

**Dario IVIĆ***HCPHS Zavod za zaštitu bilja**dario.ivic@hcphs.hr*

## AGROTEHNIČKE, MEHANIČKE I FIZIKALNE MJERE U ZAŠTITI BILJA OD BOLESTI

### SAŽETAK

Agrotehničke, mehaničke i fizikalne mjere imaju velik značaj u integriranoj zaštiti bilja. U članku su ukratko opisane mogućnosti, prednosti i nedostaci primjene ovih ne-kemijskih mjera u zaštiti od biljnih bolesti.

**Ključne riječi:** integrirana zaštita bilja, biljne bolesti, nekemijske mjere

### UVOD

Preduvjet uspješne zaštite bilja od bolesti je poznavanje uzročnika bolesti, no jednako tako i poznavanje poljoprivredne kulture, kultivara, parcele, klime, tržišta i brojnih drugih detalja vezanih uz poljoprivrednu proizvodnju. Zahtjevi koji se danas postavljaju pred suvremene, tržišno orijentirane poljoprivredne proizvođače neusporedivi su sa zahtjevima iz prošlih vremena mješovitih seoskih domaćinstava. Suvremena poljoprivreda na neki je način, uvjetno rečeno, najvećim dijelom „industrija na polju“, a poljoprivrednici su poduzetnici i gospodarstvenici koji proizvode za tržište da bi zaradili, odnosno osigurali egzistenciju. Takva poljoprivreda zahtjeva sve više znanja. U uvjetima intenzivne, tehnološki napredne, visoko proizvodne i tržišno konkurentne poljoprivrede, najveći broj poljoprivrednih proizvođača nastoji održati ili povećati količinu i kakvoću pronosa, težeći pritom smanjenju rizika ili osiguranju od svih rizika koji prate poljoprivrednu proizvodnju. Gubici i štete u proizvodnji koje uzrokuju ili koje mogu uzrokovati biljne bolesti svakako se ubrajaju među važne rizike u proizvodnji, a njihovom kontrolom često se postižu viši i kvalitetniji prinosi. Da bi se to postiglo, može se primijeniti veći broj različitih mjera zaštite bilja, koje je preporučljivo da se integriraju u jedan učinkovit, stabilan, pouzdan, isplativ, društveno i tržišno prihvatljiv sustav. Takav sustav korištenja svih raspoloživih mjera zaštite bilja, uz smanjenje negativnih utjecaja na čovjeka i okoliš, naziva se integriranom zaštitom bilja i uklapa se u širi sustav integrirane proizvodnje.

Zaštita različitih kultura od biljnih bolesti može se uspješno provesti i primjenom raznih agrotehničkih, mehaničkih, fizikalnih, biotehničkih ili bioloških mjera. Između pojedinih vrsta mjera zaštite bilja katkad ne postoje jasne granice i njihova podjela katkad je samo uvjetna. U razmatranju i izboru mjera zaštite bilja ne treba biti isključiv, nego otvoren.

### AGROTEHNIČKE MJERE

Agrotehničke mjere zaštite od biljnih bolesti sve su mjere kojima se utječe na

pojavu bolesti odabirom parcele, područja uzgoja, kultivara, sjemena ili sadnog materijala te svim segmentima tehnologije proizvodnje općenito. Agrotehničkim mjerama zaštite bilja može se potpuno spriječiti, smanjiti rizik ili se mogu umanjiti štete od biljnih bolesti. Od početaka razvoja poljoprivrede pa sve do sredine prošloga stoljeća, agrotehničke mjere zaštite bilja bile su osnovne mjere kojima su se nastojali smanjiti gubici i štete u proizvodnji zbog pojave biljnih bolesti, ali i štetnika ili razvoja korova.

Izbor područja i parcele na kojoj će se bilje uzgajati može imati vrlo važan učinak na pojavu biljnih bolesti. Klimatsko područje, reljef i tip tla mogu znatno povećati ili smanjiti rizik od pojave pojedinih bolesti te nerijetko i dugoročno utjecati na pojedine probleme u proizvodnji. Primjerice, uzgoj krumpira u područjima blizu rijeka može znatno utjecati na dugotrajnu povećanu vlažnost zraka u širem području, što pogoduje jačem razvoju plamenjače (*Phytophthora infestans*). U voćnjacima i vinogradima podignutima u kotlinama, gdje se na lišću dugo zadržava vlaga, pojava velikoga broja biljnih bolesti može biti znatno problematičnija nego u nasadima podignutima na padinama.

Bez obzira na činjenicu da izbor područja na kojem će se uzgajati određena kultura može znatno olakšati zaštitu od pojedinih biljnih bolesti, mogućnosti izbora parcele u stvarnosti su ograničene. Dostupnost poljoprivrednoga zemljišta, vlasništvo, boravište i raspoloživa materijalna sredstva u poljoprivrednog proizvođača vrlo često ograničavaju takve mogućnosti. Nadalje, proizvodno područje često se odabire prema općim uvjetima za uzgoj pojedine kulture, koji su važniji za ekonomski uspjeh proizvodnje. Primjerice, u Vrgoračkom polju, zbog konfiguracije terena i visoke vlažnosti iznimno su povoljni uvjeti za razvoj plamenjače (*Plasmopara viticola*) na vinovoj lozi. Zaštita od te bolesti u tom kraju nerijetko je problematična, bolest često nanosi štete, a troškovi njezina suzbijanja znatni. Usprkos tome, to područje po svojim agroekološkim obilježjima iznimno odgovara uzgoju pojedinih sorata vinove loze, koje tamo postižu vrlo visoku kakvoću. Na krajnjem istoku Hrvatske znatno su zastupljena vrlo plodna ravničarska tla koja iznimno odgovaraju uzgoju šećerne repe. Nije rijedak slučaj da se šećerna repa uzgaja na parceli susjednoj parceli na kojoj je ista kultura bila prošle godine. U takvim slučajevima nema prostorne izolacije između prošlogodišnjeg repišta i novog usjeva, a u takvim uvjetima često je jači pritisak pjegavosti lista (*Cercospora beticola*). Usprkos tome, zbog općenito povoljnih uvjeta i ekonomske isplativosti, poljoprivredni proizvođači nerijetko se odlučuju na uzgoj šećerne repe na takvim parcelama.

Izbor prikladnoga područja na kojem klima, tlo i ostali uvjeti odgovaraju uzgoju pojedine kulture ili kultivara često se ističe kao jedan od temeljnih uvjeta u integriranoj proizvodnji. Iz perspektive zaštite bilja, može se načelno reći da se izborom prikladnoga područja i parcele brojni problemi u zaštiti od biljnih bolesti mogu spriječiti, umanjiti ili olakšati. Dobro razvijene biljke, jakog vigora i uzgojene u uvjetima bez stresa općenito se mogu smatrati manje podložnima na napad različitih bolesti, a visoki prinosi katkad mogu znatno kompenzirati štete koje patogeni uzrokuju.

U zaštiti bilja često je prije uzgoja pojedine kulture potrebno pažljivo razmotriti mogućnost, povijest i stanje vezano uz pojavu biljnih bolesti na pojedinoj parceli. U tlu žive brojni paraziti, koji u pojedinom području mogu biti toliko problematični da ograničavaju uspješan uzgoj pojedine kulture ili kultivara. Pravilnim mjerama može se uz znatno manji trošak spriječiti ili ublažiti probleme koji se mogu javiti kasnije u uzgoju. Primjerice, ako je poznato da se na određenoj parceli prije nekoliko sezona pojavila kupusna kila (*Plasmodiophora brassicae*), koja živi u tlu, pri sljedećem uzgoju kupusnjača svakako je preporučljivo odabrati otporan ili manje osjetljiv hibrid.

Jedna od temeljnih agrotehničkih mjera zaštite bilja jest plodored. Plodored se ubraja među najstarije mjere zaštite bilja, a njegovo značenje nije umanjeno niti u suvremenoj eri masovne uporabe kemijskih sredstava za zaštitu bilja. Pravilnim plodoredom u većini slučajeva uspješno se ublažavaju ili sprječavaju štete od brojnih biljnih bolesti. Velik broj uzročnika biljnih bolesti napada srodne vrste kultiviranih biljaka, pri čemu prezimljuju na biljnim ostacima ili u tlu na parceli. Primjerice, gljiva *Rhizoctonia solani* živi u tlu i napada velik broj različitih biljnih vrsta, među ostalim i krumpir. Štete na krumpiru obično nisu visoke, no ako se na istoj parceli kroz nekoliko sezona uzgajaju kulture koje su domaćini tom uzročniku bolesti, može nastati toliko nagomilavanje inokula da štete na krumpiru mogu postati značajne. Općenito, pojava određenih bolesti u monokulturi može se drastično razlikovati od njihove pojave na kulturama koje se izmjenjuju u plodoredu. Na primjer, zabilježeni su slučajevi preoravanja pšenice koja se uzgajala u monokulturi na istoj parceli zbog vrlo jake zaraze crnom nogom (*Gaeumannomyces graminis*). Ta se bolest inače relativno rijetko i sporadično pojavljuje u Hrvatskoj na parcelama gdje se pšenica uzgaja u plodoredu.

Iako se plodored kao agrotehnička mjera zaštite veže uglavnom uz ratarske i povrćarske kulture, katkad je uputno neku vrstu uvjetno nazvanog „plodoreda“ primijeniti i u višegodišnjim nasadima. Primjerice, nakon krčenja šuma ili šikara, načelno nije preporučljivo odmah podići vinograd ili voćnjak na toj parceli. Poljoprivredni proizvođači to razdoblje katkad nazivaju „odmorom“ parcele, a preporučuje se zato što se na površinama pod šumom kroz godine može nagomilati inokul različitih gljiva (*Armillaria mellea*, *Rosellinia necatrix*) koje mogu zaraziti voćke ili vinovu lozu.

Malčiranje, slično kao i zatravljivanje, može biti vrlo korisna, praktična i ekonomski isplativa mjera zaštite od korova, no može imati učinak i na pojavu biljnih bolesti. Primjerice, u proizvodnji jagoda na plastičnim folijama plodovi nisu u kontaktu s tlom i manju su podložni zarazi nekim uzročnicima bolesti (*Phytophthora cactorum*), čisti su, brže dozrijevaju, berba je jednostavnija, a postižu se i viši prinosi.

Brojne su druge agrotehničke mjere kojima se može utjecati na pojavu biljnih bolesti. Načelo integrirane zaštite bilja jest u tome da se te mjere koriste što više te ih valja svakako razmotriti i po mogućnosti uklopiti u proizvodnju. Neke od agrotehničkih mjera ne provode se primarno zbog zaštite od biljnih bolesti, no mogu imati dugoročan i ekonomski opravdan učinak na njih. Primjerice,

podizanje mreže za zaštitu od tuče u nasadu kruške korisno je i u zaštiti od bakterijske paleži (*Erwinia amylovora*), imajući u vidu da ta bakterija lako ulazi kroz rane i da se nakon jake tuče zaraza može proširiti. Drenažom se prvenstveno poboljšava vodozračni režim u tlu, no sprječavanje zadržavanja vode na parceli u isto vrijeme onemogućava intenzivan razvoj truleži korijena (*Phytophthora sojae*) na soji te se preporučuje kao mjera zaštite od te bolesti. Korovi mogu biti domaćini velikoga broja parazita koji napadaju poljoprivredne kulture te se njihovo suzbijanje često preporučuje pri navođenju mjera zaštite pojedinih kultura. Utjecaj na pojavu biljnih bolesti mogu imati i rok sjetve, gnojidba, vrijeme žetve ili berbe, gustoća sklopa i niz drugih agrotehničkih mjera.

Pri razmatranju spomenutih agrotehničkih mjera kao mjera zaštite bilja potrebno je istaknuti da njihov izbor i primjena u praksi ovisi o nizu drugih čimbenika vezanih uz tehnologiju, ali naročito uz ekonomiku proizvodnje i resurse koji poljoprivredniku stoje na raspolaganju. Primjerice, gnojidba dušikom znatno utječe na prinos i često se prilagođava željenom prinosu. Rok sjetve može se pomicati zbog nepovoljnih vremenskih prilika, a gustoća usjeva ili uzgojni oblik prilagođeni su tehnologiji proizvodnje određene kulture. Isto tako, neke druge agrotehničke mjere zaštite bilja potrebno je promatrati objektivno i u širem kontekstu, s mogućim pozitivnim i negativnim učincima. Prethodno je naveden primjer da mreža za zaštitu od tuče može pridonijeti zaštiti od bakterijske paleži na kruški. U isto vrijeme, u nasadu s mrežama za zaštitu od tuče mogu se stvoriti mikroklimatski uvjeti vrlo povoljni za razvoj crvenog voćnoga pauka (*Panonychus ulmi*), koji u takvom nasadu može postati problematičniji. Navodnjavanje višnje praktična je i prihvatljiva mjera zaštite protiv žilogriza (*Capnodis tenebrionis*), no potvrđeno je da navodnjavanje pogoduje razvoju verticilijskog venuća, bolesti koju uzrokuje gljiva *Verticillium dahliae*. Korovi oko parcele mogu biti domaćini različitim parazitima, no mogu pružati i utočište za brojne korisne organizme, među njima i prirodne neprijatelje štetnika. Za pravilan, svrhovit i ekonomski prihvatljiv odabir agrotehničkih mjera zaštite bilja, ključno je dobro poznavati kulturu, kultivar, parcelu, područje i bolesti koje se tamo pojavljuju ili se mogu pojaviti.

U vrlo važne agrotehničke mjere zaštite bilja ubraja se uporaba kvalitetnog sadnog materijala ili sjemena. Sjemenom i sadnim materijalom prenosi se velik broj biljnih bolesti, prvenstveno viroza i fitoplazmoza, ali i bakterioza ili mikoza. Zdravo sjeme ili sadni materijal vrlo često može potpuno spriječiti zarazu, a isto tako može dovesti do pojave vrlo problematičnih bolesti u područje gdje one nisu bile prisutne. Primjerice, ako su u sjemenu lucerne prisutne sklerocije *Sclerotinia trifolii*, sjetvom tako kontaminiranog sjemena ta parazitska gljiva može doći na parcelu gdje se inače ne bi pojavila, a u usjevu lucerne može uzrokovati veliku štetu. Slično tome, podizanje nasada jabuke sadnicama na kojima je prisutna *Nectria galligena* može kroz nekoliko godina dovesti do širenja ovog uzročnika bolesti toliko da postaje prijeko potrebna uporaba fungicida i ostalih mjera zaštite od raka. S druge strane, podizanje nasada sa sadnim materijalom na kojem spomenuta gljiva nije prisutna može

rezultirati time da se rak uopće ne pojavi tijekom čitavog vijeka trajanja nasada. Razlike u troškovima zaštite i gubicima u prinosu između ta dva hipotetska slučaja bespredmetno je uopće uspoređivati. Ako se u uzgoju salate koriste prijesadnice nezaražene plamenjačom (*Bremia lactucae*), ta bolest se uopće ne mora pojaviti tijekom vegetacijske sezone. S druge strane, ako se koriste zaražene prijesadnice, plamenjača se unosi u nasad i vrlo brzo nakon sadnje može se pojaviti epidemijski, nakon čega niti tretiranje fungicidima ne mora biti osobito uspješno. Velik je broj stvarnih primjera potpunog propadanja nasada nakon bržeg ili sporijeg širenja bolesti koja je u nasad ušla zaraženim sadnim materijalom. Zabilježeni su slučajevi potpunog propadanja mladih vinograda zbog pojave bakterijskog raka (*Agrobacterium vitis*) kojim su bili zaraženi lozni cijepovi, proizvođači su napuštali uzgoj kupine zbog kestenjaste pjegavosti izdanaka (*Didymella applanata*) koja je u nasade ušla sadnim materijalom, a mladi nasadi šljive iskrčeni su zbog pojave šarke (*Plum pox virus*) kojom su bile zaražene sadnice.

Širenje mnogih viroza i fitoplazmoza uzrokovano je najčešće zaraženim sjemenom ili sadnim materijalom. Budući da protiv virusa i fitoplazmi ne postoje izravne mjere suzbijanja, korištenje zdravog sjemena ili sadnog materijala osnovna je mjera zaštite od tih bolesti. Općenito, važnost sjemena i sadnog materijala u zaštiti bilja iznimno je velika i to mora biti jasno svakom poljoprivrednom proizvođaču.

## IZBOR KULTIVARA

Uzgoj manje osjetljivih, tolerantnih ili otpornih kultivara katkad se ubraja u agrotehničke mjere zaštite bilja, no češće se izdvaja zasebno. Te mjere ponajviše se odnose na otpornost ili tolerantnost prema biljnim bolestima, a manje na „smanjenu osjetljivost“ ili tolerantnost prema štetnicima. Otpornost može biti odlika sorte ili hibrida, a u kultura koje se cijepe i odlika podloge ili kombinacije podloge i plemke. Uzgoj manje osjetljivih, tolerantnih ili otpornih kultivara jedna je od najekonomičnijih, najpraktičnijih i vrlo pouzdanih mjera zaštite bilja. Selekcija kultiviranih biljaka na otpornost prema bolestima provodi se od samih početaka poljoprivrede, no proteklih dvadesetak godina iznimno je uznapredovala. To je omogućio ogroman napredak u području genetike, no znatan poticaj stvaranju novih genotipova svakako je uvjetovan i potražnjom poljoprivrednih proizvođača za novim, boljim sortama ili hibridima koji svojim odlikama olakšavaju proizvodnju i postižu više prinose. Primjerice, sve velike sjemenske kuće danas nude hibride šećerne repe koji su tolerantni na pjegavost lišća (*Cercospora beticola*), rizomaniju (*Beet necrotic yellow vein virus*) ili smeđu trulež (*Rhizoctonia solani*). Osim znatno olakšanog suzbijanja pjegavosti lišća fungicidima te sigurnijim i višim prinosima u slučaju jače pojave bolesti, takvi hibridi omogućili su da se šećerna repa uspješno uzgaja na parcelama gdje je prisutna rizomanija ili smeđa trulež. Takva mogućnost bila je gotovo nezamisliva prije nekoliko desetljeća, kad je rizomanija često uzrokovala drastične gubitke u prinosu. Danas su spomenuti tolerantni hibridi dominantni u

proizvodnji šećerne repe u Hrvatskoj, pa se oni vrlo osjetljivi na pjegavost (*C. beticola*) gotovo više ne uzgajaju. Sličan primjer može se navesti za kupusnjače, ali i većinu ostalih povrćarskih kultura. Današnji hibridi kupusa koje velike sjemenske kuće nude na tržištu uglavnom su manje osjetljivi ili gotovo potpuno otporni na najvažnije gljivične bolesti (*Alternaria brassicae*, *Leptosphaeria maculans*, *Erysiphe cruciferarum*, *Peronospora parasitica*, *Fusarium oxysporum*, *Plasmodiophora brassicae*), čime je zaštita jako olakšana. Za razliku od suvremenih hibrida, stare sorte kupusa uglavnom su osjetljive na većinu najčešćih bolesti kupusnjača, koje mogu predstavljati velik problem u proizvodnji. Kao i za šećernu repu, selekcija na otpornost omogućila je sigurniji uzgoj kulture, a u isto vrijeme i smanjila uporabu kemijskih sredstva za zaštitu bilja.

Otpornost prema pojedinoj biljnoj bolesti može biti različita, a u tome katkad postoje teško razdvojive nijanse. Postoje razlike između pojmova „manja osjetljivost“, „tolerantnost“ i „otpornost“, pri čemu se pod pojmom tolerantnost podrazumijeva mogućnost kultivara da bude zaražen, ali da bolest ne uzrokuje veće gubitke u prinosu. Otpornost može biti manje ili više izražena, a katkad je potpuna ili apsolutna. Ako postoji potpuna otpornost, uzročnik bolesti ne može zaraziti biljku. Potrebno je napomenuti da otpornost pojedinoga kultivara ne mora biti jednako izražena u svim područjima ili uvjetima proizvodnje. Primjerice, višegodišnjim zapažanjima uočeno je da su neki novi njemački kultivari šljive, opisani kao otporni na hrđu (*Tranzschelia pruni-spinosae*), u pokusnom nasadu u sjeverozapadnoj Hrvatskoj svake sezone jače zahvaćeni tom bolešću. Također, važno je istaknuti da nisu rijetki slučajevi „probijanja“ otpornosti, situacije u kojoj novi soj uzročnika biljne bolesti nadvladava otpornost biljke domaćina i u njoj se uspijeva nesmetano razvijati, uzrokujući štetu. I za to se može navesti primjer šljive - sorta Čačanska Najbolja je tolerantna na šarku (*Plum pox virus*) te zaraza najčešćim sojevima toga patogena na njoj najčešće ne dovodi do znatnog gubitka u kakvoći i količini prinosa. Ipak, u Hrvatskoj je utvrđen soj virusa uzročnika šarke koji i na toj tolerantnoj sorti dovodi do pojave simptoma na plodovima i šteta u proizvodnji.

Bez obzira što se pojam „otpornosti“ i selekcija na otpornost odnosi uglavnom na otpornost prema bolestima, zanimljivo je napomenuti da je vjerojatno najpoznatiji i najuspješniji primjer selekcije na otpornost u svijetu otpornost na štetnike. Riječ je o transgenim („genetski modificiranima“) Bt hibridima kukuruza otpornima na veći broj štetnika kukuruza, a prvenstveno na kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis*) i kukuruznu zlicu (*Diabrotica virgifera*). U spomenute hibride genetičkim inženjerstvom ubačen je gen bakterije *Bacillus thuringiensis*, koji u biljkama stvara spojeve toksične za štetnike. Biotehnologijom i genetičkim inženjerstvom ostvareni su donedavno nezamislivi uspjesi u stvaranju kultivara otpornih prema bolestima, no uzgoj transgenih biljaka u Europi je trenutno zakonski vrlo ograničen.

Kako je već spomenuto, izbor manje osjetljivih kultivara svakako je preporučljiv i važna je mjera u integriranoj zaštiti bilja. Taj izbor može biti osobito važan kod kultura ili u područjima gdje su pojedine bolesti osobit

problem u proizvodnji. Primjerice, suncokret je u ratarstvu poznat kao kultura koju napada veći broj destruktivnih biljnih bolesti, u pojedinim godinama vrlo problematičnih i teških za suzbijanje. Sukladno tome, osjetljivost, odnosno otpornost prema bolestima trebali bi biti važni kriteriji pri odabiru hibrida. Plamenjača salate (*Bremia lactucae*) u proizvodnji u plasteniku ili stakleniku može uzrokovati totalne štete pa odabir otpornoga hibrida ima veliku važnost proizvodnji. S druge strane, uzgoj otpornoga kultivara može u proizvodnji biti izbjegavan zbog tržišnih razloga. Primjerice, selekcijom je stvoren niz sorata jabuke koji su otporni na krastavost (*Venturia inaequalis*), najvažniju bolest te kulture. Prema iskustvima poljoprivrednika, ove sorte mogu se tretirati fungicidom jednom ili dva puta, a da se zaraza na plodovima ne razvije. Osjetljive sorte jabuke tretiraju se fungicidima desetak pa i više od 20 puta tijekom vegetacije. Lako je zaključiti da su troškovi zaštite otpornih i osjetljivih kultivara jabuke neusporedivi. Bez obzira na to, sorte otporne na krastavost nisu dobro prihvaćene na tržištu, potrošači ih ne traže i u Hrvatskoj zauzimaju vrlo malen udio u sortimentu koji se uzgaja. Većina novih nasada u našoj zemlji još uvijek se podiže sa sortama koje su vrlo osjetljive na krastavost, kao što su Zlatni Delišeš, Jonagold ili Idared, no tražene su na tržištu.

Na kraju, važno je istaknuti da otpornost prema biljnim bolestima ima osobit značaj u zaštiti poljoprivrednih kultura protiv viroza, fitoplazmoza, bakterioza i većega broja gljivičnih bolesti koje se ne mogu suzbijati fungicidima. Riječ je o bolestima protiv kojih nema izravnih mjera zaštite ili su one slabo učinkovite pa je uzgoj otpornih biljaka zapravo jedini pouzdan i učinkovit način zaštite od njih.

## MEHANIČKE MJERE

Mehaničke mjere zaštite bilja obuhvaćaju suzbijanje biljnih bolesti ručnom ili strojnom obradom, krčenjem, sječom ili orezivanjem, skupljanjem, usisavanjem ili bilo kojim drugim oblikom mehaničke sile. Šire gledano, mehaničke mjere mogle bi se ubrojiti u agrotehničke mjere zaštite bilja, no često se navode odvojeno. Mehaničke mjere suzbijanja biljnih bolesti u prošlosti su se češće koristile, no danas se više provode uglavnom u ekstenzivnoj, polu-profesionalnoj ili amaterskoj poljoprivrednoj proizvodnji. Glavno ograničenje provođenja mehaničkih mjera jest velik utrošak energije, ručne ili strojne.

U zaštiti bilja od bolesti, mehaničkim mjerama uglavnom se eliminiraju ili reduciraju inokuli. Primjerice, na manjim površinama moguće je ručno skupljati biljne ostatke u kojima često uzročnici biljnih bolesti prezimljuju. Gljiva uzročnik sive pjegavosti oraha (*Gnomonia juglandis*) prezimljuje na otpalom zaraženom lišću, iz kojega se iduće proljeće širi na nove listove. U voćarstvu i vinogradarstvu osobito se često preporučuje mehaničko uklanjanje zaraženih dijelova biljke rezidbom. Velik broj biljnih patogena biljke napadaju lokalno te se na napadnutim dijelovima biljaka razmnožavaju, na njima prezimljuju i s njih se šire. Premda je temeljito odstranjivanje zaraženih biljnih organa ili dijelova biljaka često nepraktično na većim površinama, u nekim je slučajevima

izvedivo, korisno, isplativo i svakako preporučljivo u sklopu integrirane zaštite. Primjerice, u voćnjacima jabuke gdje se pepelnica (*Podosphaera leucotricha*) javlja u slabijem intenzitetu, rezidba zaraženih izboja može biti dovoljna da bi se bolest držala pod kontrolom.

Krčenje ili uništavanje čitavih biljaka rijetko je praktično, no vrlo se često preporučuje kao mjera zaštite od biljnih viroza i fitoplazmoza. Te bolesti ne mogu se suzbijati izravnim mjerama, uglavnom su sistemične, a zaražene biljke često su izvor zaraze s kojih se virusi ili fitoplazme dalje šire. Ako je u nasadu uočen manji broj biljaka sa simptomima neke od gospodarski značajnih viroza ili fitoplazmoza, njihovim uklanjanjem spriječit će se širenje bolesti na okolne biljke. Te se mjere češće provode u mladim nasadima, gdje su načelno i učinkovitije.

## FIZIKALNE MJERE

U fizikalne mjere zaštite bilja ubrajaju se one mjere u kojih se koriste svjetlost, boja, zvuk, radijacija, toplina ili neki drugi oblik energije za suzbijanje biljnih štetočinja. Fizikalne mjere danas se relativno malo upotrebljavaju u zaštiti bilja od bolesti, no za neke od njih provodi se završna faza istraživanja te se može očekivati njihovo postupno uvođenje u praksu. Na primjer, visoke temperature već se više desetljeća praktično primjenjuju u zaštiti bilja, a perspektive uporabe topline u budućnosti znatno su šire.

Primjena topline kao jedna od mjera zaštite bilja danas se najčešće veže uz postupak solarizacije tla. Solarizacija tla jest zagrijavanje tla korištenjem sunčeve energije, kojom se tlo zagrijava toliko da sjeme ili podzemni organi korova, štetnici i uzročnici bolesti bivaju uništeni. Tlo se prekriva plastičnim folijama u toplim razdobljima godine pa se površinski slojevi tla zagrijavaju do visokih temperatura. Ta metoda istraživana je i u Hrvatskoj te se pokazala vrlo učinkovitom u suzbijanju uzročnika gljivičnih bolesti, ali i korova, nematoda i nekih štetnika. Osim učinkovitosti, solarizacija je ekonomski i ekološki prihvatljiva metoda, no praktična je uglavnom samo na relativno malim površinama. U fizikalne mjere zaštite bilja toplinom ubraja se i termička sterilizacija tla pregrijanom parom. Iako vrlo učinkovita, ta mjera vrlo je skupa i uglavnom se koristi pri proizvodnji visoko isplativih cvjećarskih ili povrćarskih kultura u zaštićenim prostorima. U proizvodnji sadnog materijala i sjemena veliku perspektivu ima „tretman vrućom vodom“. Na primjer, potvrđeno je da tretman cijepova vinove loze u vrućoj vodi kroz pola sata učinkovito eliminira patogene gljive (*Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium* spp., *Cylindrocarpon* spp.), bakterije, fitoplazme i viruse. Toplinski tretmani zagrijanim zrakom ili vodom potvrdili su se djelotvornima u suzbijanju različitih gljivičnih bolesti koje se javljaju na plodovima voća nakon berbe. Potapanje sjemena u vruću vodu vrlo je stara mjera zaštite sjemena od uzročnika bolesti, koja se i danas ponegdje provodi umjesto primjene kemijskih sredstava za zaštitu sjemena. Drvo i drveni materijal za pakiranje danas se podvrgavaju međunarodno standardiziranim toplinskim tretmanima radi eliminacije



.....  
karantenskih štetočinja koje bi se mogle prenositi međunarodnom trgovinom takvim materijalom.

## SUMMARY

### **AGROTECHNICAL, MECHANICAL AND PHYSICAL MEASURES IN CONTROL OF PLANT DISEASES**

Agrotechnical, mechanical and physical pest control measures are an important part of integrated pest management. Possibilities, advantages and shortcomings of such measures in control of plant diseases are briefly presented in the article.

**Key words:** integrated pest management, plant diseases, non-chemical measures

**stručni rad**