

Božena DEŽDEK¹, Darija LEMIC²

¹ *Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i ribarstva, Uprava za stručnu podršku razvoju poljoprivrede, Sektor za stručno savjetovanje u poljoprivredi, Služba za izvještajno-prognozne poslove u poljoprivredi, Zagreb*

² *Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju bozena.dezdjek@mps.hr; dlemic@agr.hr*

IZAZOVI SUZBIJANJA ŠTETNIKA U UVJETIMA KLIMATSKIH PROMJENA (S PRIMJERIMA IZ RATARSKE PROIZVODNJE)

SAŽETAK

Klimatske promjene donose brojne izazove u poljoprivrednu proizvodnju, a jedan je od najvažnijih utjecaja promjena dinamike štetnih organizama. Porast globalnih temperatura, promjene u obrascima oborina, toplinski valovi i drugi ekstremni vremenski događaji rezultiraju širenjem geografskog područja štetnika, većim preživljavanjem tijekom zimskih mjeseci, povećanjem broja generacija unutar jedne vegetacijske sezone te povećanim rizikom od unošenja invazivnih vrsta kukaca u nova područja. Ove promjene imaju izravan utjecaj na produktivnost usjeva te povećavaju potrebu za prilagodljivim pristupima u zaštiti bilja. Štetnici, pod utjecajem novih klimatskih uvjeta, mogu promijeniti svoje interakcije s biljkama domaćinima i pesticidima, što zahtijeva modernizaciju strategija suzbijanja. Ovaj se rad temelji na opažanjima Poljoprivredne savjetodavne službe o promjenama klimatskih obrazaca na području grada Zagreba i Zagrebačke županije (u temperaturi i oborinama), daje kratak pregled najvažnijih štetnika u ratarskoj proizvodnji u posljednjih nekoliko godina na navedenu području, te ističe potrebu za integriranim pristupima zaštiti bilja, uključujući prilagođavanje na nove klimatske uvjete kako bi se smanjio utjecaj štetnika i osigurala dugoročna održivost poljoprivredne proizvodnje.

Ključne riječi: ratarska proizvodnja, klimatske promjene, integrirana zaštita bilja, invazivne vrste, monitoring

UVOD

Poljoprivreda, često nazivana "tvornicom na otvorenom", gospodarska je djelatnost koja uvelike ovisi o klimatskim uvjetima da bi proizvodnja hrane bila uspješna. Suočenu s izazovima klimatskih promjena, modernu poljoprivrednu proizvodnju karakteriziraju sve veći zahtjevi za stručnim znanjima o proizvodnim procesima, kao i potreba za brzim prilagođavanjem promjenama u zakonskoj i administrativnoj regulativi. S obzirom na to da je broj stanovnika na planetu dosegao osam milijarda, a površine obradiva zemljišta sve se više

.....

smanjuju, poljoprivredni proizvođači suočeni su s dodatnim pritiscima (Data Commons, 2024.). Klimatske promjene ne uzrokuju samo povećanje šteta od ekstremnih vremenskih nepogoda, nego također pogoduju širenju štetnih organizama. Globalna povezanost ubrzava širenje invazivnih štetnika, a smanjenje učinkovitosti sredstava za zaštitu bilja, zbog administrativnih ograničenja i ukidanja određenih aktivnih tvari, dovodi do bržeg razvoja rezistentnosti štetnika. S obzirom na manji broj dopuštenih aktivnih tvari, otpornost na mehanizme djelovanja postojećih sredstava ozbiljan je problem za poljoprivrednu proizvodnju (Bažok i Lemić, 2017.). Sve ove promjene zahtijevaju inovativne pristupe i integrirane strategije upravljanja kako bi se osigurala održiva poljoprivredna proizvodnja i očuvala sigurnost opskrbe hranom u uvjetima globalnih promjena.

Pravni okvir i izazovi u primjeni sredstava za zaštitu bilja u Republici Hrvatskoj

Stavljanje na tržište sredstava za zaštitu bilja u Republici Hrvatskoj regulirano je Uredbom (EZ) br. 1107/2009 i Zakonom o provedbi te Uredbe (NN 80/13, 32/19, 32/20). Prema tim propisima, odobravanje sredstava za zaštitu bilja mora osigurati visoku razinu zaštite ljudi, životinja i okoliša. U skladu s tim, uvedeni su stroži kriteriji za procjenu aktivnih tvari, čime se postavljaju viši standardi za njihovu sigurnost i učinkovitost. Trend ukidanja dozvola za mnoge aktivne tvari vidljiv je u činjenici da je 2005. godine na tržištu Europske unije bilo oko 800 sredstava za zaštitu bilja s približno 300 različitih aktivnih tvari, dok je taj broj 2015. smanjen na oko 460 sredstava i 210 aktivnih tvari. Prema podacima FIS tražilice iz 2024. godine, trenutačno je na tržištu dostupno oko 818 sredstava temeljenih na 194 aktivne tvari (FIS, 2024.). S obzirom na to da razvoj novih aktivnih tvari traje godinama i zahtijeva značajna financijska ulaganja, povlačenje postojećih sredstava bez adekvatne zamjene ostavlja mnoge poljoprivredne kulture nezaštićenima. To je posebno vidljivo na primjerima poput uljane repice, čija je proizvodnja znatno smanjena zbog nedostatka dostupnih sredstava za zaštitu od štetnika, što dovodi do značajnih gubitaka u prinosima.

Primjena sredstava za zaštitu bilja u Republici Hrvatskoj regulirana je Zakonom o održivoj uporabi pesticida (NN 46/22). Ovim se zakonom osigurava održiva uporaba pesticida smanjenjem rizika i negativnih učinaka njihove primjene, a pritom i visoka razina zaštite zdravlja ljudi, životinja, okoliša te očuvanje biološke raznolikosti. Zakon također propisuje obveznu primjenu temeljnih načela integrirane zaštite bilja u suzbijanju štetnih organizama, kao i promicanje alternativnih pristupa i nekemijskih metoda zaštite bilja, sve s namjerom postizanja održive i konkurentne poljoprivredne proizvodnje.

Poljoprivredna proizvodnja ne smije se oslanjati isključivo na kemijske mjere u borbi protiv štetnih organizama, jer unatoč njihovim prednostima, postoje i

značajni nedostatci. Stroži i sve zahtjevniji kriteriji za odobravanje aktivnih tvari znače i velik izazov u provedbi kemijske zaštite bilja (Ostojić i sur., 1996.). Zbog toga je ključno razvijati alternativne mjere zaštite bilja koje uključuju primjenu sredstava s aktivnim tvarima niskoga rizika. U kontekstu održive poljoprivrede, naglasak je na preventivnim ili neizravnim mjerama koje treba potpuno iskoristiti prije primjene izravnih mjera suzbijanja. Odluke o potrebi za suzbijanjem štetnika moraju se temeljiti na suvremenim alatima poput metoda praćenja štetnika i znanstveno utvrđenih pragova odluke o suzbijanju.

Primjena novih, digitalnih i pametnih tehnologija za praćenje štetnika omogućuje brže i učinkovitije odluke uz niže troškove za nadzor, sprječavanje i ograničavanje širenja štetnih organizama (Skendžić i sur., 2021a.). Izravne mjere suzbijanja štetnika trebaju se koristiti kao krajnja opcija, kada se ekonomski nepodnošljivi gubitci ne mogu spriječiti preventivnim mjerama. Osnovne izazove s kojima se zaštita bilja suočava čine niska razina svijesti o rizicima pri uporabi pesticida i sve učestalija primjena krivotvorenih sredstava za zaštitu bilja. Edukacije o sigurnu rukovanju pesticidima i pravilnoj primjeni sredstava ključne su za povećanje svijesti o rizicima nepravilne i nedopuštene uporabe, te pridonose rješavanju tih problema (Bažok, 2020.).

Klimatske promjene

Klimatske promjene i ekstremne vremenske prilike imaju značajan utjecaj na proizvodnju usjeva i populacije štetnih organizama (Roques i sur., 2016.). U kontekstu poljoprivredne proizvodnje, sve više pozornosti posvećuje se izazovima koje donose klimatske promjene i prateći fenomeni poput porasta globalnih temperatura zraka, povećanja koncentracije atmosferskog ugljičnog dioksida, učestalih toplinskih valova, poplava, intenzivnih oluja, suša i drugih ekstremnih vremenskih događaja (DHMZ, 2024.). Posebno su problematični poremećaji u količinama oborina koji mogu imati veći utjecaj na poljoprivredu od samoga porasta temperatura zraka, pogotovo tijekom sušnih razdoblja kada značajno ograničavaju prinos i kvalitetu usjeva.

Štetnici kao jedan od osnovnih biotičkih čimbenika u poljoprivredi također su podložni promjenama uzrokovanim klimatskim poremećajima. Različiti štetnici različito reagiraju na čimbenike poput porasta temperatura i promjena u količinama oborina (Lemić i sur., 2024.). Izravni učinci klimatskih promjena na štetnike vidljivi su u promjenama u njihovoj reprodukciji, razvoju, preživljavanju i rasprostranjenosti (Skendžić i sur., 2021a.). Osim toga, klimatske promjene neizravno utječu na odnose među štetnicima, njihov okoliš i druge vrste kukaca, poput prirodnih neprijatelja ili vektora biljnih bolesti (Muhar i Đurin, 2018.). Posljedice klimatskih promjena na dinamiku štetnika uključuju širenje njihove geografske raspodjele, povećano preživljavanje tijekom zimskih mjeseci, povećan broj generacija, veći rizik od unošenja

.....

invazivnih vrsta te učestalije pojave virusa koje prenose kukci (Skendžić i sur., 2021a, b).

Buduće promjene u dinamici populacija kukaca ovisit će o razini globalnog porasta temperature zraka sljedećih desetljeća. Prema klimatskim modelima, predviđa se da će prosječna temperatura na globalnoj razini porasti za 1,8 – 4 °C do kraja ovoga stoljeća (Skendžić i sur., 2021a., Lemić i sur., 2024.). S obzirom na to da se temperature okoline približavaju optimalnim vrijednostima za rast i razvoj mnogih vrsta štetnika, očekuje se da će ozbiljne najezde štetnih organizama postati češće, što bi moglo dodatno otežati održivu poljoprivrednu proizvodnju i zaštitu usjeva.

MATERIJALI I METODE

Za potrebe ovoga rada prikupljeni su i analizirani podatci s Pinova meteoroloških postaja na mjernim stanicama Lazina Čička u Zagrebačkoj županiji i Horvati u gradu Zagrebu. Prikupljene su i analizirane dnevne temperature zraka (°C) i oborine (mm) za petogodišnje razdoblje (2019. – 2023.).

Odabir i analiza aktualnih problema zaštite bilja u suzbijanju štetnika u ratarstvu temelji se na vizualnim opažanjima ratarskih usjeva na području grada Zagreba i Zagrebačke županije od stručnjaka Poljoprivredne savjetodavne službe tijekom 2023. i 2024. vegetacijske sezone, kao i informacija dobivenih od samih proizvođača te iz relevantne aktualne literature.

REZULTATI I RASPRAVA

Analiza prosječnih temperatura (tablica 1) na lokacijama Čička Lazina i Horvati tijekom petogodišnjeg razdoblja (2019. – 2023.) pokazuje blag porast godišnjih temperatura zraka, s izrazitim sezonskim varijacijama. Najviše su temperature uobičajeno zabilježene tijekom ljetnih mjeseci (lipanj, srpanj, kolovoz), dok su najniže vrijednosti prisutne u zimskim mjesecima (siječanj i prosinac). Ukupna suma temperatura na obje lokacije ukazuje na produljenje toplijih razdoblja u godini, što ima direktne posljedice na poljoprivrednu proizvodnju, uključujući utjecaj na razvoj i širenje populacija štetnika. Ovi podatci ističu potrebu za kontinuiranim praćenjem klimatskih uvjeta kako bi se poljoprivredni sustavi

Tablica 1. Prosječne dnevne temperature zraka i suma godišnjih temperatura
Table 1. Average daily air temperatures and annual temperature sum

	Lokacija	Čička Lazina, Zagrebačka županija					Horvati, grad Zagreb				
		2019.	2020.	2021.	2022.	2023.	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
Prosječna temperatura zraka, °C	Mjesec/Godina										
	siječanj	0,2	0,8	1,7	1,4	4	0,8	-0,5	1,6	0,1	3,8
	veljača	4,4	6,9	5,4	5,5	3,9	3,4	6,4	4,3	4,3	2,9
	ožujak	9,2	7,8	7	6,7	8,8	8,4	6,9	5,8	4,9	7,9
	travanj	12,1	13,2	9,2	10,6	10,3	11,2	11,7	9	10,2	9,9
	svibanj	13,3	15,2	14,1	18,2	15,6	13,2	14,7	14	17,6	15,3
	lipanj	23,3	19,6	22,6	22,4	20,6	22,7	19,5	21,8	22,2	20,1
	srpanj	22,4	21,4	23,2	23,2	23	21,8	21,1	22,6	22,3	22,7
	kolovoz	22,9	22,3	20,9	22,8	21,8	22,3	21,8	20	22	21,2
	rujan	16,9	17,5	17,2	16,2	19,4	16	16,4	15,7	15,6	18,2
	listopad	13,2	11,7	9,3	13,5	15,1	11,8	11,3	8,2	12,5	14,3
	studen	8,4	5	5,6	7,3	7	8,1	4,7	5,3	6,5	6,1
prosinac	3,8	2,9	2,7	3,8	0	3,8	3,2	2,4	3,5	3	
suma temperatura, °C		4611	4425	4273	4662	4580	4423	4241	4039	4391	4493

Izvor: 2019. – 2023., agroklimatološke stanice Pinova na lokacijama Čička Lazina i Horvati

Source: 2019–2023, agroclimatic stations Pinova at the locations of Čička Lazina and Horvati

S obzirom na to da poljoprivredna proizvodnja ovisi i o dostupnosti vode, a pod utjecajem klimatskih promjena dolazi do promjene u količini oborina, njihovu intenzitetu i učestalosti, sve je češća pojavnost suša i poplava. Velike razlike u količini oborina zabilježene su u pojedinim godinama i mjesecima, kao i od lokaliteta do lokaliteta (tablica 2).

Tablica 2 prikazuje količinu oborina na dvije lokacije, Čička Lazina i Horvati, tijekom petogodišnjeg razdoblja (2019. – 2023.). Primjetno je da postoji značajna varijabilnost u godišnjim količinama oborina među različitim godinama i mjesecima, kao i između dviju lokacija. Čička Lazina bilježi veće oscilacije, s najvišim ukupnim oborinama zabilježenima u 2023. godini (1039,8 mm), dok je najniža vrijednost zabilježena u 2021. godini (641,7 mm). Horvati pokazuju sličan obrazac s najvišom količinom oborina u 2023. godini (957,8 mm), dok je najniža zabilježena 2020. godine (443 mm). Najviše oborina zabilježeno je u ljetnim i jesenskim mjesecima, osobito u svibnju, lipnju i rujnu, dok su zimski mjeseci, poput siječnja i veljače, donijeli manju količinu oborina.

Ove varijacije u oborinama mogu imati značajan utjecaj na poljoprivrednu proizvodnju i zdravlje usjeva, jer nejednaka raspodjela oborina može uzrokovati sušna ili prevlažna razdoblja, što utječe na rast biljaka i pojavu bolesti ili štetnika. Razumijevanje ovih klimatskih obrazaca ključno je za planiranje i prilagodbu poljoprivrednih praksi, uključujući navodnjavanje i druge mjere za upravljanje vodnim resursima.

Tablica 2. Prosječna količina oborina i godišnja suma oborina , lokacija Lazina Čička i lokacija Horvati

Table 2. Average precipitation and annual precipitation sum at Lazina Čička and Horvati locations

	Lokacija	Čička Lazina, Zagrebačka županija					Horvati, grad Zagreb				
		Mjesec/Godina	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.	2019.	2020.	2021.	2022.
količina oborina, mm	siječanj	38,5	6,7	77	38,4	134,5	48,4	6,3	84,6	37,4	155,9
	veljača	38,8	43,1	44,6	34,9	36,7	24,9	53,7	51,5	43,9	32,5
	ožujak	31,2	33,1	44,2	34,5	103,4	54,2	30,1	47,2	39	79,5
	travanj	83,7	12,2	41,4	50,1	113,1	126,2	27,1	84,7	70,1	105,5
	svibanj	200,8	49,7	63,5	39,8	118,5	197,6	68,2	143	67,5	150,3
	lipanj	34,6	63,1	6,2	56,4	60,2	84,6	3,5	24,7	87,3	74,7
	srpanj	86,3	104	69,3	25,6	154,9	121	5,3	96,1	50,7	113,3
	kolovoz	40,3	106	44,2	25,7	95,4	103,2	1,1	54,6	26,8	74,7
	rujan	173,6	56,8	39,7	159,2	54,9	110	0,5	35,3	277,1	54,9
	listopad	45	159	102	14,5	12,1	57,8	106	121	24,8	12,6
	studen	142,3	38,2	64,6	73,2	76,8	182,2	47,1	86	102,7	16,5
	prosinac	75,6	75,4	80,6	89,4	79,3	117	96,5	77,4	106,5	87,4
suma oborina, mm		990,7	747	677	641,7	1039,8	1227	443	906	933,8	957,8

Izvor: 2019. – 2023, agroklimatološke stanice na lokacijama Čička Lazina i Horvati

Source: 2019–2023, agroclimatic stations Pinova at the locations of Čička Lazina and Horvati

Nedostatak vode u tlu može prouzročiti ozbiljne probleme jer gubitak bioloških funkcija biljaka dovodi do smanjenja otpornosti na bolesti i štetnike. Taj je problem često izraženiji i od samih promjena u temperaturi zraka, posebice u regijama gdje su sušna razdoblja ograničavajući čimbenik za poljoprivrednu proizvodnju. U uvjetima dugotrajne suše biljke su dodatno oslabiljene i postaju podložnije napadu štetnih organizama, čime se smanjuje prinos i kvaliteta usjeva. Suprotno tome, prekomjerne oborine mogu izazvati poplave i zadržavanje vode u tlu, što može ugroziti preživljavanje kukaca, narušiti njihov dijapauzni ciklus te utjecati na vrijeme njihove pojavnosti i širenja. Stagnacija vode također može dovesti do stvaranja uvjeta nepovoljnih za razvoj korijena biljaka, dok istodobno omogućuje povećanje populacija patogena i povećava rizik od zaraza i propadanja biljaka (Gajšak, 2018.).

Aktualni problemi zaštite bilja u suzbijanju štetnika u ratarstvu

Uz brojne izazove s kojima se suočava suvremena poljoprivredna proizvodnja, njezino opće stanje uvelike ovisi o zaštiti bilja. Posljednjih je godina zaštita bilja otežana prije svega zbog promjene klimatskih prilika, ali razlog leži i u brojnim drugim čimbenicima, što rezultira sve većim gubitcima poljoprivrednih kultura koje su donedavno bile uspješno zaštićene. Ključni je problem nedovoljna educiranost poljoprivrednika, neadekvatna oprema, ali i ekonomska nemoć

mnogih poljoprivrednih gospodarstava da implementiraju suvremene metode zaštite bilja.

Održiva uporaba pesticida, kojoj je cilj smanjenje upotrebe kemijskih sredstava u poljoprivredi, u teoriji bi trebala potaknuti ekološki pristup zaštiti bilja. Međutim, u praksi se često događa suprotno. Smanjenje upotrebe pesticida često nije motivirano ekološkim razlozima, već je posljedica nedostatka dostupnih sredstava za zaštitu bilja, sve češće rezistentnosti štetnika na postojeće aktivne tvari, kao i visokih cijena pesticida. Rezistentnost na brojne aktivne tvari postala je ozbiljan problem u poljoprivredi, s obzirom na to da dugogodišnja primjena istih kemijskih sredstava dovodi do razvoja rezistentnih populacija štetnika, čineći postojeće metode zaštite neučinkovitim (Štivičić i sur., 2020., Kadoić Balaško i sur., 2021.).

S druge strane, razvoj visokoprinosnih sorata i hibrida, koji su često osjetljiviji na bolesti i štetnike, uz intenzivnu primjenu gnojidbe i monokulture te nepoštovanje plodoreda, dodatno pridonosi povećanju štetnosti po poljoprivredne kulture. Klimatske promjene, koje utječu na pojavnost i dinamiku štetnika, u kombinaciji s manjom primjenom kemijskih sredstava, nedostatkom novih pesticida i širenjem rezistentnosti, stvaraju dodatne probleme u borbi protiv štetnika, posebice u ratarstvu (Skendžić i sur., 2021a.). Stoga je ključno ponovno usmjeriti pozornost na razvoj integriranih strategija zaštite bilja koje će obuhvatiti sve aspekte održive poljoprivredne proizvodnje. To uključuje unapređenje znanja poljoprivrednika o suvremenim metodama zaštite, primjenu bioloških sredstava i ekološki prihvatljivih tehnologija te suradnju sa znanosti da bi se razvile učinkovite, održive i dugoročne strategije za očuvanje prinosa i kvalitetu poljoprivrednih kultura.

Problem suzbijanja štetnika u ratarstvu

Među najznačajnijim problemima suzbijanja štetnika u ratarstvu ističu se sljedeći:

1. **Rezistentnost štetnika na pesticide.** Dugogodišnja primjena istih kemijskih sredstava dovela je do stvaranja rezistentnih populacija štetnika. To znači da su mnogi kukci razvili otpornost na određene aktivne tvari, čineći dosadašnje metode suzbijanja neučinkovitim.
2. **Nedostatak novih aktivnih tvari.** Razvoj novih pesticida traje dugo i iziskuje velika financijska ulaganja. Povlačenje postojećih sredstava za zaštitu bilja s tržišta, bez adekvatnih zamjena, stvara ozbiljne probleme u održavanju proizvodnje i zaštiti usjeva.
3. **Monokultura i nepoštovanje plodoreda.** Stalno uzgajanje iste kulture na istom području smanjuje biološku raznolikost tla, što pogoduje razvoju štetnika i bolesti. Nepridržavanje plodoreda omogućuje štetnicima kontinuiran razvoj i širenje.

4. **Klimatske promjene.** Povećane temperature i promjene u obrascima padalina pridonose bržem razvoju štetnih organizama, povećanju broja generacija godišnje i širenju štetnika u nove, do sada nezahvaćene regije.
5. **Smanjena primjena pesticida zbog strogih regulativa.** Administrativno ukidanje mnogih pesticida, bez dostupnih alternativnih sredstava, otežava učinkovito suzbijanje štetnika, a to povećava rizik od značajnih gubitaka prinosa.

Problemi iz prakse koje su uočili stručnjaci Poljoprivredne savjetodavne službe

Jedan od osnovnih problema u uzgoju uljane repice svakako je pojava repičine pipe, posebice dviju vrsta: velike repičine pipe (*Ceutorhynchus napi* Gyll. 1837) i male repičine pipe (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsh. 1802). Stručnjaci Poljoprivredne savjetodavne službe zabilježili su da u posljednje dvije godine ove pipe izlaze iz tla vrlo rano, ponekad već na početku zime, što je posljedica sve viših temperatura. Zbog te pojave postavlja se pitanje jesu li zbog globalnog zagrijavanja te štetne vrste prekinule svoje uobičajeno razdoblje dijapauze i prezimljenja. U godinama poput 2023., repičine pipe pojavile su se već u studenom i prosincu, što sugerira da nisu prošle kroz očekivanu i poznatu dijapauzu. U takvim situacijama, kada se pipe pojavljuju tijekom zime u kritičnu broju, poljoprivrednici su primorani razmatrati primjenu insekticida u vrijeme kada to nije uobičajeno. Međutim, često dolazi do zahladnjenja tijekom veljače, što onemogućava primjenu sredstava za zaštitu bilja. Nadalje, pipe se ponovo aktiviraju u proljeće, najčešće tijekom travnja, kada se preporučuje primjena insekticida. No, vremenske oscilacije u proljeće, poput naglih zahladnjenja, dodatno zapetljavaju situaciju jer produžuju razdoblje tretiranja, a u nekim je slučajevima potrebna višestruka primjena insekticida. Ova nepredvidljivost u vremenskim uvjetima i biološkom ciklusu repičine pipe velik je izazov za poljoprivrednike jer povećava rizik od šteta na usjevima, ali i ekonomsku neizvjesnost zbog viših troškova zaštite bilja.

Drugi značajan problem u uzgoju uljane repice izaziva repičin sjajnik (*Brassicogethes aeneus* Fabricius, 1775) (slika 1). Najveći je izazov u borbi s tim štetnikom pojava rezistentnosti na raspoloživa sredstva za zaštitu bilja, što znatno otežava njegovo suzbijanje. Problem postaje posebno izražen tijekom faze cvatnje, kada repičin sjajnik može dosegnuti brojnost populacije iznad kritičnog broja. Prema podacima stručnjaka Poljoprivredne savjetodavne službe, posljednjih se godina bilježi prisutnost čak 10 odraslih sjajnika po cvijetu, dok je očekivano između 2 do 3 sjajnika po cvijetu. Ta nagla pojava velikih populacija, u kombinaciji s rezistentnošću na insekticide, ozbiljna je prijetnja za usjeve uljane repice i zahtijeva razvoj novih strategija zaštite.



Slika 1. Repičin sjajnik na uljanoj repici (snimila: B. Deždek, 2024.)

Figure 1. Pollen beetle on oilseed rape (photo: B. Deždek, 2024)

Značajan problem proizvodnje kukuruza predstavlja kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis* Hübner) (slika 2), štetnik koji je konstantno prisutan i gotovo nema područja pod kukuruzom gdje nije zabilježen. Unatoč stalnim upozorenjima stručnjaka da se kukuruzovina treba zaorati najkasnije do 15. svibnja kako bi se spriječilo izlijetanje prve generacije kukuruznog moljca, mnogi poljoprivrednici i dalje zanemaruju ovu preporuku. U praksi se suzbijanje kukuruznog moljca najčešće provodi samo na kukuruzu šećercu, iako pravodobno zaoravanje kukuruzovine može značajno smanjiti pojavnost tog štetnika. S obzirom na to da je kukuruz najzastupljenija kultura kontinentalne Hrvatske, štete od kukuruznog moljca svake se godine povećavaju. Sve veći broj poljoprivrednika traži savjete o praćenju moljca i određivanju rokova za suzbijanje. Iako sve više proizvođača prati razvojne oblike moljca i koristi sume temperatura za određivanje optimalnih rokova suzbijanja, problem ostaje u samoj primjeni pesticida i odgovarajućoj opremi za aplikaciju.



Slika 2. Gusjenica kukuruznog moljca u klipku kukuruza (snimila: D. Lemić, 2023.)

Figure 2. European corn borer larva in corn ear (photo: D. Lemić, 2023)

Kukuruzna zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) (slika 3) također predstavlja značajan problem u proizvodnji kukuruza, osobito kod proizvođača koji nemaju mogućnost uzgoja kultura u višegodišnjem plodoredu. Prema opažanjima stručnjaka Poljoprivredne savjetodavne službe, polijeganje usjeva i štete koje uzrokuje ovaj štetnik najizraženije su upravo na područjima s učestalim uzgojem kukuruza bez rotacije drugih kultura. Na većini ratarskih površina štete su od kukuruzne zlatice manje, ali ipak prisutne. Važnu ulogu u suzbijanju toga štetnika imaju agrotehničke mjere, poput plodoreda, gnojidbe, pravilne obrade tla te odabira tolerantnih hibrida. Način i vrijeme sjetve također mogu značajno utjecati na brojnost štetnika. Iako kemijske mjere mogu biti učinkovite, osviještenost poljoprivrednika o agrotehničkim mjerama, poput plodoreda, ključna je za dugoročno držanje kukuruzne zlatice pod nadzorom i smanjenje šteta.



Slika 3. Kukuruzna zlatica (snimila: D. Lemić, 2023.)
Figure 3. Western corn rootworm (photo: D. Lemić, 2023)

Žitne leme (*Oulema melanopus* L. i *Oulema lichenis* Voet) ozbiljan su problem u proizvodnji jare zobi, koja je osjetljivija na napad ovog štetnika u usporedbi s drugim strnim žitaricama. Stručnjaci Poljoprivredne savjetodavne službe bilježe povećanu prisutnost odraslih oblika, što prijašnjih godina nije bilo tako. Visoka vlažnost tla i iznadprosječne temperature zraka tijekom travnja omogućavaju da sjetva jare zobi bude u optimalnom roku, no već potkraj tog mjeseca pojavljuju se i prve ličinke žitnih lema. Tijekom posljednjih nekoliko godina zabilježene su značajne štete na usjevima jare zobi (slika 4), unatoč preporukama Poljoprivredne savjetodavne službe za redovit pregled usjeva na prisutnost štetnika. Dodatan je izazov u borbi protiv žitne leme i pojava rezistentnosti štetnika na insekticide iz skupine piretroida, pa to također otežava učinkovito suzbijanje i zahtijeva traženje alternativnih strategija zaštite.



Slika 4. Oštećenja od lema na listovima jare zobi (snimila: D. Lemić, 2024.)

Figure 4. Leaf damage from cereal leaf beetle on spring oats (photo: D. Lemić, 2024)

Povremeno se u rano proljeće na ratarskim kulturama, posebice na žitaricama, pojavljuju štete uzrokovane žitnim buhačima (*Phyllotreta* spp.). Ti sitni štetnici hrane se lišćem, uzrokujući oštećenja koja mogu smanjiti fotosintetsku aktivnost biljaka, što u konačnici utječe na smanjenje prinosa. Buhači na žitaricama obično se suzbijaju indirektno, primjenom insekticida koji se koriste za suzbijanje drugih štetnika, poput žitnih lema. Takva suzbijanja često se provode ciljano protiv leme, ali pružaju i dodatnu zaštitu protiv buhača. Međutim, u godinama kada je sjetva kukuruza rana, a zatim uslijedi naglo zahladnjenje, stručnjaci bilježe štete od žitnih buhača i na usjevima kukuruza. To je osobito zabrinjavajuće jer nagle promjene vremenskih uvjeta mogu pojačati intenzitet šteta, osobito u osjetljivim fazama rasta biljaka. U takvim slučajevima oštećenja na kukuruzu mogu dodatno utjecati na razvoj biljke u ranim fazama rasta, što smanjuje njezin potencijal za optimalan prinos.

Osim šteta od žitnih buhača, u posljednje se vrijeme sve češće bilježe štete i od različitih vrsta stjenica i sovica na ratarskim kulturama. Ovi štetnici, iako trenutačno ne uzrokuju značajne probleme, postaju sve vidljiviji na poljima i mogu potencijalno biti prijetnja u budućnosti. Njihova pojava ovisi o specifičnim vremenskim uvjetima, a kako se klimatski uvjeti mijenjaju, moguće je da će njihova populacija rasti te biti sve veći problem u ratarskoj proizvodnji.

Smeđa mramorasta stjenica (*Halyomorpha halys* Stål) postaje sve značajniji štetnik na ratarskim kulturama diljem Europe, uključujući i Hrvatsku. Ova

invazivna vrsta polifagnog karaktera uzrokuje štete na više od 300 različitih biljnih vrsta, a sve više se širi i na ratarske usjeve (Pajač Beus i sur., 2024a., b.). Njezine aktivnosti na ratarskim kulturama, poput kukuruza i soje, uključuju sisanje biljnih sokova, što uzrokuje deformacije plodova, smanjenje prinosa i kvalitetu zrna (Pajač Živković i sur., 2021.). Štetnost vrste *Halyomorpha halys* očituje se u značajnim ekonomskim gubitcima, posebice u godinama kada su klimatski uvjeti pogodni za njezin razvoj i širenje (Haye i sur., 2014., Britt i sur., 2019.). Visoke temperature zraka i blage zime omogućuju joj preživljavanje i povećanje broja generacija godišnje. S obzirom na njezin invazivan karakter, praćenje populacije i razvoj učinkovitih metoda suzbijanja ključno je za sprječavanje velikih šteta u ratarskoj proizvodnji.

Oštećenja na kukuruzu uzrokovana vrstom *Halyomorpha halys* najčešće se manifestiraju tijekom faze razvoja klipa. Stjenice sišu sokove iz zrna, što dovodi do slabog razvoja zrna, deformacija i smanjenog punjenja klipa. Oštećeni klipovi mogu imati smeđe mrlje, a zrna postaju naborana i manja, što direktno utječe na prinos i kvalitetu zrna. U nekim slučajevima oštećenja mogu otvoriti vrata sekundarnim patogenima, čime se dodatno narušava kvaliteta usjeva (Haye i sur., 2014., Ciceoi i sur., 2017.). Iako rjeđe, *Halyomorpha halys* može uzrokovati štete i na žitaricama poput pšenice, ječma i zobi. Oštećenja se obično pojavljuju tijekom razvoja klasa kada stjenica siše sokove iz zrna. Posljedica je deformacija zrna, smanjenje mase te eventualno smanjenje kvalitete klasa. Zbog toga dolazi do smanjena prinosa, posebice u godinama s većim populacijama stjenica. Na soji, *Halyomorpha halys* uzrokuje značajne štete tijekom formiranja mahuna. Stjenice sišu sokove iz mahuna, što dovodi do deformacija i propadanja zrna unutar mahuna. Oštećene mahune mogu pretrpjeti promjene boje i postati nekrotične, a zrna unutar njih ostaju nedovoljno razvijena ili propadaju (slika 5). Ta oštećenja smanjuju kvalitetu i prinos soje, što može imati značajan ekonomski utjecaj na proizvodnju (Musolin i sur., 2018.). Osim toga, tijekom uzgoja soje 2024. godine uočen je simptom poznat kao "stay green" na soji, povezan s napadom smeđe mramoraste stjenice, a karakterističan je po tome što biljka, odnosno mahune i stabljike, ostaju zelene i nakon što biljka sazrije i osuši se. Taj se fenomen događa zbog oštećenja uslijed sisanja stjenica, koje ometaju normalan proces sazrijevanja biljke. Stjeničino sisanje biljnih sokova ometa prienos hranjivih tvari unutar biljke, uzrokujući abnormalan metabolizam i usporen razvoj mahuna. Zbog "stay green" simptoma, mahune često ostaju neotvorene ili nerazvijene, a zrna unutar njih ostaju nekvalitetna ili neformirana u potpunosti. To dovodi do smanjena prinosa i smanjene kvalitete zrna jer biljka nije u stanju završiti svoj prirodni ciklus sazrijevanja. Taj simptom predstavlja značajan problem za proizvođače soje jer izravno utječe na kvalitetu i prinos usjeva (Owens i sur., 2013.).



Slika 5. Smeđa mramorasta stjenica na mahunama soje (snimila: D. Lemić, 2024.)

Figure 5. Brown marmorated stink bug on soybean pods (photo: D. Lemić, 2024)

Važnost praćenja populacija štetnika i pravodobnog suzbijanja

Za uspješno suzbijanje štetnika u ratarstvu ključno je redovito i sustavno praćenje populacija. Uočeni problemi u praksi, poput ranih izlazaka repičine pipe i promjena u biološkim ciklusima štetnika zbog klimatskih promjena, ističu potrebu za preciznim praćenjem kako bi se pravodobno interveniralo. Praćenje (*monitoring*) omogućava prikupljanje podataka o pojavi štetnika, što je nužno za određivanje optimalnih rokova primjene zaštitnih sredstava. U slučaju repičine pipe i repičina sjajnika, na primjer, monitoring može pomoći u odabiru najboljeg trenutka za primjenu insekticida te smanjiti potrebu za višestrukim tretiranjima. Također, kod kukuruznog moljca i kukuruzne zlatice, pravilno praćenje populacija omogućava poljoprivrednicima da prilagode agrotehničke mjere, poput plodoreda, čime se smanjuje pritisak štetnika. Redovit i sustavan monitoring pruža i priliku za pravodobno utvrđivanje novih invazivnih vrsta, poput smeđe mramoraste stjenice, koja postaje sve veći problem u ratarskoj proizvodnji. Utvrđivanje i praćenje štetnika u pravo vrijeme omogućuje implementaciju integriranih strategija suzbijanja, što uključuje kombinaciju kemijskih, bioloških i mehaničkih mjera, čime se smanjuje šteta i osigurava održivost poljoprivredne proizvodnje.

ZAKLJUČAK

Ovaj rad ukazuje na sve veću složenost u zaštiti ratarskih kultura od štetnika, koja je pod velikim utjecajem klimatskih promjena i razvoja rezistentnosti na sredstva za zaštitu bilja. Klimatske promjene, osobito porast temperature zraka i promjene u obrascima oborina, utječu na biološki ciklus štetnika, produljujući njihov razvoj i povećavajući broj generacija. To je posebno izraženo kod repičinih pipa koje se pojavljuju ranije u godini, čak i tijekom zime, kada je suzbijanje otežano zbog nepovoljnih vremenskih uvjeta za primjenu insekticida.

Razvoj rezistentnosti štetnika na postojeća sredstva za zaštitu bilja, poput repičina sjajnika i žitnih lema, dodatno otežava suzbijanje i povećava rizik od ozbiljnih gubitaka u prinosima. Otpornost na insekticide u kombinaciji s izostankom novih aktivnih tvari stavlja naglasak na potrebu za razvojem alternativnih mjera zaštite bilja. Pojava invazivnih vrsta, poput smeđe mramoraste stjenice koja uzrokuje štete na ratarskim kulturama poput soje i kukuruza, dodatno komplicira stanje na terenu.

Praćenje populacija štetnika i pravodobna primjena integriranih metoda zaštite ključni su za smanjenje šteta. Edukacija poljoprivrednika o alternativnim mjerama zaštite, uključujući biološke i agrotehničke mjere, postaje sve važnija u održivoj poljoprivredi. S obzirom na sve izazove, potrebno je jačati znanstvena istraživanja kako bi se razvile nove metode zaštite koje će se bolje prilagoditi promjenjivim klimatskim uvjetima i otpornosti štetnika. Integrirani pristupi, koji kombiniraju preventivne mjere i pametne tehnologije, najbolji su put prema održivoj poljoprivrednoj proizvodnji u uvjetima koji se stalno mijenjaju.

CHALLENGES OF PEST CONTROL UNDER CLIMATE CHANGE CONDITIONS (WITH EXAMPLES FROM CROP PRODUCTION)

SUMMARY

Climate change brings numerous challenges to agricultural production, with one of the most significant impacts being the shift in pest dynamics. Rising global temperatures, changes in rainfall patterns, heatwaves, and other extreme weather events are leading to the expansion of pest geographical ranges, higher winter survival rates, an increase in the number of generations within a single growing season, and a greater risk of introducing invasive insect species to new areas. These changes directly impact crop productivity and increase the need for adaptable approaches in crop protection. Under new climatic conditions, pests may alter their interactions with host plants and pesticides, necessitating the modernization of control strategies. This paper is

based on observations by the Agricultural Advisory Service on changes in climate patterns in the city of Zagreb and Zagreb County (in terms of temperature and precipitation). It provides a brief overview of the most important pests in crop production in recent years in this region and highlights the need for integrated plant protection approaches, including adaptation to new climate conditions, to reduce pest impact and ensure the long-term sustainability of agricultural production.

Keywords: crop production, climate change, integrated pest management, invasive species, monitoring

LITERATURA

Bažok, R. (2020.). Je Li Održiva Uporaba Pesticida Doista Održiva? Glasilo biljne zaštite, 3, 384-389.

Bažok, R., Lemić, L. (2017.). Rezistentnost štetnika na insekticide. Glasilo biljne zaštite, 17 (5), 429-438.

Britt, K.E., Pagani, M.K., Kuhar, T.P. (2019.). First Report of Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae) Associated With *Cannabis sativa* (Rosales: Cannabaceae) in the United States. Journal of Integrated Pest Management, 10 (1), 17, 1-3.

Ciceoi, R., Bolocan, I.G., Dobrin, I. (2017.). The spread of brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, in Romania. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology, 21, 15-20.

Data Commons (2024.). World. Dostupno na: https://datacommons.org/place/Earth?utm_medium=explore&mprop=count&popt=Person&hl=en (pristupljeno: 5. studenog, 2024.)

DHMZ (2024.). Klima i klimatske promjene. Dostupno na: (https://meteo.hr/klima.php?section=klima_modeli¶m=klima_promjene) (pristupljeno: 2. lipnja, 2024.)

FIS (2024.). Fitosanitarni informacijski sustav. Dostupno na: <https://fis.mps.hr/fis/javna-trazilica-szb/> (pristupljeno: 28. kolovoza, 2024.)

Gajšak, M. (2018.). Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu. Dostupno na: <https://gospodarski.hr/rubrike/ostalo/prilog-broja-utjecaj-klimatskih-promjena-na-poljoprivredu/> (pristupljeno: 28. kolovoza, 2024.)

Haye, T., Wyniger, D., Garipey, T. (2014.). Recent range expansion of brown marmorated stink bug in Europe. U: Proceedings of the 8th International Conference on Urban Pests, Zurich, Switzerland, str. 309-314.

Kadoić Balaško, M., Lemić, D., Mikac, K. M., Bažok, R. (2021.). Multidisciplinarni pristup istraživanju rezistentnosti kod kukaca. Glasilo Future, 4(4), 22-36.

Lemić, D., Kriticos, D. J., Gasparic, H. V., Živković, I. P., Duffy, C., Akrivou, A., Ota, N. (2024.). Global change and adaptive biosecurity: managing current and emerging *Aleurocanthus woglumi* threats to Europe. Current opinion in insect science, 62, 101164.

Muhar, A., Đurin, B. (2018.). Utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse u svijetu. Zbornik radova Međimurskog veleučilišta u Čakovcu. 9 (1), 46-54.

Musolin, D.L., Konjević, A., Karpun, N.N., Protsenko, V.Y., Ayba, L.Y., Saulich, A.K. (2018.). Invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) in Russia, Abkhazia, and Serbia: History of invasion, range expansion, early stages of establishment, and first records of damage to local crops. *Arthropod Plant Interact.*, 12, 517–529.

Narodne novine (46/2022). Zakon o održivoj uporabi pesticida, NN 46/22). Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2022_04_46_573.html (pristupljeno: 2. lipnja, 2024.)

Narodne novine (80/2013, 32/2019, 32/2020). Zakon o provedbi Uredbe (EZ) br. 1107/2009 o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu bilja, NN 80/13, 32/19, 32/20). Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_03_32_706.html (pristupljeno: 2. lipnja, 2024.)

Ostojčić, Z., Maceljki, M., Cvjetković, B., Igrc-Barčić, J. (1996.). Stanje i problemi zaštite bilja u Republici Hrvatskoj. *Agronomski Glasnik*, 2-4.

Owens, D.R., Herbert, D.A., Dively, G.P., Reising, D.D., Kuhar, T.P. (2013.). Does Feeding by *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) Reduce Soybean Seed Quality and Yield? *J. Econ. Entomol.*, 106, 1317–1323.

Pajač Beus, M., Lemić, D., Skendžić, S., Maršić, N., Pajač Živković, I. (2024a.). *Halyomorpha halys* (Stål, 1855)—novi izazov i prijetnja za hrvatsku poljoprivrednu proizvodnju. *Glasiilo biljne zaštite*, 24(4-5), 499-507.

Pajač Beus, M., Lemić, D., Skendžić, S., Čirjak, D., Pajač Živković, I. (2024b.). The Brown Marmorated Stink Bug (Hemiptera: Pentatomidae)—A Major Challenge for Global Plant Production. *Agriculture*, 14(8), 1-21.

Pajač Živković, I., Skendžić, S., Lemić, D. (2021). Brzo širenje i prva masovna pojava vrste *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) u poljoprivrednoj proizvodnji u Hrvatskoj. *Journal of Central European Agriculture*, 22 (3), 531-538.

Roques, A., Auger-Rozenberg, M.A., Blackburn, T.M., Garnas, J., Pyšek, P., Rabitsch, W., Richardson, D.M., Wingfield, M.J., Liebhold, A.M., Duncan, R.P. (2016.). Temporal and interspecific variation in rates of spread for insect species invading Europe during the last 200 years. *Biol Invasions*, 18, 907-920.

Skendžić, S., Zovko, M., Pajač Živković, I., Lešić, V., Lemić, D. (2021a.). The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects*, 12, 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>

Skendžić, S., Zovko, M., Pajač Živković, I., Lešić, V., Lemić, D. (2021b.). Effect of climate change on introduced and native agricultural invasive insect pests in Europe. *Insects*, 12(11), 985.

Službeni list Europske unije (2009.). Uredba (EZ) br. 1107/2009 Europskog parlamenta i Vijeća od 21. listopada 2009. o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu bilja i stavljanju izvan snage direktiva Vijeća 79/117/EEZ i 91/414/EEZ

Štivičić, A., Pajač Živković, I., Lemić, D. (2020.). Metode utvrđivanja rezistentnosti u entomološkim znanostima. *Fragmenta phytomedica*, 34(6), 27-38.

stručni rad