

PRIMERJAVA KAKOVOSTI NANOSA FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV Z ALI BREZ UPORABE ELEKTROSTATSKE PODPORE V NASADU JABLAN

Mario LEŠNIK¹, Marjan SIRK², Biserka DONIK PURGAJ³, Andrej PAUŠIČ⁴

^{1-2,4} Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede,

³ Kmetijsko gozdarski zavod Maribor, Sadjarski center Gačnik, Pesnica pri Mariboru

IZVLEČEK

Uporaba elektrostatskih metod teoretično poveča depozit brozge fitofarmaceutskih sredstev (FFS) na ciljnih površinah. Danes so iskani podatki o tem, ali lahko nanos FFS preko dveh ali celo več vrst zagotovi enako kakovost zatiranja škodljivih organizmov (ŠO), kot nanos v vsaki vrsti. Nanos preko več vrst je še posebej zanimiv v ekološki pridelavi občutljivih sort jablan in drugih sadnih vrst, kjer je nanos EKO FFS potreben tudi 30 krat letno. V raziskavi izvedeni v letu 2022 smo želeli pridobiti praktične podatke o učinkih škropljenja jablan z elektrostatsko podporo. Testirali smo tudi sistem škropljenja preko dveh vrst, ki ga v praksi uporabljajo nekateri večji pridelovalci jablan. Pri škropljenju preko dveh vrst smo povečali kapaciteto ventilatorja (iz 32000 m³/h na 39000 m³/h). Rezultati raziskave kažejo, da bi škropljenje preko dveh vrst morda lahko bilo enakovredno škropljenju pri vožnji po vsaki vrsti, če lahko ustrezno prilagodimo kapaciteto ventilatorja.

Ključne besede: aplikacijska tehnika, pršilniki, elektrostatska podpora, ekološka pridelava

ABSTRACT

COMPARISON OF THE QUALITY OF THE APPLICATION OF PLANT PROTECTION PRODUCTS WITH OR WITHOUT THE USE OF ELECTROSTATIC SUPPORT IN APPLE ORCHARDS

The use of electrostatic methods theoretically increases the spray deposits of plant protection products (PPP) on target surfaces. Today, data is sought on whether the application of PPPs over two or even more rows at the same time can provide the same quality of pest control (PC) as application in each row respectively. Application over several rows at the same time is particularly interesting in the ecological production of sensitive varieties of apple trees and other fruit species, where the application of eco PPPs is required up to 30 times a year. The study was carried out in

¹ red. prof. dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče, e-pošta: mario.lesnik@um.si

² mag. kmet., prav tam

³ mag. kmet., Gačnik 73, SI-2211 Pesnica pri Mariboru

⁴ dr., Pivola 10, SI-2311 Hoče

year 2022. The main objective of the study was to obtain practical data on the effects of spraying apple trees with electrostatic support. We tested the two-row spraying system, which is used in practice by some larger apple growers. The fan capacity was increased (from 32,000 m³/h to 39,000 m³/h) when spraying over two rows. The research shows that spraying over two rows might be equivalent to spraying in each row if we can correctly adjust the fan capacity.

Key words: application technique, sprayers, electrostatic support, ecological production

1 UVOD

Evropska unija se po objavi Zelenega dogovora (Evropska Komisija, 2019) vključuje v velik in inovativen projekt gospodarske, družbene in okoljske transformacije. Namen tega načrta je implementacija ukrepov proti podnebnim spremembam in za varstvo okolja v vseh državah članicah. Primarni gospodarski sektor je ključen člen pri tem velikem evropskem načrtu, katerega predvideni postopki so opredeljeni v strategiji Farm to Folk (Evropska Komisija, 2020). Ti ukrepi se predvsem dotikajo kmetijstva, ki zagotavlja ohranjanje naravnih habitatov ter zagotavlja trajnostno in kakovostno pridelavo hrane brez negativnih učinkov na zdravje ljudi. Za to je postavljenih več ciljev, kot je 50-odstotno zmanjšanje uporabe in tveganja fitofarmaceutskih sredstev (FFS) ter 50-odstotno zmanjšanje uporabe najnevarnejših pesticidov do leta 2030 (Salcedo in sod., 2023).

Obstajajo različni predlogi za zmanjšanje uporabe FFS v kmetijstvu, od uvedbe novih tehnologij kot je uporaba rastlinski gmoti prilagojenih odmerkov FFS (Salas in sod., 2022), do uporabe najboljših praks upravljanja (Xun in sod., 2022), ali zagotavljanje ustrezne ravni usposabljanja vključenih deležnikov (Gil in sod., 2020). Ti vidiki so še posebej pomembni v evropskih sadovnjakih z visoko intenzivnostjo uporabe FFS (Codis in sod., 2022, Salcedo in sod., 2023). V večini primerov se s pravilno izbiro aplikacijske tehnike škropljenja doseže učinkovit nadzor nad škodljivci in boleznimi (Damalas, 2016) ter odpravi vrsta pomanjkljivosti, kot je kopičenje ostankov FFS v sadju ali večja ogroženost vodnih virov (Suárez-Jacobo in sod., 2017; Oh in sod., 2021).

Danes v številnih kmetijsko razvitih državah v sadjarskem sektorju že prednjačijo pršilniki z vgrajeno elektrostatsko podporo. Načelo elektrostatičnih pršilnikov temelji na *Coulombovem zakonu*: ko se srečata dva električna naboja nasprotnega predznaka, je elektrostatična sila med nabojema privlačna. Večji kot je naboj na delcu, v našem primeru na kapljici škropilne brozge, večja bo ta sila, in manjši kot je premer kapljice večja bo moč privlačne sile (Post in Roten, 2018, Salcedo in sod., 2023). Številne študije na terenu so pokazale možnosti optimiziranja uporabe elektrostatskega škropljenja v trajnih nasadih, čeprav je ta tehnologija nanosa FFS še zmeraj relativno draga in daje zelo variabilne rezultate (Salcedo in sod., 2023). Običajno pričakovanje pri pršenju v trajnih nasadih z elektrostatsko podporo je, da elektrostatsko pršenje omogoča večje izenečenje depozitov FFS v različnih delih krošnje in med zgornjo in

spodnjo stranjo listov. Nekateri raziskovalci so to uspeli potrditi (Sasaki in sod., 2013, Mishra in sod, 2014), drugi ne Zhao in sod. (2008).

V Sloveniji primanjkuje informacij o učinkovitosti škropljenja z elektrostatsko podporo v trajnih nasadih. Zelo iskani so podatki o tem, ali lahko nanos FFS preko dveh ali celo treh vrst zagotovi enako kakovost zatiranja škodljivih organizmov (ŠO), kot nanos v vsaki vrsti. Nanos preko več vrst je še posebej zanimiv v ekološki pridelavi občutljivih sort jablan in drugih sadnih vrst, kjer je nanos eko FFS potreben tudi 30 krat letno.

V obdobjih s slabim vremenom in velikim pritiskom bolezni ob omejenem številu upravljalcev strojev in ob majhnem številu razpoložljivih naprav za nanos preprosto zmanjka časa za nanos ob optimalnem času. Zaradi nanosa z zamudo se učinkovitost FFS značilno zmanjša in doživimo občutne izgube pridelka. Če na primer nanos izvajamo le v vsaki drugi vrsti, lahko privarčujemo vsaj 30% časa in na velikih posevkih uspemo nanos izvesti pravočasno. V poskusu smo testirali sistem, ki ga v praksi uporabljajo v podjetju Evrosad in nismo naredili nobene modifikacije njihove prakse izvajanja nanosa vsako drugo vrsto skozi vso rastno dobo. Testirali smo obstoječo prakso.

Raziskavo nanosa smo izvedli v sezoni 2022. Želeli smo pridobiti dodatne informacije o učinkih škropljenja jablan preko dveh vrst, saj v Sloveniji primanjkuje informacij o učinkovitosti škropljenja v trajnih nasadih z elektrostatsko podporo.

V raziskavi smo postavili 3 hipoteze:

H1; Kakovost nanosa in učinkovitost zatiranja bolezni in škodljivcev jablane je pri nanosu z enako porabo vode in ob enakih delovnih parametrih, pri uporabi elektrostatskega nanosa nekaj boljša, kot pri nanosu brez elektrostatske podpore.

H2; Kakovost nanosa in učinkovitost zatiranja bolezni in škodljivcev jablane je pri nanosu s prilagojeno porabo vode in prilagoditvijo delovnih parametrov, pri uporabi elektrostatskega nanosa in ob škropljenju vsake druge vrste jablan enaka, kot pri nanosu brez elektrostatske podpore po vsaki vrsti nasada.

H3; Če želimo izvajati škropljenje preko dveh vrst moramo značilno povečati kapaciteto ventilatorja v primerjavi s kapaciteto ventilatorja, če se vozimo in škropimo po vsaki vrsti.

88

2 MATERIALI IN METODE

2.1 Poskusni nasad

Raziskava je bila izvedena v ekološkem sadovnjaku podjetja Evrosad sorte Zlati delišes v Savcih. Drevesa so cepljena na podlago M9 in posajena na razdalji 3,3 x 0,9 m. Zelena stena v vzgojni obliki prilagojeno vitko vreteno je 15. 6., ko je bil izveden poskus z WSP lističi (angl. water sensitive papres), obsegala približno 10100 m³ (angl. TRV – tree row volume) in 27. 7., ko je bil izveden poskus z barvnim sledilcem tartrazin, približno 11800 m³. Ocena za vrednost indeksa listne površine (LAI) za obdobje 15. 6. je bila 1,70 in za 27. 7. 2,05. LAI je bil ocenjen s trganjem listja s tretjine

vzorčnega drevesa, štetjem listja in ugotavljanjem povprečne površine listov na skenerju. Nasad je bil pod standardno protitočno mrežo, ki je bila v času izvedbe poskusa razprta.



Slika 1: Položaj na vodo občutljivih lističev (WSP) v krošnji dreves za ocenjevanje porazdelitve škropilne brozge.

89

Približno 1 ha veliko površino sadovnjaka smo razdelili na poljine kjer smo izvajali aplikacijo FFS na različne načine. Opis obravnavanj je viden v preglednici 1. V prispevku nismo prikazali vseh statistik za vsa obravnavanja, ker bi bil preobsežen. V1 – poljine iz vrst, kjer smo vse leto nanašali FFS z vožnjo po vsaki vrsti brez uporabe elektrostatske podpore, V2 – poljine vrst, kjer smo vse leto nanašali FFS z vožnjo po vsaki vrsti z uporabo elektrostatske podpore, V5 – poljine iz vrst, kjer smo vse leto nanašali FFS z vožnjo po vsaki drugi vrsti z uporabo elektrostatske podpore in VK – manjša kontrolna območja - poljine, kjer vse leto nismo nanašali FFS. Pri vožnji po vsaki drugi vrsti je bil sistem vožnje takšen, da se je vrsta menjavala, torej smo vsakič drugič vozili po isti vozni poti. Po statistični zasnovi je bil poskus postavljen kot poskus z več obravnavanj v 4 ponovitvah sistematično porazdeljenih parcelic. Kemijsko analitiko depozita tartrazina smo izvajali v štirih ponovitvah. Pri analizi bolezni in škodljivcev smo imeli 3 različna obravnavanja, pri analizi WSP smo imeli 5 obravnavanj, pri analizi barvnega sledilca smo imeli 3 obravnavanja.

2.2 Aplikacijska tehnika

Za aplikacijo škropilne brozge smo uporabili traktor New Holand T4 100F in pršilnik Zupan DT 1500 O (PE) (dva aksialna ventilatorja \varnothing 50 / 60 cm s cross-flow usmernikom). Pršilnik je imel na vsaki strani vgrajenih 8 šob. Podatki o lastnostih šob in izmetu tekočine so vidni v preglednici 1. Glede kapacitete ventilatorja smo se posvetovali pri proizvajalcu naprave. Ventilator je bil pri večini variant v prvem nižjem prestavnem razmerju, pri eni varianti (V5) pa v višjem prestavnem razmerju. Izstopna hitrost zraka na razdalji 1 m je bila približno od 15 do 38 m/s. Vse poskuse smo izvedli pri temperaturi med 20 in 22 °C, pri zračni vlagi 75 % in povprečni hitrost vetra 1,0 m/s do 1,3 m/s vzdolžno na nasad.

Zato da bi zagotovili enak izmet FFS in barvila na hektar pri V3, 4, 5 kot pri V1 in V2 smo morali pri V3 prilagoditi parametre. Pri V3, 4, 5 smo povečali pretok šobe in tudi nekoliko zmanjšali vozno hitrost. Sprememba vrtljajev na pogonski gredi je nekoliko povečala tudi kapaciteto ventilatorja (iz 28500 na 32000 m³/h in pri V5 na 39000 m³/h). Nastavitve smo prilagodili tako, da smo v obeh primerih imeli približno enako velike kapljice (VMD 50 okrog 70 – 85 μ m; angl. Volume median droplet diameter). Uporabili smo drobne kapljice ker se elektrostatsko škropljenje običajno izvaja z drobnimi kapljicami.

Preglednica 1: Parametri nanosa škropilne brozge.

Obravnavanje:	V1 – običajen nanos po vsaki vrsti	V2 - nanos po vsaki vrsti z uporabo elektrostata.	V3 – nanos po vsaki drugi vrsti brez uporabe elektrostata.	V4 – nanos po vsaki drugi vrsti z uporabo elektrostata.	V5 – nanos po vsaki drugi vrsti z uporabo elektrostata.
Šoba:	16 x Albuz ATR 80 rjava	16 x Albuz ATR 80 rjava	16 x Albuz ATR 80 rumena	16 x Albuz ATR 80 rumena	16 x Albuz ATR 80 rumena
Delovni tlak: (bar)	11	11	13	13	13
Pretok šobe: (l/min)	0,70	0,70	1,17	1,17	1,17
Hitrost vožnje: (km/h)	9	9	7,5	7,5	7,5
Hektarski izmet: l/ha	226 l/ha	226 l/ha	453 l/ha	453 l/ha	453 l/ha
Velikost kapljic VMD	70 μ m	70 μ m	75 μ m	75 μ m	75 μ m
Poraba barvila tartrazin (g / ha)	500	500	500	500	500
Kapaciteta ventilatorja: m ³ /h	28 500	28 500	32 000	32 000	39 000 II. prestava
Obrati na pogonski gredi (n min ⁻¹)	1400 traktor gred 360	1400 traktor gred 360	1500 traktor gred 430	1500 traktor gred 430	1800 traktor gred 480

2.3 Tehnika ocene depozita barvnega nosilca

Za oceno enakomernosti porazdelitve škropilne brozge smo uporabili tehniko vodo-občutljivih lističev (angl. WSP). Pri vsakem obravnavanju smo v 6 točkah na drevesih na listje pripeli WSP lističe (obrnjene navzdol in navzgor) (Slika 1). Podatke o številu odtisov (n/cm^2) in pokrovnosti (% površine prekrit z odtisi kapljic) pri WSP lističih smo v sezoni 2022 statistično obdelali, ker so meritve bile izvedene v več ponovitvah. Meritve WSP smo uporabili zgolj za definiranje značilnosti porazdelitve kapljic po tridimenzionalni strukturi krošnje dreves. Analiza WSP je bila narejena na napravi Optomax analyser v IHPS Žalec. Statistika za posamezno točko je prikazana kot povprečna vrednost spodnje in zgornje strani na listu. Primerjav med zgornjo in spodnjo stranjo ne prikazujemo.

Kakovost depozita škropilne brozge smo ocenili z uporabo barvnega sledilca tartrazin. Tartarzin je v vodi topno živilsko barvilo (E102) za barvanje živil in srednje obstojno na svetlobi. Uporabili smo barvilo Citronino rumeno 25 % tartrazina (Etol, Celje, Slovenija). Pripravili smo škropilno brozgo kjer smo na 250 l vode dali 2000 g barvila citronino rumeno. Na hektar smo uporabili 2500 g barvila citronino rumeno (to je 625 g čistega tartrazina na ha). V 300 litrov vode smo zmešali 3120 g barvila.

Barvilo s tretiranih listov, ki jih v različnih točkah potrgamo z drevesa, z listov ekstrahiramo v času 24 ur po aplikaciji z otresanjem listov v znani količini destilirani vodi za 30 sekund. Liste otresamo v plastični vrečki. Listi na procesiranje čakajo na hladnem brez dostopa svetlobe. Raztopino barvila, ki jo dobimo z otresanjem listov prefiltriramo in s pipeto ali injekcijo prelijemo preko filtra v kiveto za izvedbo meritev na fotospektrometru. Mi smo koncentracijo barvila določili s uporabo fotospektrometra Varian carry 50 pri absorbanci 428 nm. Ko dobimo meritev koncentracije barvila na fotospektrometru izvedemo teoretični preračun depozita na listju.

Preden pričnemo s postopkom za meritev na fotospektrometru moramo izvesti regresijsko analizo povezavo med maso listov in površino listov. Za določitev te regresijske poveze smo 150 naključno izbranim listom v različnih conah dreves izmerili površino (v cm^2) na optičnem čitalcu (scan area funkcija) in določili maso vsakega posameznega lista (v g). Potem smo podatke vnesli v statistični program za iskanje najbolj trdne regresijske povezave prvega reda (Statgraphic for Windows Centurion, Statgraphics Technologies INC., ZDA). Preden liste namočimo v destilirano vodo stehtamo njihovo maso. Iz podatka o masi izračunamo njihovo površino in potem iz podatka o koncentraciji raztopine barvila preračunamo depozit barvila v mikro gramih ($\mu g/cm^2$) na površini lista. Za pripravo raztopine smo v plastično vrečko dali 20 listov in jih prelili s 120 ml destilirane vode. Po podobnem postopku smo analizirali tudi depozit barvila na jabolkih. V vrečko smo dali 12 jabolok in jih prav tako prelili z 120 ml vode. Depozit smo potem izrazili v μg barvila na gram mase plodov, ker površine plodov nismo šli preračunavat iz podatkov o premerih plodov.

2.4 Analiza stopnje napada bolezni in škodljivcev

Ocena stopnje napada od bolezni in škodljivcev je bila večkrat letno narejena po standardnih EPPO (European plant protection organisation; https://www.eppo.int/RESOURCES/eppo_standards/pp1_list) metodah v vrsti na sredini vsake poskusne poljine na 4 različnih odsekih (4 sistematični bloki). Uporabili smo metodo vizualnega bonitiranja deleža napadene površine opazovanega organa

(list, plod, poganjek). Vzorec je vsakič obsegal vsaj 200 do 250 enot za eno ponovitev vsakega obravnavanja.

2.5 Program zatiranja boleznin in škodljivcev

V preglednici 2 je predstavljen škropilni program, ki so ga uporabili v naši raziskavi, pri ekološki pridelavi jabolk sorte Zlati delišes. V nasadu so izvajali metodo konfuzije z uporabo CheckMate CM tehnologije.

Preglednica 2: Program varstva pred boleznimi in škodljivci v sezoni 2022.

Datum:	Pripravek:	Odmerek l/kg/ha	Datum:	Pripravek:	Odmerek l/kg/ha
23.3.2022	Asset five	1	11.6.2022	Agree WG	1
	Ovitex	2		Carpovirusine	1
28.3.2022	Asset five	1	14.6.2022	Cuprablau z 35 WG	0,6
	Cuprablau z 35 WG	1		Vitisan	6
	Frutapon	20	20.6.2022	Agree WG	1
8.4.2022	Algovital plus	5		Algovital plus	4
	Cuprablau z 35 WG	0,6		MADEX MAX	0,1
	NEEMAZAL - T/S	3	22.6.2022	Biofa cocana	3
	Pepelin	5		Vitisan	6
15.4.2022	Algovital plus	5	28.6.2022	Algovital plus	4
	Cuprablau z 35 WG	0,6		MADEX MAX	0,1
	Pepelin	5	4.7.2022	Algovital plus	4
20.4.2022	Curatio	15		Cuprablau z 35 WG	0,7
23.4.2022	Curatio	15	7.7.2022	Algovital plus	5
26.4.2022	Curatio	15		MADEX MAX	0,1
29.4.2022	Algovital plus	5		Vitisan	6
	Cuprablau z 35 WG	0,6	14.7.2022	Algovital plus	4
	NEEMAZAL - T/S	3		Carpovirusine	1
	Pepelin	5		Vitisan	6
3.5.2022	Curatio	15	25.7.2022	Algovital plus	4
6.5.2022	Curatio	12		LEPINOX PLUS	1
13.5.2022	Curatio	12		MADEX MAX	0,1
21.5.2022	Curatio	12		Vitisan	6
23.5.2022	Algovital plus	5	1.8.2022	First sun	3

	Cuprablau z 35 WG	0,7	2.8.2022	MADEX MAX	0,1
	MADEX MAX	0,1		Vitisan	6
	Pepelin	2	12.8.2022	Biofa cocana	3
26.5.2022	Curatio	12		Vitisan	6
29.5.2022	Curatio	15	16.8.2022	LEPINOX PLUS	1
30.5.2022	Curatio	12		MADEX MAX	0,1
31.5.2022	Algovital plus	5	22.8.2022	Curatio	10
	Laser plus	0,3	10.9.2022	Biofa cocana	3
1.6.2022	CutiSan	20		Vitisan	6
3.6.2022	Curatio	12			
6.6.2022	Curatio	12			
8.6.2022	Curatio	12			

2.6 Ocena pridelka

V obdobju tehnološke zrelosti plodov (15. 9.) smo izvedli obiranje pridelka. V vsakem bloku smo izbrali 3 naključna drevesa in potrgali vse plodove z njih (skupno za eno obravnavanje 12 dreves). Pobrane plodove smo natančno pregledali vsakega posamezno in preverili prisotnost peg škrlupa (*Venturia*), poškodb od zavijačev (*Cydia*) ali zavijačev lupine sadja (*Pandemis*, *Adoxophyes*) in drugih poškodb (npr. stenice) ter pojav različnih sadnih gnilob (*Monilia*, *Botryosphaeria*, *Neofabrea*, *Nectria*). Ko smo imeli plodove prebrane smo stehali vsako kategorijo plodov posebej in izračunali delež posamezne kategorije (zdravo, škrlup, monilija, zavijači, ...) v celokupni gmoti plodov. Tako smo izračunali pridelek tržnih jabolk na ha. Plodov nismo klasificirali po velikosti in običajnih kakovostnih razredih, ocenjujemo, da je bilo približno 70 % plodov, ki niso imeli nobene okužbe ali poškodbe primernih za trženje kot prvorazredna ekološka jabolka. Število plodov na drevo sicer ni bilo majhno, a precejšen delež ni presegel premera 60 mm. V kontrolnem neškropljenem obravnavanju je bil pridelek praktično v celoti uničen od škrlupa. Velik delež plodov je odpadel, kar je ostalo na drevju pa je bilo v velikem deležu okuženo od škrlupa in neprimerno za uporabo. Kakšnih 2 do 4 % plodov je bilo napadenih od zavijačev ali zavijačev lupine sadja in od drugih škodljivcev. Zavijača bi bilo v kontroli več, a je tudi kontrola bila v coni konfuzije in v kontroli se zavijač ni razvijal povsem nemoteno. Precej plodov smo dali v kategorijo industrija, ker so bili popolnoma oblepljeni od voska od krvave uši.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

3.1 Učinkovitost zatiranja bolezni in škodljivcev

Izvedli smo nekaj ocenjevanj učinkovitosti zatiranja škodljivcev in bolezni (preglednice 3, 4 in 5). Že v začetku sezone je kazalo, da bo pritisk škrlupa dokaj

velik. Imeli smo zmerno populacijo jabolčnega zavijača in zelo veliko populacijo krvave uši. Bilo je nekaj zelene uši, zavijačev lupine sadja in poškodb od stenic. Imeli smo kategorijo plodov z deformacijami povzročenimi od škodljivcev.

Preglednica 3: Stopnja napada od boleznih in škodljivcev pri prvem ocenjevanju, 17. 6. 2022.

Var.	% napadenih poganjkov od krvave uši <i>E. lanigerum</i>	% napadenih plodov od jabolčnega zavijača <i>C. pomonella</i>	% napadenih plodov od jablanovega škrلupa <i>V. inaequalis</i>	% napadene površine plodov od jablanovega škrلupa <i>V. inaequalis</i>	% napadene površine listov od jablanovega škrلupa <i>V. inaequalis</i>
V1	8,04 a	0,05 b	1,0 b	1,45 b	1,5 b
V2	7,75 a	0,08 b	0,75 b	1,47 b	0,94 b
V5	6,81 a	0,13 b	1,25 b	1,76 b	1,47 b
Kontrola	5,91 a	2,25 a	52,75 a	21,7 a	32,9 a

Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo med seboj glede na rezultate Tukey HSD testa ($p < 0,05$).

Pri prvem ocenjevanju ni bilo značilnih razlik med obravnavami glede velikosti populacije krvave uši (preglednica 3). Zatiranje ni bilo uspešno. Pri jabolčnem zavijaču se je videlo, da je bil napad nekoliko močnejši pri obravnavanju V5, pri škropljenju preko dveh vrst. Uporaba elektrostatike ni izboljšala stopnje zatiranja zavijača (V1 proti V2). Uporaba elektrostatike je nekoliko izboljšala zatiranje škrلupa pri V2 in ni značilno zmanjšala učinkovitosti zatiranja škrلupa pri V5. Imeli smo veliko frekvenco uporabe žveplenoapnene brozge, kaj je zagotovilo visoko učinkovitost ne glede na metodo aplikacije.

Pri drugem ocenjevanju so bili rezultati podobni, kot pri prvem (preglednica 4). Razlike pri zatiranju krvave uši niso bile značilne. Pri V2 smo povečali uspešnost zatiranja jabolčnega zavijača. Uporaba elektrostatike pri V2 je nekoliko povečala uspešnost zatiranja škrلupa, in pri obravnavanju V5 zaradi škropljenja preko dveh vrst ni prišlo do zmanjšanja učinkovitosti zatiranja v primerjavi z V1 (škropljenje po vsaki vrsti).

Preglednica 4: Stopnja napada od boleznih in škodljivcev pri drugem ocenjevanju 14. 7. 2022.

Var.	% napadenih poganjkov od krvave uši <i>E. lanigerum</i>	% napadenih plodov od jabolčnega zavijača <i>C. pomonella</i>	% napadenih plodov od jablanovega škrلupa <i>V. inaequalis</i>	% napadene površine plodov od jablanovega škrلupa <i>V. inaequalis</i>	% napadene površine listov od jablanovega škrلupa <i>V. inaequalis</i>
V1	10,43 a	0,35 b	1,0 b	2,05 b	2,3 b
V2	8,7 a	0,1 b	1,0 b	1,9 b	0,75 b
V5	8,85 a	0,33 b	1,5 b	2,38 b	2,3 b
Kontrola	7,63 a	4,7 a	63,5 a	31,75 a	34,75 a

Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$).

Zatiranje krvave uši je bilo enako neuspešno pri vseh obravnavanjih (preglednice 3, 4, in 5). V kontroli se je precej povečala populacija jabolčnega zavijača. Pri uporabi

elektrostatike se je nekoliko povečala učinkovitost zatiranja zavijača. Pri uspešnosti zatiranja jablanovega škrlupa med obravnavanji ni bilo značilnih razlik. To je dober rezultat, ki kaže da lahko s škropljenjem preko dveh vrst s prilagoditvijo kapacitete ventilatorja dosežemo enakovredno učinkovitost, kot pri škropljenju po vsaki vrsti.

Preglednica 5: Stopnja napada od boleznin in škodljivcev pri tretjem ocenjevanju 14. 9. 2022, tik pred obiranjem.

Var.	% napadenih poganjkov od krvave uši <i>E. lanigerum</i>	% napadenih plodov od jabolčnega zavijača <i>C. pomonella</i>	% napadenih plodov od jablanovega škrlupa <i>V. inaequalis</i>	% napadene površine plodov od jablanovega škrlupa <i>V. inaequalis</i>	% napadene površine listov od jablanovega škrlupa <i>V. inaequalis</i>
V1	12,08 a	0,68 b	1,75 b	2,6 b	3,83 b
V2	13,0 a	0,48 b	2,0 b	2,73 b	2,6 b
V5	10,23 a	0,5 b	2,25 b	3,2 b	3,78 b
Kontrola	8,93 a	4,75 a	69,5 a	38,75 a	51,75 a

Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$).

3.2 Vizualizacija depozita na vodo občutljivih lističih WSP

Poskus za testiranje kakovosti škropljenja z uporabo WSP lističev je bil izveden 15. 6. 2022 ko je že bila polno razvita zelena stena. Primerjave med petimi sistemi aplikacije po posameznih točkah v drevesu so prikazane v preglednicah 6, 7, 8 in 9.

Preglednica 6: Statistična primerjava stopnje pokrovnosti WSP (% prekrte površine) med različnimi postopki upoštevanje meritve v vseh točkah drevesa. MKV – manjša kapaciteta ventilatorja, VKV – večja kapaciteta ventilatorja.

Povprečje vseh točk T1-T6 na levi in na desni strani (12 točk)	Leva in desna stran drevesa skupaj
V1 – po vsaki vrsti brez elektrostatike	20,05 a
V2 – po vsaki vrsti z elektrostatiko	15,30 ab
V3 – preko dveh vrst brez elektrostatike	5,70 b
V4 – preko dveh vrst z elektrostatiko MKV	17,87 a
V5 - preko dveh vrst z elektrostatiko VKV	12,20 ab

Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$).

Pri stopnji pokrovnosti so bile vidne manjše razlike. Pri V2 se je za malo zmanjšala stopnja pokrovnosti, pri V3 pri škropljenju preko dveh vrst brez uporabe elektrostatike in mali jakosti ventilatorja se je zelo zmanjšala. Ko smo pri škropljenju preko dveh vrst pri majhni kapaciteti ventilatorja uporabili elektrostatsko podporo smo dobili pokrovnost enakovredno tisti pri V1. Z dodatnim povečanjem kapacitete ventilatorja na 39000 m³/h pri V5 nismo pridobili na izboljšanju parametra pokrovnost pri WSP lističih (preglednica 6).

Preglednica 7: Statistična primerjava števila zadetkov kapljic na WSP (n/cm^2), med različnimi postopki upoštevaje meritve v vseh točkah drevesa. MKV – manjša kapaciteta ventilatorja, VKV – večja kapaciteta ventilatorja.

Povprečje vseh točk T1-T6 na levi in na desni strani (12 točk)	Leva in desna stran drevesa
V1 – po vsaki vrsti brez elektrostatike	338,28 a
V2 – po vsaki vrsti z elektrostatiko	280,36 ab
V3 – preko dveh vrst brez elektrostatike	133,49 d
V4 – preko dveh vrst z elektrostatiko MKV	222,35 bc
V5 – preko dveh vrst z elektrostatiko VKV	182,57 cd

Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$).

Ker pri uporabi elektrostatike uporabljamo zelo majhne kapljice dobimo na WSP lističih zelo veliko zadetkov kapljic. Pri V2 smo dobili zmanjšanje števila zadetkov kapljic v primerjavi z V1. Morda je realno prišlo do povečanja števila zadetkov, ki pa so se med seboj že prekrivali do velike stopnje in jih naprava Optomax image analyser ni mogla vseh povsem natančno prešteti, kot samostojne individualne zadetke. Pri V3 pri škropljenju preko dveh vrst se je število zadetkov značilno zmanjšalo (slabo preškropljena leva stran dreves). Pri V4 smo zaradi uporabe elektrostatike proti V3 povečali število zadetkov kapljic, ko pa smo pri V5 povečali jakost ventilatorja se je zmanjšalo število zadetkov v primerjavi z V4. Pri vseh primerih je šlo za zelo kakovostno škropljenje, saj imamo za dobro delovanje pripravkov dovolj že 100 zadetkov kapljic na cm^2 .

Preglednica 8: Statistična primerjava stopnje pokrovnosti WSP (v %) med različnimi postopki in med levo in desno stranjo drevesa, znotraj istega postopka nanosa. MKV – manjša kapaciteta ventilatorja, VKV – večja kapaciteta ventilatorja.

Povprečje vseh točk T1-T6 na eni ali drugi strani	Leva stran drevesa	Desna stran drevesa
V1 – po vsaki vrsti brez elektrostatike	18,32 a A	21,79 a A
V2 – po vsaki vrsti z elektrostatiko	11,34 ab B	19,26 a A
V3 – preko dveh vrst brez elektrostatike	0,65 c B	10,74 a A
V4 – preko dveh vrst z elektrostatiko MKV	10,73 b B	25,00 a A
V5 – preko dveh vrst z elektrostatiko VKV	8,89 b B	15,51 a A

Povprečja označena z enako majhno črko pri posamezni analizirani točki se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$). Povprečja označena z enako veliko črko pri posamezni analizirani točki se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate t-testa ($P < 0,05$). Velike črke služijo označevanju primerjav med levo in desno stranjo enakih obravnavanjih, majhne črke pa za primerjave med različnimi obravnavanji znotraj leve ali znotraj desne strani drevesa.

Komentar rezultatov za levo stran je podoben kot za rezultate ob upoštevanju vseh točk na drevesu. Pokrovnost WSP z depozitom se je na levi strani pri škropljenju preko dveh vrst značilno zmanjšala. Najslabša je bila pri V3, kjer nismo uporabili elektrostatike. Če primerjamo V3 in V4 vidimo da uporaba elektrostatike zelo izboljša stopnjo pokrovnosti (iz 0,65 na 10,73 %). Stopnja pokrovnosti je na desni strani

bistveno bolj izenačena. Škropljenje preko dveh vrst ob zmerni kapaciteti ventilatorja V4 je dalo najboljši rezultat.

Preglednica 9: Statistična primerjava števila zadetkov na WSP (n/cm^2) med različnimi postopki in med levo in desno stranjo drevesa znotraj istega postopka nanosa. MKV – manjša kapaciteta ventilatorja, VKV – večja kapaciteta ventilatorja.

Povprečje vseh točk T1-T6 na eni ali drugi strani	Leva stran drevesa	Desna stran drevesa
V1 – po vsaki vrsti brez elektrostatike	385,43 a A	291,12 a B
V2 – po vsaki vrsti z elektrostatiko	277,22 b A	283,50 a A
V3 – preko dveh vrst brez elektrostatike	50,56 d B	216,42 a A
V4 – preko dveh vrst z elektrostatiko MKV	208,45 bc A	236,25 a A
V5 – preko dveh vrst z elektrostatiko VKV	127,83 cd B	237,31 a A

Povprečja označena z enako majhno črko pri posamezni analizirani točki se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$). Povprečja označena z enako veliko črko pri posamezni analizirani točki se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate t-testa ($P < 0,05$). Velike črke služijo označevanju primerjav med levo in desno stranjo pri enakih obravnavanjih, majhne črke pa za primerjave med različnimi obravnavanji znotraj leve ali znotraj desne strani drevesa.

Pri analizi števila zadetkov kapljic na WSP lahko damo podoben komentar kot pri analizi stopnje pokrovnosti. Škropljenje po sistemu V3 se pokaže kot zelo slabo po rezultatih na levi strani dreves. Na desni strani dreves smo imeli veliko stopnjo izenačenosti rezultatov glede števila zadetkov kapljic na cm^2 . Pri obravnavanjih V3 in V5 je bila velika neizenačenost med levo in desno stranjo (preglednici 8 in 9).

3.3 Depozit barvnega sledilca tartrazin

3.3.1 Primerjava kakovosti nanosa depozita barvila tartrazin na listju med levo in desno stranjo dreves

97

Rezultati analize barvnega sledilca na listju pri aplikaciji 27. 7. 2022 kažejo na manjše razlike med obravnavanji. Primerjava med tremi sistemi aplikacije po posameznih točkah v drevesu med levo in desno stranjo je vidna v tabelah 10-16. Pri V1 – vožnja po vsaki vrsti razlike med levo in desno stranjo niso bile značilne. Pri V2 – vožnja po vsaki vrsti z uporabo elektrostatike so se pojavile manjše značilne razlike med desno in levo stranjo dreves samo v točki T3. Kaže da elektrostatika povzroči povečan depozit na obodu krošnje in malo zmanjšan deposit v notranjosti krošnje pri deblu. To je bil rezultat v skladu s pričakovanji. Elektrostatika bi sicer po rezultatih iz literature naj izboljšala enakomernost distribucije depozita, spodaj in na vrhu dreves (Appah in sod., 2019). Pri V5 smo pričakovali drugačen rezultat in sicer da bomo imeli dobro izenačenost med levo in desno stranjo, kljub temu da smo škropili v vsaki drugi vrsti. To se ni zgodilo. Kljub povečani kapaciteti ventilatorja je velika neizenačenost med levo in desno stranjo še vedno ostala.

Preglednica 10: Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ na listju med istimi točkami v drevesu na levi ali desni strani pri sistemu vožnje po vsaki vrsti in brez uporabe elektrostatike.

TOČKA	V1	Leva stran drevesa	Desna stran drevesa
T1 spodaj not		0,584 a	0,468 a
T2 spodaj zunaj		0,535 a	0,584 a
T3 sredina not		0,569 a	0,514 a
T4 sredina zunaj		0,529 a	0,639 a
T5 zgoraj not		0,431 a	0,481 a
T6 zgoraj zunaj		0,402 a	0,548 a
Povprečje vseh točk		0,508 a	0,539 a

Povprečje L+D | 0,5235

Povprečja označena z enako črko pri posamezni analizirani točki se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate t-testa ($P < 0,05$).

Preglednica 11: Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ na listju med istimi točkami v drevesu na levi ali desni strani pri sistemu vožnje po vsaki vrsti in z uporabe elektrostatike.

TOČKA	V2	Leva stran drevesa	Desna stran drevesa
T1 spodaj not		0,613 a	0,587 a
T2 spodaj zunaj		0,600 a	0,573 a
T3 sredina not		0,579 b	0,655 a
T4 sredina zunaj		0,684 a	0,508 a
T5 zgoraj not		0,492 a	0,631 a
T6 zgoraj zunaj		0,658 a	0,621 a
Povprečje vseh točk		0,605 a	0,596 a

Povprečje L+D | 0,6005

Povprečja označena z enako črko pri posamezni analizirani točki se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate t-testa ($P < 0,05$).

Preglednica 12: Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ na listju med enakimi točkami v drevesu na levi ali desni strani pri sistemu vožnje po vsaki drugi vrsti in z uporabo elektrostatike.

TOČKA	V5	Leva stran drevesa	Desna stran drevesa
T1 spodaj not		0,585 a	0,535 a
T2 spodaj zunaj		0,501 a	0,725 a
T3 sredina not		0,358 b	0,638 a
T4 sredina zunaj		0,454 b	0,966 a
T5 zgoraj not		0,337 b	0,694 a
T6 zgoraj zunaj		0,328 b	0,661 a
Povprečje vseh točk		0,427 b	0,703 a

Povprečje L+D | 0,565

Povprečja označena z enako črko pri posamezni analizirani točki se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate t-testa ($P < 0,05$).

Analiza rezultatov z leve strani krošenj kaže, da v spodnjem delu krošnje med tremi sistemi ni razlik (preglednice 11, 12, 13). Pri V2 je uporaba elektrostatike izboljšala depozit v zgornjem delu krošnje. Pri škropljenju preko dveh vrst se je depozit v zgornjem delu krošnje zmanjšal, kljub uporabi elektrostatike.

Analiza rezultatov z desne strani krošnje kaže nekoliko drugačen rezultat kot je viden pri levi strani. Pri V2 je uporaba elektrostatike ponovno nekoliko povečala depozit v

zgoranjem delu krošnje. Pri V5 pa je prav tako prišlo do povečanja depozitov v zgoranjem delu krošnje. Verjetno je tudi to učinek uporabe elektrostatike (preglednice 11, 12, 13, 14). Ti rezultati se delno ujemajo z ugotovitvami raziskovalcev Xiongkui in sod. (2011), ki so ugotovili da elektrostatsko podporto pršenje v nasadu jablan lahko poveča uniformnost depozita med različnimi deli krošenj.

Preglednica 13: Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ na listju na levi strani krošnje dreves med tremi sistemi škropljenja.

TOČKA	V1 brez elektrostatike vožnja po vsaki vrsti	V2 z elektrostatiko vožnja po vsaki vrsti	V5 z elektrostatiko vožnja po vsaki drugi vrsti, povečana kapaciteta ventilatorja
T1 spodaj not	0,584 a	0,613 a	0,584 a
T2 spodaj zunaj	0,535 a	0,600 a	0,501 a
T3 sredina not	0,569 a	0,579 a	0,358 a
T4 sredina zunaj	0,529 a	0,684 a	0,454 a
T5 zgoraj not	0,431 a	0,492 a	0,337 a
T6 zgoraj zunaj	0,402 b	0,658 a	0,328 b
Povprečje vseh točk na levi strani drevesa	0,508 b	0,605 a	0,427 c

Povprečja označena z enako črko pri posamezni analizirani točki med tremi sistemi se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$).

Preglednica 14: Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ na desni strani krošnje dreves.

TOČKA	V1 brez elektrostatike vožnja po vsaki vrsti	V2 z elektrostatiko vožnja po vsaki vrsti	V5 z elektrostatiko vožnja po vsaki drugi vrsti, povečana kapaciteta ventilatorja
T1 spodaj not	0,468 a	0,587 a	0,535 a
T2 spodaj zunaj	0,584 a	0,573 a	0,725 a
T3 sredina not	0,514 b	0,655 a	0,638 a
T4 sredina zunaj	0,639 b	0,508 b	0,966 a
T5 zgoraj not	0,481 a	0,631 a	0,694 a
T6 zgoraj zunaj	0,548 a	0,620 a	0,661 a
Povprečje vseh točk na desni strani	0,539 b	0,596 b	0,703 a

Povprečja označena z enako črko pri posamezni analizirani točki se med tremi sistemi ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$).

Preglednici 15 in 16 kažeta, da uporaba elektrostatike nekoliko poveča celokupen povprečni depozit v krošnji dreves. Celokupni rezultat za V5 je enak rezultatu za V1, kar pomeni, da je bilo pršenje preko dveh vrst enakovredno pršenju po vsaki vrsti. To je zelo vsodbuden rezultat. V pregledu literature smo našli le eno objavo, kjer lahko naredimo primerjavo z rezultati drugih raziskovalcev. Raziskovalci Salcedo s sod. (2023) niso mogli potrditi, da bi uporaba elektrostatske podpore lahko izboljšala depozit škroplilne broze. Ta ugotovitev je bila podana za tri konstrukcijsko različne pršilnike. V sklepu so podali ugotovitev, da je konstrukcijska prilagoditev pršilnika

zeleni steni nasada bistveno bolj pomemben dejavnik, kot pa uporaba elektrostatske podpore.

Preglednica 15: Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ na listju gledano kumulativno kot povprečje vseh 12 analiziranih točk med tremi sistemi škropljenja.

V1 brez elektrostatike vožnja po vsaki vrsti	V2 z elektrostatiko vožnja po vsaki vrsti	V5 z elektrostatiko vožnja po vsaki drugi vrsti, povečana kapaciteta ventilatorja
0,524 b	0,600 a	0,565 ab

Povprečja označena z enako črko se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$).

Preglednica 16: Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ na listju za levo in desno stran dreves med različnimi načini nanosa

	V1 brez elektrostatike vožnja po vsaki vrsti	V2 z elektrostatiko vožnja po vsaki vrsti	V5 z elektrostatiko vožnja po vsaki drugi vrsti, povečana kapaciteta ventilatorja
Levo skupaj	0,508 b	0,605 a	0,427 c
Desno skupaj	0,539 b	0,596 b	0,703 a

Povprečja označena z enako črko pri posamezni analizirani strani krošnje se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$).

3.3.2 Primerjava kakovosti nanosa depozita barvila tartrazin na plodovih

Razlike glede depozita barvila na plodovih na zunanjem ali notranjem delu krošnje med tremi sistemi izvedbe škropljenja niso bile statistično značilne (preglednica 17). Pri V1 in V5 je bila velika stopnja izenačenosti med zunanjim in notranjim delom krošnje, pri V2 pa manjša. Ponovno kaže da elektrostatika povzroči povečan depozit na robu krošnje in nekoliko manjši depozit v notranjosti krošnje (V2) (preglednica 17). Raziskovalci Appah in sod. (2019) so v njihovi raziskavi zelo dobro predstavili dejavnike uspešnosti aplikacije z elektrostatsko podporo. Potrdili so da gre za intekativno delovanje velikosti kapljic, jakosti naboja, intenzitete zračnega toka, gostote zelene stene in drugih dejavnikov. Izpostavili so, da na žalost nimamo priporočil katera kombinacija dejavnikov je optimalna za nek tip nasada in tip pršilnika. Ne želeimo si da bi bil depozit na robu krošnje večji, kot v notranjosti krošnje. To se zgodi če parametri niso ustrezni (razmerje velikost kapljic, jakost naboja in jakost zračnega toka). Preveliki depoziti na robu krošnje lahko povzročijo fitotoksičnost škropilne brozge saj se pojavijo depoziti previsoke koncentracije. To se je zgodilo v našem poskusu. Plodovi na robu in v sredini krošnje so imeli več mrežavosti, kot plodovi v notranjosti krošnje. Dodatno je lahko pri plodovih na robu krošnje težava tudi to, da imajo zaradi preveč koncentriranih depozitov potem ob obiranju previsoko koncentracijo ostankov FFS.

Preglednica 17: Statistična primerjava depozita barvnega sledilca tartrazine v $\mu\text{g/g}$ mase na plodovih med zunanjim ali notranjim delom krošnje pri treh sistemih vožnje.

	V1 brez elektrostatike vožnja po vsaki vrsti	V2 z elektrostatiko vožnja po vsaki vrsti	V5 z elektrostatiko vožnja po vsaki drugi vrsti, povečana kapaciteta ventilatorja
Zunanji rob krošnje	0,003485 a	0,003713 a	0,003697 a
Znotraj krošnje	0,003336 a	0,002666 a	0,003299 a

Povprečja označena z enako črko pri posameznem načinu škropljenja se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$).

Tudi pri depozitu tartrazina na plodovih imamo veliko izenačenost med levo in desno stranjo pri V1 in nekaj večjo razliko pri uporabi elektrostatike (V2). Pri V5 pri škropljenju preko dveh vrst je depozit na desni strani večji kot na levi strani dreves (preglednica 18).

Preglednica 18: Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v $\mu\text{g/cm}^2$ na plodovih med različnimi točkami v drevesu pri sistemu vožnje po vsaki drugi vrsti in z uporabo elektrostatike.

	V1 brez elektrostatike vožnja po vsaki vrsti	V2 z elektrostatiko vožnja po vsaki vrsti	V5 z elektrostatiko vožnja po vsaki drugi vrsti, povečana kapaciteta ventilatorja
Levo skupaj	0,002525 a	0,002584 a	0,001456 a
Desno skupaj	0,002419 a	0,003336 b	0,002349 a

Povprečja označena z enako črko pri posamezni analizirani strani krošnje se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey testa ($P < 0,05$).

3.4 Analiza količine pridelka

101

Preglednica 19 prikazuje rezultate glede analize pridelka. Vidno je razmerje med deležem povsem zdravih plodov in plodov, ki so bili okuženi od povzročiteljev bolezni in napadeni od škodljivcev. Glede skupnega pridelka na ha se obravnavanja ne razlikujejo, tudi razlika glede pridelka zdravih plodov brez okužb ali poškodb se ne razlikuje statistično značilno, čeprav je pri V2 pridelek malo manjši. To je težava majhnega števila ponovitev (4) in morebitne neizenačenosti nasada in verjetno ni posledica sistema škropljenja.

Razlike med obravnavanji V1, V2 in V5 glede višine skupnega pridelka jabolk niso bile značilne. Pri V2 je bil pridelek nekaj manjši a ni bil značilno manjši in vzrok za zmanjšanje verjetno ni bil v sistemu škropljenja, temveč v neizenačenosti dreves po različnih delih nasada. Največji odstotek zdravih plodov brez okužb in sicer po izgledu ustreznih za I. razred je bil pri V5 (63,5 %). Pri V5 smo tako pridelali 30904 kg prvorazrednih jabolk na ha. Pri V2 28405 kg/ha in pri V1 28492 kg/ha. Razlike niso bile statistično značilne. Glede na višino pridelka prvorazrednih jabolk lahko sklepamo, da se je škropljenje preko dveh vrst dobro obneslo in da uporaba elektrostatike pri škropljenju po vsaki vrsti ni prispevala k povišanju pridelka, oziroma k povišanju deleža prvorazrednih plodov (primerjave V1 proti V2).

Preglednica 19: Podatki o količini pridelka in o masnem deležu pridelka (%), ki je bil okužen od boleznii ali pa napaden od škodljivcev, ali pa je bil nižje kakovosti (velikost, deformacije). Obiranje 15. 9. 2022.

Obr.	Pridelek (kg/ha)	Zdravo %	Škrlup %	Zavijač %	Monilija %	Defekti %	II. razred %	Industrija %
V 1	48872 a	58,3 a	0,23 b	3,22 b	0,0 b	8,42 a	12,90 ab	16,97 a
V 2	47186 a	60,2 a	0,75 b	2,02 b	1,26 ab	8,65 a	10,08 b	17,02 a
V 5	48668 a	63,5 a	1,73 b	1,23 b	0,58 ab	6,73 a	10,98 b	15,23 a
Kontrola	29688 b	2,6 b	60,37 a	14,79 a	1,66 a	4,96 a	1,24 c	14,42 a

Povprečja označena z enako črko pri posameznem analiziranem parametru se ne razlikujejo statistično značilno glede na rezultate Tukey HSD testa ($P < 0,05$).

Pri zatiranju škrlupa ni bilo značilnega učinka uporabe elektrostatike in stopnja okužb se zaradi uporabe elektrostatike ni zmanjšala. Je pa stopnja bila zelo nizka, kar pomeni da so bile vse tri variante škropljenja visoko učinkovite in da pri tako majhni stopnji okužb razlik ni možno dobro statistično ovrednotiti. Upoštevati moramo da smo izvedli zelo veliko nanosov pripravkov. Pri zatiranju zavijača je uporaba elektrostatike nekoliko zmanjšala stopnjo napada, a ne statistično značilno. Tudi pri deležu plodov napadenem od sadne gnilobe med obravnavanji V1, V2 in V5 ni bilo razlik. Zelo zanimiv je podatek, da je pri deležu plodov, ki so imeli različne defekte (npr. poškodbe od stenice, rilčkarjev in drugih škodljivcev) bilo največ plodov pri V1 in V2. Pojav defektnih plodov ni bil enakomerno porazdeljen po celotnem nasadu. Pri deležu drugorazrednih plodov med obravnavanji ni bilo razlik. Uvrstitev v drugi razred v glavnem temelji na velikosti plodov in fizioloških motnjah in škropljenje na te dejavnike ni imelo pomembnega vpliva. Pri deležu industrijskih jabolk med obravnavanji tudi ni bilo značilnih razlik. To so v glavnem bili zelo drobni in močno mrežavi plodovi brez napada od škodljivcev in boleznii. Sem smo dali tudi drobne plodove povsem prelepljene od izločkov krvave uši.

102

4 SKLEPI

V poskusu smo pri škropljenju preko dveh vrst metodo nanosna FFS nadgradili in se odločili, da bomo pri škropljenju preko dveh vrst povečali kapaciteto ventilatorja (iz 32000 m³/h na 39000 m³/h). Upoštevati moramo da smo imeli zelo intenziven škropilni program z veliko frekvenco nanosov FFS.

Kaže, da bi škropljenje preko dveh vrst v nasadu jablan z ekološko pridelavo morda lahko bilo enakovredno škropljenju pri vožnji po vsaki vrsti, če lahko ustrezno prilagodimo kapaciteto ventilatorja. Kapaciteto ventilatorja je pri škropljenju preko dveh vrst potrebno povečati vsaj za 25%, v primerjavi s škropljenjem po vsaki vrsti. Za nasad kot je bil testni nasad, je verjetno potrebna kapaciteta ventilatorja okoli 35 000 m³/h. Potrebno bi bilo izvesti še več poskusov z drugačnimi škropilnimi programi, da bi lahko zanesljivo potrdili zastavljene hipoteze.

Upoštevati je potrebno, da je bil poskus izveden v ekološkem nasadu v letu z dokaj velikim pritiskom boleznii in škodljivcev, na občutljivi sorti in da smo v poskusu

uporabili prakso, ki jo ima sadjar in nismo naredili vseh potrebnih dodatnih prilagoditev na pršilniku. Pri sistemu V5 ob škropljenju preko dveh vrst smo uspešno obvladali tako škrlup, kot jabolčnega zavijača. Krvave uši nismo obvladali pri nobeni škropilni varianti.

5 ZAHVALA

Avtorji se najlepše zahvalujemo sodelavcem Kmetijsko gozdarskega zavoda Maribor, sodelavcem Sadjarskega centra in postaje Gačnik za sodelovanje pri izvedbi raziskave in za financiranje raziskave v okviru programa aplikativnih raziskav IVR RS. Zahvala tudi podjetju EVROSAD za vse aktivnosti v nasadu in za nudenje strojne tehnike.

6 LITERATURA

- Appah, S., Wang, P., Ou, M.X., Gong, C., Jia, W.D. 2019. Review of electrostatic system parameters, charged droplets characteristics and substrate impact behavior from pesticides spraying. *Int. J. Agric. & Biol. Eng.*, 12, 2: 1–9. <https://doi.org/10.25165/ij.ijabe.20191202.4673>
- Codis, S., Gil Moya, E., Gioelli, F., Balsari, P., Koutsouris, A., Nuyttens, D., Fountas, S., Koutsouris, M., Tsiropoulos, Z., Donkers, D., Nilsson, E. 2022. INNOSETA regional workshops: analysis of the needs for better dissemination of spraying innovations in vineyards and orchards. *Aspect Appl. Biol.*, 147, 1-10. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/362703/Mozzanini%20et%20al.%20\(2022\).pdf?sequence=1](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/362703/Mozzanini%20et%20al.%20(2022).pdf?sequence=1)
- Damalas, C.A. 2016. Safe food production with minimum and judicious use of pesticides. In: Selamat, S., Iqbal (Eds.), *Food Safety: Basic Concepts, Recent Issues, and Future Challenges*, Springer International Publishing, Cham. pp. 43-55. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39253-0_3
- European Commission, 2019. European Commission, The European Green Deal, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social, Committee and the Committee of the Regions, Brussels, Belgium. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>
- European Commission, 2020. European Commission. A Farm to Fork Strategy – for a Fair, Healthy and Environmentally-Friendly Food System, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social, Committee and the Committee of the Region, Brussels, Belgium. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A52020DC0381>
- Gil, E., Gallart, M., Gioelli, F., Balsari, P., Koutsouris, A., Codis, S., Nuyttens, D., Fountas, S. 2020. INNOSETA - an H2020 European project to fill the gap between research and professional users in crop protection. *Aspect Appl. Biol.*, 144, 211-220. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/341101>
- Mishra, P.K., Singh, M., Sharma, A., Sharma, K., Singh, B. 2014. Studies on effect of electrostatic spraying in orchards. *Agric. Eng. Int.* 16, 3, 60–69.
- Oh, J.A., Beltman, W.H., Ter Horst, M.M., Ham, S.N., Park, Y.K., Shin, J.Y., Kyung, K.S. 2021. Development of surface water exposure scenarios for risk assessment of pesticides in Korea. *Total Environ.*, 771, 144790. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144790>
- Post, S.L., Roten, R.L. 2018. A review of the effects of drop size and flow rate on the chargeability of spray drops in electrostatic agricultural sprays. *Trans. ASABE (Am. Soc. Agric. Biol. Eng.)*, 61, 1243–1248, <https://doi.org/10.13031/trans.12516>
- Salas, B., Salcedo, R., Ortega, P., Grella, M., Gi, E. 2022. Use of ultrasound anemometers to study the influence of air currents generated by a sprayer with an electronic control airflow system on foliar coverage. Effect of droplet size. *Comput. Electron. Agric.*, 202, 107381. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107381>

- Sasaki, R.S., Teixeira, M.M., Fernandes, H.C., de Barros Monteiro, P.M., Rodrigues, D.E., Batista de Alvarenga, C. Parameters of electrostatic spraying and its influence on the application efficiency. *Agri. Eng.* 60, 4. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000400005>
- Salcedo, R., Sanchez, E., Zhu, H., Fabregas, X., Garcia-Ruiz, F., Gil, E. 2023. Evaluation of an electrostatic spray charge system implemented in three conventional orchard sprayers used on a commercial apple trees plantation. *Crop Prot.* 167, 106212. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106212>
- Suárez-Jacobo, A., Alcantar-Rosales, V.M., Alonso-Segura, D., Heras-Ramírez, M., Elizarragaz-De La Rosa, D., Lugo-Melchor, O. 2017. Pesticide residues in orange fruit from citrus orchards in Nuevo Leon State, Mexico. *Food Addit. Contam.: B. Surveill.*, 10, 3, 192–199. <https://doi.org/10.1080/19393210.2017.1315743>
- Xiongkui, H., Aijun, Z., Yajia, L., Jianli, S. 2011. Precision orchard sprayer based on automatically infrared target detecting and electrostatic spraying techniques. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 4, 1, 35–40. <https://doi.org/10.3965/j.issn.1934-6344.2011.01.035-040>
- Xun, L., García-Ruiz, F., Fàbregas, X., Gil, E. 2022. Pesticide dose based on canopy characteristics in apple trees: reducing environmental risk by reducing the amount of pesticide while maintaining pest and disease control efficacy. *Sci. Total Environ.*, 826, 154204. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154204>
- Zhao, S., Castle, G.S.P., Adamiak, K. 2008. Factors affecting deposition in electrostatic pesticide spraying. *J. Electrostat.*, 66, 594–601. <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2008.06.009>