

Suvremena tehnika za suzbijanje štetočinja u ekološkoj proizvodnji bilja

Sažetak

U radu je prikazana suvremena poljoprivredna tehnika u zaštiti bilja i to putem termičke zaštite, korištenjem podtlačnih i nadtlačnih sustava, primjenom mehaničkim putem četkastih kultivatora i primjenom suvremenih robota. Upotrebom navedenih načina omogućuje se suzbijanje štetočinja ekološkim putem koji je sve nužniji u svakodnevnoj biljnoj proizvodnji. U radu će biti dana pojašnjenja i principi rada pomoću kojih je moguće učinkovito i relativno brzo suzbiti štetočine. Uporabom navedenih omogućuje se potpuno ekološka biljna proizvodnja bez negativnih posljedica za okoliš i krajnjeg korisnika.

Ključne riječi: termički kultivatori, četkasti kultivatori, pneumatski usisavači, roboti

Uvod

Ekološka proizvodnja je poljoprivredna proizvodnja kojom se čuva biološka raznolikost, plodnost tla, čuva i štiti okoliš, a uz sve to poboljšava se zdravlje korisnika tako proizvedene hrane (Pokos Nemeč, 2011.; Uredba vijeća, 2007.; Znaor, 1996). Bit ekološke proizvodnje nije samo u izostavljanju agrokemikalija, već i u sveukupnom gospodarenju kojim se to omogućuje. Autor (Kisić, 2014) navodi kako zbog jakog agroindustrijskog doba gdje se intenzivnim korištenjem kemikalija došlo do stvaranja viškova hrane te sve većeg oštećenja okoliša sa početkom devedesetih godina javlja ideja o ekološkom uzgoju i proizvodnji hrane. Razvoj ekološke poljoprivrede u Republici Hrvatskoj podijeljen je na tri razdoblja: prvo razdoblje: do 1991. godine, drugo razdoblje: od 1991. do 2001. godine te treće razdoblje: od 2001. do danas (Grahovac, 2005). Autori (Willer i sur., 2020) navode kako je površina ekoloških poljoprivrednih zemljišta u 2018. godini iznosila 103 166 hektara, odnosno 6,57 %. Uspoređujući udio površina pod ekološkim uzgojem s ukupnim poljoprivrednim površinama, može se zamijetiti da se Hrvatska nalazi ispred dosta razvijeniji zemalja Europe kao što su: Norveška, Nizozemska, Ujedinjeno Kraljevstvo, Portugal i Mađarska. Tehnologije u poljoprivrednoj proizvodnji predstavljaju velik udio i njihova će uloga u budućnosti stalno rasti. Primjena moderne tehnologije poput dronova, senzora, preciznih tehnologija i robotike pomoći će proizvođačima povećati produktivnost i ujedno smanjiti fizički rad (Jelovčan i Galzina, 2020, Oljača i sur., 2014). U poljoprivredi utjecaj robotike je od sve većeg značaja. Autori (Noguchi i sur., 2004; Schueller, 2006; Iida i sur., 2013; Zhang i sur., 2013) navode kako poljoprivredno okruženje zahtijeva da se robot može kretati za razliku od većine robota u drugim granama poput rada u tvornicama gdje im je kretanje ograničeno. Autor (Nof, 2009) navodi kako poljoprivredni roboti zahtijevaju razvoj naprednih tehnologija za obradu složenih i vrlo promjenjivih okoliša i proizvodnje. Autori (Zimmer i sur., 2020) posebno ističu zaštitu životnog okoliša i rizike po ljudskom zdravlju gdje se upotrebom robota nastoji smanjiti navedena problematika. Navedeno indirektno ukazuje kako primjenom robota u ekološkoj poljoprivredi je moguće sačuvati brojne vrijednosti.

Pneumatski strojevi

Jedan od novijih načina mehaniziranog skupljanja ili uništavanja štetnika je pneumatsko suzbijanje štetnika. Taj se način suzbijanja provodi negativnim (usisavanjem, aspiracijom) ili pozitiv-

¹ Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31 000 Osijek, Hrvatska

² Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
Autor za korespondenciju: dzimmer@fazos.hr

nim (otpuhivanje, vjetrenje) tlakom zraka, te su moguće i kombinirane metode. Štetnici skupljeni ovim metodama automatski se ubijaju ili skupljaju u posebne spremnike. Tehnika pneumatske kontrole sastoji se od korištenja zraka koji se kreće za uklanjanje nepoželjnih kukaca iz usjeva. Pneumatski sustavi upravljanja često se nazivaju vakuumima (Khelifi i sur., 2001) (Slika 1.). Korišteni način rada ovisi o vrsti kukaca koju treba suzbijati i o karakteristikama usjeva koje treba zaštititi. Korištenje podtlaka ograničeno je na neke usjeve i neke kukce. Stoga se kukci koji lako lete čim osjete vibracije ili kada su poremećeni u svom okruženju najbolje suzbijati usisavanjem. Kukac poput kupusnog crva ne može se lako izbaciti ovim načinom. Njihovo ponašanje je potpuno drugačije i zahtijeva razrađenije metode, dok određene kukce poput europskog kukuruznog moljca koji napada kukuruz unutar stabljike nije moguće ukloniti pneumatskim sustavom. Fizički pristupi uklanjanja kukaca pripadaju u druga alternativna sredstva koja se neprestano razvijaju.

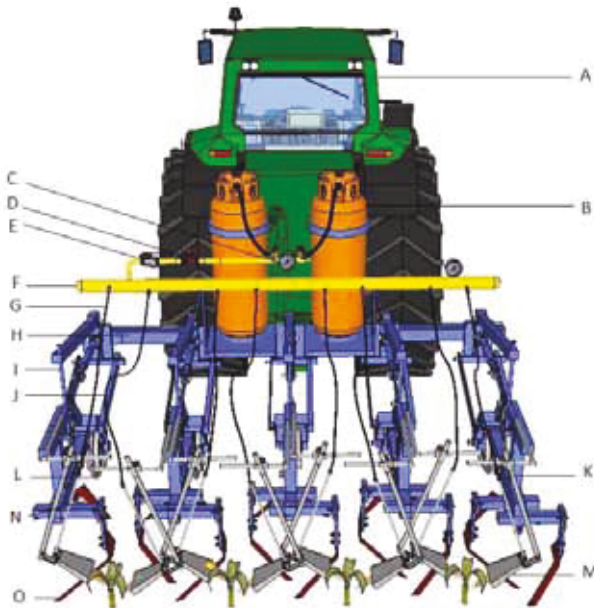
Pneumatsko-termički strojevi

Osim pneumatsko, postoje razne kombinacije sa toplinskim odnosno kombinirani pristup kroz pneumatsko-termalno upravljanje. Jedan od prvih uspješnih uređaja sa principom rada sa nadtlakom i podtlakom je dizajniran od Weintraub (2000). Princip rada navedenog stroja je korištenjem nadtlaka postići izbacivanje kukaca iz reda biljaka koristeći ventilatorski sustav te zatim usmjerenim „usisavačima“ uz korištenje podtlaka prikupiti (Mohammadali, 2006). U fizičke mjere za suzbijanje koriste se i termički kultivatori. Termički kultivatori za primjenu plamena u zoni reda biljaka mogu se napraviti od domaćih komponenti modificiranjem četvororednog međurednog kultivatora, na koji se dodaju spremnici sa plinom propanom (Mištrafović, 2014), plinska instalacija i po dva plamenika postavljena bočno na svaki red usjeva biljke zatim manometar, regulator tlaka, kvantometar, cijev propan u obliku plina, crijevo za plin, greda kultivatora, opruga kultivatora, sekcija kultivatora, nosač plamenika, kopirni kotač kultivatora, plamenik, motičica u obliku pačje noge i motičica u obliku britve (Slika 2). Izbor i tehnička konstrukcija plamenika je vrlo bitna za kvalitetnu raspodjelu plamena (Slika 3). Plamenici, u odnosu na red usjeva, mogu se postaviti u tri položaja: poprečno, unatrag i paralelno u odnosu na red usjeva. Autor (Rajković, 2018) navodi kako je ustanovljeno da poprečni položaj plamenika ima najveću učinkovitost prilikom suzbijanja korova uz najmanje oštećenje kulturne biljke što je vidljivo na slici 4. Danas se koriste plamenici koji koriste UNP (ukapljeni naftni plin) (Slika 5).



Slika 1. Pneumatski sustav prikupljanja štetnika (Izvor: www.plantenziektekunde.nl)

Picture 1. Pneumatic pest collection system (Source: www.plantenziektekunde.nl)

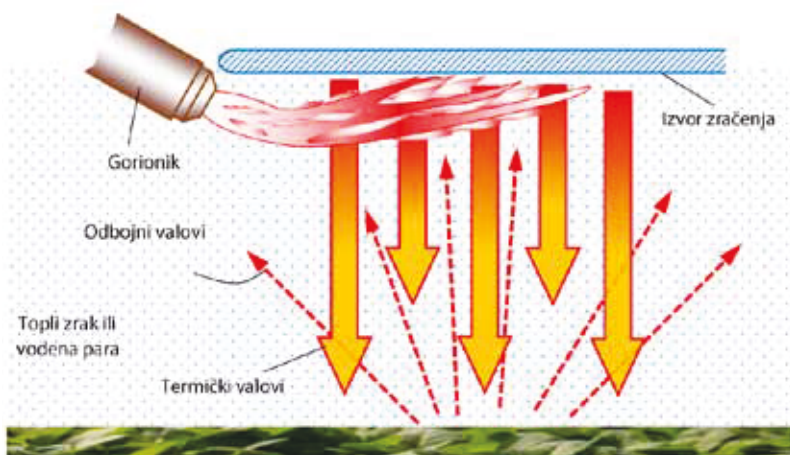


Slika 2. Dijelovi termičkog kultivatora (Izvor: Rajković, 2018)

Picture 2. Thermal cultivator parts (Source: Rajković, 2018)

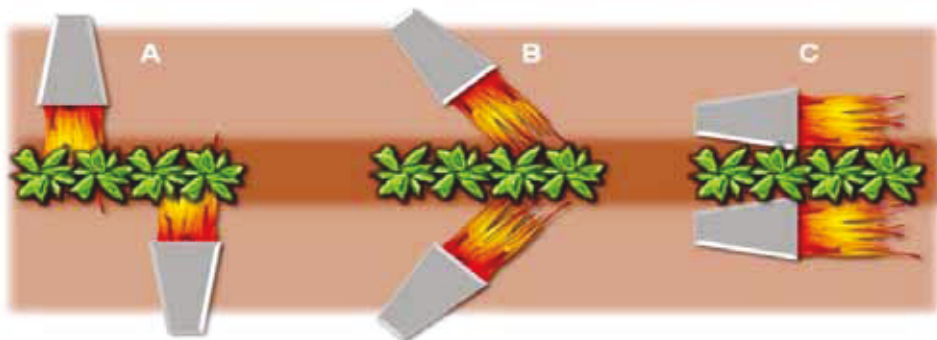
(A) traktor John Deere 6920S, (B) spremnik sa plinom, (C) manometar, (D) regulator pritiska, (E) kvantometar, (F) cijev za plin, (G) crijevo za plin, (H) greda kultivatora, (I) opruga kultivatora, (J) sekcija kultivatora, (K) nosač plamenika, (L) kopirni kotač kultivatora, (M) plamenik, (N) motičica u obliku „pačje noge“, (O) motičica u obliku „britve“

(A) John Deere 6920S tractor, (B) gas tank, (C) pressure gauge, (D) pressure regulator, (E) quantometer, (F) gas hose, (G) gas hose, (H) cultivator beam, (I) cultivator spring, (J) cultivator section, (K) burner bracket, (L) cultivator copy wheel, (M) burner, (N) duck leg hoe, (O) razor hoe

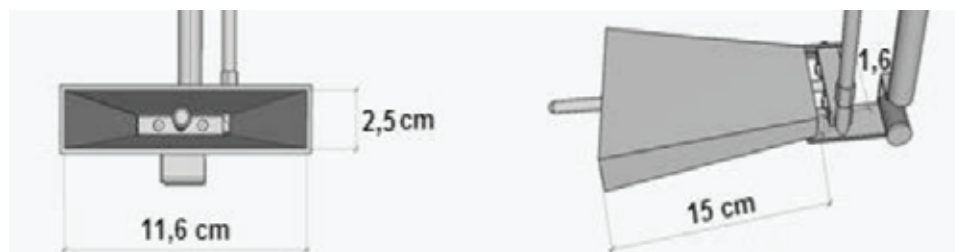


Slika 3. Shema rada termičkog kultivatora (Izvor: Vlastita fotografija)

Picture 3. Scheme of operation of a thermal cultivator (Source: Author figure)



Slika 4. Položaji plamenika (Izvor: Rajković, 2018)
Picture 4. Burner positions (Source: Rajković, 2018)



Slika 5. Prikaz izgleda plamenika (Izvor: Rajković, 2018)
Picture 5. Display of burner layout (Source: Rajković, 2018)

Ovisno od kulture varira i količina izloženosti plamenu koja može biti od 20 do 100 kg/ha. Najveća oštećenja su u danima nakon primjene plamena, dok se vremenom biljke oporavljaju, pa je postotak oštećenja manji. Za učinkovito suzbijanje korova plamenom (Slika 6) dovoljno je 40 kg/ha propana kada su korovi u početnim fazama razvoja (Rajković i sur., 2021). Poje (2020) navodi kako termički kultivatori imaju više izvedbi za uklanjanje korova i to koristeći: otvoreni plamen, infracrveno zračenje, uređaji za pregrijavanje pare, vruća voda ili uređaji s vrućom pjenom. Također se ispituju i uređaji na principu mikrovalova i lasera. Krajni učinak spaljivanja može se uočiti tek nakon 72 sata. Postupak termičke obrade za dobre rezultate je nužno ponoviti nekoliko puta tijekom vegetacijske sezone (3 do 5 puta). Velika benefit termičke kultivacije je da nema rezidue na tlu poput štetnih ostataka. Autori (Barić i sur., 2018) navode kako iako bez provođenja mjera zaštite protiv korova, bolesti i štetnika, gubitak prinosa iznosi oko 50 %, konvencionalni način proizvodnje donosi brojne negativne posljedice na okoliš, zdravlje ljudi i životinja. Autori (Đikić i sur., 2014; Kovačević i Oljača, 2005). Termička kultivacija je pokazala odlične rezultate za suzbijanje korova i njihovih reproduktivnih organa. Temperatura zemljišta se zagrijava od 340 do 650°C. Upotreba plamena se preporučuje i krajem vegetacijske sezone. Na taj način se uništava čak 99 % sjemena rasutog na površini tla. Autor (Rajković, 2018) navodi kako se učinkovitost postiže kombinacijom tlaka i brzine kretanja mehanizacije te kutom pod kojim su plamenici postavljeni u odnosu na ugojenu biljku. Veliku pozornost kod rada sa termičkim kultivatorom treba obratiti na vremenske uvjete točnije na smjer i brzinu vjetera jer je mogući nastanak vatre odnosno nekontroliranog požara navodi (Šimić, 2016).



Slika 6. Suzbijanje korova primjenom plamena (Izvor: www.agrosaveti.rs)
Picture 6. Weed control using flame (Source: www. www.agrosaveti.rs)

Metoda solarizacije

Također jedna od učinkovitih mjera za suzbijanje štetnika i korova u tlu je upotreba metode solarizacije tla. Solarizacija tla je postupak sterilizacije pri kojem se koristi vlaga iz tla. Na površini se nalazi presvlaka prozirne PVC folije (Slika 7) te se uz pomoć sunčeve energije zagrijava prostor ispod folije te potiče rast korova. Kako temperatura ispod folije raste, tako dolazi do isparavanja vlage koja je dovoljno zagrijana da spali sve korove ispod folije. Tlo mora ostati pokriveno 30-45 dana (Bažok i sur., 2014; Trajčevski 2004). Prednost ove metode je što ne ostavlja toksične ostatke i može se lako koristiti u malim ili velikim razmjerima (Wilén i sur., 1997).



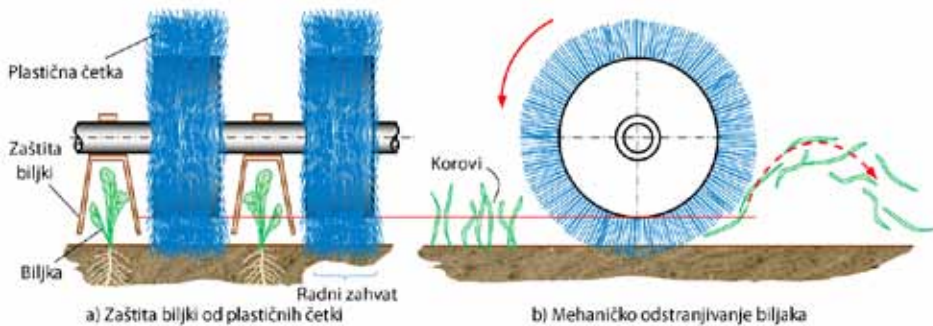
Slika 7. Solarizacija tla (Izvor: www.latiaagribusinesssolutions.com)
Picture 7. Soil Solarization (Source: www.latiaagribusinesssolutions.com)

Četkasti kultivatori

Jedna od zanimljivih metoda suzbijanja korova je i korištenjem četkastih kultivatora (Slika 8). Prema autoru (Znaor, 1996) četkasti kultivator je oruđe koje je u sve češćoj upotrebi na eko-gospodarstvima. Četkasti kultivatori načinjeni od niza elastičnih četaka koje se rotiraju na zajedničkoj osovinu. Četke su izrađene od posebnog, plastificiranog materijala, a moguće ih je postaviti tako da odgovaraju međurednom razmaku (Slika 9).



Slika 8. Četkasti kultivator (Izvor: Dierauer i Zimmer, 1994)
Picture 8. Brush cultivator (Source: Dierauer i Zimmer, 1994)



Slika 9. Shema rada četkastog kultivatora (Izvor: Vlastita fotografija)
Picture 9. Scheme of brush cultivator operation (Source: Author figure)

Roboti

Trenutno aktuelna poljoprivredna tehnika uključuje i korištenje suvremenih robota za uništavanje korova koji se sve više oslanjaju na solarnu energiju te su energetske potpuno autonomni, čak i kad je vrijeme oblačno, dok za alternativan izvor energije postoje roboti opremljeni i pokretani baterijama za rad po danju i noću. Suvremeni roboti oslanjaju se na umjetnu inteligenciju (AI; Artificial Intelligence) i strojno učenje (ML; Machine Learning) tako da su tijekom eksploatacije sve bolji u radu, odnosno precizniji, učinkovitiji i brži u radu. Primjer autonomnog robota za suzbijanje korova pod nazivom EcoRobotix može se samostalno kretati kroz polje, detektirati korov i onda ga ciljano, s manjom upotrebom dozvoljenog ekološki prihvatljivog herbicida (poput Pelargonska kiselina–ekološki prihvatljiv herbicid - Hafner, 2018) tretirati i tako smanjiti ukupnu upotrebu herbicida za čak 20 puta i to na površini od 7,5 ha/dan (pre-

ma izvoru proizvođača EcoRobotix) (Slika 10). Autonomnost robota omogućuje osim solarnih panela i orijentacija uz pomoć kamere i GPS navođenja upotrebom RTK signala. Njegov sustav vida omogućuje mu praćenje redova usjeva i otkrivanje prisutnosti i položaja korova u i između redova. Sličan pristup za suzbijanje korova primjenjuje i tvrtka Blue River Tehnology koja koristi robotske mlaznice za isporuku herbicida za uništavanje korova (Slika 11).



Slika 10. Ara robot (Izvor: Ben-Ari i sur., 2017)

Picture 10. Ara robot (Source: Ben et al, 2017)



Slika 11. Blue River Technology (Izvor: www.bluerivertechnology.com/)

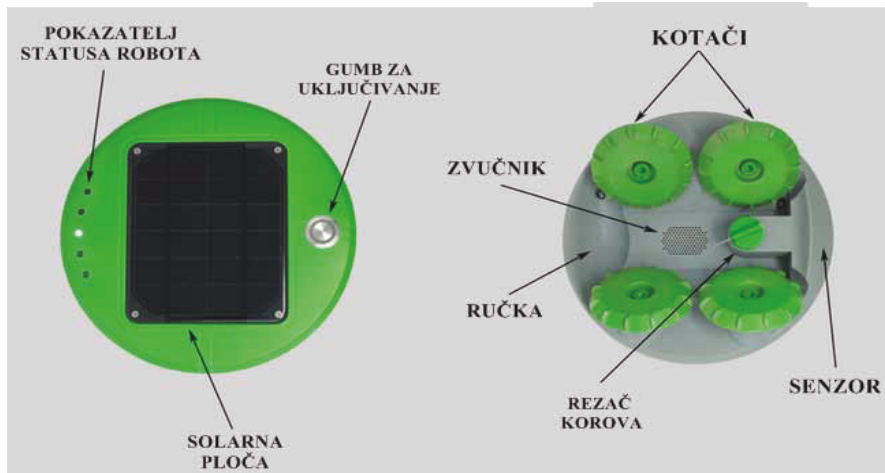
Picture 11. Blue River Technology (Source: www.bluerivertechnology.com/)

Za korištenje na manjim i srednje velikim proizvodnim površinama upotrebljavaju se roboti od proizvođača Naïo Technologies u izvedbama Oz, Dino i Ted. Navedeni roboti su autonomni sa mogućnosti suzbijanje korova do 8 sati bez punjenja. Posebnost Naïo Technologies je u navigacijskom sustavu koji je posebno kreiran samo za njihove robote što ih čini drugačijim na tržištu (Slika 12). Za manje proizvodne površine proizveden je američki robot dimenzijama sličan robotu OZ-u pod nazivom Tertill (Slika 13). Tertill se sastoji od senzora, rezača korova, solarne ploče, zvučnika, indikatora statusa robota, gumba za uključivanje, ručke i kotača. Djeluje na jednostavnom shvaćanju da su biljke duge, a korovi kratki. Prolazi poljem tražeći korov, a zatim ih siječe rotirajućim najlonskim sjekačem. Korovi se uništavaju i miješaju s tlom. Solarna ploča i ćelija koriste sunčevu svjetlost za električnu energiju i dajući potrebnu snagu robotu za kretanje i rad (Slika 14).



Slika 12. Roboti Oz, Ted i Dino (Izvor: www.naio-technologies.com/en/ted/)

Picture 12. Robots Oz, Ted and Dino (Source: www.naio-technologies.com/en/ted/)



Slika 13. Dijelovi robota Tertill (Izvor: www.robot-advance.com/EN/actualite-robot-gardener-tertill)

Picture 13. Parts of Tertill robot (Source: www.robot-advance.com/EN/actualite-robot-gardener-tertill)



Slika 14. Robot Tertill (Izvor: www.agtecher.com/product/tertil-robot/)

Picture 14. Robot tertil (Source: www.agtecher.com/product/tertil-robot/)

Za suzbijanje korova na velikim proizvodnim površinama upotrebljava se Robot Asterix (Slika 15). To je autonomni robot koji smanjuje upotrebu herbicida za 95 % koristeći patentirani sustav ultra visoke preciznosti mlaznica. Izgrađen je na vrhunskoj platformi koja je osposobljena za razlikovanje izgleda isprepletenih usjeva i njihovih korova. Robot Asterix herbicide primjenjuje samo na korov, a ne na usjeve ili tlo, omogućavajući upotrebu novih, ekološki sigurnih sredstava za uklanjanje korova u konvencionalnoj i organskoj poljoprivredi. Bitna značajka robota Asterix je mogućnost suzbijanja korova unutar redova, čak i kod zasijanih usjeva kod kojih je teško ukloniti korov, jer se korovi razvijaju istodobno s usjevima.



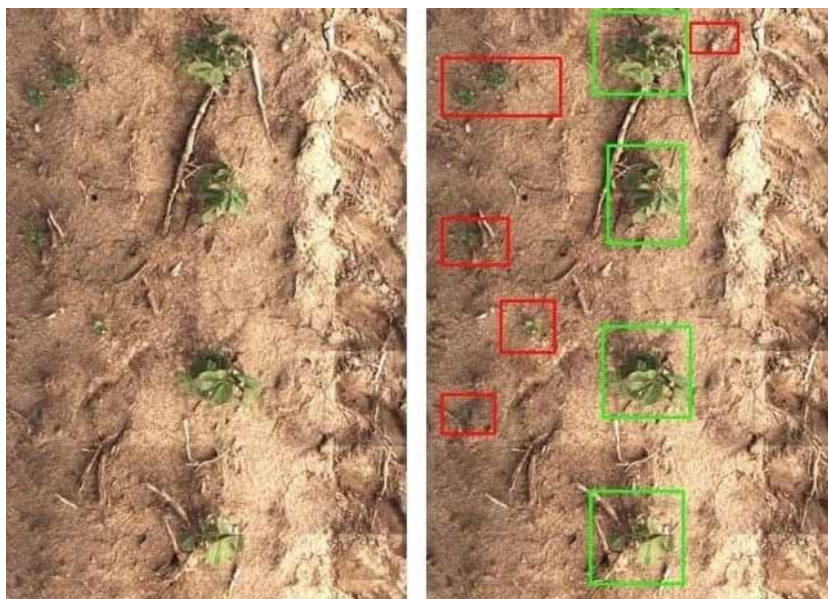
Slika 15. Robot Asterix (Izvor: www.asterixproject.tech/)

Picture 15. Robot Asterix (Source: www.asterixproject.tech/)

Eksploatacijski pokazatelji

Industrija pesticida je ogromna, vrijedna 100 milijardi dolara na globalnoj razini, od toga proizvodnja herbicida vrijedi 26 milijardi dolara navodi proizvođač ecoRobotix. Veliki proizvođači poljoprivredne tehnike poput John Deere-a ulažu u pametnu tehnologiju koja trenutno vrijedi 305 milijuna dolara. Novi sustav pod nazivom "See & Spray" omogućuje istovremeno

uočavanje i apliciranje ekoloških prihvatljivih sredstava za suzbijanje korova uz mogućnost gnojdbje. Korištenjem See&Spray sustava omogućuje se rješavanje ključnih pitanja u poljoprivredi, uključujući pitanje održivosti, smanjenja kemijskih sredstava i korištenja podataka kako bi se omogućila preciznija i učinkovitija proizvodnja usjeva. Upotrebljavajući robote poput Ara robota Robot uz pomoć umjetne inteligencije obavlja se detekcija korova i tretiranje s manjom upotrebom herbicida za čak 20 puta i to na površini od 7,5 ha/dan. Za proizvodne površine poput malih vrtova poželjno je koristiti robota OZ, dok je za povrtlarske kulture pogodan robot Dino sa autonomijom do 8 sati, te za održavanje vinograda i voćnjaka robot Ted sa učinkom i do 10 ha/dan. Kod ekološke proizvodnje na velikim proizvodnim površinama učinkovito se pokazao novi sustav proizvođača Blue River Technology koji pomoću velike baze podataka prikupljenih biljnih slika uz korištenje računalnog vida i umjetne inteligencije omogućuje sustavu da identificira gotovo svaku biljku na terenu (Slika 16). Upotrebom suvremenog sustava proizvođač navodi smanjenje tretiranja usjeva do 90 %. Također visoko razvijenu tehnologiju koristi i robot Asterix koji upotrebljava patentirani sustav ultra visoke preciznosti mlaznica uz korištenje umjetne inteligencije i strojnog vida dobivajući sliku sa točno označenim korovima koje treba suzbiti (Slika 17). Kod malih površina visoku učinkovitost je pokazao robot Tertill koji razlikuje korove (< 2 inča) i normalne biljke (> 2 inča). Prednost upotrebe četkastog kultivatora da je moguće raditi vrlo precizno i sve do neposredne blizine glavne kulture. Glavni nedostatak ove mjere je relativno visoka cijena četkastog kultivatora uz mogućnost brzog trošenja četki uz nepravilnu manipulaciju, zadovoljavajući radni učinak ima na međurednoj obradi određenih kultura , dok kod drugih je velik rizik od štete u urodu.



Slika 16. Identifikacija biljaka na tlu uz Blue River Technology (Izvor: www.bluerivertechnology.com)

Picture 16. Identification of plants on the ground with Blue River Technology (Source: www.bluerivertechnology.com)



Slika 17. Razlikovanje korova i usjeva kod Asterix robota (Izvor: www.asterixproject.tech)

Picture 17. Detecting weeds inside of crop using robot Asterix (Source: www.asterixproject.tech)

Zaključak

Koncept ekološke proizvodnje bilja razvio se kao odgovor na štetne utjecaje konvencionalne proizvodnje. Kemijske metode pokazale su se izuzetno učinkovite, ali ubrzo su uočeni štetni utjecaji na zdravlje svih organizama koji koriste biljke koje imaju u ili na njima rezidue sredstava. Neki od glavnih ciljeva ekološke proizvodnje su poštivanje prirodnih sustava i ciklusa te poboljšanje očuvanja okoliša. Zbog brojnih pozitivnih učinaka uočava se potreba za korištenjem suvremene poljoprivredne tehnike. Usisavanje kukaca putem podtlaka iz biljaka je brz i učinkovit postupak koji uglavnom nema veće nedostatke te je opće prihvaćen u razvijenim zemljama kao kvalitetna zamjena za kemijske pesticide. Osim pneumatskog sustava sve više se investira u strojeve za suzbijanje korova plamenom koristeći dio tehnike od klasičnog međurednog kultivatora. Upotrebljavajući novi termički kultivator ili prerađeni kultivator poljoprivrednici su postigli ekonomsku opravdanost u proizvodnji te smanjili potrebu za radnom snagom. Suzbijanje korova četkastim kultivatorom pripada u mehaničke metode zaštite bilja. Osim što je ekološki povoljnija, ova metoda koristi se i na površinama koje nije moguće obrađivati (uz ceste, putovi, i sl.). Razvojem robotike omogućuje se poljoprivrednicima proizvodnja zdravije hrane te doprinosi razvoju poljoprivrede koja poštuje okoliš i novim tehnologijama djeluje na očuvanje tla i vodnih resursa koristeći minimalnu količinu energije.

Literatura

- Barić, K., Šoštarčić, V., Ščepanović, M., Pintar, A., Ostojčić, Z. (2018) Recentna znanstvena proučavanja korova i načina suzbijanja. *Glasiilo biljne zaštite*, 18 (6), 523-530.
- Bažok, R., Gotlin Čuljak, T., Grubišić, D. (2014) Integrirana zaštita bilja od štetnika na primjerima dobre prakse. *Glasiilo biljne zaštite*, 14 (5), 357-390.
- Ben-Ari, M., Mondada, F. (2017): *Elements of robotics*. Springer Nature.
- Dierauer, H. U., Stöppler-Zimmer, H. (1994). *Unkrautregulierung ohne Chemie: 28 Tabellen*. Ulmer.
- Đikić, M., Gadžo, D., Mirecki, N. (2014) Suzbijanje korova u organskoj proizvodnji. *Organska proizvodnja*, 97.
- Grahovac, P. (2005) *Ekonomika poljoprivrede*. Zagreb, Golden Marketing-Tehnička knjiga.
- Hafner, V. (2018) Pelargonska kiselina – ekološki prihvatljiv herbicid, *Glasiilo biljne zaštite*, 18 (3), 322-329.
- Iida, M., Suguri, M., Uchida, R., Ishibashi, M., Kurita, H., Won-Jae, C. (2013): Advanced harvesting system by using a combine robot. *IFAC Proceedings Volumes*, 46 (4), 40-44.

- Jelovčan, S., Galzina, N. (2020). Budući izazovi i trendovi u poljoprivrednoj proizvodnji. Glasilo biljne zaštite, 20 (5), 512-520.
- Kisić, I. (2014) Uvod u ekološku poljoprivredu. Zagreb: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Khelifi, M., Laguë, C., Lacasse, B. (2001). Pneumatic control of insects in plant protection, In Physical control methods in plant protection, 261-269. DOI: 10.1007/978-3-662-04584-8_18
- Kovačević, D, S. Oljača (2005) Organska poljoprivredna proizvodnja. Izdavač: Poljoprivredni fakultet Beograd, Zemun.
- Mištrafović, K. (2014) Agrotehničke mjere borbe protiv korova, Diplomski rad, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehnički znanosti Osijek, Osijek.
- Mohammadali Haddad, D. (2006) Design and Construction of a Pneumatic-thermal Machine for Controlling Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata*). Journal of Applied Sciences, 6: 919-925.
- Noguchi, N., Will, J., Reid, J., Zhang, Q. (2004): Development of a master-slave robot system for farm operations. Computers and Electronics in agriculture, 44 (1), 1-19.
- Nof, S. Y. (2009): Automation: What it means to us around the world. Published in Springer handbook of automation, Springer, Berlin, Heidelberg, Germany.
- Oljača, M. V., Gligorević, K., Pajić, M., Zlatanović, I., Dimitrovski, Z. (2014): Primena mobilnih robota u poljoprivredi. Aktualni problemi mehanizacije poljoprivrede, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun, Srbija.
- Poje, T. (2020) Nekemijske metode za unutar-rednu obradu tla u vinogradu ili voćnjaku. Glasnik Zaštite Bilja, 43(4), 40-49.
- Pokos Nemeč, V. (2011) Ekološka proizvodnja povrća, Glasnik zaštite bilja, 34 (6), 18-28.
- Rajković, M., Malidža, G., Vrbničanić, S. (2021) Fizičke mere suzbijanja korova u kukuruza i soji. U: Aleksić, G., 16. Savetovanje o zaštiti bilja, Zlatibor, 12-13.
- Rajković, M. (2018) Suzbijanje korova primenom plamena u usevima kukuruza i soje, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Schueller, J. K. (2006): Cigr handbook of agricultural engineering. CIGR The International Commission of Agricultural Engineering, 46.
- Šimić, M. (2016) Agrotehničke mjere zaštite ratarskih kultura, Završni rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet, Osijek.
- Trajčevski, T. (2004) The results of examination safeguard cucumbers in plastic hausia to attack sclerotinia sclerotiorum. Glasnik Zaštite Bilja, 27 (4), 69-69.
- Uredba vijeća (EZ) br. 834/2007 o ekološkoj proizvodnji i označavanju ekoloških proizvoda i stavljanju izvan snage Uredbe (EEZ) br. 2092/91. Luksemburg: Službeni list Europske unije 8; 2007.
- Wilen, P. C., Elmore, C. L. (1997) Weed management in landscapes. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Pest notes, 7411
- Willer, H., Schlatter, B., Travníček J., Kemper L, Lernoud, J. (2020) The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends, Bonn; Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick and IFOAM – Organics International.
- Weintraub, P.G. (2000) Pest control by vacuum removal. A research report. Gilat Research Center.
- Zhang, Z., Noguchi, N., Ishii, K., Yang, L., Zhang, C. (2013): Development of a robot combine harvester for wheat and paddy harvesting. IFAC Proceedings Volumes, 46 (4), 45-48.
- Zimmer, D., Jurišić, M., Plaščak, I., Radočaj, D. (2020): Primjena robota i robotski sustava u poljoprivrednoj praksi. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- Znaor, D. (1996.): Ekološka poljoprivreda, Nakladni zavod Globus, Zagreb
<https://ecorobotix.com/en/#>

Prispjelo/Received: 24.3.2022.

Prihvaćeno/Accepted: 11.4.2022.

Review paper

Modern technique for pest control in organic plant production

Abstract

The paper presents modern agricultural techniques in plant protection through thermal protection, the use of vacuum systems, the mechanical application of brush cultivators and various weeds and the use of modern robots. The use of these methods enables the control of pests in an ecological way, which is increasingly necessary in everyday plant production. The paper will provide explanations and principles of work with which it is possible to effectively and relatively quickly control pests. The use of the above enables completely organic plant production without negative consequences for the end user.

Keywords: thermal cultivators, brush cultivators, vacuum cleaners, robots