

Bibliid: 0350-2953 (2006) 32: 1-2, p. 63- 70
UDK: 632.51:631.31:007.52

Originalni naučni rad
Original scientific paper

**MEHANIČKA ELIMINACIJA KOROVA U ZONI IZMEĐU BILJAKA U
REDU KOD OKOPAVINA PRIMENOM ROBOTSKIH SISTEMA**
**MECHANICAL WEEDING OF THE INTRA-ROW AREA IN ROW CROPS
BY APPLICATION OF ROBOTIC SYSTEMS**

Gobor Z.*

REZIME

U ovom radu dat je pregled trenutnih dostignuća u oblasti unutarredne kultivacije mehaničkim metodama i prikazana su idejna rešenja i prototipovi najsavremenijih uređaja za unutarrednu eliminaciju korova kod okopavina. Dat je kratak opis problema unutarredne kultivacije sa najvažnijim detaljima i ograničenjima. Prikazane su i najznačajnije metode i istraživanja u oblasti detekcije jedinki useva/korova u realnom vremenu, neophodne za uspešno obavljanje unutarredne kultivacije.

Ključne reči: mehanička eliminacija korova, rotaciona kopačica za unutarrednu kultivaciju, robotski sistemi u poljoprivredi

SUMMARY

In this paper the state of the art in field of mechanical weed control of the intra-row area in row crops is pointed out and most interesting ideas and prototypes of the contemporary devices for intra-row weeding are presented. Short introduction to the problem of intra-row weeding is given with most important details and constrains. Also, the methods of great significance and researches in field of online plant/weed detection necessary for successful intra-row weeding are shown.

Key words: mechanical weed control, intra-row rotary hoe, agricultural robotic systems

UVOD

Sa naučnog, ali i sociološkog polazišta u mnogim istraživanjima je pokazano da ideja održivog razvoja, posebno u poljoprivredi, ne može i ne sme biti zasnovana na upotrebi velikih količina agrohemijskih sredstava. Osnovni cilj je da se pronađu i usvoje alternativne tehnike poljoprivredne proizvodnje, koje zahtevaju minimalne količine pesticida ili su ostvarive u potpunosti bez njihove primene. Međutim, neophodno je istaći da su potrebe za primenom agrohemijskih sredstava sa polazišta poljoprivredne proizvodnje i društvenih potreba u direktnom konfliktu. Potrošači žele proizvode visokog kvaliteta, čija je cena prihvatljiva, a koji su proizvedeni tako da ne izazivaju pojavu negativnih efekata u životnoj sredini. Sa druge strane farmeri, odnosno proizvođači, teže ka ostvarenju većih prinosa i

* Mr Zoltan Gobor, asistent, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad/Institut für Landtechnik (GK 722) Bonn Germany, gobor@uni-bonn.de

maksimalnom profitu – niskim troškovima proizvodnje i visokoj ceni proizvoda na tržištu.

Jedno od mogućih rešenja je usvajanje organske poljoprivredne proizvodnje koja može da obezbedi kompromis između zahteva potrošača i proizvođača i ostvari osnovnu ideju održivog razvoja o minimalnoj primeni agrohemijskih sredstava. Na žalost, osnovni problemi organske proizvodnje: niži prinosi u odnosu na konvencionalnu, zabranjena primena hemijskih sredstava u borbi protiv korova, propisana EU regulativom 2.092/91 iz čega proizilazi mnogostruko veća potreba za manualnim radom, predstavljaju razloge zbog kojih su površine pod organskom proizvodnjom još uvek manje zastupljene. Korovi konkurišu i bore se s usevima za prostor, svetlost, vodu, hranljive materije i predstavljaju jedan od najznačajnijih faktora smanjenja kvaliteta i kvantiteta prinosa. Zbog svega navedenog neophodno je da se problem njihove eliminacije rešava holistički i interdisciplinarno. Interes za kontrolisanjem populacije korova bez primene hemijskih sredstava se povećao u poslednjoj dekadi dvadesetog veka, naročito u Zapadnoj Evropi, kao posledica drastičnog povećanja zagađenja životne sredine prouzrokovanog pesticidima. Takođe, povećan interes potrošača za proizvodima sa sertifikatom koji potvrđuje kvalitet i garantuje proizvodnju bez primene agrohemijskih sredstava, još jedan je od razloga zašto su savremena istraživanja usmerena ka razvoju metoda za eliminaciju korova, bez primene hemijskih sredstava. Uzimajući u obzir potrebe i zahteve definisane su preporuke za strateška istraživanja i razvoj u ovoj oblasti (Fogelberg, 2001) i to:

- razvoj alternativnih metoda eliminacije korova, koje će biti ekonomski konkurentne pesticidima,
- iznalaženje novih tehnika/metoda zasnovanih na fizičkoj (mehaničkoj ili termičkoj) interakciji,
- razvoj samohodnih uređaja – robota za uništavanje korova,
- razvoj novih strategija poljoprivredne proizvodnje sa naglaskom na prevenciji pojave štetočina i
- razvoj novih hibrida otpornih na štetočine.

Manualno okopavanje još uvek najčešće se primenjuje u Zapadnoj Evropi, kao primarna metoda eliminacije korova koji rastu između biljaka u redu kod okopavina, dok se korovi nikli između redova uspešno kontrolišu alatima i uređajima za međurednu kultivaciju (Melander, 1999).

U skladu sa specifičnim karakteristikama mehaničke kontrole korova, koji rastu između biljaka u redu, trenutna istraživanja su usmerena ka:

- razvoju sistema za online detekciju korova, njihove gustine i prisutnih vrsta, kao i detekciju prostornog položaja biljnih jedinki (korova, odnosno useva),
- razvoju novih alata i metoda za kontrolu i uništavanje korova koje za različite prostorne kombinacije usev/korov obezbeđuju veoma preciznu mehaničku intervenciju,
- razvoj online sistema za obradu slike, radi smanjenja osetljivosti na različite nivoe osvetljenja, kao i promenljive atmosferske uslove prisutne u uslovima na terenu.

PROBLEMI I OGRANIČENJA UNIŠTAVANJA KOROVA U ZONI IZMEĐU BILJAKA U REDU

Da bi problem uspešno mogao da se sagleda, neophodno je definisati osnovne zone koje se javljaju na površinama pod okopavinama i to: zonu između redova (inter-row area), zonu

između biljaka u redu (intra-row area), zonu u neposrednoj blizini biljke – useva (close-to-crop area). Zona u neposrednoj blizini biljke obuhvata prostor na kojem se biljka nalazi i prostor oko biljke u obliku prstena, tzv. zaštitnu zonu čija svrha je da se umanjí, odnosno spreči interakcija između alata za okopavanje i useva. Cilj ovakvog razgraničenja po kultivacionim zonama je da se pravilno i sa što većom tačnošću definišu trajektorije alata za okopavanje. Kao što je već pomenuto za međurednu kultivaciju se danas uspešno i bez većih problema primenjuje široka paleta alata i uređaja. Tačnost ovakvih uređaja najnovije generacije s automatskim praćenjem reda i sistemom za pozicioniranje na bazi paralelograma obezbeđuje da se širina zone, koja ne može da se obradi, svede na minimalnu moguću, u zavisnosti od eksterijernih karakteristika i uzrasta useva.

Na žalost, u velikom broju istraživanja je dokazano da upravo preostali korovi koji su nikli u neposrednoj blizini useva nanose najveću štetu, zbog čega je njihovoj eliminaciji potrebno posvetiti posebnu pažnju. Postoji nekoliko komercijalnih uređaja specijalizovanih za ovu zonu, kao što su finger weeder, torsion weeder, tine weeder, brush weeder (Cavaliere, et al. 2001; Bond i Turner, 2005). Osnovni nedostatak svih navedenih uređaja je da su primenljivi tek nakon što su jedinke useva dostigle određeni uzrast i čvrstoću stabljike. Ukoliko su korovske biljke približno iste veličine ili veće od useva, pomenutim uređajima se ne mogu kontrolisati.

Okopavine iako sejane na istim rastojanjima i u isto vreme, usled različitih uslova, ne niču na teoretski predviđenoj poziciji i u istom trenutku, zbog čega se u realnim uslovima mogu očekivati rastojanja među jedinkama koja se razlikuju za $\pm 20\%$ od teoretskog, kao i različiti stadijumi razvoja. Ove činjenice se moraju uzeti u obzir prilikom izbora sistema za detekciju biljnih jedinki, ali isto tako i pri definisanju algoritma za upravljanje uređajima za okopavanje u zoni između biljaka u redu.

Prepoznavanje i detekcija jedinke useva/korova u realnom vremenu

Još uvek, najveći problem za uspešnu realizaciju problema unutarredne kultivacije predstavlja online prepoznavanje, odnosno uočavanje različitih biljnih jedinki u realnim uslovima. Ukoliko se želi postići visok nivo kvaliteta unutarredne kultivacije, neophodna je veoma tačna identifikacija pozicije biljnih jedinki useva. Postoji nekoliko istraživačkih grupa koje su istraživanja usmerila u tom pravcu, među kojima se posebno ističu istraživači sa Kraljevskog veterinarskog i poljoprivrednog univerziteta iz Danske (The Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark), Halmstd univerziteta iz Švedske (School of Information Science, Computer and Electrical Engineering, Halmstad University, Sweden) Univerziteta u Wageningenu iz Holandije (University of Wageningen, The Netherlands) i Univerziteta u Bonu iz Nemačke (GK 722, University of Bonn, Germany).

Optički senzori su jedna od mogućnosti za detekciju. Emituju se svetlosni impulsi različitih talasnih dužina i meri talasna dužina koju biljke, odnosno različiti materijali reflektuju. Moguće je uočiti razliku između reflektovanih vrednosti za različite materijale, kao i različite biljne vrste, međutim značajni problemi se javljaju ukoliko se pozicija biljke menja u toku merenja kao i velike greške u zavisnosti od količine vlage na površini listova biljke. Zbog toga ova metoda za sada nije primenljiva u realnim uslovima, ali se na njenom usavršavanju i dalje radi.

Primena optičkih senzora moguća je i ukoliko postoji principijelna razlika u visini i dimenzijama između jedinki useva i korova. Tada se koriste fotoelektrični senzori u obliku

svetlosne barijere na više nivoa, a dobijeni signal se kombinuje s unutarrednom frekvencijom useva u softveru za identifikaciju.

Najveći broj istraživanja odnosi se na primenu različitih tipova kamera (od komercijalnih digitanih do bispektralnih), pri čemu se dobijene slike obrađuju, filtriraju i modifikuju kako bi se sačuvale samo neophodne informacije. Koristi se nekoliko algoritama za obradu informacija sa slika baziranih na intenzitetu boja, teksturama ili morfologiji. Iako se za sada objavljeni rezultati odnose na sisteme sa primenom veštačkog osvetljenja ili u laboratorijskim uslovima sa nivoom prepoznavanja između 50 i 95%, tendencije ukazuju na to da će u budućnosti razvoj hardvera omogućiti primenu složenijih algoritama koji će dostići maksimalni nivo prepoznavanja u realnom vremenu i uslovima.

Teoretski, za pozicioniranje i upravljanje uređajem za eliminaciju korova u zoni između biljaka u redu može se primeniti i RTK DGPS (Real Time Kinetic Global Positioning System) čija greška iznosi ± 30 mm ukoliko je njegovo vreme odabiranja 200 ms, na taj način što bi se pozicija svake jedinke mapirala prilikom setve. Uređaj za okopavanje koristi bi informacije sa mape i poredio sa trenutnom pozicijom uređaja, tako da bi on aktivno okopavao u zoni među biljkama a bio pasivan na poziciji gde je seme zasejano. Kod ove metode najuočljivija je greška RTK DGPS-a: greška se prvi put može pojaviti prilikom setve, a sledeći put prilikom okopavanja, što u najgorem slučaju znači da je neophodno povećanje zaštitne zone za oko 60 mm, zbog čega je primena ove metode besmislena kod useva sa malim unutarrednim rastojanjem.

POSTOJEĆI SOFISTICIRANI SISTEMI ZA UNUTARREDNU ELIMINACIJU KOROVA

Istovremeno sa razvojem sistema za detekciju biljaka razvijani su alati za unutarrednu kultivaciju. Moguće je dati grubu podelu ovih alata na one koji su bazirani na rotacionom kretanju i one na translatorsnom. U oba slučaja reč je o aktivnim radnim organima. Mora se primetiti da najveći broj uređaja koristi rotaciono kretanje alata, dok se u literaturi pominje samo jedan uređaj sa translatorsnim kretanjem razvijen u Francuskoj devedesetih godina prošlog veka.

Rotaciona kopačica (Wageningen)

Rotaciona kopačica sastoji se od rotirajućeg diska, prečnika 30 cm i dva pokretna noža na njemu upravna u odnosu na osu diska. Disk rotira promenljivom brzinom oko ose koja se nalazi iznad biljnog reda i paralelna je sa pravcem kretanja transportera na kojem je uređaj postavljen. Noževi su podešeni tako da se nalaze unutar tela diska pri brzini obrtanja manjoj od 800 o/min, a prilikom povećanja brzine na 1.000 o/min usled centrifugalne sile se izvlače u radni položaj i omogućavaju sečenje korova. Sistem za detekciju sastoji se od tri fotoelektrična senzora koji su postavljeni na različitim visinama, tako da biljke prolazeći između predajnika i prijemnika presecaju svetlosne snopove i obezbeđuju informaciju o položaju useva/korova, na osnovu čega se brzina obrtanja podešava. Rastojanje između useva u redu mora da bude približno jednako, jer samo u tom slučaju upravljački softver može da obezbedi kvalitetno prepoznavanje, odnosno razlikovanje useva od korovskih biljaka, kombinujući podatke o brzini kretanja uređaja i podatke fotoelektričnih senzora. Teoretska brzina pri kojoj ovim sistemom mogu da se detektuju usevi je oko 10 km/h.

Kao osnovni nedostatak ovog uređaja može da se navede metoda kojom se korov eliminiše. Pošto je sistem koncipiran na primeni dve radne brzine, kontakt noževa sa površinom tla, prepreke u obliku kamenja, grančica ili drugih biljnih ostataka mogu da

izazovu smanjenje brzine i time izazovu povlačenje noževa u pasivni položaj. Takođe, nedostatak je što se korov kosi, odnosno oštećuje bez kontakta sa tlom, iako je razbijanje pokorice tla preporučljivo.

Cikloidna kopačica (Osnabrücker Querhacke)

Cikloidna kopačica razvijena je na Univerzitetu u Osnabrücku (Nemačka) u saradnji sa kompanijom "Amazone Werke" a njeno usavršavanje nastavljeno je na Kraljevskom veterinarskom i poljoprivrednom univerzitetu u Danskoj. Prevažodno je razvijen za kultivaciju kukuruza, a sastoji se od motičica za međurednu kultivaciju i specijalnog agregata za unutarrednu kultivaciju. Agregat se sastoji od osam aksijalno postavljenih noževa u odnosu na vertikalnu osu oko koje se obrću, a koja je bočno pomerena u odnosu na red. Prenosno kretanje je obrtno kretanje agregata, koje izaziva kružno kretanje noževa, dok je relativno kretanje pomeranje uređaja paralelno sa redom. Kombinacijom ova dva kretanja dobija se složeno kretanje sistema, pri čemu svaki od noževa opisuje trajektoriju u obliku cikloide. Osa rotacije je pomerena bočno u odnosu na red i tako svaki od noževa opisuje malu kružnicu u samom redu. U zavisnosti od rastojanja među biljkama podešava se brzina obrtanja. U slučaju kada ono iznosi 15 cm utvrđeno je da se prolaskom dva noža između dve susedne biljake obezbeđuje optimalna kultivacija.

Sistem za detekciju useva/korova obezbeđuje informacije na osnovu kojih upravljački softver procenjuje da li se jedinka useva nalazi na trajektoriji noža koji se trenutno nalazi u redu. U slučaju kada bi moglo doći do kontakta između noža i useva, aktivira se prekidač koji nož povlači u zonu između redova i pomera sa njegove uobičajene trajektorije, dok čitav agregat nastavlja svoje kretanje. Nakon određenog vremena prekidač se deaktivira i nož vraća u radni položaj.

Osnovni nedostatak ovog sistema je taj što se sastoji od velikog broja delova koji se obrću, iz čega proizilaze veliki troškovi održavanja i velika verovatnoća otkazivanja nekog od delova, pri teškim terenskim uslovima. Sa druge strane, prednost ovog sistema je u tome da zahvaljujući mehanizmu kretanja noževa, obezbeđuje visok nivo kvaliteta kultivacije, pri relativno visokoj radnoj brzini (8,5 km/h), sa zaštitnom zonom oko biljaka od 18 mm.

Mobilni robot (Halmstad)

Mobilni robot namenjen za primenu u poljoprivredi je potpuno autonomni uređaj razvijen za unutarrednu kultivaciju šećerne repe. Pošto je rastojanje među redovima oko 50 cm širina samog robota ograničena je na 70, dok mu je dužina 120 cm. Sistem upravljanja baziran je na Ackermanovom modelu pomoću DC servo motora. Robot ima dva pogonska točka s ugrađenim električnim kočnicama spreda. Čitav sistem pogoni se pomoću akumulatora u laboratorijskim uslovima, dok se za eksperimente u realnim uslovima koristi generator pogonjen motorom s unutrašnjim sagorevanjem. Za eliminaciju korova koristi se rotacioni disk malog prečnika sa radijalnim noževima, koji se obrće relativno velikom brzinom oko ose koja se nalazi iznad reda biljaka i paralelan je sa pravcem kretanja. U radnom položaju noževi dolaze u kontakt sa površinom zemlje između dve biljke i uklanjaju površinski sloj zajedno sa korovima. U trenutku kada se sistemom za detekciju prepozna biljka šećerne repe, disk se pomoću pneumatskog cilindra velikom brzinom podiže iznad biljke, a nakon prolaska ponovo vraća u radni položaj.

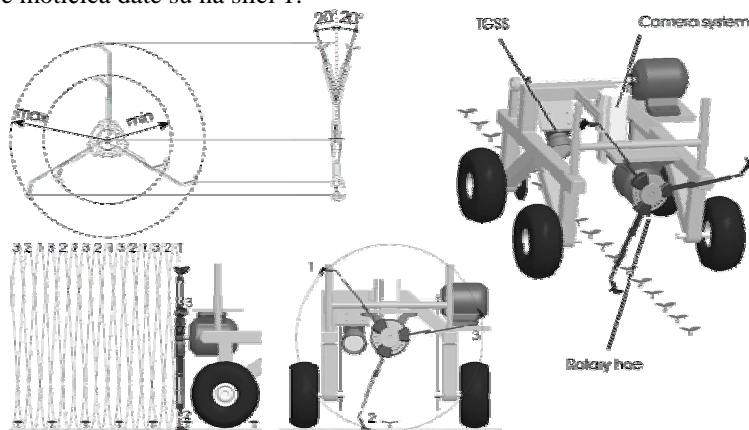
Sistem za detekciju položaja i prepoznavanje biljaka sastoji se od dva podsistema (Åstrand, 2005): crno-bele kamere s infracrvenim filterom postavljene na prednjem delu robota, koji služi za prepoznavanje i navođenje po redovima i kamere u boji za identifikaciju

biljnih jedinki. Za detekciju redova koristi se specifičan algoritam koji robota navodi sa tačnošću od ± 20 mm. Malo složeniji je sistem identifikacije biljnih jedinki. Algoritam zasnovan na 3 parametra može da prepozna 96% biljaka šećerne repe iz baze od 587 biljaka (214 biljaka šećerne repe i 373 korova). Na žalost slike individualnih biljaka ekstrahovane su sa fotografija ručno, što znači da je neophodno razviti mehanizam koji će tu operaciju obavljati u okviru algoritma. Može se pretpostaviti da je ručno ekstrahovanje slika povećalo kvalitet identifikacije za najmanje 10 – 15%.

Mora se primetiti da je kod ovog sistema najveći deo istraživanja posvećen navođenju robota i detekciji biljaka, dok je sam mehanizam kultivacije prilično pojednostavljen. Kao najveći nedostatak može da se navede loše koncipirana interakcija između alata za kultivaciju i površine zemljišta, jer se koristi izrazito velika i nepotrebna količina energije koja u potpunosti uklanja površinski sloj zemlje i odbacuje ga bočno, daleko od reda, zbog čega postoji opasnost da može doći do oštećenja biljaka u sledećem redu.

Koncept rotacione kopačice (Bonn)

Ideja samog alata za okopavanje bazirana je na pokretima koji se koriste pri manualnom okopavanju. Uređaj se sastoji od diska koji rotira oko ose koja se nalazi iznad reda biljaka i paralelna je sa pravcem kretanja. Na disk se postavljaju tri ili više ručica koje nose noževe u obliku motičica. Želja je bila da se konstruiše univerzalni uređaj za unutarrednu kultivaciju, nezavisan od vrste useva i njegovog stadijuma razvoja, koji jednostavno može da se prilagodi različitim rastojanjima biljaka u redu, kao i različitim visinama biljaka. To je moguće zahvaljujući samoj konstrukciji nosača noževa, koji imaju dva stepena slobode: omogućeno je podešavanje dužine nosača noževa, kao i njegovog ugaonog položaja u prostoru u odnosu na osu rotacije. Položaj nosača se podešava tako da sve motičice zauzimaju jednako rastojanje od ose rotacije, a položaj vratila se podešava po visini tako, da maksimalna dubina penetracije motičica u zemlju bude između 20 i 30 mm. Koncept rotacione kopačice sa prikazanim mogućnostima varijacije položaja noževa, kao i trajektorije motičica date su na slici 1.



Sl. 1. Koncept "bonnske rotacione kopačice" – robota za međurednu kultivaciju

Fig. 1. Concept of the rotary hoe from Bonn for intra-row weeding

U zavisnosti od oblika i dimenzija motičica, rastojanja između biljnih jedinki i njihovog uzrasta može da se odredi potreban broj prolaza između dve susedne jedinice i podešava se upravljanjem brzinom obrtanja kopačice. Algoritam upravljanja uređajem osmišljen je tako, da se brzina obrtanja podešava na osnovu brzine translatornog kretanja nosača (autonomnog vozila ili traktora ako se uređaj koristi kao priključna mašina), izmerenog unutarrednog rastojanja između biljaka i trenutnog položaja reperne motičice.

Brzina kretanja nosača određuje se pomoću radara (TGSS Trou ground Speed Sensor), čiji se princip rada zasniva na Doplerovom efektu i obezbeđuje informaciju u obliku digitalnog impulsa, nakon pređenih 8 mm. Za identifikaciju geometrijskog centra biljnih jedinki useva (idealno bi bilo identifikovati tačku u kojoj stabljika prodire u zemlju) biće iskorišćen već postojeći sistem za prepoznavanje biljaka razvijen na Bonselkom univerzitetu, uz izvesna prilagođavanja s obzirom na to da razlikovanje pojedinih biljnih vrsta nije neophodno za uspešno izvršavanje algoritma.

Tokom razvoja ovog uređaja izrađen je njegov virtualni prototip u programskom paketu Pro Engineer Wildfire, što je omogućilo da se urade mnogobrojne simulacije kinematičkih i dinamičkih osobina, variranjem unutarrednog rastojanja među biljkama, uzrasta useva, dužine nosača motičica, kao i prostornog ugla nosača. Diskutovane su razne modifikacije kopačice i optimalizovani delovi. Proverene su mogućnosti primene istog sistema sa većim brojem nosača motičica čime bi se obezbedilo smanjenje potrebne brzine obrtanja, a time i potrošnja energije. Nakon što su prikupljene potrebne informacije na osnovu rezultata simulacija izrađen je prvi prototip agregata za unutarrednu kultivaciju. U prvim eksperimentalnim merenjima agregat je priključen na kardansko vratilo traktora i merena su maksimalna opterećenja i moment na vratilu. To je bilo neophodno da bi se pravilno izabrao odgovarajući motor za pogon kopačice. Ideja je da se koristi hidro-pogon, međutim zbog lakšeg upravljanja i jednostavnijih izmena u upravljačkom algoritmu, za upravljanje prototipom je izabran servo motor.

ZAKLJUČCI

Prikazani sofisticirani sistemi za unutarrednu kultivaciju kod okopavina ukazuju na to da je znatan broj istraživačkih grupa angažovan na njihovom razvoju i postoji veoma veliko interesovanje na tržištu za komercijalnim uređajima ove vrste. Za sada su ovi sistemi na nivou prototipova i radi se na njihovoj optimalizaciji. Prvenstveno je neophodno povećanje kvaliteta detekcije biljnih jedinki primenom senzora i sistema čija je cena prihvatljiva. Za očekivati je da će ubrzan razvoj elektronskih sistema u skoroj budućnosti obezbediti pojavu senzora visokih performansi, kao i mikro-računara većeg kapaciteta, koji će omogućiti online detekciju po ceni koja može biti konkurentna primeni pesticida, što će dovesti do revolucije u oblasti eliminacije korova kod okopavina. Do tada je neophodno da se ispituju i usavrše univerzalni agregati, koji omogućuju unutarrednu kultivaciju nezavisano od vrste useva i njegovog stadijuma razvoja.

LITERATURA

1. Åstrand B. 2005. Vision Based Perception for Mechatronic Weed Control. Department of Computer Science and Engineering, Chalmers University of Technology. Göteborg, Sweden.
2. Bond W, Turner R. J. 2005. A review of mechanical weed control. [Online]. Available:

- <http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds/downloads/mechanical.pdf> [2006, Januar 2].
3. Cavalieri Andrea, Janssen S, Smithson A, Buisman T. 2001. Economic Viability of Weeding Strategies in Organically Grown Sugar Beets. Project Report. [Online]. Available. http://www.kursus.kvl.dk/shares/ea/03Projects/32gamle/_Project%20files/WEEDFi nalrep01.pdf [2006, Januar 2].
 4. Fogelberg F. 2001. Research on pest control and pesticide reduction in Sweden, Denmark and the Netherlands - ongoing work and new ideas for the future. Dept of Agriculture Engineering, SLU. Food 21 Report. [Online]. Available: http://www-mat21.slu.se/publikation/pdf/FF_rapport.pdf [2006, Januar 2].
 5. Gobor Z, Schmittmann O, and Schulze Lammers, P. 2005. Mechanical weeding - concept of inter-row and intra-row hoeing. 5th ECPA - European Conference on Precision Agriculture. Book of Abstracts 5 ECPA - 2 ECPLF, Uppsala, Sweden, June 9, 2005. 99-101.
 6. Melander B. 1999. Economic aspects of physical intra-row weed control in seeded onions. Organic agriculture-the credible solution for the 21st century. Proceedings of the 12th IFOAM Scientific conference, Mar del Plata, Argentina, November 15-19, 1998, 180-185.

NAPOMENA: Rad je deo istraživanja u okviru istraživačke grupe DFG Research Training Group (Graduieratenkolleg) 722 «Optimisation of mechanical weeding in row crops by cross row hoeing» Bonn, Nemačka

Primljeno: 10.01.2006.

Prihvaćeno: 12.01.2006.