
GLASILO BILJNE ZAŠTITE

GODINA XVIII.

RUJAN - LISTOPAD

BROJ 5

Aleksandar MEŠIĆ, Ivan JURAN, Ivana PAJAČ ŽIVKOVIĆ*Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju
amesic@agr.hr*

VAŽNOST DOZE PESTICIDA U DOSTIZANJU CILJEVA MODERNE POLJOPRIVREDE, OSOBITO ZDRAVSTVENU ISPRAVNOST HRANE

SAŽETAK

Primjena pesticida je sastavni dio moderne poljoprivrede, kojoj je jedan od osnovnih ciljeva proizvodnja zdravstveno ispravne hrane. Zdravstvena ispravnost hrane ovisi o najvišoj dozvoljenoj razini pesticida (MDK) koja je propisana za svaki pesticid na svakoj kulturi na kojoj je dozvoljena njegova primjena. Da bi se osigurala zdravstvena ispravnost hrane iznimno je važno pridržavati se namjene pesticida, doze (ili propisane koncentracije) i karence. Primjena više doze može uzrokovati zdravstvenu neispravnost hrane, fitotoksičnost tretirane kulture, kontaminaciju okoliša, razvoj rezistentnosti štetnih organizama i financijski gubitak za proizvođača.

Ključne riječi: doza, karenca, MDK, fitotoksičnost, rezistentnost, financijski gubitak

UVOD

Klimatske promjene, pojava novih štetnih organizama i porast šteta od postojećih biljkama štetnih organizama zahtijevaju intenziviranje mjera zaštite bilja odnosno suzbijanja štetnih organizama. Brojni su noviji primjeri pojave novih štetnih organizama, poput američkog cvrčka - *Scaphoideus titanus* Ball. (vektora žutice vinove loze) (Budinišćak i sur., 2005), octene mušice ploda - *Drosophila suzukii* Matsumura (Pajač Živković i sur., 2016), južnoameričkog moljca minera rajčice - *Tuta absoluta* Povolny (Jurković i sur., 2013) i brojnih drugih. Istovremeno, na uspješno suzbijanje štetnih organizama negativno utječe zakonsko smanjenje broja dozvoljenih aktivnih tvari sredstava za zaštitu bilja, razvoj rezistentnih populacija štetnih organima na sredstva za zaštitu bilja (gotovo na svaku aktivnu tvar negdje u svijetu postoje rezistentne populacije štetnih organizama za čije suzbijanje se koriste), pa čak i zahtjevi pojedinih trgovačkih lanaca za dodatnim ograničavanjem (rigoroznijem čak i od zakonskih ograničenja) broja aktivnih tvari koje se primjenjuju u jednoj vegetaciji.

Jasno je da je u takvim okolnostima sve zahtjevnije provoditi uspješnu zaštitu bilja. Stoga svaku etapu uspješne zaštite bilja treba kvalitetno provesti da bi se umanjili rizici od utjecaja štetnih organizama na smanjenje uroda, ali i smanjenje kvalitete uzgojenih biljaka, te istovremeno izbjegle pojave fitotoksičnosti i razvoj rezistentnosti štetnih organizama na pesticide. Da bi se sve to postiglo, potrebno je uspješno provesti sljedeće etape u zaštiti bilja:

1. Utvrđivanje potrebe primjene sredstava za zaštitu bilja (bioloških, biotehničkih i kemijskih) i optimalnog roka za njihovo suzbijanje. Pritom je iznimno važno koristiti različite prognozne modele da bi se sredstva za zaštitu bilja koristila samo kad su uistinu potrebna.
2. Pravilan izbor sredstava za zaštitu bilja, pri kojem treba voditi računa o učinkovitosti sredstva za zaštitu bilja, o planu sprečavanja razvoja rezistentnih populacija štetnih organizama i izbjegavanju negativnih utjecaja na okoliš.
3. Optimalna primjena sredstava za zaštitu bilja prilagođena razvoju kulture, vrsti štetnih organizama, sredstvu za zaštitu bilja, raspoloživoj opremi za aplikaciju pesticida i vremenskim prilikama.

ZDRAVSTVENO ISPRAVNA HRANA

Nakon što se provedu sve mjere zaštite (ali i gnojidbe) biljaka, zakonska je obveza da se na tržište stavlja zdravstveno ispravna hrana. Iako se vrlo često govori o „zdravoj“ i „nezdravoj“ hrani, prema Zakonu o hrani (Narodne novine, 2013) na tržištu se smije nalaziti samo zdravstveno ispravna hrana. Pri odlučivanju je li neka hrana štetna za zdravlje ljudi uzima se u obzir:

- a) ne samo mogući izravni i/ili kratkoročni i/ili dugoročni štetni učinci te hrane na zdravlje osobe koja je konzumira, nego i učinci na buduće generacije,
- b) moguće kumulativno toksično djelovanje,
- c) posebna zdravstvena osjetljivost specifične kategorije potrošača kada je hrana namijenjena toj kategoriji potrošača.

Hrana može biti zdravstveno neispravna zbog njezine kontaminacije vanjskim uzročnikom (rezidui pesticida i gnojidbe, mikotoksini i dr.) ili na neki drugi način, zbog truljenja, kvarenja ili raspadanja (Narodne novine, 2013).

DOZA I REZIDUI PESTICIDA

Visoki rizik za zdravlje ljudi zbog konzumacije hrane koja je kontaminirana tijekom poljoprivredne proizvodnje predstavljaju rezidui pesticida i gnojiva. Rezidui pesticida (sredstava za zaštitu bilja) smatraju se aktivne tvari, njihovi metaboliti i/ili produkti razgradnje ili reakcije s drugim tvarima. To se odnosi na aktivne tvari koje se trenutno nalaze na tržištu, ali i one tvari koje su se ranije koristile (ali ako su izraženije perzistentnosti, i danas ih je moguće pronaći u

.....

okolišu pa tako i na hrani, poput DDT-a). Za svaku takvu tvar određuje se granična količina kojom se određuje je li takva hrana zdravstveno ispravna ili nije, a naziva se maksimalno dopuštena razina (ranije se rabio izraz količina) – MDK (engl. *maximum residue level* – MRL) ili toleranca. MDK predstavlja najvišu zakonski dopuštenu koncentraciju rezidua pesticida u ili na hrani ili krmivu (mg rezidua / kg hrane ili krmiva) da bi se izbjegla rizična izloženost konzumenata reziduima pesticida, vodeći posebno računa o zaštiti osjetljivih skupina konzumenata (djece, starih, bolesnih i dr.) (Europska komisija, 2005). Određuje se u prosječnim uvjetima u kojima se poštuju načela dobre poljoprivredne prakse. MDK propisuje se za rezidue svake tvari koja je dozvoljena za primjenu u biljnoj proizvodnji, i to za svaku kulturu na kojoj se smije koristiti. Drugim riječima, svaka dozvola za upotrebu sredstava za zaštitu bilja (pesticida) mora sadržavati MDK određen za svaku kulturu na kojoj je dozvoljena primjena tog pesticida. MDK predstavlja količinu pesticida kojoj svaki konzument (uključujući i osjetljive populacije) može unositi hranom svaki dan kroz cijeli život bez ikakvih posljedica. Iz toga je jasno da se sprečava pojava kronične otrovnosti. Važno je istaknuti da MDK nije granična količina tvari koja u laboratorijskim pokusima na životinjama nije uzrokovala nikakvu reakciju, nego je to prihvatljivi dnevni unos tvari koji se izračunava kao masa tvari u odnosu na tjelesnu masu konzumenta – prihvatljivi dnevni unos (engl. *acceptable daily intake* – ADI). Taj se iznos prilagođava dnevnom unosu hrane, tjelesnoj masi konzumenata i drugim parametrima koje određuju toksikolozi, nutricionisti i drugi relevantni stručnjaci (Lu, 1988). Dobivene se vrijednosti prema preporuci Svjetske zdravstvene organizacije dijele sa sigurnosnim faktorom koji iznosi između 100 i 1.000. Sigurnosni faktor može se objasniti na primjeru automobila koji vozi brzinom od 120 km/h pri čemu se sigurnosnim razmakom između automobila ispred smatra 60 m udaljenosti. Kada bi se u ovome slučaju primijenio sigurnosni faktor 100, to bi značilo da je novi sigurnosni razmak između automobila 6.000 m (European Crop Protection Association, 2014).

Iznosi rezidua pesticida koji su dozvoljeni na hrani u trenutku stavljanja u promet (MDK) obično iznose od 0,05 do približno 1 mg, katkad i više mg rezidua / kg hrane. Radi boljeg razumijevanja treba istaknuti da 1 mg/kg predstavlja 1 ppm (engl. *parts per million*) odnosno 1:1.000.000, a 0,05 mg/kg čak 1:20.000.000. To su iznimno male količine koje se izvan specijaliziranih laboratorija ne mogu odrediti, ali je njihova kontrola od presudne važnosti za osiguravanje zdravstvene sigurnosti hrane na tržištu. Da bi se podigla razina sigurnosti hrane na tržištu, sve su učestalije kontrole inspektora koji s prodajnih mjesta uzimaju uzroke hrane i šalju ih na laboratorijske analize kojima se utvrđuje razina rezidua pesticida. Pri takvim analizama utvrđuje se prisutnost rezidua velikog broja pesticida. Ovisno o laboratoriju, može se analizirati i više stotina aktivnih tvari pesticida, njihovih metabolita i produkata razgradnje. Za

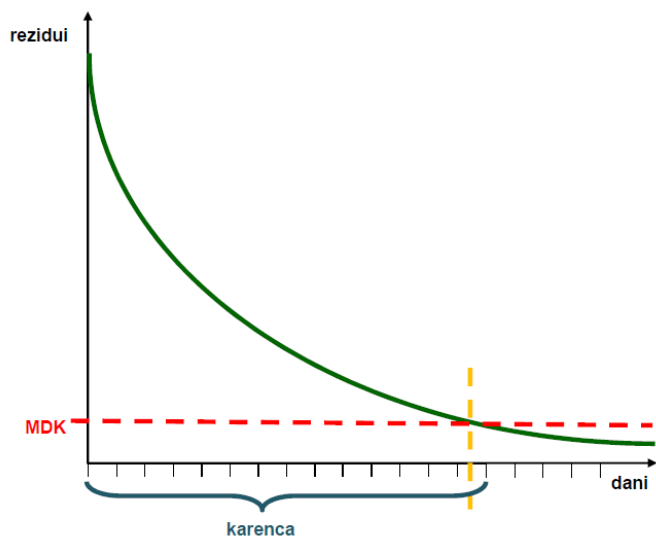
hranu domaćih proizvođača odgovorni su sami proizvođači, a za hranu inozemnih proizvođača odgovorni su njihovi uvoznici u Hrvatsku. Inspektori obavještavaju proizvođače ili uvoznike hrane čiji je proizvod uzet na analizu kada je to učinjeno i kako mogu uzeti dio uzorka za vlastito slanje na alternativnu analizu rezidua. Zbog svega navedenog, brojni proizvođači zabrinuti su je li njihov proizvod zdravstveno ispravan jer posljedica utvrđene zdravstvene neispravnosti mogu biti i visoke novčane kazne. Takav rizik realno niti ne postoji ako se proizvođač dosljedno pridržava svih uputa navedenih u dozvoli za primjenu korištenog sredstva za zaštitu bilja (pesticida), a pogotovo ovih:

1. namjene pesticida (poglavito kulture na kojoj je pesticid dozvoljen);
2. vremena primjene pesticida;
3. utroška škropiva (količina škropiva po hektaru) ako je propisan
4. **doze** (ili propisane koncentracije za drvenaste kulture);
5. karence.

Iznimno je važno pridržavati se namjene pesticida koji se koristi jer ako neki pesticid nije dozvoljen za primjenu na proizvodu na kojemu je pronađen, automatski se takva hrana smatra zdravstveno neispravnom. To predstavlja poseban problem za tzv. male kulture, odnosno za biljake čiji uzgoj nije raširen po Hrvatskoj pa često za njih nema dovoljno registriranih aktivnih tvari (primjerice za peršin, korabu, aroniju i dr.).

Nepridržavanje propisanog vremena primjene pesticida može uzrokovati izostanak željenog učinka na ciljane štetne organizme, fitotoksičnost tretirane biljke, te može štetno utjecati na okoliš (uključujući i korisne organizme poput pčela) i drugo. Pritom ne nastaje visoki rizik kontaminacije hrane ako se proizvođač pridržava svih ostalih propisa, ali već su i nabrojani razlozi dovoljni za pridržavanje propisanog vremena primjene.

Za ispunjavanje standarda sigurne hrane postizanjem razine rezidua pesticida u ili na hrani (i krmivu) na tržištu ispod propisanih MDK-a, najvažnije je pridržavati se propisane doze i karence. Iako se karenca najčešće definira kao najkraće vrijeme koje mora proći između svake primjene pesticida i skupljanja biljnih proizvoda (berbe, žetve, vađenja iz tla i dr.), karenca se može definirati i kao vrijeme potrebno da se (propisana) doza pesticida nakon primjene razgradi na razinu nižu od MDK do vremena skupljanja biljnih proizvoda (Alister i sur., 2017). To je ilustrirano na zamišljenom primjeru razgradnje pesticida koji opisuje povezanost razgradnje pesticida, karence i MDK na slici 1.

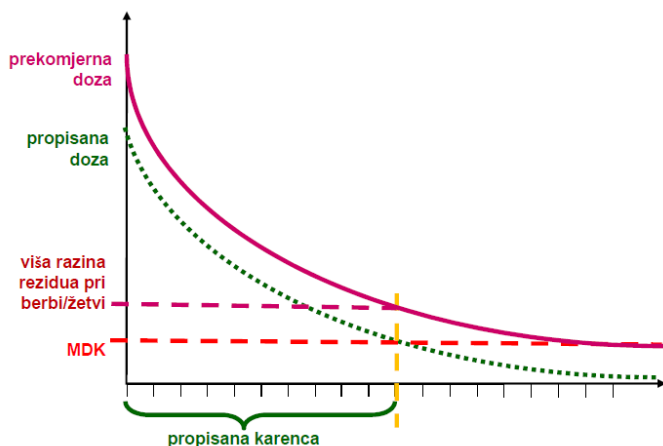


Slika 1. Prikaz povezanosti karence i MDK (orig.)

Figure 1. The correlation between harvest period and MRL (orig.)

Ako se ne bi pridržavalo karence i ako bi se skupljanju biljnih proizvoda (berbi, žetvi) pristupilo ranije, ne bi prošlo dovoljno vremena za razgradnju rezidua pesticida ispod MDK, te bi postojao visoki rizik da takva hrana ili krmivo budu zdravstveno neispravni.

Čak i kada se proizvođač pridržava karence a koristi prekomjernu dozu, također postoji visok rizik za zdravstvenu neispravnost tretiranih proizvoda. Na slici 2. prikazan je hipotetski primjer kako dolazi do više razine rezidua pesticida od propisane MDK unatoč pridržavanju karence.



Slika 2. Prikaz povezanosti prekomjerne doze i više razine rezidua pesticida unatoč pridržavanju karence (orig.)

Figure 2. The correlation between excessive pesticide dose and higher level of pesticide residues despite harvest period compliance (orig.)

Osim prikazanog utjecaja na zdravstvenu ispravnost tretiranih biljnih proizvoda, primjena više doze od propisane nosi i druge negativne posljedice: financijske, pojavu fitotoksičnosti, pospješivanje nastanka rezistentnosti i dr.

Korištenjem prekomjerne doze izravno se utječe na smanjenje isplativosti proizvodnje jer se povećava trošak zaštite bilje. Pritom proizvođač nepotrebno plaća veću količinu pesticida nego što realno treba i time izravno negativno utječe na svoje poslovanje (Feder, 1979).

Čest uzrok fitotoksičnosti jest primjena više doze od propisane. Ovisno o vrsti kulture i pesticida, fitotoksičnost može umanjiti prinos i/ili kvalitetu proizvoda; u svakom slučaju negativno utječe na financijsku isplativost proizvodnje (Miller i Uetz, 1998; Matthews i sur., 2014).

Primjena više doze u normalnim uvjetima neće utjecati na učinkovitost pesticida. Mali pozitivan učinak na učinkovitost u zaštiti bilja može imati tek ako se suzbijaju djelomično rezistentne populacije štetnih organizama znatno višom dozom od propisane. Unatoč tome, nikada se ne preporučuje korištenje prekomjerne doze u suzbijanju djelomično rezistentnih populacija štetnih organizama jer se na taj način samo dodatno ubrzava razvoj rezistentnosti unutar populacije na koju se provodi snažniji selekcijski pritisak (Hueth i Regev, 1974, Gould i sur., 2018). Posljedica znatnog prekoračenja doze jest i sigurno prekoračenje MDK u vrijeme stavljanja tako tretirane hrane i/ili krmiva na tržište.

ZAKLJUČAK

Proizvođači se zbog vlastite dobrobiti, ali i društvene odgovornosti moraju pridržavati uputa za primjenu pesticida koje su preuzete iz dozvole za primjenu pesticida. Samo na taj način mogu biti sigurni da će izbjeći ili svesti na najmanju moguću mjeru rizik od stavljanja na tržište zdravstveno neispravne hrane, utjecaja štetnih organizama na smanjenje uroda, ali i smanjenje kvalitete uzgojenih biljaka, te pojave fitotoksičnosti i razvoja rezistentnosti štetnih organizama na pesticide (sredstava za zaštitu bilja).

THE IMPORTANCE OF PESTICIDE DOSAGE IN ACHIEVING MODERN AGRICULTURE OBJECTIVES, ESPECIALLY SAFE FOOD

SUMMARY

Pesticides use in modern agriculture practices is one of the essential measures for protecting crops from the pests. Food safety is one of the major objectives of modern agriculture. Food safety depends on maximum residues level (MRL) that is determined for each pesticide on each culture where it is approved. Respect of pesticide prescription, its dose (or prescribed

concentration) and harvest period are essential to achieved safe food. Application of a higher dose then prescribed could induce unsafe food, phytotoxicity, contamination of the environment, pest resistance development and financial loss for the producer.

Ključne riječi: dose, harvest period, MRL, phytotoxicity, resistance, financial loss

LITERATURA

Alister, C., Araya, M., Becerra, K., Saavedra, J., Kogan, M. (2017). Preharvest Interval Periods and their relation to fruit growth stages and pesticide formulations. *Food Chemistry*, 221, 548-554.

Budinščak, Ž., Križanac, I., Mikec, I., Seljak, G., Škorić, D. (2005). Vektori fitoplazmi vinove loze u Hrvatskoj. *Glasilo biljne zaštite*, 4, 240–244

European Crop Protection Association (2014). *Pesticide Use and Food Safety*. ECPA aisbl., Bruxelles, Belgija.

Europska komisija (2005). Uredba (EZ) br. 396/2005 Europskog parlamenta i Vijeća od 23. veljače 2005. o maksimalnim razinama ostataka pesticida u ili na hrani i hrani za životinje biljnog i životinjskog podrijetla i o izmjeni Direktive Vijeća 91/414/EEZ.

Feder, G. (1979). Pesticides, Information, and Pest Management under Uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics*, 61 (1), 97-103.

Gould, F., Brown, Z. S., Kuzma, J. (2018). Wicked evolution: Can we address the sociobiological dilemma of pesticide resistance? *Science*, 360 (6390), 728-732.

Hueth, D., Regev, U. (1974). Optimal Agricultural Pest Management with Increasing Pest Resistance. *American Journal of Agricultural Economics*, 56 (3), 543–552.

Jurković, A., Gotlin Čuljak, T., Jurković, P. (2013). Masovni ulov lisnog minera rajčice - *Tuta absoluta* Povolny, 1994 (Lepidoptera: Gelechiidae) na području Istarske županije. *Glasilo biljne zaštite*, 6, 434-441.

Lu, F. C. (1988). Acceptable daily intake: Inception, evolution, and application. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 8 (1), 45-60.

Matthews, G., Bateman, R., Miller, P. (2014). *Pesticide Application Methods*, 4th Edition. Wiley-Blackwell, Oxford, Ujedinjeno Kraljevstvo.

Miller, F., Uetz, S. (1998). Evaluating Biorational Pesticides for Controlling Arthropod Pests and their Phytotoxic Effects on Greenhouse Crops. *HortTechnology*, 8 (2), 185-192.

Narodne novine (2013). Zakon o hrani. Narodne novine d. d., br. 81 od 29. lipnja 2013. god.

Pajač Živković, I., Barić B., Lemić D., Blažević I., Šubić M., Seljak G., Mešić A. (2016). The Drosophilid Fauna (Diptera, Drosophilidae) of IPM Vineyards in Croatia. *Agriculturae conspectus scintificus*, 81 (4), 231-234

pregledni rad