

Agrotehničke mjere kao mjere zaštite bilja

Sažetak

Agrotehničke mjere kojima čovjek stvara povoljne uvjete za rast i razvoj poljoprivredne kulture mogu imati veliki utjecaj na razvoj štetnih organizama. Pravilna primjena agrotehničkih mjera može znatno smanjiti potrebu za primjenom kemijskih mjera zaštite bilja, a u pojedinim slučajevima i potpuno isključiti potrebu za njima. U radu je dat pregled osnovnih agrotehničkih mjera kao što su: izbor površine, prostorna izolacija, plodored, obrada tla, sjetva i sadnja, gnojidba, biofumigacija, uzgoj kultivara otpornih ili tolerantnih na štetne organizme te su opisani primjeri njihovog utjecaja na pojedine štetne organizme.

Ključne riječi: agrotehničke mjere, štetni organizmi, mjere zaštite bilja.

Uvod

Europska komisija objavila je početkom 2020. Strategiju *Od polja do stola* (Europska komisija, 2020) kojom se planira smanjenje upotrebe pesticida i rizika od njih do 2030. za 50 %, te još dodatno smanjenje primjene opasnijih pesticida za 50 %. Kako bi se ovi ciljevi mogli ostvariti, a istovremeno održala razina poljoprivredne proizvodnje, poljoprivrednici će se morati sve više oslanjati na nekemijske mjere zaštite bilja među kojima agrotehničke mjere mogu imati ključnu ulogu. Agrotehničke mjere ili biljno uzgojni zahvati su mjere kojima čovjek stvara povoljne uvjete za rast i razvoj poljoprivrednih kultura (Dadaček, 2016). Osim na rast i razvoj poljoprivredne kulture, agrotehničke mjere kao što su: izbor površine, prostorna izolacija, plodored, obrada tla, sjetva i sadnja, gnojidba, biofumigacija, uzgoj kultivara otpornih ili tolerantnih na štetne organizme itd. mogu imati i iznimno veliki utjecaj na razvoj štetnih organizama kroz optimizaciju sustava u cjelini te mogu biti presudne u stvaranju nepovoljnih uvjeta za njihovu pojavu ili u njihovom suzbijanju.

Izbor površine

Već sam izbor površine na kojoj ćemo uzgajati poljoprivrednu kulturu može kasnije odrediti njezino zdravstveno stanje. Za uspješan uzgoj neke kulture osobito je važno da klimatski uvjeti i svojstva tla odgovaraju njenim zahtjevima, odnosno da su oni što bliže njenom ekološkom optimumu. S druge strane, treba izbjegavati površine koje pogoduju razvoju štetnih organizama. To je osobito važno kod izbora površine za uzgoj višegodišnjih kultura kao što su voćke i vinova loza. Poznato je da je za razvoj mnogih biljnih bolesti važno da biljni organi budu određeno vrijeme vlažni, odnosno da je na biljnom organu prisutna kapljica vode. Zato za uzgoj višegodišnjih kultura treba birati osunčane površine, a redove postaviti tako da strujanje vjetra omogući što brže sušenje biljnih organa. Ni krumpir ne treba saditi na vrlo vlažnim položajima na kojima se dugo zadržava rosa, u kotlinama, ili uz veće vodene površine, jer ga tada jače napada plamenjača (*Phytophthora infestans*), ali niti na alkalna tla, jer tada može oboljeti od prašne krastavosti gomolja (*Streptomyces scabies*) koja se u takovom tlu razvija (Maceljski i sur., 2004). Ova bolest može se razviti i nakon gnojidbe nezrelim stajskim gnojem čijom se razgradnjom kratkotrajno povisuje reakcija (pH) tla. Za šećernu repu treba birati najkvalitetnija tla, stabilne, mrvičaste strukture kako bi

¹ dr.sc. Marijana Ivanek-Martinčić, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, Križevci, Hrvatska
Autor za korespondenciju: mivanek@vguk.hr

se osigurali što povoljniji uvjeti nicanja i ranog porasta (Tomić, 2010). U protivnom, nakon sjetve može se stvoriti pokorica koja će otežati nicanje šećerne repe, pa će repa duže vrijeme biti izložena napadu bolesti ponika. Tada niti tretiranje sjemena fungicidima ne može značajno pomoći.

Kod odabira površine za uzgoj poljoprivredne kulture dobro je, po mogućnosti, voditi brigu i o prostornoj izolaciji. Prostornom izolacijom osiguravamo da usjev bude što udaljeniji od mogućeg izvora zaraze. Tako se npr. novo repište treba zasnovati što dalje od starog ako se pregledom tla utvrdi da na starom repištu ima više od jedne repine pipe (*Bothynoderes punctiventris* Germ)/m² na prezimljenju, od kuda će u vrijeme nicanja šećerne repe hodajući krenuti u potragu za mladom šećernom repom (Maceljski, 2002). Prostorna izolacija osobito je važna, a i obavezna, kod uzgoja sjemenskih usjeva, kako, između ostalog, merkantilni usjevi ne bi bili izvor zaraze za sjemenski usjev. Tako Bolf i Šuljaga (1995) navode da je uloga proizvođača sjemenskog krumpira ograničiti pritisak virusnih infekcija osiguravanjem što veće prostorne izoliranosti sjemenskog krumpira od zaraženih krumpirišta kao i od zimskih domaćina lisnih uši koje prenose viruse. Autori navode rezultate istraživanja iz kojih je vidljivo da se zaraza virusima, osobito PVY višestruko smanjuje s povećanjem prostorne izolacije na 500 do 3000 m u odnosu na izolaciju od svega 100 m. Prostorna izolacija od prošlogodišnjeg usjeva mrkve učinkovita je i kao jedna od mjera zaštite od mrkvine muhe *Psila rosae* (Collier i Finch, 2009). Finch i Collier (2004) su utvrdili da mrkвина muha dnevno preleti oko 100 m pa smatraju da bi novi usjev mrkve trebao biti najmanje 1 km udaljen od prošlogodišnjeg usjeva u kojem muha prezimljuje u obliku kukuljice.

Plodored

Pridržavanje plodoreda jedna je od najučinkovitijih mjera u sprečavanju razvoja mnogih štetnih organizama. „Plodored je sustav uzgoja ratarskih i povrćarskih kultura na oraničnim površinama, u kojem se na poljoprivrednom gospodarstvu tijekom više godina, po određenom redoslijedu, smjenjuju usjevi“ (Hrvatska enciklopedija, 2021). Ima više razloga za uvođenje plodoreda, no sa stanovišta zdravstvenog stanja usjeva najvažnije je sprječavanje nakupljanja (akumulacije) štetnih organizama pojedine kulture na jednoj površini (polju). Za neke štetnike i bolesti, kojima je razvoj vezan za jednu kulturu, ili koji su slabo pokretljiviji, pridržavanje dovoljno širokog plodoreda može biti dovoljna mjera za sprečavanje šteta od njih.

Tako je primjerice poštivanje plodoreda danas najvažniji, ekološki najprihvatljiviji i najjeftiniji način suzbijanja kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) (Bažok, 2007, Bažok i sur. 2008 a). Efikasnost plodoreda u sprečavanju šteta od kukuruzne zlatice vezana je uz njenu biologiju. Naime, odrasla zlatica hrani se peludom, svilom i lišćem kukuruza i polaže jaja na istoj površini gdje se sama hrani, dakle na kukuruzištu. Štete od odrasle zlatice mogu biti značajne samo kod iznimno jakog napada. Prema Capinera (1986) kod merkantilnog hibridnog kukuruza smanjenje težine klipa dogodit će se tek kod nalaza od 20 odraslih po klipu, a prema Bažok (2007) već kod 7 odraslih po klipu, dok se štete u sjemenskom kukuruzu mogu dogoditi već kod 1-3 odrasle jedinke po klipu (Culy i sur, 1992). Znatno važnije su štete od ličinki koje se hrane na korijenju kukuruza pa napadnuti kukuruz polegne. Ličinke će se razviti samo na onim površinama gdje se prethodne godine hranila odrasla zlatica i položila jaja u tlo, dakle gdje je i prethodne godine bio kukuruz (Maceljski, 2002). Ponovljeni uzgoj kukuruza na polju s utvrđenom prisutnošću odrasle kukuruzne zlatice omogućuje razvoj ličinki kukuruzne zlatice u idućoj vegetaciji, s obzirom na to kako je kukuruz jedan od glavnih domaćina tome štetniku, a ličinka ima male migracijske sposobnosti (Ivezić i sur., 2006). Mogućnost ponovne sjetve kukuruza na istoj površini treba procijeniti na temelju brojnosti odrasle zlatice na istom polju u prethodnoj godini te ako se tjedno hvatalo 30-40 odraslih zlatica po feromonskom mamcu, ponovljenu sjetvu treba izbjegavati (Bažok i sur, 2008. b). Ipak, treba spomenuti da je u Americi, odakle zlatica potječe, primijećeno da se odrasla zlatica rado hrani i na cvjetovima soje, suncokreta, tikvi

i tu polaže jaja u tlo, a slično su i za Hrvatsku dokazali Bažok i suradnici (2008 a) koji zaključuju da iako zlatica najviše jaja položi na polje pod kukuruzom na kojem se sama hranila, dio jaja položi i izvan toga polja pa polja kukuruza s visokom populacijom kukuruzne zlatice mogu biti značajan izvor zaraze za susjedna polja u kojima će se u slijedećoj godini sijati kukuruz, pogotovo u uvjetima uskih parcela kakve nalazimo u mnogim dijelovima Hrvatske. U preglednom radu o trenutnom stanju s kukuruznom zlasticom u Europi Bažok i sur. (2021) navode kako se u mnogim europskim zemljama za kukuruznu zlasticu redovito provode rješenja temeljena na plodoredu izbjegavajući korištenje insekticida te smatraju da je upravo poštivanje plodoreda glavni razlog zbog kojeg zlatica nije postala tako ozbiljan štetnik kao što se očekivalo kada je otkrivena u velikom dijelu Europe.

Poštivanje plodoreda od velike je važnosti i kod biljnih bolesti jer se time može značajno smanjiti inokulum (prisutnost izvora zaraze) neke bolesti u okolišu. Za neke bolesti poštivanje plodoreda može čak biti dovoljna mjera u sprječavanju šteta od njih. Tako npr. trulež korijena i podnožja vlati strnih žitarica uzrokovana gljivom *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & D.L. Olivier prezimljava na zaraženim ostatcima domaćina, a zaraženi biljni ostaci najvažniji su izvor zaraze za novoposijanu pšenicu, ječam ili raž. Samo 1 % zaraženih biljaka pri žetvi u ponovljenoj sjetvi na istoj parceli može uzrokovati velike zaraze. Plodored je najdjelotvorniji način smanjenja inokuluma, pa time i šteta od bolesti. Smatra se, a i pokusi su pokazali, da je već jednogodišnji plodored bez pšenice i/ili ječma dovoljan da se značajno smanji inokulum u tlu (Cvjetković, 2022).

Neke se bolesti mogu u tlu zadržati i duži niz godina. Takav je slučaj s debelostjenim hlami-dosporama smrdljive snijeti pšenice koje mogu zadržati klijavost i više godina. Zato se prema Naredbi o poduzimanju mjera za sprečavanje širenja i iskorjenjivanje smrdljive snijeti (*Tilletia* spp.); NN 80/13), na površinama gdje je utvrđena zaraza smrdljivom snijeti pšenice, „zabranjuje do kraja godine u kojoj je zaraza utvrđena i još dvije godine nakon godine u kojoj je zaraza utvrđena sjetva biljaka domaćina štetnog organizma“. Poštivanje plodoreda i sjetva zdravog i tretiranog sjemena glavne su mjere sprečavanja zaraze smrdljivom snijeti.

I kod korova izmjena usjeva na jednoj površini može znatno smanjiti njihovu brojnost (Monaco i sur., 2002). Korovi su nepoželjne biljne vrste koje su se prilagodile agrotehnici i dinamici rasta pojedine kulture. Tako se u jarim okopavinama javljaju određene vrste korova, dok se u oziminama gustog sklopa javljaju druge vrste. Ako na jednoj površini neprestano uzgajamo kulture sa sličnom agrotehnikom, dinamikom rasta, gustoćom sklopa itd. javljat će se slični korovi prilagođeni upravo takvim uvjetima i njihova zastupljenost na toj površini će se kontinuirano povećavati kao i količina njihovog sjemena u tlu. Obrnuto, izmjenom poljoprivrednih kultura na jednoj površini smanjit će se brojnost korova pojedine kulture kao i količina klijavog sjemena u tlu, a plodored će spriječiti da pojedine korovske vrste postanu dominantne na jednom polju.

Sjetva i sadnja

Sjetva i sadnja jedne su od najvažnijih mjera u uzgoju poljoprivredne kulture. O kvaliteti sjetve i sadnje ovisi i uspjeh uzgoja. Ne kaže se uzalud „Kako siješ, tako ćeš i žeti“. Osim bioloških svojstava sjemena kao što su klijavost, energija klijanja, čistoća itd., od osobite važnosti za razvoj kulture je i zdravstveno stanje sjemena. Sjemenom i sadnim materijalom prenosi se veliki broj gljivičnih, virusnih i bakterijskih oboljenja kao i neki štetnici. Neke od tih bolesti mogu znatno utjecati na prinos i kakvoću usjeva. Mnoge bolesti koje se prenose sjemenom ili sadnim materijalom kasnije se više nikakvim mjerama ne mogu spriječiti. Zaraženim sjemenom može se prenijeti bolest iz jedne vegetacije u drugu te su upravo biljke izrasle iz zaraženog sjemena često glavni, a ponekad i jedini izvor zaraze za usjev. Čizmić (2003) npr. navodi da se sjemenom pšenice prenose 32 mikoze, 6 bakterioza, jedna viroza i jedna nematoda. Nadalje, krumpir zaražava veći broj virusa koji se iz vegetacije u vegetaciju prenose zaraženim gomoljima. Iz

takvih će gomolja izrasti biljke koje će također biti zaražene, a njihov potencijal rodosti bit će znatno smanjen. Svega 1 % zaraze krumpira s virusom uvijenosti lista može smanjiti prinos za 0,5 % (Butorac i Bolf, 2000), dok virus y krumpira može smanjiti prinos između 30 i 77 %, a sadržaj škroba za 1,8 %. Dodatno, virus A u kombinaciji s drugim virusima može smanjiti prinos za 40 % (Kajić, 2001). Zbog toga se danas uspješna proizvodnja krumpira oslanja na sadnju certificiranog sadnog materijala (Vončina, 2013) čije se zdravstveno stanje provjerava tijekom proizvodnje i naknadno laboratorijski. Kategorija sjemenskog krumpira, između ostalog, ovisi o stupnju zaraze virusima, a sjemenski krumpir ne smije biti zaražen zlatnom i blijedožutom krumpirovom cistolikom nematodom, prstenastom truleži gomolja krumpira, smeđom truleži gomolja krumpira i bakterijskog venuća krumpira i rajčice (Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o stavljanju na tržište sjemenskog krumpira (NN 103/2015).

Smrdljiva snijet pšenice (*Tilletia spp*), koja se prenosi kontaminiranim sjemenom, može zrno pšenice učiniti neupotrebljivim za ljudsku i životinjsku prehranu. Zato se posebna pažnja pridaje kontroli sjemenske pšenice na kojoj se obavezno provodi test na prisutnost spora *Tilletia spp.* i koji mora biti negativan (Naredba o poduzimanju mjera za sprečavanje širenja i iskorjenjivanje smrdljive snijeti (*Tilletia spp*) (NN 80/13).

Sjemenom i sadnim materijalom mogu se prenijeti i neki štetnici. Tako se npr. sa zemljom na gomoljima krumpira mogu prenijeti i krumpirove cistolike nematode, a u zrnu pšenice pšenična nematoda (Maceljski, 2002). Sa sadnicama voćaka ili vinove loze mogu se prenijeti mnogi štetnici koji na njima prezimljuju, kao što su štitaste uši, lisne uši, cvrčci, grinje itd.

S nedorađenim sjemenom mogu se prenijeti i sjemenke korova pa takvo sjeme može biti dodatni izvor zakorovljenosti usjeva, ali i razlog širenja nekih vrsta korova u nova područja u kojima ih ranije nije bilo. Uspoređujući uzorke certificiranog sjemena pšenice, farmerovog sjemena i naturalnog, nedorađenog sjemena pšenice, Horvat i sur. (2015) utvrđuju značajne razlike između ostalog i u prisutnosti sjemena korova. U certificiranom sjemeni sjemenki korova nije bilo, nešto je nađeno u farmerovom doradenom sjemeni, dok je u naturalnom sjemeni prisutnost sjemena korova bila značajna, i to upravo sjemena važnih korovskih vrsta kao što su bročika (*Galium spp.*) i kukolj (*Agrostema githago*).

Na zdravstveno stanje usjeva može znatno utjecati i rok sjetve ili sadnje, priprema tla za sjetvu ili sadnju itd, općenito, uvjeti klijanja i nicanja. Kako neke bolesti mogu zaraziti biljku pretežno samo u fazi nicanja, npr. bolesti ponika šećerne repe, potrebno je osigurati da to razdoblje što brže prođe, a šećernu repu sijati kad su minimalne temperature tla barem 8-10°C te osigurati druge potrebne uvjete za brzo nicanje i rani porast (Tomić, 2010). Ima i štetnika koji mogu napraviti značajnije štete samo kod dugog i otežanog nicanja. Korjenove muhe (*Delia/Phorbia*, *Hylemia platura* Meig) oštećuju nabubrilo sjeme i klice različitog bilja, a štete mogu biti značajne samo ako ova faza traje dugo. Zato sve mjere koje ubrzavaju nicanje smanjuju štete od korjenovih muha (Maceljski, 2002). Svaku kulturu treba sijati ili saditi u za nju optimalnom roku, tj. onda kada su ispunjeni zahtjevi kulture za toplinom tla i zraka, vlagom itd. U prehladnom ili prevlažnom tlu biljke će dugo nicati pa će dugo vremena biti izložene napadu bolesti mladih biljaka, kao i napadu štetnika. Vrijeme sjetve može utjecati i na intenzitet zaraze virusom žute patuljavosti ječma (BYDV). BYDV najvažnija je viroza strnih žitarica (Stanković i sur. 2016). Štete od ovog virusa ovisе o vremenu infekcije. Pri zarazama u ranim fazama razvoja biljke dostižu samo trećinu svoje normalne visine, pa je samim tim klasanje rijetko, a prinosi zrna su znatno smanjeni (Grbić, 2017). Prosječni gubici prinosa procjenjuju se na 5-25% (Wiese, 1987, locc. cit. Cvjetković i Đermić, 2003.), ali u slučajevima rane jesenske zaraze utvrđeno je smanjenje prinosa od 86% kod pšenice i 90% kod ječma (Jasnić i sur. 1993., locc. cit. Cvjetković i Đermić, 2003.). Stoga je od ključne važnosti spriječiti ranu zarazu, a jedan od preporučenih načina je kasnija sjetva ozimih žitarica i ranija sjetva jarih žitarica kada je brojnost lisnih uši koje

prenose zarazu manja (Igrc Barčić i Gotlin Čuljak, 2003; Gotlin Čuljak i sur. 2008). McKirdy i Jones (1997) na temelju svojih istraživanja također preporučuju kasnije rokove sjetve ozime pšenice koji rezultiraju manjom zarazom s BYDV i većim prinosom, ali napominju da kasniji rokovi sjetve kod nepovoljnih klimatskih prilika također mogu rezultirati nižim prinosom unatoč slabijoj zarazi s BYDV.

Obrada tla

Obradom tla stvaraju se povoljni uvjeti za razvoj bilja, no obradom se može direktno ili indirektno utjecati i na prisutnost i razvoj štetnih organizama. Obrada ima najveći utjecaj na prisutnost korova koji se obradom mehanički uništavaju. Kod toga treba razlikovati utjecaj obrade na sjemenske korove te na višegodišnje korove koji se osim sjemenom razmnožavaju i vegetativno, podzemnim organima na kojima se nalaze vegetativni pupovi iz kojih se razvijaju nove biljke. Oranjem se uništavaju svi jednogodišnji korovi, a utjecaj oranja na višegodišnje korove može biti različit i često ovisi o vremenskim uvjetima u kojima se oranje provodi. Duboko jesensko oranje u uvjetima golomrazice može znatno smanjiti prisutnost višegodišnjih korova. Tanjuranje uništava jednogodišnje korove, ali višegodišnje korove presijeca i na taj način razmnožava pa na površinama zakorovljenim višegodišnjim korovima treba tanjuranje izbjegavati. Slično tanjuranju djeluje i frezanje, a kultiviranjem se smanjuje prisutnost i jednogodišnjih i višegodišnjih korova. Motičice kod kultivatora izvlače na površinu podzemne organe višegodišnjih korova koji onda, pogotovo u sušnim uvjetima, uginu. Drljanjem se uništavaju korovi još u fazi nicanja. Kod obrade tla dobro je kombinirati različite mjere. Tako se u sustavu obrade tla za ozime kulture nakon ranih predusjeva (uljana repica, strne žitarice...) primjenjuje tzv. *trojačenje* (Dadaček, 2016), odnosno niz od tri vrste obrade (prašenje, plitko ljetno oranje i duboko jesensko oranje). Prašenje strništa, osim što prekida kapilarni uspon vode i tako sprječava gubitak vlage iz tla, potiče sjeme korova na nicanje. Time se iscrpljuje banka sjemena korova u vrijeme kada kultura nije prisutna, a korovi će se kasnije suzbiti plitkim ljetnim i dubokim jesenskim oranjem ili primjenom totalnih herbicida. Općenito, ovaj postupak je optimalan za suzbijanje višegodišnjih korova na ratarskim površinama. U suzbijanju korova važno je nastojati što više iscrpiti banku sjemena korova u tlu kada poljoprivredna kultura nije prisutna. To se može postići i tzv. *sljepom sjetvom*. Kod ove mjere tlo se pripremi za sjetvu 2-3 tjedna prije planirane sjetve. Važno je da se tlo pred pravu sjetvu ponovno ne obrađuje kako se sjeme korova iz veće dubine ne bi dovelo u povoljne uvjete za nicanje, odnosno, potrebno je izvršiti direktnu sjetvu. Korove koji će niknuti uništi se neposredno prije sjetve ili sadnje herbicidima ili plamenom, a ako usjev dugo niče, korovi se mogu suzbiti i neposredno prije nicanja usjeva. Ako ima vremena, postupak se može ponoviti više puta prije sjetve.

Obradom tla može se utjecati i na biljne bolesti. Dubokim oranjem zaoravaju se zaraženi biljni ostaci i tako se smanjuje mogućnost zaraze novog usjeva. Zaoravanje zaraženih biljnih ostataka, uz pridržavanje plodoreda i sjetve zdravog i tretiranog sjemena spadaju u osnovne preventivne mjere od zaraze bolestima strnih žitarica kao što su septorioze (Korić, 2003), fuzarioze (Čosić i Vrandečić, 2003), patološko polijeganje pšenice uzrokovano s *Cercospora herpochloides* (Topolovec-Pintarić i Cvjetković, 2003) te trulež korijena i podnožja vlati uzrokovano s *Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & D.L. (Jurković, 2003).

Utjecaj obrade na štetnike također može biti značajan. Npr. osnovna mjera suzbijanja kukuruznog moljca *Ostrinia nubilalis* (Hubner) je temeljito zaoravanje ostataka kukuruza u kojem moljac prezimljuje, kako bi se spriječilo izlijetanje moljca i širenje zaraze na mladi kukuruz (Maceljki, 2002; Igrc Barčić, 2007), što se ujedno smatra mehaničkim suzbijanjem štetnika. Obradom se smanjuje i brojnost štetnika u tlu kao i svih onih štetnika koji dio života provode u tlu.

Gnojdba

Osim na rast i razvoj poljoprivredne kulture, gnojdba ima i veliki utjecaj na zdravstveno stanje usjeva. Huber i Haneklaus (2007) navode da ishrana biljke u velikoj mjeri određuje njenu otpornost ili osjetljivost na bolesti, njenu histološku ili morfološku strukturu ili svojstva, te virulenciju ili sposobnost patogena da prežive. Čak štoviše, autori smatraju da većina hraniva ima veći utjecaj na razvoj bolesti od infekcijskog potencijala samog patogena. Uloga pojedinih hraniva u otpornosti na bolesti može varirati u ovisnosti od patogena te uvjeta uzgoja (Dordas, 2008). Isti autor navodi da visoka razina dušika povećava ozbiljnost infekcije kod obligatnih parazita. Nasuprot tome, kod fakultativnih parazita pri visokoj opskrbi N dolazi do smanjenja težine infekcije. Kalij u optimalnim količinama za rast biljke smanjuje osjetljivost biljaka na patogene organizme, no u većim količinama nema daljnjeg povećanja otpornosti na bolesti. Za razliku od kalija, uloga fosfora u otpornosti je promjenjiva i naizgled nedosljedna. Među mikronutrijentima, mangan može kontrolirati niz bolesti jer Mn ima važnu ulogu u biosintezi lignina, biosintezi fenola, fotosintezi i nekoliko drugih funkcije. Cink ima više različitih učinaka jer se u nekim slučajevima smanjio, u drugima povećao, a u trećima nije imao nikakav učinak na osjetljivost biljke na bolesti. Bor smanjuje težinu mnogih bolesti zbog funkcije koju B ima na strukturu stanične stijenke, biljne membrane i metabolizam biljaka. Silicij kontrolira niz bolesti i vjeruje se da Si stvara fizičku barijeru koja može ograničiti prodiranje hifa gljivica ili može potaknuti nakupljanje antifungalnih spojeva. Dordas (2008) stoga smatra da je u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji uravnotežena ishrana bitna komponenta svakog integriranog programa zaštite usjeva. Ishrana poljoprivredne kulture ima i izravan utjecaj na štete od insekata. Bala i sur. (2018) navode kako gnojdba ima neizravan učinak na mnoge štetne insekte kroz promjene u sastavu hranjivih tvari usjeva koje mogu utjecati na otpornost biljaka te navode primjere djelovanja pojedinih hraniva na ishranu kukaca. Prema ovim autorima, dušik je glavna hranjiva tvar potrebna kukcima i većini slučajevima glavni ograničavajući faktor za optimalan rast insekata. Primjena dušičnih gnojiva obično povećava preferencije hranjenja, potrošnju, preživljavanje, rast, reprodukciju i gustoću populacije, osim u nekoliko slučajeva gdje dušično gnojivo smanjuje učinak biljojeda. Kalij osigurava visoku otpornost protiv štetnih insekata. Visoke razine kalija pospješuju sekundarni metabolizam spojeva, smanjuju nakupljanje ugljikohidrata i oštećenja biljaka od insekata. Fosfor također smanjuje pogodnost domaćina za ishranu raznih štetnih insekata. Sekundarni makronutrijenti i mikronutrijenti poput kalcija, cinka i sumpora također smanjuju populacije štetnika. Silicij je uključen u otpornost biljaka na oštećenja od insekata.

Gnojdba može imati i druge uloge osim unosa hraniva. Gnojdba organskim gnojivima poželjna je mjera prvenstveno zbog unošenja organske tvari, koja manjka u mnogim našim tlima, kao i zbog unošenja velikog broja mikroorganizama koji mogu potisnuti druge mikroorganizme, uzročnike bolesti bilja (Tao i sur., 2020; Dordas, 2008). Tla bogata mikroorganizmima (*suppressive soils*) mogu potisnuti i onemogućiti razvoj patogenih mikroorganizama koji se prenose tlom (Agrios, 2004). Zelenom gnojidbom povećava se također sadržaj organske tvari u tlu. Za zelenu gnojidbu se tradicionalno koriste biljke iz porodice leguminoza, u prvom redu zbog simbiotskog odnosa s bakterijama koje žive u njihovom korijenu u simbiozi vezuju dušik iz zraka i pretvaraju ga u biljci pristupačne spojeve te tako povećavaju sadržaj dušika u tlu. Međutim, zadnjih se godina za zelenu gnojidbu sve više koriste biljke iz porodice Brassicaceae. Osim što u kratko vrijeme stvaraju veliku biljnu masu te svojim dubokim korijenom prorahljuju tlo, ove biljke imaju još neke dodatne vrijednosti. Zbog gustog sklopa koji brzo zatvaraju mogu se koristiti kao pokrovni usjev koji dobro guši korove i time smanjuje zakorovljenost određene parcele (Barić i Ostojić, 2020). No, ono što je s biljno zdravstvenog stanovišta možda najvažnije, Brassicaceae u sebi sadrže spojeve glukozinolate koji enzimskom hidrolizom prelaze u plin izotiocijanat. Malčiranjem usjeva i zaoravanjem biljnih ostataka u tlu se oslobađa izotiocijanat koji je učinkovit u suzbijanju biljnih patogena u tlu, kukaca, nematoda i klijavih sjemenki korova, a postupak nazivamo biofumigacija (dos Santos i sur. 2021).

Uzgoj otpornih ili tolerantnih sorti ili hibrida

Uzgoj tolerantnih sorti ili hibrida je ekološki najprihvatljivija, najjednostavnija i najjeftinija mjera zaštite bilja od štetnih organizama jer uklanja potrebu primjene drugih mjera zaštite. No, dobivanje otpornih sorti težak je i dugotrajan posao. Bez obzira na koji način je otpornost postignuta, ona može biti manje ili veće trajnosti. Naime, i uzročnici bolesti, kao i štetnici, su živi organizmi koji se prilagođavaju uvjetima okoliša te se obično nakon dužeg ili kraćeg vremena izdvoje jedinice koje mogu savladati otpornost sorte, nastaju novi sojevi, a sorta postaje neotporana. Tolerantne sorte mogu biti napadnute od štetnih organizama, ali se to ne odražava na njihov prinos. Tako se i uzgojem tolerantnih sorti izbjegava potreba provođenja drugih mjera zaštite, ali kako tolerantne sorte mogu biti zaražene, one mogu biti izvor zaraze za osjetljive sorte. Najviše uspjeha u selekciji otpornih sorti i hibrida ima kod otpornosti na bolesti. Agrios (2004) smatra da je uzgoj sorti pšenice otpornih na crnu žitnu hrđu (*Puccinia graminis*) najvažniji način sprečavanja šteta, a Korić (2003 b) smatra da je u Hrvatskoj oplemenjivanje na otpornost na ovu bolest dalo odlične rezultate. Za razliku od ove bolesti, sorte pšenice koje se uzgajaju u Hrvatskoj uglavnom nisu otporne na žutu žitnu hrđu (*Puccinia striiformis*) pa je u proizvodnoj godini 2013./2014., kada su klimatske prilike iznimno odgovarale njezinom razvoju, žuta žitna hrđa načinila velike štete koje su dosezale čak i 60% gubitka prinosa (Šubić i Pajić, 2014). Osim onih otpornih na bolesti, danas postoje i sorte i hibridi poljoprivrednih kultura otporni ili barem tolerantni na štetnike. Tako se primjerice danas u Hrvatskoj sve više uzgajaju sorte krumpira otporne na krumpirovu zlatnu cistoliku nematodu (*Globodera rostochiensis* Wollenweber) (Grubišić i sur., 2013), što je i jedna od osnovnih mjera zaštite od ove nematode (Ivezić i sur., 2005). Iako se kod izbora sorte ili hibrida za sjetvu ili sadnju najviše pažnje posvećuje rodnosti i kakvoći, potrebno je, gdje god je to moguće, birati one sorte ili hibride koje posjeduju otpornost na najvažnije štetne organizme kako bi se smanjila potreba primjene drugih, a osobito kemijskih mjera zaštite.

Zaključak

U zaštiti poljoprivrednih kultura od štetnih organizama treba koristiti i kombinirati sve ekološki prihvatljive mjere i ne oslanjati se samo na kemijske mjere. Pravilna primjena agrotehničkih mjera može znatno smanjiti potrebu za primjenom kemijskih mjera zaštite bilja, a u pojedinim slučajevima i potpuno isključiti potrebu za njima.

Literatura

- Agrios, G. N. *Plant pathology*, fifth edition, Elsevier Academic press, 304.
- Bala, K., Sood, A. K., Pathania, V. S., & Thakur, S. (2018). Effect of plant nutrition in insect pest management: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(4), 2737-2742.
- Barić, K. & Ostojić, Z. (2020) Implementacija pokrovnih kultura u sustav suzbijanja korova. *Glasilo biljne zaštite*, XX (5), 530-539.
- Bažok, R. (2007) Kukuruzna zlatica. *Glasilo biljne zaštite*, 2007 (7), 316-322.
- Bažok, R., Igrc Barčić, J. & Kos, T. (2008) a Jesu li štete od kukuruzne zlatice moguće u prvoj godini uzgoja kukuruza?. U: Cvjetković, B. (ur.) *Glasilo biljne zaštite* 1- dodatak.
- Bažok, R., Igrc Barčić, J., Kos, T. & Kozina, A. (2008) b Procjena rizika od kukuruzne zlatice- učinkovit način sprječavanja šteta. U: Cvjetković, B. (ur.) *Glasilo biljne zaštite* br.1- dodatak.
- Bažok, R., Lemić, D. Chiarini, F., Furlan, L. 2021. "Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in Europe: Current Status and Sustainable Pest Management" *Insects* 12, (3): 195. <https://doi.org/10.3390/insects12030195>
- Bolf, M., i Šuljaga, N. (1995). 'Utjecaj prostorne izolacije i agrotehnike na zdravstveno stanje sjemena krumpira', *Sjemenarstvo*, 12(2-3), str. 195-204. Preuzeto s: <https://hrcak.srce.hr/167832>
- Butorac, I., Bolf, M., (2000) *Proizvodnja krumpira*, Zadržni savez.
- Capinera, J. L., Epsky, N. D., Thompson, D.C. (1986) Effects of adult western corn rootworm (Coleoptera: chrysomelidae) ear feeding on irrigated field corn in Colorado *J. Econ. Entomol.* 79 (6), pp. 1609-1612, 10.1093/jee/79.6.1609
- Collier, R., Finch, S. (2009) A review of research to address carrot fly (*Psila rosae*) control in the UK. *EPPO Bulletin*, 39, 121-127. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2009.02276.x>
- Culy, M. D., Edwards, C. R., Cornelius, J. R. (1992) Effect of Silk Feeding by Western Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) on Yield and Quality of Inbred Corn in Seed Corn Production Fields. *Journal of Economic Entomology*, Volume 85, Issue 6, 2440-2446, <https://doi.org/10.1093/jee/85.6.2440>
- Cvjetković, B. (2022). 'Stari ponovo aktualni fitopatološki problemi u uzgoju strnih žitarica trulež korijena i podnožja vlati [*Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx & D.L. Olivier]'. *Glasilo biljne zaštite*, 22(3), 352-354.

- Čizmić, I. (2003) Bolesti koje se prenose sjemenom pšenice, *Glasiilo biljne zaštite*, 5, 307-314.
- Dadaček, N. (2016) *Osnove bilinogojstva*. Križevci. Visoko gospodarsko učilište u Križevcima.
- Dordas, C. (2008) Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 28 (1), pp.33-46. hal-00886444
- dos Santos, C. A., de Souza Abboud, C.A., do Carmo, M. G. F. 2021. Biofumigation with species of the Brassicaceae family: a review. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.51:1, e20200440, 2021 ISSN: 1678-4596 <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr2020040>
- Europska komisija (2020) Strategija „od polja do stola“ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0381&from=EN>
- Finch, S., Collier R.H. (2004) A simple method – based on the carrot fly – for studying the movement of pest insects. *Entomologia experimentalis et applicata*, 110 (3), 201–205. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0013-8703.2004.00136.x>
- Gotlin Čuljak, T., Grubišić, D., & Jelovčan, S. (2008). Seasonal abundance of *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera: Aphididae) in wheat and its role as barley yellow dwarf virus vectors. *Cereal Research Communications*, 36, 27–30.
- Grbić, J. (2017.). Opasna žuta patuljavost ječma – Treba suzbijati vektore virusa!, dostupno na: <https://www.poljosfera.rs/agrosfera/agro-teme/ratarstvo/opasna-zuta-patuljavost-ječma-treba-suzbijati-vektore-virusa/>
- Grubišić, D., Gotlin Čuljak, T., i Belavić, T. (2013). Krumpirove cistolike nematode *Globodera rostochiensis* i *Globodera pallida* važni štetnici krumpira, *Glasiilo biljne zaštite*, 13(4), 297-301.
- Horvat, D., Đermić, E. i Topolovec-Pintarić, S. (2015). Kvalitetno i zdravo sjeme siguran je put do visokog prinosa, *Glasiilo zaštite bilja*, 38(5), 58-68.
- Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. plodored. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=48778> (pristupljeno 7.6.2022.)
- Huber, D. M. i Haneklaus S. (2007) Managing Nutrition to Control Plant Disease *Landbauforschung Völkenrode* 4 (57):313-322
- Igrc Barčić, J., Gotlin Čuljak, T. (2003) Važnost lisnih uši u prenošenju BYDV na pšenici i ječmu, *Glasiilo biljne zaštite* 5, 325-330.
- Ivezić, M., Raspudić, E., Brmež, M., Mandurić, S. i Magdika, D. (2005). Virulentna grupa Ro1,4 krumpirove zlatne cistolike nematode (*Globodera rostochiensis* Wollenweber) u Hrvatskoj, *Poljoprivreda*, 11 (1), 23-25.
- Ivezić, M., Majić, I., Raspudić, E., Brmež, M., Prakatur B. (2006). 'Značaj kukuruzne zlatice u ponovljenom uzgoju kukuruza', *Poljoprivreda*, 12(1), str. 35-40.
- Jurković, D. (2003) Trulež korijena i podnežja vlati, *Glasiilo biljne zaštite* 3, 302-303.
- Kajić, V., (2001) Ekonomski značajni virusi krumpira, *Glasiilo biljne zaštite* 2, 72-75.
- Korić, B. (2003 a) Septorioze pšenice, *Glasiilo biljne zaštite* 3, 292-296.
- Korić, B. (2003 b) Hrđe pšenice, *Glasiilo biljne zaštite* 3, 296-300.
- Maceljki, M. (2002.). *Poljoprivredna entomologija*, Čakovec: Zrinski d.d.
- Maceljki, M., Cvjetković, B., Ostojčić, Z., Igrc Barčić, J., Pagliarini, N., Oštrac, L., Barić, K. & Čizmić, I. (2004) Štetočinje povrća: s opsežnim prikazom zaštite povrća od štetnika, uzročnika bolesti i korova. Zrinski, Čakovec.
- McKirdy, S. J. Jones, R. A. C. (1997) Effect of sowing time on barley yellow dwarf virus infection in wheat: virus incidence and grain yield losses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 48 (2), pp. 199-206.
- Monaco, T. J., Weller, S. C., Ashton, F. M. 2002. *Weed Science: Principles and Practices*, 4th Edition ISBN: 978-0-471-37051-2 Wiley-Blackwell
- Naredba o poduzimanju mjera za sprečavanje širenja i iskorjenjivanje smrdljive snijeti (*Tilletia* spp.) (NN 80/13)
- Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o stavljanju na tržište sjemenskog krumpira (NN 103/2015)
- Stanković, I., Krstić, B., Bulajić, A., & Vučurović, A. (2016). Economically important virus diseases of wheat. *Biljni lekar*, 44(5-6), 486-500.
- Šubić, M., i Pajić, S. (2014). 'Pojava i suzbijanje žute ili crtičave hrđe (*Puccinia striiformis* West.) na usjevima pšenice tijekom proizvodnje 2013./14. godine u Medimurju', *Glasiilo biljne zaštite*, 14(6), str. 463-474.
- Tao, C., Li, R., Xiong, W. et al. (2020). Bio-organic fertilizers stimulate indigenous soil *Pseudomonas* populations to enhance plant disease suppression. *Microbiome* 8, 137 <https://doi.org/10.1186/s40168-020-00892-z>
- Tomčić, Ž. (2010) Bolesti ponika šećerne repe. *Glasiilo biljne zaštite* 3, 169-171.
- Topolovec Pintarić, S. i Cvjetković, B. (2003) *Glasiilo biljne zaštite* 3, 300-302.
- Vončina, D. (2013) Virusne bolesti krumpira, *Glasiilo biljne zaštite*, 13 (4), 313-318.

Prispjelo/Received: 24.6.2022.

Prihvaćeno/Accepted: 3.10.2022.

Review paper

Agrotechnical measures as plant protection measures

Abstract

Agrotechnical measures by which man creates favorable conditions for the growth and development of agricultural crops can have a great impact on the development of harmful organisms. The appropriate application of agrotechnical measures can significantly reduce the need for the application of chemical plant protection measures, and in some cases even completely eliminate the need for them. The paper provides an overview of basic agrotechnical measures such as: surface selection, spatial isolation, crop rotation, tillage, sowing and planting, fertilization, biofumigation, cultivation of cultivars resistant or tolerant to harmful organisms, and examples of their impact on certain harmful organisms are described.

Keywords: agrotechnical measures, harmful organisms, plant protection measures appropriate application