2018) Shifting paradigms in the history of classical biological control. *BioControl* 63:27–37
- Heinz KM, Parrella MP, Newman JP (1992) Time-efficient use of yellow sticky traps in monitoring insect populations. *Journal of Economic Entomology* 85:2263–2269
- Hill DS (2008) *Pests of Crops in Warmer Climates and Their Control*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp 704
- Hodson AK, Lampinen BD (2019) Effects of cultivar and leaf traits on the abundance of Pacific spider mites in almond orchards. *Arthropod-Plant Interactions* 13:453–463
- Howell CR, Stipanovic RD (1979) Control of *Rhizoctonia solani* on cotton seedlings with *Pseudomonas fluorescens* and with an antibiotic produced by the bacterium. *Phytopathology* 69:480–482
- Hoy CW (2009) Pesticide Resistance Management In: Radcliffe EB, Hutchison WD, Cancelado RE (eds) *Integrated Pest Management: Concepts, Tactics, Strategies and Case Studies*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp 192–204

- HRAC (2020) HRAC Mode of Action Classification Scheme. Herbicide Resistance Action Committee. <https://hracglobal.com/tools/hrac-mode-of-action-classification-2020-map>
- Cal A de, Sagasta EM, Melgarejo P (1988) Antifungal substances produced by *Penicillium frequentans* and their relationship to the biocontrol of *Monilinia laxa*. *Phytopathology* 78:888–893
- Cal A de, Sagasta EM, Melgarejo P (1990) Biological control of peach twig blight (*Monilinia laxa*) with *Penicillium frequentans*. *Plant Pathology* 39(4):612–618
- Cartwright DK, Benson DM (1995a) Optimization of biological control of *Rhizoctonia* stem rot of poinsettia by *Paecilomyces lilacinus* and *Pseudomonas cepacia*. *Plant Disease* 79:301–308
- Cartwright DK, Benson DM (1995b) Comparison of *Pseudomonas* species and application techniques for biocontrol of *Rhizoctonia* stem rot of poinsettia. *Plant Disease* 79:309–313
- Cartwright DK, Benson DM (1995b) Biological control of *Rhizoctonia* stem rot of poinsettia in polyfoam rooting cubes with *Pseudomonas cepacia* and *Paecilomyces lilacinus*. *Biological Control* 5:237–244
- Cvjetković B (2010) Mikoze i pseudomikoze voćaka i vinove loze. Zrnski d.d., Čakovec, Hrvatska, str 534
- Cvjetković B, Mandić R (1980) *Erysiphe cruciferarum* uzročnik pepelnice na kupusu i njezin hiperparazit *Ampelomyces quisqualis* Ces. *Zaštita bilja* 151:373–377
- Cibulsky RJ (1999) Environmental Health Criteria 217 - *Bacillus thuringiensis*. International Programme on Chemical Safety. World Health Organisation (WHO), Geneva, pp 105
- Ciglar I (1998) Integrirana zaštita voćnjaka i vinograda. „Zrnski“, Čakovec, Hrvatska, str 235
- Cook SM, Khan ZR, Pickett JA (2007) The use of push-pull strategies in integrated pest management. *Annual Review of Entomology* 52:375–400
- Cowles RS (2004) Manipulation of Host Finding and Acceptance Behaviours in Insects: Importance to IPM. In: Koul O, Dhaliwal GS, Cuperus GW (eds) *Integrated Pest Management: Potential, Constraints and Challenges*. CAB International, Wallingford, United Kingdom, pp 185–204
- Crespo ALB, Rodrigo-Simon A, Siqueira HAA, Pereira EJG, Ferre J, Siegfried BD (2011) Cross-resistance and mechanism of resistance to Cry1Ab toxin from *Bacillus thuringiensis* in a field-derived strain of European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. *The Journal of Invertebrate Pathology* 107:185–192
- Curl EA (1963) Control of plant diseases by crop rotation. *The Botanical Review* 29:413–479
- Chelliah S, Uthamasamy S (1998) *Host Plant Resistance to Insect Pests: Principles and Practices*. APC Publications, New Delhi, India, pp 384

- Cherry AJ, Rabindra RJ, Parnell MA, Geetha N, Kennedy JS, Grzywacz D (2000) Field evaluation of *Helicoverpa armigera* nucleopolyhedrovirus formulations for control of the chickpea pod-borer, *H. armigera* (Hub.) on chickpea (*Cicer arietinum* var. *shoba*) in southern India. *Crop Protection* 19(1): 51–60
- Šarić T (1988) Opšte ratarstvo. NIRO „Zadrugar“, Sarajevo, str 389
- Warrior P (2000) Living systems as natural crop-protection agents. *Pest Management Science* 56:681–687
- Webb SE, Linda SB (1992) Evaluation of spunbonded polyethylene row covers as a method of excluding insects and viruses affecting fallgrown squash in Florida. *Journal of Economic Entomology* 85:2344–2352
- Weller DM (1983) Colonization of wheat roots by a fluorescent pseudomonad suppressive to take-all. *Phytopathology* 73:1548–1553
- Werren JH, Windsor D, Guo L (1995) Distribution of *Wolbachia* among neotropical arthropods. *Proceedings of the Royal Society B*, 262:197–204
- Wilson CL, Chalutz E (1989) Postharvest biocontrol of *Penicillium* rots of citrus with antagonistic yeasts and bacteria. *Scientia Horticulturae* 40:105–112
- Wilson CL, Wisniewski ME, Biles CL, McLaughlin R, Chalutz E, Droby S (1991) Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: Alternatives to synthetic fungicides. *Crop Protection* 10:172–177
- Wisniewski ME, Wilson CL, Hershberger W (1989) Characterization of inhibition of *Rhizopus stolonifer* germination and growth by *Enterobacter cloacae*. *Canadian Journal of Botany* 67:2317–2323.
- Wratten SD, van Emden HF (1995) Habitat Management for Enhanced Activity of Natural Enemies of Insect Pests. In: Glen DM, Greaves MP, Anderson HM (eds) *Ecology and Integrated Farming Systems*. John Wiley & Sons, London, United Kingdom, pp 117–145
- Wright RJ (1984) Evaluation of crop rotation for control of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in commercial potato fields on Long Island. *Journal of Economic Entomology* 77:1254–1259

Strategies and measures of integrated pest management

Vojislav Trkulja, Novo Pržulj

Summary

In the late 1940s, DDT was discovered as a powerful insecticide that heralded a new era of pest control by the use of pesticides which have enabled a significant increase in yield, simplification of the cultivation system and abandonment of more complex strategies for the protection of cultivated plants. However, excessive use and dependence on pesticide use was soon linked to ecosystem contamination and their adverse effects on human health, the environment and biodiversity. As a result, recently there has been a growing concern in professional circles, as well as in the public because of the reduction of pesticide effectiveness due to the development of resistance of harmful organisms, and also because of the new insights about the risk of their use to human health, contamination of agricultural products and adverse effects on the environment as a whole. In addition, increased costs of developing new active substances of chemical products, market reduction and stricter pesticide registration requirements have contributed to the growing interest in alternative pest control measures, among which a special place belongs to integrated plant protection measures.

The paper presents the concept and principles of integrated plant protection, including an overview of the main strategies and tactics of integrated plant protection. In addition, the paper presents a literature review of research and application of integrated measures to control various types of harmful organisms of cultivated plants, which includes the use of various administrative, phytosanitary, physical, mechanical, agrotechnical, biological and chemical measures of integrated plant protection.

Key words: Integrated pest management (IPM), IPM strategies, administrative, phytosanitary, physical, mechanical, cultural practices, biological and chemical measures of IPM