Kakovost nanosa FFS v nasadu jablan z ali brez uporabe elektrostatske podpore

Izvajalci raziskave: prof. **Mario Lešnik**, viš. pred. dr. Andrej Paušič, mag. Marjan Sirk
Izvajalci raziskave: mag. **Miklavc Jože** in sodelavci KGZMb (oddelek varstva rastlin) Izvajalci raziskave: **Biserka Donik Purgaj** mag. kmet; dr. **Matej Stopar**

UVOD

V sezoni 2022 smo ponovili raziskavo iz sezone 2021, ker smo želeli pridobiti dodatne informacije o učinkih škropljenja jablan preko dveh vrst. Ker v Sloveniji primanjkuje informacij o učinkovitosti škropljenja v trajnih nasadih z elektrostatsko podporo smo nadaljevali poskuse iz sezone 2021. Teoretična izhodišča so ostala enaka. Teoretično uporaba elektrostatskih metod poveča depozit brozge FFS na ciljnih površinah ker se kapljice z velikim površinskim nabojem bolje oprimejo, kot kapljice ki niso površinsko nabite. Zelo iskane so tudi informacije 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 pri velikem 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 posestvih uspemo nanos izvesti pravočasno. V poskusu smo testirali sistem, ki ga v praksi uporabljajo v podjetju Evrosad s tem da smo nekoliko prilagodili kapaciteto ventilatorja.

Glede na predstavljeno v uvodu 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 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.

METODE DELA

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, obsegala približno 10100 m^3 (TRV – tree row volume) in 27. 7. ko je bil izveden poskus z barvnim sledilcem tartrazin, približno 11800 m^3. Ocena za vrednost indeksa listne površine 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.

Približno 1 ha veliko površino sadovnjaka smo razdelili na poljine. V1 – poljina iz 8 vrst, kjer smo vse leto nanašali FFS z vožnjo po vsaki vrsti brez uporabe elektrostatske podpore, V2 – poljina iz 8 vrst, kjer smo vse leto nanašali FFS z vožnjo po vsaki vrsti z uporabo elektrostatske podpore, V5 – poljina iz 10 vrst, kjer smo vse leto nanašali FFS z vožnjo po vsaki drugi vrsti z uporabo elektrostatske podpore in VK – kontrolno območje na robu nasada, 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 obravnavanji v 4 ponovitvah sistematično porazdeljenih parcelic (obravnavanja v pasovih, blok pravokotno na obravnavanje). 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. Obravnavanja v različnih poskusih nimajo identičnih oznak. Pomen oznak variant je prikazan v tabeli 1.

Aplikacijska tehnika

Za aplikacijo škropilne brozge smo uporabili enak traktor New Holand T4 100F in pršilnik Zupan DT 1500 O (PE) (dva aksialna ventilatorja Ø 50 / 60 cm s cross-flow usmernikom) kot v sezoni 2021. 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 (V1-V4), 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. Prvi poskus (15.6.) smo izvedli pri temperaturi 22 ^{o}C, zračna vlaga je bila 75 % in povprečna hitrost vetra je bila 1,0 m/s vzdolžno na nasad. Drugi poskus (27. 7.) smo izvedli pri temperaturi 26 ^{o}C, zračna vlaga je bila 75 % in povprečna hitrost vetra je bila 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 28 500 na 32 000 m^3/h in pri V5 na 39 000 m^3/h). Nastavitve smo prilagodili tako, da smo v obeh primerih imeli približno enako velike kapljice (VMD okrog 70 – 85 μm). 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 elektrostat.	V3 – nanos po vsaki drugi vrsti brez uporabe elektrostat.	V4 – nanos po vsaki drugi vrsti z uporabo elektrostat.	V4 – nanos po vsaki drugi vrsti z uporabo elektrostat.
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 μm	70 μm	75 μm	75 μm	75 μm
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

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). Podatkov 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.

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 dali 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 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 (µg/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 jabolk 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 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.

Program zatiranja bolezni in škodljivcev

V preglednici 2 je viden škropilni program, ki so ga izvedli v sezoni 2022 pri ekološki pridelavi 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
Datum:	Pripravek:	Odmerek l/kg/ha	Datum:	Pripravek:	Odmerek l/kg/ha
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			

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*, *Botryiosphaeria*, *Neofabrea*, *Nectria*). Ko smo imeli plodove prebrane smo stehtali 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.

REZULTATI

Učinkovitost zatiranja bolezni in škodljivcev

Izvedli smo nekaj ocenjevanj učinkovitosti zatiranja škodljivcev in bolezni. 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.

Tabela 3: *Stopnja napada od bolezni in škodljivcev pri prvem ocenjevanju 17. 6.* 2022

Var. **17. 6.**	**% napadenih poganjkov od krvave uši** ***E. lanigerum***	**% napadenih plodov od jabolčnega zavijača** ***C. pomonella***	**% napadenih plodov od jablanovega škrlupa** ***V. inaequalis***	**% napadene površine plodov od jablanovega škrlupa** ***V. inaequalis***	**% napadene površine listov od jablanovega škrlupa** ***V. inaequalis***
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

Pri prvem ocenjevanju ni bilo značilnih razlik med obravnavanji glede velikosti populacije krvave uši. Zatiranje ni bilo uspešno. Pri jabolčnem zavijaču se je videlo, da ga je minimalno več pri obravnavanju V5 pri škropljenju preko dveh vrst. Uporaba elektrostatike ni izboljšala stopnje zatiranja zavijača. Uporaba elektrostatike je nekoliko izboljšala zatiranje škrlupa pri V2 in ni značilno zmanjšala zatiranja škrlupa pri V5. Imeli smo veliko frekvenco uporabe ŽAB, kaj je zagotovilo visoko učinkovitost ne glede na metodo aplikacije.

Tabela 4: *Stopnja napada od bolezni in škodljivcev pri drugem ocenjevanju 14. 7.2022*

Var. 14. 7.	% napadenih poganjkov od krvave uši *E. lanigerum*	% napadenih plodov od jabolčnega zavijača *C. pomonella*	% napadenih plodov od jablanovega škrlupa *V. inaequalis*	% napadene površine plodov od jablanovega škrlupa *V. inaequalis*	% napadene površine listov od jablanovega škrlupa *V. inaequalis*
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

Pri drugem ocenjevanju so bili rezultati podobni, kot pri prvem. 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 škrlupa, in pri obravnavanju V5 zaradi škropljenja preko dveh vrst ni prišlo do zmanjšanja učinkovitosti zatiranja v primerjavi z V1 (škropljenje po vsaki vrsti).

Tabela 5: *Stopnja napada od bolezni in škodljivcev pri tretjem ocenjevanju 14. 9.2022 tik pred obiranjem*

Var. 14. 9.	% napadenih poganjkov od krvave uši *E. lanigerum*	% napadenih plodov od jabolčnega zavijača *C. pomonella*	% napadenih plodov od jablanovega škrlupa *V. inaequalis*	% napadene površine plodov od jablanovega škrlupa *V. inaequalis*	% napadene površine listov od jablanovega škrlupa *V. inaequalis*
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

Zatiranje krvave uši je bilo enako neuspešno pri vseh obravnavanjih. V kontroli se je precej povečala populacija 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.

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 tabelah 6, 7, 8 in 9.

Tabela 6: *Statistična primerjava stopnje pokrovnosti WSP (% prekrite površine) med različnimi postopki upoštevaje meritve v vseh točkah drevesa*

Povprečje vseh točk T1-T6 na levi in na desni strani (12 točk)	Leva in desna stran drevesa
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 mali veter	17,87 a
V5 - preko dveh vrst z elektrostatiko velik veter	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 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 malem vetru uporabili elektrostatsko podporo smo dobili pokrovnost enakovredno tisti pri V1. Z dodatnim povečanjem kapacitete ventilatorja na 39000 m^3/h pri V5 nismo pridobili na izboljšanju parametra pokrovnost.

Tabela 7: *Statistična primerjava števila impaktov na WSP (n/cm^2) med različnimi postopki upoštevaje meritve v vseh točkah drevesa*

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 mali veter	222,35 bc
V5 - preko dveh vrst z elektrostatiko velik veter	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 impaktov 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 ni mogla vseh prešteti, kot samostojne individualne zadetke. Pri V3 pri škropljenju preko dveh vrst se je število zadetkov značilno zmanjšalo (slabo preškropljena leva stran). Pri V4 smo zaradi uporabe elektrostatike proti V3 povečali število impaktov, ko pa smo pri V5 povečali jakost ventilatorja se je zmanjšalo število impaktov v primerjavi z V4. Pri vseh primerih je šlo za zelo kakovostno škropljenje, saj imamo za dobro delovanje pripravkov dovolj že 100 impaktov na cm^2.

Tabela 8: *Statistična primerjava stopnje pokrovnosti WSP (v %) med različnimi postopki in med levo in desno stranjo drevesa znotraj istega postopka nanosa*

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 mali veter	10,73 b B	25,00 a A
V5 - preko dveh vrst z elektrostatiko velik veter	8,89 b B	15,51 a A

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

Tabela 9: *Statistična primerjava št. impaktov na WSP (n/cm^2) med različnimi postopki in med levo in desno stranjo drevesa znotraj istega postopka nanosa*

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 mali veter	208,45 bc A	236,25 a A
V5 - preko dveh vrst z elektrostatiko velik veter	127,83 cd B	237,31 a A

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

Pri analizi števila impaktov 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 impaktov na cm^2. Pri V3 in V5 je bila velika neizenačenost med levo in desno stranjo.

Depozit barvnega sledilca tartrazin

Primerjava kakovosti nanosa depozita tartrazina na listju med levo in desno stranjo dreves

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 depozit v notranjosti krošnje pri deblu. To je bil rezultat v skladu s pričakovanji. Elektrostatika bi sicer naj izboljšala enakomernost distribucije depozita, spodaj in na vrhu dreves. 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 neizenačenost med levo in desno stranjo ostala.

Tabela 10: *Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v µg/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 Tukey HSD testa (P<0,05).

Tabela 11: *Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v µg/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 Tukey HSD testa (P<0,05).

Tabela 12: *Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v µg/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 Tukey HSD testa (P<0,05).

Tabela 13: *Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v µg/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).

Analiza leve strani krošenj kaže, da v spodnjem delu med tremi sistemi ni razlik. 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 desne strani krošnje kaže nekoliko drugačen rezultat kot je viden pri levi strani. Pri V2 je uporaba elektrostatike ponovno nekoliko povečala depozit v zgornjem delu krošnje. Pri V5 pa je prav tako prišlo do povečanja depozitov v zgornjem delu krošnje. Verjetno je tudi to učinek uporabe elektrostatike.

Tabela 14: *Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v µg/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).

Tabeli 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 škropljenje preko dveh vrst enakovredno škropljenju po vsaki vrsti.

Tabela 15: *Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v µg/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).

Tabela 16: *Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v µg/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).

Primerjava kakovosti nanosa depozita tartrazina na plodovih

Razlike glede depozita na plodovih na zunanjem ali notranjem delu krošnje med tremi sistemi izvedbe škropljenja niso bile statistično značilne. 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 in nekoliko manjši depozit v notranjosti krošnje (V2).

Tabela 17: *Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v µg/g mase na plodovih med zunanjim in 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. Pri V5 pri škropljenju preko dveh vrst je depozit na desni strani večji kot na levi strani dreves.

Tabela 18: *Statistična primerjava depozita barvnega sledilca v µg/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).

Analiza količine pridelka

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 in morebitne neizenačenosti nasada in verjetno ni posledica sistema škropljenja.

Tabela 19: *Podatki o količini pridelka in o masnem deležu pridelka (%), ki je bil okužen od bolezni 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).

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 škropljenjema, temveč v neizenačenosti dreves. 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 (primerjave V1 proti V2).

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. Pri zatiranju zavijača je uporaba elektrostatike nekoliko zmanjšala stopnjo napada, a ne statistično značilno. Tudi pri deležu plodov napadenem od monilije 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 stenic, 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 bolezni. Sem smo dali tudi drobne plodove povsem prelepljene od izločkov krvave uši.

POVZETEK

V poskusu v letu 2021 nismo uspeli potrditi postavljenih hipotez, da uporaba elektrostatike značilno izboljša uspešnost zatiranja škodljivih organizmov in da lahko škropljenje preko dveh vrst ob uporabi elektrostatike da enakovreden rezultat, kot škropljenje vsake vrste nasada jablan. So bili indici, da bi to bilo možno, a bi morali še dodatno prilagoditi parametre pršilnika (kapaciteto ventilatorja).

Izkušnje iz 2021 smo v 2022 nadgradili in smo se odločili da bomo pri škropljenju preko dveh vrst povečali kapaciteto ventilatorja (iz 32000 m^3/h na 39000 m^3/h). V poskusu v letu 2022 smo dobili nekoliko drugačne rezultate, kot v 2021. Kaže, da bi škropljenje preko dveh vrst 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 %. Za nasad kot je bil testni nasad, je verjetno potrebna kapaciteta okoli 35 000 m^3/h. Potrebno bi bilo izvesti še več poskusov z drugačnimi škropilnimi programi, da bi lahko zanesljivo potrdili tretjo hipotezo. Upoštevati je potrebno, da je bil poskus izveden v ekološkem nasadu v letu z dokaj velikim pritiskom bolezni in škodljivcev, na občutljivi sorti in da smo v poskusu uporabili prakso, ki jo ima sadjar in nismo naredili vseh potrebnih dodatnih prilagoditev. Pri sistemu V5 ob škropljenju preko dveh vrst smo uspešno obvladali tako škrlup, kot jabolčnega zavijača. Krvave uši nismo obvladali pri nobeni škropilni varianti.