

Maja ŠČEPANOVIĆ¹, Ema BRIJAČAK², Nika SVETICKI², Dora ŠINCEK², Valentina ŠOŠTARČIĆ¹

¹ Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za herbologiju

² Studentice diplomskog studija Fitomedicina Sveučilišta u Zagrebu

Agronomskog fakulteta

mscepanovic@agr.hr

METODE PROGNOZE ZAKOROVLENOSTI POLJOPRIVREDNIH USJEVA

SAŽETAK

Integrirana biljna proizvodnja temelji se na primjeni herbicida samo u slučaju kad je ekonomski prag štetnosti, izazvan prisutnim korovima u usjevu, veći od troškova primjene herbicida. Budući da u Hrvatskoj nisu razvijeni modeli koji odgovaraju na pitanja treba li tretirati, kojim herbicidom i u kojoj dozi, kao što je slučaj u poljoprivredno razvijenim zemljama, prognoza zakorovljenosti može se odrediti drugim metodama (analiza banke sjemena tla, praćenje dinamike nicanja te izračun sume toplinskih jedinica). U ovom radu prikazane su mogućnosti kratkoročne i dugoročne prognoze zakorovljenosti s pomoću navedenih metoda.

Ključne riječi: banka sjemena, dinamika nicanja, kratkoročna prognoza, dugoročna prognoza, suma toplinskih jedinica

UVOD

Osnovno načelo integriranoga suzbijanja štetnih organizama jest primjena ekonomskog praga štetnosti - EPŠ (broj odnosno gustoća štetnog organizma po jedinici površine). Taj prag osnova je za opravdanu primjenu pesticida. Međutim u praksi suzbijanje korova rijetko ili gotovo nikada se ne temelji na broju ekonomski štetnih korovnih vrsta. Naime, biološke specifičnosti korovnih vrsta poput velike sjemenske proizvodnje, dormantnog sjemena, a i brojne neizravne štete od korova, glavni su razlog suzbijanja i onih jedinki korova koje eventualno ne bi ekonomski naštetile usjevu (Ščepanović i sur., 2016). Stoga se, pri procjeni suzbijanja korovnih vrsta u poljoprivredno razvijenim državama, više pažnje pridaje suzbijanju korova temeljem određivanja vremena i trajanja ponika pojedine korovne vrste u polju – tzv. modeli prognoze nicanja. Prognozni modeli uključuju biološke specifičnosti korovnih vrsta poput minimalne temperature i vlage koja je potrebna za nicanje, a dostupni su u obliku softvera. S pomoću njega poljoprivredni proizvođači mogu vrlo brzo i bez velikog predznanja doći do korisnih informacija o potrebi i vremenu suzbijanja korova. Visoka cijena i duga izrada prognoznih modela uzroci su njihove slabije implementacije u poljoprivrednoj proizvodnji.

Odluku o potrebi suzbijanja, kao i izbor mjere suzbijanja, poljoprivredni proizvođači najčešće donose nakon pregleda polja i utvrđivanja gustoće zakorovljenosti. Međutim, vrlo se često dogodi da je u trenutku pregleda polja već došlo do kompeticije između korova i usjeva pa će tada i očekivani učinci provedenih mjera suzbijanja izostati ili biti manje učinkoviti. No za predviđanje i olakšano donošenje odluke o potrebi i vremenu suzbijanja, odnosno za kratkoročnu i dugoročnu prognozu buduće zakorovljenosti, mogu se koristiti i neke druge metode. Valja napomenuti da je za provedbu tih mjera potrebno znatno više vremena, ali i znanja, pa se uglavnom u praksi i ne provode. Ipak neke od metoda, opisane u daljnjem tekstu, mogu se vrlo jednostavno provesti i tako omogućiti proizvođačima da korov zaista suzbijaju prema načelima integriranog suzbijanja.

Najčešće korištene metode jesu: (1) analiza sjemenki korova iz banke sjemena tla, (2) metoda solarizacije i (3) sumiranje toplinskih jedinica potrebnih za nicanje korovnih vrsta. *Kratkoročna prognoza zakorovljenosti* odnosno prognoza zakorovljenosti u tekućoj godini može se provesti metodom analize banke sjemena iz površinskog sloja tla (0 – 15 cm) i metodom solarizacije. *Dugoročna prognoza zakorovljenosti* odnosno predviđanje zakorovljenosti u idućim godinama provodi se analizom banke sjemena iz dubljeg sloja tla (15 – 30 cm) i izračunom suma toplinskih jedinica temeljem praćenja nicanja korova u polju.

1 . Analiza banke sjemena – kratkoročna i dugoročna prognoza zakorovljenosti

Analizom sjemenki u banci sjemena tla utvrđuje se prvenstveno sastav i brojnost (gustoća) sjemena u tlu te fakultativno i raspored sjemena pri različitim dubinama tla (horizontalna distribucija). Poznavanje sastava i gustoće sjemenki korova na određenom području omogućava bolji izbor usjeva, prilagodbu agrotehničkih mjera i racionalniju primjenu herbicida. Broj sjemenki korova u banci sjemena vrlo je različiti od samo nekoliko pa čak i do milijun i više sjemenki po metru četvornom. Međutim, iako se u tlu nalazi tako mnogo sjemenki, u obrađivanim tlima općenito prevladava samo nekoliko dominantnih vrsta koje sačinjavaju 70 - 90 % od ukupnoga broja sjemena, a što je izravno povezano s pretkulturom i načinom suzbijanja korova na određenoj površini. Te dominantne sjemenke zapravo su sjemenke korovnih vrsta koje proizvođači imaju svake godine u usjevu.

Za uspješnu prognozu zakorovljenosti pojedine parcele važno je razlikovati stanje sjemena (živo, dormantno ili mrtvo) koje se nalazi u tlu, a i mogućnost ponika s obzirom na dubinu na kojoj se sjemenka nalazi. Ta dva čimbenika odredit će da li će određena korovna vrsta ponići u tekućoj godini ili u idućim godinama. Drugim riječima, to je osnova za utvrđivanje kratkoročne ili

dugoročne prognoze zakorovljenosti na određenoj parceli. Ulaskom u tlo sjeme je izloženo raznim biotskim i abiotskim čimbenicima pa se u tlu mogu razlikovati tri tipa sjemena: viabilno (živo), dormantno i mrtvo sjeme. Viabilno sjeme jest ono sjeme koje je sposobno proklijati odmah ili ono sjeme koje će proklijati ovisno o količini hraniva u endospermu/embriju sjemena te ovisno o stupnju zdravstvenog stanja (sposobnost odupiranja patogenima tla). Temeljem udjela viabilnog sjemena u tlu postavlja se **kratkoročna prognoza zakorovljenosti** koja upućuje na to kakva će biti zakorovljenost u tekućoj godini. Mrtvo je sjeme ono sjeme kojemu su sjemeni dijelovi potpuno ili djelomično oštećeni ili nisu razvijeni djelovanjem genetskih ili okolišnih procesa pa takvo sjeme nije sposobno razviti mladu biljku. Najveći broj sjemenki u tlu ostat će u stanju dormantnosti (mirovanja) dotle dok ne nastupe povoljni uvjeti za klijanje. Općenito gledano, dormantnost sjemena svojstvo je korovnih vrsta koje biološkim prilagođavanjem onemogućuje prijevremeno klijanje te klijanje sjemena u nepovoljno doba godine (Baskin i Baskin, 1998). Svojstvo dormantnosti sjemena izraženo je u većine korovnih vrsta što im omogućava veliku prilagodljivost, a poljoprivrednim proizvođačima znatno otežava prognozu nicanja. Gotovo sve korovne vrste, u trenutku sazrijevanja sjemena na majčinskoj biljci već posjeduju dormantnost (primarna dormantnost). Ulaskom u tlo sjemenke poprimaju sekundarnu dormantnost ako u tlu vladaju nepovoljni uvjeti za klijanje. Svaka korovna vrsta ima drugačije zahtjeve za prekidanjem dormantnosti i početkom klijanja, što dodatno otežava prognozu nicanja. Udio dormantnog sjemena u tlu odredit će planiranje **dugoročne prognoze zakorovljenosti** – prognoze zakorovljenosti u idućim godinama. Za razliku od kratkoročnoga prognoziranja na temelju sadržaja viabilnog sjemena, dugoročnu prognozu temeljem sadržaja dormantnog sjemena teže je precizno odrediti. Naime, vrlo su kompleksni čimbenici u tlu koji utječu na prekidanje dormantnosti odnosno poticanje klijavosti. Osim toga, svaka korovna vrsta ima posebne zahtjeve za prekidanje dormantnosti, što dodatno otežava dugoročnu prognozu.

Osim stanja u kojem se sjeme nalazi, dubina položenoga sjemena u tlu važan je čimbenik koji određuje nicanje, a povezana je najčešće s načinom obrade tla odnosno agrotehničkim mjerama koje se provode na poljoprivrednoj površini. Stoga je, osim poznavanja **ukupnog broja i stanja sjemenki korova u tlu**, važno poznavati i njihov **raspored po dubini tla**, a samim time i sposobnost sjemena pojedinih vrsta za nicanje. Pri tom je potrebno znati da su krupnosjemene vrste (europski mračnjak, kužnjak, divlja zob i dr.) sposobne ponići iz nešto većih dubina (10 cm) za razliku od sitnosjemenih vrsta (loboda, šćir i dr.), koje niču uglavnom iz površinskog sloja do 5 cm dubine. Za potrebe kratkoročne prognoze tlo se najčešće uzorkuje do 10 cm dubine (najviše 15 cm), a kao informacija o potencijalu zakorovljenosti u idućoj godini (dugoročna prognoza) s dubine od 15 do 30 cm. Najidealnije bi bilo da se uzorkovanje provodi

odvojeno po slojevima tla: 0 – 5, 5 – 10 te 10 – 15 cm da bi se tako dobila informacija o poniku sitnosjemenih i krupnosjemenih korovnih vrsta.

Najčešće korišten postupak analize banke sjemena korova u tlu jest prosijavanje tla u kombinaciji s testom klijavosti (za utvrđivanje živog sjemena) odnosno testom klijavosti u kombinaciji s tetrazolium testom (za utvrđivanje dormantnog sjemena). Prije prosijavanja potrebno je prikupiti uzorke tla s poljoprivredne parcele. Uzorci se uzimaju na različite načine, a najčešće prema W ili X obliku ili dijagonalno po parceli. Svaki od tih načina uzimanja uzoraka prihvatljiv je pod uvjetom da se obuhvati duljina i širina parcele. Za uzorkovanje se koriste pedološke sonde različitih promjera (najčešće 2 – 5 cm). Uzorak veličine 5 cm, dubine 10 cm praktično je rješenje jer je dovoljno velik za otkrivanje sjemena, a neće opteretiti istraživača s prevelikom količinom tla. Dvije su metode s pomoću kojih se može saznati koje se sjemenke korova se nalaze u tlu: metoda prosijavanja i metoda nicanja. **Metodom prosijavanja** iz otopljenoga tla izdvajaju se sjemenke korova kroz sustav sita različitih promjera (slika 1.). Sita su raspoređena od najgornjega s najvećim promjerom očica do najdonjeg sita kojem je promjer očica manji od najmanje veličine očekivane sjemenke. Najčešće se rabe sita s promjerom očica od 2 mm do 0,2 mm i ona zadržavaju najzastupljenije sjemenke korova. Često je u uzorak otopljenoga tla različitih vrsta tala, napose glinastih, potrebno dodati natrijev hidrogenkarbonat ili natrijev heksametafosfat da bi se ubrzala topljivost agregata tla. Osim običnih sita, mogu se rabiti i različite pneumatske sito-treskalice (slika 2.) koje znatno ubrzavaju postupak prosijavanja. Jedan od glavnih nedostatak te metode jest potrošak velike količine vode. Stoga su istraživači u SAD-u razvili sofisticiraniju metodu u kojoj je potrošak vode manji za 50 %, a znatno se povećava brzina rada korištenjem elutriatora koji dnevno obradi 100 uzoraka.



Slika 1. Prosijavanje uzoraka tla kroz sita različitih dimenzija (snimila D. Šincek)



Slika 2. Pneumatska sito treskalica (snimila V. Šoštarčić)

Na situ se nakon ispiranja ne nalaze samo čiste sjemenke korova nego i čestice tla te neki organski materijali koji usporavaju i otežavaju cijeli postupak, a vrijeme potrebno za identifikaciju sjemena proporcionalno se povećava s brojem sjemenki i količinom pijeska u uzorcima tla. Nakon što se dobije čisto sjeme koje je odvojeno od nečistoća u uzorku tla, slijedi determinacija sjemenki za koju je potrebno uložiti najviše vremena, a zahtijeva i stručnu osposobljenost osobe koja identificira sjeme. Za analizu 100 uzoraka tla potrebno je oko 22 sati rada po jednom čovjeku, od čega na identifikaciju sjemena otpada polovica vremena (11 sati) (Wiles i Schweizer, 1999). Naravno da stručna osposobljenost znatno utječe na brzinu provođenja ove metode pa identifikacija sjemena korova može i znatno dulje potrajati ako je provode slabije educirane osobe.

Da bi se utvrdio postotak klijavih sjemenki u tekućoj godini (kratkoročna prognoza), potrebno je provesti daljnje provjere. S pomoću testa klijavosti može se utvrditi klijavo sjeme, odnosno ono sjeme koje će proklijati u usjevu. Testom klijavosti, međutim, ne može se identificirati neprokljalo (dormantno) sjeme jer se sve neprokljalo sjeme razvrstava u mrtvo. Zbog toga se za bržu i lakšu detekciju viabilnog (živog) sjemena u sjemenoj populaciji, uz test klijavosti, koristi tetrazolium test za utvrđivanje dormantnog (potencijalno klijavog), klijavog i mrtvog (nekljavog) sjemena. Taj test provodi se u četiri koraka: hidratacija, rezanje, potapanje polovice sjemena u otopinu tetrazolium klorida te vizualna ocjena obojenosti embrija. Potpuno obojeno i djelomično obojeno sjeme definira se kao živo sjeme, a neobojeno sjeme smatra se mrtvim sjemenom. Još brža metoda klasificiranja sjemena na dormantno i nedormantno jest test pritiska. Tim se testom uz pomoć stakalca sjemenka pritišće na filtrirani papir i odmah nakon pritiska promatra se prisutnost vodenoga traga na tom papiru. Ako se na filtriranom papiru uoči mokri trag, sjeme je živo, ako je papir ostao suh, sjeme je mrtvo.

Metoda nicanja drugi je način na koji se može doći do informacije o sastavu sjemenki korova u tlu. Uzorkovano tlo stavlja se u posude te se u stakleniku, plateniku ili na otvorenom (natkrivenom) prostoru prati ponik korova. Dubina tla u posudi ne bi trebala biti veća od dubine na kojoj se očekuje da će sjeme proklijati, redovito je to manje od 5 cm, a najbolje 2 do 3 cm. Ako je tlo bogato glinom, poželjno ga je pomiješati s pijeskom za poboljšanje drenaže. Cilj te metode je pratiti ponik korova i time doći do pravovremene informacije o sastavu korova na određenoj površini. Nakon određenog vremena najčešće prestane ponik korova te je potrebno stvoriti takve uvjete da se dormantno sjeme korova potakne na nicanje. Najčešće se određeno vrijeme (nekoliko tjedana) tlo ostavlja bez vode te se zatim zasušeno tlo promiješa i dobro zalije. Time se potiče proces nicanja. Broj je takvih ciklusa različit, a većina jednogodišnjih korovnih vrste proklije tijekom prvoga ciklusa, oko 10 % u drugom ciklusu i veoma malo u trećem i četvrtom ciklusu. Nakon drugog ili

trećeg ciklusa uzorak se stavlja u hladne uvjete na 4 °C nekoliko tjedana, a potom se naizmjenično mijenja temperatura u stakleniku. Svrha toga je stimulirati proljetne uvjete u kojima sjeme mnogih ljetnih vrsta prekida dormantnost. Veliki nedostatak te metode jest dužina trajanja te može potrajati i do dvije godine. Stoga se ta metoda uglavnom koristi u znanstvenim istraživanjima. U praktičnom smislu za prognozu zakorovljenosti ta je metoda je prihvatljiva ukoliko se kombinira s metodom solarizacije.

2. Metoda solarizacije – kratkoročna prognoza zakorovljenosti

Metoda solarizacije provodi se natkrivanjem manjega dijela poljoprivredne površine zato da bi se povećala temperatura ispod natkrivenoga dijela i time ubrzalo nicanje korovnih vrsta. Na nekoliko mjesta na parceli kontrolni kvadrati (pr. 1 m²) prekrivaju se PVC folijom, agrotekstilom i sličnim materijalima ili se postave prozorska stakla ili mini plastični tuneli da bi u njima temperatura bila viša nego u okolišu. Na taj način dobije se informacija o sastavu banke sjemena i o očekivanoj zakorovljenosti u tekućoj godini prije nego korovi poniknu u usjevu (Eyherabide i sur., 2011). Ovo je praktičnije rješenje za poljoprivredne proizvođače da i prije sjetve saznaju koje korove mogu očekivati u polju i tome prilagode mjere suzbijanja. Strana istraživanja pokazuju da je za određene korovne vrste (npr. *Chenopodium album*) dovoljno postaviti samo jedan natkriveni kvadrat na jedan hektar da bi se dobila pouzdana informacija o stanju u banci sjemena tla (Eyherabide i sur., 2003). Vrlo malen trošak i jednostavnost izvedbe ovu tehniku čine mnogo prihvatljivijom poljoprivrednim proizvođačima nego tehnički i stručno zahtjevne analize banke sjemena. Solariji zapravo predstavljaju jednostavniju verziju analize banke sjemena jer će ispod natkrivenoga dijela ponići samo nedormatne sjemenke, a neće ponići mrtvo i predatorima oštećeno sjeme, koje je pri metodi ispiranja potrebno dodatno testirati.

Kao metoda kratkoročne prognoze solariji mogu biti korisni poljoprivrednim proizvođačima za odluku o tome da li treba primijeniti i u kojem roku primijeniti herbicide (pre-emergence ili post-emergence). Ta metoda najčešće se primjenjuju oko mjesec dana prije sjetve (ovisno o načinu obrade i pripreme tla), a posebice je pogodna manje površine i u visoko dohodovnim kulturama (npr. povrtnice). Također njihova primjena vrlo je pogodna u kulturama koje se siju u jesen ili u rano proljeće kod relativno nižih temperatura.

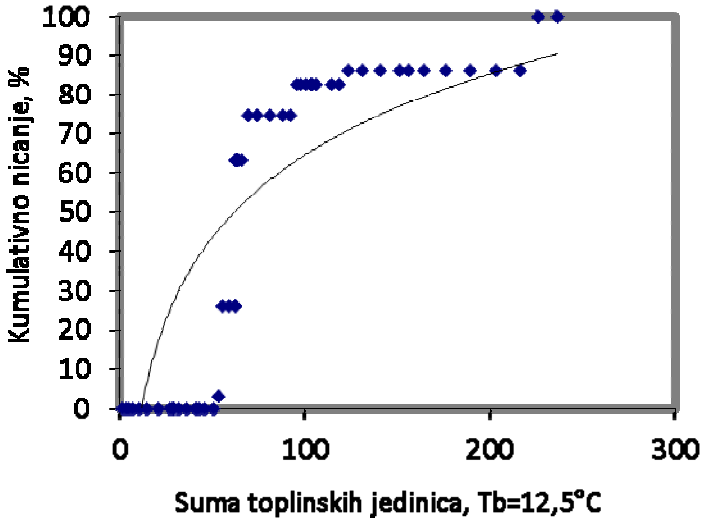
3. Suma toplinskih jedinica – dugoročna prognoza zakorovljenosti

Dugoročno prognozirati zakorovljenost (osim analizom sjemena iz dubljih slojeva tla) može se i izračunom sume toplinskih jedinica (STJ) potrebnih za ponik i duljinu nicanja određene korovne vrste. Glavni cilj korištenja STJ u

integriranom suzbijanju korova jest pravovremena primjena herbicida za ponikle korovne vrste. Preporuka je da se u post-em roku herbicidi primjene kad u usjevu ponikne 60 – 80 % korovnih vrsta, a što je moguće saznati sumiranjem toplinskih jedinica. Taj način prognoze temelji se na činjenici da je osim vlage tla, temperatura glavni okolišni čimbenik koji kontrolira nicanje i pojavu korovnih vrsta. Stoga je moguće, a pogotovo u usjevima koji se navodnjavaju, sumirajući dnevne temperature i poznavajući biološki minimum za svaku korovnu vrstu, dobiti informaciju o njihovom vremenu ponika. Za tu svrhu potrebno je u prvoj godini u poljskim uvjetima pratiti ponik korovnih vrsta. Metoda praćenja nicanja sastoji se u postavljanju trajnih kvadrata dimenzija 0,5 x 0,5 m u kojima se prati nicanje korova od sjetve kulture pa do završetka kritičnog razdoblja zakorovljenosti. Praćenje nicanja obavlja se jednom do dva puta tjedno tako da se sve ponikle jedinice zabilježe te potom škarama uklone iz usjeva. Idealno bi bilo kad bi se mjesta na kojima će se pratiti ponik korova nalazila u neposrednoj blizini mjesta s kojih je uzeto tlo za analizu banke sjemena. Za izračun sume toplinskih jedinica osim srednjih dnevnih temperatura potrebno je poznavati i vrijednost biološkog minimuma vrsta koje se prate, a STJ se računa prema formuli: $STJ = \sum (SDT - T_b)$ gdje je SDT – srednja dnevna temperatura tla, a T_b – biološki minimum (Washitani i Takenaka, 1984).

Biološki minimum jest najniža temperatura potrebna za nicanje neke vrste, odnosno pri temperaturama nižim od biološkog minimuma nicanje je jednako nuli (Gummerson, 1986). Dakle, najmanje u jednoj vegetacijskoj sezoni potrebno je pratiti ponik korovnih vrsta i s pomoću navedene formule izračunati sumu toplinskih jedinica. Ideja dugoročne prognoze je u tome da se idućih godina samo sumiranjem temperatura (bez izlazaka u polje) prognozira vrijeme ponika određene vrste. Naravno da uspjeh te prognoze ovisi o biološkim i pedo-klimatskim čimbenicima određenoga područja (količina oborina, pH tla, sastav korova i sl.), što znači da bi se nekoliko godina trebalo pratiti ponik korova da bi se dobili što objektivniji rezultati.

Primjer dugoročne prognoze nicanja korovnih vrsta *Setaria* spp., temeljem jednogodišnjeg praćenja nicanja, prikazan je na grafikonu 1. Podatci iz ovog jednogodišnjeg poljskog pokusa ukazuju da je za početno nicanje vrste bila potrebna suma od 50 toplinskih jedinica, a za nicanje do kraja kritičnog razdoblja zakorovljenosti bila potrebna suma od 236 toplinskih jedinica. Preporuka je da se u post-em roku herbicidi primjene kada ponikne 60 – 80 % korovnih vrsta za što je kod vrsta *Setaria* spp. bila potrebna suma od 55 – 135 toplinskih jedinica.



Eyeharbide, J. J., Calvino, A. P., Forcella F., Cendoya, G. i Oskoui, K. R. (2003). Solaria help predict in-crop weed densities. *Weed Technology*, 17, 166-172.

Gummerson, R. J. (1986). The effect of constant temperatures and osmotic potential on germination of sugar beet. *J. Exp. Bot.* 41:1431-1439.

Šćepanović, M., Šoštarčić, V., Masin, R., Barić, K. (2016). Modeli prognoze dinamike nicanja i bio - ekonomični modeli kao pomoć u integriranom suzbijanju korova. *Glasilo biljne zaštite*, 4, 397 – 409.

Washitani, I. i Takenaka, A. (1984). Mathematical description of the seed germination dependency on time and temperature. *Plant Cell Environ.*, 7, 359–362.

Wiles, L. J., Schweizer, E. E. (1999). The cost of counting and identifying weed seeds and seedlings. *Weed Science*, 47, 667-673.

pregledni rad