

INTEGRIRANO VARSTVO RASTLIN – ODNOS DO VKLJUČEVANJA PRIPRAVKOV Z NIZKIM TVEGANJEM IN BIOSTIMULATORJEV

Mario LEŠNIK¹, Mihaela ROŠKARIČ², Andrej PAUŠIČ³

¹⁻³ Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

IZVLEČEK

Integrirano varstvo rastlin (IVR) je sistem za obvladovanje za rastline škodljivih organizmov (ŠO), ki se nenehno razvija skozi čas in je pred številnimi novimi izzivi. Namen je razvijati pristope, ki omogočajo ekonomsko učinkovito zatiranje ŠO z najmanj negativnimi učinki za ljudi in okolje. Ker je razpoložljivih, visoko učinkovit kemičnih sredstev vse manj, je koncept IVR potrebno nekoliko prenoviti, saj je obstoječi sistem preveč togo kurativno naravnani. Nove generacije FFS (biotična FFS in pripravki z nizkim tveganjem) so po konceptu uporabe preventivno naravnani, uporabiti jih moramo, ko so rastline še v dobrem zdravstvenem stanju na podlagi zgodnje napovedi pojava začetnih populacij ŠO. Posebej nedorečena je vloga biostimulatorjev, kjer imamo težave s pravilnim strokovnim umeščanjem njihove uporabe. Zaradi nerazumevanja uporabe ne dosegamo učinkov za omejevanje ŠO, ki bi jih lahko. Glede na njihov registracijski status pri njihovi uporabi ne smemo izpostavljati možnosti zatiranja ŠO. To povzroča, da biostimulatorje premalo vklapljam v IVR sheme. To velja tako za biostimulatorje na mikrobnih, kot na mineralni osnovi. Premalo pozornosti posvečamo abiotičnemu stresu, ker obstaja tesna povezava med obsegom le-tega in obsegom pojava ŠO. V članku podajamo nekatere predloge glede bolj učinkovitega vklapljanja pripravkov z nizkim tveganjem in biostimulatorjev v IVR koncept.

271

Ključne besede: integrirano varstvo rastlin, pripravki z nizkim tveganjem, biostimulatorji

ABSTRACT

INTEGRATED PLANT PROTECTION - ATTITUDE TOWARDS THE INCLUSION OF LOW-RISK PREPARATIONS AND BIOSTIMULATORS

Integrated Plant Protection (IPP) is a plant pest and diseases (PD) control system, constantly evolving over time and facing many new challenges. The aim is to develop approaches that allow for economically effective suppression of PD with the most minor adverse effects for people and the environment. Since the highly effective chemical agents are fewer and fewer available, the concept of IPP needs to be slightly revised,

¹ prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-pošta: mario.lesnik@um.si

² mag. kmet., prav tam

³ dr., prav tam

as the existing system is too rigidly curative-oriented. The new generations of plant protection products (biotic PPPs and preparations with low risk) are preventively oriented according to the concept of use; they must be applied when the plants are still in a good state of health based on an early prediction of the occurrence of PD. The role of biostimulators is particularly unclear, and we have problems with the correct professional placement of their use. Due to a lack of understanding of their use, we are not achieving the plant protection effects we could. Depending on their registration status, we are not allowed to expose the possibility of suppression of the PD when using them. This causes biostimulators to be insufficiently included in IPP schemes. We pay too little attention to the abiotic stress of plants because there is a close connection between the extent of abiotic stress and the extent of the occurrence of PD. The article suggests the more effective incorporation of low-risk preparations and biostimulators into the IVR concept.

Key words: Integrated plant protection, low-risk preparations, biostimulants

1 UVOD

Varstvo rastlin pred škodljivimi organizmi (ŠO) ima tudi nekaj negativnih eko- in humano-toksikoloških stranskih učinkov. Da bi zmanjšali le te, skušamo prilagoditi koncepte integriranega varstva rastlin (IVR; po angleško IPM – integrated pest management). Primarna prioriteta je zmanjšanje porabe bolj toksičnih kemičnih fitofarmaceutskih sredstev (FFS). Za doseg tega cilja, ki je opredeljen v številnih strateški dokumentih (npr. EU green deal smernice in NAP – nacionalni akcijski načrti za zmanjšanje rabe FFS), želimo v IVR uvesti čim več biotičnih in biotehniških zatiralnih metod in pripravkov z nizkim tveganjem (Lamichhane in sod., 2015). Obstaja še možnost da izrabimo stranske učinke alternativnih pripravkov, ki niso v katerikoli kategoriji FFS (Le Mire in sod., 2016). To so običajno pripravki iz skupine biostimulatorjev (BS). Pred kratkim so z novo EU zakonodajo skušali natančno razmejiti različne kategorije FFS (npr. kemična FFS in biotična FFS) in različne kategorije sredstev za krepitev – biostimulatorjev rastlin, katere sedaj uvrščamo med gnojila. Registracija FFS za EU trg teče po zahtevah uredbe 1107/2009 EU in registracija biostimulatorjev po zahtevah uredbe 2019/1009 EU. Vse kategorije pripravkov so sedaj jasno formalno ločene, v praksi pa vemo, da prihaja do tega, da biostimulatorski pripravki vsebujejo številne snovi in organizme, ki jih sicer vsebujejo tudi FFS, predvsem FFS z nizkim tveganjem. Pri trženju BS smemo izpostavljati njihove učinke na razvoj rastlin, povečano učinkovitost zajema hranil, razvoj tolerantnosti rastlin proti različnim oblikam biotičnega in abiotičnega stresa in podobno (Yakhin in sod., 2017, Pereira Ramon in sod., 2021). Neposrednih zatiralnih učinkov proti ŠO pri trženju biostimulatorjev naj nebi izpostavljali, ker namen registracije ni takšen. Namen priprave direktive 2019/1009 EU je bil narediti red na tržišču in vzpodbuditi razvoj novih generacij pripravkov z nizkim tveganjem, tako za gnojenje kot tudi za varstvo rastlin. Ena od posledic je bila tudi to, da so nekatere pripravke v ustreznih postopkih prekategorizirali iz sredstev za krepitev rastlin v fitofarmaceutska sredstva z nizkim tveganjem. Takšni so na primer pripravki na podlagi laminarinov,

cerevisanov in hitosanov in nekateri mikrobnih pripravki. V številnih EU okoljih z intenzivno kmetijsko pridelavo so pri uporabi biostimulatorjev zelo pragmatični in pri trženju precej neposredno izpostavljajo tudi možnost zatiranja nekaterih ŠO. Z uporabo BS pripravkov izvedemo zelo kompleksne oblike zatiranja ŠO, kot je na primer aktivacija genov, ki sprožijo oblikovanje obrambnih metabolitov (tako imenovani aktivatorji odpornosti) ali pa povzročimo občutno fiziološko in morfološko spreminjanje rastlin in njihovih mikrobiomov (Le Mire in sod., 2016). Pragmatični so tudi izvajalci registracij pripravkov, ki omogočajo nacionalne registracije BS pripravkov. To povzroča, da se na trgu pojavljajo za mnoge sporni biostimulatorski pripravki, ki bi morali biti registrirani kot FFS z nizkim tveganjem. Obstaja določen politični interes za registracije BS po poenostavljenih obvodih, da bi na trgu EU zagotovili veliko alternativnih pripravkov za zagotovitev zmanjšanja rabe kemičnih FFS.

V Sloveniji imamo glede vklapljanja BS v IVR dokaj neizdelane strategije. Imamo primanjkljaj znanja glede uporabe BS in iz tega razloga je zelo omejeno svetovanje rabe BS, po drugi strani, pa zaradi tega ne izkoriščamo polnega potenciala teh pripravkov, kar bi nam pomagalo zmanjšati rabo klasičnih kemičnih FFS. Svetovanje glede rabe BS je bolj prepuščeno strokovnjakom za gnojenje, kot strokovnjakom za varstvo rastlin. Morda to ni dobra strategija, če upoštevamo nekatere okoliščine glede dostopnosti FFS in stopnje njihove učinkovitosti. Pri številnih ŠO imamo zelo ozek izbor FFS, učinkovitosti, ki jih dosegamo so dokaj nizke. Novih aktivnih snov FFS je malo. Pripravki na podlagi novih aktivnih snovi so vse bolj pogosto kratkotrajno delujoči. Zaradi klimatskih sprememb se povečuje število generacij škodljivcev letno in tudi podaljšuje se dolžina sezone ko je potrebno zatirati bolezni. Če imamo pripravke s kratkotrajnim delovanjem v omenjenih okoliščinah to pripelje do večjega števila letnih aplikacij. To ima za posledico povečan letni kumulativni vnos aktivnih snovi FFS. Ta dva pojava sta v koliziji. Dodatno klimatske spremembe povzročajo povečano razpadanje obloge FFS na tretiranih rastlinah v poletnem času, kar zmanjša učinkovitost. Zaradi omenjenih okoliščin se nam pogosto zgodi, da pri kemičnih FFS dosežemo nizko učinkovitost (morda le 70 %). Takšne učinkovitosti ne nudijo varstva na način, da ni pojava večjih ekonomskih izgub. Po drugi strani pa se učinkovitosti zatiranja ŠO s kombinacijami BS in FFS z nizkim tveganjem povečuje, ker so moderni biotehnološko koncipirani pripravki vedno bolj učinkoviti. Zgoraj navedene razmere nas usmerjajo v to, da bi morali bolj intenzivno iskati sinergije med kemičnimi FFS in biostimulatorji. V prispevku smo podali nekatera nevtralna razmišljanja o možnostih in strategijah vklapljanja pripravkov s statusom biostimulatorjev v koncept IVR.

273

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Izvedba poljskih poskusov z biostimulatorji

V obdobju 2010-2023 smo izvedli več kot 40 poljskih poskusov v vinogradih, nasadih jablan, v žitih in v nekaterih vrtinah, v katerih smo testirali učinek dodajanja alternativnih pripravkov (nekoč sredstev za krepitev rastlin, danes večinoma biostimulatorjev) k integriranim škropilnim programom, sestavljenim iz običajnih,

večinoma kemičnih pripravkov (insekticidi in fungicidi). Testirali smo intenzivne škroplilne programe, ki so bili skladni s priporočili svetovalne službe za varstvo rastlin (IVR služba), tako glede frekvence rabe pripravkov, kot tudi glede izbora pripravkov v različnih obdobjih sezone. Tako smo na primer jabolane škropili 18 do 24 krat letno, vinsko trto 8 do 14 krat letno, pšenico 2 do 3 krat letno, čebulo 8 do 13 krat letno in paradižnik na prostem 7 do 13 krat letno. Imeli smo tudi obravnavanja, kjer smo letni vnos kemičnih in drugih FFS zmanjšali za 30 do 50 %. Zmanjšanje smo dosegli na dva načina. V nekaterih poskusih smo vse leto odmerke vseh apliciranih pripravkov zmanjšali za 30 do 50%, v nekaterih poskusih pa smo zmanjšali frekvenco rab pripravkov in podaljšali presledke med škropljenji tako, da smo v letni bilanci dosegli 30 ali 50 % zmanjšanje porabe kemičnih FFS. To smo naredili pri 0-residue škroplilnih programih. Za primerjavo pa smo imeli škroplilne programe, kjer smo programom z 30 do 50 % zmanjšanjem FFS dodali večje število aplikacij različnih biostimulatorjev. Testirali smo več kot 25 različnih BS, ki so vsebovali aminokisljine, alge, silicijeve in titanove spojine, huminske kisline, laminarine, hitosane, salicilate, jasmonate, epibrasinolide, izvlečke iz kopriv, preslice, vrbe, dresnika, ameriškega slamnika in drugih rastlin, različne minerale glin, (npr. kaolin, talk, muskovit, ...), eterična olja, K-karbonate, listna Cu, Zn, S, B in Mg gnojila in druge snovi. Podrobno pripravkov tukaj ne predstavljamo. Tako smo na primer v vinogradu izvedli 12 nanosov FFS pri zmanjšanih odmerkih + 12 nanosov biostimulatorjev, lahko tank-mix s FFS hkrati ali pa tudi v obliki ločene aplikacije biostimulatorjev. Izvedli smo analizo pojave bolezni in škodljivcev in tudi analizo količine pridelka. V tem prispevku prikazujemo le delne rezultate glede izgube pridelka primerjano na obravnavanje, kjer smo imeli poln celovit škroplilni program. Primerjali smo poln celovit škroplilni program in škroplilni program z zmanjšanimi odmerki FFS ob intenzivnem dodajanju biostimulatorjev. Če je na primer pridelek grozdja pri polnem škroplilnem programu znašal 9000 kg/ha, pri škroplilnem programu z 30 % zmanjšanjem rabe FFS ob dodatku biostimulatorjev pa 7000 kg/ha, smo izračunali, da je izguba znašala 22,2 %. Formula za izračun izgube = $100 - ((7000 / 9000) * 100)$.

2.2 Sistematičen pregled nekaterih učinkov uporabe biostimulatorjev

274

V zgoraj omenjenih poskusih smo analizirali tudi različne stranske učinke skupne uporabe FFS in biostimulatorjev ter v razpravo vtakali pridobljene izkušnje in nekatere informacije iz literature. Med opaznimi učinki so na primer bili učinki na obstojnost depozita škroplilne brozge, na učinkovitost FFS, na razpadanje FFS, delovanje biotičnih pripravkov, na pojave fitotoksičnosti FFS in podobno. Izkušnje smo sistematično razvrstili v različne kategorije učinkov o katerih imamo velik primanjkljaj znanja in se jih pri analizi doseženih zatiralnih rezultatov pogosto ne zavedamo.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Rezultati analize večjega števila poskusov glede učinka dodajanja BS pripravkov FFS na višino izgube pridelka

Preglednica 1 prikazuje, kakšni so bili učinki 30 do 50 % zmanjšanja rabe običajnih kemičnih FFS na višino izgube pridelka. Primerjali smo obravnavanja, ki so imela popoln, 100 % integriran program, obravnavanja z 30 do 50 % zmanjšanim integriranim programom (brez dodajanja BS) in obravnavanja, kjer smo vnos FFS zmanjšali za 30

do 50 % in velikokrat dodali različne BS. Število rab FFS pri 100 % programu je bilo skladno s priporočili svetovalne službe. Imeli smo strokovno utemeljene škropilne integrirane programe.

Preglednica 1: Obseg izgube pridelka (v %) v povezavi z obsegom zmanjšanja količine apliciranih FFS (v %) v odvisnosti od tega, ali so FFS programu bili dodani biostimulatorji (BS) ali ne.

Kultura	30 % zmanjšanje rabe FFS		50 % zmanjšanje rabe FFS	
	Brez BS	Z BS	Brez BS	Z BS
Vinograd	6/18 30-40 %	2/18 30-40 %	3/8 40-60 %	2/8 40-50 %
	6/18 20-30 %	2/18 20-30 %	3/8 30-40 %	2/8 30-40 %
	6/18 10-20 %	4/18 10-20 %	2/8 20-30 %	1/8 20-30 %
Jablana		10/18 do 3 %		3/8 10-20 %
	2/8 30-40 %	1/8 30-40 %	2/4 40-50 %	0/4 40-50 %
	4/8 20-30 %	1/8 20-30 %	1/4 30-40 %	1/4 30-40 %
	2/8 10-20 %	2/8 10-20 %	1/4 15-25 %	0/4 15-25 %
Pšenica		4/8 do 5 %		3/4 10-15 %
	4/9 20-30 %	1/9 20-30 %	2/7 30-40 %	0/7 30-40 %
	2/9 10-20 %	1/9 10-20 %	2/7 20-30 %	1/7 20-30 %
	3/9 3-10 %	1/9 5-10 %	3/7 10-20 %	3/7 5-15 %
Čebula iz čebulčka		6/9 0-5 %		3/7 1-5 %
	1/6 25-35 %	0/6 25-35 %	3/4 30-40 %	0/4 30-40 %
	2/6 15-25 %	1/6 15-25 %	1/4 20-30 %	1/4 20-30 %
	3/6 10-15 %	1/6 10-15 %	0/4 10-20 %	2/4 10-15 %
Paradižnik na prostem		4/6 1-5 %		1/4 5-10 %
	1/4 60-70 %	0/4 60-70 %	/	/
	1/4 50-60 %	0/4 50-60 %		
	1/4 30-40 %	3/4 20-30 %		
	1/4 20-30 %	1/4 10-20 %		

Branje podatkov; podatek 6/16 30-40 % pomeni, da smo v 6 poskusih od 16 izvedenih poskusov pri obravnavanjih z zmanjšanjem količine porabljenih FFS imeli izgubo pridelka v višini med 30-40 %.

275

Pri podatkih za poskuse v vinogradih vidimo, da intenzivna uporaba BS ne more v popolnosti nadomestiti 30 % zmanjšanja vnosa običajnih FFS. V 10 od 18 poskusov smo imeli pogojno sprejemljive izgube pridelka, do 3%. Pri 50 % zmanjšanju rabe FFS smo v vinogradih ugotovili velike izgube pridelkov, pogosto krepko nad 20 %. Z zelo intenzivno rabo BS lahko zagotovimo 30 % zmanjšanje rabe FFS le v redkih letih, ki niso ugodna za razvoj bolezni. Redukcije pri insekticidih so možne, a nastopijo tveganja pri prenašalcih povzročiteljev bolezni (npr. škrtatki). Zmanjšanje rabe FFS je pri jablani še bolj kočljivo, kot pri vinski trti. Zelo hitro se pojavi velika izguba kakovosti plodov, če se pojavijo pege šklrupa ali pa poškodbe od žuželk. Le pri 4 od 8 poskusov smo doživeli izgubo pridelka manjšo od 5 %. Zavedati se je potrebno, da je v današnjih razmerah tudi 5 % izguba pridelka ekonomsko zelo boleča. Smo pa pri škropilnih poskusih v jablani ugotovili, da lahko pomembno zmanjšamo koncentracijo ostankov FFS v jabolkih ob obiranju, kar lahko pomaga pri doseganju boljše cene pri trženju pridelka.

Glede na podatke iz poskusov v žitih kaže, da pri njih z uporabo BS še najbolj uspešno zmanjšamo rabo kemičnih FFS, še posebej v letih, ko je pritisk bolezni zmeren in imamo sodobne, manj občutljive sorte. V poskusih v žitih smo kar pri 6 poskusih od 9 pri 30 % zmanjšanju rabe kemičnih FFS imeli izgube pridelka manjše od 5 %. Pri 3 poskusih od 7 (pri 50 % zmanjšanju rabe kemičnih FFS) smo imeli izgube pridelka manjše, v razponu od 1 od 5 %. To kaže na velik potencial uporabe BS v žitih. Določen potencial uporabe BS za zmanjšanje rabe kemičnih FFS se kaže tudi pri nekaterih vrtninah, kjer običajno nanesemo veliko FFS (npr. čebula in paradižnik). Poskusi v čebuli so pokazali, da smo pri 30 % zmanjšanju rabe FFS pri 4 od 6 poskusov imeli izgube pridelka do 5 %. Med sezonami so zelo velike razlike med doseženimi rezultati. V čebuli so se zelo dobro obnesla sistemski bakrova gnojila. 5 % izguba je sprejemljiva, ker so bili škropilni programi z uporabo BS finančno po stroških enakovredni škropilnim programom, sestavljenim le iz kemičnih FFS. Pri poskusih na paradižniku, gojenem na prostem, so že pri 30 % zmanjšanju porabe kemičnih FFS nastopile velike izgube pridelka (pojav plesni). Če bi paradižnik gojili v zaščitenem prostoru, bi gotovo imeli bistveno manjše izgube pridelka in bi po naši oceni uporaba BS omogočila vsaj 30 % zmanjšanje rabe klasičnih, kemičnih FFS (vsaj fungicidov). Pri vrtninah je precej možnosti za povečanje porabe FFS z nizkim tveganjem, ki ne prispevajo veliko k letni kumulativni količini porabljenih FFS v Sloveniji. Pomemben dejavnik možnosti manjšanja rabe kemičnih FFS je pravilno določanje termina uporabe FFS in tudi kakovost aplikacijske tehnike. Če smo uspešni pri teh dveh dejavnikih lažje zmanjšamo intenzivnost rabe kemičnih FFS na račun intenzivne uporabe BS.

3.2 Pregled nekaterih interaktivnih učinkov med BS in FFS

Ko v škropilne programe intenzivno vklopimo uporabo BS, pride med njimi in FFS do številnih interakcij, ki se jih običajno ne zavedamo. Tukaj omenjamo nekatere interakcije, ki smo jih v poskusih sami opazili, ali pa smo o njih našli objave v literaturi. Interakcije lahko delimo v posredne in neposredne. Med posredne učinke štejemo spreminjanje rastlin in njihove dovzetnosti za okužbe od povzročiteljev bolezni ali poškodbe od škodljivcev (Rouphael in Colla, 2018, Bertrand in sod., 2021). S tem se zmanjša potreba po rabi kemičnih FFS (Russo in sod., 1991, Bulgari in sod., 2015). To je pomemben prispevek rabe BS k zmanjšanju rabe FFS. Zelo pomembno delovanje BS je preprečevanje pojava različnih oblik stresa, še posebej vezano na klimatske spremembe (toplotni, vodni, svetlobni stres). Od stresa obremenjene rastline so bolj intenzivno obremenjene od povzročiteljev bolezni in od škodljivcev. Pogosto se pri njih poveča pojav skladiščnih bolezni. Omejevanje stresa z uporabo BS zmanjša potrebo po rabi kemičnih FFS. Pri pozni uporabi BS, ki vsebuje veliko hranil v obdobju pred obiranjem, lahko pride na uskladiščenem živežu do povečanega pojava saprofitskih gliv. To je negativni učinek pozne uporabe nekaterih, s hranili bogatih BS pred obiranjem.

Pomembni so učinki BS pri biotičnih pripravkih (FFS) na podlagi gliv in bakterij (Kumari in sod., 2022). Pogosto pri tovrstnih pripravkih doživimo nizko učinkovitost, ker koristne organizme vnesemo v ekosistem (rizosfera ali filozfera), ki je neugoden za

njihovo preživetje (Yu in Qian, 2023). Z uporabo BS lahko naredimo rizosfero ali filosfero ter notranjost rastlinskih tkiv bolj ugodno za preživetje agensov biotičnih FFS (Jindo in sod., 2022). Z uporabo BS lahko izboljšamo prehranjenost organizmov, ki sestavljajo mikrobiom gojene rastline. Na tak način uporaba BS značilno poveča učinkovitost biotičnih FFS. Še posebej je to pomembno pri biotičnih mikrobnih pripravkih, ki jih vnesemo v tla, na korenine in na semena. V porastu je tretiranje semen in sadik, kjer združimo uporabo kemičnih FFS, s mikrobnimi pripravki in BS.

Med neposredne učinke BS na FFS štejemo vpliv na dinamiko razpadanja depozita škroplilne brozge FFS (Paušič in sod., 2023), vpliv na razpadanje ostankov FFS v tleh (npr. herbicidov; glej Piccolo in sod., 2011) ali na dinamiko vstopanja FFS v tkiva rastlin, gliv in škodljivcev ter sinergistično delovanje za povečanje učinkovitosti FFS (Dara, 2021). Pri sinergističnih učinkih lahko BS poveča občutljivost škodljivega organizma za delovanje kemičnih FFS. Takšno delovanje imajo tudi mikrobní BS (Tarigan in sod., 2022), ki oslabijo škodljive organizme in ti težje preživijo delovanje FFS.

Pomembni so tudi učinki na spremembe pH. pH površja rastlin lahko ima pomemben vpliv na kalitev trosov gliv in na preživetje za rastline škodljivih bakterij. Sprememba pH površja rastlin ima velik vpliv na obseg prehajanja kemičnih FFS v notranjost rastlinskih tkiv. To ima dvoplastne posledice; lahko poveča učinkovitost FFS, lahko pa poveča prehod aktivnih snovi v notranjost rastlin in povzroči zvišanje koncentracije aktivnih snovi v pridelku ob spravilu (česar si ne želimo). Tako smo v domačih poskusih ugotovili, da pri ekološki pridelavi kombiniranje bakrovih fungicidov in alg ter proteinskih BS poveča vstopanje bakra v notranjost rastlin. To lahko poveča učinkovitost zatiranja bakterij, lahko pa je neugodno s stališča količine ostankov bakra v pridelku ob spravilu.

BS so pomemben dejavnik izvajanja 0-residue pridelave, kjer imamo za cilj veliko zmanjšanje koncentracije ostankov FFS v pridelku (Rana in sod., 2022, Roškarič in sod., 2023). Še posebej je to pomembno pri pridelavi sadja, kjer v sadovnjakih porabimo več kot 40 kg aktivne snovi FFS na ha letno in imajo sadeži pogosto več kot 7 različnih ostankov aktivnih snovi ob obiranju. To povzroči težave pri trženju sadja. Če v drugem delu rastne dobe uporabimo veliko BS, lažje dosežemo cilje glede majhnega števila ostankov FFS v pridelku ob obiranju.

Biostimulanti lahko interaktivno delujejo s herbicidi (Matysiak in sod., 2018, Katsenios in sod., 2023). Lahko povečajo učinkovitost delovanja herbicida, lahko pa tudi povečajo preživetje tretiranih plevelov in pomagajo sanirati posledice fitotoksičnosti pri gojenih rastlinah. Za zmanjšanje fitotoksičnosti herbicida za gojene rastline lahko BS uporabimo nekaj dni pred nanosom herbicida (npr. proteinski hidrolizati in alge). BS lahko značilno omilijo fitotoksičnost herbicidov v vrtninah, soji, čebuli in sladkorni pesi.

Alternativni biostimulatorski pripravki niso sredstva brez stranskih eko- ali humanotoksikoloških učinkov. Nekatere učinke šele spoznavamo in še nimamo vseh orodij za njihovo presojo. Takšni so na primer učinki spremenjenega metabolomskega profila rastline. Rastline lahko zaradi tretiranja z BS oblikujejo snovi, ki na človeka in domače živali delujejo neugodno, pa tega danes še ne znamo povsem objektivno opredeliti. O

teh učinkih so znanstveniki poročali že veliko let nazaj (Wood, 1979, Vildanova, 2016). Iz omenjenega razloga je potrebno pri registraciji BS biti dovolj kritičen do možnih učinkov na ekosisteme, ljudi in živali in upoštevati tudi njihove interakcije s kemičnimi FFS.

4 SKLEPI

V varstvu gojenih rastlin pred škodljivimi organizmi vlagamo velike napore da bi zmanjšali porabo kemičnih FFS. Uporaba pripravkov, ki so formalno po direktivi EC 2019/1009 klasificirani kot biostimulatorji je neizkoriščena možnost za občutno zmanjšanje rabe kemičnih FFS. V EU je na trgu več tisoč pripravkov iz te skupine. Številni vsebujejo organizme in snovi, ki imajo povsem merljive učinek proti škodljivim organizmom (ŠO), ki ogrožajo rastline. Formalno rabe tovrstnih pripravkov naj ne bi priporočali za neposredno zatiranje ŠO. Pri komuniciranju s pridelovalci bi naj izpostavljali predvsem prehranske učinke in učinke proti stresu. Potrebno je razviti strokovno strategijo komuniciranja rabe tovrstnih pripravkov, da izkoristimo vse njihove stranske učinke za zatiranje ŠO in da ne prihaja do formalnih konfliktov pri trženju in uporabi.

Potrebno je definirati položaj BS v teoretični IVR piramidi ukrepov proti ŠO. To pomeni, da njihovo uporabo najprej pozicioniramo na dno piramide med preventivne ukrepe (odpornostni priming), potem jih pozicioniramo kot sinergiste k pripravkom z nizkim tveganjem in še na vrhu piramide, kot pripravke za sanacijo poškodb od ŠO in pripravke z sinergističnim delovanjem s kemičnimi FFS. Ne glede na formalna zakonodajna ozadja se moramo zavedati, da so moderni biostimulatorji v širšem kontekstu posebna sredstva za varstvo rastlin. Varstvo rastlin v današnjih okoliščinah ni zgolj premišljeno zatiranje ŠO s čim manj stranskimi učinki, temveč je tudi spreminjanje rastlin in ekosistema, da povečamo samo-obrambno sposobnost rastlin in učinkovitost izvajanja ekosistemskih storitev gojenih rastlin. Pogosto so BS po učinkih mikrobiološki pripravki za biotično varstvo, snovi, ki spremenijo obnašanje škodljivcev (semiokemikalije) in fiziološko ter gensko delujoči biotehnološki pripravki za novo generacijo biotehnološkega varstva (spreminjanje lastnosti rastline na nivoju aktivacije genov (spremenjen transkriptomski profil) in na nivoju spremenjenega metabolomskega profila rastlin (spremenjen profil sekundarnih metabolitov).

5 LITERATURA

- Bertrand, C., Gonzalez-Voloma, A., Prigent-Combaret, C. 2021. Plant metabolomics to the benefit of crop protection and growth stimulation. *Advances in Botanical Research*, 98: 107-132. DOI: 10.1016/bs.abr.2020.11.002.
- Bulgari, R., Cocetta, G., Trivellini, A., Vernieri, P., Ferrante, A. 2015. Biostimulants and crop responses: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*, 31(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/01448765.2014.964649>
- Dara, K. S. 2021. *Advances in biostimulants as an integrated pest management tool in horticulture*. Burleigh Dodds Science Publishing Limited, University of California Cooperative Extension, California, USA.
- Jindo, K., Goron, T. L., Pizarro-Tobías, P., Sánchez-Monedero, M. Á., Audette, Y., Deolu-Ajayi, A. O., van der Werf, A., Goitom, T. M., Shenker, M., Pombo, S. C., Busato, J. G., Ochoa-Hueso, R., Nocentini,

- M., Rippen, J., Aroca, R., Mesa, S., Delgado, M. J., Tortosa, G. 2022. Application of biostimulant products and biological control agents in sustainable viticulture: A review. *Frontiers in Plant Science*, 13. DOI=10.3389/fpls.2022.932311.
- Katsenios, N., Sparangis, P., Vitsa, S., Leonidakis, D., Efthimiadou, A. 2023. Application of Biostimulants and Herbicides as a Promising Co-Implementation: The Incorporation of a New Cultivation Practise. *Agronomy*, 13, 2634. <https://doi.org/10.3390/>
- Kumari, M., Swarupa, P., Kesari, K. K., Kumar, A. 2023. Microbial Inoculants as Plant Biostimulants: A Review on Risk Status. *Life*, 13 (1). Doi: 10.3390/life13010012.
- Lamichhane, J. R., Dachbrodt-Saaydeh, S., Kudsk, P., Messean, A. 2015. Toward a Reduced Reliance on Conventional Pesticides in European Agriculture. *Plant Disease*, 100(1): 5-235. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-15-0574-FE>.
- Le Mire, G., Nguyen, M. L., Fassotte, B., du Jardin, P., Verheggen, F., Delaplace, P., Haissam, M. J. 2016. Review: implementing plant biostimulants and biocontrol strategies in the agroecological management of cultivated ecosystems. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement/Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 20. DOI: [10.25518/1780-4507.12717](https://doi.org/10.25518/1780-4507.12717).
- Matysiak, K., Miziniak, W., Kaczmarek, S., Kierzek, R. 2018. Herbicides with natural and synthetic biostimulants in spring wheat. *Ciencia Rural*, 48(11). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180405>.
- Paušič, A., Roškarič, M., Lešnik, M. 2023. Preharvest Treatments with Low-Risk Plant Protection Products Can Help Apple Growers Fulfill the Demands of Supermarket Chains Regarding Pesticide Residues and Marketing Apples under 0-Residue Brands. *Agronomy*, 13(4), 1151. DOI:10.3390/agronomy13041151.
- Pereira, R. V., Filgueiras, C. C., Doria, J., Penaflor, M. F. G. V., Willett, D.S. 2021. The Effects of Biostimulants on Induced Plant Defense. *Frontiers in Agronomy*, 3. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fagro.2021.630596>
- Rana, V. S., Sharma, S., Rana, N., Sharma, U. 2022. Sustainable production through biostimulants under fruit orchards. *Agriculture and Bioscience*, 3 (38). <https://cabiagbio.biomedcentral.com/articles/10.1186/s43170-022-00102-w>.
- Roškarič, M., Paušič, A., Valdhuber, J., Lešnik, M., Pulko, B. 2023. Development of a "0-Pesticide Residue" Grape and Wine Production System for Standard Disease-Susceptible Varieties. *Agronomy*, 13, 586. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020586>.
- Rouphael, Y., Colla, G. 2018. Synergistic Biostimulatory Action: Designing the Next Generation of Plant Biostimulants for Sustainable Agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 13 (9):1655. doi: 10.3389/fpls.2018.01655.
- Russo, R. O., Berlyn, G. P. 1991. The Use of Organic Biostimulants to Help Low Input Sustainable Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*, 1(2), 19–42. https://doi.org/10.1300/J064v01n02_04
- Tarigan, S. I., Toth, S., Szalai, M., Kiss, J., Turoczi, G., Toepfer, S. 2022. Biological control properties of microbial plant biostimulants. A review. *Biocontrol Science and Technology*, 32(12), 1351–1371. <https://doi.org/10.1080/09583157.2022.2129589>
- Uredba (ES) št. 1107/2009 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. oktobra 2009 o dajanju fitofarmacevtskih sredstev v promet in razveljavitvi direktiv Sveta 79/117/EGS in 91/414/EGS (Uredba o izvajanju uredb (ES) in (EU) o dajanju fitofarmacevtskih sredstev v promet (Uradni list RS, št. [5/15](#), [59/19](#), [9/20](#) in [99/23](#))).
- Uredba (EU) 2019/1009 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 5. junija 2019 o določitvi pravil o omogočanju dostopnosti sredstev za gnojenje EU na trgu, spremembi uredb (ES) št. 1069/2009 in (ES) št. 1107/2009 ter razveljavitvi Uredbe (ES) št. 2003/2003.
- Vildanova, M. S., Smirnova, E.A. 2016. Effects of different classes of plant hormones on mammalian cells. *Tsitologija*, 58(1): 5-15.
- Wood, G.E. 1979. Stress Metabolites of Plants – A Growing Concern. *Journal of Food Protection*, 42(6): 496-501.
- Yakhin, O., Lubyantsev, A., Yakhin, I., Brown, Patrick. 2017. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Frontiers in Plant Science*, 7. DOI: 10.3389/fpls.2016.02049.
- Yu, Z., Lu, T., Qian, H. 2023. Pesticide interference and additional effects on plant microbiomes. *Science of The Total Environment*, 888: 164149. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164149>.