

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anže KRAŠOVEC

**VPLIV RAZLIČNIH IZVEDB ŠOB NA ŠKROPILNICI
NA KAKOVOST NANOSA FITOFARMACEVTSKIH
SREDSTEV PRI OZIMNI PŠENICI (*Triticum aestivum*
L.) IN NA KROMPIRJU (*Solanum tuberosum* L.)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Anže KRAŠOVEC

**VPLIV RAZLIČNIH IZVEDB ŠOB NA ŠKROPILNICI NA
KAKOVOST NANOSA FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV PRI
OZIMNI PŠENICI (*Triticum aestivum* L.) IN NA KROMPIRJU
(*Solanum tuberosum* L.)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**EFFECT OF DIFFERENT NOZZLE TYPES ON THE
APPLICATION OF PHYTO-PHARMACEUTICAL PRODUCTS
ON WINTER WHEAT (*Triticum aestivum* L.) AND POTATO
(*Solanum tuberosum* L.)**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstvo – agronomija. Opravljeno je bilo na Biotehniški fakulteti, Oddelku za agronomijo, Katedra za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, travništvo in pašništvo. Poskusi z ozimno pšenico so bili opravljeni na polju Biotehniške fakultete v Ljubljani, poskusi z krompirjem pa na kmetiji Šimenc v Dolu pri Ljubljani. Analiza merilnih lističev (WSP) je bila opravljena na IHP Žalec.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Rajka Bernika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Katja VADNAL
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Rajko BERNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Franci Aco CELAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora: 16.9.2010

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Anže KRAŠOVEC

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 631.348:632.982.1 (043.2)
KG	kmetijska mehanizacija/šobe /nanos/odstotek pokritosti/število odtisov kapljic/škropilnica/ozimna pšenica/krompir/fitofarmacevtska sredstva
KK	AGRI N20/H01
AV	KRAŠOVEC, Anže
SA	BERNIK, Rajko (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2010
IN	VPLIV RAZLIČNIH IZVEDB ŠOB NA ŠKROPILNICE NA KAKOVOST NANOSA FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV PRI OZIMNI PŠENICI (<i>Triticum aestivum</i> L.) IN NA KROMPIRJU (<i>Solanum tuberosum</i> L.)
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XII, 38 [9] str., 2 pregl., 39 sl., 14 pril., 14 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	V poskusu smo primerjali kakovost 4 različnih šob v ozimni pšenici in krompirju. Ugotavljali smo odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na cm² na sprednjem in zadnjem delu klasa pšenice in na zgornjem, srednjem in spodnjem nadzemnem delu krompirja. Uporabili smo standardne špranjaste šobe ST, standardne vrtnične šobe TR, injektorske špranjaste šobe z enojnim curkom IDK in injektorske špranjaste šobe z dvojnim curkom TWIN. Poraba vode je znašala 400 l/ha in tlak 4 bar pri obeh poskusih. Na klasu ozimne pšenice sta obe standardni šobi ST in TR dosegli višji odstotek pokritosti in večje število odtisov kapljic na cm² kot injektorski šobi IDK in TWIN. Šoba TWIN je imela predvsem slabšo pokritost in manjše število odtisov kapljic na cm² na zadnji strani klasa. Pri vseh izvedbah šob je bila na zadnji strani klasa slabša pokritost in manjše število kapljic na cm². Pri krompirju je glede pokritosti na celotni rastlini krompirja odstopala injektorska šoba IDK, glede števila odtisov kapljic na cm² pa šoba TR. Pri šobi IDK je bila ugotovljena boljša sposobnost prodiranja predvsem v srednji in spodnji del rastline. Odstotek pokritosti se je zmanjševal od vrha proti spodnjemu delu rastline krompirja, število odtisov kapljic na cm² pa ne. Tako na pšenici kot krompirju injektorska šoba TWIN ni pokazala boljše kakovosti nanosa od ostalih izvedb šob in ni potrdila zastavljenih hipotez.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 631.348:632.982.1 (043.2)
CX farm machinery/nozzle/application/coverage value/droplet impression
number/tractor mounted sprayer/pesticides
CC AGRIS N20/H01
AU KRAŠOVEC, Anže
AA BERNIK, Rajko (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2010
TI EFFECT OF DIFFERENT NOZZLE TYPES ON THE APPLICATION OF
PHYTO-PHARMACEUTICAL PRODUCTS ON WINTER WHEAT (*Triticum
aestivum* L.) AND POTATO (*Solanum tuberosum* L.)
DT Graduation Thesis (University Studies)
NO XII, 38 [9] p., 2 tab., 39 fig., 14 ann., 14 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The trial involved a comparison of 4 different types of nozzles used with winter wheat and potato in terms of their quality. The coverage value and the droplet impression number per cm² were determined on the front and rear parts of the wheat ear, and on the upper, middle and lower parts of the potato plant. Standard ST flat spray nozzles, standard TR hollow cone nozzles, IDK flat spray injector nozzles with a single spraying jet and TWIN flat spray injector nozzles with a double spraying jet were used in the trial. With both crops, water consumption amounted to 400 l/ha and the pressure was 4 bars. In comparison with the IDK and TWIN injector nozzles, both ST and TR standard nozzles reached a higher coverage value and a higher droplet impression number per cm² on the winter wheat ear. The use of the TWIN nozzle resulted in a smaller coverage value and a lower droplet impression number per cm² on the rear part of the wheat ear, which was not consistent with the expectations. Moreover, on the rear part of the wheat ear the coverage value and the droplet impression number per cm² were smaller with all the nozzle types used in the trial. The IDK injector nozzle reached the best results in view of the coverage value of the entire potato plant, while the TR nozzle stood out in the droplet impression number per cm². The IDK nozzle demonstrated a better ability to penetrate particularly into the middle and lower parts of the plant. The coverage value decreased from the top towards the lower part of the potato plant, which, however, did not hold true for the droplet impression number. The TWIN injector nozzle did not show a better application quality on wheat and potato crops in comparison with the other nozzle types, and the hypotheses put forward were thus not confirmed.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	X
Okrajšave in simboli	XI
Slovarček	XII
1 UVOD	2
1.1 POVOD ZA DELO	2
1.2 NAMEN POSKUSA	2
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 ŠOBE	3
2.2 RAZDELITEV ŠOB	3
2.3 OZNAKA ŠOBE	3
2.4 TEHNIČNE ZAHTEVE ZA ŠOBO	4
2.5 KRITERIJI ZA POKRITOST IN BIOLOŠKO UČINKOVITOST	4
2.5.1 Zahteve glede velikosti kapljic	5
2.5.2 Število kapljic na cm², odstotek pokritosti	6
2.6 MERILO ZA OPISOVANJE KAPLJIC	6
2.7 TEHNIKE NANAŠANJA FFS	7
2.8 IZBOR ŠOB	8
2.9 ZANAŠANJE ŠKROPILNE BROZGE	8
2.10 ŠOBE S PODPORO ZRAKA	10
2.11 INJEKTORSKE ŠOBE Z DVOJNIM CURKOM	11
2.11.1 Pokritost sprednje in zadnje strani rastline pri šobah z dvojnimi curki	12
2.11.2 Vpliv hitrosti vožnje na prodiranje kapljic v rastlinski sestoj	13
3 MATERIAL IN METODE	14
3.1 ZASNOVA POSKUSA	14
3.1.1 Ozimna pšenica	14

3.1.2	Krompir	15
3.2	ŠOBE V POSKUSU	17
3.2.1	Standardna špranjasta šoba - Lechler 110-03 ST	17
3.2.2	Injektorska šoba z enojnim curkom - Lechler 110-03 IDK	18
3.2.3	Injektorska šoba z dvojnim curkom - Albuz AVI –TWIN 110-03	18
3.2.4	Standardna vrtnična šoba - Lechler 110-03 TR	19
3.3	ŠKROPILNICA	19
3.4	POSTAVITEV MERILNIH LISTIČEV	20
3.4.1	Ozimna pšenica	20
3.4.2	Krompir	22
3.5	SORTE V POSKUSU	23
3.5.1	Ozimna pšenica	23
3.5.2	Krompir	23
3.6	AGROTEHNIČNA DELA	23
3.7	MERITVE	23
3.8	STATISTIČNA ANALIZA PODATKOV	25
4	REZULTATI	26
4.1	OZIMNA PŠENICA	26
4.2	KROMPIR	29
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	33
5.1	RAZPRAVA	33
5.2	SKLEPI	36
5.2.1	Ozimna pšenica	36
5.2.2	Krompir	36
6	POVZETEK	37
7	VIRI	38

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Okvirne tehnične zahteve za šobo (Bernik, 2006: 81)	4
Preglednica 2: Število zadetkov kapljic škropilne brozge na cm ² v odvisnosti od porabe vode za nanos herbicida in povprečnega premera kapljic v curku (Lešnik, 2007: 157)	5

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Primer, kako proizvajalec šob označuje špranjasto šobo (Bernik, 2006)	4
Slika 2: Shematski prikaz VMD (Agrotop, 2010)	7
Slika 3: Okoljski dejavniki, ki vplivajo na zanos škropilne brozge (Agrotop, 2010)	8
Slika 4: Vpliv šob s podporo zraka na zanos (Agrotop, 2010)	10
Slika 5: Šoba s podporo zraka (Bernik, 2006)	10
Slika 6: Vpliv šob s podporo zraka na pokritost (Agrotop, 2010)	11
Slika 7: Prikaz vpliva vozne hitrosti na kot toka kapljic (Agrotop, 2010)	12
Slika 8: Prikaz vpliva hitrosti vožnje na prodiranja kapljic v rastlinski sestoj (Agrotop, 2010)	13
Slika 9: Načrt poizkusa	14
Slika 10: Poizkusna parcela na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (foto: A. Krašovec)	15
Slika 11: Načrt poizkusa	16
Slika 12: Poizkusna parcela s krompirjem v Zaborštu (foto: A. Krašovec)	16
Slika 13: Šobe, katere smo uporabili v poizkusu (foto: A. Krašovec)	17
Slika 14: Šoba Lechler 110-03 ST (foto: A. Krašovec)	17
Slika 15: Šoba Lechler 110-03 IDK (foto: A. Krašovec)	18
Slika 16: Šoba Albuz AVI-TWIN 110-03 (foto: A. Krašovec)	18
Slika 17: Šoba Lechler 110-03 TR (foto: A. Krašovec)	19
Slika 18: Škropilnica AGS 600 EN (foto: A. Krašovec)	20
Slika 19: Shema postavitve merilnih lističev na klas ozimne pšenice (Agrotop, 2010)	21
Slika 20: Postavitev merilnih lističev na klase ozimne pšenice v poskusu (foto: A. Krašovec)	21
Slika 21: Shema postavitve merilnih lističev na rastlino krompirja (HowStuffWorks, 2010)	22
Slika 22: Postavitev merilnih lističev na rastlino krompirja v poskusu (foto: A. Krašovec)	22
Slika 23: Program APA 2005 V5.1 (posnetek zaslona: A. Krašovec)	24

Slika 24: Merilni lističi (foto: A. Krašovec)	24
Slika 25: Analiza podatkov v programu Microsoft Excel 2007 (posnetek zaslona: A. Krašovec)	25
Slika 26: Odstotek pokritosti klasov ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.	26
Slika 27: Število odtisov kapljic (na cm ²) na klasih ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.	26
Slika 28: Odstotek pokritosti prednje strani klasa ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob	27
Slika 29: Število odtisov kapljic na prednji strani klasa ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.	27
Slika 30: Odstotek pokritosti zadnje strani klasa ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob	28
Slika 31: Število odtisov kapljic na zadnji strani klasa ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.	28
Slika 32: Odstotek pokritosti rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.	29
Slika 33: Število odtisov kapljic (na cm ²) na rastlini krompirja z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob	29
Slika 34: Odstotek pokritosti vrha rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.	30
Slika 35: Število odtisov kapljic (na cm ²) na vrhu rastline krompirja z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob	30
Slika 36: Odstotek pokritosti sredine rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.	31
Slika 37: Število odtisov kapljic (na cm ²) na sredini rastline krompirja z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob	32
Slika 38: Odstotek pokritosti na spodnjem delu rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.	31
Slika 39: Število odtisov kapljic (na cm ²) na spodnjem delu rastline krompirja z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob	32

KAZALO PRILOG

Priloga A: Ozimna pšenica

Priloga A 1: Odstotek pokritosti

Priloga A 2: Število odtisov kapljic na površino

Priloga A 3: Odstotek pokritosti na prednji strani klasa

Priloga A 4: Število odtisov kapljic na prednji strani klasa

Priloga A 5: Odstotek pokritosti na zadnji strani klasa

Priloga A 6: Število odtisov kapljic na zadnji strani klasa

Priloga B: Krompir

Priloga B 1: Odstotek pokritosti

Priloga B 2: Število odtisov kapljic na površino

Priloga B 3: Odstotek pokritosti na vrhu rastline krompirja

Priloga B 4: Število odtisov kapljic na vrhu rastline krompirja

Priloga B 5: Odstotek pokritosti na sredini rastline krompirja

Priloga B 6: Število odtisov kapljic na sredini rastline krompirja

Priloga B 7: Odstotek pokritosti na spodnjem delu rastline krompirja

Priloga B 8: Število kapljic na spodnjem delu rastline krompirja

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ST – standardna špranjasta šoba

IDK – injektorska šoba z enojnim curkom

TWIN – injektorska šoba z dvojnim curkom

TR – standardna vrtnična šoba

FFS – fitofarmacevtska sredstva

TH – šoba TurboDrop HiSpeed – injektorska standardna šoba z dvojnim curkom

SLOVARČEK

CV – coverage value: odstotek pokritosti

VMD – volume mean diameter: povprečni volumski premer

WSP – water sensitive paper: vodno občutljivi lističi

ISO – international organization for standardization: internacionalna organizacija za standardizacijo

Venturi efekt – temelji na padcu pritiska nekomprimerane tekočine, če le ta teče skozi zožan kanal. Pri tem se mora htrost vode povečati, da se ohrani kinetična energija vode. Na osnovi Venturijevega efekta se tako v šobo dovaja zrak in s tem ustvarja potrebno mešanico škropilne brozge in zraka.

BBCH – je lestvica s pomočjo katere se določi fenološki razvoj rastline. Okrajšava BBCH izhaja iz: **B**undesanstalt, **B**undessortenamt and **C**hemical industry.

BBCH 61 – fenološka faza začetka cvetenja ozimne pšenice, določena po BBCH lestvici

1 UVOD

Povečanje velikosti kmetij, težnja po večji gospodarnosti pridelave in vedno bolj kemično usmerjenemu varstvu rastlin zahtevajo sodobne škropilnice z veliko površinsko storilnostjo v kratkem času. Sem sodi tudi uporaba sodobnih škropilnih šob. Običajno je pri kemičnem varstvu rastlin potrebno uporabiti več različnih šob in ne samo ene. Standardne špranjaste šobe ne izpolnjujejo več zahtev glede zanašanja z vetrom, zato jih je potrebno zamenjati z drugimi. Sodobne injektorske šobe imajo dober učinek in zmanjšajo zanašanje kapljic škropiva z vetrom. Zaradi tega so v današnjem času nujno potrebne za kvalitetno škropljenje. Naraščajoči stroški v kmetijstvu silijo tržne pridelovalce k zmanjšanju porabe FFS. To je mogoče doseči z uporabo primernih šob ter zmanjšanjem porabe vode na hektar (Schenk, 2009).

1.1 POVOD ZA DELO

Pri nanosu FFS na ciljno površino je pomembnih več dejavnikov. Med njimi izstopajo velikost kapljic, odstotek pokritost in število odtisov kapljic na cm^2 . Posebej pomembna je tudi pokritost na zadnji strani rastline. Na trgu obstaja veliko različnih izvedb sodobnih šob, za katere pa ne vemo natančno, kakšna bo kvaliteta nanosa na ciljno površino pri različnih kmetijskih rastlinah in v različnih razmerah. Zaradi tega smo se odločili za poskus na ozimni pšenici in jedilnem krompirju, pri katerih smo ugotavljali kakovost nanosa FFS na ciljno površino pri uporabi različnih izvedb šob. Uporabili smo naslednje tipe šob z enakim pretokom:

- standardna špranjasta šoba (ST)
- standardna vrtnična šoba (TR)
- injektorska špranjasta šoba (IDK)
- injektorska špranjasta šoba z dvojnimi curki (TWIN).

Vozna hitrost je bila pri uporabi vseh štirih različnih izvedb šob 4,1 km/h.

1.2 NAMEN POSKUSA

Namen poskusa je bil ugotoviti:

- vpliv uporabe štirih različnih izvedb šob na kakovost nanosa FFS na sprednji in zadnji strani klasa v ozimni pšenici in
- vpliv uporabe štirih različnih izvedb šob na kakovost nanosa FFS na zgornjem, srednjem in spodnjem delu rastline krompirja.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

- Pri uporabi injektorske špranjaste šobe z dvojnimi curki bomo dosegli boljšo pokritost na prednji in zadnji strani klasa ozimne pšenice.
- Pri uporabi injektorske špranjaste šobe z dvojnimi curki bomo dosegli več odtisov kapljic na cm^2 predvsem na zadnji strani klasa ozimne pšenice.
- Pri uporabi standardne špranjaste in standardne vrtnične šobe bomo dosegli boljši odstotek pokritosti in več odtisov kapljic na cm^2 na prednji strani klasa ozimne pšenice.
- Na zadnjem delu klasa bo nižji odstotek pokritosti in manj odtisov kapljic na cm^2 kot na prednjem delu klasa.
- Injektorska špranjasta šoba TWIN bo izkazala najboljšo kakovost nanosa na klas pšenice.
- Pri uporabi injektorske špranjaste šobe z dvojnimi curki bomo dosegli večjo pokritost v zgornjem, srednjem in spodnjem delu rastline krompirja.
- Pri uporabi injektorske špranjaste šobe z dvojnimi curki bomo dosegli boljši odstotek pokritosti ter več odtisov kapljic na cm^2 v srednjem in spodnjem delu rastline.
- Pri uporabi standardne klasične in standardne vrtnične šobe bomo dosegli več odtisov kapljic na cm^2 na vrhu rastline krompirja.
- Odstotek pokritosti in število odtisov kapljic na cm^2 bo padal od vrha proti spodnjemu delu rastline krompirja.
- Injektorska špranjasta šoba TWIN bo izkazala najboljšo kakovost nanosa na celotno rastlino krompirja.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ŠOBE

Šobe imajo posebno nalogo, da tekočinski tok, ki vsebuje določeno koncentracijo aktivne kemične snovi, enakomerno porazdelijo po ciljni površini. Enakomernost porazdelitve tekočine se najlažje in tehnično izvedljivo doseže s pretvorbo toka v kapljice. Nanos aktivnega kemičnega sredstva na rastlino – ciljno površino – je tehnično težko izvedljiv predvsem zaradi majhne količine sredstva, ki je porazdeljeno v vodi.

Glavna naloga šobe je pretvarjanje hidravlične energije v kinetično energijo z obliko curka kapljic, ki se gibljejo z določeno hitrostjo. Sama velikost šobe vpliva na pretok. Zato se uporablja tudi za natančno odmerjanje količine apliciranega sredstva oziroma suspenzije. Dezintegracija tekočine predstavlja postopek, pri katerem se pretrgajo medmolekularne vezi tekočine, ki se razdeli na kapljice. Na intenzivnost postopka vplivata dva bistvena parametra: fizikalno kemične lastnosti tekočine in tehnične lastnosti šobe. Od fizikalno kemičnih lastnosti imajo največji vpliv: površinska napetost v tekočini, viskoznost tekočine in hlapljivost (volatilnost). Tekočina naj bi imela viskoznost manjšo kot 10^{-4} m²/s in površinsko napetost od 0,2 do 0,8 mN/m² (Bernik, 2006).

2.2 RAZDELITEV ŠOB

Šobe razdelimo po obliki curka: stožčasti curek, pri katerem je stožec lahko poln kapljic, votel, vrtničast ali tok tekočine, pri katerem se kapljice nahajajo samo v plašču curka. Kapljice se razdelijo naključno – ne po nekem pravilu. Šoba z vrtničastim votlim stožcem deluje pri višjih tlakih, od 15 do 60 bar, in pretokih od 0,5 do 4,5 l/min. Za točnejšo porazdelitev kapljic se uporabljajo špranjaste šobe, ki imajo pahljačasti curek v obliki trikotnika s kotom od 60° do 120°. Tlak delovanja šobe je od 2 do 4 bar in pretok od 0,5 do 4 l/min. Odbojna šoba ima nasproti odprtine iztoka curka ravno površino, kjer se tekočinski tok razdeli v kapljice. Kot pahljače kapljic je okoli 170°, odvisno od oblike odbojne površine (Bernik, 2006).

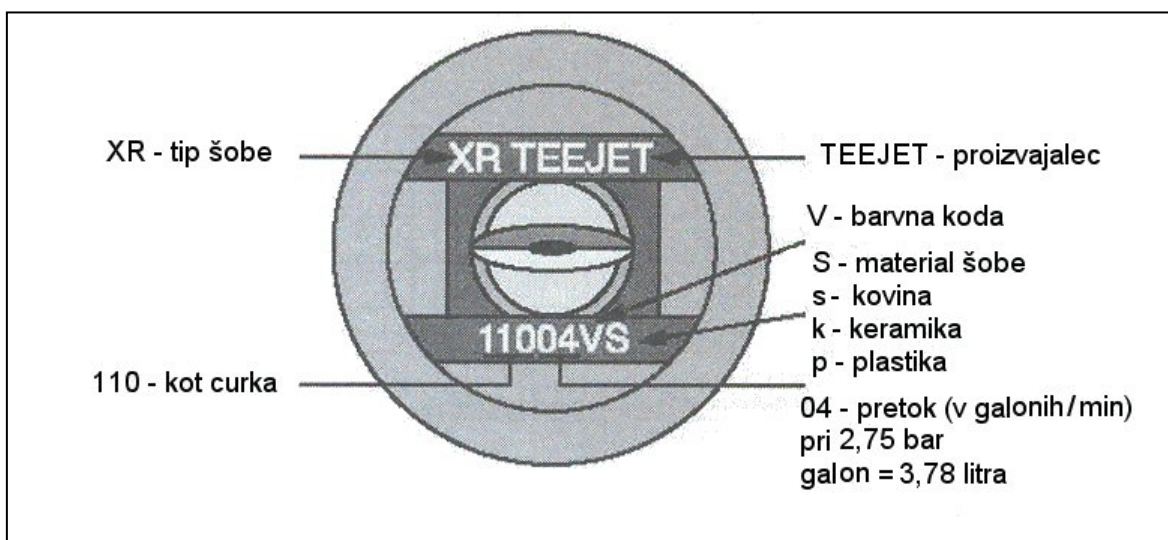
2.3 OZNAKA ŠOBE

Oznaka šobe je sestavljena iz:

- tipa šobe
- kota škropilnega curka
- pretoka šobe
- materiala šobe.

Na šobi je označen tip šobe v povezavi z imenom proizvajalca. Proizvajalci šob imajo pri oznakah vedno še dodatne specifične oznake šob, ki jih je vedno dobro upoštevati, da bi dosegli čim boljšo uporabo za točno določen namen. Pomen dodatnih oznak mora biti podan vedno ob nakupu ali namestitvi šob na napravo. Pretok šobe je podan v galonah na

minuto (galon = 3,78 litra), ki pa je točno določen šele s tlakom, pri katerem šoba deluje. Pri točni določitvi je potrebno pretok odčitati iz priloženih tabel. Proizvajalci šob so glede na pretok šob določili enotno barvo šobe. Določitev barve šobe v povezavi s pretokom je določena s standardom ISO 10625. Škropilni odmerek naprave je po standardu določen ob pogojih: razmik šob na škropilni letvi je 50 cm, tlak škropljenja je podan v šobnem vložku, temperatura tekočine je 20 °C (Bernik, 2006).



Slika 1: Primer, kako proizvajalec šob označuje špranjasto šobo (Bernik, 2006)

2.4 TEHNIČNE ZAHTEVE ZA ŠOBO

Za škropljenje se v večini primerov uporabljajo hidravlični načini razprševanja, kar pomeni, da se zaradi tlaka v tekočini in oblike izstopne odprtine v šobi oblikuje določeno število in velikost kapljic (Bernik, 2006).

Preglednica 1: Okvirne tehnične zahteve za šobo (Bernik, 2006: 81)

Vrsta FFS	Okvirna velikost kapljice (mm)	Število kapljic na površino (kapljic/cm ²)	Tlak delovanja šobe (bar)
Herbicidi	0,3 – 0,5	20 – 40	2 do 7
Fungicidi	0,1 – 0,3	50 – 70	5 do 10
Insekticidi	0,1 – 0,3	20 – 30	5 do 10

2.5 KRITERIJI ZA POKRITOST IN BIOLOŠKO UČINKOVITOST

Če želimo, da je aplicirano sredstvo (FFS) učinkovito, moramo le-to dozirati z veliko natančnostjo na ciljno površino. Z uporabo visoko natančnih šob, ki so kategorizirane kot natančno dozirne ter uniformne (uniformna distribucija apliciranega sredstva), lahko dosežemo postavljeni cilj.

Količina vode, ki jo uporabimo pri apliciranju določenega FFS, je navadno natančno podana s strani proizvajalca FFS. Vendar pa je pomembno vedeti, da moramo pri manjši porabi vode izbrati šobe z manjšim pretokom. Te šobe delujejo pod večjimi tlaki. Posledično so zato toliko bolj občutljive na zanašanje. Tako sta glavna kriterijia za pokritost in biološko učinkovitost; odstotek pokritosti ter velikost kapljic (Lechler, 2010).

2.5.1 Zahteve glede velikosti kapljic

Pri nanosu škroplilne brozge na ciljno površino je ključnega pomena velikost kapljic. Glede na to se uporabljajo številne konstrukcijske rešitve šob, s katerimi bi na enostaven način dosegli enake velikosti kapljic oziroma kapljice oblikovali tako, da bi dosegle zaželen namen nanašanja. Eden od teh načinov so tudi šobe, ki delujejo s pomočjo zraka (Agrotop, 2010).

Številna FFS imajo specifične zahteve glede porabe vode in velikosti kapljic. Pri mnogih so zahteve v navodilih za uporabo natančno navedene, a ne pri vseh.

Velike kapljice lahko ustvarimo z uporabo šobe z zmanjšanim zanosom ali z izrazitim zmanjšanjem delovnega tlaka pri uporabi standardne šobe. V katalogih proizvajalcev šob imamo natančne navedbe glede optimalnega delovnega tlaka za posamezno šobo. Tlaka ne smemo preveč zmanjšati, ker se potem spremeni spekter kapljic. To velja za vse vrste šob. Z zmanjšanjem tlaka se zmanjša število kapljic in število zadetkov kapljic na površinsko enoto. Če število zadetkov pade pod 30 zadetkov na cm^2 , se zmanjša učinkovitost kontaktnih herbicidov in tudi nekaterih sistemičnih. Prikaz vpliva velikosti kapljic in količine porabljene vode na število zadetkov kapljic je podan v preglednici 2. Tako lahko vidimo, da je kritična meja za kakovostno delo pri 400 μm velikih kapljicah in porabi vode pod 100 l/ha. Če želimo zaradi omejevanja zanosa uporabljati velike kapljice, mora povečanju velikosti kapljic slediti povečanje porabe vode ali obratno. Tako je na primer škropljenje s 450 μm velikimi kapljicami pri porabi vode 75 l/ha že popolnoma neustrezno za kakovostno delovanje mnogih herbicidov.

Pri škropljenju v stadiju vznika plevelov (posebej pri prosastih travah) se zgodi, da nekaterih plevelov s kapljicami sploh ne zadenemo. To povzroči izrazito zmanjšanje učinkovitosti. Če škropimo s 450 μm velikimi kapljicami pri 350 l vode na hektar, se učinkovitost ne zmanjša. Zaradi povečane količine vode dobimo še vedno dovolj veliko število zadetkov kapljic (Lešnik, 2007).

Preglednica 2: Število zadetkov kapljic škroplilne brozge na cm^2 v odvisnosti od porabe vode za nanos herbicida in povprečnega premera kapljic v curku (Lešnik, 2007: 157)

Premer kapljice (μm)	Poraba vode na hektar		
	45 l/ha	90 l/ha	180 l/ha
	Število zadetkov na cm^2		
200	100 – 120	220 – 240	435 – 460
300	30 – 40	60 – 70	130 – 140
400	12 – 18	25 – 30	55 – 65
500	6 - 9	12 – 18	25 – 35

2.5.2 Število kapljic na cm², odstotek pokritosti

Pridelovalci se izogibajo nakupu različnih šob zaradi večjih stroškov. Z eno šobo želijo zadovoljiti vse potrebe. Sodobne škropilnice imajo v vrtilni glavi vgrajene vsaj tri vrste šob. Pretok standardnih šob in šob z zmanjšanim zanosom z enako barvno kodo je pri enakem tlaku enak. Razlika je le v velikosti kapljic.

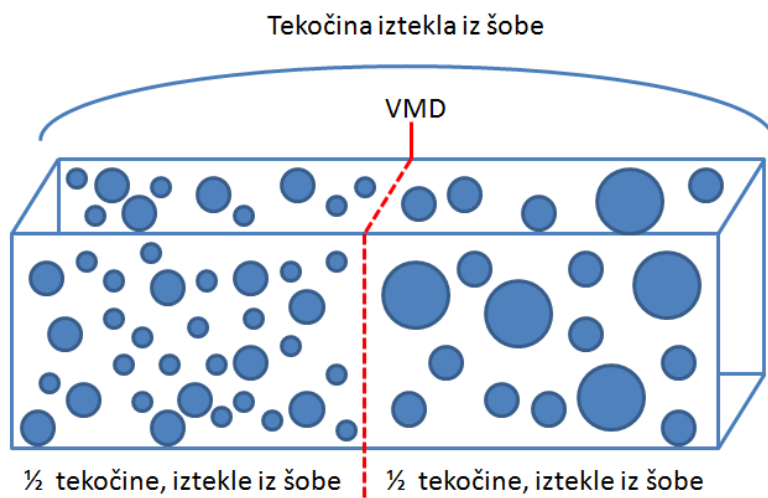
Dejanska porazdelitev kapljic po ciljni površini ali površini, kamor se nanašajo kapljice, se ugotovi z namestitvijo vodno občutljivih lističev na mesto, kjer želimo ugotoviti porazdelitev kapljic po površini, pokritost površine, združevanje kapljic – odtekanje tekočine. Glede na to ugotovitev moramo izbrati primerne šobe za nanašanje FFS.

Izmed standardnih šob so najprimernejše tiste za delo z nizkimi tlaki. Pri nizkem tlaku imajo izenačeno porazdelitev po vsej širini curka. Pri tlaku pod 1 bar večina navadnih standardnih šob ne deluje kakovostno. Za aplikacijo FFS pri škropilnicah zmernih delovnih širin 12 do 24 metrov in pri vozni hitrosti do 10 km/h so bolj optimalne standardne šobe razreda ISO 03 (modra ISO barvna koda) in šobe z zmanjšanim zanosom razreda ISO 02. Standardne šobe ISO 03 imajo pretoke od 0,7 do 1 l/min pri tlaku od 1 do 2 bara. Velikosti kapljic pri standardnih šobah v delovnem območju ISO 03 znašajo od 210 do 250 µm in pri šobah z zmanjšanim zanosom tega razreda od 380 do 750 µm. Število kapljic na cm² pri standardnih šobah znaša v tem območju med 95 in 250 na cm² in pri šobah z zmanjšanim zanosom med 65 in 140 na cm².

Stopnja pokritosti s škropilno brozgo znaša v tem območju pri standardnih šobah med 35 in 55 odstotkov in pri venturi šobah z zmanjšanim zanosom 45 do 70 odstotkov (Lešnik, 2007).

2.6 MERILO ZA OPISOVANJE KAPLJIC

Kot merilo za opisovanje spektra kapljic, ki jih oddaja neka šoba, uporabljamo VMD-vrednost. Vrednost VMD – povprečni volumski premer – je statistična vrednost, ki nam pove, kakšen je statistični mejni premer kapljic. Mejni premer je tista velikost premera kapljic, pri katerem je 50 odstotkov tekočine izteklo iz šobe v obliki kapljic, večjih od mejnega premera, in 50 odstotkov v obliki kapljic s premerom, manjšim od vrednosti VMD. Praktično to pomeni, da pri neki šobi, ki ima na primer VMD vrednost 270 µm, 50 odstotkov tekočine izteče v obliki kapljic, manjših od 270 µm (npr. v razponu od 25 do 269 µm), in 50 odstotkov tekočine v obliki kapljic, večjih od 270 µm (npr. v razponu od 271 do 450 µm). VMD vrednost ni realen izmerjen premer kapljic, temveč je teoretična statistika, dobljena s posebnim laserskim postopkom meritve velikosti kapljic. Za analizo škropilnih curkov se uporabljata tudi statistični vrednosti DV 10 = DV 0,1 in DV 90 = DV 0,9. Prva pove, da je 10 odstotkov tekočine v obliki kapljic, večjih od nekega premera, in druga, da je 90 odstotkov tekočine v obliki kapljic, manjših od nekega premera. Tako lahko pri zgoraj podanem primeru šobe DV 0,1 znaša 70 µm, DV 0,9 pa 395 µm (Lešnik, 2007).



Slika 2: Shematski prikaz VMD (Agrotop, 2010)

2.7 TEHNIKE NANAŠANJA FFS

FFS lahko nanašamo na številne načine. Najpogostejši postopek je škropljenje in pršenje. Manj pogosto jih nanašamo s posipavanjem granulatov, z zalivanjem, injektiranjem plinov ali tekočin v tla, premazovanjem ali vbrizgavanjem v rastline. Pri delu moramo upoštevati določena pravila, ki zagotavljajo največji možni biotični učinek in največjo možno varstvo zdravja ljudi in narave. Pri postopkih nanosa iščemo kompromis med doseganjem visoke biotične učinkovitosti in zmanjšanjem onesnaževanja okolja. S kakovostno in pravočasno aplikacijo lahko zmanjšamo odmerke in število uporab FFS, s čimer zmanjšamo stroške pridelovanja in razbremenimo okolje.

FFS večinoma apliciramo skozi šobe. Šobe na škropilni letvi odločilno vplivajo na namestitev tekočine – kapljic na ciljno površino. Oddaljenost šobe od ciljne površine ima velik vpliv na enakomernost porazdelitve kapljic po površini. Posamezni škropilni curki se morajo med sabo prekrivati pod določenim kotom. Oddaljenost šobe od ciljne površine je določena glede na kot pahljače curka oziroma tipa šobe. Različne oddaljenosti šob imajo tudi različno porazdelitev tekočine.

Enakomernost porazdelitve tekočine se vrednoti s koeficientom variacije (CV). Velikost koeficienta $CV < 10 \%$ pomeni dobro porazdelitev; 10 odstotkov do 15 odstotkov slabo porazdelitev, $CV > 15 \%$ pomeni neprimerno porazdelitev tekočine po ciljni površini. Koeficient variacije se izračuna iz pretoka posameznih šob (Bernik, 2006).

2.8 IZBOR ŠOB

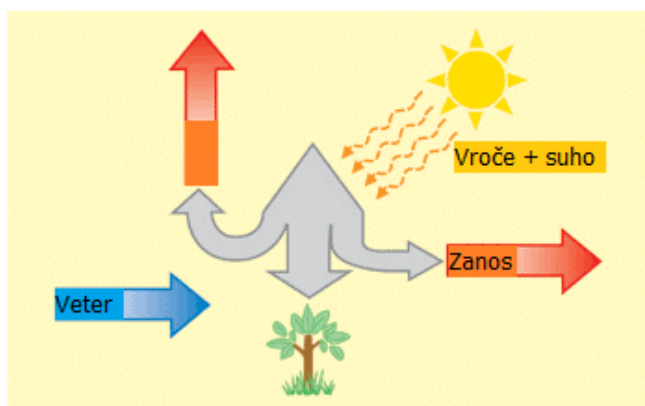
V tržni pridelavi, kjer je pomembna vsaka podrobnost, izbiri šob posvečamo veliko pozornosti. Osnovni dejavniki, ki vplivajo na izbor šob, so: vrsta uporabljenega FFS, kemična skupina FFS, formulacija FFS, objekt, katerega bomo škropili, predvidena hitrost vožnje, tip škropilnice in nevarnost za zanašanje v sosednje posevke, vodotoke ali občutljive robne habitate.

Enostavna splošna priporočila glede porabe vode in glede izbire tipa šobe je težko pripraviti, ker je končni učinek FFS odvisen od mnogoterih interakcij med zgoraj navedenimi dejavniki. Količina porabljene vode mora praviloma slediti objektu oziroma rastlini, katero škropimo.

Z večanjem porabe vode se daljša čas škropljenja, razen če ne povečamo pretoka uporabljenih šob. Uravnavanje razmerja med hitrostjo vožnje in pretokom šob mora slediti ciljni porabi vode in ustvarjanju kapljic, večjih od 150 μm . Delovni tlak nad 2 bara pri standardnih šobah ISO skupine 02–03 ni ustrezen, ker se takrat začne povečevati delež drobnih kapljic. Optimalni delovni tlak standardnih šob in šob z zmanjšanim zanosom enake ISO skupine ni enak kljub enakim pretokom. Pri šobah z zmanjšanim zanosom ISO skupine 02–03 je optimalen nekoliko višji tlak, približno med 3,5 in 5 barov, odvisno od konstrukcijskih značilnosti šob. Za nanos herbicidov najpogosteje uporabljamo simetrične šobe s polnim trikotnim ali trapeznim curkom (izstopni kot med 110 do 130°). Ostale oblike šob so prilagojene posebnim nanosom. Ozkokotne šobe (20 do 30°) uporabljajo za škropljenja v trakove, asimetrične, s povečanim kotom, pa uporabljajo za delo v nasadih za nanos pod drevesi ali na neketijskih zemljiščih (Lešnik, 2007).

2.9 ZANAŠANJE ŠKROPILNE BROZGE

Pri aplikaciji FFS moramo vedno upoštevati možnost zanašanja iz območja nanosa FFS. Z izrazom zanašanje opisujemo pojave transporta FFS iz območja, kamor smo ga želeli nanesti.



Slika 3: Okoljski dejavniki, ki vplivajo na zanos škropilne brozge (Agrotop, 2010)

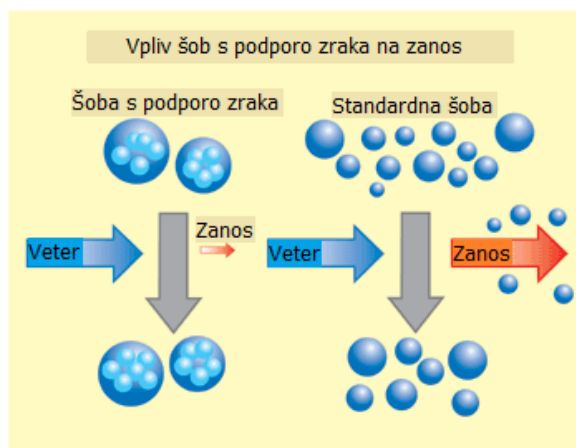
Tako razlikujemo neposreden ali aplikacijski zanos in postaplikacijski zanos. Aplikacijski zanos je posledica gibanja zračnih tokov med škropljenjem. Ti odnesejo kapljice brozge v stran od biotičnega cilja. Pri listnih herbicidih kot zanos označimo del škropilne brozge, ki pade na tla in se ni ujel na organih rastline. Postaplikacijski zanos nastane zaradi kemičnih procesov in atmosferskih pojavov po aplikaciji. V ta okvir uvrščamo izhlapevanje FFS s površine rastlin in tal, izpiranje FFS iz tal v podtalje, premeščanje FFS z delci tal zaradi vetrne ali površinske vodne erozije ter zanos, povezan s kontaminacijo škropilne tehnike. Zadnja oblika zanosu se nanaša na ostanke aktivnih snovi, ki ostanejo v rezervoarju škropilnice ter na površini škropilnice in se sprostijo v okolje ob pranju škropilnice. Skupno lahko zanos pri povprečnih pogojih dela kmalu doseže 30 odstotkov. Nanašanje FFS s pršilniki pa je še manj primerno, saj le-ti povzročajo nadpovprečno velik zanos (Lešnik, 2007).

Zanašanje herbicidov iz območja nanašanja ima več vrst negativnih posledic: povzroči onesnaženje okolice (voda, nekmetijski habitati, bivalno okolje ...) in povzroča pojave fitotoksičnosti in onesnaženja neciljnih gojenih rastlin. Zanašanje preprečujemo z dvema osnovnima ukrepoma: z izvajanjem škropljenja v primernih vremenskih razmerah in uporabo sodobnih naprav, ki omogočajo dober nadzor velikosti kapljic škropilne brozge in usmerjanja škropilnih curkov.

Optimalne vremenske razmere za nanos FFS v pogledu temperature so v območju med 15 in 20 °C, v pogledu zračne vlage med 60 in 70 odstotkov in v pogledu vetra pri hitrosti med 0 in 2,5 m/s. Z višanjem temperature se sicer lahko poveča učinkovitost FFS, vendar se značilno poveča tudi izhlapevanje. Običajni cilj pri redukciji zanosu je zmanjšanje pod 1 odstotek na razdalji do 10 metrov od roba pridelovalnega zemljišča in pod 0,1 odstotka na razdalji 100 metrov v stran od pridelovalnega zemljišča, kadar gre za vodne vire in občutljive robne habitate (Matthews, 2000)

Velik vpliv na zanašanje ima velikost kapljic, ki jih oblikujejo šobe. Pri nanosu FFS naj bi delež kapljic, manjših od 150 µm, znašal manj kot 5 odstotkov v celotnem spektru kapljic. Kapljice s premerom manjšim od 150 µm so zelo nagnjene k zanašanju. Pri izbiri šob za nanos FFS je delež kapljic, nagnjenih k zanašanju (DD %) pomemben dejavnik izbire. Zmanjšanje dela drobnih kapljic najlažje dosežemo z znižanjem delovnega tlaka in z uporabo šob z zmanjšanim zanašanjem.

Poznamo veliko tipov šob z zmanjšanim zanašanjem. Vsem je skupna lastnost to, da oblikujejo velike kapljice s povprečnim premerom med 200 in 800 µm. Pri nekaterih šobah produkcijo izenačenih in zmerno velikih kapljic dosežemo s prilagoditvami predrazpršilne komore in izstopnega ustja šobe, pri drugih pa z vgradnjo posebnih sesalnih kanalov za vsesavanje zraka (Agrotop, 2010).

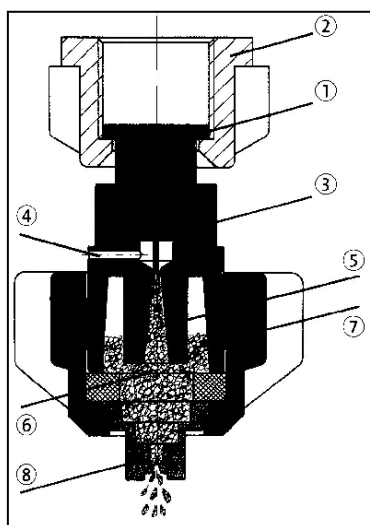


Slika 4: Vpliv šob s podporo zraka na zanos (Agrotop, 2010)

2.10 ŠOBE S PODPORO ZRAKA

Pri nanosu škropiva na ciljno površino je ključnega pomena velikost kapljic. Glede na to se uporabljajo številne konstrukcijske rešitve šob, s katerimi bi na enostaven način dosegli enake velikosti kapljic oziroma kapljice oblikovali tako, da bi dosegle zaželen namen nanašanja.

Eden od teh načinov so tudi šobe, ki delujejo s pomočjo zraka. Slika 5 prikazuje delovanje navedene šobe. V mešalnem prostoru (5) se tekočina in zrak pri veliki hitrosti mešata. Nastala turbulenca zmesi zraka in tekočine, ki se v komori (6) umiri in zajame v prostor valja (7), v katerem je tudi stalni zračni prostor. Homogena zmes zraka in tekočine prihaja skozi odprtino šobe (8) na ciljno površino. Zmes tekočine in zraka se ob izstopu iz šobe razširi in zaradi predhodno stisnjenega zraka pospešeno giblje proti ciljni površini. Večje kapljice, napolnjene z zrakom, so manj občutljive na veter, na ciljni površini se razletijo na drobnejše kapljice. Pri tem pa se boljše razporedijo po površini (Bernik, 2006).



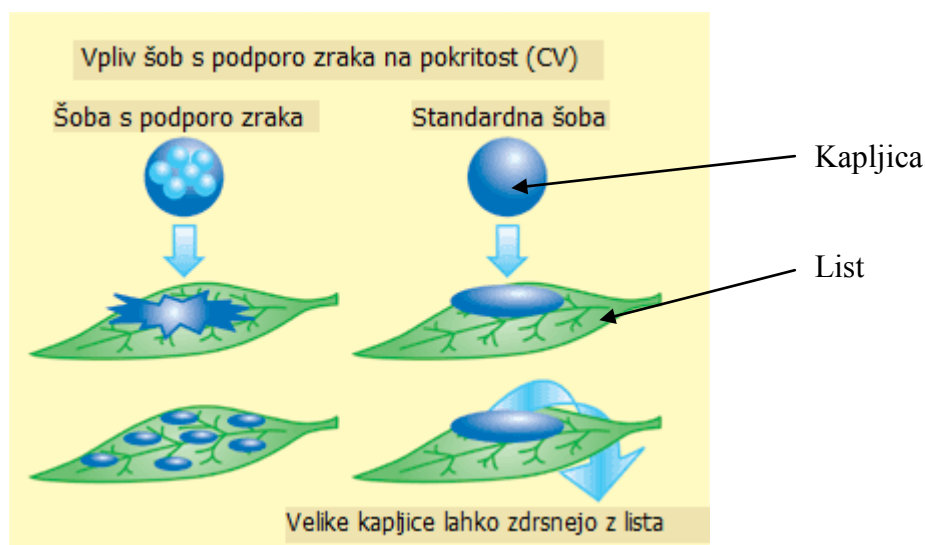
- 1 – vložek, na katerega se namesti šoba z zračnim tokom
- 2 – nosilec šobe
- 3 – odmerni vložek toka tekočine
- 4 – odprtina za dovod zraka
- 5 – zmes tekočine in zraka
- 6 – valj z zračnim prostorom
- 7 – prostor za umiritev zmesi
- 8 – šoba

Slika 5: Šoba s podporo zraka (Bernik, 2006)

Šobe s podporo zraka se še posebej priporočajo v situacijah, ko nam težave povzroča zanos škropiva.

Prednosti šob s podporo zraka so naslednje:

- omejevanje zanaša do 90 odstotkov v odvisnosti od velikosti kapljic in tlaka,
- enaka učinkovitost in pokritost kot standardne šobe kljub nižjemu tlaku,
- odlična penetracija,
- škropimo lahko tudi v manj ugodnih vremenskih razmerah,
- zmanjšana nevarnost za zanos škropiva na sosednje rastline, okolje ali osebe.



Slika 6: Vpliv šob s podporo zraka na pokritost (Agrotop, 2010)

2.11 INJEKTORSKE ŠOBE Z DVOJNIM CURKOM

Injektorska šoba z dvojnimi curki TurboDrop HiSpeed ima dva različna škropilna kota in omogoča boljšo pokritost ciljne površine s kapljicami pri višjih vozni hitrostih. Višja vozna hitrost pomeni večjo površinsko storilnost in ob boljši pokritosti ciljne površine s kapljicami tudi manjšo porabo FFS. Ob tem je pomembna poraba vode in poraba FFS na hektar. Značilnosti šobe:

- dvojni ploski curek s kotom 50° nazaj in 10° naprej
- tlak: 2 do 10 bar
- razmik med šobami: 50 cm
- odmik šob od ciljne površine: 40 do 60 cm.

Podjetje Agrotop in Visoka šola za kmetijstvo Hollabrunn sta izvedla poskusa, v katerih sta preverjala vpliv različnih šob na kakovost nanosa škropilne brozge. Opravili so dva poskusa na treh kmetijah. Prvi poskus so opravili v fazi razraščanja, drugega po cvetenju.

Variante škropljenja so bile naslednje:

1. šobe Hardi, tlak: 4 bar, 7 km/h, 400 l/ha
2. šobe HiSpeed, tlak: 5 bar, 7km/, 221 l/ha
3. šobe HiSpeed, tlak: 6 bar, 11km/, 150 l/ha
4. šobe HiSpeed, tlak: 8 bar, 15km/, 120 l/ha.

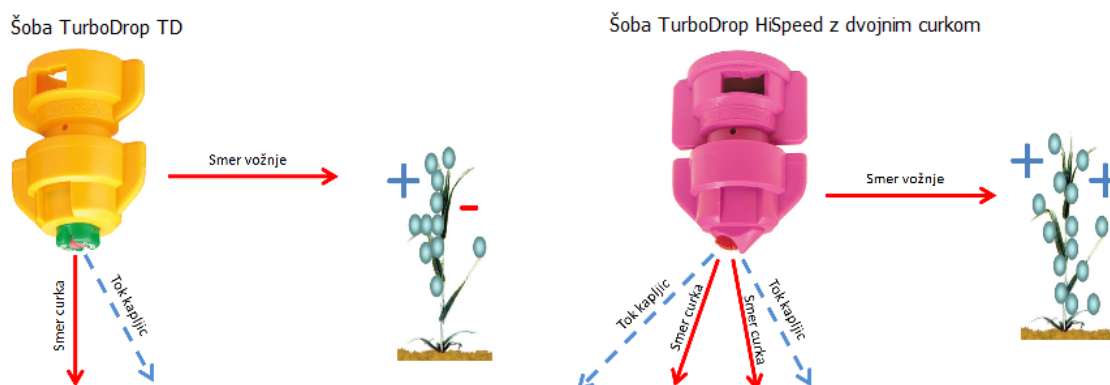
Za oprijem kapljic škropiva so uporabili WSP (water sensitive paper) lističe. V prvem poskusu so namestili te lističe na višino 25 cm, v drugem poskusu pa na višino 30 in 60 cm, in sicer na sprednjo in zadnjo stran rastlin.

Rezultati, ki so jih dobili, so bili naslednji: v 20–30 cm visoki ozimni pšenici je bila pokritost rastlin s kapljicami škropiva boljša pri uporabi HiSpeed šob v primerjavi s šobami Hardi. Pri škropljenju s tlakom 8 bar in vozno hitrostjo 15 km/h in porabo vode 120 l/ha je bila nekoliko slabša pokritost. V durum pšenici je bila pri šobi HiSpeed boljša pokritost tako zgoraj kot spodaj na rastlini v primerjavi s šobo Hardi. Razlike so bile najbolj vidne na zadnji strani rastlin, kjer je bila pokritost s šobami HiSpeed precej boljša. Pri vseh poskusih so dosegli boljšo učinkovitost, zmanjšan zanos kapljic z vetrom in večjo površinsko storilnost (Neururer in sod., 2008)

2.11.1 Pokritost sprednje in zadnje strani rastline pri šobah z dvojnimi curkom TH

Pri klasičnih špranjastih šobah je usmerjen tok kapljic naprej pod določenim kotom v smeri vožnje in ne pod kotom 90° na ciljno površino. Tako je zadnja stran rastline zelo slabo pokrita s kapljicami škropiva. Pri večjih voznih hitrostih je ta učinek še večji. Običajne šobe z dvema curkoma, ki sta usmerjena pod enakim kotom naprej in nazaj, ta učinek malo zmanjšata, vendar samo do voznih hitrosti 7–8 km/h.

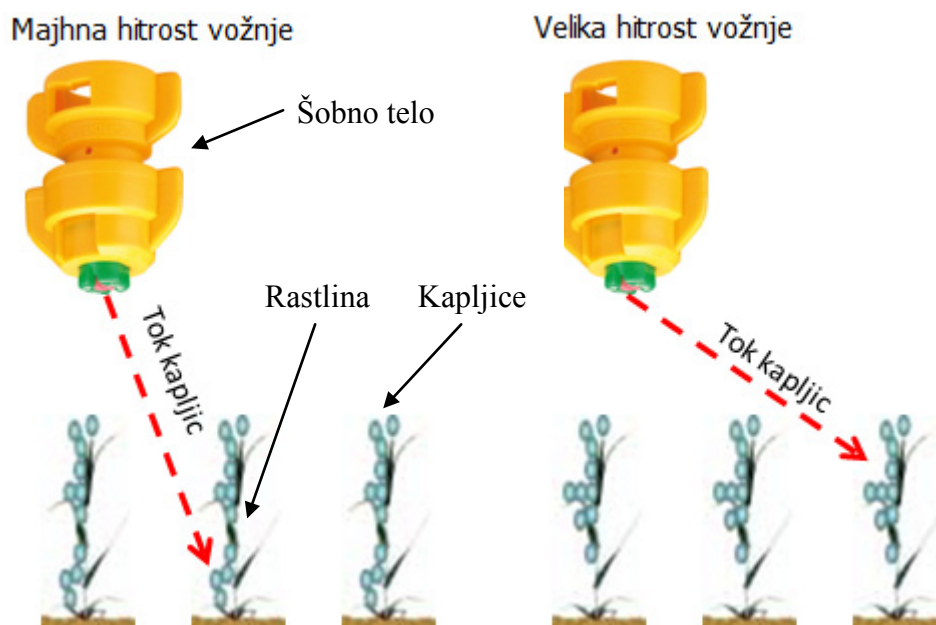
Pri šobi TurboDrop Hispeed je ta učinek boljši, saj je kot curka usmerjen nazaj precej večji, in sicer 50°, naprej pa samo 10°. Na ta način je pri določenih hitrostih tok kapljic nazaj proti rastlini manjši, naprej pa večji. Tako sta oba kota enako velika in rastlina je iz sprednje in zadnje strani enako pokrita s kapljicami škropiva (Agrotop, 2010).



Slika 7: Prikaz vpliva vozne hitrosti na kot toka kapljic (Agrotop, 2010)

2.11.2 Vpliv hitrosti vožnje na prodiranje kapljic v rastlinski sestoj

Pri majhni vozni hitrosti je bolj strm škropilni curek in boljše prodiranje v rastlinski sestoj in spodnje dele rastlin. Pri veliki vozni hitrosti je škropilni curek bolj položen in manjše prodiranje v rastlinski sestoj (Agrotop, 2010).



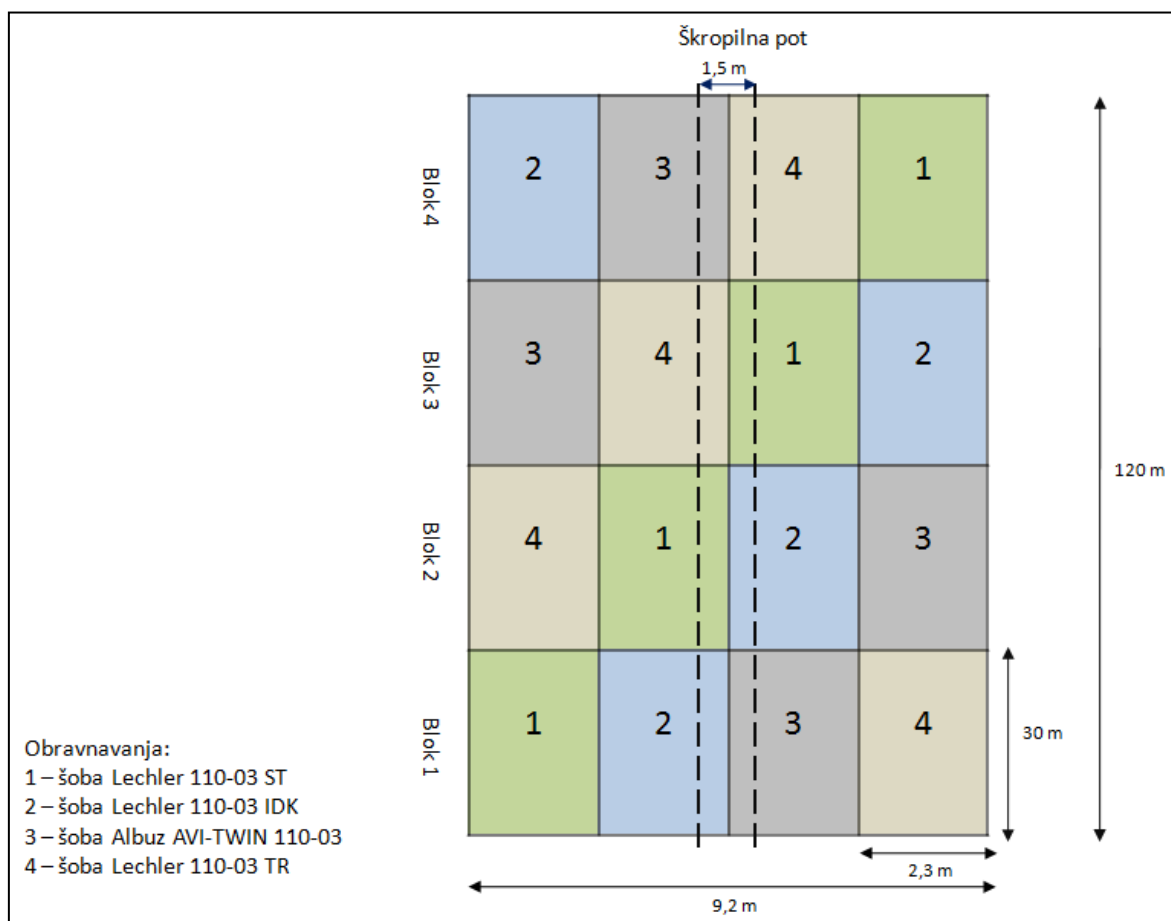
Slika 8: Prikaz vpliva hitrosti vožnje na prodiranje kapljic v rastlinski sestoj (Agrotop, 2010)

3 MATERIAL IN METODE

3.1 ZASNOVA POSKUSA

3.1.1 Ozimna pšenica

Pri pšenici je bil poskus zasnovan v obliki latinskega kvadrata s ponovitvami znotraj poskusnih enot. Število blokov je bilo 4, dolžina posameznega bloka je bila 30 m, širina posameznega bloka pa 9,2 m. Znotraj posameznega bloka smo imeli štiri obravnavanja v dolžini 30 m ter širini 2,3 m. Pri posameznem obravnavanju smo imeli štiri merilna mesta (slika 9).



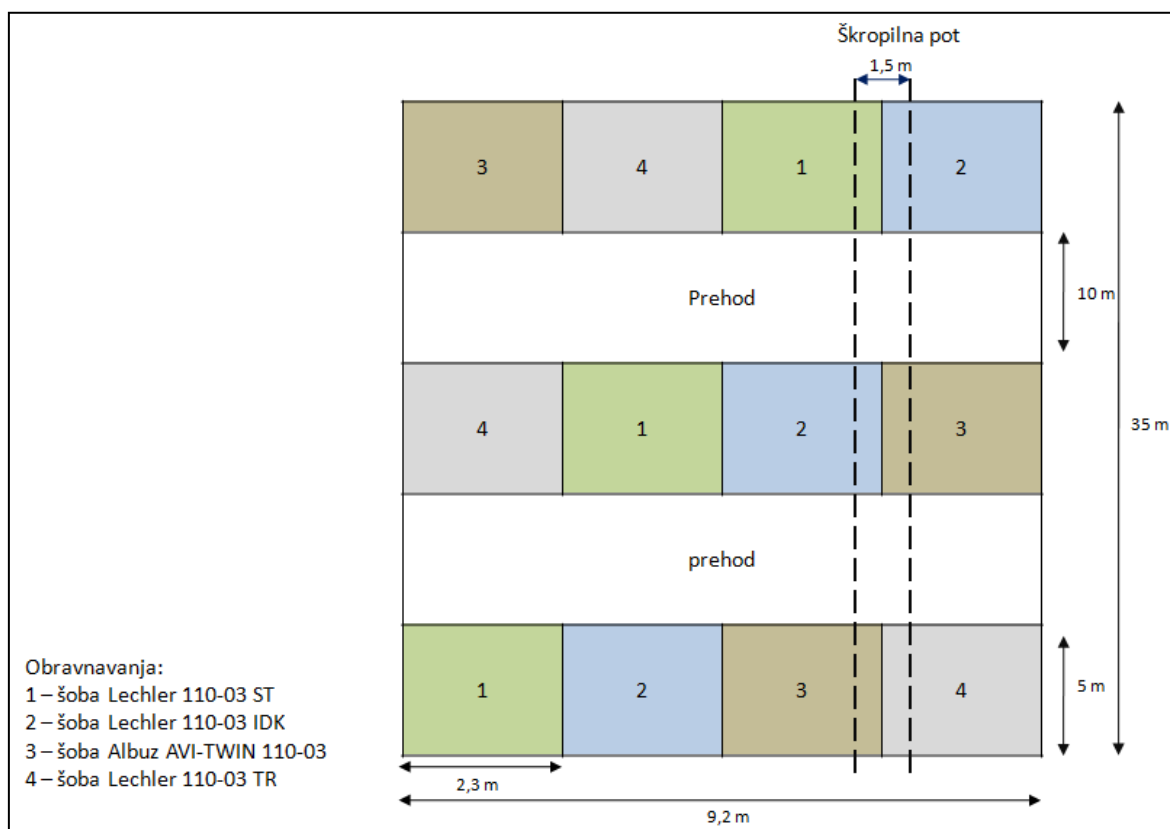
Slika 9: Načrt poizkusa



Slika 10: Poizkusna parcela na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (foto: A. Krašovec)

3.1.2 Krompir

Poskus je bil zasnovan v obliki slučajnih blokov s ponovitvami znotraj poskusnih enot. Število blokov je bilo 3, dolžina posameznega bloka je bila 5 m, širina pa 9,2 m. Med bloki so bili prehodi dolžine 10 m. Znotraj posameznega bloka smo imeli štiri obravnavanja v dolžini 5 m ter širini 2,3 m. Pri posameznem obravnavanju so bila tri merilna mesta (slika 11).



Slika 11: Načrt poizkusa



Slika 12: Poizkusna parcela s krompirjem v Zaborštu (foto: A. Krašovec)

3.2 ŠOBE V POSKUSU

V poskusu smo uporabili štiri različne tipe šob z enakim pretokom: Lechler 110-03 ST, Lechler 110-03 IDK, Albuz 110-03 TWIN ter Lechler 110-03 TR. Škropili smo z vozno hitrostjo 4,1 km/h in tlakom 4 bare. Poraba vode je znašala 400 l/ha. Na škropilni letvi so bile nameščene po štiri šobe istega tipa skupaj. V ozimni pšenici in krompirju smo uporabili enake šobe.



Slika 13: Šobe, katere smo uporabili v poizkusu (foto: A. Krašovec)

3.2.1 Standardna špranjasta šoba - Lechler 110-03 ST

Standardna špranjasta šoba škropi v ravni površini, najbolje deluje pri tlaku med 2 do 5 barov, škropi pod kotom 110°. Uporablja se jo predvsem za škropljenje s herbicidi, insekticidi, fungicidi ter rastnimi regulatorji.



Slika 14: Šoba Lechler 110-03 ST (foto: A. Krašovec)

3.2.2 Injektorska šoba z enojnim curkom - Lechler 110-03 IDK

Je šoba, ki škropi na osnovi Venturi zračne indukcije. Najbolje deluje pri tlaku med 1 do 6,2 barov, škropi pod nižjim relativnim tlakom, kot je to mogoče pri standardnih šobah ST. Šoba ima zelo majhen potencial zanosa škropiva, cevni dizajn omogoča izredno majhno možnost zamašitve, škropi pod kotom 110°.



Slika 15: Šoba Lechler 110-03 IDK (foto: A. Krašovec)

3.2.3 Injektorska šoba z dvojnim curkom - Albuz AVI –TWIN 110-03

Šoba škropi z dvema ravnima curkoma pod kotom 110°. Prvi curek je usmerjen pod kotom 30° naprej v smeri vožnje, drugi pa pod kotom 30° nazaj v smeri vožnje. Širok kot omogoča uniformno razporeditev po tleh oziroma škropljeni površini. Naklon šobe omogoča boljše penetriranje v samo rastlino. Zanos je minimalen, s pomočjo Venturijevega efekta se ustvari zračni mehurček, v katerem se nahaja škropilna brozga. Priporočen tlak je 4–7 barov.



Slika 16: Šoba Albuz AVI-TWIN 110-03 (foto: A. Krašovec)

3.2.4 Standardna vrtnična šoba - Lechler 110-03 TR

Lechler 110-03 TR je vrtnična šoba, katere oblika curka je votli stožec pod kotom 80°. Dovzetnost na zanašanje z vetrom je srednje vrednosti. Priporočen tlak je 3 do 8 bar. Šoba je zelo odporna na obrabo ter kemične substance, možnost zamašitve šobe je majhna. Šoba je odlična za kontaktne fungicide, insekticide ter rastne regulatorje, pri katerih je površinska pokritost nujna.



Slika 17: Šoba Lechler 110-03 TR (foto: A. Krašovec)

3.3 ŠKROPILNICA

Uporabili smo traktorsko nošeno škropilnico AGS 600 EN proizvajalca Agromehanika Kranj. Škropilna naprava je bila projektirana in konstruirana za nanos FFS v vodni raztopini, ki se običajno uporablja za kemično varstvo kmetijskih kultur.

Škropilnice tipa AGS 600 EN so sodobne zasnove z ozkim polietilenskim rezervoarjem (600 l), z zaobljenimi robovi, gladkimi notranjimi stenami in nagnjenim dnom. Konstrukcija škropilnice zagotavlja kratko težiščno razdaljo od traktorja do škropilnice, dobro mešanje škropiva, lahko čiščenje škropilnice ter popolno izpraznitev rezervoarja.

Škropilnico sestavljajo: nosilno ogrodje s kemično odpornim polietilenskim rezervoarjem in nalivalnim sitom, črpalka, regulator tlaka in pretoka, sesalni filter, tlačni filter, tropotni ventil in dvizni mehanizem z dvigalko. Standardna oprema obsega še dodatni rezervoar za čiščenje škropilnice po končanem škropljenju (60 l) ter rezervoar s čisto vodo za pranje rok (10 l).

Škropilne letve so dolge 12 m ter hidravlično zložljive, na šobah pa so pritrjeni membranski protikapni elementi. Med ogrodjem škropilnice ter škropilnimi letvami se nahaja mehanizem za prilagajanje terenu, kar pomeni, da so škropilne letve vseskozi

vzporedne s terenom, neodvisno od traktorja. Višino škropilnih letev se nastavlja mehansko s pomočjo ročnega vitla.



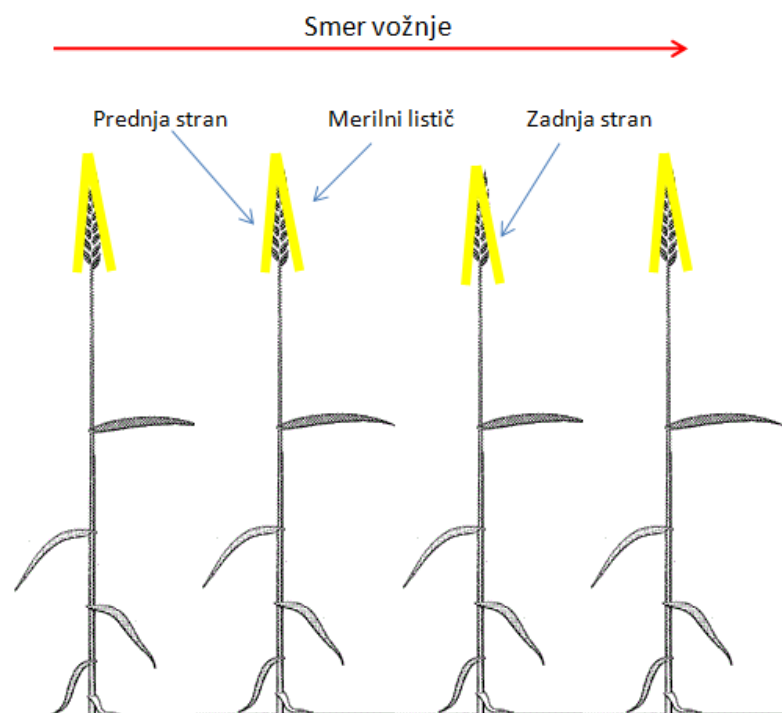
- 1 – rezervoar za izpiranje
- 2 – rezervoar
- 3 – črpalka
- 4 – tropotni ventil
- 5 – regulator tlaka ter tlačni filter z manometrom
- 6 – razvodni ventili
- 7 – sesalni filter z ventilom
- 8 – izbirni ventil
- 9 – škropilne letve

Slika 18: Škropilnica AGS 600 EN (foto: A. Krašovec)

3.4 POSTAVITEV MERILNIH LISTIČEV

3.4.1 Ozimna pšenica

Uporabili smo na vodo občutljive lističe velikosti 26 X 76 mm. Znotraj vsakega obravnavanja smo naključno izbrali štiri rastline v smeri vožnje. Merilna lističa smo pritrdili na sprednjo in zadnjo stran klasa na posamezni rastlini. Tako je bilo na vsakem obravnavanju 8 merilnih lističev, skupaj na poskusni parceli 128. Nato smo izvedli škropljenje v klas. Odtisi kapljic so se prijeli na merilne lističe. Počakali smo, da se merilni lističi posušijo, in jih položili v posebej označene ovojnice. Ozimna pšenica je bila v fenofazi BBCH 61, ko je bil začetek cvetenja (Witzenberger in sod., 1989). Škropljenje smo opravili 20.5.2009.



Slika 19: Shema postavitve merilnih lističev na klas ozimne pšenice (Agrotop, 2010)

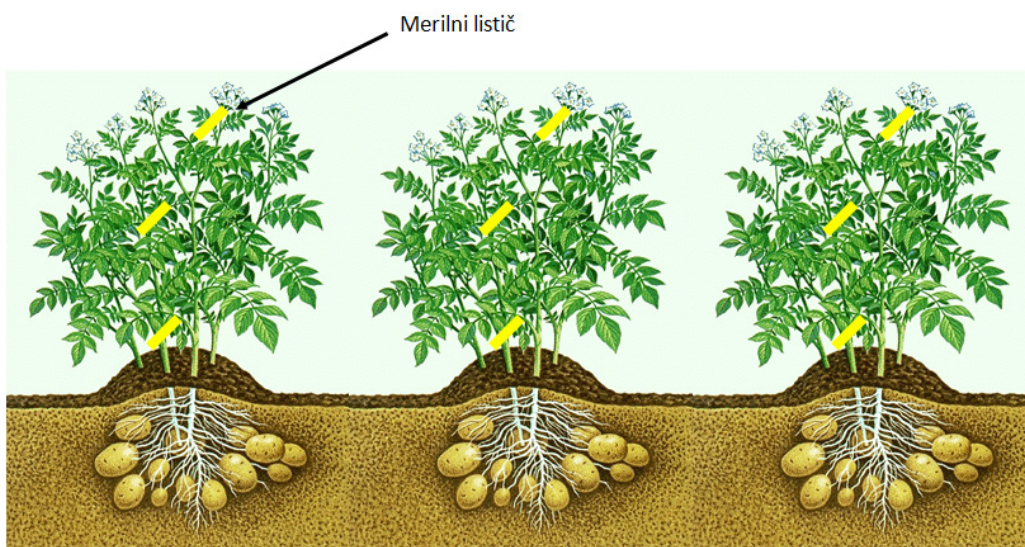


Merilni listič

Slika 20: Postavitev merilnih lističev na klase ozimne pšenice v poskusu (foto: A.Krašovec)

3.4.2 Krompir

Uporabili smo enake lističe kot pri poskusu z ozimno pšenico. Znotraj vsakega obravnavanja smo naključno izbrali tri rastline v smeri vožnje. Merilne lističe smo pritrdili na vrh, na sredino in na dno rastline. Na vsakem obravnavanju je bilo tako devet merilnih lističev, skupaj na poskusni parceli 108. Nato smo izvedli škropljenje. Odtisi kapljic so se prijeli na merilne lističe. Počakali smo, da se merilni lističi posušijo in jih položili v posebej označene ovojnice. Krompir je bil v fenofazi 309, ko so bile popolnoma sklenjene vrste (Hack in sod., 1994). Škropili smo 19. 6. 2009.



Slika 21: Shema postavitve merilnih lističev na rastlino krompirja (HowStuffWorks, 2010)



Slika 22: Postavitev merilnih lističev na rastlino krompirja v poskusu
(foto: A. Krašovec)

3.5 SORTE V POSKUSU

3.5.1 Ozimna pšenica

Pri poskusu smo uporabili sorto ozimne pšenice Bastide. Je nizka golica za visoke pridelke na srednje lahkih tleh. Spada med srednje zgodnjo sorto z velikim klasom, po zrelosti je kakšen dan poznejša od Žitarke. Tudi v mokrih letih ohranja zelo zdrave klase. Gostota setve je 350–450 zrn/m², poraba semena okoli 220–250 kg/ha, povprečna višina rastline v našem poskusu je bila 78 cm. Kakovostni razred B–C (na meji med krušno in krmno pšenico) (Semenarna Ljubljana, 2008).

3.5.2 Krompir

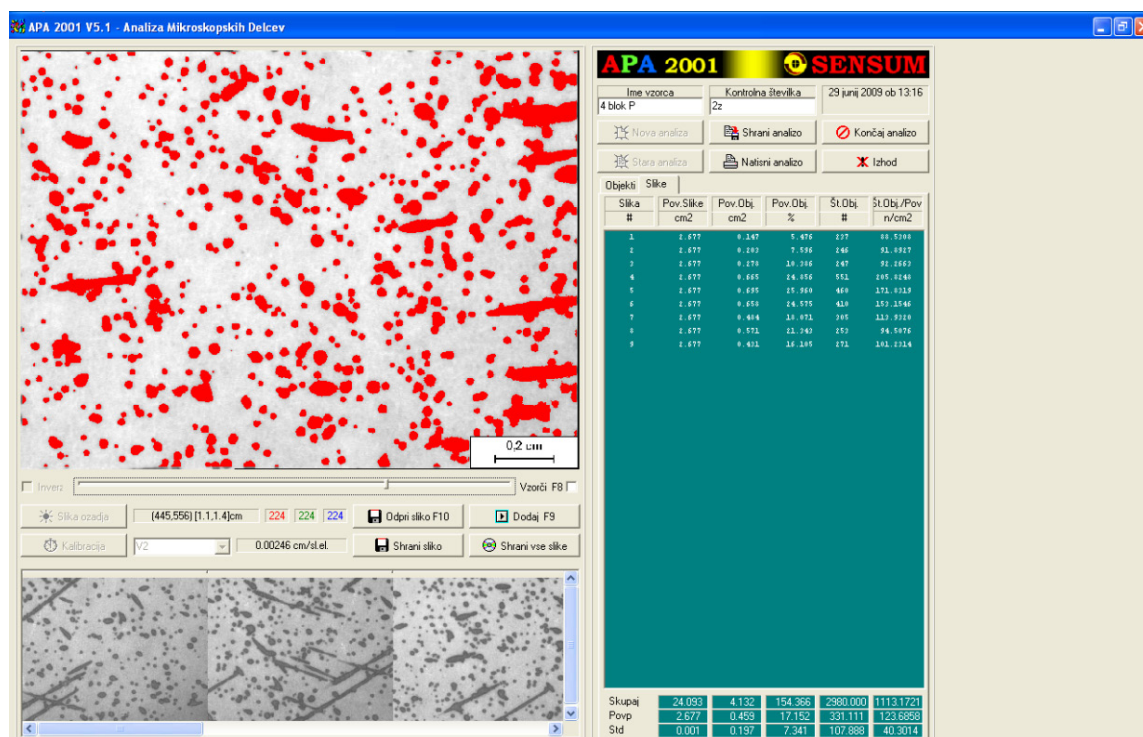
V poskusu smo uporabili srednje pozno sorto krompirja Aladin. Gomolji so srednje veliki, okroglo ovalni in izenačeni. Barva kože je izrazito rdeča, barva mesa pa kremno bela. Gomolji imajo zelo plitva očesa. Vsebnost suhe snovi je približno 21 do 22 %. Sorta je zelo dobro odporna proti virusu Yⁿ in Y^{ntn}, dobro odporna proti virusu zvijanja listov in virusu X. Prav tako je zelo odporna proti navadni krompirjevi krastavosti, krompirjevi plesni na listju in odlično odporna proti plesni na gomoljih. Je vsestransko uporabna odlična jedilna sorta. Zaradi visokih in kakovostnih pridelkov se je sorta hitro razširila pri vseh večjih pridelovalcih jedilnega krompirja z rdečo kožico. Sorta se dobro skladišči in daje izredno visoke pridelke. Dobro prenaša tudi stresna obdobja, temperaturne šoke in sušo (Vučajnk, 2009).

3.6 AGROTEHNIČNA DELA

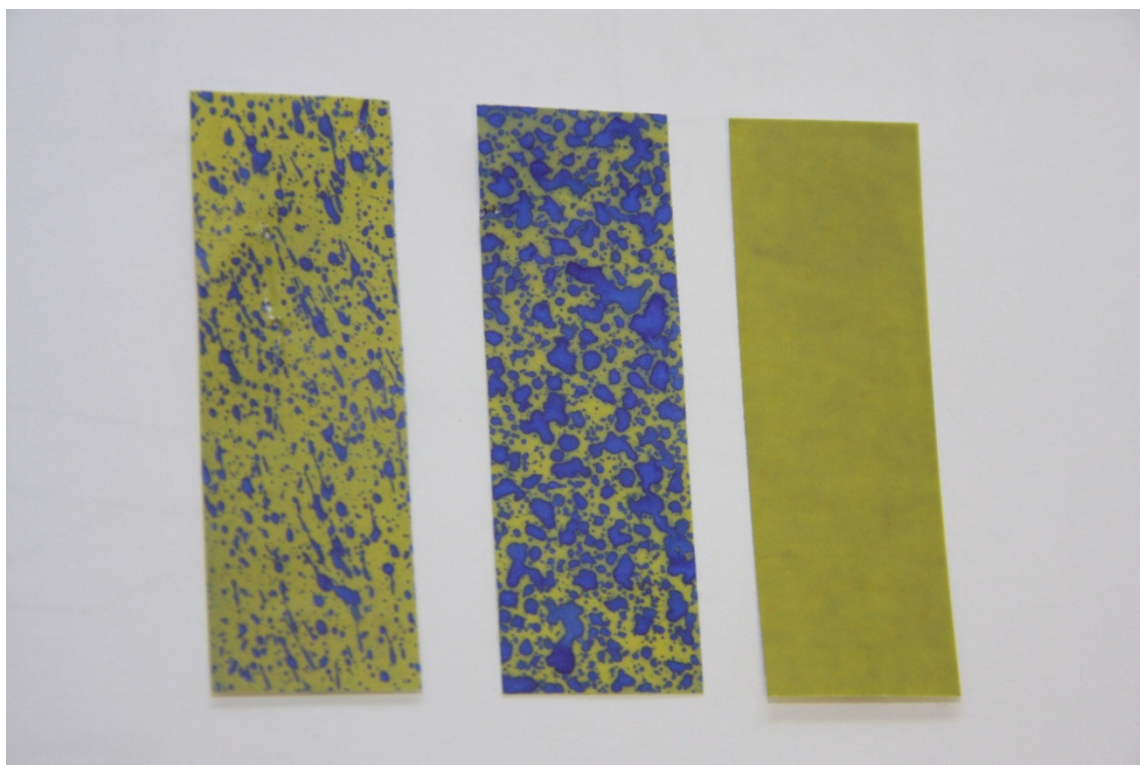
Vsa agrotehnična dela so bila opravljena v skladu z dobro kmetijsko prakso.

3.7 MERITVE

S posebno napravo za analizo slik (Optomax Image Analyser) smo na vsakem merilnem lističu analizirali odtise kapljic. Na vsakem merilnem lističu smo izvedli tri analize slike. Poseben program APA 2001 V5.1 je na podlagi analize slik izračunal odstotek pokritosti merilnega listka z odtisi kapljic in število odtisov kapljic na cm². Meritve smo izvedli na IHP Žalec.



Slika 23: Program APA 2005 V5.1 (posnetek zaslona: A. Krašovec)



Slika 24: Merilni lističi (foto: A. Krašovec)

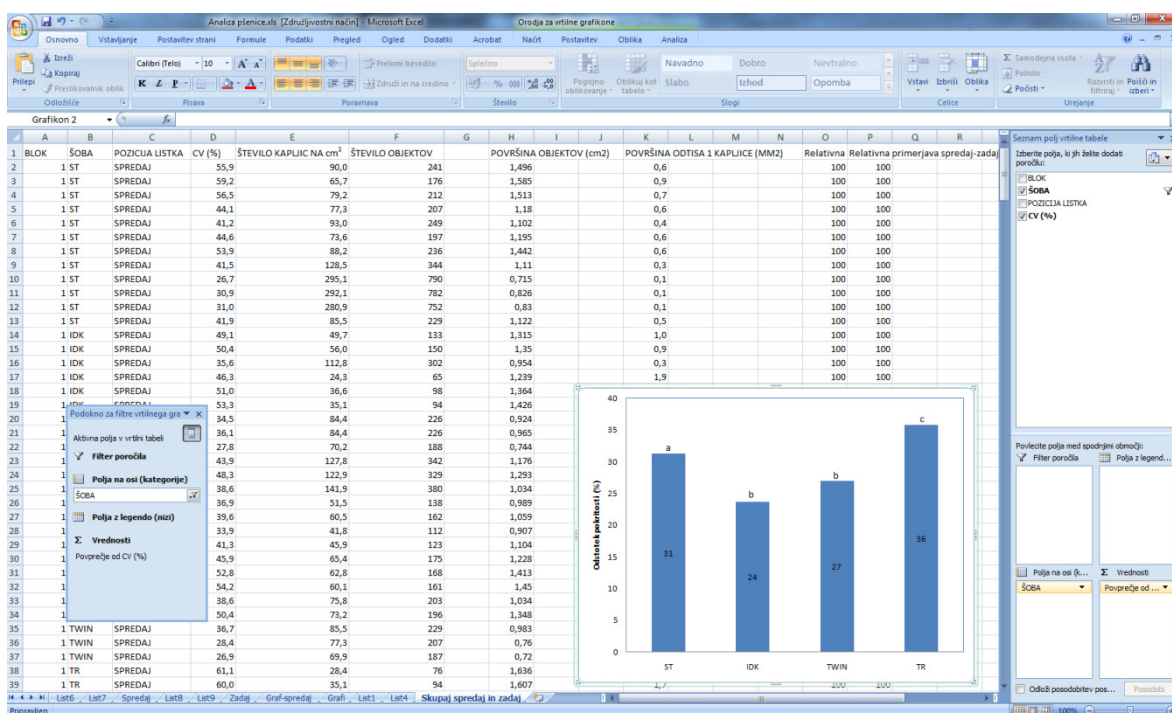
3.8 STATISTIČNA ANALIZA PODATKOV

Statistično analizo smo naredili po postopku, ki velja za slučajne bloke s ponovitvami znotraj poskusnih enot v programu Statgraph 4.0. Naredili smo analizo variance in Duncanov test mnogoterih primerjav (Košmelj, 2001). Stopnja tveganja je znašala 5 %. Različne črke so predstavljale statistično značilno razliko med obravnavanji.

Podatke z odstotkom pokritosti merilnih lističev smo transformirali s funkcijo asin ($\sqrt{\text{sqr}}/100$).

Pri ozimni pšenici smo najprej naredili skupno analizo za sprednjo in zadnjo stran klasa ter nato še za vsako stran posebej.

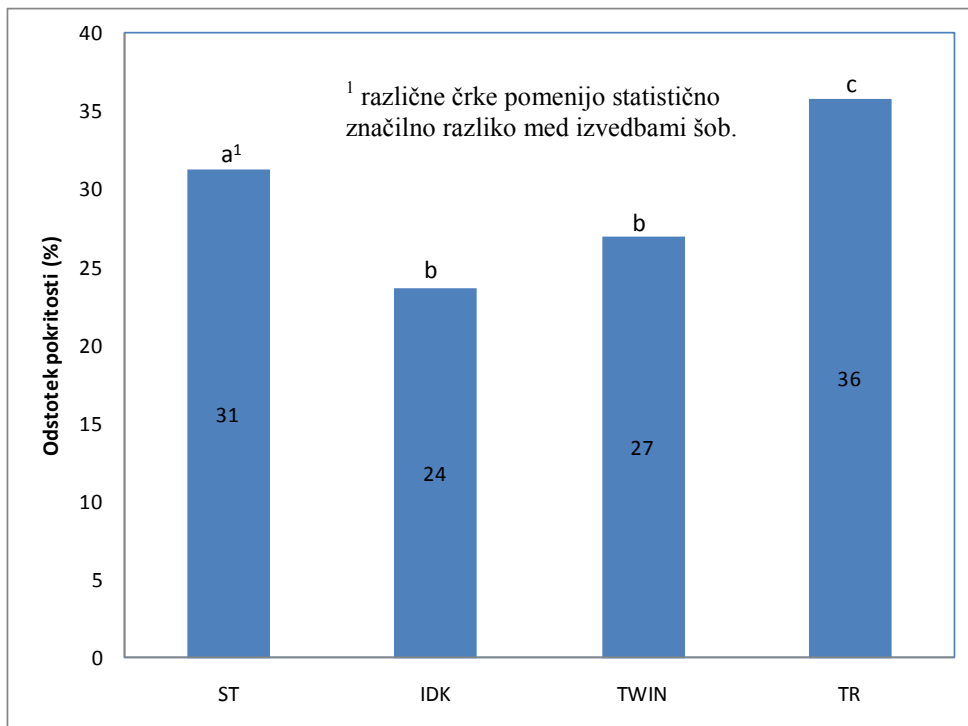
Pri krompirju smo prav tako najprej naredili skupno analizo za celotno rastlino in nato še posebej za vrh, sredino ter dno rastline. Tako smo dobili še bolj natančno sliko glede nanosa posameznih tipov šob na ciljno površino.



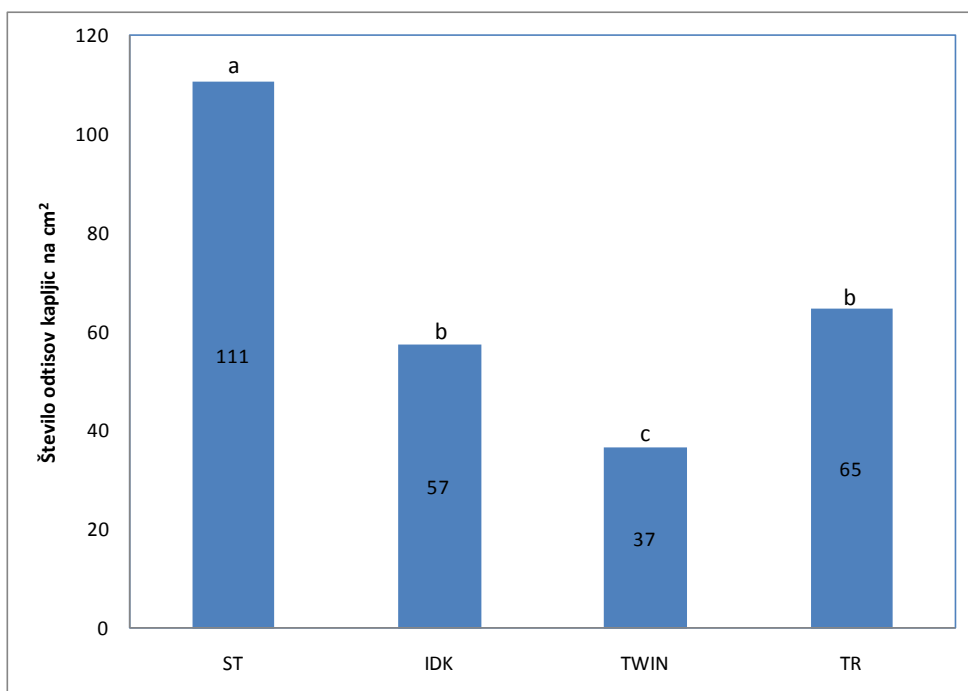
Slika 25: Analiza podatkov v programu Microsoft Excel 2007 (posnetek zaslona: A. Krašovec)

4 REZULTATI

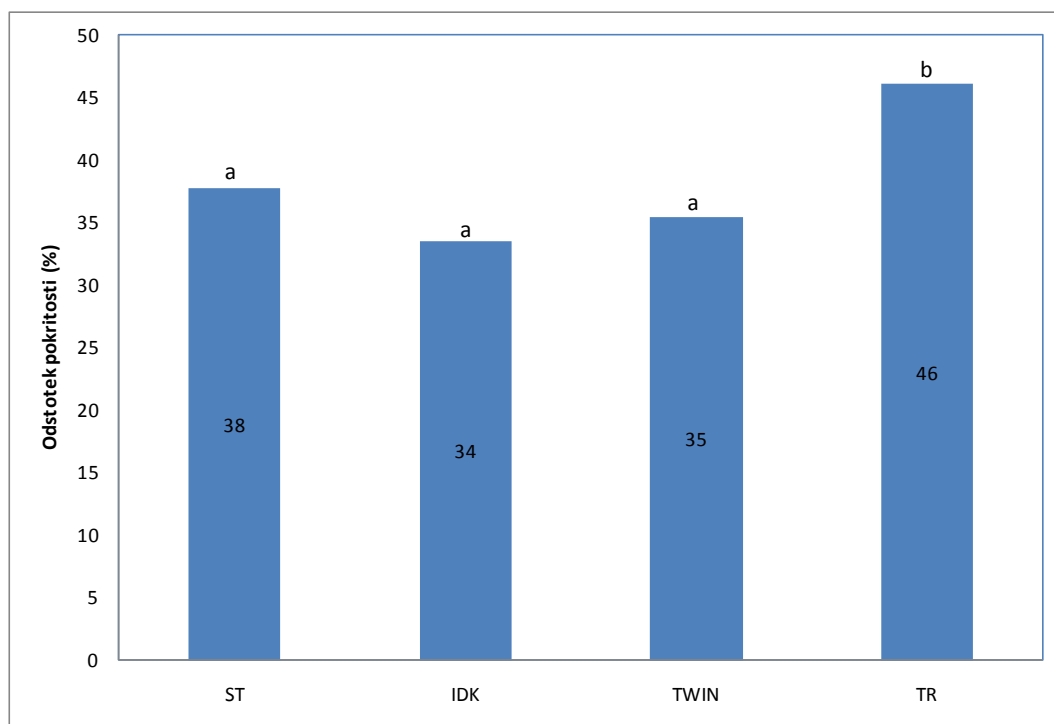
4.1 OZIMNA PŠENICA



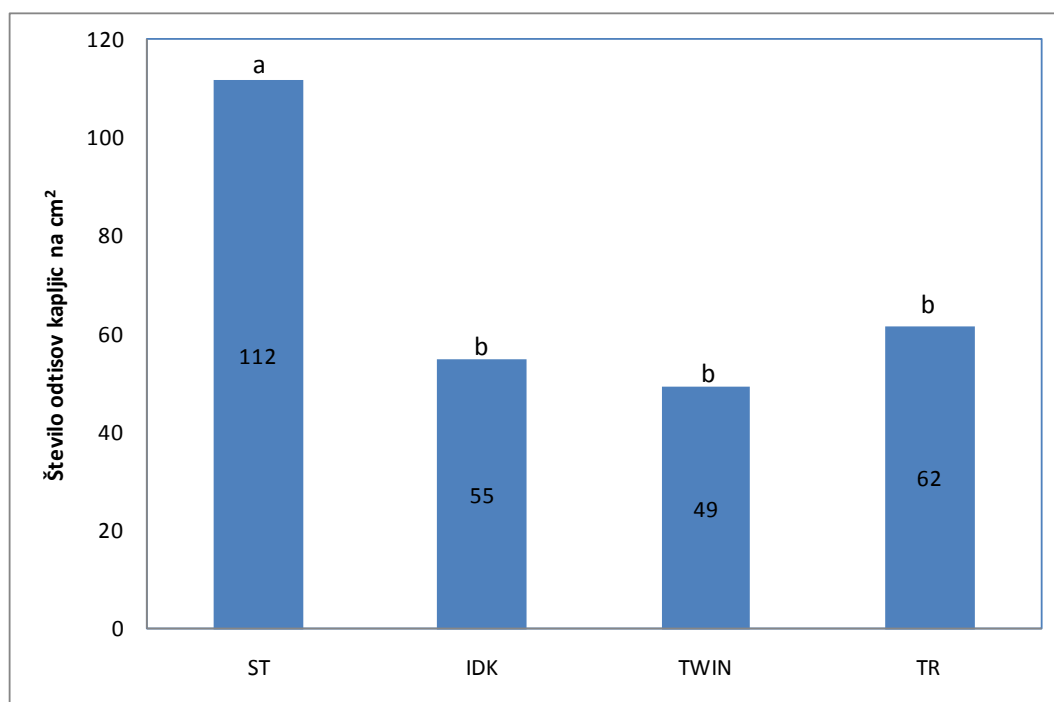
Slika 26: Odstotek pokritosti klasov ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.



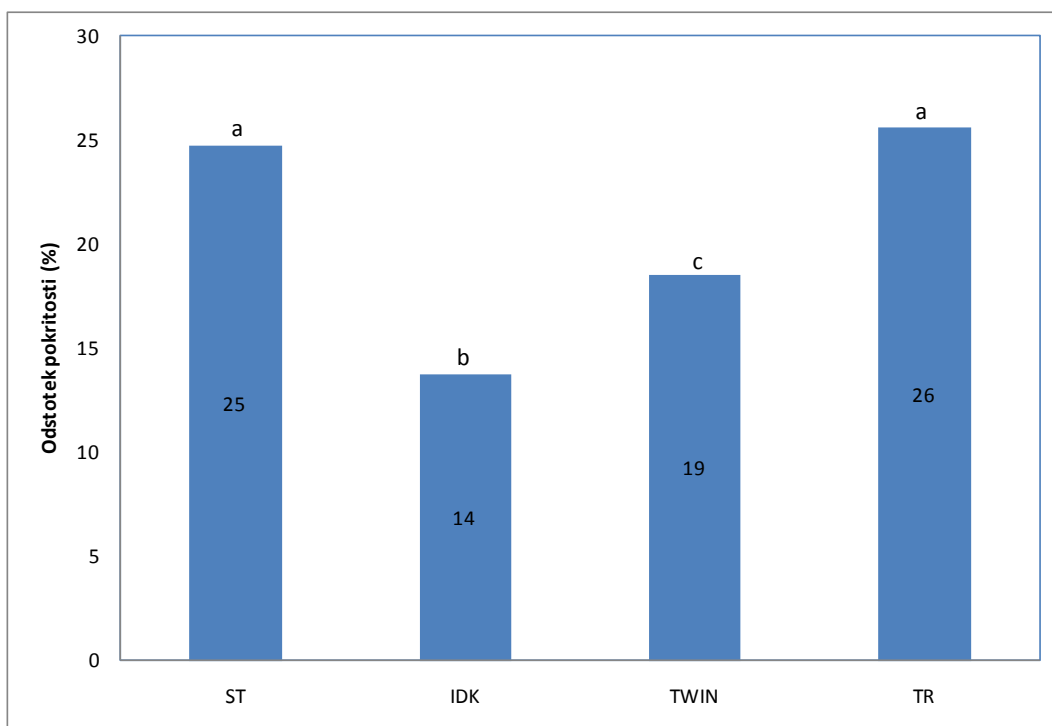
Slika 27: Število odtisov kapljic (na cm²) na klasih ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.



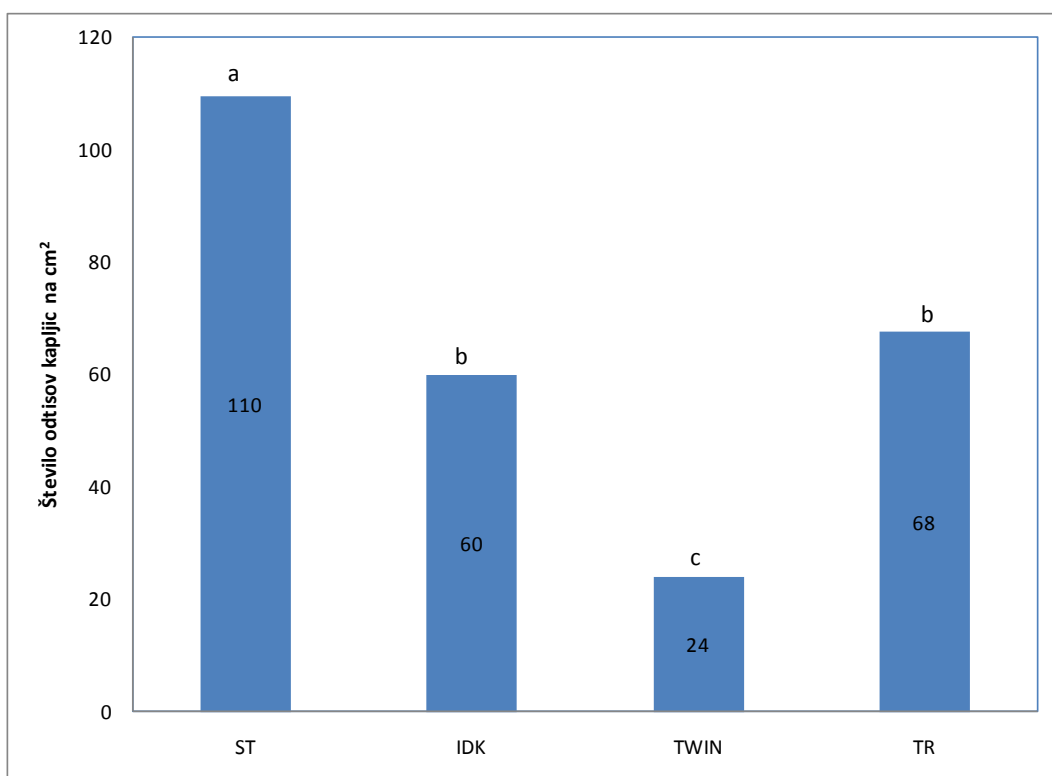
Slika 28: Odstotek pokritosti prednje strani klasa ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob



Slika 29: Število odtisov kapljic na prednji strani klasa ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.

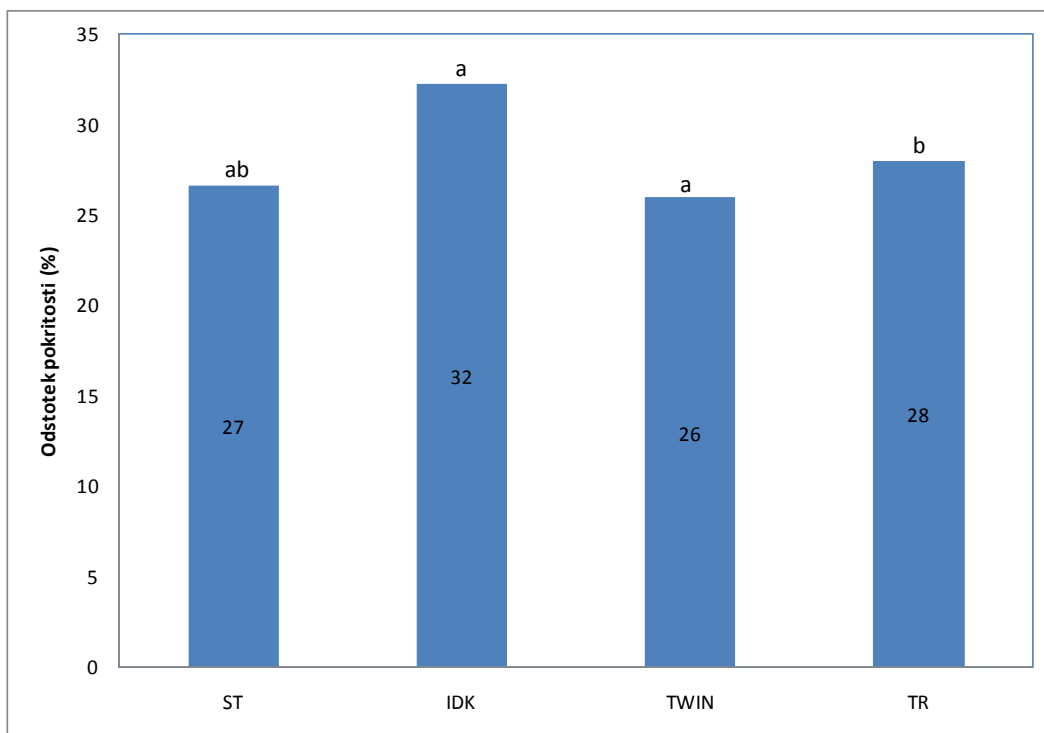


Slika 30: Odstotek pokritosti zadnje strani klasa ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob

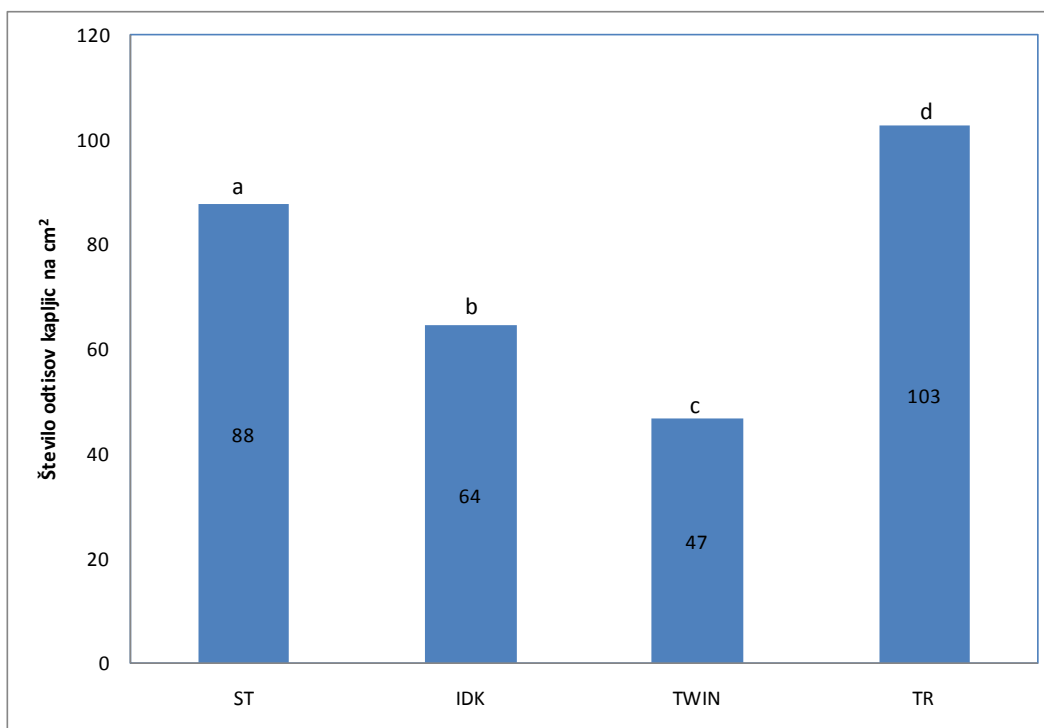


Slika 31: Število odtisov kapljic na zadnji strani klasa ozimne pšenice z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.

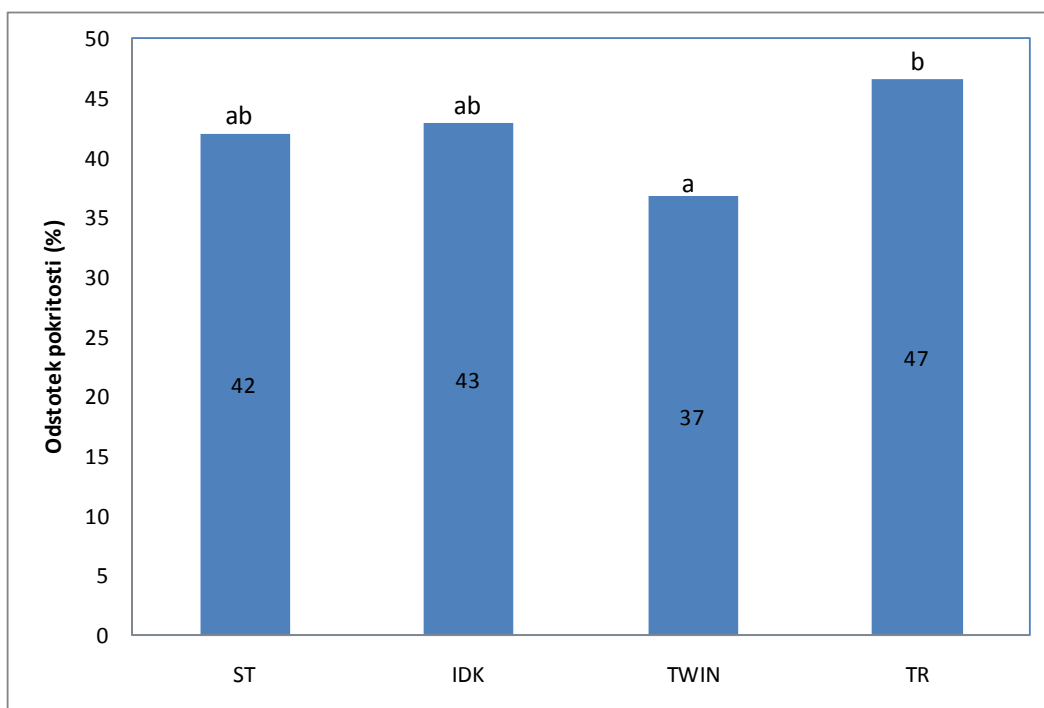
4.2 KROMPIR



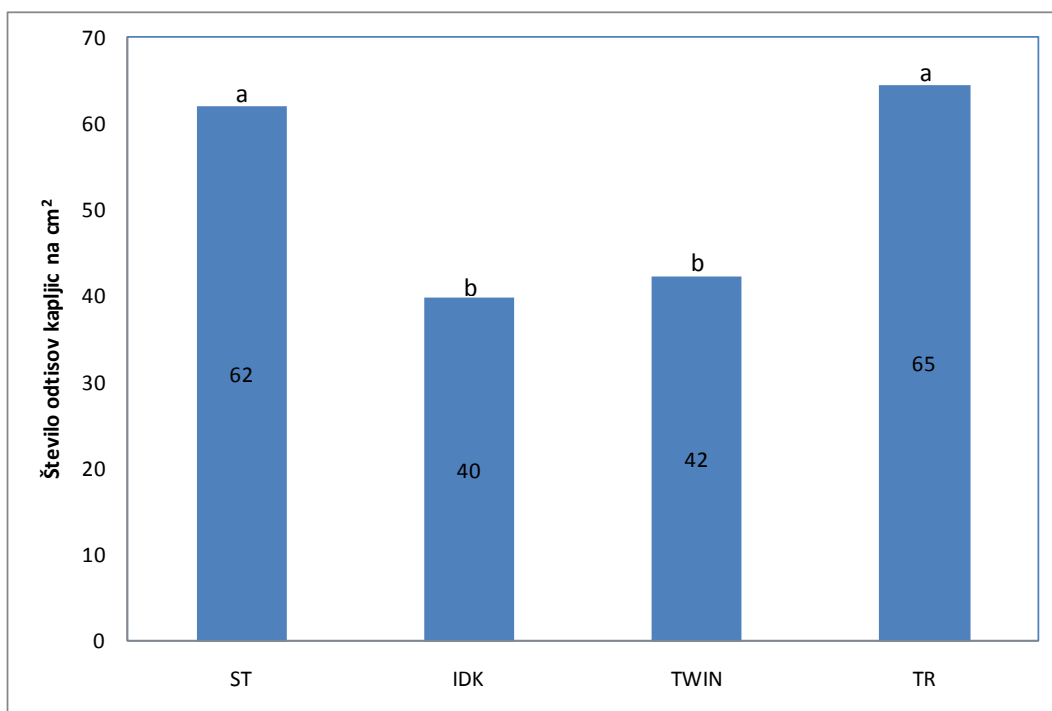
Slika 32: Odstotek pokritosti rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.



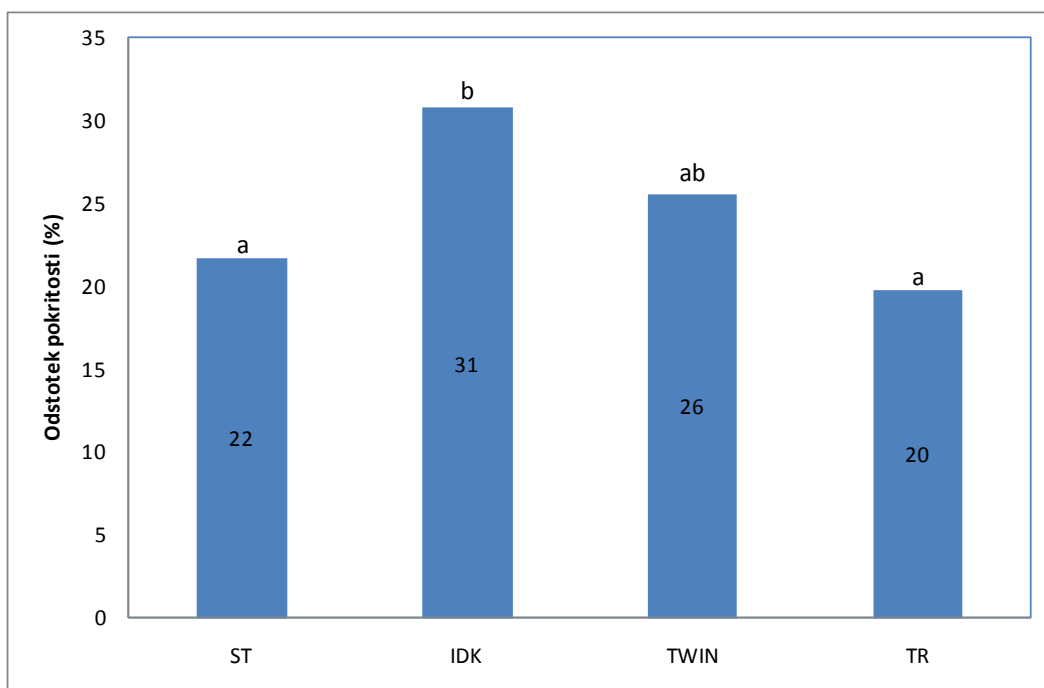
Slika 33: Število odtisov kapljic (na cm²) na rastlini krompirja z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob



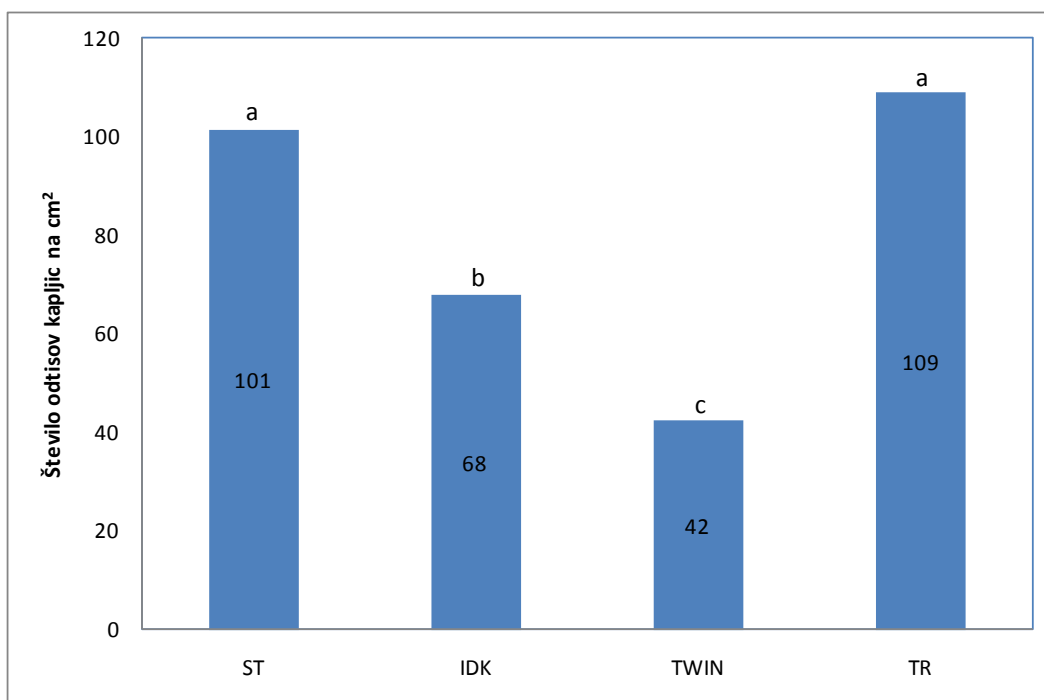
Slika 34: Odstotek pokritosti vrha rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.



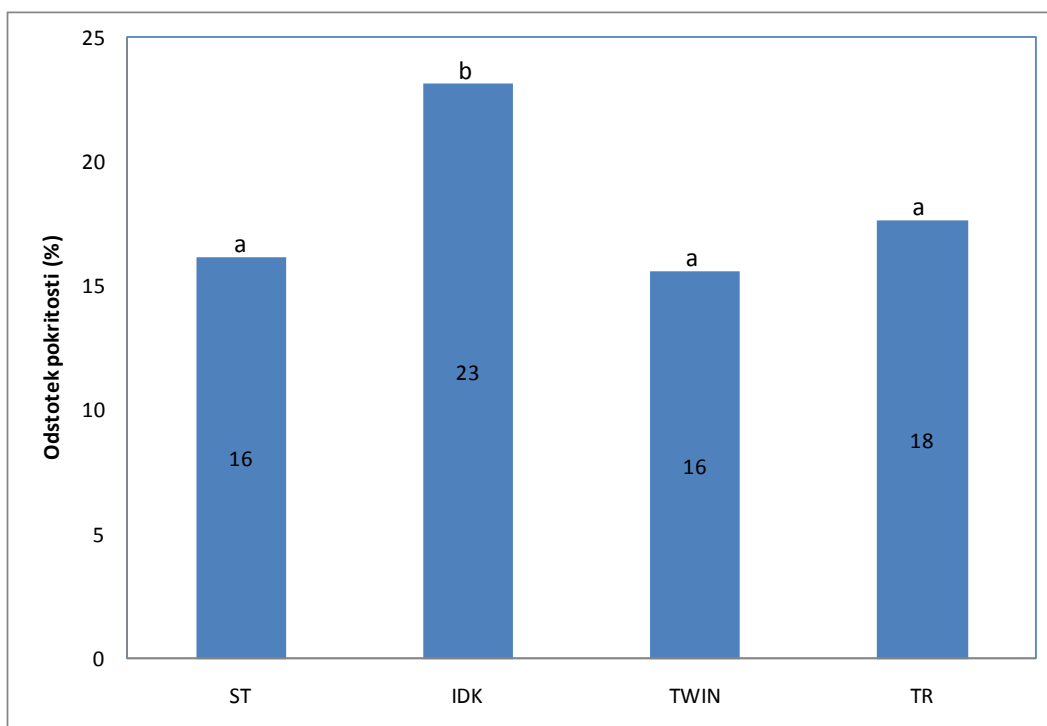
Slika 35: Število odtisov kapljic (na cm²) na vrhu rastline krompirja z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob



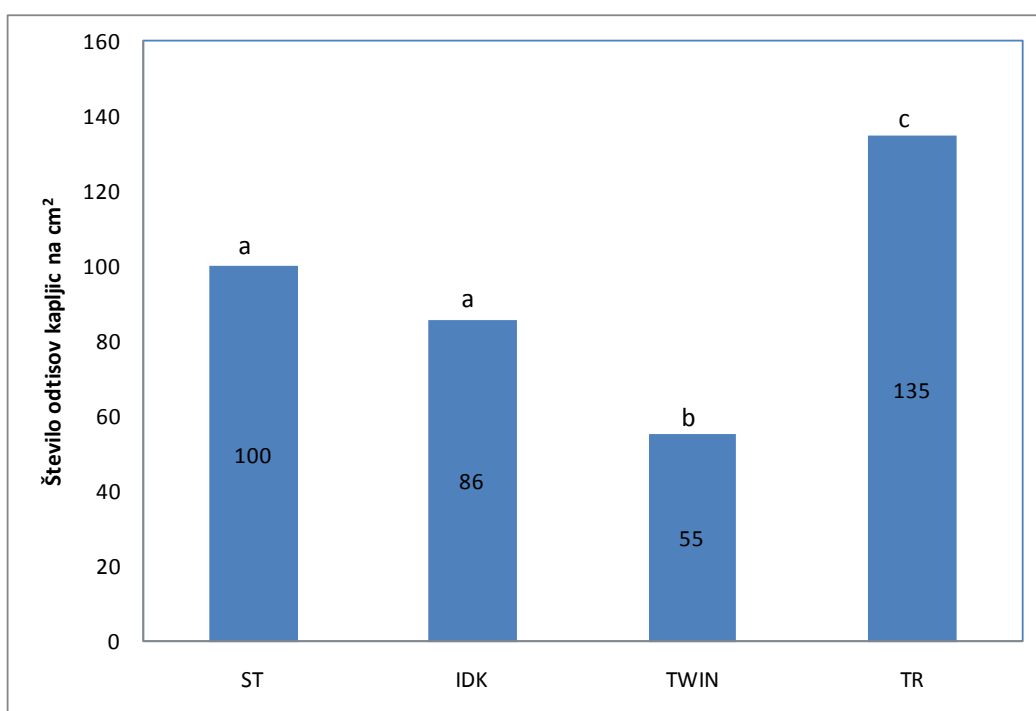
Slika 36: Odstotek pokritosti sredine rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.



Slika 3737: Število odtisov kapljic (na cm²) na sredini rastline krompirja z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob



Slika 388: Odstotek pokritosti na spodnjem delu rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih šob.



Slika 399: Število odtisov kapljic (na cm²) na spodnjem delu rastline krompirja z škropilno brozgo pri uporabi različnih šob

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Na klasu ozimne pšenice sta standardna špranjasta šoba ST in standardna vrtnična šoba dosegli boljši odstotek pokritosti kot obe injektorski šobi. Takšni rezultati niso v skladu z postavljeno hipotezo in pričakovanji, saj imajo injektorske šobe večje kapljice, ki so zmes zraka in vode ter se ob naletu na ciljno površino razdelijo na več manjših. Pri tem odkrijejo večjo površino kot standardne šobe, ki imajo manjše kapljice vode. Naši rezultati se ne skladajo z rezultati Neururerja in sod. (2008), ki sta ugotovila boljšo pokritost injektorske šobe z dvojnimi curki v primerjavi s standardno špranjasto šobo.

Število odtisov kapljic na cm^2 je bilo na klasu ozimne pšenice največje pri uporabi standardne špranjaste in vrtnične šobe. To je bilo pričakovano, saj tvorijo standardne šobe večje število zelo majhnih kapljic, ki pa so bolj občutljive na zanašanje z vetrom, kar ugotavlja tudi Schenk (2009). Predvsem pri injektorski šobi je bilo 37 odtisov kapljic na cm^2 , kar pomeni, da ta šoba ne izpolnjuje tehničnih zahtev (Bernik, 2006).

Zgornji rezultati niso potrdili naše hipoteze, da bo injektorska špranjasta šoba z dvojnimi curki pokazala najboljšo kakovost nanosa FFS na klasu pšenice.

Najboljšo pokritost na prednji strani klasa je izkazala standardna vrtnična šoba TR, kar ni v skladu s pričakovanji. Pričakovali smo, da bosta obe injektorski šobi imeli boljšo pokritost na sprednji strani klasa. Še posebej to velja za injektorsko špranjasto šobo z enojnim curkom, ki ima boljšo pokritost sprednjega dela rastline (Agrotop, 2010).

Na prednji strani klasa je bilo največ odtisov kapljic pri uporabi standardne špranjaste šobe ST in nekoliko manj pri standardni vrtnični šobi TR. To si lahko razložimo tako, da špranjasta šoba vse kapljice oblikuje v isti ravnini in jih je več, medtem ko vrtnična šoba v krogu, zato jih pride na isto površino manj. Ti rezultati potrjujejo zastavljeno hipotezo. Pri vseh uporabljenih šobah je bilo doseženo 50 ali več odtisov kapljic na cm^2 , kar pomeni, da izpolnjujejo tehnične zahteve za šobe za fungicide (Bernik, 2006). Le pri injektorski šobi z dvojnimi curki smo dosegli mejno vrednost 49 odtisov kapljic na cm^2 .

Na zadnjem delu klasa je bila pri obeh izvedbah injektorskih šob IDK in TWIN slabša pokritost kot pri standardni in špranjasti šobi ST in TR, kar ne potrjuje postavljene hipoteze. To velja še posebej za injektorsko šobo z dvojnimi curki TWIN. Rezultati se ne skladajo z ugotovitvami Schenka (2009) ter Neururerja in sod. (2008), ki so ugotovili boljšo pokritost pri uporabi injektorskih šob z dvojnimi curki TurboDrop HiSpeed.

Podobno kot na prednji strani klasa je bilo tudi na zadnji strani klasa največ odtisov kapljic pri standardni špranjasti šobi ST in nekoliko manj pri standardni vrtnični šobi TR. To je presenetljivo, saj smo pričakovali, da bo več kapljic pri vrtnični šobi, ki oblikuje stožčast curek, ki je tudi nazaj usmerjen pod kotom 40° . Najmanjše število odtisov kapljic je bilo pri injektorski šobi z dvojnimi curki TWIN, in sicer le 24. Takšna šoba po Berniku

(2006) ne izpolnjuje tehničnih zahtev, saj bi bilo potrebnih vsaj 50 kapljic na cm^2 . To hipotezo smo ovrgli. Lešnik (2007) navaja, da če pade število odtisov kapljic pod 30 na cm^2 , se zmanjša učinkovitost kontaktnih herbicidov in tudi nekaterih sistemskih. Ti podatki niso neposredno primerljivi z našimi rezultati, saj nam niso znani dodatni podatki o izvedbi poskusa.

Prav tako smo na zadnji strani klasa dobili pri vseh manjši odstotek pokritosti kot na sprednji strani klasa. To potrjuje postavljeno hipotezo in se sklada z ugotovitvami Schenka (2009) ter Neuruerja in sod. (2008), ki navajajo, da je pri običajnih šobah boljša pokritost na prednji strani rastline in slabša na zadnji strani. Zanimiva pa je ugotovitev, da se na zadnji strani pri večini šob ni zmanjšalo število odtisov kapljic na cm^2 razen pri injektorskih šobah z dvojnimi curkom TWIN.

Pri vseh izvedbah šob je bil podoben odstotek pokritosti celotne rastline krompirja, in sicer med 26 in 32 %. To ni v skladu s pričakovanji, da bo pri obeh injektorskih šobah IDK in TWIN boljši odstotek pokritosti. Predvsem se ni potrdila hipoteza, da bo pri injektorski špranjasti šobi z dvojnimi curkom TWIN boljši odstotek pokritosti kot pri ostalih šobah. Vseeno je tolikšen odstotek pokritosti precejšen v primerjavi z nanosom herbicidov, pri katerih je po navedbah Lešnika (2007) pri standardnih šobah med 35 in 55 %, medtem ko pri injektorskih šobah med 45 in 70 %.

Pri obeh standardnih šobah ST in TR je bilo večje število odtisov kapljic na cm^2 kot pri injektorskih šobah. Rezultati so v skladu s postavljeno hipotezo, saj standardne šobe oblikujejo več manjših kapljic v primerjavi z injektorskimi šobami. Le pri šobah TWIN ni bilo doseženih vsaj 50 odtisov kapljic na cm^2 kot velja tehnična zahteva za šobe pri nanosu fungicidov (Bernik, 2006).

Zgornji rezultati niso potrdili hipoteze, da bo na rastlini krompirja najboljša kakovost nanosa pri injektorski šobi z dvojnimi curkom TWIN. Je pa naš rezultat bolj primerljiv z ugotovitvami Schenka (2009), ki navaja, da je preboj v rastlinski sestoj (kot je krompir) pri šobah z dvojnimi curkom lahko slabši.

Na vrhu rastline krompirja smo dosegli visoko pokritost nad 40 % pri vseh šobah. To je v skladu z navedbami Lešnika (2007). Le pri izvedbi TWIN smo dosegli zgolj 37 % pokritost. Ta šoba je po navedbah Agrotopa (2010) namenjena boljšemu nanosu na vertikalno ležeče rastlinske dele in manj za vodoravno ležeče dele, kot so listi na zgornjem delu krompirja. Takšen rezultat ni potrdil zastavljene hipoteze. Med ostalimi izvedbami šob ni bilo večjih razlik, kar je v skladu s pričakovanji.

Število odtisov kapljic na cm^2 na vrhu rastline krompirja je bilo večje pri obeh standardnih šobah, špranjasti ST in vrtnični TR, kar je v skladu s postavljeno hipotezo. Pri obeh izvedbah šob smo dosegli nad 60 odtisov kapljic na cm^2 , kar je v skladu s tehničnimi zahtevami za šobe za nanos fungicidov (Bernik, 2006). Pri obeh injektorskih šobah je bilo nekoliko manj odtisov kapljic na cm^2 od zelenih, in sicer 40 (IDK) in 42 (TWIN). Te vrednosti so nižje od navedb Lešnika (2007), ki navaja, da mora število odtisov kapljic pri standardnih šobah znašati od 95 do 250 na cm^2 in od 65 do 140 na cm^2 pri injektorskih

šobah. To velja za nekoliko nižje tlake, kot smo jih mi uporabljali predvsem pri standardnih šobah, in se bolj navezuje na nanos herbicidov.

Z uporabo injektorske šobe z enojnim curkom IDK smo v srednjem delu rastline krompirja dosegli boljšo pokritost (31 %), kot pri ostalih šobah. Pri tej šobi je škropilni curek pri nizki vozni hitrosti bolj strm in kapljice lahko dosežejo tudi spodnje dele rastlin kot navaja Agrotop (2010).

Ob tem nismo potrdili hipoteze, da bo pri injektorski šobi z dvojnim curkom boljša pokritost kot pri ostalih. Ker imajo te šobe en curek usmerjen pod kotom 30° nazaj, je dejanski škropilni curek še bolj položen (večji kot od 30°) in kapljice ne dosežejo toliko spodnjih delov rastlin kot zgornje, kar navaja Schenk (2009). Ob tem isti avtor navaja, da so za to bolj primerne injektorske šobe z enojnim curkom, kar je skladno z našimi rezultati.

Število odtisov kapljic je bilo pri obeh standardnih šobah večje (>100 odtisov kapljic na cm²) kot pri injektorskih šobah, česar nismo pričakovali. Najmanj odtisov kapljic je bilo pri šobi TWIN (le 42), kar ne ustreza tehničnim zahtevam šob za fungicide (Bernik, 2006). Očitno je bil kot pri tej šobi tako v smeri naprej in nazaj prevelik. Zanimiva je ugotovitev, da je bilo število odtisov kapljic pri večini šob večje kot na vrhu rastline, kar ni v skladu s postavljeno hipotezo. To si lahko razložimo s tem, da pride v srednjem in spodnjem delu do večje oddaljenosti od škropilnih letev in s tem do večjega prekrivanja škropilnih curkov. Posledično pride tudi do večjega števila odtisov kapljic na cm².

Na dnu rastline krompirja je bila najboljša pokritost pri injektorski šobi z enojnim curkom IDK (23 %). Pri tej šobi je najboljše prodiranje v spodnje dele rastlin, kot smo omenili že pri pokritosti srednjega dela krompirja. Takšne ugotovitve navaja tudi Schenk (2009). Slabša od pričakovanj je bila pokritost pri injektorski šobi z dvojnim curkom TWIN (16 %). Ta šoba ima najverjetneje prevelik kot škropilnega curka, ki ne doseže spodnjih delov rastlin, kar navaja tudi Schenk (2009). Obe špranjasti šobi imata manjšo hitrost prodiranja v rastlinski sestoj, zato je bila takšna pokritost pričakovana. Ugotovili smo, da odstotek pokritosti pada od vrha proti spodnjemu delu rastline, kar je v skladu s postavljeno hipotezo. Zaradi gostega listnega sestoja pridejo predvsem manjše kapljice in kapljice z višjo hitrostjo do spodnjega dela rastline in zato pokrijejo manjšo površino.

Podobno kot smo ugotovili za srednji del rastline krompirja, je bilo tudi v spodnjem delu veliko število odtisov kapljic na cm². Največ odtisov kapljic je bilo pri vrtnični šobi (135), po našem mnenju zato, ker oblikuje kapljice v stožcu, ki bolje prodrejo z vseh strani v gost listni sestoj. Zopet je bilo najmanjše število odtisov kapljic na cm² pri injektorski šobi z dvojnim curkom TWIN (55), kar ni v skladu s postavljeno hipotezo. Kljub temu je bilo pri vseh šobah doseženih nad 50 kapljic na cm², kar je dovolj, predvsem zaradi boljšega prekrivanja škropilnih curkov.

5.2 SKLEPI

5.2.1 Ozimna pšenica

- V celoti sta obe standardni šobi ST in TR pokazali višji odstotek pokritosti tako na sprednji kot tudi na zadnji strani klasa v primerjavi z injektorskima šobama IDK in TWIN.
- Pri številu odtisov kapljic na cm^2 na prednji in zadnji strani klasa je izstopala standardna špranjasta šoba ST, saj je bilo le teh največ.
- Injektorska šoba z dvojnimi curki se je izkazala kot najslabša pri številu kapljic na cm^2 na obeh straneh klasa in še posebej na zadnji strani. Poleg tega smo pri njej ugotovili slabši odstotek pokritosti na zadnji strani klasa v primerjavi s standardnimi šobami. V celoti ni izpolnila naših pričakovanj.
- Tudi injektorska šoba z enojnim curkom IDK je imela slabšo pokritost in manjše število odtisov kapljic na zadnji strani klasa v primerjavi s standardnima šobama ST in TR.
- Pri vseh izvedbah šob je bila na zadnji strani klasa slabša pokritost kot na prednji strani, medtem ko se število kapljic na cm^2 ni bistveno razlikovalo.

5.2.2 Krompir

- V celotnem področju rastline krompirja je v večjem odstotku pokritosti rahlo odstopala injektorska šoba IDK z enojnim curkom, v številu odtisov kapljic na cm^2 pa standardna vrtnična šoba TR.
- Pri uporabi standardnih špranjastih in vrtničnih šob na krompirju je bilo več kapljic na cm^2 kot pri injektorskih šobah z enojnim in dvojnimi curki.
- Na vrhu rastline krompirja ni bilo razlik v odstotku pokritosti med različnimi izvedbami šob.
- Pri injektorskih šobah z enojnim in dvojnimi curki je bilo na vrhu, na sredini in spodnjem delu rastline krompirja manjše število odtisov kapljic kot pri standardnih špranjastih in vrtničnih šobah.
- Na spodnjem delu krompirja je bil pri uporabi šob IDK višji odstotek pokritosti kot pri ostalih šobah.
- Injektorska šoba TWIN ni pokazala boljše pokritosti ciljne površine v primerjavi z ostalimi izvedbami šob in ni izpolnila naših pričakovanj.
- Odstotek pokritosti se je zmanjševal od vrha proti spodnjemu delu rastline krompirja, število odtisov kapljic na cm^2 pa se je celo povečalo.

6 POVZETEK

Povečanje velikosti kmetij, težnja po večji gospodarnosti pridelave in vedno bolj kemično usmerjenemu varstvu rastlin zahtevajo sodobne škropilnice z veliko površinsko storilnostjo v kratkem času. Sem sodi tudi uporaba sodobnih škropilnih šob. Univerzalne standardne šobe ne izpolnjujejo več zahtev glede zanašanja škropiva z vetrom, zato jih bodo zamenjale injektorske šobe.

Ugotavljamo, da na trgu obstaja veliko različnih izvedb sodobnih šob, za katere pa ne vemo natančno, kakšna je njihova kvaliteta nanosa na ciljno površino pri različnih kmetijskih rastlinah in pri različnih pogojih. Zaradi tega smo se odločili za poskus na ozimni pšenici in jedilnem krompirju, kjer smo ugotavljali kakovost nanosa FFS na ciljno površino pri uporabi različnih izvedb šob.

Namen poskusa je bil ugotoviti vpliv uporabe štirih različnih izvedb šob na kakovost nanosa FFS na sprednji in zadnji strani klasa v ozimni pšenici ter vpliv uporabe štirih različnih izvedb šob na kakovost nanosa FFS na zgornjem, srednjem in spodnjem delu nadzemnega dela krompirja.

Glede na zastavljen poskus smo postavili sledeče hipoteze:

- Pri uporabi injektorske špranjaste šobe z dvojnimi curki bomo dosegli boljšo pokritost na prednji in zadnji strani klasa ozimne pšenice.
- Pri uporabi injektorske špranjaste šobe z dvojnimi curki bomo dosegli večjo pokritost v zgornjem, srednjem in spodnjem delu rastline krompirja.

Če želimo, da je aplicirano sredstvo (FFS) učinkovito, moramo le-to dozirati z veliko natančnostjo na ciljno površino. Z uporabo visoko natančnih šob, ki so kategorizirane kot natančno dozirne ter uniformne, lahko dosežemo zastavljeni cilj. V poskusu smo uporabili štiri različne tipe šob z enakim pretokom: Lechler 110-03 ST, Lechler 110-03 IDK, Albuz 110-03 TWIN ter Lechler 110-03 TR.

Na podlagi poskusa in analiz smo ugotovili, da sta obe standardni šobi ST in TR pokazali višji odstotek pokritosti tako na sprednji kot tudi na zadnji strani klasa v primerjavi z injektorskima šobama IDK in TWIN. Glede števila odtisov kapljic na cm^2 na prednji in zadnji strani klasa je izstopala standardna špranjasta šoba ST. V celotnem področju rastline krompirja je z večjim odstotkom pokritosti delno odstopala injektorska šoba IDK z enojnim curkom, v številu odtisov kapljic na cm^2 pa standardna vrtnična šoba TR. Pri uporabi standardnih špranjastih in vrtničnih šob na krompirju je bilo več kapljic na cm^2 kot pri injektorskih šobah z enojnim in dvojnimi curki.

Na koncu lahko ugotovimo, da bi za bolj podrobne in natančne ugotovitve o kakovosti škropilnih šob potrebovali še dodatne poskuse v več zaporednih letih.

7 VIRI

Agrotop, Spray Technology. 2010.

<http://www.agrotop.com/?lang=de&navid=2&contentid=1&keyid=1&infos=7> (julij, 2010)

Bernik R. 2005. Certificiranje – del tehnične zakonodaje za naprave, ki nanašajo fitofarmacevtska sredstva. V: Zbornik predavanj in referatov 7. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče, 8 – 10 marec, 2005. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 536 -539

http://www.dvrs.bf.uni-lj.si/spvr/2005/109bernik_05.pdf (junij, 2010)

Bernik R. 2006. Tehnika v kmetijstvu: mehanična nega in oskrba ter kemično varstvo rastlin. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 168 str.

FITO-INFO: Fitosanitarna uprava Republike Slovenije. 2010.

<http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/Fito2/index.asp> (avgust, 2010)

HowStuffWorks, a Discovery Company. 2010.

<http://science.howstuffworks.com/environmental/life/botany/potato-info.htm> (avgust, 2010)

Košmelj K. 2007. Uporabna statistika. 2. dopolnjena izdaja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 239 str.

Lechler GmbH: Agricultural spray nozzles and accessories catalogue. 2010. Metzingen
Lechler GmbH: 67 str.

Lešnik M. 2007. Tehnika in ekologija zatiranja plevelov. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 243 str.

Matthews G. A. 2000. Pesticide application methods. 3rd edition. Oxford, Blackwell Science Publications: 432 str.

Neururer H., Besenhofer G., Rosner J. 2008. Was bringt die neue Düse TurboDrop HiSpeed. Der Pflanzenarzt, 11 – 12: 24 – 25

http://www.agrotop.com/Downloads/PresseNeururer_PA%2011-12-08.pdf (junij, 2010)

Schenk S. 2009. Mit neuen Düsen die Wirkung deutlich verbessern. Top Agrar Österreich: Das Magazin für moderne Landwirtschaft, 4: 32 – 33

http://www.agrotop.com/Downloads/PresseTopOE0409_Duesen.pdf (junij, 2010)

Semenarna. Ljubljana. 2010

<http://www.semenarna.si/podrobnosti-artikla-ozimna-zita/category/ozimna-zita-psenica/article/psenica-ozimna-bastide-25kg> (avgust, 2010)

Vučajnk F. 2009. Novi načini saditve krompirja in oblikovanja grebenov. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 302 str.

Witzenberger A., Hack H., Van den Boom T. 1989. Erläuterungen zum BBCH-Dezimal-Code für die Entwicklungsstadien des Getreides – Mit Abbildungen. Gesunde Pflanzen, 41: 384–388

ZAHVALA

Za pomoč in strokovne nasvete pri izdelavi diplomskega dela se zahvaljujem mentorju prof. dr. Rajku Berniku.

Za vso pomoč pri zasnovi in izvedbi poskusa ter kasneje pri pisanju diplomskega dela, se še posebej zahvaljujem dr. Filipu Vučajniku.

Zahvaljujem se članu komisije za zagovor prof. dr. Franciju Acu Celarju in predsednici prof. dr. Katji Vadnal.

Posebno zahvalo namenjam še mami Jasni, ki me je tekom študija spodbujala ter mi vedno stala ob strani.

Andražu Arnežu hvala za pomoč pri postavitvi poskusa.

Zahvaljujem se Andreju Šimencu za izvedbo poskusa s krompirjem na njegovi kmetiji.

Na koncu pa bi se rad zahvalil še vsem prijateljem ter prijateljicam, kateri ste mi kakorkoli pomagali pri študiju in izdelavi diplomskega dela.

PRILOGA A

Ozimna pšenica

Priloga A 1: Odstotek pokritosti

Ugotavljali smo odstotek pokritosti klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (slika 26).

Podatke smo transformirali s funkcijo $\text{asin}(\sqrt{x})$. Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v odstotku pokritosti klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (preglednica 1).

Preglednica 1: Značilnosti razlik za odstotek pokritosti klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,000$)

Pri uporabi šob TR je bil najvišji odstotek pokritosti klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (36 %), pri šobah IDK in TWIN pa najnižji (24 oz. 27 %) (preglednica 2). Pri šobah ST je bila pokritost klasov ozimne pšenice nekoliko višja (31 %) kot pri šobah IDK in TWIN.

Preglednica 2: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na odstotek pokritosti klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	31a ¹
IDK	24b
TWIN	27b
TR	36c

ST – standardna špranjasta šoba
IDK – injektorska šoba z dvojnim curkom
TWIN – injektorska šoba z dvojnim curkom
TR – standardna vrtinčna šoba

¹ različne črke pomenijo statistično značilno razliko med izvedbami šob

Priloga A 2: Število odtisov kapljic na površino

Ugotavljali smo število odtisov kapljic na površini klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (slika 27).

Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v številu kapljic na cm² na klasih ozimne pšenice s škropilno brozgo (preglednica 3).

Preglednica 3: Značilnosti razlik za število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na klasih ozimne pšenice s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,000$)

Pri uporabi šob ST je bilo največje število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na klasih ozimne pšenice (111), medtem ko jih je bilo pri šobah TWIN najmanj (37) (preglednica 4). Značilne razlike v številu kapljic na cm^2 so se pojavile še med šobami IDK in TWIN, TR in TWIN, ST in IDK ter med ST in TR. Pri šobah IDK (57) in TR (65) je bilo manjše število odtisov kapljic na cm^2 v primerjavi s šobo ST (111). Ravno nasprotno je bilo pri teh dveh izvedbah šob več kapljic na cm^2 kot pri šobi TWIN.

Preglednica 4: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na klasih ozimne pšenice s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	111a
IDK	57b
TWIN	37c
TR	65b

Priloga A 3: Odstotek pokritosti na prednji strani klasa

Ugotavljali smo odstotek pokritosti klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo na prednji strani klasa (slika 28).

Podatke smo transformirali s funkcijo $\text{asin}(\sqrt{x})$. Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v odstotku pokritosti na prednji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (preglednica 5).

Preglednica 5: Značilnosti razlik za odstotek pokritosti klasov na prednji strani ozimne pšenice s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,000$)

Pri uporabi šob TR (46 %) je bil višji odstotek pokritosti klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo kot pri šobah ST, IDK in TWIN. Pri šobah ST je znašal 38 %, pri šobah IDK 34 % in pri šobah TWIN 35 % (preglednica 6).

Preglednica 6: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na odstotek pokritosti na prednji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	38a
IDK	34a
TWIN	35a
TR	48b

Priloga A 4: Število odtisov kapljic na prednji strani klasa

Ugotavljali smo število odtisov kapljic na površini klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo na prednji strani klasa (slika 29).

Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v številu kapljic na kvadratni centimeter na prednji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (preglednica 7).

Preglednica 7: Značilnosti razlik za število odtisov kapljic na prednji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,000$)

Pri uporabi šob ST je bilo višje število odtisov kapljic na prednji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo kot pri ostalih izvedbah šob (preglednica 8). Pri šobah IDK je bilo 55, pri šobah TWIN 49 in pri šobah TR 62 kapljic na cm^2 .

Preglednica 8: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na število odtisov kapljic na prednji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	112a
IDK	55b
TWIN	49b
TR	62b

Priloga A 5: Odstotek pokritosti na zadnji strani klasa

Ugotavljali smo odstotek pokritosti klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo na zadnji strani klasa (slika 30).

Podatke smo transformirali s funkcijo $\text{asin}(\sqrt{x})$. Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v odstotku pokritosti na zadnji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (preglednica 9).

Preglednica 9: Značilnosti razlik za odstotek pokritosti na zadnji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,000$)

Pri uporabi šob ST in TR je bil višji odstotek pokritosti zadnje strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo kot pri šobah IDK in TWIN (preglednica 10). Znašal je 25 oz. 26 % pri šobah ST in TR, medtem ko je bil pri šobah IDK in TWIN odstotek pokritosti 14 oz. 19 %. Pri šobah IDK je bil najmanjši odstotek pokritosti zadnje strani klasov pšenice s škropilno brozgo med vsemi izvedbami šob.

Preglednica 10: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na odstotek pokritosti zadnje strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	25a
IDK	14b
TWIN	19c
TR	26a

Priloga A 6: Število odtisov kapljic na zadnji strani klasa

Ugotavljali smo število odtisov kapljic na zadnji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo na prednji strani klasa (slika 31).

Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v številu kapljic na kvadratni centimeter na zadnji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (preglednica 11).

Preglednica 11: Značilnosti razlik za število odtisov kapljic na zadnji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,000$)

Pri uporabi šob ST je bilo največ odtisov kapljic na cm^2 (110), pri šobah TWIN pa najmanj (24) (preglednica 12). Pri šobah IDK (60) in TR (68) je bilo večje število odtisov kapljic kot pri šobi TWIN (24). V primerjavi s šobo ST je bilo pri šobah IDK in TR manjše število odtisov kapljic.

Preglednica 12: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na število odtisov kapljic na zadnji strani klasov ozimne pšenice s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	110a
IDK	60b
TWIN	24c
TR	68b

PRILOGA B

Krompir

Priloga B 1: Odstotek pokritosti

Ugotavljali smo odstotek pokritosti rastline krompirja s škropilno brozgo (slika 32).

Podatke smo transformirali s funkcijo $\text{asin}(\sqrt{x})$. Med različnimi izvedbami šob so bile statistično značilne razlike v odstotku pokritosti rastline krompirja s škropilno brozgo (preglednica 1).

Preglednica 1: Značilnosti razlik za odstotek pokritosti rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,041$)

Pri šobah IDK (32 %) je bil višji odstotek pokritosti kot pri ostalih šobah ST (27 %) in TWIN (26 %) (preglednica 2). Med šobama IDK in TR (28 %) ni bilo statistično značilnih razlik v odstotku pokritosti.

Preglednica 2: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na odstotek pokritosti rastline krompirja s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	27ab ¹
IDK	32a
TWIN	26a
TR	28b

ST – standardna špranjasta šoba
IDK – injektorska šoba z dvojnimi curki
TWIN – injektorska šoba z dvojnimi curki
TR – standardna vrtnična šoba

¹ različne črke pomenijo statistično značilno razliko med izvedbami šob

Priloga B 2: Število odtisov kapljic na površino

Ugotavljali smo število odtisov kapljic na rastlini krompirja s škropilno brozgo (slika 33).

Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v številu kapljic na cm^2 na rastlini krompirja s škropilno brozgo (preglednica 3).

Preglednica 3: Značilnosti razlik za število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na rastlini krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,000$)

Pri uporabi šob TR je bilo največ kapljic na cm^2 , medtem ko pri šobah TWIN najmanj, in sicer 47 (preglednica 4). V primerjavi s šobo TR je bilo pri šobah ST in IDK manjše število kapljic na cm^2 (88 oz. 64).

Preglednica 4: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na rastlini krompirja s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	88a
IDK	64b
TWIN	47c
TR	103d

Priloga B 3: Odstotek pokritosti na vrhu rastline krompirja

Ugotavljali smo odstotek pokritosti na vrhu rastline krompirja s škropilno brozgo (slika 34).

Podatke smo transformirali s funkcijo $\text{asin}(\sqrt{x})$. Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v odstotku pokritosti vrha rastline krompirja s škropilno brozgo (preglednica 5).

Preglednica 5: Značilnosti razlik za odstotek pokritosti vrha rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,041$)

Pri uporabi šob TR (47 %) je bil višji odstotek pokritosti kot pri šobah TWIN (37 %) (preglednica 6). Pri šobah ST in IDK je znašal odstotek pokritosti 42 oz. 43 %.

Preglednica 6: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na odstotek pokritosti vrha rastline krompirja s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	42ab
IDK	43ab
TWIN	37a
TR	47b

Priloga B 4: Število odtisov kapljic na vrhu rastline krompirja

Ugotavljali smo število odtisov kapljic na rastlini krompirja s škropilno brozgo (slika 35).

Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v številu kapljic na cm^2 na vrhu rastline krompirja s škropilno brozgo (preglednica 7).

Preglednica 7: Značilnosti razlik za število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na vrhu rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,000$)

Pri uporabi šob ST in TR je bilo večje število kapljic na kvadratni centimeter na vrhu rastline krompirja s škropilno brozgo kot pri šobah IDK in TWIN (preglednica 8). Znašalo je 62 oz. 65 kapljic na kvadratni centimeter pri šobah ST in TR, medtem ko je bilo pri šobah IDK in TWIN število kapljic na kvadratni centimeter 40 in 42.

Preglednica 8: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na vrhu rastline krompirja s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	62a
IDK	40b
TWIN	42b
TR	65a

Priloga B 5: Odstotek pokritosti na sredini rastline krompirja

Ugotavljali smo odstotek pokritosti na sredini rastline krompirja s škropilno brozgo (slika 36).

Podatke smo transformirali s funkcijo $\text{asin}(\sqrt{x})$. Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v odstotku pokritosti sredine rastline krompirja s škropilno brozgo (preglednica 9).

Preglednica 9: Značilnosti razlik za odstotek pokritosti sredine rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,007$)

Pri uporabi šob IDK (31 %) je bil višji odstotek pokritosti sredine rastline krompirja s škropilno brozgo kot pri šobah ST (22 %) in TR (20 %) (preglednica 10). Pri šobah TWIN je znašal delež pokritosti 26 %.

Preglednica 10: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na odstotek pokritosti sredine rastline krompirja s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	22a
IDK	31b
TWIN	26ab
TR	20a

Priloga B 6: Število odtisov kapljic na sredini rastline krompirja

Ugotavljali smo število odtisov kapljic na sredini rastline krompirja s škropilno brozgo (slika 37).

Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v številu kapljic na cm² na sredini rastline krompirja s škropilno brozgo (preglednica 11).

Preglednica 11: Značilnosti razlik za število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na sredini rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da (p=0,000)

Pri uporabi šob ST (101) in TR (109) je bilo večje število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na sredini rastline krompirja s škropilno brozgo kot pri šobah IDK in TWIN (preglednica 12). Pri šobah TWIN je bilo najmanj odtisov kapljic na cm² (42), medtem ko pri šobah IDK nekoliko več (68).

Preglednica 12: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na sredini rastline krompirja s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	101a
IDK	68b
TWIN	42c
TR	109a

Priloga B 7: Odstotek pokritosti na spodnjem delu rastline krompirja

Ugotavljali smo odstotek pokritosti na dnu rastline krompirja s škropilno brozgo (slika 38).

Podatke smo transformirali s funkcijo $\text{asin}(\sqrt{x})$. Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v odstotku pokritosti spodnjega dela rastline krompirja s škropilno brozgo (preglednica 13).

Preglednica 13: Značilnosti razlik za odstotek pokritosti dna rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da (p=0,045)

Pri uporabi šob IDK (23 %) je bil višji odstotek pokritosti na spodnjem delu rastline krompirja s škropilno brozgo kot pri ostalih treh izvedbah šob (preglednica 14). Pri šobah ST in TWIN je bila 16 % pokritost, pri šobah TR pa 18 %.

Preglednica 14: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na odstotek pokritosti spodnjem delu rastline krompirja s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	16a
IDK	23b
TWIN	16a
TR	18a

Priloga B 8: Število kapljic na spodnjem delu rastline krompirja

Ugotavljali smo število odtisov kapljic na spodnjem delu rastline krompirja s škropilno brozgo (slika 39).

Med različnimi izvedbami šob so se pojavile statistično značilne razlike v številu kapljic na cm^2 na spodnjem delu rastline krompirja s škropilno brozgo (preglednica 15).

Preglednica 15: Značilnosti razlik za število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na spodnjem delu rastline krompirja s škropilno brozgo pri uporabi različnih izvedb šob.

Značilnosti razlik med obravnavanji	2009
Izvedba šobe	da ($p=0,000$)

Pri uporabi šob TR (135) je bilo večje število kapljic na kvadratni centimeter na spodnjem delu rastline krompirja s škropilno brozgo, medtem ko pri šobah TWIN najmanj (55). Pri šobah ST in IDK je bilo 100 oz 86 kapljic na cm^2 (preglednica 16).

Preglednica 16: Vpliv uporabe različnih izvedb šob na število odtisov kapljic na kvadratni centimeter na spodnjem delu rastline krompirja s škropilno brozgo (%) (Duncanov test $\alpha=0,05$)

Izvedba šobe	2009
ST	100a
IDK	86a
TWIN	55b
TR	135c