

GLASILO BILJNE ZAŠTITE

GODINA XXV

RUJAN - LISTOPAD

BROJ 5

Renata BAŽOK¹, Maud BLANCK², Dana ČIRJAK PAVIĆ¹¹*Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet*²*French National Institute for Agriculture, Food, and Environment (INRAE), France**rbazok@agr.hr*

POKAZATELJI PROCJENE DOPRINOSA UZGOJNIH I NEKEMIJSKIH MJERA U ODRŽIVOJ ZAŠTITI BILJA

SAŽETAK

Prema Direktivi 2009/128/EC zemlje članice Europske unije imaju obvezu izraditi specifične smjernice za zaštitu pojedinih poljoprivrednih kultura po načelima integrirane zaštite bilja. Te smjernice moraju obuhvatiti sve uzgojne mjere kojima se smanjuje populacija pojedinih štetnih organizama, kao i raspoložive nekemijske metode za njihovo suzbijanje. Smjernice bi trebale vrednovati raspoložive mjere suzbijanja i pružiti jasnu sliku o tome koje se mjere i kako mogu kombinirati za postizanje boljeg učinka. Iako postoje mnogobrojni pokazatelji koji se koriste za praćenje mjera zaštite bilja, oni su uglavnom usmjereni na praćenje uporabe pesticida, a ne prate primjenu nekemijskih mjera i primjenu uzgojnih mjera kojima se utječe na populaciju štetnih organizama. U radu su prikazana dva pokazatelja utemeljena na LIFE projektu AGROWISE kojima se može odrediti doprinos pojedinih uzgojnih i izravnih mjera zaštite od štetnih organizama. Radi se o pokazateljima Pružena agronomska usluga (Agronomic Service Provided – ASP) i Poboljšanje pružene agronomske usluge (Improvement of Agronomic Service Provided – IASP). Prikazani su kriteriji koji se koriste za određivanje ASP-a te postupak koji se koristi da bi se odredio IASP za svaku mjeru. Razvijeni pokazatelji mogu se uporabiti za usporedbu sustava zaštite bilja i mjera diljem Europe i primjenjivi su na sve mjere zaštite usjeva, bez obzira na to sadrže li sredstva za zaštitu bilja ili ih ne sadrže. Očekuje se da će Europska komisija uputiti države članice da koriste ove pokazatelje pri izradi smjernica za integriranu zaštitu pojedinih kultura. Pritom se oni mogu koristiti kao pomoć pri definiranju obveznih mjera i nadstandarda za svaku pojedinu kulturu, a kreatori politika mogli bi ih također koristiti za definiranje nadstandarda koji se mogu programirati u sklopu mjera Zajedničke poljoprivredne politike. Na taj način može se poticati poljoprivredne proizvođače na usvajanje okolišu prihvatljivih praksi koje će pridonijeti

.....

smanjenju uporabe pesticida bez značajnih gubitaka u prinosima.

Ključne riječi: mjere integrirane zaštite bilja, pružena agronomska usluga, smjernice za integriranu zaštitu bilja

UVOD

Desetljećima su kemijski insekticidi bili najvažnije sredstvo za suzbijanje štetnika u poljoprivredi. Njihova prekomjerna uporaba dovela je do razvoja rezistentnosti mnogobrojnih štetnih organizama na većinu aktivnih tvari koje se danas koriste za njihovo suzbijanje, kao i do brojnih drugih negativnih posljedica, kao što su degradacija okoliša, onečišćenje podzemnih voda, pojava novih sekundarnih štetnih organizama i povećan rizik od izloženosti sredstvima za zaštitu bilja za radnike u poljoprivredi. Ovi problemi iziskuju hitnu potrebu za alternativnim metodama suzbijanja štetnika koje sprječavaju ili minimiziraju pojavu rezistentnosti i negativan utjecaj na korisne kukce i ekosustave (Lacey i Shapiro-Ilan, 2008; Witzgall i sur., 2008.).

S obzirom na ozbiljne posljedice za zdravlje i okoliš, europske vlasti, potrošači i društvo u cjelini traže drastično smanjenje uporabe kemijskih pesticida u kontekstu proizvodnje sigurne, visokokvalitetne i pristupačne hrane. Direktiva o održivoj uporabi pesticida (2009/128/EC) (Službeni list Europske unije, 2009.) uvedena je da bi se postavila jasna pravila i ciljevi za smanjenje uporabe sredstava za zaštitu bilja (SZB) kroz integrirano upravljanje štetnim organizmima (*integrated pest management* – IPM). Međutim, provedba te Direktive nije dovela do očekivanih smanjenja, što ukazuje na potrebu za praktičnijim i primjenjivijim pristupima za učinkovito upravljanje populacijama štetnika (Nicastro i sur., 2024.). Europski zeleni plan (EZP) postavio je nove ciljeve i definirao plan za njihovo postizanje strategijom “Od polja do stola” i strategijom za Bioraznolikost, koje bi do 2030. morale poboljšati održivost okoliša minimiziranjem uporabe SZB-a i povezanih rizika (Cuadros-Casanova i sur., 2023.; Pe’er i sur., 2022.). Nova politika EU-a donekle je ublažila stavove oko primjene SZB-a, no Direktiva 2009/128/EC, kojom se i dalje želi smanjiti njihova uporaba, nije upitna. Osim toga, zbog sve strožih kriterija koji se postavljaju u postupku registracije i ponovne evaluacije SZB-a, mnogo aktivnih tvari izgubilo je dozvolu za uporabu, a u najavi je i daljnje povlačenje s tržišta najmanje 75 aktivnih tvari sljedećih pet godina. Iako svjesni potrebe da se smanji primjena SZB-a, poljoprivredni su proizvođači opravdano zabrinuti da će, ako se ne pronađu alternativna rješenja, drastična smanjenja uporabe SZB-a zbog nižih prinosa ugroziti ekonomsku održivost poljoprivrede i egzistenciju poljoprivrednika, kao i proizvodnju hrane (Schneider i sur., 2023.).

Trenutačni propisi u većini članica EU-a ne promiču dovoljno korištenje onih mjera izravne zaštite bilja koje su zasnovane na niskom udjelu SZB-a ili uzgojnih mjera kojima se smanjuje populacija štetnih organizama (Finger i Mohring,

2022.). Različitim stupovima financiranja, u sklopu mjera ruralnog razvoja, države članice mogu poticati takve prakse. U nekim je zemljama intenzitet potpora za provedbu nekemijskih mjera suzbijanja ili za korištenje uzgojnih mjera kojima se smanjuje populacija štetnih organizama dosta visok, dok je u nekima (kao što je i Hrvatska) ograničen (primjerice korištenje feromona u voćarstvu ili mehaničko suzbijanje korova). S druge strane, prema Direktivi 2009/128/EC zemlje članice moraju obvezno izraditi specifične smjernice za zaštitu pojedinih poljoprivrednih kultura po načelima IPM-a. Te smjernice moraju obuhvatiti sve uzgojne mjere kojima se smanjuje populacija pojedinih štetnih organizama, kao i raspoložive nekemijske metode za njihovo suzbijanje.

Brojnim se neizravnim uzgojnim mjerama, kao i određenim mehaničkim, fizikalnim, bihevioralnim i biološkim mjerama može utjecati na smanjenje populacije štetnih organizama, no da bi se postigao puni učinak i značajno smanjenje populacije, nije dovoljno primijeniti samo jednu mjeru, nego ih treba kombinirati i sustavno primjenjivati. U literaturi postoje brojni podatci o učinku svake od pojedinih mjera zasebno, no ti podatci često nisu dovoljno dostupni zakonodavcima, kao ni proizvođačima koji onda nisu sigurni kako ih primijeniti i što očekivati. Također, nedostaju istraživanja koja obuhvaćaju cjelokupnu strategiju suzbijanja svih štetnika na pojedinoj kulturi jer je IPM više od pukog skupa pojedinačnih mjera.

IPM je strategija utemeljena na osam osnovnih načela, koja prema Barzman i sur. (2015.) uključuje: 1) prevenciju i suzbijanje; 2) praćenje; 3) donošenje odluke; 4) primjenu nekemijskih metoda; 5) odabir pesticida; 6) smanjenu uporabu pesticida; 7) antirezistentne strategije; i 8) evaluaciju rezultata. IPM podrazumijeva sustavno proučavanje kompatibilnosti i optimizacije istodobno primijenjenih praksi (Karlsson Green i sur. 2020.). Za znanstvenike, ali i za poljoprivredne proizvođače, iznimno je važno razumjeti kako te prakse međusobno djeluju i kako se mogu prilagoditi različitim uvjetima. Neke mjere mogu biti učinkovite same po sebi, dok druge treba kombinirati da bi se osigurao zadovoljavajući učinak na štetnike (Higbee i Burks 2021.). Nedostatak razumijevanja svega navedenoga značajna je prepreka široj primjeni IPM-a u poljoprivrednoj proizvodnji.

Znanstvenici se, da bi osigurali dovoljno informacija koje će koristiti zakonodavci pri kreiranju politika i mjera kojima se potiče smanjenje uporabe SZB-a, kao i poljoprivrednici u svakodnevnom obavljanju poljoprivredne djelatnosti, moraju usmjeriti na tri cilja: 1) iznaći nova alternativna rješenja koja će omogućiti manju ovisnost poljoprivredne proizvodnje o kemijskoj metodi zaštite bilja uz istodobno osiguranje stabilnih prinosa; 2) osigurati jasne informacije i vrednovati mjere integrirane zaštite bilja koje stoje na raspolaganju za suzbijanje štetnih organizama na pojedinim kulturama, a daju zadovoljavajuće rezultate; 3) razviti održive strategije integrirane zaštite pojedinih kultura koje su praktične, izvedive i učinkovite za poljoprivrednike

(Stenberg 2017.).

Cilj je ovoga rada prikazati pokazatelje koji se koriste za procjenu učinka pojedinih mjera integrirane zaštite bilja te posebno prikazati nove pokazatelje razvijene u LIFE projektu AGROWISE, kojima se može odrediti doprinos pojedinih mjera IPM-a. Ti pokazatelji mogu se koristiti za usporedbu sustava zaštite bilja i praksi diljem Europe i primjenjivi su na sve prakse zaštite usjeva, bez obzira na to sadrže li SZB ili ne sadrže.

POKAZATELJI RIZIKA OD PESTICIDA

Postoji nekoliko kvantitativnih pokazatelja iz Nacionalnih akcijskih planova razvijenih prema Direktivi 2009/128/EZ. Općenito, oni procjenjuju SZB, njihovu uporabu i utjecaj.

Pokazatelj rizika od pesticida na radnom mjestu i za okoliš (Pesticide Occupational and Environmental Risk indicator – POCER) koristi se za procjenu rizika od izloženosti na radnom mjestu i rizika za okoliš od uporabe pesticida u poljoprivredi za tipične uvjete u Flandriji (Vercruysse i Steurbaut 2002.). Opterećenje pesticidima (Pesticide Load - PL) uvedeno je kao zamjena za indeks učestalosti tretmana (Treatment Frequency Indeks – TFI) kao službeni pokazatelj rizika od pesticida u Danskoj (Kudsk i sur. 2018.). PL se sastoji od tri podindikatora: a) za ljudsko zdravlje; b) ekotoksikologiju; i c) ponašanje u okolišu. Neki pokazatelji, poput PROCER-a i PL-a, kreirani su tako da budu prikladni kako bi zakonodavci mogli pratiti uporabu pesticida, a neki su razvijeni kao alat za poljoprivrednike i savjetnike da bi pomogli u odabiru pesticida s najmanjim utjecajem na okoliš (Reus i sur. 2002.). POCER se predlaže za korištenje kao alat za donošenje odluka o poljoprivrednoj i nepoljoprivrednoj uporabi pesticida (Claeys i sur. 2005.).

S druge strane, razvijeni su odvojeni pokazatelji za mjerenje rizika od pesticida za ljudsko zdravlje (Maggi i sur. 2021.; Galimberti i sur. 2024.), za kvalitetu vode (Kookana i sur. 2005.) ili rizika pesticida za okoliš (Falconer 2002.; Trevisan i sur. 2009.; Muhammetoglu i sur. 2010.; Feola i sur. 2011.).

Harmonizirani pokazatelj rizika (HRI) kao ključna komponenta Direktive o održivoj uporabi pesticida (2009/128/EZ) alat je koji se koristi za mjerenje rizika povezanoga s uporabom pesticida i ima cilj smanjiti rizik od pesticida za ljudsko zdravlje i okoliš. Postoje dva glavna HRI pokazatelja: HRI 1, koji se usredotočuje na količine aktivnih pesticidnih tvari stavljenih na tržište i njihove povezane čimbenike rizika, te HRI 2 koji prati broj hitnih odobrenja za uporabu pesticida. Street je (2023.) predložio usporedni pristup procjeni rizika koji definira relativni rizik povezan s uporabom pojedinačnih aktivnih sastojaka i realističniji je pristup razvoju HRI-ja koji bi omogućio mjerenje napretka u postizanju ciljeva utvrđenih strategijom "Od polja do stola". Novi pristup koji je predložio Street (2023.) može se primijeniti u objektivnoj usporedbi opcija tretiranja usjeva

agregiranjem rizika povezanih s uporabom nekoliko proizvoda koji se koriste u uobičajenoj praksi proizvodnje usjeva. Države članice, Belgija i Danska, također su predložile alternative tom indikatoru koje stavljaju manji naglasak na količine plasirane na tržište, a veći je naglasak na kemijski aktivnim tvarima i potencijalnim rizicima za ljudsko zdravlje i okoliš (Kruijne i Wipfer 2023.).

Postojeći pokazatelji za evaluaciju i ocjenjivanje mjera suzbijanja štetnih organizama sažeti su u dokumentu „Farmer’s Toolbox for Integrated Pest Management (Europska komisija, 2023.). Međutim, svi ti pokazatelji procjenjuju uporabu pesticida i njihov utjecaj te često ne uspijevaju identificirati ekstremni rizik od pesticida (Möhring i sur. 2019.), a i nisu prikladni za mjerenje napretka u prihvaćanju održivih praksi suzbijanja štetnih organizama. Zapravo je ograničenje svih ovih pokazatelja u tome što ni uporaba ni opis, ili modeliranje utjecaja, nisu prikladni za praćenje promicanja i provedbe svih načela IPM-a.

POKAZATELJI DOPRINOSA MJERA ZAŠTITE BILJA

U sklopu LIFE projekta „AGROWISE“ u kojemu sudjeluju i znanstvenici iz Hrvatske, razvijena je osnova za nove pokazatelje kojima se vrednuje doprinos pojedinih mjera zaštite bilja u održivoj poljoprivredi. U tu svrhu razvijena su dva pokazatelja kojima se ocjenjuju mjere IPM-a: Pružena agronomska usluga (Agronomic Service Provided – ASP) i Poboljšanje pružene agronomske usluge (Improvement of Agronomic Service Provided – IASP).

Pružena agronomska usluga (ASP)

Pružena agronomska usluga (ASP) pokazatelj je u kojoj mjeri i koliko se učinkovito pojedina mjera IPM-a može integrirati u rutinsku poljoprivrednu praksu uz održavanje kvalitete usjeva i prinosa, tj. osiguravanje jednakog ili višeg prihoda za poljoprivrednike. Procjena ASP-a uzima u obzir 11 kriterija (tablica 1), kao što su učinkovitost mjere protiv ciljanog štetnika, njezina sposobnost da smanji uporabu pesticida, važnost štetnika (sposobnost da izazove štete) te izravan i neizravan utjecaj mjere na bioraznolikost. Također uzima u obzir je li riječ o preventivnoj ili kurativnoj mjeri, je li primjenjiva u prostoru i vremenu te kako utječe na razvoj otpornosti štetnika.

Na temelju ocjena svakog pojedinog kriterija za svaku mjeru procjenjuje se ASP ocjenama od 0 do III.

Veliki ASP (ASP III) – označava mjere koje su ključne za suzbijanje važnih štetnika i imaju snažan kurativni ili preventivni učinak. Takve mjere potpuno, ili gotovo potpuno, zaustavljaju zarazu ili su bitne za upravljanje štetnim organizmima. Mjere s velikim ASP-om imaju vrlo visoku učinkovitost i mogu spriječiti ili gotovo potpuno upravljati zarazom, što ih čini relativno rijetkim, ali vrlo vrijednim mjerama za suzbijanje štetnika. Procijenjena učinkovitost je

između 80 i 100 %.

Umjereni ASP (ASP II) – označava mjere koje su korisne, ali manje važne od onih s velikim ASP-om. Iako pružaju značajnu zaštitu od štetnih organizama, njihov je učinak ograničen i ne mogu potpuno spriječiti ili ukloniti štetu. Međutim, i dalje su važne za smanjenje ekonomski značajnih gubitaka. Umjereni ASP označava mjere koje pružaju značajnu ali ne i potpunu zaštitu. Ove mjere često je potrebno kombinirati s drugima da bi se postigla visoka razina učinkovitosti. Procijenjena učinkovitost je između 50 i 80 %.

Niski ASP (ASP I) – uključuje mjere koje imaju ograničenu učinkovitost ili su malo važne u suzbijanju ciljanog štetnog organizma. Iako mogu smanjiti određene vrste štete, ne donose značajan napredak u suzbijanju štetnih organizama. Obično se takve mjere odnose na specifične aspekte zaštite, npr. određeni dio biljke ili određenu fazu rasta. Niski ASP odražava ograničen učinak i čini te mjere manje učinkovitima. Procijenjena razina učinkovitosti je između 10 % i 50 %. I dalje su mjere s niskim procijenjenim ASP-om prihvatljive za kombiniranje s drugim mjerama.

Nedovoljan ASP (ASP 0) – uključuje mjere koje pružaju minimalnu ili nikakvu značajnu korist za suzbijanje štetnih organizama. Mogu biti potpuno neučinkovite ili imati zanemariv utjecaj u usporedbi s drugim dostupnim opcijama, što ukazuje na to da mjera ne daje vrijedan doprinos suzbijanju štetnika. Procijenjeni postotak koristi je između 0 i 10 %.

Tablica 1. Opis kriterija za procjenu pružene agronomske usluge (ASP) mjera IPM-a

Table 1 Description of the criteria for assessment of Agronomic Service Provided (ASP) for IPM practices

KRITERIJ	DEFINICIJA
Naziv mjere	Opis vrednovane mjere
Učinkovitost na ciljanu vrstu štetnog organizma	Mjeri se učinkovitost mjere na ciljani štetni organizam u postotcima. Ocjenjuje se od 1 (niska učinkovitost) do 5 (visoka učinkovitost).
Kapacitet za smanjenje korištenja kemijskih SZB-a	Procjenjuje se do koje će razine uvođenje mjere IPM-a smanjiti primjenu kemijskih SZB. Ocjene se kreću od 1 (mali potencijal) do 5 (potpuna zamjena SZB-a).
Razina štetnosti ciljanog organizma	Ocjenjuje se utjecaj štetnog organizma. Štetnici koji imaju minimalan utjecaj na razvoj kulture ocjenjuju se s 1, a važni štetnici koji izazivaju redovito značajne štete na kulturi ocjenjuju se sa 5. Ocjena treba biti, kada je to moguće, zasnovana na istraživanjima u polju ili na podacima iz literature.
Učinak na biološku raznolikost	Ocjenjuje se izravan učinak na biološku raznolikost. Ocjene idu od "--" (negativan utjecaj) do "++" (pozitivan utjecaj) s pet razina ("--", "-", "0", "+", "++"), pri čemu jako pozitivan utjecaj znači porast pojedinih parametara biološke raznolikosti. Pri tome ovi parametri uključuju izravan učinak mjere na biološku raznolikost. Taj učinak treba biti ocijenjen na temelju rezultata istraživanja i/ili podataka iz literature. Ako nema podataka iz literature, učinak procjenjuje panel eksperata.

Povezanost mjere s preventivom	Označava je li mjera preventivna (Da) ili nije (Ne).
Učinak na druge okolišne parametre	Procjenjuje se širi okolišni utjecaj na npr. tlo ili vodu. Ocjenjuje se kao negativan (-), neutralan (0), ili pozitivan (+). Cilj je ovoga kriterija identificirati, ako je to moguće, u kojem se području zaštite okoliša učinak može utvrditi, bilo da je pozitivan, neutralan ili negativan. Ti učinci mogu značajno varirati i mogu uključivati npr. neizravan učinak na biološku raznolikost (kroz smanjenu uporabu pesticida), unos dušika ili očuvanje vodenih resursa.
Teritorijalni raspon	Na kojem području učinci mjere trebaju biti procijenjeni: polje (<4 ha), skupina polja, ili teritorij.
Vremenski raspon	Kakva je dinamika djelovanja? Radi li se o učinku vidljivu odmah u godini primjene, u godini/godinama nakon primjene ili se radi o kumulativnu učinku nakon višekratne primjene te mjere? Tri su mogućnosti za ocjenu ovog kriterija: godišnji, višegodišnji i kumulativni. Ovaj kriterij omogućava uvid u činjenicu da neke mjere osiguravaju dodatan učinak ili uslugu kada se ponovno primjenjuju (kumulativni učinak) ili kada su primijenjene i sačuvane tijekom dužeg razdoblja (dugotrajan učinak). Ova je informacija važna kod donošenja odluke o potrebi motiviranja poljoprivrednika za uvođenje pojedine mjere.
Predviđanje	Procjenjuje vrijeme potrebno da određena mjera počne djelovati: 1 (dan), 2 (tjedan), 3 (mjesec), 4 (godina) i 5 (više godina).
Mogućnost da će primjena mjere dovesti do razvoja rezistentnosti ciljanog organizma	Procjenjuje vjerojatnost da će ciljani štetnik razviti rezistentnost na evaluiranu mjeru (malo vjerojatno, moguće i vjerojatno).
Mogućnost da će primjena mjere modulirati razvoj rezistentnosti ciljanog organizma na druge načine suzbijanja (npr. na neke insekticide) – modulacija rizika od rezistentnosti	Učinak nove mjere na opći rizik od razvoja rezistentnosti, uključujući učinke tretmana koje mjera izravno ne cilja (smanjenje, bez učinka ili povećanje rizika).
Pružena agronomska usluga (ASP- Agronomic service provided)	Pokazuje koliko dobro mjera održava prinose i prihod istodobno uz zaštitu usjeva. Procjena ASP-a ocjenjuje se na temelju već navedenih parametara, ocijenjenih kao: Veliki ASP (ASP III); Umjereni (ASP II) ili Nizak (ASP I) te Nedovoljan ASP (ASP 0).

Poboljšanje pružene agronomske usluge (IASP)

Poboljšanje pružene agronomske usluge (IASP) drugi je ključni parametar kojim se procjenjuje napredak koji ocjenjivana mjera donosi u usporedbi s postojećim (standardnim) praksama zaštite bilja. Procjena IASP-a uzima u obzir čimbenike poput inovacije, tj. uvođenja novih načina djelovanja i učinkovitosti, tj. poboljšana upravljanja štetnim organizmima, veće prinose i više prihode. Također se uzima u obzir praktičnost, tj. jednostavnost provedbe i isplativost

prakse.

Parametar IASP kategoriziran je u četiri razine na temelju stupnja napretka koji nova praksa nudi u usporedbi s postojećim praksama, definiranim kao „referentne prakse“ za istu kombinaciju usjeva/štetnika.

Veliko poboljšanje (IASP III) – odnosi se na mjere koje uvode novi mehanizam djelovanja i pokazale su visok stupanj učinkovitosti i pouzdanosti. Takve su mjere očito superiornije postojećim mjerama, posebno u situacijama gdje potrebe zaštite nisu adekvatno zadovoljene i ključni štetni organizam značajna je prijetnja. Mjere na ovoj razini itekako poboljšavaju suzbijanje štetnih organizama te održavaju ili poboljšavaju prinos i kvalitetu. Ova ocjena odnosi se na mjere koje temeljno mijenjaju strategije suzbijanja štetnih organizama. Njome se mogu ocijeniti i mjere koje su ocjenjene kao ASP I ili ASP II, ako se radi o mjerama koje su barem donekle učinkovite na štetne organizme koji nisu uspješno suzbijani nijednom drugom mjerom suzbijanja ili ako se radi o mjerama koje postižu osrednju učinkovitost na štetne organizme kod kojih primijenjene mjere suzbijanja (referentne mjere) ne daju zadovoljavajući rezultat.

Važno poboljšanje (IASP II) i Umjereno poboljšanje (IASP I) – odnosi se na mjere koje pokazuju dobru učinkovitost u usporedbi sa standardnim strategijama zaštite, posebno u kontekstima gdje postojeće metode suzbijanja nisu adekvatne. Iako utjecaj ovih mjera ne dovodi nužno do transformacije proizvodnih praksi, mjere nude značajan napredak u prinosu, kvaliteti i suzbijanju štetnih organizama. Percipirana vrijednost tih poboljšanja može se dodatno povećati lakoćom provedbe i ekonomskim koristima, što ih čini atraktivnom opcijom za poljoprivrednike.

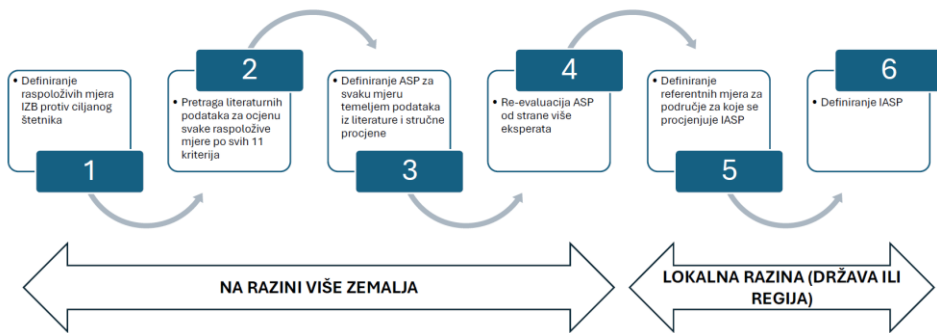
Nulto poboljšanje (IASP 0) odnosi se na mjere koje imaju nedovoljan ASP (ASP 0) jer se kod niske učinkovitosti ne može očekivati značajno poboljšanje.

Zajedno, ASP i IASP pružaju sveobuhvatan okvir za procjenu vrijednosti i poboljšanja IPM mjera vrednovanjem njihove učinkovitosti, održivosti i ekonomskih koristi za poljoprivrednike.

METODIKA ODREĐIVANJA POKAZATELJA ASP-a i IASP-a

U studiji slučaja provedenoj u sklopu projekta AGROWISE (Bažok i sur., u pripremi) vrednovane su sve raspoložive mjere integrirane zaštite jabuke od jabukova savijača te su određeni predloženi pokazatelji. Za svaku je mjeru procijenjena pružena agronomska usluga (ASP) i poboljšanje pružene agronomske usluge (IASP). U tu svrhu provedeni su koraci prikazani slikom 1. Panel stručnjaka najprije je definirao sve raspoložive mjere koje pridonose smanjenju populacije jabukova savijača (1). Nakon toga provedeno je opsežno istraživanje literature da bi se za svaku mjeru utvrdili raspoloživi podatci o svakom od 11 kriterija na temelju kojih se procjenjuje ASP (2). Uži radni tim

predložio je ocjenu svake mjere po svih 11 kriterija, kao i konačni ASP (3). Pritom su u obzir uzeti dostupni rezultati istraživanja iz literature, kao i rezultati vlastitih istraživanja i stručna procjena članova radnog tima. Predložene ocjene svake mjere po svakom kriteriju potom su re-evaluirali stručnjaci iz ostalih zemalja sudionica u projektu (4). Svaka je zemlja nakon toga definirala lokalne referentne mjere suzbijanja jabukova savijača (5). Nakon toga svaka je zemlja procijenila poboljšanje pružene agronomske usluge (IASP) ovisno o referentnoj praksi koja se u toj zemlji primjenjuje (6).



Slika 1. Koraci za procjenu doprinosa mjera integrirane zaštite bilja na temelju kriterija Pružena agronomska usluga (ASP) i Poboljšanje pružene agronomske usluge (IASP)

Figure 1 Steps in the evaluation of the contribution of the IPM measures based on two criteria: Agronomic service provides (ASP) and Improvement in agronomic service provided (IASP)

PRIMJER ODREĐIVANJA POKAZATELJA ASP i IASP

U sklopu LIFE projekta AGROWISE napravljene su tri studije slučaja, da bi demonstrirali primjenjivost razvijenih pokazatelja te utvrdili mogućnost njihova korištenja. Jedna od studija slučaja prikazala je suzbijanje jabukova savijača, za čije je suzbijanje moguće koristiti 19 različitih mjera. Rezultati su se razlikovali među mjerama, što ističe razlike u učinkovitosti, mogućnosti smanjenja uporabe pesticida, utjecaju na bioraznolikost i drugim parametrima. Tablica 2 prikazuje primjer određivanja pokazatelja ASP-a i IASP-a za primjenu *Cydia pomonella* Granulovirusa.

Tablica 2. Primjer određivanja pružene agronomske usluge (ASP) za mjeru *Cydia pomonella* Granulovirus – CpGV**Table 2** ASP evaluation for *Cydia pomonella* Granulovirus – CpGV as IPM practice

KRITERIJ	VRIJEDNOST	IZVOR
Učinkovitost na ciljanu vrstu štetnog organizma (%)	75 – 95	Eberle i Jehle, 2006.
Kapacitet za smanjenje korištenja kemijskih SZB-a /5	4	Fan i sur., 2022.
Razina štetnosti ciljanog organizma /5	5	Huber i Dickler, 1977.
Učinak na biološku raznolikost (--, -,0, +, ++)	0	Lacey i sur., 2004.
Povezanost mjere s preventivom (Da/Ne)	Ne	Lacey i sur., 2008.
Učinak na duge okolišne parametre(-,0, +)	+	Sauphanor i sur., 2006.
Teritorijalni raspon	Polje (<4 ha)	Sauer, 2017.
Vremenski raspon	Godišnji učinak	Stará i Kocourek, 2003.
Predviđanje /5	3 – mjesec	
Mogućnost da će primjena mjere dovesti do razvoja rezistentnosti ciljanog organizma	Vjerojatno	
Mogućnost da će primjena mjere modulirati razvoj rezistentnosti ciljanog organizma na druge načine suzbijanja (npr. na neke insekticide) – modulacija rizika od rezistentnosti	Smanjenje	
Pružena agronomska usluga ASP (Agronomic service provided)	II – Umjereni	

Poboljšanje pružene agronomske usluge (IASP), kao važan pokazatelj koji se prije svega razmatra na nacionalnoj razini, ocjenjuje se u odnosu na referentnu praksu. U Hrvatskoj se pod referentnom praksom podrazumijeva primjena od pet do sedam insekticidnih tretmana po sezoni. Na temelju rasprave radne skupine stručnjaka i pregleda relevantne literature procijenjeno je da navedena mjera – CpGV – ostvaruje razinu IASP II, odnosno značajno poboljšanje. Time je ova mjera ocijenjena učinkovitom u usporedbi sa standardnim strategijama zaštite, ipak potrebno ju je kombinirati sa ostalim mjerama integrirane zaštite. IASP pokazatelj za mjeru CpGV određivan je i u drugim zemljama. Navedena mjera ocijenjena je istom ocjenom i u Francuskoj i Irskoj, dok je u Italiji ocijenjena kao veliko poboljšanje (IASP III). Istodobno je u Njemačkoj, gdje se CpGV primjenjuje kao referenta praksa, IASP ocijenjen kao nulto poboljšanje (IASP 0).

KAKO KORISTITI PREDLOŽENE POKAZATELJE?

Direktiva o održivoj uporabi pesticida (2009/128/EZ) predviđa da će zemlje članice razviti smjernice za integriranu zaštitu pojedinih kultura u kojima će

jasno definirati obvezne i druge raspoložive mjere suzbijanja svakog pojedinog štetnog organizma na toj kulturi. Sukladno odredbama Direktive kod nas je 2025. godine donesen Pravilnik o integriranoj zaštiti bilja (Narodne novine, 2025.) koji također predviđa izradu smjernica za pojedine kulture i jasno definiranje obveznih mjera i mjera koje su dobrovoljne i označavaju se kao nadstandardi.

Projekt AGROWISE u sklopu kojega su razvijeni novi pokazatelji, provodi se kao projekt potpore politikama. Takvi se projekti odnose na inicijative financirane u okviru programa LIFE EU-a, a cilj je pridonijeti provedbi, ažuriranju i razvoju politika i zakonodavstva EU-a u području okoliša, prirode i klime. U tom smislu projekt razvija prilagođene preporuke koje će državama članicama olakšati izradu smjernica za integriranu zaštitu usjeva i nasada (uključujući i travnjake) te podržava države članice u postavljanju, procjeni i provedbi specifičnih smjernica za usjeve i nasade u skladu s načelima IZB-a.

Prikazani pokazatelji bit će jedna od glavnih preporuka ovoga projekta te se očekuje da će Europska komisija države članice uputiti na korištenje svih pokazatelja pri izradi smjernica za pojedine kulture. Pritom se prikazani pokazatelji mogu koristiti kao pomoć pri definiranju obveznih mjera i nadstandarda za svaku pojedinu kulturu, a kreatori politika bi prikazane pokazatelje mogli također koristiti za definiranje nadstandarda koji se mogu programirati u sklopu mjera Zajedničke poljoprivredne politike. Tako se može poticati poljoprivredne proizvođače na usvajanje okolišno prihvatljivih praksi koje će pridonijeti smanjenju uporabe pesticida bez značajnih gubitaka u prinosima.

Iskustvo znanstvenika iz Hrvatske koji su sudjelovali u tom projektu i dali svoj doprinos upravo u ovom specifičnom zadatku treba biti iskorišteno u nadležnom Ministarstvu pri izradi specifičnih smjernica za integriranu zaštitu.

INDICATORS OF THE CONTRIBUTION OF INTEGRATED PEST MANAGEMENT PRACTICES TO SUSTAINABLE AGRICULTURE

SUMMARY

Directive on sustainable use of pesticides (2009/128/EC) requires Member States to develop specific guidelines for the protection of individual agricultural crops in accordance with the principles of integrated pest management (IPM). These guidelines must include all cultivation practices that reduce the population of individual harmful organisms and available non-chemical methods to control them. The guidelines should evaluate the available control practices and provide a clear picture of how and which practices can be combined to achieve better results. Although there are numerous indicators for monitoring plant protection practices, they mainly focus on monitoring the

use of pesticides and do not monitor the implementation of non-chemical practices and the implementation of cultivation practices that reduce the population of harmful organisms. This paper presents two indicators developed through the LIFE AGROWISE project that can be used to determine the contribution of various IPM practices. These are: Agronomic Service Provided (ASP) and Improvement of Agronomic Service Provided (IASP). The criteria for determining the ASP and the procedure for determining the IASP for each measure are presented. The indicators developed can be used for the Europe-wide comparison of plant protection systems and measures and are applicable to all plant protection practices, regardless of whether they contain plant protection products or not. It is expected that the European Commission will instruct Member States to use these indicators when developing IPM guidelines for individual crops. They can help define mandatory and voluntary practices for each crop, and policy makers could also use them to define voluntary practices that can be programmed as part of Common Agricultural Policy. In this way, farmers can be encouraged to adopt environmentally friendly practices that will contribute to a reduction in pesticide use without significant yield losses.

Key words: agronomic service provided, integrated pest management (IPM) practices, IPM guidelines

LITERATURA

Barzman, M., Bàrberi, P., Birch, A.N.E., Boonekamp, P.M., Dachbrodt-Saaydeh, S., Graf, B., Hommel, B., Jensen, J.E., Kiss, J., Kudsk, P., Lamichhane, J.R., Messéan, A., Moonen, A.C., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J.L., Sattin, M. (2015.). Eight principles of integrated pest management. *Agron. Sustain. Dev.* 35:1199–1215. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0327-9>

Claeys, S., Vagenende, B., De Smet, B., Lelieur, L., Steurbaut, W. (2005.). The POCER indicator: A decision tool for non-agricultural pesticide use. *Pest Manag. Sci.* 61:779–786. <https://doi.org/10.1002/ps.1062>

Cuadros-Casanova, I., Cristiano, A., Biancolini, D., Cimatti, M., Sessa, A.A., Mendez Angarita, V.Y., Di Marco, M. (2023.). Opportunities and challenges for Common Agricultural Policy reform to support the European Green Deal. *Conserv. Biol.* 37(3):e14052. <https://doi.org/10.1111/cobi.14052>

Eberle, K.E., Jehle, J.A. (2006.). Field resistance of codling moth against *Cydia pomonella* granulovirus (CpGV) is autosomal and incompletely dominant inherited. *J. Invertebr. Pathol.* 93:201–6

European Commission (2023.). Farmer's toolbox for integrated pest management – Final report. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2762/457165> Accessed 11 March 2025

Falconer, K. (2002.). Pesticide environmental indicators and environmental policy. *J. Environ. Manage.* 65:285–300. <https://doi.org/10.1006/jema.2002.0550>

- Feola, G., Rahn, E., Binder, C.R. (2011.).** Suitability of pesticide risk indicators for Less Developed Countries: A comparison. *Agric. Ecosyst. Environ.* 142(3–4):238–245. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.05.014>
- Finger, R., Möhring, N. (2022.).** The adoption of pesticide-free wheat production and farmers' perceptions of its environmental and health effects. *Ecol. Econ.* 198:107463. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107463>
- Fan, J., Jehle, J.A., Rucker, A., Nielsen, A.L. (2022.).** First evidence of CpGV resistance of codling moth in the USA. *Insects* 13(6):533. <https://doi.org/10.3390/insects13060533>
- Galimberti, F., Bopp, S., Carletti, A., Catarino, R., Claverie, M., Florio, P., Ippolito, A., Jones, A., Marchetto, F., Olvedy, M., Pistocchi, A., Verhegghen, A., Van Der Velde, M., Vieira, D., d'Andrimont, R. (2024.).** From parcels to people: Development of a spatially explicit risk indicator to monitor residential pesticide exposure in agricultural areas. *J. Environ. Manag.* <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.10990>
- Higbee, B.S., Burks, C.S. (2021.).** Individual and additive effects of insecticide and mating disruption in integrated management of navel orangeworm in almonds. *Insects* 12(2):188. <https://doi.org/10.3390/insects12020188>
- Huber, J., Dickler, E. (1977.).** Codling moth granulosis virus: its efficiency in the field in comparison with organophosphorus insecticides. *J. Econ. Entomol.* 70(5):557–561. <https://doi.org/10.1093/jee/70.5.557>
- Karlsson Green, K., Stenberg, J.A., Lankinen, Å. (2020.).** Making sense of Integrated Pest Management (IPM) in the light of evolution. *Evol. Appl.* 13:1791–1805. <https://doi.org/10.1111/eva.13067>
- Kookana, R.S., Correll, R.L., Miller, R.B. (2005.).** Pesticide Impact Rating Index – A pesticide risk indicator for water quality. *Water Air Soil Pollut. Focus* 5:45–65. <https://doi.org/10.1007/s11267-005-7397-7>
- Kruijne, R., Wipfler, L. (2023.).** Appreciation of harmonised risk indicator proposals: alternatives proposed by Member States Belgium and Denmark for the Harmonised Risk Indicator F2F1. Wageningen Environmental Research, Wageningen University & Research, Report No. 648153.
- Kudsk, P., Jørgensen, L.N., Ørum, J.E. (2018.).** Pesticide Load—A new Danish pesticide risk indicator with multiple applications. *Land Use Policy* 70:384–393. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.010>
- Lacey, L.A., Arthurs, S., Knight, A., Becker, K., Headrick, H. (2004.).** Efficacy of codling moth granulovirus: effect of adjuvants on persistence of activity and comparison with other larvicides in a Pacific Northwest apple orchard. *J. Entomol. Sci.* 39(4):500–513.
- Lacey, L.A., Shapiro-Ilan, D.I. (2008.).** Microbial control of insect pests in temperate orchard systems: potential for incorporation into IPM. *Annu. Rev. Entomol.* 53:121–144. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093419>
- Maggi, F., Tang, F.H.M., Black, A.J., Marks, G.B., McBratney, A. (2021.).** The pesticide health risk index—An application to the world's countries. *Sci. Total. Environ.* 801:149731. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149731>
- Möhring, N., Gaba, S., Finger, R. (2019.).** Quantity-based indicators fail to identify extreme pesticide risks. *Sci Total Environ* 646:503–523. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.287>
- Muhammetoglu, A., Durmaz, S., Uslu, B. (2010.).** Evaluation of the environmental

impact of pesticides by application of three risk indicators. *Environ. Forensics* 11(1–2):179–186. <https://doi.org/10.1080/15275920903559180>

Narodne novine (2025.). Pravilnik o integriranoj zaštiti bilja. Narodne novine 65/2025.

Nicastro, R., Papale, M., Fusco, G.M., Capone, A., Morrone, B., Carillo, P. (2024.). Legal barriers in sustainable agriculture: Valorization of agri-food waste and pesticide use reduction. *Sustainability* 16(19):8677. <https://doi.org/10.3390/su16198677>

Pe'er, G., Finn, J.A., Díaz, M., Birkenstock, M., Lakner, S., Röder, N., (2022.). How can the European Common Agricultural Policy help halt biodiversity loss? Recommendations by over 300 experts. *Conserv. Lett.* 15(6): e12901. <https://doi.org/10.1111/conl.12901>

Reus, J., Leendertse, P., Bockstaller, C., Fomsgaard, I., Gutsche, V., Lewis, K., Nilsson, C., Pussemier, L., Trevisan, M., van der Werf, H., Alfarroba, F., Blümel, S., Isart, J., McGrath, D., Seppälä, T. (2002.). Comparison and evaluation of eight pesticide environmental risk indicators developed in Europe and recommendations for future use. *Agric. Ecosyst. Environ.* 90:177–187. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00197-9](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00197-9)

Sauer, A.J. (2017.). Novel types of resistance of codling moth to *Cydia pomonella* granulovirus. Ph.D. thesis, Technische Universität Darmstadt, Germany

Sauphanor, B., Berling, M., Toubon, J.F., Reyes, M., Delnatte, J. (2006.). Carpocapse des pommes: cas de resistance aux virus de la granuloze dans le Sud-Est. *Phytoma* 590:24–27

Schneider, K., Barreiro-Hurle, J., Rodriguez-Cerezo, E. (2023.). Pesticide reduction amidst food and feed security concerns in Europe. *Nat. Food* 4(9):746–750. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00834-6>

Službeni list Europske unije (2009.). Direktiva 2009/128/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u postizanju održive upotrebe pesticida. Službeni list Europske unije, L 309/71

Stará, J., Kocourek, F. (2003.). Evaluation of efficacy of *Cydia pomonella* granulovirus (CpGV) to control the codling moth (*Cydia pomonella* L., Lep.: Tortricidae) in field trials. *Plant Prot. Sci.* 39(4):117–125. <https://doi.org/10.17221/3830-PPS>

Stenberg, J.A. (2017.). A conceptual framework for integrated pest management. *Trends Plant. Sci.* 22(9):759–769. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2017.06.010>

Street, J. (2023.). Development of harmonised risk indicators for crop protection products and their use in comparative risk assessment. *ACS Agric. Sci. Technol.* 3:241–248. <https://doi.org/10.1021/acsagascitech.2c00237>

Trevisan, M., Di Guardo, A., Balderacchi, M. (2009.). An environmental indicator to drive sustainable pest management practices. *Environ. Model. Softw.* 24:994–1002. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2008.12.008>

Vercruysse, F., Steurbaut, W. (2002.). POCER, the pesticide occupational and environmental risk indicator. *Crop. Prot.* 21(4):307–315. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00102-8](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00102-8)

Witzgall, P., Stelinski, L., Gut, L., Thomson, D. (2008.). Codling moth management and chemical ecology. *Annu. Rev. Entomol.* 53:503–522. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093323>

pregledni članak