

Bibliid: 0350-2953 (2017) 43(4): 179-184
UDK: 631.3;

Originalni naučni rad
Original scientific paper

SAVREMENA REŠENJA RASPRSKIVAČA U SLUŽBI PRECIZNE POLJOPRIVREDE CONTEMPORARY NOZZLES IN SERVICE OF THE PRECISION AGRICULTURE

Višacki V¹, Sedlar A¹, Turan J², Ponjičan O¹,
Bugarin R¹, Patrik Burg³, Pavol Findura⁴

¹ Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet Novi Sad, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija

² Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Srbija

³ Univerzitet Mendel u Brnu, Departman za hortikulturu, Valtička 337, 691 44 Lednice, Češka Republika

⁴ Slovački univerzitet poljoprivrede u Nitra, Odsek za mašine i proizvodne sisteme, Tr. A. Hlinku 2, Nitra, Slovačka

e-mail: vladimir.visacki@polj.uns.ac.rs

SUMMARY

Foliar fertilization is an important tool for the sustainable and productive management of crops, and is of significant commercial importance worldwide. The practice of foliar fertilization has the advantages of low cost and a quick plant response, and it is particularly important when soil problems occur and root growth is inadequate. Research efforts were applied to try and characterize the chemical and physical nature of the plant foliar cuticle, the cellular physiology and structure of plant leaves as well as focusing first on physically penetration of liquid fertilizers in plant then on potential mechanisms of penetration in plant.

It were used five different nozzles for foliar fertilization with three different norms. Different types of nozzles have to affect on deposition quality of foliar fertilizers and should lead to more efficient adsorption by plants. The main purpose of nozzles is to make droplets with different diameters which penetrate to every leaf of wheat and make better coverage even in windy conditions.

Air injector nozzles are most used nozzles in windy conditions but less efficacy may occur due to coarse droplets. Even more, lowest pressure less then 3 bar is not good for air injector nozzles because droplets are extremely coarse. Furthermore, wheat canopy, leaf directions and leaf area in early stages of growth are challenge of farmers and researchers to make beter coverage and appropriate droplets for better uptake. In this way, pressure for air injector nozzles should be more then 4 bar for better deposition and coverage. Great impact on better deposition in dense crop have nozzles with two flat fans. Deposition reach more then 70% of foliar fertilizer on wheat leaves.

Key words: foliar fertilizers, nozzles, droplets, efficacy, wheat.

1.UVOD

Folijarno đubrenje je važno sredstvo za održivo i produktivno upravljanje usevima i od velikog je komercijalnog značaja širom sveta. Praksa folijarnog đubrenja ima prednosti niskih troškova i brze reakcije biljke, a posebno je važno kada se javljaju problemi u zemljištu, a rast korena je neadekvatan. Napori istraživanja usmereni su ka pokušaju da okarakterišu hemijsku i fizičku prirodu kutikule lišća, ćelijsku fiziologiju i

strukturu biljnih listova, kao i da se fokusiraju na fizičko prodiranje folijarnih đubriva u biljku, zatim na potencijalne mehanizme penetracije u biljku.

Tehnika za aplikaciju pesticida je ključni proces koji utiče na efikasnost folijarnog đubriva. Proces aplikacije je kompleksan i obuhvata: formulaciju aktivnog sastojka; distribuciju rastvora; depoziciju tečnosti na ciljnu površinu biljke i veličinu kapljica; širenje i zadržavanje na površini lista; formiranje ostataka i prodiranje u list (Brazeet et al., 2004). Primena folijarnog tretmana podrazumeva da tečnost prolazi kroz sistem za dezintegraciju radne tečnosti u kapljice a to su ustvari dizne koje različito dezintegrišu kapi pri različitim pritiscima. (Butler Ellis et al., 1997). Prskanje je poprilično neefikasno, jer ne dospeju sve kapljice do ciljane površine na zbog gubitaka koji se manifestuju u obliku drifta, isparavanja, slivanja, odbijanja (Leaper and Hollovai, 2002; Shav et al., 1997 Vang i Liu, 2007). U nekim slučajevima uticaj na efikasnost folijarnog đubriva na isti način utiče na efikasnost sistemskih pesticida.

Za razliku od vodosenzitivnih papira, za određivanje količine nanete tečnosti na ciljanu površinu koristi se trejser. Upotrebom trejsera dobijaju se korektniji podaci o količini aktivne materije dospele na ciljanu površinu. Ova metoda merenja predstavlja jeftinu i laku metodu za razliku od hemijskih metoda za određivanje depozita hemijskih sredstva za zaštitu bilja na tretiranoj površini što predstavlja utvrđivanje kvaliteta aplikacije folijarnih đubriva. Trejser (naziv grupe za više hemijskih jedjenja) predstavlja jedinjenje koje fluorescira pod dejstvom svetlosti određene talasne dužine. Korišćeni trejser briljantno plavo je fluorescentni trejser sintetičkog porekla. Rastvara se u vodi i boji je u plavo. Najčešće se prodaje kao rastvor, ili u čvrstom, praškastom obliku sa sadržajem boje od 89%. Koristi se u količini od 3% do 10% u zavisnosti od ispitivanja. Pod dejstvom svetlosti dolazi do degradacije a reaguje različito sa promenom pH vode. Karakteristika ovog trejsera je što je lak za upotrebu, nije toksičan pri manipulaciji. Nedostatak je pomenuta degradacija usled dejstva sunčeve svetlosti. Meša se direktno u rezervoar mašine sa vodom. Ne reaguje sa hemikalijama kojima je kontaminirana prskalica a pri aplikaciji potrebno je adekvatno oprati prskalicu ili mašinu za zaštitu bilja. Najčešće se koristi za određivanje kvaliteta depozicije, merenje drifta ili nivoa kontaminacije rukovaoca, odnosno okoline u kojoj se primenjuje.

Aplikacija folijarnog đubriva ratarskom prskalicom u usevu pšenice predstavlja zadatak rada. Cilj rada je izbor odgovarajućeg rasprskivača za efikasnu i ekonomičnu primenu folijarnog đubriva u usevu pšenice i njegovih eksploatacionih parametara.

2. MATERIJAL I METOD RADA

Ogled je izvršen u laboratorijskim uslovima i u Vršcu na otvorenom polju u usevima pšenice i uljane repice. Rezultati su prikazani u narednom tekstu. Norma tretiranja bila je 150 l/ha, 200 l/ha i 250 l/ha. Doza je iznosila 3 l/ha. Brzina kretanja bila je oko 8 km/h. Eksploatacioni parametri su određeni na osnovu uobičajenih eksploatacionih parametara rada poljoprivrednih proizvođača u Vojvodini.

Korišćeno folijarno đubrivo Fertiactyl Starter (NPK 13/5/8 + 4% C + GB + HUM. i FUL. A.) je tečno đubrivo sa hranivima u Fertiactyl kompleksu i huminskim i fulvo kiselinama. Primenjuje se u početnim fazama porasta biljaka posle nicanja ili rasađivanja. Utiče na brže i intenzivnije ukorenjavanje mladih biljaka, povećava čvrstoću stabla, pospešuje brz početni porast i intenzivira fotosintezu. Fertiactyl Starter se primenjuje

folijarno, zalivanjem ili preko sistema za navodnjavanje kapanjem. U folijarnoj primeni aplikacija se obavlja svim tipovima standardnih prskalica i atomizera uz upotrebu 200 – 400 l/ha vode za žitarice, industrijsko bilje, povrće i cveće.

U ovom testu korišćen je 10% rastvor trejsera u vodi. Pri aplikaciji, rastvor je sakupljan u petri posudama, a zatim je ispiran sa 0,1 l dejonizovane vode. Koncentracija je očitana pomoću spektrofotometra *Shimadzu UV-Vis 1100* na talasnoj dužini od 595 ± 2 nm ili 630 ± 2 nm. Sva ispitivanja su urađena sa vodom čija je pH blago kisela i iznosila je 5,7. U testu je korišćeno 5 različitih tipova/podtipova rasprskivača od kojih je jedan bio standard odnosno kontrolni. Aplikacija Starter đubriva realizovana je u pšenici i uljanoj repici. Pšenica je bila u fazi bokorenja ili početnoj fazi bokorenja. U tabeli 1 su prikazani tipovi/podtipovi i opisi korišćenih rasprskivača.

Tab. 1. Tipovi/podtipovi i karakteristike rasprskivača

Tab. 1. Types / subtypes and spray characteristics

| r.b. | Rasprskivač | Tip, ugao i protok | Opis |
|------|--------------|---|---|
| 1. | Kontrolni | Ravan mlaz, 110°, 1,6 l/min | Klasični T rasprskivač, najviše korišćeni tip rasprskivača u Srbiji. |
| 2. | WR 110-03 | Wide range, ravan mlaz, 110°, 1,6 l/min | Rasprskivač (dizna) sa ravnim mlazom. Promena pritiska ne dovodi do velike promene u veličini kapljica. Telo dizne je duže od klasičnog rasprskivača, radni pritisak od 1 do 7 bar, kapljice fine i srednje veličine, 136 μ m - 177 μ m, 177 - 214 μ m. |
| 3. | CFA 110-03 | Compact fan air, injektorski rasprskivač sa ravnim lepezastim mlazom, 110°, 1,2 l/min | Injektorski rasprskivač sa jednim lepezastim mlazom. Telo kraće od klasičnog injektorskog rasprskivača, radni pritisak od 3 bar do 8 bar, kapljice krupne, 218 μ m - 349 μ m. |
| 4. | CFA-T 100-03 | Compact fan air T, injektorski rasprskivač sa ravnim lepezastim mlazom, 100°, 1,2 l/min | Injektorski rasprskivač sa jednim lepezastim mlazom zarotiranim za 13°. Telo kraće od klasičnog injektorskog rasprskivača, radni pritisak od 3 bar do 8 bar, kapljice krupne i veoma krupne, 218 μ m - 349 μ m i 349 μ m - 428 μ m. |
| 5. | TFLD 110-03 | Twin fan low drift, dvostruki ravan mlaz, 110°, 1,2 l/min | Rasprskivač sa dva ravna lepezasta mlaza sa smanjenim driftom, redukcijom drifta. Ugao između mlazeva je 30° a od vertikale 15°, telo dizne je duže od klasičnog rasprskivača kako bi mlaz bio ujednačeniji, radni pritisak od 1,5 do 8 bar, veličina kapljica veoma krupne i ekstremno krupne, 349 μ m - 428 μ m, 428 μ m - 622 μ m. |
| 6. | TFS 110-03 | Twin fan standard, dvostruki ravan mlaz, 110°, 1,2 l/min | Rasprskivač sa dva ravna lepezasta mlaza. Ugao između mlazeva je 30° a od vertikale 15°, telo dizne je duže od klasičnog rasprskivača kako bi mlaz bio ujednačeniji, radni pritisak od 1,5 do 8 bar, veličina kapljica krupne, 218 μ m - 349 μ m. |

Ogled se realizovao na dve lokacije. Prva je Laboratorija za kontrolu tehnike za aplikaciju pesticide, druga je lokacija gde se nalazili usevi pšenice, atar grada Vršca. U laboratoriji parametri su bili konstantni, temperatura vazduha iznosila je 18 °C, relativna vlažnost vazduha 65%, bez vetra. U Vršcu je bilo 20 °C, relativna vlažnost vazduha iznosila je 68% a vetar je duvao do 3 m/s sa udarima do 5 m/s.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Nakon pripreme uzorka, merenje je izvršeno na spektrofotometru, koji je prethodno kalibrisan (autokalibracija bez prijavljene greške). Preciznost talasne dužine merenja spektrofotometra može biti do ± 2 nm. Svi uslovi zahtevani prema standardu su zadovoljeni. Kriva koncentracije određena je pre početka. Na početku i na kraju merenja, reper je bila stabilizovana voda, dejonizovana. Dobijeni rezultati su prikazani u narednoj tabeli.

Tab. 2. Rezultati ispitivanja različitih rasprskivača.

Tab. 2. Test results of different sprays.

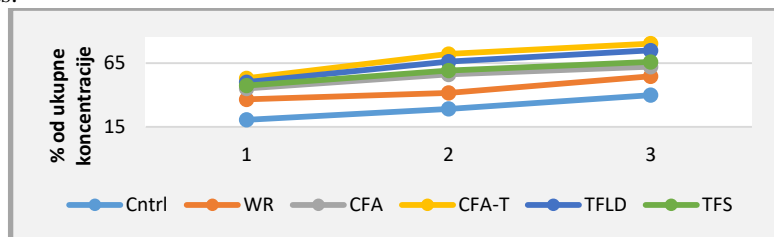
| Norma, l/ha | Rasprskivači* | | | | | |
|-------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Cntrl | WR | CFA | CFA-T | TFLD | TFS |
| 150 | 20.677 | 36.583 | 45.119 | 53.064 | 50.015 | 47.431 |
| 200 | 29.224 | 41.693 | 56.086 | 72.060 | 66.141 | 59.138 |
| 250 | 39.980 | 54.643 | 62.134 | 80.276 | 74.789 | 65.842 |

* - navedene vrednosti u tabeli ukazuju kolika je procentualna količina đubirva stigla do ciljane površine (procentat od primenjene doze).

U prvog koloni prikazan je kontrolni rasprskivač (standardni T rasprskivač) na osnovu kojeg se vršilo upoređivanje sa ostalim ispitivanim rasprskivačima. Isti tip, ali antidrift generacija rasprskivača, kao i kontrolni je rasprskivač WR uz pomoć kojeg se 36,583% radne tečnosti deponuje na ciljanu površinu pri normi od 160 l/ha. Sa povećanjem norme do 250 l/ha raste i količina radne tečnosti na ciljanoj površini. Ovo je rasprskivač koji se odvaja od ostalih (izuzev kontrole) jer količina koju ostali rasprskivači isporuče na površinu lista kreću se od 45% do 53%. Najveću količinu radne tečnosti deponuje injektorski rasprskivač sa zakošenim mlazom od 13° (CFA-T), pri normi od 160 l/ha. Veća razlika se uočava pri normi od 200 l/ha gde je količina radne tečnosti na površini biljaka 72% što je za 6% više od TFLD rasprskivača odnosno za 13% više od TFS rasprskivača i 16% više od CFA. Posebno je bitno napomenuti da su CFA i CFA-T rasprskivači istog injektorskog tipa kao i rasprskivači TFS i TFLD, koji su istog dvomlaznog tipa ali standard i antidrift. Najlošiji od pomenutih rasprskivača je CFA, a razlog je ravan vertikalni mlaz. Kada se govori od najvišoj normi tretiranja, razlika između TFLD i CFA-T rasprskivača je takođe oko 6% slično kao i kod srednje norme. Na slici 1 grafički su prikazani rezultati ispitivanja.

Sl. 1. Količina depozita u zavisnosti od tipa rasprskivača za različite norme.

Fig. 1. The amount of deposits depending on the type of sprayer for different standards.



1 – Norma tretiranja 150 l/ha; 2 – Norma tretiranja 200 l/ha; 3 – Norma tretiranja 250 l/ha;

Statistička obrada podataka izvršena je koncipiranjem *Nested* dizajna a kasnije testiranjem Nulte hipoteze putem LSD testa. Klasifikacija podataka izvršena je u ovom obliku jer su prisutna dva faktora, prvi je rasprskivač (R) a drugi je norma (N). Ovakav vid tzv. hijerarhijskog odlučivanja mnogo je bolji od analize varijanse ili opštih testova statistike jer upravo se odlučivanje svodi na uticaj faktora na zavisno promenljivu. Zavisno promenljiva je koncentracija đubirva na ciljanoj površini (Y). Test signifikantnosti odnosno postojanja statistički značajne razlike prikazana je u narednoj

tabeli. Prema tome, može se zaključiti da tip rasprskivača i norma imaju uticaj na kvalitet distribucije đubriva. Da je neophodno raditi oglede sa više različitih tipova rasprskivača i različitim normama upravo se ovde dokazalo jer postoji statistički značajna razlika između ovih faktora. Preciznije rečeno, rasprskivači i norma imaju uticaja na distribuciju folijarnog đubriva na biljku.

Tab. 4. Test signifikantnosti za Nested design R, N(R), Y(N,R).

Tab. 4. Significance test for Nested design R, N (R), Y (N, R).

| Effect | Univariate Tests of Significance for Y; Over-parameterized model Type III decomposition; Std. Error of Estimate: 8.8828 | | | | |
|------------|---|------------------|---------|-------|---|
| | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p |
| Interc ept | 4236519 | 1 | 4236519 | 53692 | 0 |
| R | 264982 | 5 | 52996 | 672 | 0 |
| N(R) | 124861 | 12 | 10405 | 132 | 0 |
| Error | 19884 | 252 | 79 | | |

Da različiti tipovi rasprskivača imaju uticaj na količinu đubriva na ciljanoj površini, potvrđeno je testiranjem uz pomoć LSD testa. Shodno statističkoj obradi podataka može se sa 95% sigurnosti tvrditi da će najveći efekat đubriva pri datim uslovima obezbediti injektorski rasprskivač sa jednim mlazom CFA-T, a je čiji mlaz pod uglom od 13° u odnosu na vertikalu. Ovaj rasprskivač obezbeđuje preko 80% đubriva na ciljanoj površini od ukupne doze. Sa povećanjem količine vode, dolazi do bolje distribucije đubriva na biljke, pšenicu i uljanu repicu.

4. ZAKLJUČAK

- Za aplikaciju đubriva Starter u pšenici u naznačenim fazama rasta i razvoja, preporučuje se upotreba rasprskivača CFA-T sa uglom mlaza od 100° i protokom od 1,2 l/min pri pritisku od 3 bar odnosno plavim rasprskivačem. Količina nanetog đubriva iznosila je 80,27% od ukupne količine.

- Za pomenuti rasprskivač preporučuje se radni pritisak od 4 bar do 6 bar, brzina kretanja 8 - 10 km/h a u specifičnim slučajevima može biti i manja.

- Preporučljivi eksploatacioni parametri jesu radni pritisak od 4 bar do 6 bar, brzina kretanja 8 - 10 km/h a u specifičnim slučajevima može biti i manja.

- Rasprskivač sa ravnim lepezastim mlazom je imao najlošiju aplikaciju folijarnog đubriva (do 39,98%).

- Rasprskivač sa dva mlaza TFLD je pokazao veoma dobar kvalitet aplikacije, 74,789%.

Rasprskivači koji imaju mlaz pod nekim određenim uglom će obezbediti bolju penetraciju radne tečnosti na biljku. Penetracija će se ostvariti in a nižim spratovima listova.

5. LITERATURA

[1] Brazee, R.D., M.J. Bukovac, and H. Zhu. 2004. Diffusion model for plant cuticular penetration by spray-applied weak organic acid bioregulator in presence or absence of ammonium nitrate. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 47:629-635.

- [2] Butler Ellis, M.C., C.R. Tuck, and P.C.H. Miller. 1997. The effect of some adjuvants on sprays produced by agricultural flat fan nozzles. *Crop Protection*. 16:41-50.
- [3] ISO 24253-1:2015(en): Crop protection equipment — Spray deposition test for field crop.
- [4] Leaper, C., and P.J. Holloway. 2002. Adjuvants and glyphosate activity. *Pesticide Management Science*. 56:313-319.
- [5] Palladini, L. A., C. G. Raetano, and E. D. Velini. 2005 . Choice of tracers for the evaluation of spray deposits. *Sci. Agric*. 62(5): 440-445.
- [6] Shaw, G.B., R.B. McKercher, and R. Ashford. 1997. The effect of spray volume on spray partitioning between plant and soil. *Plant and Soil*. 100:323-331.
- [7] Wang, C.J., and Z.Q. Liu. 2007. Foliar uptake of pesticides - present status and future challenge. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 87:1-8.
- [8] Xu, L., H. Zhu, E. Ozkan, and W. E. Bagley. 2010. Evaporation and spread of droplets with various types and concentrations of adjuvants on waxy and hairy leaves. ASABE Paper No. 1008586. St. Joseph, Mich.: ASABE.

FOLIAR FERTILIZERS DEPOSITION QUALITY WITH DIFFERENT NOZZLE TYPES IN WHEAT

Višacki V¹, Sedlar A¹, Turan J², Ponjičan O¹,
Bugarin R¹, Patrik Burg³, Pavol Findura⁴

SUMMARY

Foliar fertilization is an important tool for the sustainable and productive management of crops, and is of significant commercial importance worldwide. The practice of foliar fertilization has the advantages of low cost and a quick plant response, and it is particularly important when soil problems occur and root growth is inadequate. Research efforts were applied to try and characterize the chemical and physical nature of the plant foliar cuticle, the cellular physiology and structure of plant leaves as well as focusing first on physical penetration of liquid fertilizers in plant then on potential mechanisms of penetration in plant.

It were used five different nozzles for foliar fertilization with three different norms. Different types of nozzles have to affect on deposition quality of foliar fertilizers and should lead to more efficient adsorption by plants. The main purpose of nozzles is to make droplets with different diameters which penetrate to every leaf of wheat and make better coverage even in windy conditions.

Air injector nozzles are most used nozzles in windy conditions but less efficacy may occur due to coarse droplets. Even more, lowest pressure less then 3 bar is not good for air injector nozzles because droplets are extreemly coarse. Furthermore, wheat canopy, leaf directions and leaf area in early stages of growth are challenge of farmers and researchers to make beter coverage and appropriate droplets for better uptake. In this way, pressure for air injector nozzles should be more then 4 bar for better deposition and coverage. Great impact on better deposition in dense crop have nozzles with two flat fans. Deposition reach more then 70% of foliar fertilizer on wheat leaves.

Key words: foliar fertilizers, nozzles, droplets, efficacy, wheat.

Napomena: rad je nastao kao rezultat istraživanja na projektu TR31046, „Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine“, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Primljeno: 08. 11. 2017. god.

Prihvaćeno: 25. 11. 2017. god.