

Petra Pozder, Ivan Krušelj

Hrvatska poljoprivredno-šumarska savjetodavna služba

petra.pozder@savjetodavna.hr

NOVA TEHNOLOŠKA DOSTIGNUĆA I RJEŠENJA PRI PRIMJENI SREDSTVA ZA ZAŠTITU BILJA

SAŽETAK

Veća svijest o neefikasnosti aplikacije sredstava za zaštitu bilja (SZB), problemi sa zagađenjem okoliša, životinja i ljudi, potreba za češćim i pravovremenim tretmanima te povećana cijena SZB potaknula je razvoj novih tehnoloških rješenja za primjenu SZB. Usavršavanje orošivača dovelo je do razvoja različitih tipova orošivača, koji su u skladu s potrebama nasada, kao i s ekološko-ekonomskim aspektima aplikacije SZB. Neki od njih opisani su u ovom radu: orošivači sa sustavom elektrostatičkog nabijanja kapljica, tunelski orošivači s recirkulacijom SZB, orošivači za selektivnu aplikaciju SZB, koji se dijele na orošivače s ultrazvučnim sensorima za detekciju stabla, orošivače sa sensorima za identifikaciju bolesti i orošivače sa sensorima za lasersko navođenje mlaza. Nova tehnološka rješenja orošivača uspješno i uvelike smanjuju zagađenje okoliša, životinja i ljudi kroz smanjenje zanošenja SZB (drift) i smanjenje potrebne količine SZB. Uz to povećava se učinkovitost i ekonomičnost.

Ključne riječi: Orošivači, Senzori, Drift

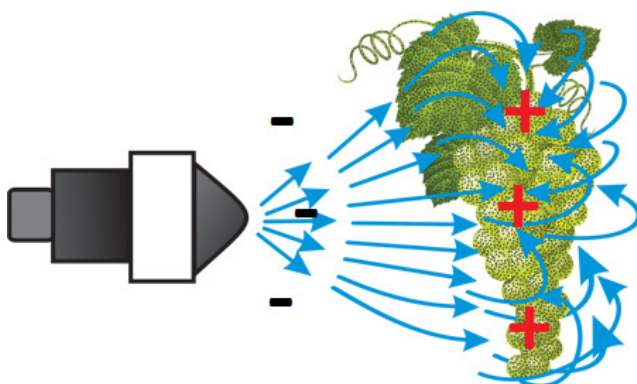
UVOD

Nova tehnološka dostignuća i rješenja pri primjeni sredstava za zaštitu bilja (SZB) podrazumijevaju unaprjeđenje postupka aplikacije radi smanjenja zagađenja okoliša, životinja i ljudi, uz istovremeno povećanje učinka i ekonomičnosti. Znakovito je da se u zapadnim zemljama Europe naglo počinje ograničavati potrošnja pesticida, osobito herbicida, zbog popratnih negativnih djelovanja. Primjena pesticida smanjuje se pretežno zbog ekoloških razloga jer su to otrovne kemijske tvari koje zagađuju okoliš, osobito tlo i podzemne vode (Zimmer i sur., 1997). Upravo zbog tih negativnih posljedica korištenja pesticida stalno se razvijaju nova tehnološka rješenja za primjenu SZB. Razvoj strojeva opremljenih elektronskim komponentama za određivanje radnih parametara, mogućnost korištenja GPS sustava, primjena senzora za detekciju bilja samo su neki od primjera u razvoju strojeva za zaštitu bilja. U svim postupcima kemijske zaštite bilja pojavljuje se gubitak tekućine (škropiva). Najveći broj istraživanja usmjeren je na aktivnosti i mjere kojima se smanjuje razina zanošenja kapljica (drifta). U ovom radu opisana su neka od novijih tehnoloških rješenja na orošivačima kojima je cilj smanjenje drifta. To su: orošivači sa sustavom

elektrostatičkog nabijanja kapljica, tunelski orošivači s recirkulacijom SZB, orošivači za selektivnu aplikaciju SZB, koji se dijele na orošivače s ultrazvučnim sensorima za detekciju stabla, orošivače sa sensorima za identifikaciju bolesti i orošivače sa sensorima za lasersko navođenje mlaza.

OROŠIVAČI S ELEKTROSTATIČKIM NABIJANJEM KAPLJICA

Elektrostatsko orošavanje (Energized Spray Process – ESP) jedno je od novijih tehnoloških rješenja u aplikaciji SZB. Načelo rada uređaja za elektrostatičko nabijanje čestica bazira se na privlačenju čestica različitog električnog naboja (slika 1.). U električnom polju unutar biljke na kapljice djeluje elektrostatička sila, a njena veličina ovisi o količini električnoga napona u njoj te o njezinu promjeru i masi. Ta se sila nadvlada samo kod lebdećih kapljica pa je taj postupak razumno primjenjivati samo pri finom raspršivanju kapljica. Naboj na kapljicama, iako vrlo malen, privlači mlaz (kapljice) prema objektu tretiranja sa silom 75 puta jačom od sile teže. Kapljice mogu promijeniti smjer, krećući se protiv sile teže, da bi prekrile obje strane tretiranog objekta. Tom tehnologijom ostvaruje se bolje nanošenje kapljica na površine listova i smanjuje se depozicija na prednjoj strani lista, a povećava na zadnjoj strani. Temelj ESP sustava jest u tome da se cijeloj otopini (škropivu) doda električni naboj. Dobivanjem električnog naboja isprskane kapljice budu privučene od biljke jer su elektrostatski suprotnog naboja. Uz to rezultat toga privlačenja jest i ravnomjerna raspodjela pesticida po biljci. Postoje dva načina elektrostatskog nabijanja tekućine: induksijsko punjenje (gdje tekućina dobiva naboj kroz mlaznicu) i kontaktno punjenje (gdje tekućina dobiva direktno naboj od 40 000 V u posebnim komorama te ta elektrostatski nabijena tekućina ide dalje do mlaznice). Za induksijski način elektrostatskog nabijanja elektrode pod naponom postavljene su pored mlaznice malo ispred otvora za škropivo. Kapljice pri izlazu iz mlaznice nalijeću na naboj visoke voltaže i poprimaju pozitivni naboj čime se omogućava bolje nalijeganje kapljica na biljne dijelove negativnog naboja. U induksijskom načinu transformator pretvara električni napon od 12 V na 12.000 do 15.000 V (Sito, 2014). Ta



Slika 1. Shema načela rada elektrostatskog orošavanja (izvor: www.essfarming.com)

Photo 1. Scheme work principles energized spray process

tehnologija pokazuje veliki napredak u povećavanju pokrivenosti površine, ali također, i u malome dijelu na zanošenje (Banaj i sur., 2010).

Orošivači s elektrostatičkim nabijanjem kapljica postižu veću pokrivenost lista kombinirajući turbulenciju zraka sa sitnim, ravnomjernim kapljicama za raspršivanje i elektrostatičko nabijanje. Razna ispitivanja, uspoređujući ESP s konvencionalnim raspršivačima, pokazuju 300 % bolju penetraciju i pokrivenost raspršivanjem na skrivenim područjima i gustim lišćem. Tim sustavom mogu se smanjiti troškovi SZB za 25-50 % i uz to se postiže učinkovito prskanje (Yamane i Miayzaki, 2017).

TUNELSKI OROŠIVAČI S RECIRKULACIJOM SZB

Posljednjih godina uloženi su veliki naponi u konstruiranju orošivača koji su sposobni ostvariti kontroliranu aplikaciju pesticida (Sito i sur., 2013). Kontrolirana aplikacija predviđa distribuciju kapljica bez gubitka zanošenjem (Sedlar i sur., 2014). Glavna ideja jest skupiti kapljice koje prodiru kroz krošnju biljaka i vratiti ih u spremnik. To je primjenjivo uglavnom u višegodišnjim nasadima, gdje se kulture jednakih visina uzgajaju u redovima (vinogradi i niski nasadi voćaka). Za to se koriste tunelski orošivači (slika 2.). Ti orošivači imaju ugrađenu armaturu koja obuhvaća redove, deponira škropivo s obje strane nasada i omogućava skupljanje kapljica koje su prošle kroz nasad. U toj metodi koristi se tehnologija recikliranja škropiva koje nije deponirano na biljci. Škropivo koje prolazi kroz vegetativnu masu stiže do suprotne strane tunela gdje se odbija, slijeva u korito ispod, filtrira, crpi u spremnik i ponovno upotrebljava. Zbog sustava recirkulacije škropiva ti orošivači rade s malim normama prskanja. Takvi sustavi zahtijevaju i do 30 % manje škropiva. Primjenom tih orošivača najveća ušteda SZB ostvaruje se u proljeće kad je vegetativna masa slabo razvijena (70 %), a najmanja u punoj vegetaciji (20 %) (Sedlar i sur., 2014). Autor Bera 1984. godine ostvario je odlične rezultate u zaštiti jabuka od čađave krastavosti (sorte - „mekintosh“, „golden delishes“, „jonatan“) s normom od samo 100 l/ha, pri radu s tunelskim orošivačem. Rezultat je bio osobito dobar i ustanovljeno je samo 2,8 % inficiranih listova i 0,5 % inficiranih plodova poslije tretmana, a na kontrolnom netretiranom dijelu taj postotak iznosio je 48,9 % i 58 % (Sedlar i sur., 2014).



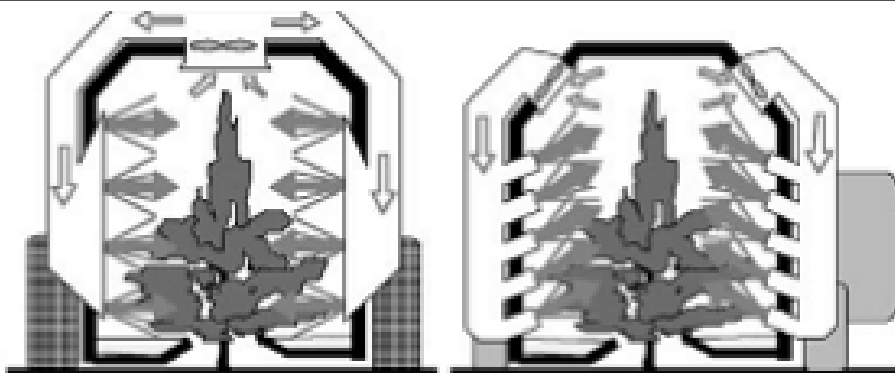
Slika 2. Tunelski orošivač s recirkulacijom SZB (snimila P. Pozder)

Photo 2. Tunnel sprayer with recirculation PPP

Doruchowski (1998) je u svojim istraživanjima s tim orošivačima suzbijao čađavu krastavost u nasadu jabuke sa 500 l/ha i imao isti učinak suzbijanja, kao kad se orošavalo normom od 1500 l/ha klasičnim orošivačima s aksijalnim ventilatorom. Posljednjih 15 godina proveden je veliki broj ispitivanja radi utvrđivanja postotka recirkulacije tekućine, ovisno o normi i brzini kretanja ili nekih drugih parametara aplikacije. Ispitivanja su pokazala da stupanj recirkulacije raste s povećanjem norme i smanjenjem brzine kretanja. Autori Cross i Berrie (1993) pratili su stopu recirkulacije tekućine za norme od 50, 100 i 200 l/ha u osam razvojnih stadija nasada jabuke, počevši od travnja pa do srpnja. Postotak recirkulacije za sve norme opadao je s razvojem biljaka. Najveći je bio u travnju (20-47 %), a najmanji u srpnju (13-27 %). Ušteda u pesticidu tokom čitave sezone tretiranja iznosila je 30 %. Navedeno potvrđuje pretpostavku da je najveće uštede moguće ostvariti upravo u početnim razvojnim stadijima, kad je razvijena najmanja biljna masa (Sedlar i sur., 2014).

Jedna od velikih prednosti primjene tunelskih recirkulacijskih orošivača jest smanjenje drifta u odnosu na klasične orošivače i do 85 % (Sedlar i sur., 2014). Zbog toga ti orošivači smanjuju opasnost od zagađenja okoliša (vodotoka), životinja i ljudi. Osnovni problem primjene tih orošivača jest činjenica da je njihova primjena ograničena na dobro uređene vinograde i voćnjake (uređene uzgojne oblike).

Postoje dva tipa tunelskih orošivača s mogućnošću recirkulacije SZB prema izvedbi ventilatora. Tunelski orošivač s aksijalnim ventilatorom i tunelski orošivač s radialnim ventilatorom (slika 3.).



Slika 3. Tunelski orošivač s recirkulacijom SZB: a) s aksijalnim ventilatorom, b) s radijalnim ventilatorom (Sedlar i sur., 2014.)

Photo 3. Tunnel sprayer with recirculation PPP: a) with axial fan, b) with radial fan

OROŠIVAČI ZA SELEKTIVNU APLIKACIJU SZB (Select Spray System)

Budućnost u primjeni SZB radi ostvarenja ekološki prihvatljive, a učinkovite zaštite bilja jest upotreba orošivača za selektivnu aplikaciju SZB. Postoji više vrsta orošivača za selektivnu aplikaciju SZB prema vrstama senzora koji se na njih ugrađuju (slika 4.). Prvi su ultrazvučni senzori koji detektiraju prisutnost stabla „Crop Identification Sensor“ (CIS). Drugi su optički senzori koji detektiraju prisutnost bolesti ili patogena, „Crop Health Sensor“ (CHS) (Sedlar i sur., 2014). Treći i najnoviji jesu laserski senzori za navođenje mlaza „Laser-Guided Crop Sprayer“.

U tim sustavima norma tretiranja po jednom stablu u voćnjaku nije fiksna, nego se mijenja ovisno o gustoći krošnje i veličini stabla. Tako u istom voćnjaku tijekom jednog tretiranja orošivač izbacuje različite količine tekućine po svakom stablu, ovisno o njegovim dimenzijama. Ako pri tom orošivač može prekinuti prskanje kada naiđe na prazan prostor između stabala ili ako može prepoznati bolesna stabla i samo njih prskati, znatno se smanjuje i drift. Glavna prednost orošivača za selektivnu aplikaciju jest mogućnost izbjegavanja prskanja praznih prostora između biljaka.

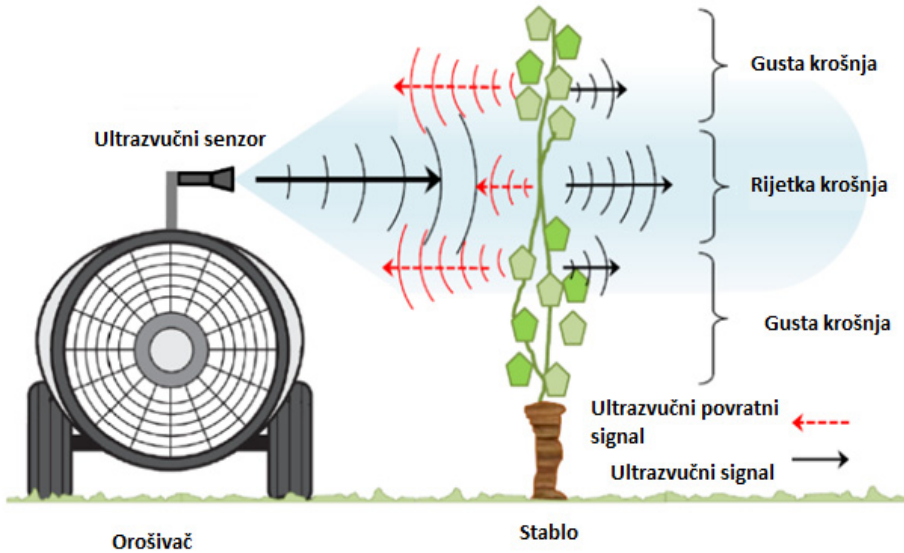
Orošivači sa sensorima za identifikaciju stabla

CIS senzor analizira veličinu stabla i gustoću krošnje, zahvaljujući analizi povratnog signala ultrazvučnog senzora (slika 5.). Elektronski sustav na takvim orošivačima ima ultrazvučne senzore smještene sa svake strane orošivača ispred mlaznica koji detektiraju da li se u njihovoj razini nalazi ili ne nalazi krošnja i prema tome uključuju/isključuju pojedine mlaznice.

Orošivači sa sensorima za identifikaciju stabla automatski mjere volumen i gustoću krošnje u realnom vremenu. Centralna kontrolna jedinica upravlja

ulaznim i izlaznim podacima te omogućuje podešavanje prskane količine SZB. Ta vrsta orošivača sadrži i sustav regulacije protoka zraka gdje je protok zraka prilagodljiv, kako bi odgovarao veličini krošnje, tj. uzgojnom obliku preko varijabilnog otvora za zrak.

Prazni prostori koje ti senzori mogu detektirati kreću se od 35-120 cm, ovisno o udaljenosti senzora od objekta koji se tretira (Sedlar i sur., 2014).



Slika 4. Ultrazvučni senzor montiran na orošivač (izvor: Liorens i Landers, 2014)

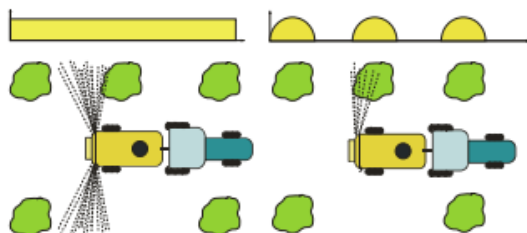
Photo 4. Ultrasonic sensor for variable spraying: digital canopy measurement for air and liquid electronic control.

Zadatak ultrazvučnih senzora jest da identificiraju objekt tretiranja u opsegu od 0,8 do 6 m. Informaciju o nailasku na stablo šalju u upravljačku jedinicu, koja daje signal za otvaranje elektromagnetskih ventila. Upravljačka jedinica ima mogućnost ručnog i automatskog uključivanja ventila. Kod automatskog uključivanja ventila može se podesiti vrijeme uključivanja i isključivanja ventila (Sedlar i sur., 2014). Na osnovi toga može se podesiti uključivanje orošivača 15, 30 ili 45 cm prije krošnje. Isključivanje orošavanja obavlja se na istim udaljenostima, poslije prolaska krošnje. Bitno je da se ventili otvore malo prije nailaska na biljku, a zatvore malo poslije prolaska da bi se istretirala cijela biljka. Primjena senzora za identifikaciju krošnje osobito je važna u mladim nasadima, gdje postoji veliki razmak između stabala u redu, kao i u nasadima koštičavog voća koja se formiraju na većim razmacima. Istraživanja su pokazala da upotreba tih senzora može pridonijeti uštedi tekućine za čak 70 % u mladom nasadu, odnosno 30 % u veoma razvijenom nasadu. (Sedlar i sur., 2014).



a) Ultrazvučni senzor

b) Upravljačka jedinica



c) Shematski prikaz rada



d) Izgled orošivača

Slika 5. Orošivač za selektivnu aplikaciju (izvor: Sedlar i sur., 2014)

Photo 5. *Sprayer for selective application*

Orošivači sa senzorima za identifikaciju bolesti

CHS senzori (senzori za identifikaciju zdravstvenog stanja biljke) jesu optički senzori, koji rade prema načelu mjerenja valne duljine svjetlosne refleksije zdrave i bolesne biljke. Upotreba takvih senzora omogućava da doza i vrijeme prskanja budu definirani na osnovi zdravstvenoga stanja biljke. Moguće je napraviti kartu zdravstvenog statusa voćnjaka u toku jedne sezone, koja bi se oslanjala na podatke stalnih kontrola zdravlja biljaka tijekom prskanja, a navedeni podatci dobivali bi se uz pomoć CHS i pozicioniranja orošivača, uz pomoć GPS sustava. Norma prskanja u tom se slučaju definira praćenjem zdravstvenog stanja biljke i preporučenom dozom pesticida. Daljnja ispitivanja koja se provode navedenim senzorom idu prema razlikovanju valnih duljina koje upućuju na manjak vode, na nedostatak nekog hranjiva ili na pojavu bolesti.

Selektivna aplikacija SZB, osim što smanjuje drift, omogućuje i primjenu manjih normi prskanja. Autori Balsari i Tamagnone u svojim istraživanjima s ultrazvučnim senzorima u nasadu breskve, dobili su rezultate koji u odnosu na

konvencionalno tretiranje pokazuju činjenicu da se selektivnim tretiranjem može smanjiti potrošnja pesticida za 25 %. Postotak smanjenja drifta ovisi o razmaku između stabala u redu i bujnosti njihove krošnje. Rezultati istraživanja pokazuju da je u već spomenutom nasadu breskve drift smanjen 50 % u odnosu na konvencionalno tretiranje.

Selektivna aplikacija istovremeno osigurava i nepromijenjenu biološku učinkovitost. To je potvrđeno i istraživanjima Kocha i Weissera koji su pratili biološku učinkovitost u suzbijanju čađavosti jabuke, kruškine buhe i grinja. Biološka učinkovitost bila je dobra i nije bilo znatnije razlike između te učinkovitosti i one koja se ostvaruje pri konvencionalnoj aplikaciji.

Orošivač sa sensorima za lasersko navođenje mlaza (Laser-Guided Crop Sprayer)

Najnoviji sustav selektivnog orošavanja razvio je tim znanstvenika sa sveučilišta United States Department of Agriculture. Taj sustav s pomoću lasera navodi mlaz kapljica da slijedi strukturu krošnje (uzgojnog oblika) (slika 6.). Takav sustav omogućuje aplikaciju SZB preciznije i s manje gubitaka. Konvencionalna tehnologija aplikacije SZB zahtijeva povećanu količinu SZB da bi se postigli zadovoljavajući učinci zaštite. Sustav selektivnog orošavanja može procijeniti prisutnost, veličinu, oblik i gustoću lišća krošnje (uzgojnog oblika) i aplicirati (primijeniti) optimalnu količinu SZB u realnom vremenu. Taj sustav sastoji se od nekoliko dijelova koji rade zajedno. Brzo-skenirajući laserski senzor u kombinaciji s radarskim senzorom brzine, automatski regulator protoka na mlaznici, računalo i zaslon osjetljiv na dodir, ručni prekidači, mlaznice, razdjelnici i cijevi.

Poljski pokusi pokazali su da laserski navođeni orošivač, kada se uspoređi s konvencionalnim orošivačima i najboljim praksama kontrole štetnih organizama, stalno prska ispravnom količinom SZB, usprkos promjenama u strukturi krošnje i vrsti biljke. Također SZB se deponira pravilnije na ciljano mjesto, čak i na različitim uzgojnim oblicima.

Orošivač sa sensorima za lasersko navođenje mlaza smanjio je uporabu SZB između 46 % i 68 %, s prosječnom uštedom troškova SZB za 230 dolara po hektaru (1500 HRK). Ušteda troškova može biti mnogo veća za voćnjake i druge voćne usjeve (bobičasto voće). Dodatni testovi u voćnjaku jabuka demonstrirali su da je taj orošivač smanjio gubitak kapljica (SZB) izvan krošnja drveća između 40 % i 87 %, drift do 87 % i gubitak kapljica na tlo između 68 % i 93 %.



Slika 6. Traktor s orošivačem opremljenim novim sustavom za lasersko navođenje mlaza u voćnjaku (izvor: <https://agresearchmag.ars.usda.gov/>)

Photo 6. Tractor with new variable sprayer applying pesticides at a nursery

ZAKLJUČAK

Nova tehnološka rješenja kod orošivača uspješno i uvelike smanjuju zagađenje okoliša, životinja i ljudi smanjenjem zanošenja SZB (drift) i smanjenjem potrebne količine SZB. Uz to povećava se učinkovitost i ekonomičnost, a postiže se jednako dobra ili bolja zaštita bilja s manjom količinom SZB u odnosu na konvencionalno orošavanje. Zamjena klasičnih orošivača novim tehnološkim rješenjima u praksi će, gdje god je to moguće, uvelike unaprijediti postupak aplikacije pesticida na tretirane objekte. Samo znanjem, novim tehnologijama i pravilnim rukovanjem može se postići bolja aplikacija SZB da bi se postigla željena kvaliteta rada, pravovremena primjena, minimalni gubitci i najmanje onečišćenje okoliša, ljudi i životinja. Sigurno je da će se u skoroj budućnosti pojaviti još veći broj strojeva koji će uz pomoć senzora regulirati točnu količinu SZB koju treba nanijeti na biljku ovisno o njezinu zdravstvenom stanju i veličini krošnje.

NEW TECHNOLOGICAL ACHIEVMENTS AND SOLUTIONS IN PLANT PROTECTION PRODUCTS APPLICATION

SUMMARY

Increased awareness of inefficiencies in application of plant protection

products (PPP), problems with environmental pollution, animals and people, the need for more frequent and timely treatments and increased PPP prices has encouraged the development of new technological solutions for the application of PPP. The improvement of the sprayers has led to the development of different types of sprayers, which are in accordance with the needs of plantations, as well as with the ecological and economic aspects of the SZB application. Some of them have been elaborated in this paper: sprayers with an electrostatic drip system, tunnel sprayers with recirculation PPP, sprayers for selective application PPP, which are divided into sprayers with ultrasonic sensors for detecting trees, sprayers with sensors for disease identification and sprayers with sensors for laser guidance PPP. New sprayers successfully (to a large extent) reduce the pollution of the environment, animals and humans by reducing the drift. With increased efficiency and economy.

Key words: sprayer, sensors, spray drift

LITERATURA

Banaj, Đ., Tadić, V., Banaj, Ž., Lukač, P. (2010). Unaprjeđenje tehnike aplikacije pesticida. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.

Balsari, P., Tamagnone, M. (1998). An ultrasonic air blast sprayer, Abstract of the International Conference on Agricultural Engineering – AgEng Oslo, 98-A-017:585-586

Cross, J. V., Berrie, A. M. (1993). Spray deposits and efficacy of a tunnel sprayer at three volume rates (50, 100, 200 l/ha) in comparison with an axial fan sprayer (50 l/ha) on apple, Strasbourg, Tome 1, 273-280.

Doruchowski, G., Jaeken, P., Holownicki, R. (1998). Target detection as a tool of selective spray application on trees and weeds in orchards, SPISE Conference on Precision Agriculture and Biological Quality, Boston, 290-301.

Koch, H., Weisser, P. (2000). Sensor equipped orchard spraying – efficacy, savings and drift reduction, Aspects of Applied Biology, (57)-Pesticide Application, 357-362.

Liorens, J., Landers, A. J. (2014). Variable rate spraying: digital canopy measurement for air and liquid electronic control. In: Aspects of Applied Biology 114. International advances in pesticide application, 1-8.

Sedlar, A., Bugarin, R., Đukić, N. (2014). Tehnika aplikacije pesticida, Udžbenik. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Sito, S. (2014). Orošivači. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu. Agronomski fakultet. Zagreb, str. 22.

Sito, S., Obad, N., Devrnja, A., Bernobich, V. A., Kraljević, A., Peršurić Bernobić, K., Horvatiček, B. (2013). Primjena orošivača u trajnim nasadima. Glasnik zaštite bilja, 4, 59-63.

Yamane, S., Miyazaki, M. (2017). Study on electrostatic pesticide spraying system for low-n concentration, high-volume applications. aspects of applied biology 114. International advances in pesticide application. 1-8.

Zimmer, R., Banaj, Đ., Brkić, D., Košutić S. (1997). Mehanizacija u ratarstvu. Udžbenik. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet, Osijek.

Internet stranice:

<<http://polj.uns.ac.rs/sites/default/files/udzbenici/Tehnika-aplikacije-pesticida-mart-2015.pdf>>. Pristupljeno 05.09.2018.

<<https://dokumen.tips/documents/poljoprivredna-tehnika.html>>. Pristupljeno 17.09.2018.

<file:///C:/Users/Korisnik/Downloads/Upotreba_ultrazvucnih_senzora_kod_suvremenih_prskalica.pdf>. Pristupljeno 12.09.2018.

<<https://agresearchmag.ars.usda.gov/ImageViewer?year=2016&month=Feb&story=lasersprayer>>. Pristupljeno 10.09.2018.

<<https://essfarming.com/>>. Pristupljeno 19.09.2018.

pregledni rad