

**Siniša JELOVČAN, Natalija GALZINA**

*Syngenta Agro d. o. o.*

*sinisa.jelovcan@syngenta.com*

## **BUDUĆI IZAZOVI I TRENDOWI U POLJOPRIVREDNOJ PROIZVODNJI**

### **SAŽETAK**

Poljoprivredna proizvodnja nalazi se pred velikim izazovom: osigurati dovoljne količine visokokvalitetne hrane koja će zadovoljiti potrebe stalno rastućeg stanovništva na Zemlji. Da bi se to postiglo, potrebno je iznaći inovativna rješenja i početi primjenjivati nove tehnologije. Nove tehnologije u poljoprivrednoj proizvodnji pomoći će proizvođačima da se lakše prilagode negativnom utjecaju klimatskih promjena, rezistentnosti štetnih organizama, zakonskim ograničenjima u primjeni sredstava za zaštitu bilja (SZB), gnojiva te uređaja, kao i posebnim zahtjevima trgovačkih centara za što manjim sadržajem rezidua SZB-a u plodovima. Sve industrije koje su povezane s poljoprivrednom proizvodnjom imaju cilj pomoći poljoprivrednim proizvođačima da na ekološki prihvatljiv način i dalje postižu optimalne urode i zadrže kakvoću svojih proizvoda pomoću novih tehnologija i novih znanja.

**Ključne riječi:** moderna poljoprivredna proizvodnja, sredstva za zaštitu bilja, inovacije

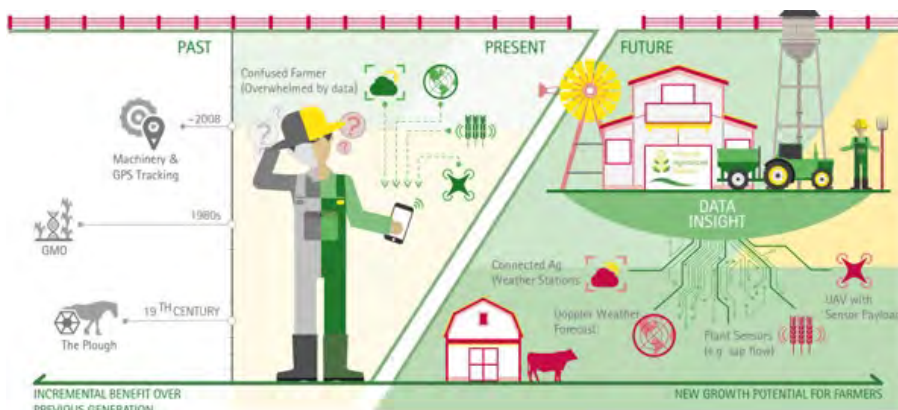
### **UVOD**

Kako će izgledati poljoprivredna gospodarstva 2050.? Hoće li biti potpuno drukčija u odnosu na današnja? Potpuno autonomna? Hoće li usjevi biti slični onima kakve danas uzgajamo ili možemo očekivati nove kulture u svim segmentima poljoprivredne proizvodnje? Hoće li vremenski uvjeti biti povoljniji ili nepredvidljivi? Hoće li nove tehnologije poput robotike, umjetne inteligencije i senzorike pojednostaviti poljoprivrednu proizvodnju i povećati urode? Nitko sa sigurnošću ne može reći kako će izgledati budućnost za 30 do 50 godina, ali možemo reći da je odgovor na posljednje pitanje – to se već događa (slika 1).

Ako promatramo samo zaštitu bilja, kakva nam je sadašnjost u zaštiti bilja? Evidentno je da se zaštita bilja mijenja. Dosadašnja „era kemije“ naglo opada, tj. sve je manji broj dostupnih konvencionalnih aktivnih tvari i sredstava za zaštitu bilja.

Stavljanje SZB-a na tržište Europske unije, pa tako i Hrvatske, uređeno je krovnom Uredbom (EZ) br. 1107/2009 kojoj je cilj osigurati visoku razinu zaštite, kako zdravlja ljudi i životinja, tako i okoliša te uskladiti pravila o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu bilja poboljšavajući time poljoprivrednu proizvodnju. Odredbe ove Uredbe zasnivaju se na načelu

predostrožnosti s ciljem osiguranja da aktivne tvari ili sredstva koji se stavljaju na tržište nemaju štetno djelovanje na zdravlje ljudi ili životinja, ili na okoliš.



**Slika 1.** Evolucija precizne poljoprivrede (Izvor: <http://blogs-images.forbes.com/kurtmarko/files/2015/08/Accenture-evolution-precision-ag.png>)

**Picture 1.** Evolution of precision agriculture (Source: <http://blogs-images.forbes.com/kurtmarko/files/2015/08/Accenture-evolution-precision-ag.png>)

U skladu s tim, uvažavajući stroge kriterije Uredbe i brojnih relevantnih smjernica, broj ukupnih aktivnih tvari u *EU Pesticide Database* s ukupno 1428 smanjio se na 478 trenutačno odobrenih, što pokazuje da je već prethodnom Direktivom 91/414/EEC te današnjom Uredbom 1107/2009 broj aktivnih tvari smanjen za oko 66 %. To je u suglasju i s ciljevima nedavno objavljenih strategija unutar Europskog zelenog plana (*Green Deal*): Od polja do stola (*Farm to Fork*) i Strategija o biološkoj raznolikosti (*Biodiversity Strategy*). Ove strategije, među ostalim, imaju cilj do 2030. godine smanjiti ukupnu potrošnju i rizik od pesticida za 50 % te dodatno za 50 % smanjiti primjenu opasnijih pesticida, za 20 % smanjiti primjenu gnojiva itd. Istodobno, nastoji se za 25 % povećati organska proizvodnja (European Commission, 2020a).

Iako se jako puno napora polaže u razvoj novih aktivnih tvari koje moraju “profilom” udovoljiti strogim kriterijima, njihov je dolazak na tržište EU-a vrlo spor i ponekad upitan. Događa se da čak i nove aktivne tvari ne dobiju odobrenje za primjenu na teritoriju EU-a. Tako su od uvođenja Uredbe 1107 prijavljene 64 aktivne tvari, a do 2018. godine odobrene su svega 22 (Ecorys report, 2018.).

Istodobno raste broj tzv. biopesticida koji ne postoje kao kategorija u regulatornom smislu, ali obuhvaćaju sredstva koja sadržavaju tvari prirodnog podrijetla za suzbijanje štetnih organizama. Bez obzira na to što se radi o biološkim tvarima, ona također prolaze strogu ocjenu u EU-u, te ni njihov dolazak na tržište nije jednostavan. Pesticidi koji svoje podrijetlo vuku iz prirodnih izvora, tzv. biopesticidi, jedna su od ključnih sastavnica budućih promjena. Prema HSE-u (*Health and Safety Executive*) biopesticidima pripadaju

mikroorganizmi, biljni ekstrakti, feromoni i druge semiokemikalije, te druga nova alternativna rješenja. U razdoblju od 2011. – 2017. godine u EU-u je odobreno svega 28 novih biopesticida (HSE, 2020.).

Nadalje, Uredba 1107/2009 podrazumijeva i odobrenje osnovnih tvari i tvari niskog rizika. Osnovne aktivne tvari jesu tvari koje se ne koriste ponajprije u svrhu zaštite bilja, ali su ipak korisne prilikom zaštite bilja. To su tvari koje ne izazivaju zabrinutost, ne stavljaju se na tržište kao sredstva za zaštitu bilja, ali se mogu koristiti kao sredstva za zaštitu bilja dokle je god njihov rizik prihvatljiv (European Commission, 2009.).

Neka aktivna tvar može se odobriti kao tvar niskog rizika ako udovoljava redovitim kriterijima za odobrenje, a uz to ispunjava kriterije niskog rizika, kako je navedeno u Prilogu II., točki 5 Uredbe (EZ) 1107/2009. Zbog njihovih povoljnih svojstava trebala bi im se davati prednost u odnosu na konvencionalna rješenja. Tvari niskog rizika odobravaju se na 15 godina te je EU omogućila i ubrzan postupak odobrenja od 120 dana umjesto jedne godine kako bi se potaklo i ubrzalo njihovo stavljanje na tržište (European Commission, 2020b). Kako prikazuje tablica 1, trenutačno su na razini EU-a odobrene 22 osnovne tvari te 20 tvari niskog rizika.

**Tablica 1.** Odobrene osnovne tvari i tvari niskog rizika (na dan 31. 8. 2020.)

**Table 1.** Approved basic substances and low risk substances (on 31. 8. 2020.)

Osnovne tvari	Kategorija	Tvari niskog rizika	Kategorija
Beer	MO	ABE-IT 56	FU
Calcium hydroxide	FU	<i>Ampelomyces quisqualis</i> strain AQ10	FU
Chitosan hydrochloride	EL	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> strain FZB24	FU
Clayed charcoal	ST	<i>Bacillus subtilis</i> strain IAB/BS03	FU
Cow Milk		Cerevisane	PA
Diammonium phosphate	AT	<i>Clonostachys rosea</i> strain J1446 ( <i>Gliocladium catenulatum</i> strain J1446)	FU
<i>Equisetum arvense</i> L.	FU	<i>Coniothyrium minitans</i> Strain CON/M/91-08 (DSM 9660)	FU
Fructose	EL	COS-OGA	FU
Hydrogen peroxide	BA, FU	Ferric phosphate	MO
L-cysteine		Ferric pyrophosphate	MO
Lecithins	FU	<i>Isaria fumosorosea</i> Apopka strain 97 (formely <i>Paecilomyces fumosoroseus</i> )	IN
Mustard seeds powder	FU	Laminarin	EL
Onion oil	RE	<i>Lavandulyl senecioate</i>	AT
Salix spp. cortex	FU	Mild Pepino Mosaic Virus isolate VC 1	EL

Sodium chloride	FU, IN	Mild Pepino Mosaic Virus isolate VX 1	EL
Sodium hydrogen carbonate	FU, HB	<i>Pasteuria nishizawae</i> Pn1	NE
Sucrose	EL	Pepino mosaic virus strain CH2 isolate 1906	EL, VI
Sunflower oil	FU	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> strain LAS02	FU
Talc E553B		<i>Trichoderma atroviride</i> strain SC1	FU
Urtica spp.	AC, FU, IN	<i>Verticillium albo-atrum</i> (formerly <i>Verticillium dahliae</i> ) strain WCS850	FU
Vinegar	BA, FU, HB		
Whey	FU		

Izvor: DG SANTE (2020) EU Pesticide Database. Legenda: AC-akaricid, MO-moluscid, EL-elicitor (pobuđvač), ST-tretman tla, AT-atraktant, FU-fungicid, BA-baktericid, RE-repelent, IN-insekticid, HB-herbicid, PA-biljni aktivator, NE-nematocid, VI-inokulacija virusa

Već i u ovako šturom prikazu izvjesno je da se zaštita bilja mijenja, a time i tehnološki sustavi uzgoja kultura, te da je naglasak na potrebi razvoja i primjene novih tehnologija jer moderna poljoprivreda ima cilj postizati visoke prirode na održiv način, održivom poljoprivredom za zdraviji okoliš. Daljnji su korak u primjeni sredstava za zaštitu bilja pomaci u načinima njihove primjene, tj. uvođenje precizne poljoprivrede.

### PRECIZNA POLJOPRIVREDA

Precizna poljoprivredna proizvodnja donosi nove mogućnosti proizvodnje hrane za brzo rastuće stanovništvo (Gebbers i Adamehuck, 2010.; Telabpour i sur., 2015.). Povećanjem uroda i smanjenjem troškova te preciznim aplikacijama sintetskih i bioloških sredstava za zaštitu bilja i gnojiva pozitivno se utječe na produktivnost poljoprivredne proizvodnje s minimalnim utjecajem na okoliš (Godwin i sur., 2003.; Silva i sur., 2011.; Kindred i sur., 2015.; Smith i sur., 2013.; Eory i sur., 2015.; Schimmelpfennig, 2016.). Mnogobrojne studije pokazale su da je primjena precizne poljoprivredne proizvodnje u praksi još uvijek u začetku te da njezina primjenjivost uvelike ovisi o regiji ili o novim tehnologijama koje su potrebne kao alternativna rješenja ili zamjena za postojeće tehnologije. SAD i Australija puno su više usredotočene na istraživanja precizne poljoprivredne proizvodnje (Robertson i sur., 2007.; Kingwell i Fuchsbichler, 2011.; Holland i sur. 2013.; Miller i sur. 2017.). U Europi je manje istraživanja, a usredotočena su na sljedeće države: Njemačka, Velika Britanija, Nizozemska, Grčka i Belgija (Paustian i Theuvsen, 2016.; Lencses i sur. 2014.; Kutter i sur., 2011.; Lambert i sur. 2015.).

## NOVE TEHNOLOGIJE

Tehnologije u poljoprivrednoj proizvodnji predstavljaju velik udio i njihova će uloga u budućnosti stalno rasti. Primjena dronova (slika 2), robotike, senzora i preciznih tehnologija pomoći će proizvođačima povećati produktivnost, a smanjiti fizički rad. Iako su neke od spomenutih tehnologija već prisutne u poljoprivredi, njihova je primjena još uvijek vrlo mala. Pomoću drona lako se može utvrditi situacija u polju jer dron nadlijeće parcele i javlja proizvođaču što se događa sa štetnim organizmima, ima li nedostatka mikro ili makroelemenata u biljkama i sl. Osim izviđanja dron može obaviti preciznu aplikaciju sredstava za zaštitu bilja ili gnojiva na vrijeme, tj. onda kada je to biljci doista potrebno. U sustavu zaštite bilja protiv štetnika i bolesti tendencija je da se tretira samo dio polja koji je napadnut, a s vremenom samo biljka ili pojedini njezini dijelovi (ako je napadnut list, tretirat će se samo list).



**Slika 2.** Dron (Izvor: <https://www.tportal.hr/media/thumbnail/w1000/970632.jpeg>)

**Picture 2.** Drone application (Source: <https://www.tportal.hr/media/thumbnail/w1000/970632.jpeg>)

U suzbijanju korova nove tehnologije već sada imaju važno mjesto jer se primjenom tzv. pametnih strojeva sa sensorima za detekciju korova (slika 3) može čak potpuno izbjeći primjena herbicida (Šćepanović i sur., 2018.).

U suzbijanju štetnih kukaca u svim poljoprivrednim kulturama, primjena kamera s visokom rezolucijom koje mogu determinirati štetnike, pratiti njihovu populaciju te mjeriti klimatološke čimbenike (temperaturu, vlagu i dr.) budućnost je precizne poljoprivredne proizvodnje. Ovim tehnologijama moći će se preciznije predvidjeti napad štetnika i dati preporuka za njegovo suzbijanje. Na temelju fotografija snimljenih kamerama u polju bit će moguće razlikovati štetne kukce od onih korisnih, a mjerit će se i njihov omjer kako bi zaštita usjeva bila provedena prema načelima Integrirane zaštite bilja (slika 4). Metoda

konfuzije u kojoj primjenom seksualnih feromona mužjak ne može oploditi ženku bit će sve prisutnija u svim kulturama za suzbijanje štetnih gusjenica.



**Slika 3.** Pametni stroj sa senzorima (Izvor: <https://memento.epfl.ch/event/the-autonomous-weeding-robot-from-ecorobotix/>)

**Picture 3.** Smart machinery with sensors (Source: <https://memento.epfl.ch/event/the-autonomous-weeding-robot-from-ecorobotix/>)



**Slika 4.** Elektronički trap za praćenje populacije štetnih kukaca (<https://www.google.hr/search?q=metos+iscout&safe=active&sxsrf=AleKk01AlG3ikffiKXI98VJPriegVcklfw:1598551927324&source=Inms&tbm=isch&sa#imgrc=F6gsPkgS5L6WOM>)

**Picture 4.** Electronic trap for monitoring pests (Source: <https://www.google.hr/search?q=metos+iscout&safe=active&sxsrf=AleKk01AlG3ikffiKXI98VJPriegVcklfw:1598551927324&source=Inms&tbm=isch&sa#imgrc=F6gsPkgS5L6WOM>)

Biološki preparati koji nemaju negativna utjecaja na tlo, vodu, zrak te ne ostavljaju oncept u/na plodovima ili biljnom materijalu predstavljat će budućnost biološke zaštite jer se era kemijske zaštite zasnovana na sintetskim molekulama drastično smanjuje.

### **IZAZOVI BUDUĆIM GENERACIJAMA**

Precizna poljoprivredna proizvodnja predstavlja integraciju specifičnih tehnologija koje podrazumijevaju primjenu novih tehnologija, skupljanje i analiziranje podataka. Preciznom se proizvodnjom na najprihvatljiviji način olakšava donošenje odluka poljoprivrednom proizvođaču glede ekološki prihvatljivijih mjera zaštite bilja, primjene odgovarajuće mehanizacije (automatizirani strojevi – strojevi bez vozača) i obavljanje agrotehničkih zahvata. Da bi se razumio oncept buduće poljoprivredne proizvodnje, bit će potrebno jako puno znanja kako bi poljoprivredni proizvođači primijenili nove tehnologije i povećali produktivnost na svojim gospodarstvima. Istraživanja o prijenosu znanja između znanstvenih institucija (znanstvenih postignuća) i prakse dokazala su da je u Njemačkoj, Velikoj Britaniji i Nizozemskoj, gdje je poljoprivredna proizvodnja ratarskih usjeva vrlo intenzivna, veći i prijenos informacija u odnosu na zemlje (Grčka i Belgija) gdje je takva proizvodnja manje intenzivna. Isto tako, ograničena je komunikacija i suradnja između poljoprivrednih proizvođača i tvrtki koje proizvode i prodaju nove tehnologije (Barnes i sur., 2019.). Isti autori navode da je starost proizvođača vrlo značajna kad je riječ o nadogradnji postojeće mehanizacije s novim tehnologijama, pri čemu ističu da, što su proizvođači stariji, vjerojatnosti za nove prilagodbe puno su manje, osobito ako se radi o proizvođačima koji su stariji od 65 godina, koji najvjerojatnije neće prilagođavati svoju mehanizaciju novim tehnologijama.

Utvrđiti profitabilnost precizne poljoprivrede u današnje je vrijeme vrlo teško i zbog toga se proizvođači nerado upuštaju u kupnju takvih strojeva ne znajući kakva će biti budućnost. Međutim, kao i u svakoj grani proizvodnje, uvijek postoje savjetnici koji će svojim znanjem i preporukama pomoći proizvođačima da pravilno donesu svoju odluku. Ministarstvo poljoprivrede treba poduprijeti proizvođače koji će se odlučiti krenuti u novom smjeru pomoću subvencija, osiguranja i eventualne stručne podrške. Nove tehnologije neće zamijeniti ljude – proizvođače, agronome, prodajne predstavnike i dr., one će samo pomoći da poljoprivredna proizvodnja bude ekološki prihvatljiva, ekonomična, učinkovita i s vrlo malim udjelom ljudskog rada.

### **ZAKLJUČAK**

Nitko ne može predvidjeti što će se dogoditi u budućnosti, ali što više ulazimo u ovo desetljeće, sve više vidimo da se poljoprivredna proizvodnja mijenja i da

dolaze nova, vrlo uzbudljiva vremena. Trebamo se svi zajedno usredotočiti na obrazovanje mlađih naraštaja studenata, kao i poljoprivrednih proizvođača koji ulažu u svoju proizvodnju i svoja znanja jer će oni i dalje ostati na svojim gospodarstvima i proizvoditi hranu. Proizvesti hranu vrlo je težak posao, ali pomoću precizne poljoprivrede i novih tehnologija te suradnjom svih dionika u lancu prehrane možemo i moramo napraviti više kako bismo očuvali tla, zrak i vodu te osigurali hranu za buduće naraštaje.

## FUTURE CHALLENGES AND TRENDS IN AGRICULTURAL PRODUCTION

### SUMMARY

Agricultural production is facing a big challenge: to ensure enough high quality food that will meet the needs of the continually growing population on Earth. In order to achieve this, it is necessary to find innovative solutions and start applying new technologies. New technologies in agricultural production will help producers to easily adapt their production to the negative effects of climate change, pest resistance, regulatory demands on the use of plant protection products, fertilizers and machinery, as well as food chain requirements. All industries related to agricultural production have to help the farmers to achieve optimal yields in an environmentally friendly way and maintain the quality of their products through new technologies and knowledge.

### LITERATURA

**Barnes, A.P., Soto, I., Eory, V., Beck, B., Balafoutis, A., Sanchez, B., Vangeyte, J., Fountas, S., van der Wal, T., Gomez-Barbero, M.** (2019.). Exploring the adoption of precision agricultural technologies: a cross regional study of EU farmers. *Land use Policy*, 80, 163-174.

**DG SANTE** (2020.). EU Pesticide Database, dostupno na: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=homepage&language=EN>, (pristupljeno: 31. 8. 2020.)

**Ecorys report** (2018.). Study supporting the REFIT Evaluation of the EU legislation on plant protection products and pesticides residues (Regulation (EC) No 1107/2009 and Regulation (EC) No 396/2005). Final report.

**Eory, V., MacLeod, M., Topp, C. F. E., Rees, R. M., Webb, J., McVittie, A., Wall, E., Brothwick, F., Watson, C., Waterhouse, A., Wiltshire, J., Bell, H., Moran, D. and Dewhurst, R. J.** (2015.). Review and update of the UK agriculture MACC to assess the abatement potential for the 5<sup>th</sup> carbon budget period and to 2050. The Committee on Climate Change. SRUC, Edinburgh.

**European Commission** (2020a.). Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. COM(2020) 381, final Brussels, 20.5.2020



**European Commision** (2009). Regulation (EC) no 1107/2009 of the european parliament and of the council of 21 October 2009 concerning the placing of plant protection products on the market and repealing Council Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC. Official Journal of the EU, L 309/1.

**European Commision** (2020b.), Low risk Plant Protection Products, dostupno na: [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides\\_sup\\_low-risk-ppps.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_sup_low-risk-ppps.pdf) (pristupljeno: 5.2.2020.)

**Godwin, R. J., Richards, T. E., Wood, G. A., Welsh, J. P. and Knight, S. M.** (2003.). An economic analysis of the potential for precision farming in UK cereal production. *Biosystems Engineering*, 84, 533-545.

**Holland J.K., Erickson B., Widmar D.A.** (2013.). Precision Management services dealership survey results. Department of Agricultural Economics, Purdue University, USA.

**HSE** (2020.). Biopesticides, dostupno na: <https://www.hse.gov.uk/pesticides/pesticides-registration/applicant-guide/biopesticides-home.htm> (pristupljeno: 31. 8. 2020.)

**Kindred D.R., Milne, A.E., Webster, R., Marchant, B.P., Sylvester-Bradley, R.** (2015.). Exploring the spatial variation in the fertilizer-nitrogen requirement of wheat within fields. *Journal of Agricultural Science*, 153, 25–41.

**Kingwell R., Fuchsbichler A.** (2011.). The whole-farm benefits of controlled traffic farming, An Australian appraisal. *Agricultural Systems*, 1047, 513-521.

**Kutter, T., Tiemann, S., Siebert, R., Fountas, S.** (2011.). The role of communication and cooperation in the adoption of Precision Farming in Europe. *Journal of Precision Agriculture*, 121, 2-17.

**Lambert, D.M., Paudel, K.P., Larson, J.A.** (2015.). Bundled Adoption of Precision Agriculture Technologies by Cotton Producers. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 402, 325-345.

**Lencsés E., Takacs I., Takacs-Gyoergy K.** (2014.). Farmers' Perception of Precision Farming Technology among Hungarian Farmers. *Sustainability*, 6, 8452-8465.

**Miller, N. J., Griffin, T. W., Bergtold, J., Ciampitti, I. A., Sharda, A.** (2017.). Farmers' Adoption Path of Precision Agriculture Technology. *European Conference on Precision Agriculture*, 8, 708–712

**Paustian, M. and Theuvsen, L.** (2016.). Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. *Precision Agriculture*, 18, 1-16.

**Robertson M., Isbister B., Maling I., Oliver Y., Wong M., Adams M., Bowden B., Tozer P.** (2007.). Opportunities and constraints for managing within-field spatial variability in Western Australian grain production. *Field crops Research*, 104, 60-67.

**Schimmelpfennig, D.** (2016.). Farm Profits and Adoption of Precision Agriculture. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service Report 217.

**Silva, C. B., Dias de Moraes, M.A.F., Molin, J.P.** (2011.). Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil. *Precision Agriculture*, 12, 67-81.

**Šćepanović, M., Sinan, A., Šoštarčić, V., Brijačak, E., Pintar, A., Barić, K.** (2018.). *Glasilo biljne zaštite*, 5, 488-499.

**Stručni rad**