

PRIMERJAVA RAZLIČNIH KONSTRUKCIJSKIH IZVEDB ŠOB GLEDE KAKOVOSTI NANOSA FFS NA KROMPIRJU (*Solanum tuberosum* L.)

Filip VUČAJNK¹, Rajko BERNIK²

^{1,2} Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, Ljubljana

IZVLEČEK

V letu 2009 smo v poskusu ugotavljali odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na cm² na rastlini krompirja pri uporabi 4 različnih izvedb šob. Uporabili smo standardne špranjaste šobe Lechler ST 110-03, standardne vrtnične šobe Lechler TR 80-03 C, injektorske špranjaste šobe z enojnim curkom Lechler IDK 120-03 C in injektorske špranjaste šobe z dvojnimi curki Albus AVI-TWIN 110-03. Poraba vode pri škropljenju je znašala 400 l/ha pri vozni hitrosti 4,1 km/h in tlaku 4,0 bara. Glede pokritosti na celotni rastlini krompirja je navzgor odstopala injektorska šoba IDK, glede števila odtisov kapljic na cm² pa šoba TR. Injektorska špranjasta šoba z dvojnimi curki AVI-TWIN ni pokazala boljše kakovosti nanosa od ostalih izvedb šob.

Ključne besede: kakovost nanosa, krompir, škropljenje, šobe

ABSTRACT

COMPARISON OF DIFFERENT NOZZLE TYPES REGARDING THE COVERAGE QUALITY OF PLANT PROTECTION PRODUCTS ON POTATO (*Solanum tuberosum* L.)

In the year 2009, the coverage value and the droplet impression number per cm² were determined on the potato plant by using 4 different nozzle types. Standard Lechler ST 110-03 flat spray nozzles, standard Lechler TR 80-03 C hollow cone nozzles, Lechler IDK 120-03 C flat spray injector nozzles with a single spraying jet and Albus AVI-TWIN 110-03 flat spray injector nozzles with a double spraying jet were used in the trial. Spray volume amounted to 400 l/ha at the speed of 4.1 km/h and the pressure of 4.0 bars. The IDK injector nozzle reached the best results in view of the coverage value of the entire potato plant, while the TR nozzle stood out in the droplet impression number per cm². The AVI-TWIN injector nozzle did not show a better coverage quality on potato plants in comparison with the other nozzle types.

Key words: coverage quality, nozzles, potato, spraying

1 UVOD

Zdaj je na trgu veliko različnih izvedb šob z zmanjšanim zanašanjem vetra in z različno velikostjo kapljic (Lešnik *et al.*, 2005). O njih je veliko podatkov, a pri posameznih izvedbah še vedno ne zadosti. Med velikostjo kapljic in biotično učinkovitostjo fitofarmaceutskih sredstev (FFS) je tesna povezava (Matthews, 2000; Barber, 2001). Pri manjših kapljicah je boljše pokritost na vertikalnih in horizontalnih delih rastlin. Po drugi strani pa, če so kapljice premajhne, ne morejo prodirati v rastlinski sestoj in zadosti pokriti spodnjih listov. Poleg tega so bolj podvržene odnašanju z vetrom. Prevelike kapljice ne bodo zadosti pokrile ciljnega

¹ asist., dr., Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana

² izr. prof., dr., prav tam

površja, ker se bodo odbile ali odkotalile iz vertikalno ležečih rastlinskih delov. Zaradi tega bo slabša pokritost ciljnega površja. Dober nanos FFS je dosežen takrat, ko je dosežena optimalna velikost kapljic. Posledica tega je enakomerna pokritost ciljnega površja, dobro prodiranje v rastlinski sestoj, zmanjšan zanos kapljic z vetrom in končno učinkovito varstvo rastline pred glivičnimi boleznimi (Vajs *et al.*, 2008).

Mnogokrat je težko ugotoviti, kateri izmed mnogih dejavnikov (izbira fungicida, čas škropljenja ali izbira šobe) ima večji vpliv na varstvo rastline pred glivičnimi boleznimi (Cook *et al.*, 1999). Ena od prednosti šob z zmanjšanim zanašanjem je, da jih lahko uporabimo pri večjih hitrostih vetra, ko so slabše vremenske razmere.

Pri zatiranju krompirjeve plesni (*Phytophthora infestans*) je pomembno pravočasno škropljenje in dobra kakovost nanosa FFS. Pri tem naj bi uporabili šobe s srednjo velikostjo kapljic. Število odtisov kapljic na cm^2 mora znašati med 50 in 70, odstotek pokritosti pa najmanj 15 % (Gajtkowski *et al.*, 2005). Zdaj se za zatiranje krompirjeve plesni uvajajo in preizkušajo nove škropilne tehnike. Gre predvsem za zmanjšanje porabe vode (pod 50 l/ha) pri uporabi škropilnic s potisnim zrakom, uporabo standardnih šob na škropilnicah z zračno podporo, nanos FFS pod list in uporaba šob z različnimi koti škropilnega curka (Kryger-Jensen, 2007).

Veliko raziskovalcev je ugotavljalo vliv različnih izvedb šob na kakovost nanosa FFS na krompirju. Nekateri so dobili boljše rezultate pri uporabi standardnih šob, drugi pri uporabi šob z zmanjšanim zanašanjem. V nekaterih raziskavah pa razlik med obema izvedbama šob ni bilo. Kierzek in Wachowiak (2009) sta ugotovila boljšo pokritost listov krompirja pri uporabi posebne špranjaste šobe s curkom, ki je usmerjen pod kotom 30° od vertikale. Injektorska špranjasta šoba in standardna špranjasta šoba z vertikalnim curkom sta imeli slabšo pokritost. V poskusu je bila uporabljena škropilnica z zračno podporo. Tudi Kryger-Jensen (2007) je pri uporabi šob, ki so imele curek obrnjen nazaj za določen kot, ugotovil boljšo pokritost kot pri šobah z vertikalnim curkom. Kljub temu ni bilo razlik v biotični učinkovitosti FFS med tema izvedbama šob. Kierzek (2007) je primerjal kakovost nanosa FFS na krompirju pri uporabi standardne šobe z vertikalnim curkom s šobo, ki je imela škropilni curek pod kotom 45° . Slednja je dosegla za okoli 50 % boljšo pokritost na zgornji strani lista kot standardna šoba z vertikalnim curkom. Pri šobah, ki imajo škropilni curek usmerjen pod določenim kotom, je boljša pokritost listov predvsem v fazi rasti glavnih stebel in vse do stikanja rastlin med vrstami (BBCH 301-309) (Spray application technique, 2003).

Gajtkowski *et al.* (2005) so ugotovili boljšo pokritost krompirja pri uporabi standardnih šob v primeravi z injektorskimi šobami. Pri uporabi slednjih se je zmanjšalo število odtisov kapljic na cm^2 pod 20, kar ne izpolnjuje agrotehničnih zahtev glede kakovosti nanosa. Stallinga *et al.* (2010) so ugotavljali vpliv vozne hitrosti in različnih izvedb šob na kakovost nanosa ter na biotično učinkovitost fungicida Shirlan (a. s. fluazinam) pri zatiranju krompirjeve plesni. Pri priporočenem 100 % odmerku ni bilo razlik, te so se pojavile pri manjšem odmerku fungicida in pri manjši porabi vode na hektar. Pri uporabi standardnih šob so dosegli boljše rezultate kot pri uporabi injektorskih šob. S povečanjem vozne hitrosti iz 2 na 4 m/s se je zmanjšala biotična učinkovitost fungicida pri uporabi priporočenega 100 % odmerka. Ob tem se je število odtisov kapljic na cm^2 zmanjšalo za 40-75 %. Ugotovili so, da se pri številu odtisov kapljic na cm^2 pod 120, zmanjša biotična učinkovitost fungicida. Odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na cm^2 se je zmanjševal od vrha proti spodnjemu delu rastline.

Klausen (2007) je ugotovil boljšo pokritost na krompirju pri uporabi injektorskih šob kot pri standardnih šobah. Na trgu se v zadnjem času pojavljajo injektorske šobe z dvojnimi simetričnim in asimetričnim curkom. Proizvajalec šob Agrotop navaja, da omogočajo te šobe boljšo pokritost sprednjih in zadnjih strani vertikalnih rastlinskih delov (npr. klasov) pri višjih voznih hitrostih nad 12 km/h. Ob tem je omogočeno boljše prodiranje v rastlinski sestoj in večja površinska storilnost. Knewitz in Koch (2010) sta ugotovila, da je bila pri uporabi

injektorskih šob z dvojnimi simetričnim curkom dosežena boljše pokritost na krompirju kot pri uporabi injektorskih šob z enojnim curkom. Pri injektorski šobi z dvojnimi asimetričnim curkom je bila malo slabša pokritost kot pri ostalih izvedbah injektorskih šob.

Ker se v Sloveniji pri pridelavi krompirja relativno malo uporabljajo injektorske šobe tako z enojnim kot z dvojnimi curkom, smo se odločili za poskus, v katerem smo primerjali kakovost nanosa FFS pri uporabi različnih izvedb šob.

2 MATERIAL IN METODE

V letu 2009 smo v Zaborštu pri Ljubljani zasnovali poskus, v katerem smo ugotavljali kakovost nanosa FFS na krompirju pri uporabi 4 konstrukcijskih izvedb šob. Uporabili smo standardno špranjasto šobo ST 110-03 Lechler, injektorsko šobo IDK 120-03 Lechler, injektorsko šobo z dvojnimi simetričnim curkom AVI-TWIN 110-03 Albuz in standardno vrtnično šobo TR 80-03 Lechler. Poskus je bil zasnovan v obliki slučajnih blokov s ponovitvami znotraj poskusnih enot. Število blokov je bilo 3, širina posameznega bloka je znašala 12 m in dolžina 5 m. Med bloki so bili prehodi dolžine 10 m. Za škropljenje smo uporabili traktorsko nošeno škropilnico z delovno širino 12 m. Na škropilni letvi je bilo po 5 šob iste izvedbe skupaj. Vse izvedbe šob so bile naključno razporejene po posameznih blokih. Na področju voznih poti so bile nameščene 4 šobe enake izvedbe, ki jih nismo vključili v poskus. Škropljenje smo izvedli med cvetenjem, ko je bilo odprtih 40 % cvetov na prvem socvetju (BBCH 604). Pred škropljenjem smo na zgornji del, na sredino in na spodnji del rastline pritrdili na vodo občutljive lističe velikosti 76x26 mm. Izbrali smo tri zaporedne rastline v vrsti. Na vsakem obravnavanju je bilo skupaj 9 merilnih lističev. Škropili smo z vozno hitrostjo 4,1 km/h in tlakom 4 bare. Poraba vode je znašala 400 l/ha. Oddaljenost škropilne letve do vrha rastline je znašala 50 cm. Za škropljenje smo uporabili fungicid za varstvo proti krompirjevi plesni Melody duo (a. s. propineb in iprovalikarb) v odmerku 2,5 kg/ha. Temperatura zraka med škropljenjem je znašala 15 °C, relativna zračna vlažnost je bila 67 % in hitrost vetra 0,8 m/s.

Z napravo za analizo slik Optomax Image Analyser smo na vsakem merilnem lističu analizirali odtise kapljic. Poseben program APA 2001 V5.1 je na podlagi analize slik izračunal odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na cm². Meritve smo izvedli na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu.

Statistično analizo smo opravili po postopku, ki velja za slučajne bloke s ponovitvami znotraj poskusnih enot v programu Statgraph 4.0. Naredili smo analizo variance in Duncanov test mnogoterih primerjav. Najprej smo opravili analizo posebej za zgornji del, sredino in spodnji del rastline, nato pa še skupaj za celotno rastlino. Podatke z odstotkom pokritosti smo transformirali s funkcijo asin ($\sqrt{100}$). Stopnja tveganja je znašala 5 %. Podatke smo grafično predstavili v obliki vrtilnih grafikonov. Različne črke so predstavljale statistično značilno razliko med obravnavanji.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

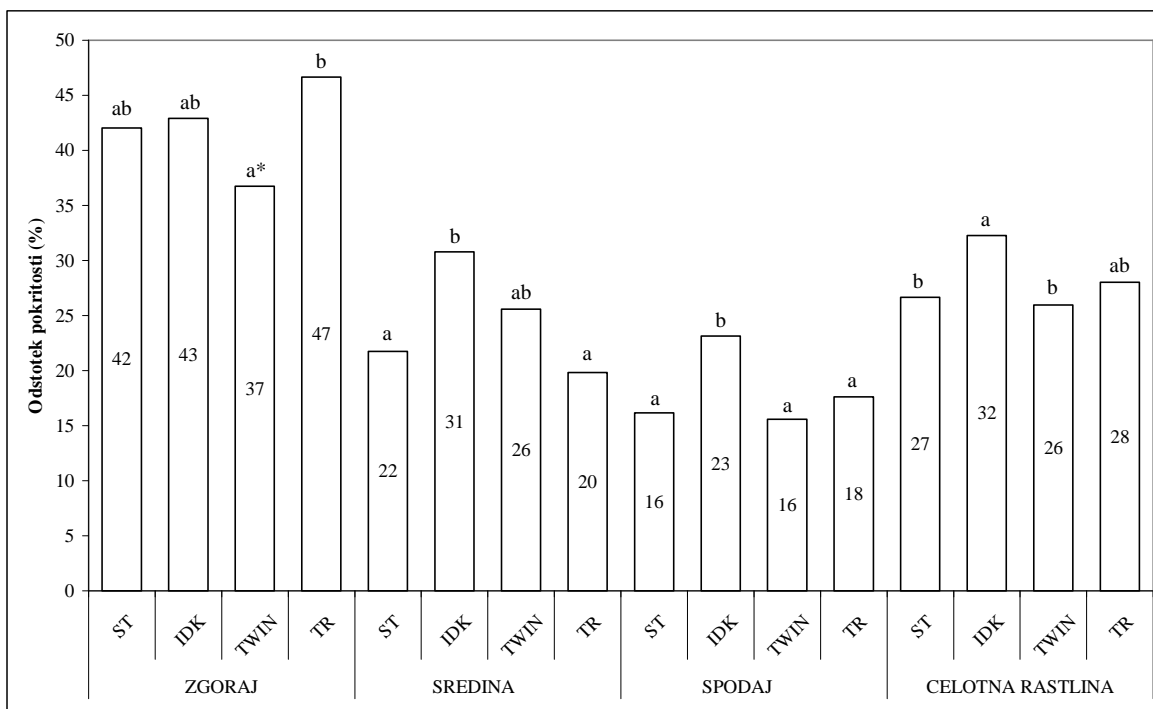
Na zgornjem delu rastline je bil pri standardni vrtnični šobi TR (47 %) višji odstotek pokritosti kot pri injektorski šobi z dvojnimi simetričnimi curkom AVI TWIN (37 %) (slika 1). Slednja je po navedbah proizvajalca šob Agrotop (2010) namenjena za boljši nanos na vertikalno ležeče rastlinske dele in manj na vodoravno ležeče dele, kot so listi na zgornjem delu rastline. Predvidevamo, da je to razlog za nižji odstotek pokritosti pri tej šobi. Deloma se naši rezultati ujemajo z rezultati Gajtkowskega *et al.* (2005), ki so ugotovili boljšo pokritost krompirja pri uporabi standardnih šob v primerjavi z injektorskimi šobami. Med ostalimi izvedbami šob ni bilo ugotovljenih razlik, kljub temu da sta imeli standardna špranjasta šoba ST in injektorska špranjasta šoba IDK za 5 oz. 6 % višjo pokritost kot šoba AVI TWIN. To si razlagamo s tem, da na zgornjem delu rastline ni nobene ovire, zato lahko kapljice pri vsaki izvedbi šobe brez težav pridejo do ciljnega površja in jo v zadostni meri pokrijejo.

Na srednjem delu rastline je imela injektorska špranjasta šoba z enojnim curkom IDK (31%) višji odstotek pokritosti kot obe standardni izvedbi šob ST in TR (20 oz. 22 %). Pri šobi IDK je bil pri relativno nizki hitrosti 4,1 km/h škropilni curek usmerjen pod majhnim kotom od vertikale, kar je omogočilo boljše prodiranje kapljic v notranjost rastline. Pri tem je prišla do izraza tudi večja velikost kapljic pri tej šobi (povprečni volumski premer - VMD okoli 380 μm), večja hitrost kapljic in boljša sposobnost prodiranja v gost rastlinski sestoj. Obe standardni šobi ST in TR sta imeli precej manjšo velikost kapljic ($\text{VMD} < 200 \mu\text{m}$) in zaradi tega manjšo hitrost ter manjšo sposobnost prodiranja v rastlinski sestoj. Zaradi tega dosti teh kapljic ni prišlo do ciljnega površja in je bil odstotek pokritosti nižji. Naše ugotovitve se ujemajo z navedbami Vajsa *et al.* (2008), Wilmerja (2011), Stangla (2009) ter Agrotopa (2010). Ker sta obe izvedbi injektorskih šob IDK in AVI TWIN dosegli višji odstotek pokritosti kot standardni izvedbi šob, se naši rezultati v tem primeru deloma ujemajo z rezultati Klausena (2007), ki je ugotovil boljšo kakovost nanosa pri uporabi injektorskih šob.

Na spodnjem delu rastline so bile razlike v odstotku pokritosti še bolj jasne. Injektorska špranjasta šoba IDK je dosegla višji odstotek pokritosti (23 %) kot ostale izvedbe šob (16–18 %). Podobno kot na srednjem delu rastline se je pokazalo, da ima ta šoba najboljšo sposobnost prodiranja v spodnje dele rastlin pri nizki hitrosti škropljenja 4,1 km/h. Ta ugotovitev se ujema z navedbami Stangla (2009) in Agrotopa (2010). Pri šobi AVI TWIN sklepamo, da je zaradi kota škropilnega curka 30° naprej in nazaj slabša sposobnost prodiranja v najnižje ležeče rastlinske dele. Podobno ugotavlja tudi Stangl (2010). Za obe standardni šobi ST in TR velja enaka ugotovitev, kot je navedena pri odstotku pokritosti na srednjem delu rastline. Pri šobah ST in TWIN je znašal odstotek pokritosti 16 %, kar po navedbah Gajtkowskega *et al.* (2005), pomeni spodnjo mejo za kvaliteten nanos FFS. Naši rezultati se ujemajo z rezultati Stallinge *et al.* (2005) ter Gajtkowskega *et al.* (2005), ki so ugotovili, da se je odstotek pokritosti zniževal od vrha proti spodnjemu delu rastline.

Če zgoraj navedene rezultate prikažemo ko povprečje za celotno rastlino, vidimo, da je bil pri injektorski špranjasti šobi IDK višji odstotek pokritosti (32 %) kot pri šobah ST (27 %) in AVI TWIN (26 %). Med šobo IDK in TR ni bilo ugotovljenih razlik. Splošno se naši rezultati v odstotku pokritosti ujemajo z rezultati Klausena (2007), ki je ugotovil boljšo pokritost pri uporabi injektorskih šob kot pri standardnih šobah. Naše ugotovitve se ne ujemajo z rezultati Knewitza in Kocha (2010), ki sta ugotovila boljšo pokritost krompirja pri uporabi injektorske šobe z dvojnimi simetričnimi curki v primerjavi z injektorsko šobo z enojnim curkom. V našem poskusu je injektorska šoba z enojnim curkom IDK na vseh merilnih mestih dosegla višji odstotek pokritosti, še posebej na spodnjem delu rastline, v primerjavi z injektorsko šobo z dvojnimi simetričnimi curki AVI TWIN. Prav tako se naši rezultati razlikujejo od rezultatov Gajtkowskega *et al.* (2005), ki so ugotovili višji odstotek pokritosti pri uporabi standardnih šob.

Analizirali smo tudi število odtisov kapljic na cm^2 pri različnih konstrukcijskih izvedbah šob (slika 2). Na zgornjem delu rastline je bilo pri obeh standardnih izvedbah šob ST in TR večje število odtisov kapljic na cm^2 (62 in 65) kot pri obeh injektorskih izvedbah IDK in TWIN (40 in 42). To je bilo pričakovano, saj imata obe standardni izvedbi šob manjši premer kapljice (MVD pri šobi ST je 200 μm) in zaradi tega več kapljic na enoto površine kot obe injektorski šobi (MVD pri šobi IDK je 380 μm). Pri slednjih je bilo le 40 (IDK) in 42 (AVI TWIN) odtisov kapljic na cm^2 , kar je po navedbah Gajtkowskega *et al.* (2005) nekoliko premalo pri nanosu fungicidov. Glede na to, da je bil pri obeh injektorskih šobah odstotek pokritosti dovolj visok, predvidevamo tudi, da je število odtisov kapljic na cm^2 dovolj veliko pri teh dveh izvedbah šob. Zaradi tega se naši rezultati ne ujemajo z navedbami Gajtkowskega *et al.* (2005).



Slika 1: Odstotek pokritosti na zgornjem delu, na sredini in na spodnjem delu rastline ter na celotni rastlini
 * različne črke pomenijo statistično značilno razliko med izvedbami šob ($p < 0,05$)

Figure 1: Coverage value on the upper, middle and lower part of the plant as well as on the entire plant

* The means followed by different letters represent statistically significant difference among the nozzle types ($P < 0.05$).

Na srednjem delu rastline je bilo pri obeh izvedbah standardnih šob ST (101) in TR (109) večje število kapljic na cm^2 kot pri injektorskih šobah IDK (68) in AVI TWIN (42). Pri slednji je bilo najmanj odtisov kapljic na cm^2 med vsemi izvedbami šob. V primerjavi z zgornjim delom rastline se je število odtisov kapljic na cm^2 še povečalo. Predvidevamo, da je do tega prišlo, ker se je oddaljenost med šobami na škropilni letvi in merilnim mestom povečevala od zgornjega dela proti spodnjemu delu rastline. Če upoštevamo višino rastline 70 cm, je bila oddaljenost med šobami in zgornjim delom rastline 50 cm, med šobami in sredino rastline 80 cm in spodaj 110 cm. Zaradi tega je prišlo na srednjem in spodnjem delu rastline do večjega prekrivanja posameznih škropilnih curkov kot na zgornjem delu in posledično do večjega števila odtisov kapljic na cm^2 . Ker je pri obeh standardnih izvedbah šob ST in TR manjša velikost kapljic, je bilo njihovo število večje kot pri injektorskih šobah IDK in AVI TWIN, kar je bilo pričakovano. Zaradi zelo majhnih kapljic v srednjem in spodnjem delu rastline pri standardnih izvedbah šob ST in TR lahko pride predvsem do večje nevarnosti zanašanja z vetrom in tudi izhlapevanja kapljic, kar se ujema z navedbami Vajsa *et al.* (2008). Če primerjamo podatke z odstotkom pokritosti, vidimo, da se je odstotek pokritosti zmanjševal od vrha proti spodnjemu delu kljub večjemu številu kapljic na cm^2 . Na podlagi tega sklepamo, da so bile te kapljice precej manjše kot na vrhu rastline. Kljub temu, da se je število odtisov kapljic na cm^2 pri nekaterih izvedbah šob (IDK in TR) povečalo tudi za 2x, je bila njihova velikost premajhna, da bi se povečal odstotek pokritosti. Nasprotno, zaradi tega se je ta znižal. Naši rezultati se v tem razlikujejo od rezultatov Stallinge *et al.* (2010) ter Gajtkowskega *et al.* (2005), ki so ugotovili zmanjševanje števila odtisov kapljic od zgornjega proti spodnjemu delu rastline.

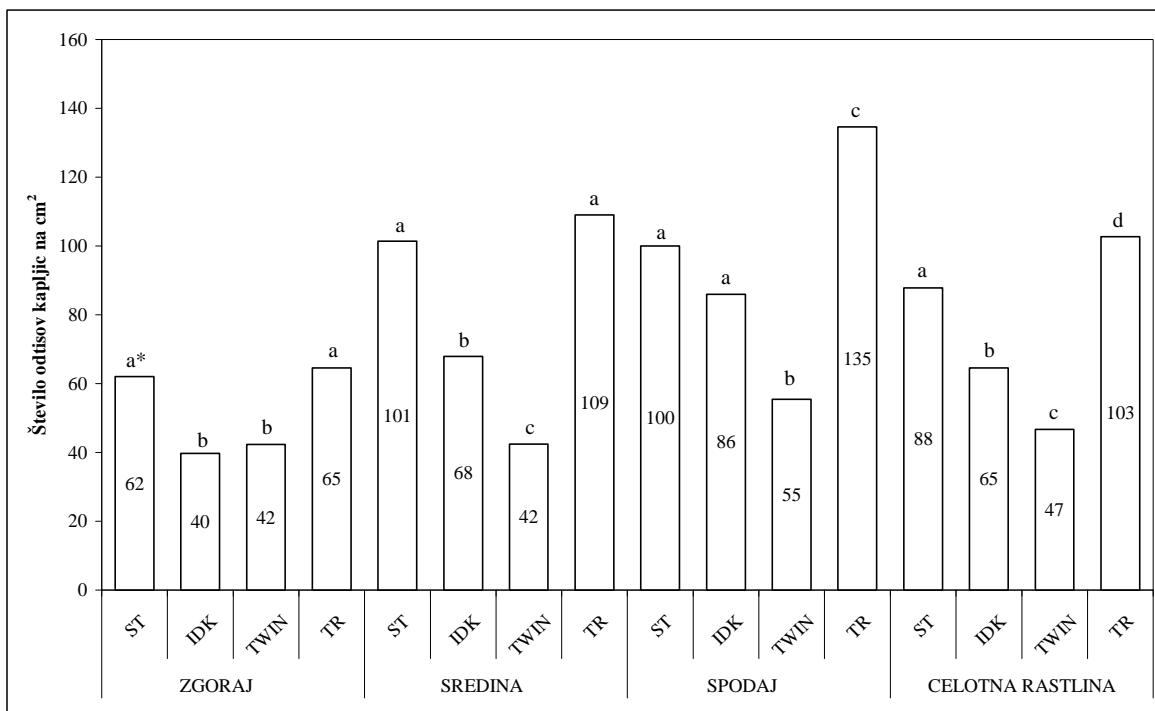
Na spodnjem delu rastline je bilo podobno razmerje v številu odtisov kapljic na cm^2 med različnimi izvedbami šob kot na srednjem delu rastline. Pri večini izvedb šob (IDK, TWIN in TR) se je njihovo število še povečalo, vendar ne tako izrazito kot na srednjem delu. Pri šobi

ST je ostalo število odtisov kapljic na cm^2 skoraj nespremenjeno. To nakazuje, da v spodnjem delu pri tej šobi ni prišlo več do dodatnega prekrivanja škropilnih curkov v primerjavi s šobama TR in AVI TWIN. To se je verjetno zgodilo, bodisi ker so bile kapljice premajhne in ni bilo dovolj kinetične energije za njihov transport v spodnje dele, bodisi je prišlo do izhlapevanja kapljic. Naše ugotovitve so skladne z navedbami Wilmerja (2011). Največ odtisov kapljic na cm^2 je bilo pri šobi TR (135), najmanj pa pri šobi AVI TWIN (55). Iz tega sklepamo, da injektorska špranjasta šoba AVI TWIN nima zadostne sposobnosti za prodiranje v gost rastlinski sestoj, predvsem v spodnje dele rastline, saj se je število odtisov kapljic od zgornjega (42) proti spodnjemu delu rastline (55) le malo spremenilo v primerjavi z drugimi izvedbami šob. Najverjetneje je kot škropilnega curka za 30° naprej in za 30° nazaj v smeri vožnje prevelik, zato kapljice ne dosežejo srednjih in spodnjih delov rastlin. Ti sklepi se skladajo z navedbami Stangla (2009) in Agrotopa (2010). Do določene mere lahko naše rezultate, ki se navezujejo na šobo AVI TWIN, povežemo z rezultati Kierzeka in Wachowiaka (2009), Kryger-Jensena (2007) ter Kierzeka (2007), ki so v poskusih uporabljali špranjaste šobe z enojnim curkom, usmerjenim pod kotom 30 oz. 45° od vertikale in dosegli boljšo kakovost nanosa kot pri ostalih izvedbah šob. Naši rezultati tega ne potrjujejo. Pri injektorski špranjasti šobi IDK je bilo največje relativno povečanje števila odtisov kapljic na cm^2 od zgornjega proti spodnjemu delu rastline. Zaradi večje velikosti kapljic in večje hitrosti ima ta šoba sposobnost prodiranja v spodnje dele rastlin. Pri tem je velikost kapljic še zadosti velika in so kapljice manj podvržene odnašanju z vetrom. Pri standardni vrtnični šobi TR je bilo v spodnjem delu rastline največ odtisov kapljic na cm^2 , kar je bilo pričakovano. Ta šoba oblikuje votel stožčasti curek, tako da kapljice zadanejo liste z vseh strani in posledica je več odtisov kapljic na cm^2 v primerjavi s špranjastimi šobami, pri katerih je škropilni curek v ravnini. Slabost pri tej šobi so predvsem zelo majhne kapljice v srednjem in spodnjem delu rastline, ki so bolj podvržene zanašanju z vetrom, in v slabšem odstotku pokritosti.

Če izračunamo povprečno število odtisov kapljic na cm^2 iz posameznih merilnih mest, potem dobimo povprečno število odtisov kapljic na cm^2 za celotno rastlino skupaj. Na celotni rastlini je bilo večje število odtisov kapljic na cm^2 pri obeh standardnih izvedbah šob TR (103) in ST (88) kot pri injektorskih šobah IDK (65) in AVI TWIN (47). V tem se naši rezultati ujemajo z rezultati Gajtkowskega *et al.* (2005) ter Stallinge *et al.* (2010), ki so ugotovili večje število odtisov kapljic pri standardnih špranjastih šobah v primerjavi z injektorskimi špranjastimi šobami. Rezultati glede števila odtisa kapljic na cm^2 nakazujejo, da je predvsem šoba AVI TWIN nekoliko manj ustrezna za nanos v spodnje dele rastline pri krompirju zaradi prevelikega kota škropilnega curka naprej in nazaj v smeri vožnje. Pri tej šobi je bilo v povprečju manj kot 50 odtisov kapljic na cm^2 , kar je po navedbah Gajtkowskega *et al.* (2005) premalo pri nanosu fungicidov in ta šoba ne izpolnjuje agrotehničnih zahtev. Po drugi strani se je v poskusu izkazalo, da ima šoba IDK sposobnost prodiranja v gost rastlinski sestoj predvsem zaradi večjih kapljic, višje hitrosti kapljic in vertikalno usmerjenega škropilnega curka.

Če pogledamo rezultate o odstotku pokritosti in število odtisov kapljic kot celoto, potem lahko trdimo, da je injektorska šoba z enojnim curkom IDK pokazala zelo dobro kakovost nanosa. Njena prednost je v večjih kapljicah, ki so manj podvržene zanašanju z vetrom, večji hitrosti kapljic in sposobnosti prodiranja v rastlinski sestoj. Zaradi tega bi bila ta šoba primerna za uporabo tudi v slabših razmerah za škropljenje, predvsem ob nekoliko višjih hitrostih vetra kot pri standardnih šobah. Tudi obe standardni šobi ST in TR sta pokazali dobro kakovost nanosa. Njihova slabost so majhne kapljice, ki so lahko ob slabših razmerah za škropljenje podvržene zanašanju z vetrom in izhlapevanju. Zaradi tega je njihova uporaba smiselna v optimalnih razmerah za škropljenje. Injektorska šoba z dvojnimi curki AVI TWIN je imela slabšo sposobnost prodiranja v spodnje dele rastlin. Na podlagi rezultatov sklepamo, da je uporaba te šobe smiselna v razvojni fazi tvorbe listov in bazalnih stranskih

poganjkov (BBCH 100 in 200) ter najkasneje do začetka sklepanja vrst (BBCH 301). Tedaj so rastline še dovolj majhne in se še ne dotikajo v vrsti in med vrsto, tako da lahko kapljice prodrejo tudi do spodnjih rastlinskih delov. Kasneje to ni več mogoče.



Slika 2: Število odtisov kapljic na cm² na zgornjem delu, na sredini in na spodnjem delu rastline ter na celotni rastlini

* različne črke pomenijo statistično značilno razliko med izvedbami šob ($p < 0,05$)

Figure 2: Droplet impression number per cm² on the upper, middle and lower part of the plant as well as on the entire plant

* The means followed by different letters represent statistically significant difference among the nozzle types ($P < 0.05$).

Ker nismo ugotavljali biotične učinkovitosti, ne moremo trditi, da je zaradi nekoliko slabše kakovosti nanosa pri določenih izvedbah šob prišlo do večje okužbe listne površine s krompirjevo plesnijo. Zaradi tega bi bilo potrebno v prihodnosti v poskusu ugotavljati tudi biološko učinkovitost in stopnjo okužbe listne površine s krompirjevo plesnijo pri posameznih izvedbah šob. Ker so odstopanja v pokritosti pri uporabi na vodo občutljivih lističev in listov rastline lahko velika, bi bilo potrebno uporabiti sodobnejše metode določitve ostankov depozitov na listih krompirja. Poleg tega bi bilo potrebno ugotavljati pridelek. Na podlagi teh analiz bi lahko v prihodnosti prišli še do bolj jasnih zaključkov.

4 SKLEPI

§ Na celotni rastlini je v večjem odstotku pokritosti odstopala injektorska špranjasta šoba z enojnim curkom IDK, v številu odtisov kapljic na cm² pa standardna vrtnična šoba TR.

§ V sredini in na spodnjem delu rastline je bil pri uporabi injektorske šobe z enojnim curkom IDK višji odstotek pokritosti kot pri ostalih izvedbah šob.

§ Pri uporabi standardne špranjaste ST in vrtnične šobe TR je bilo zgoraj, na sredini in na spodnjem delu rastline več odtisov kapljic na cm² kot pri obeh izvedbah injektorskih šob IDK in TWIN.

§ Pri vseh izvedbah šob se je odstotek pokritosti zmanjševal od zgornjega proti spodnjemu delu rastline, medtem ko se je število odtisov kapljic na cm² povečevalo.

§ Injektorska šoba z dvojnimi curki TWIN ni pokazala boljše kakovosti nanosa FFS v primerjavi z ostalimi izvedbami šob, ampak nekoliko slabšo.

§ Za potrditev rezultatov bo potrebno v prihodnosti v poskusu uporabiti sodobno metodiko analize nanosa FFS z ostanki depozitov na rastlini in spremljati tudi biološko učinkovitost uporabljenih FFS. Tako bomo prišli še do bolj jasnih zaključkov.

5 LITERATURA

Agrotop, 2010.

<http://www.agrotop.com/attachments/article/106/2117.pdf> (februar, 2011)

http://www.agrotop.com/de/download/doc_details/14-turbodrop-hispeed-standard-deen (februar, 2011)

<http://www.agrotop.com/> (februar, 2011)

Barber, J.A.S. 2001. Development of assessment techniques to facilitate reduced dose pesticide applications. Ph.D. thesis, Cranfield University, Silsoe Research Institute.

Cook, R.J., Hims, M.J., Vughan, T.B. 1999. Effects of fungicide spray timing on winter wheat disease control. *Plant Pathology*, 48: 33-50.

Gajtkowski, A., Bzdega, W., Migdalska, P. 2005. Spray coverage in potatoes with low drift and air-induction nozzles. *Journal of Plant Protection Research*, 45, 1: 17-23.

Kierzek, R. 2007. New solutions in the technology of protecting potatoes from diseases. *Ochrona Roślin*, 52, 12: 26-29.

Kierzek, R., Wachowiak, M. 2009. Effect of new spray nozzles on potato leaf coverage with working liquid. *Progress in Plant Protection*, 49, 3: 1145-1149.

Klausen, N.E. 2007. *Spraying Technique in Potatoes*. Arhus-DK: 17 str.

Knewitz, H., Koch, H. 2010. Was die neuen Düsen bringen? Sonderdruck aus den DLG-Mitteilungen 3: 1-4.

Kryger-Jensen, P. 2007. Can new spray techniques improve control of potato late blight? Status and future possibilities.

http://130.226.173.223/lbnordic/PPT/930_950_Peter_Kryger.pdf (februar, 2011)

Lešnik, M., Pintar, C., Lobnik, A., Kolar, M. 2005. Comparison of effectiveness of standard and drift-reducing nozzles for control of some pests of apple. *Crop Protection* 24: 93-100.

Matthews, G.A. 2000. *Pesticide application methods*. London, 3rd edition, Chapter 2—Targets of pesticide deposition, pp. 17-50.

Spray application technique. 2003. British potato council.

http://www.potato.org.uk/media_files/FAB_GAs/6spray_technique2004.pdf (februar, 2011)

Stallinga, H., van de Zande, J.C., Michielsen, J.M.G.P., Meier, R., Schepers, H.T.A.M., van Velde, P., Verwijs, B. 2010. Effect of sprayer speed and nozzle type on spray distribution and biological efficacy in potato late blight control. *Aspects of Applied Biology*, 99: 89-96.

Stangl, J. 2009. Applikationstechnik – Wie viel Wasser und welche Düse? *Der fortschrittliche Landwirt*, 19: 27-29.

Vajs, S., Leskošek, G., Simončič, A., Lešnik, M. 2008. Comparison of effectiveness of standard and drift-reducing nozzles for control of some winter wheat diseases. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 115 (1): 23-31.

Wilmer, H. 2011. Düsentechnik: Entscheidende Schnittstelle. *Profi special*, 2: 4-6.