

Proizvodnja kukuruza u plodosmjeni i monokulturi

Sažetak

Razlozi proizvodnje kukuruza u monokulturi, ali i uvođenja plodoreda mogu biti brojni i to organizacijsko-tehnički, zemljišno-klimatski (agronomski) i ekonomski. Učinkovitija i ekološki prihvatljivija proizvodnja kukuruza i drugih ratarskih kultura često je lakše ostvariva ako na istoj parceli izmjenjujemo više kultura čime se mogu eliminirati negativne strane uzgoja u monokulturi. Strana i domaća istraživanja jasno ukazuju da je prinos kukuruza u monokulturi u pravilu niži u usporedbi s uzgojem u plodosmjeni. Općenito se povećanjem broja usjeva u plodosmjeni prekida razvojni ciklus štetnika i bolesti čime se oni manje šire i posljedično manje napadaju uzgajane kulture, a isto vrijedi i za korove. Nadalje, izmjena kukuruza kao kasne jarine s ozimim kulturama gustog sklopa preporuča se na nagnutim terenima čime se smanjuje potencijalna erozija tla vodom. U stručnom radu opisana je „umornost“ tla u monokulturi, te dobri i loši predusjevi za kukuruz. Također su obrađeni najčešći problemi u zaštiti usjeva pri dugotrajnoj proizvodnji kukuruza na istoj parceli i to trulež klipa i zrna, kukuruzna zlatica i divlji sirak, te preporučene agrotehničke mjere.

Ključne riječi: dvopolje, predusjev, umornost tla, zaštita usjeva

Značaj plodoreda (plodosmjene) u proizvodnji kukuruza

Općenito se može reći da povećanjem broja usjeva u plodosmjeni prekidamo razvojni ciklus određenih štetnika i bolesti čime se oni manje šire u tlu i manje napadaju uzgajane kulture. To također vrijedi i za korove koji u pravilu pričinjavaju najveće štete pri proizvodnji ratarskih kultura na velikim površinama. U svakoj kulturi rastu tipični korovi koji su drugačiji nego korovi u drugim usjevima. Tako u kukuruzu kao kasnoj jarini rastu njegovi tipični (okopavinski) korovi, koji su drugačiji nego korovi u ozimim kulturama poput pšenice i uljane repice. Pogotovu se razlikuju korovi u jednogodišnjim ratarskim kulturama u usporedbi s onim u višegodišnjim krmnim kulturama poput lucerne. Što se više drugih kultura različitog načina uzgajanja izmjenjuje s kukuruzom to se manje šire opasni korovi za kukuruz. Nadalje, uzgojem različitih kultura na različitim parcelama istovremeno na način da se u istoj godini na svakoj parceli nalazi druga kultura važno je jer se tako smanjuju štete u vrlo nepovoljnim godinama. Tako primjerice jaka suša i vrlo toplo vrijeme sredinom ljeta može jako smanjiti prinos zrna kukuruza, a relativno malo štetiti ukupnom prinosu sijena lucerne, te ne imati nikakav značajan utjecaj na prinose zrna ozimih strnih žitarica (ječma, pšenice i dr.). Drugim riječima, rijetko je koja godina vremenski nepovoljna za sve kulture koje se izmjenjuju na raznim parcelama. Na kraju, izmjenjivanjem kultura na više parcela istovremeno bolje se

¹ prof. dr. sc. **Zlatko Svečnjak**, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

Autor za korespondenciju: svecnjak@agr.hr

raspoređuju radovi u polju pa veliki poslovi u proizvodnji kukuruza i drugih ratarskih kultura padaju u različito vrijeme tijekom godine.

Izmjena kultura na istoj parceli posebno je značajna u manje intenzivnoj ratarskoj proizvodnji. Stoga se danas plodored smatra jednim od temeljnih oruđa u integriranoj odnosno ekološki prihvatljivijoj proizvodnji ratarskih kultura. U manje intenzivnoj i posebice ekološkoj proizvodnji važno je tlo održavati u što plodnijem prirodnom stanju, sa što boljom strukturom, i što većim sadržajem organske tvari (humusa) i biljnih hraniva. Tome osobito pomaže uzgoj višegodišnjih lepirnjača (lucerne i djetelina) samih ili u smjesi s višegodišnjim travama. Jednogodišnje lepirnjače poput soje također mogu obogatiti tlo dušikom, glavnim biljnim hranivom. Nadalje, izmjena okopavina s kulturama gustog sklopa, kao što su strne žitarice, uljana repica i višegodišnje krmne kulture, zapravo je i nužno na terenima blagog ili jačeg nagiba na kojima se još odvija više ili manje intenzivna ratarska proizvodnja (slika 1). Uzgoj (ozimih) kultura gustog sklopa, uz smanjenu obradu tla ili izravnu sjetvu u uništenu tratinu, bolje čuvaju nagnute terene od odnošenja (erozije) tla vodom.



Slika 1. Suvremena proizvodnja kukuruza moguća je na ravnim i blago nagnutim terenima, a na potonjim se preporuča izmjena kukuruza s (ozimim) kulturama gustog sklopa čime se smanjuje erozija tla vodom

Figure 1. Intensive corn production is possible on flat or slightly rolling land. On sloping land it is recommended to rotate corn with dense (winter) crops to reduce soil degradation by water erosion
Foto/Photo: Z. Svečnjak

Dobri i loši predusjevi za kukuruz

Kod izmjene kultura treba znati dobre i slabe strane tih kultura kao predusjeva narednoj kulturi. Dobar predusjev je svaka ona kultura nakon koje se sva obrada tla (osnovna i dopunska) i cjelovita gnojidba može izvesti u pravo vrijeme. Nadalje, poželjno je da kulture u slijedu nemaju zajedničke korove, bolesti i štetnike. Poznato da su korovi glavni limitirajući čimbenik u suvremenoj proizvodnji kukuruza. Što se više drugih kultura različitog načina uzgajanja izmjenjuje u plodoredu to se manje šire opasni korovi, a to omogućuje značajno smanjenje u primjeni kemijskih sredstava (herbicida). Kultura koja dobro guši korove i ostavlja čisto polje, a nakon žetve ostavlja veliku masu biljnih ostataka bogatih biljnim hranivima i time poboljšava plodnost tla, te dubokim korijenom dobro rahli tlo je najbolji mogući predusjev kukuruzu.

Kukuruz i pšenica su naše najraširenije kulture pa se zato one najčešće izmjenjuju na parcelama. To je vrlo dobro poznati uzgoj u dvopolju pšenica – kukuruz, a što se detaljnije obrađuje kasnije u tekstu. Izmjenjivanje kukuruza i pšenice u nas najčešće se može proširiti s jednogodišnjom lepirnjačom, prije svega visoko vrijednom sojom. Tada se kukuruz vraća na istu parcelu svake treće godine. Sve jednogodišnje lepirnjače (soja, bob, grašak, grahorica i druge), dobar su predusjev kukuruzu jer se rano skidaju pa se obrada tla može izvršiti na vrijeme. Ako im se na korijenu razviju kvržice i u njima bakterije, koje uzimaju dušik iz zraka, onda zaoravanjem njihovih žetvenih ostataka obogaćuje se tlo na ovom biljnom hranivu.

U izmjenjivanje s kukuruzom još mogu biti uključene uljana repica, suncokret, šećerna repa, krumpir i druge kulture. Uljana repica kao predusjev dobro guši korove i ostavlja čisto polje. Po-

slije žetve ostavlja veliku masu svoje slame, koja je dosta bogata biljnim hranivima i tako poboljšava plodnost tla. Svojim dubokim korijenom dobro rahli tlo. Iz svih navedenih razloga smatra se jednim od najboljih predusjeva za kukuruz. I suncokret rano napušta tlo pa je zbog moguće rane obrade tla povoljan predusjev za kukuruz. Šećerna repa je također dobar predusjev kukuruzu jer se ona prije svega uzgaja na najboljim parcelama, a zatim duboko obrađuje i dobro gnoji. Jedini nedostatak joj je ako se korijen ne izvadi dovoljno rano nego kasno na jesen po vlažnom vremenu i blatnjavom tlu. Tada se tlo jako ugazi, kviri mu se struktura, a obrada tla za kukuruz je teška i nekvalitetna. Budući da poslije vađenja šećerne repe ostaje velika biljna masa glava korijena s lišćem, prije oranja za kukuruz treba tu masu jednolično razbacati. Ako se to ne učini, na dijelovima parcele gdje su zaorane velike hrpe lišća s glavama šećerne repe, u slijedećoj godini biljke kukuruza zaostaju u rastu i razvoju i smanjuju prinos.

U plodored mogu biti uključene i višegodišnje krmne kulture poput lucerne koje se uzgajaju i do pet godina na istoj parceli. Sve višegodišnje lepirnjače zbog popravljivanja tla i obogaćivanja tla organskom masom i biljnim hranivima dobri su predusjevi za kukuruz, pogotovo na plodnim tlima u povoljnom klimatu. U nedovoljno vlažnim krajevima, a tu se mogu ubrojiti istočni dijelovi naše države, zbog svoje velike potrošnje vode lucerna može jako isušiti tlo u dubokom profilu. To se odražava na tešku obradu tla, osobito ako se kojim slučajem obavlja na proljeće i na nedovoljne rezerve vode u tlu prije sjetve kukuruza. Poslije višegodišnjih lepirnjača i njihovih smjesa s travama posebnu pozornost treba obratiti na zemljišne štetnike – žičnjake. Oni se mogu toliko raširiti da bez dobre zaštite primjenom odgovarajućih zaštitnih sredstava, oštete i izazovu ugibanje velikog broja mladih biljčica kukuruza i tako jako smanje prinos. Kukuruz je tzv. “pionirska kultura” koja može doći kao prvi usjev na krčevine i nakon preoravanja stalnih travnjaka, pašnjaka, ali i u tom slučaju preporuča se zaštita od zemljišnih štetnika (prvenstveno žičnjaka).



Slika 2. Višegodišnje lepirnjače poput lucerne (slika lijevo) dobri su predusjevi za kukuruz jer popravljaju strukturu i obogaćuju tlo organskom masom i biljnim hranivima, ali nakon njih mora se pripaziti na zemljišne štetnike –prvenstveno žičnjake (slika desno) / **Figure 2.** Perennial legumes such as alfalfa (left image) are good preceding crops for corn because they improve soil structure and enrich the soil with organic matter and plant nutrients, but soil pests – especially wireworms should be monitored (right image)

Foto/Photo: Z. Svečnjak

Dvopolje pšenica – kukuruz

Pšenica i druge strne žitarice dobar su predusjev kukuruzu jer sva se obrada tla i cjelovita gnojidba može izvesti u pravo vrijeme. U vlažnijim krajevima poslije pšenice može se s dosta uspjeha uzgajati neki ljetni međusjev za ljudsku ili stočnu ishranu ili za zaoravanje zelene mase na jesen. U sušnijim krajevima, kao što je u nas u Slavoniji i Baranji, uzgoj međusjeva bez navod-

njavanja je dosta rizičan. Pšenica i kukuruz mogu imati neke zajedničke korove. Primjer jednog takvog opasnog korova je (običan, poljski) slak (*Convolvulus arvensis* L.) koji se razmnožava podzemnim dijelovima. Kad se on raširi u ovoj izmjeni kultura teško ga je suzbiti bez primjene odgovarajućih herbicida. Za razliku od izgledom sličnog jednogodišnjeg korova (poljskog) vijušca (*Polygonum convolvulus* L.), obični slak je višegodišnji korov koji također može uzrokovati značajne štete u više ratarskih kultura. Na slici 3. vidi se žetva pšenice u kojoj korovi osim direktnog smanjenja prinosa tijekom vegetacije uzrokuju i velike probleme u žetvi jer je došlo do jakog polijeganja usjeva, a mogu uzrokovati i probleme u berbi kukuruza za zrno.



Slika 3. Slak (slika lijevo) i poljski vijušac (slika desno) su zajednički korovi pšenice i kukuruza koji smanjuju prinos i otežavaju žetvu odnosno berbu. Kod velike brojnosti slak može uzrokovati i polijeganje usjeva strnih žitarica (slika lijevo) / **Figure 3.** Field bindweed (left image) and black bindweed (right image) are common weeds of both wheat and corn that reduce the yield and make harvesting difficult. Large population of field bindweed may cause lodging of small grain cereals (left image)

Foto/Photo: Z. Svečnjak

Obični slak razmnožava se i generativno (sjemenom) i vegetativno (podancima). Rizom ili podanak je vrsta podzemne stabljike koja služi za preživljavanje tijekom nepovoljnih razdoblja (primjerice period niskih negativnih temperatura ili jake suše) i kao spremište hrane za razvoj novih nadzemnih stabljika na početku nove vegetacijske sezone. Rizom na sebi ima i korijenje, te sitne ljuskave listove u čijim pazušcima se formiraju pupovi, a razvija se na različitim dubinama ispod površine tla. Većina (50-70%) rizoma poljskog slaka nalazi se u tlu do dubine od 60 cm, dok cjelokupni podzemni dijelovi jedne biljke mogu imati i do šest metara promjera. Novi (nadzemni) izdanci jako brzo niču (izbijaju) u proljeće iz pupova na rizomima iz različitih dubina tla. To se događa kada su dnevne temperature oko 14°C, a noćne nekoliko stupnjeva iznad nule, što je kod nas najčešće tijekom travnja. Cvatnja započinje sredinom ili krajem lipnja i može trajati sve do jeseni odnosno prvog mraza kada izmrzavaju svi nadzemni dijelovi biljke. Interesantno je da cvjetovi ovog korova perzistiraju samo jedan dan i moraju biti oplodeni kukcima (pčelama, bumbarima ili drugim oprašivačima), a od oplodnje do dozrijevanja sjemena potrebno je oko mjesec dana. Iz ovoga je jasno da zbog relativno kasnog početka cvatnje (sredinom lipnja), u strnim žitaricama (pšenici, ječmu i dr.) sjeme slaka ne može dozrijeti do žetve pa se u takvim usjevima isključivo širi ("razmnožava") vegetativno odnosno korijenom (rizomima). Nasuprot tome, u kulturama koje dozrijevaju u jesen (poput kukuruza) može formirati sjeme i to od 10 do više stotina sjemenki po biljci. Zrelo sjeme je tvrdo i slabo klijavo, ali se klijavost povećava poslije prezimljavanja. Sjemenke ovog korova mogu jako dugo preživjeti u tlu (30 i više godina) što dodatno otežava njegovo suzbijanje. Jedna od najučinkovitijih nekemijskih mjera protiv poljskog

slaka je konvencionalna obrada tla. Strani podatci ukazuju da rizomi ovog korova ugibaju pri temperaturama od oko -6°C pa je jesensko oranje dobra mehanička mjera za njegovo suzbijanje. Nasuprot tome, u sustavima ratarske proizvodnje gdje se primjenjuje reducirana obrada tla (bez okretanja tla oranjem) suzbijanje ovog korova je otežano.

Monokultura kukuruza i “umornost” tla

Potreba za ponovljenim ili dugotrajnim uzgojem neke kulture na istoj parceli javlja se u slučajevima kada se ta kultura može dobro prodati ili kada ju treba puno za vlastite potrebe na gospodarstvu. Prednost takvog uzgajanja je u nabavi samo onih strojeva potrebnih u proizvodnji jedne ili malog broja kultura, te više slobodnog vremena za poljoprivrednike za druge aktivnosti izvan ratarstva. Uzastopno uzgajanje kukuruza u nas poznato je poslije pšenice, a neprekidno na poplavnim terenima uz rijeke i u kraškim poljima. To su tzv. “vječna” kukuruzna polja.

Negativne popratne pojave dugotrajnog uzgoja jedne kulture na istoj parceli povezane su prvenstveno sa tzv. “umorom” tla kada tlo više nije pogodno za uzgoj određene kulture, a za druge jest. Glavni razlozi “umornosti” tla su štetni međuprodukti nastali razgradnjom žetvenih ostataka, međusobno djelovanje mikroorganizama i nagomilavanje štetnih bolesti i štetnika. O “umornosti” tla govorimo kada na nekoj parceli progresivno dolazi do pada prinosa uzgajane kulture. Uzroci kojim bi se mogla objasniti umornost tla i pad prinosa su brojni, a glavni su poremećaj u odnosima pojedinih mikroorganizama tla, nakupljanje nematoda ili drugih štetnika, te uzročnika biljnih bolesti. Nadalje, naša dosadašnja iskustva ukazuju da teška glinasta tla, koja pate od suviška vode, nisu pogodna ni za ponovljeni, a kamoli dugotrajni uzgoj kukuruza. Tako su primjerice višegodišnja istraživanja Agronomskog fakulteta na teškim tlima Gornje Posavine provedena prije 30-ak godina jasno i jednoznačno ukazala da su najniži prinosi kukuruza u većini godina dobiveni u monokulturi (tablica 1) i to čak za oko 1/3 manji nego u standardnom dvopolju kukuruz – pšenica. Kao što je već prethodno navedeno, pšenica i druge strne žitarice dobar su predušjev kukuruzu jer sva se obrada tla i cjelovita gnojidba može izvesti u pravo vrijeme. U usporedbi sa našim standardnim dvopoljem (tablica 1), veliko smanjenje prinosa zrna kukuruza u monokulturi na teškom tlu Gornje Posavine samo jednim manjim dijelom se može objasniti većim napadom bolesti truleži stabljike (a koju uzrokuju gljive iz roda *Fusarium*), a više ostalim negativnim utjecajima koji su nam još uvijek nedovoljno poznati. U tim 10-godišnjim pokusima najviši prinosi zrna kukuruza najčešće su ostvareni nakon uljane repice (tablica 1) koja kao predušjev ima slične prednosti kao pšenica i smatra se jednim od najboljih predušjeva za kukuruz.

Tablica 1. Prosječni prinos zrna kukuruza u različitim plodoredima u višegodišnjim istraživanjima na teškim tlima Gornje Posavine / **Table 1.** Average grain yield of corn grown in various crop rotations in a long-term research on heavy soils of Gornja Posavina

Plodored za kukuruz	Prinos, dt/ha	Index, %
Monokultura kukuruza	56,6	67
Pšenica – kukuruz	84,7	100
Soja – kukuruz	78,6	93
Soja – pšenica – kukuruz	89,0	105
Pšenica – crvena djetelina – kukuruz	82,8	98
Soja – pšenica – repica – kukuruz	94,2	111
Soja – pšenica – crvena djetelina – kukuruz	85,8	101

Višegodišnja istraživanja provedena u Kukuruznom pojasu Sjedinjenih Američkih Država ukazuju da je dostupnost dušika jedan od glavnih razloga smanjenih prinosa kukuruza u monokulturi. Način zbrinjavanje žetvenih ostataka može jako utjecati na dostupnost dušika u tlu budući da kukuruzovina ima veći C/N odnos u usporedbi sa žetvenim ostatcima soje, a sama masa koja ostaje nakon žetve odnosno berbe kukuruza je također veća u odnosu na soju i pšenicu. Iz tih razloga američki farmeri često povećavaju (ukupnu) dozu gnojidbe N za dodatnih 40-50 kg N ha⁻¹ pa i više kako bi osigurali optimalnu opskrbu usjeva kukuruza ovim hranivom tijekom vegetacije. Ova agrotehnička mjera može se preporučiti i za naše agroekološke uvjete u slučaju dugotrajne proizvodnje kukuruza za suhu zrno na istoj parceli.

Trulež klipa (i zrna) kukuruza

Ponovljeni, dugotrajni i višegodišnji uzgoj kukuruza pomaže širenju plijesni i porastu razine mikotoksina na zrnu, ali je taj rizik relativno malen. Pojava plijesni je dosta povezana s oštećenjima zrna na klipju pa ukoliko je jači napad kukuruznog moljca imamo i veće potencijalne štete od mikotoksina. Stoga sve agrotehničke mjere koje smanjuju napad kukuruznog moljca smanjuju i potencijalnu zaraženost zrna odnosno klipa plijesnima. Više vrsta gljivica (plijesni) i to najčešće iz roda *Fusarium* mogu uzrokovati trulež klijanaca, stabljike, klipa (i zrna) kukuruza. To dovodi do relativno malih gubitaka u prinosu, ali značajne štete mogu nastati u kvaliteti odnosno hranjivosti zrna kukuruza nakon berbe. Plijesni koje uzrokuju trulež klipa mogu proizvesti i mikotoksine, koji dovode do mikotoksikoze kod stoke. Simptomi truleži klijanaca su jako rijetki, a trulež stabljike kukuruza javlja se kod osjetljivih hibrida nakon metličanja i svljanja. Kako bolest napreduje, na najnižim internodijima stabljika poprima žutu do tamnu boju i postaje mekana. U slučaju jake zaraze dolazi do prijevremenog odumiranja biljaka koje se prema tehnološkoj zrelosti odnosno berbi lako lome pa dolazi do opadanja klipa prije i za vrijeme berbe i na taj način smanjuju se prinos.

Simptomi truleži klipa opažaju se krajem vegetacije i to najčešće kao ljubičasto-crvenkasta boja ili ružičasto-bijela "paučina" na vršnom ili drugim dijelovima klipa. Trulež klipa najčešće se javlja na dijelu klipa koji je bio oštećen od kukuruznog moljca (slika 4) ili ptica. Nadalje, pljesnivost klipa se više javlja u hibrida čiji vrhovi klipova vire izvan listova komušine (otvoreni klip) i čija komušina slabije prijanja uz klip. Klipovi mogu biti potpuno ili djelomično zahvaćeni, što ovisi o vremenu zaraze, pri čemu ranije zaraze klipa dovode do njegove potpune truleži. Iako je oplemenjivanje kukuruza na otpornost na plijesni imalo relativno slabe rezultate, proizvođač vjerojatno može izborom manje osjetljivih hibrida koji karakterizira odgovarajuća (kraća) duljina vegetacije i "zatvoreniji" klip utjecati na manju zaraženost u polju.



Slika 4. Različite plijesni uzrokuju trulež klipa (i zrna) kukuruza, a što se često opaža na klipovima oštećenim od kukuruznog moljca / **Figure 4.** Various fungi cause ear (and grain) rot of corn usually observed on ears damaged by European corn borer caterpillars

Foto/Photo: Z. Svečnjak

Gubitci u kvaliteti su često mnogo veći i značajniji od direktnih šteta u polju odnosno gubitka prinosa. Na zaraženim zrnima plijesni stvaraju svoje sekundarne metabolite – mikotoksine, a takav zaraženi kukuruz onda može uzrokovati različite abnormalne procese na domaćim životinjama. Poslije berbe kukuruza u klipovima bolest se može razvijati i u skladištu. Berbe kukuruza u klipovima još uvijek ima kod nas i to na manjim poljoprivrednim gospodarstvima, a iz razloga što se klipovi mogu i bez umjetnog sušenja spremati u običnim koševima ili na tavanu. U proljeće s porastom temperature gljiva nastavlja s rastom i razvojem. Stoga vlažni klipovi čuvanjem i prirodnim sušenjem u koševima ili na tavanima lako opljesnive, kvare se pa se veliki dio klipova na proljeće mora baciti. Otud dolazi i narodna izreka “Kukuruz se bere (u klipovima) u jesen, a važe u proljeće”. Zbog toga se odmah u berbi odnosno daljnjoj manipulaciji moraju odvajati pljesnivi klipovi i što prije ih dosušiti i pohraniti. Zaraženi kukuruz koji je pobran u zrnu treba što prije umjetno dosušiti na 12-14% vode jer će se inače zaraza s pljesnivih zrna i dalje širiti. Sušenje zrna kukuruza na manje od 14% vode za kratkotrajno (<3 mjeseca) i na manje od 12% vode za dugotrajno čuvanje učinkovito sprečava daljnji razvoj plijesni i proizvodnju novih mikotoksina, ali ne smanjuje do tada stvorenu količinu mikotoksina.

Najvažniji mikotoksini na zrnu kukuruza su aflatoksini, okratoksini, fumonizini, zearalenon i deoksinivalenol (tablica 2). Fuzarijske plijesni su najčešće na klipovima kukuruza pa posljedično na zrnu kukuruza najviše ima fumonizina. Tako je primjerice u 2012. godini utvrđena prisutnost fumonizina u visokih 86% uzoraka zrna kukuruza koji su bili skupljeni u različitim dijelovima svijeta (tablica 2). U Hrvatskoj je tijekom 10-godišnjeg razdoblja za vrijeme i nakon Domovinskog rata mikrobiološki analizirano ukupno 1558 uzoraka zrna kukuruza namijenjenog hranidbi životinja. Fuzarijske plijesni su bile redovito prisutne na zrnu kukuruza i to ovisno o godini na oko 24% do maksimalno 63% analiziranih uzoraka. Istovremeno su provedene i mikotoksikološke analize na ukupno 653 uzorka zrna kukuruza. Pojedini mikotoksini i više njih zajedno utvrđeni su na relativno malom broju uzoraka (najčešće oko 20%). Količine svih analiziranih mikotoksina najčešće su iznosile od 0.1 do 0.4 ppm, a nikad više od 1 ppm. Interesantno je da su u pojedinim godinama fuzarijske plijesni nađene na velikom broju uzoraka (oko 60%), dok su njihovi toksini (fumonozini) utvrđeni u neočekivano malom postotku (oko 20%). Važno je znati da u pojedinim slučajevima kukuruz na temelju fizikalnih analiza (udjela polomljenih i oštećenih zrna) može biti ocijenjen kao “loš”, a da je na temelju mikoloških i mikotoksikoloških analiza “zdrav”, ali i obrnuto.

Tablica 2. Prisutnost mikotoksina na uzorcima zrna kukuruza skupljenim u cijelom svijetu u 2012. godini / **Table 2.** Mycotoxins present on corn grain samples collected worldwide in 2012 year

	Aflatoksini	Zearalenon	Deoksinivalenol (DON)	Fumonizini	Okratoksini
Udio uzoraka zrna s mikotoksinima, %	25	43	64	86	10
Prosječni sadržaj mikotoksina, µg/kg (ppb)	38	375	1039	1992	8

Kukuruzna zlatica

Od kraja prošlog stoljeća u Hrvatskoj je prisutan novi štetnik, kukuruzna zlatica. Prvo je utvrđena na istoku Hrvatske, a tijekom desetak godina proširila se na sva glavna područja proizvodnje kukuruza u Hrvatskoj. U Sjedinjenim Američkim Državama pričinjava značaj-

ne štete pa se ličinke kukuruzne zlatice često suzbijaju zemljišnim insekticidima. Domaća istraživanja ukazuju kako ponovljeni (2 godine uzastopno) i dugotrajni (3 godine uzastopno) uzgoj kukuruza na istom polju rijetko dovodi do ekonomski značajnih gubitka u prinosu od kukuruzne zlatice. No, kod proizvodnje kukuruza u monokulturi (4 i više godina uzastopno) moguće se velike i značajne štete od kukuruze zlatice. Primjena insekticida za tretiranje sjemena najčešće nema zadovoljavajući učinak na smanjenje šteta od ličinki ovog štetnika. Najjednostavnija i najekonomičnija (preventivna) mjera suzbijanja kukuruzne zlatice je uzgoj kukuruza u plodosmjeni.

Kukuruzna zlatica je štetnik koji ima jednu generaciju godišnje, a prezimljuju jaja u tlu. Od srpnja do rujna ženka može izleći nekoliko stotina jaja u tlo, a koja su odložena na dubinu do 10-ak cm. Tijekom kasno-jesenskog, zimskog i rano-proljetnog perioda značajan dio jaja može propasti zbog nepovoljnih vanjskih uvjeta. Međutim, jaja su dosta otporna na niske negativne temperature (do oko -8°C). Stoga od niskih temperatura tijekom jače zime mogu propasti samo jaja u površinskom sloju tla, dok jaja na većoj dubini tla (unesena oranjem) ne mogu izmrznuti. Ovisno o temperaturama tijekom rano proljetnog perioda, već od svibnja iz jaja u tlu izlaze ličinke koje se onda hrane korijenjem kukuruza, a što može uzrokovati značajne štete na biljkama i u konačnici smanjenje prinosa. Ličinke su izduženog i tankog tijela, bijele boje, tamnije glave i završetka zatka dužine do veličine do 15 mm (slika 5). Njihov razvoj traje oko mjesec dana nakon čega se kukulje u tlu. Stadij kukuljice traje oko jedan do dva tjedna pa se imago (odrasli oblik) najčešće javlja odnosno počinje letjeti od kraja lipnja. Na Poljoprivrednom institutu u Osijeku tijekom 20-ak godina praćen je let kukuruzne zlatice. U tom monitoringu početak leta u 61% slučajeva zabilježen je u lipnju, a u 39 % slučajeva zabilježen je u srpnju. Najranije je počinjao 15. lipnja, a najkasnije krajem srpnja. Kraj leta obično je u rujnu, iako je znao biti u kolovozu, a i krajem listopada. Duljina leta prosječno je trajala skoro tri mjeseca. Maksimalni let obično je bio u drugoj dekadi srpnja, a javljao se od lipnja do kolovoza.



Slika 5. Ličinke kukuruzne zlatice oštećuju korijen što može rezultirati u polijeganju biljaka kukuruza

Figure 5. Western corn rootworm larvae feed on root which may result in corn plant lodging

Foto/Photo: Z. Svečnjak

Ličinka kukuruzne zlatice se hrani na korijenu biljaka (slika 5), dok se imago hrani nadzemnim dijelovima biljaka. Poznato je da se ličinke mogu hraniti korijenjem malog broja biljnih vrsta iz porodice trava, ali najbolji domaćin im je kukuruz na kojem mogu uništiti i više od polovice korjenovog sustava (slika 5). Ishrana ličinki na korijenu direktno uzrokuje štete i smanjenje prinosa, ali najveći gubici se ostvaruju ukoliko tijekom vegetacije biljke polegnu zbog negativnog utjecaja drugih vanjskih čimbenika i to uslijed jakih kiša praćenih olujnim

vjetrom. U tom slučaju može doći do jakog polijeganja biljaka koje u berbi kombajn ne može zahvatiti pa klipovi sa takvih biljaka ostaju na polju. Za razliku od ličinki, odrasli oblik kukuruzne zlatice hrani se peludom na metlici i klipju, a u potonjem slučaju izgriza i svilu (slika 6). Osim svile, može izgristi i list kukuruza, na kojemu su vidljive uzdužne pruge slično oštećenjima žitnog balca. Odrasli oblici kukuruzne zlatice su dobri letači i mogu preletjeti desetak i više kilometara. Zbog složenosti problema zaštite kukuruza od ovog štetnika, za prognozu odnosno procjenu šteta neophodno je pratiti njegovu pojavu i to posebice na lokalitetima s utvrđenom visokom populacijom.



Slika 6. Odrasli oblik (imago) kukuruzne zlatice hrani se polenom pa ga možemo naći na metlici (slika lijevo i u sredini) i svili klipa (slika desno) / **Figure 6.** Adults of Western corn rootworm feed on pollen so they are easily found on plant tassel (left and middle image) and silk (right image)

Foto/Photo: Z. Svečnjak

Divlji sirak

Površine koje su jako zakorovljene opasnim višegodišnjim travnatim korovima, a koji se u kukuruza teško uništavaju i uz primjenu herbicida, nisu za preporuku za proizvodnju kukuruza u monokulturi. Štoviše, unazad nekoliko godina na pojedinim lokalitetima Gornje Posavine i Podravine utvrđena je rezistentnost divljeg sirka (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) na određene sulfonilureja herbicide i u takvim slučajevima potrebno je kontaktirati stručnjake radi osmišljavanja novih programa zaštite. Niti jedan od zemljišnih herbicida koji se primjenjuju poslije sjetve, a prije nicanja kukuruza (pre-em) u pravilu ne ostvaruju zadovoljavajuće rezultate na višegodišnje širokolisne i uskolisne korove. No, pojedine višegodišnje širokolisne korova poput slaka možemo nakon nicanja kukuruza relativno jednostavno suzbiti hormonskim herbicidima poput Deherbana A, Deherban A Extra, Mustang i dr., te translokacijskim herbicidima na bazi aktivne tvari dikamba (Banvel 480 S, Kolo 480 S, Motikan i dr.). Međutim, treba pripaziti pri primjeni jer su hormonski odnosno translokacijski herbicidi selektivni samo do određene faze rasta kukuruza pa ih ne smijemo primijeniti poslije propisanog roka. Nadalje, translokacijski herbicidi ne mogu u potpunosti suzbiti višegodišnje korove poput osjaka (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Svi translokacijski herbicidi relativno učinkovito uništavaju nadzemni dio korovne biljke, no iz podzemnih dijelova (rizoma) mogu ponovo potjerati novi izboji, koji do jeseni opet mogu zakoroviti kukuruz. Stoga je većinu višegodišnjih korova moguće najbolje suzbiti nakon žetve strnih žitarica odnosno na strništu (slika 7) i to prvenstveno primjenom djelotvornih herbicida, a jednim dijelom i obradom tla (prašenjem strništa).



Slika 7. U dvopolju pšenica – kukuruz, divlji sirak može izbiti i u pšenici (lijevo). Najučinkovitije suzbijanje ovog opasnog korova moguće je na strništu primjenom odgovarajućih herbicida, te u određenoj mjeri i obradom tla (desno) / **Figure 7.** Johnsongrass might occur even in wheat crop when grown in rotation with corn (left image). The most effective control of johnsongrass by applying herbicides in wheat stubble after wheat harvest well as by stubble tillage (right image)

Foto/Photo: Z. Svečnjak

Dugogodišnji uzgoj kukuruza na istoj parceli često rezultira u jakoj zakorovljenosti divljim sirkom i drugim višegodišnjim travnatim korovima. Svima je dobro poznato da u usjevu kukuruza do pojave sulfonilureja herbicida krajem 80-tih godina prošlog stoljeća uopće nismo mogli selektivno suzbiti višegodišnje uskolisne korove poput divljeg sirka i pirike (*Agropyron repens* (L.) P. Beauv.). Post-em primjenom sulfonilureja herbicida moguće je učinkovito suzbijanje divljeg sirka tijekom vegetacije kukuruza. Međutim, tim herbicidima možemo suzbiti samo divlji sirak koji se razvio iz sjemena, dok kod divljeg sirka koji niče (izbija) iz rizoma uništavamo samo nadzemni dio biljke i ne možemo uništiti podzemni dio (rizom). Stoga već slijedeće godine iz sjemena, ali i iz pupova (podzemnih) rizoma izbijaju nove biljke sirka. Uz kemijske mjere zaštite, tijekom vegetacije može se naravno provoditi i međuredna kultura koja uništavamo dio podzemnih organa divljeg sirka između redova kukuruza i na taj način sprječavamo njegovo jako širenje. No, i uz primjenu odgovarajućih herbicida i međurednu kultivaciju, na parcelama jako zakorovljenim divljim sirkom preporuča se uzgoj kukuruza u plodoredu. Tako primjerice u dvopolju pšenica – kukuruz, obradom tla nakon žetve pšenice (prašenjem strništa) možemo izložiti podzemne vegetativne organe (rizome) divljeg sirka suncu čime dolazi do njihovog sušenja i odumiranja, a istovremeno će biljke sirka koje su niknule iz sjemena biti potpuno uništene. Na strništu se jako preporuča primjena odgovarajućih herbicida i to svakako prije osjemenjivanja divljeg sirka kako bi se onemogućilo formiranje sjemena i na taj način spriječilo daljnje širenje ovog korova.

Naši poljoprivrednici su upoznati da je unazad nekoliko godina na pojedinim lokalitetima Gornje Posavine i Podravine utvrđena rezistentnost divljeg sirka na sulfonilureja herbicide, a što je najvećim dijelom posljedica čestog odnosno višegodišnjeg uzgoja kukuruza na parcelama gdje je dominirao divlji sirak iz rizoma. Dosadašnji rezultati ukazuju na rezistentnost ovog korova na aktivne tvari nikosulfuron i foramsulfuron. Nikosulfuron je svima dobro poznata aktivna tvar i nalazimo ju u brojnim herbicidima komercijalnih naziva Motivell, Elumis, Kelvin 40 SC, Nicosh, Talon, Samson extra i dr., dok je aktivna tvar foramsulfuron prisutna u svega par herbicida (Equip i dr.). U slučaju pojave rezistentnosti divljeg sirka na nikosulfuron proizvođač mora što prije promijeniti aktivne tvari odnosno usmjereno primijeniti druge

herbicide koji i dalje učinkovito suzbijaju ovaj korov u kukuruзу. Dosadašnja iskustva ukazuju da se za kontrolu divljeg sirka rezistentnog na nikosulfuron mogu preporučiti herbicidi na bazi aktivne tvari izoksaf lutol i tienkarbazon-metil u ranoj post-em primjeni, a u kombinaciji s herbicidom na bazi aktivne tvari tembotrion u kasnoj post-em primjeni. Za učinkoviti program zaštite od divljeg sirka i drugih višegodišnjih travnatih i širokolisnih korova u dugotrajnom uzgoju kukuruza na istoj parceli proizvođači se mogu raspitati kod stručnih osoba u poljoprivrednim apotekama ili kod zaštitarskih kuća odnosno njihovih savjetnika na terenu.



Slika 8. Kukuruz jako zakorovljen divljim sirkom (slika lijevo) i nedovoljna učinkovitost primijenjenih herbicida u kontroli ovog opasnog korova (slika desno) / **Figure 8.** Corn crop heavily infested by johnsongrass (left image) and unsatisfactory control of this dangerous weed by applied herbicide in farmer's field (right image)
Foto/Photo: Z. Svečnjak

Preporučene agrotehničke mjere za dugotrajni uzgoj kukuruza

Primjenom suvremenih agrotehničkih mjera obrade tla, gnojidbe i zaštite može se osjetno smanjiti "umornost tla" pa se i izmjena kultura na istoj parceli može jako suziti, a da prinosi kukuruza ostanu dobri i visoki. To suženje može biti toliko da se kukuruz često može uspješno proizvoditi nekoliko godina uzastopno ili neprekidno dugo godina. Dobar uspjeh ponovljenog, a osobito dugotrajnog uzgajanja kukuruza na istoj parceli, može se polučiti samo na ravnim terenima i terenima malog (3-5%) nagiba, te na tlu dobrih osobina. Srednje teška ilovasta, plodna, duboka i propusna tla pogodna su za ovakav način uzgajanja. Uz kvalitetno tlo, za dobar uspjeh ponovljenog, a osobito dugotrajnog uzgajanja kukuruza na istoj parceli, potrebno je kako slijedi:

- obilno gnojiti organskim i mineralnim gnojivima,
- duboko orati, do 30 cm ili više, kako bi se kukuruzovina potpuno zaorala. Dubljim zaoravanjem kukuruzovine smanjuje se mogućnost napada bolesti i štetnika koji se prenose na ostacima korijena i stabljike. Kukuruzovina se ne smije spaljivati jer se time gubi organska tvar potrebna tlu,
- dodati 50 do 80 kg/ha dušika, najbolje u obliku ureje, prije zaoravanja kukuruzovine. Time se ubrzava razgradnja kukuruzovine, koju vrše mikroorganizmi tla, i izbjegava kompeticija između njih i slijedećeg usjeva kukuruza za dušik u kasno proljetnom razdoblju,
- sijati hibride povećane otpornosti na bolesti koje izazivaju trulež stabljike i klipa i na štetnika kukuruznog moljca,

- sijati ne jedan, nego više hibrida koji se razlikuju u duljini svoje vegetacije u cilju smanjenja rizika od vremenskih nepogoda (prvenstveno suše)
- učinkovito suzbijati višegodišnje korove i to prvenstveno divlji sirak primjenom odgovarajućih herbicida,
- pratiti pojavu kukuruzne zlatice jer se značajne štete mogu očekivati nakon nekoliko (3-4) godina proizvodnje kukuruza na istoj parceli.

Literatura

Bažok, R. (2007) Kukuruzna zlatica. *Glasilo biljne zaštite* 5:316-321.

Dejanović, R., Sambolek, H., Topolovec, D. (2018) Rezistentnost korova *Sorghum halepense* na herbicide iz skupine inhibitora acetolaktat sintaze (ALS) i integrirani pristup u suzbijanju. *Glasilo biljne zaštite*, 6:542-549.

Gentry, L. F., Ruffo, M. L., & Below, F. E. (2013) Identifying factors controlling the continuous corn yield penalty. *Agronomy Journal*, 105(2), 295. doi:10.2134/agronj2012.0246.

Brlek, V., Pavičić, P., Vedrinar, V. (1999). Prisutnost fuzarijskih plijesni i nekih njihovih mikotoksina u žitaricama namijenjenim hranidbi životinja. *Krmiva* 41, 195-199.

Pucarić, A., Varga, B., Mustapić, Z., Pospišil, M., Štafa, Z., Danjek, I. (1996) Prinosi ratarskih i krmnih kultura u raznim sustavima ratarske proizvodnje na vertičnom amfikleju u gornjoj Posavini. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 61:123-145.

Pucarić, A., Ostojić, Z., Čuljat, M. (1997) Proizvodnja kukuruza. *Poljoprivredni savjetnik*, Zagreb.

Prispjelo/Received: 28.10.2024.

Prihvaćeno/Accepted: 30.11.2024.

Professional paper

Corn production in crop rotation and monocropping

Abstract

Corn crop may be grown in monoculture as well as in rotation with other crops due to a number of organizational, agro-ecological and economic reasons. Agronomically efficient and environmentally benign production of corn and other arable crops is often more feasible in crop rotation. Foreign and home studies have clearly shown that grain yields are smaller when corn is grown continuously relative to a cropping rotation. In general, reduced stress from pests is one of the main factors for improved yields from crop rotations in modern corn production. In this professional paper, the autotoxicity and the effect of previous crops on corn performance is described and illustrated. In addition, the main pest problems in corn monocropping, namely cob and grain rot, western corn rootworm and johnsongrass, are presented along with the recommended agronomic practices and operations.

Key words: crop rotation, previous crops, autotoxicity, pest control