

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Marjan CUDERMAN

**VPLIV STROJNE REZI KORENIN NA RAST IN
PRIDELEK HRUŠKE (*Pyrus communis* L.) SORTE
'VILJAMOVKA'**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Marjan CUDERMAN

**VPLIV STROJNE REZI KORENIN NA RAST IN PRIDELEK
HRUŠKE (*Pyrus communis* L.) SORTE 'VILJAMOVKA'**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja

**INFLUENCE OF MECHANICAL ROOT PRUNING ON THE
GROWTH AND YIELD OF PEAR (*Pyrus communis* L.) CULTIVAR
'WILLIAMS'**

M. SC. THESIS
Master Study Programmes

Ljubljana, 2016

Magistrsko delo je zaključek Magistrskega študijskega programa 2. stopnje Hortikultura. Delo je bilo opravljeno na Katedri za sadjarstvo, vrtnarstvo in vinogradništvo, na Oddelku za agronomijo.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorico magistrskega dela imenovala prof. dr. Metko HUDINA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Gregor OSTERC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: prof. dr. Metka HUDINA
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Dominik VODNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je magistrsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Marjan CUDERMAN

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Du2
DK UDK 634.13:631.542:631.559(043.2)
KG hruška/*Pyrus communis*/strojna rez korenin/rast/pridelek
AV CUDERMAN, Marjan
SA HUDINA, Metka (mentor)
KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2016
IN VPLIV STROJNE REZI KORENIN NA RAST IN PRIDELEK HRUŠKE (*Pyrus communis* L.) SORTE 'VILJAMOVKA'
TD Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja)
OP X, 35, [1] str., 16 pregl., 29 sl., 22 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Rez korenin je eden od agrotehničnih ukrepov, s katerim lahko vplivamo na bujnost sadnega drevja. Učinke rezi smo preverjali v poskus, ki je bil postavljen 25. marca 2014 v nasadu hrušk sorte 'Viljamovka' v Zagaju blizu Bistrice ob Sotli. Namen je bil ugotoviti, kako vpliva strojna rez korenin na vegetativno rast in pridelek ter ali je rez smiselno izvesti na obeh straneh vrste v nasadu ali je dovolj le z ene strani. V poskus smo vključili 3 obravnavanja: rez korenin z ene strani vrste, rez korenin z obeh strani vrste in kontrolo, kjer rezi korenin nismo izvedli. V vsakem obravnavanju je bilo po 10 dreves. Drevesom smo pri postavitvi poskusa izmerili: obseg debla, volumen krošnje in prešteli cvetne šope pri posameznem drevesu. 30. marca 2014 je bila opravljena strojna rez korenin, kjer je bil odmik od vrste 40 cm, globina 40 cm in kot noža 32,5°. 18. avgusta 2014 in 24. avgusta 2015 smo prešteli plodove vsakega drevesa posebej, jih stehtali in izmerili parametre kakovosti plodov (dimenzije ploda, vsebnost suhe snovi in titracijskih kislin). 8. marca 2015 pa smo izmerili prirast enoletnega lesa. Iz dobljenih rezultatov lahko ugotovimo, da z rezjo korenin zmanjšamo bujnost rasti drevesa. Z rezjo korenin na obeh straneh vrste se je prirast poganjkov zmanjšala za 40 cm v primerjavi s kontrolo, z rezjo na eni strani pa za 20 cm. Plodovi obrani v obravnavanjih, kjer smo rezali korenine, so bili nekoliko težji v prvem letu, v drugem letu poskusa pa razlik ni bilo. V prvem letu ni bilo razlik v številu cvetnih šopov, v drugem letu pa so drevesa, kjer smo korenine rezali na obeh straneh vrste, imela bistveno več cvetnih šopov.

KEY WORD DOCUMENTATION

ND Du2
DC UDC 634.13:631.542:631.559(043.2)
CX pear/*Pyrus communis*/root pruning/growth/yield
AU CUDERMAN, Marjan
AA HUDINA, Metka (supervisor)
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2016
TY INFLUENCE OF MECHANICAL ROOT PRUNING ON GROWTH AND YIELD
OF PEAR (*Pyrus communis* L.) CULTIVAR 'WILLIAMS'
DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes)
NO X, 35, [1] p., 16 tab., 29 fig., 22 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Root pruning is one of agrotechnical measures with which we may effect on the vigour of fruit trees. We examined the effects of root pruning in experiment set up on 25th March 2014 in pear orchard with 'Williams' cultivar at Zagaj near Bistrica ob Sotli. The purpose was to found out the influence of root pruning on vegetative growth and yield, and if it is reasonable to make root pruning on both sides of the row or is it enough on one side. Experiment was divided into three treatments; in each one was 10 trees. At setting up the experiment we measured: trunk circumference, tree volume and counted flower buds on each tree. On 30th March 2014 was carried out mechanical root pruning. At treatment which was control the pruning wasn't carried out. In the first treatment the pruning was made on both side of the row, in the second treatment only on one side of the row. Digression of the row was 40 cm, depth 40 cm and angle 32.5°. 18th August 2014 and 24th August 2015 we picked up the fruit from each tree individually. Next day we analysed the fruit. We counted the fruits of each tree, weighted them and measured the quality parameters (fruit dimension, soluble solids content and total titratable acidity). 8th March 2015, we measured the growth of one-year shoots. From the results we can conclude that the root pruning has influence on tree vigour. By pruning on both side of the row the growth of the shoots decreased by 40 cm, on one side growth deceased by 20 cm compared to control. The fruit harvested in treatments where we pruned roots were slightly heavier in the first year, in the second year there were no differences. As for flower buds in the first year there was no difference, in the second year the trees pruned on both side of the row had significantly more of them.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	IX
1 UVOD	1
1.1 VZROK ZA RAZISKAVO	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	1
1.3 DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 IZVOR NAVADNE HRUŠKE (<i>Pyrus communis</i> L.)	2
2.2 KLIMATSKE IN TALNE ZAHTEVE	2
2.3 AGROTEHNIČNI UKREPI ZA URAVNAVANJE RASTI	3
2.3.1 Uporaba retardantov	3
2.3.2 Rez korenin	4
2.3.3 Zimska rez	5
2.3.4 Redčenje plodičev	7
3 MATERIALI IN METODE DELA	7
3.1 LOKACIJA	7
3.1.1 Klimatski podatki	7
3.2 MATERIAL	8
3.2.1 Sorta 'Viljamovka'	8
3.2.2 Podlaga 'Kutina MA'	9
3.2.3 Gojitvena oblika ozko vreteno	9
3.3 METODE DELA	10
3.3.1 Postavitev poskusa in analiza	10
4 REZULTATI	13
4.1 MERITVE DREVESA	13
4.1.1 Obseg debla	13
4.1.2 Volumen drevesa	13
4.1.3 Dolžina enoletnih poganjkov	14
4.1.4 Število enoletnih poganjkov	15
4.2 ŠTEVILO CVETNIH ŠOPOV	17
4.3 ŠTEVILO PLODOV NA DREVO	18
4.4 PRIDELEK NA DREVO	19
4.5 DIMENZIJE PLODOV	20
4.5.1 Višina ploda	20
4.5.2 Širina ploda	21

4.6 MASA PLODA	22
4.7 TRDOTA MESA	23
4.8 VSEBNOST SUHE SNOVI	24
4.9 pH SOKA	25
4.10 TITRACIJSKE KISLINE	26
5 RAZPRAVA	28
6 SKLEPI	32
7 POVZETEK	33
8 VIRI	34
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Povprečna temperatura zraka (°C) in količina padavin (mm) za Hidrometeorološko postajo Bizeljsko v letu 2014 (Mesečni ..., 2014)	7
Preglednica 2: Povprečna temperatura zraka (°C) in količina padavin (mm) za Hidrometeorološko postajo Bizeljsko za 30 letno obdobje 1961-1990 in obdobje 1991-2006 (Povzetki ..., 2015; Klimatski ..., 2016)	8
Preglednica 3: Povprečni obseg debla (cm) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	13
Preglednica 4: Volumen drevesa (m ³) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014	14
Preglednica 5: Povprečna dolžina enoletnih poganjkov (cm) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2015	14
Preglednica 6: Povprečno število enoletnih poganjkov ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2015	15
Preglednica 7: Povprečno število cvetnih šopov ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	17
Preglednica 8: Povprečno število plodov na drevo ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	18
Preglednica 9: Povprečni pridelek (kg) na drevo ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	19
Preglednica 10: Povprečna višina ploda (mm) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	20
Preglednica 11: Povprečna širina ploda (mm) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	21
Preglednica 12: Povprečna masa ploda (g) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	22
Preglednica 13: Povprečna trdota mesa (kg/cm ²) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	23
Preglednica 14: Povprečna vsebnost suhe snovi (%) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	24

Preglednica 15: Povprečna vrednost pH soka $\pm$ standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015 25

Preglednica 16: Povprečna vsebnost titracijskih kislin v mg/100 g sadja $\pm$ standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015 26

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Formula proheksadiona-Ca (Proheksadion-Ca, 2016)	4
Slika 2: Različni načini zimske rezi pri hruški: a – belgijska rez, b – nizozemska rez, c – italijanska rez (Štampar, 2011)	6
Slika 3: Lokacija občine Bistrica ob Sotli, kjer je bil izveden poskus (Zagaj..., 2016)	7
Slika 4: Plod hruške sorte 'Viljamovka' (Viljamovka, 2016)	9
Slika 5: Gojitvena oblika ozko vreteno v intenzivnem nasadu hrušk sorte 'Viljamovka'; Zagaj, 2014	10
Slika 6: Obseg debla smo merili na višini 30 cm; Zagaj, 2014	10
Slika 7: Fenofaza, v kateri je bila izvedena rez korenin; Zagaj, 2014	10
Slika 8: Izvedba strojne rezi korenin; Zagaj, 2014	11
Slika 9: Nastavitev kota noža; Zagaj, 2014	11
Slika 10: Odmik od vrste za strojno rez odmerimo z merilnim trakom; Zagaj, 2014	11
Slika 11: Digitalni refraktometer (Digitalni refraktometer, 2016)	12
Slika 12: Penetrometer (Penetrometer, 2016)	12
Slika 13: Povprečni obseg debla (cm) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	13
Slika 14: Povprečni volumen drevesa (m ³) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014	14
Slika 15: Povprečna dolžina enoletnih poganjkov (cm) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2015	15
Slika 16: Povprečno število enoletnih poganjkov pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2015	16
Slika 17: Kontrola spomladi 2015, ko se bile opravljene meritve enoletnih poganjkov; Zagaj, 2105	16
Slika 18: Obravnavanje rez na eni strani spomladi 2015, ko so bile opravljene meritve enoletnih poganjkov; Zagaj, 2015	17

Slika 19: Obravnavanje rez z obeh strani spomladi 2015, ko smo merili dolžino enoletnih poganjkov; Zagaj, 2015	17
Slika 20: Povprečno število cvetnih šopov pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	18
Slika 21: Povprečno število plodov na drevo pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	19
Slika 22: Povprečni pridelek na drevo (kg) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	20
Slika 23: Povprečna višina ploda (mm) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	21
Slika 24: Povprečna širina ploda (mm) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	22
Slika 25: Povprečna masa ploda (g) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	23
Slika 26: Povprečna trdota mesa (kg/cm^2) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	24
Slika 27: Povprečna vsebnost suhe snovi (%) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	25
Slika 28: Povprečna vrednost pH soka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	26
Slika 29: Povprečna vsebnost titracijskih kislin ($\text{mg}/100 \text{ g}$) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015	27

1 UVOD

1.1 VZROK ZA RAZISKAVO

Hruška je sadna vrsta, ki ima v Sloveniji ustrezne razmere za rast. Kljub temu, da je po površini na četrtem mestu, je pomembna sadna vrsta v Sloveniji. Sorta 'Viljamovka' ima bujno rast in je še vedno vodilna sorta, zato smo poskus izvedli pri tej sorti. Če umirimo vegetativno rast nadzemnega dela, s tem vplivamo tudi na cvetenje, pridelek in kakovost plodov. To lahko storimo z različnimi ukrepi: z ustrezno zimsko rezjo, gnojenjem, škropljenjem s pripravki, ki zavirajo rast, redčenjem plodičev, izbiro ustrezne podlage in rezjo korenin. Odločili smo se, da izvedemo poskus z rezjo korenin, ker še ni preizkušena metoda in je prav tako malo poznana. Za to metodo ni potrebe po raznih pripravkih, ki bremenijo okolje, potrebujemo le ustrezno mehanizacijo.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Želeli smo ugotoviti, kako strojna rez vpliva na rast in pridelek hruške sorte 'Viljamovka', ki je bujne rasti, in ali je smiselno rez izvajati na obeh straneh vrste ali zadostuje le z ene strani.

1.3 DELOVNA HIPOTEZA

Postavili smo naslednje hipoteze, ki jih bomo preverili:

- z rezjo koreninskega sistema bomo rast nadzemnega dela umirili/zmanjšali,
- z rezjo koreninskega sistema bomo vplivali na večji cvetni nastavek in boljšo rodnost, večji pridelek,
- z rezjo koreninskega sistema ne bomo negativno vplivali na kakovost plodov.

2 PREGLED OBJAV

2.1 IZVOR NAVADNE HRUŠKE (*Pyrus communis* L.)

Navadno hruško uvrščamo v družino Rosaceae (rožnice) in v rod *Pyrus*, kjer je opisanih približno 60 vrst. Domovina rodu je območje Azije in Evrope, kjer so vrste rodu *Pyrus* tudi avtohtone. Po geografski razširjenosti jih delimo v štiri skupine: evropska ali navadna hruška (*P. communis* L.), mediteranska hruška (*P. amygdalyformis* Vill.), srednje azijska hruška (*P. glabra* Boiss.) in vzhodno azijska hruška (*P. betulifolia* Bunge.). V Sloveniji gojimo predvsem evropske sorte hrušk, ki so znane po tem, da imajo topno, masleno in sladko meso (Štampar in sod., 2014).

Glede opraševalnih odnosov je prisotna avtosterilnost (samoneoplodnost). To pomeni, da hruška za uspešno oploditev potrebuje pelod druge sorte. V intenzivnih nasadih se zato sadita po dve ali več sort, ki se med seboj oprašujejo. Dobre opraševalne sorte so diploidne, triploidne sorte niso primerne. Upoštevati je treba tudi to, da se čas cvetenja med sortami razlikuje (Jazbec in sod., 1995).

2.2 KLIMATSKE IN TALNE ZAHTEVE

Temperatura je eden od najbolj omejujočih dejavnikov za gojenje hruške. Problem so lahko nizke zimske temperature in spomladanske pozebe. Na sejanec cepljena sorta hruške med zimskim mirovanjem prenese tudi do -20 °C, nekaj je tudi takih, ki prenesejo tudi -25 °C za kratek čas. Kutina pa je podlaga, ki prenese -15 °C, lahko tudi nižjo temperaturo, če so tla pokrita s snegom. V fenofazi rdečih brstov nepoškodovani brsti prenesejo od -3,5 do -2,8 °C, med polnim cvetenjem od -2,3 do -1,7 °C, zasnove plodičev pa od -1,7 do -1,0 °C (Štampar in sod., 2014).

Na visoke poletne temperature je manj občutljiva kot jablana. V toplih poletjih se plodovi tudi bolje razvijajo. Pri sorti 'Viljamovka' visoka temperatura lahko povzroči ožig in sušenje listov. Najverjetneje je vzrok za to suh, vroč zrak, nizka vlaga tal in pomanjkanje kalija (Štampar in sod., 2014).

Velik pomen ima tudi zračna vlaga med oprašitvijo in oploditvijo in med razvojem ploda. Optimalna relativna zračna vlaga je med 60 – 70 %, vlažnost pod 30 % pa povzroči fiziološke motnje (Štampar in sod., 2014).

Za hruško so najprimernejša rahlo kislata tla s pH vrednostjo med 5,6 in 6,5. Tla morajo biti rodovitna, zračna in rahla. Rast je slabša v težkih ilovnatih tleh s 3 % ali več aktivnega apna, na drevesih se pojavi kloroza. Če je cepljena na kutino, prenese tudi nekoliko težja tla. Korenine rastejo nekoliko globlje, kot pri jablani, zato lažje prenaša sušo (Jazbec in sod., 1995).

2.3 AGROTEHNIČNI UKREPI ZA URAVNAVANJE RASTI

Znano je, da obstaja ravnotežje med vegetativno rastjo in pridelkom sadnih dreves. Pogosto zaradi raznih dejavnikov pride do motenj v ravnovesju, ki se kaže v zelo bujni rasti. Prevelika bujnost oziroma predolgi poganjki negativno vplivajo na kakovost plodov, rodnost drevesa in učinkovitost varstva rastlin v sadovnjaku. Zato si prizadevamo, da bi imeli večji nadzor nad vegetativno rastjo sadnih dreves. Eden od ukrepov je uporaba zaviralcev rasti (retardantov). Najbolj znan je pripravek Regalis, ki vsebuje proheksadion-Ca (Basak, 2007).

Preveč bujna rast pogosto vpliva na zmanjšan svetlobni režim znotraj krošnje, kar pa vpliva na manjši pridelek, ki je po navadi tudi slabše kakovosti. Za dober svetlobni režim je potrebna tudi močnejša rez, ki pa vodi v večje stroške pridelave (Wang in sod., 2014).

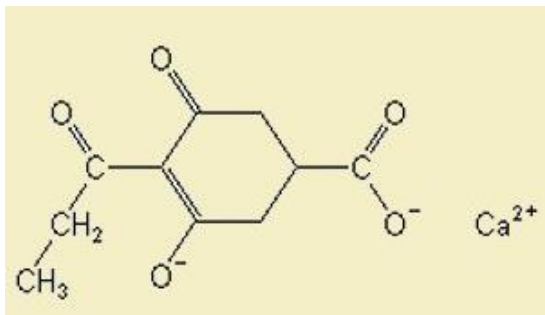
2.3.1 Uporaba retardantov

Pokazalo se je, da inhibitorji biosinteze giberelinov zavirajo vegetativno rast in s tem izboljšajo rodnost drevesa. Cikloheksandioni so novi razred inhibitorjev biosinteze giberelinov. Spojina proheksadion-Ca (pripravek Regalis) iz te skupine je zelo učinkovita pri zaviranju rasti drevesa. Leta 1995 so na Poljskem izvedli poskus na jablani in potrdili velik učinek proheksadiona-Ca pri nadzoru rasti. Na Madžarskem so opazili večjo razvejanost jablan po uporabi pripravka (Basak, 2007).

Pripravek Regalis vsebuje 100 mg/kg proheksadion- Ca, kalcij 3-oksido-5-okso-4-propionil-3-cikloheksenekarboksilat. Je registrirano fitofarmcevtsko sredstvo v obliki močljivih zrn. Uporablja se kot regulator za uravnavanje rasti pri bujnih sortah. Povečuje tudi odpornost proti okužbam s hruševim ožigom (*Erwinia amylovora* (Burill.) Winslow et al.). Pripravek deluje tako, da zavira tvorbo hormona giberelina. V rastlino pride preko površine listov in se premika po deblu navzgor, v manjši meri tudi navzdol. Pri hruški je uporaba dovoljena samo za zmanjševanje sekundarnih okužb s hruševim ožigom na ogroženih območjih. Okužba se zmanjša s tem, ko se zmanjša rast poganjkov in se poveča tvorba flavonoidov. Karenca je 55 dni (Pripravek Regalis, 2016).

Pravi čas za prvi nanos proheksadion-Ca, kot zaviralca rasti in kontrole nad hruševim ožigom, je, ko terminalni poganjek doseže dolžino med 2 in 7 cm. To je ponavadi v fazi, ko začnejo odpadati venčni listi. Pomembno je, da sredstvo nanesemo v tej fazi, saj je v začetku rast poganjka zelo hitra. Če proheksadion-Ca nanesemo prezgodaj, je učinek manjši, ker listi še niso razviti in je absorpcijska površina manjša. Pri večjih koncentracijah se zmanjša pridelek v prvem letu, v drugem letu pa je bistveno manjši cvetni nastavek. Uporabili so koncentracije od 42 do 250 mg/l. Z nanosom proheksadiona-Ca se je zmanjšala rast in cvetni nastavek. Bistvenega učinka na povečan pridelek pa ni bilo (Greene, 2008).

Ugotovitve kažejo, da se pripravek Regalis lahko uporablja ne samo za zaviranje rasti starejših dreves, ampak se lahko uporablja pri mladih drevesih za izboljšanje strukture krošnje. V prvem letu pripravek vpliva na to, da so poganjki krajši, v drugem letu pa na razvejanost poganjkov, kar naj bi vplivalo na boljše cvetenje v prihodnem letu. Pripravek ima lahko tudi negativni učinek na barvo in čvrstost plodov (Basak, 2007).



Slika 1: Formula proheksadiona-Ca (Proheksadion-Ca, 2016)

Uporaba kemičnih regulatorjev rasti (retardantov), kot je na primer pripravek cycocel (chlormequat chloride), je bil pogost ukrep za uravnavanje rasti krošnje (Wang in sod., 2014).

2.3.2 Rez korenin

Ker je danes skrb za okolje zelo pomembna, so leta 2002 na Danskem prepovedali uporabo nekaterih regulatorjev rasti. Zato je bilo v zadnjih desetih letih vloženega veliko truda v razvoj trajnostnih alternativnih metod kot nadomestek kemičnim regulatorjem rasti hrušk (Wang in sod., 2014).

Eden od dobrih alternativnih ukrepov se je pokazala rez korenin za regulacijo rasti sadnega drevja. Poskuse so najprej opravljali na ulončenih rastlinah trte, hrušk in jablan, kjer se je pokazala manjša bujnost rastlin s krajšimi poganjki. Pri jablani se je rast zmanjšala za 20 %. V drugi rastni dobi je bila višina jablan za 12 % manjša, prav tako se je zmanjšala dolžina korenin, število korenin in premer plodov, kot posledica rezi korenin v primerjavi s kontrolo (Wang in sod., 2014).

Z izgubo diaminozidov so se nekateri sadjarji odločili za rez korenin, da bi zmanjšali odpadanje plodičev, izboljšali obarvanost plodov in zmanjšali preveč bujno rast. Z rezultati pridobljenimi v rastlinjaku so pri mladih drevesih jablane ugotovili, da se z rezjo korenin zelo zmanjša neto fotosinteza, transpiracija in vodni potencial. Poskus, ki so ga izvedli na polju je pokazal, da rez korenin nima učinka na vsebnost hranil v listih (Ferree, 1992).

Pri hruški se je z rezjo korenin bistveno zmanjšala dolžina korenin, kar za 25 % v primerjavi s kontrolo, kjer rezi ni bilo. Nekateri avtorji navajajo, da rez korenin nima

nobene povezave s povečanim cvetenjem, spet drugi, da ima majhen vpliv (Wang in sod., 2014).

Raziskovalci v Švici zagovarjajo, da je rez korenin potrebno opraviti od začetka decembra do začetka marca. Navajajo tudi, da z rezjo aprila ne dosežemo želenega učinka. Z rezjo korenin v drugi polovici junija ne vplivamo na zmanjšano rast korenin, se pa kaže v večjem odpadanju plodičev v primerjavi z rezjo med cvetenjem ali mirovanjem. Drevesa jablane višine 3 do 3,5 m naj bi potrebovala za ublažitev sušnega stresa od 40 do 100 l vode na dan v času, ko je izhlapevanje veliko. Rezultati, ki so jih pridobili v šestih letih kažejo, da z rezjo vplivamo na zmanjšano rast poganjkov in plodov, razen v letih, ko je bila v rastni sezoni visoka zračna vlaga (Ferree, 1992).

Kljub navedenim prednostim še vedno obstaja več negativnih učinkov rezi korenin v praksi. Zgodnje študije ob koncu 20. stoletja kažejo, da se z rezjo korenin zmanjša pridelek zaradi manjših zalog fotoasimilatov. Rez korenin vpliva tudi na slabši sprejem vode in hranil in povzroči močno mehansko poškodbo korenin. To pa vodi do sušnega stresa, pomanjkanja hranil, kar pa seveda omeji rast, pridelek in kakovost plodov. Ravno zaradi teh negativnih učinkov je nujno, da se na polju preveri in razvije strategije, kako ublažiti negativne učinke rezi korenin (Wang in sod., 2014).

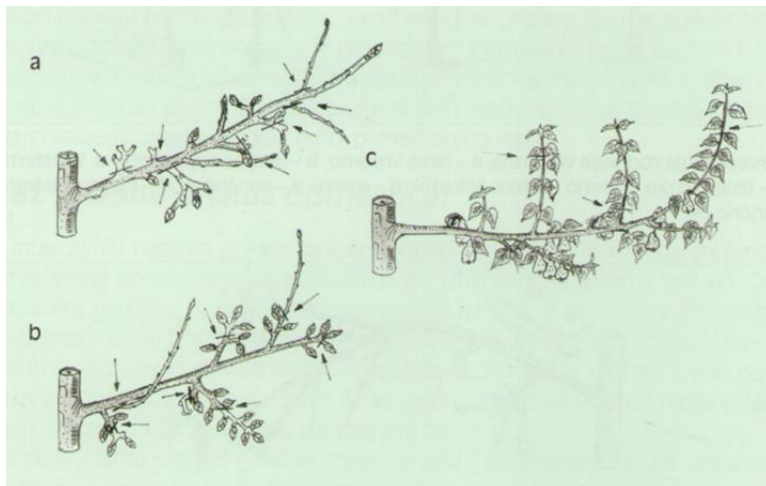
Med drugimi možnostmi lahko sušni stres ublažimo ali celo izničimo z neposrednim namakanjem v območju korenin. Vpliv rezi je podoben vplivu pomanjkanja vode v tem, saj omejuje rast in pri hruški lahko zmanjša velikost plodov. Hipotetično je to, da z boljšim vodnim režimom v rastlini, z namakanjem po rezi korenin vplivamo na rast plodov, ne da bi ogrozili vegetativno rast. Do danes ta možnost na hruškah še ni bila raziskana, ker je v Skandinaviji malo možnosti, da bi drevesa hrušk trpela zaradi pomanjkanja vode več rastnih sezon (Wang in sod., 2014).

Na Danskem je rez korenin postala pogosta praksa za uravnavanje velikosti krošnje pri hruškah. V Sloveniji je klima precej drugačna od tiste v Skandinaviji, zato bi bilo dobro preveriti, kako bi sadna drevesa odreagirala in mogoče bi to postala stalna praksa, če bi se pokazali dobri učinki rezi korenin.

2.3.3 Zimska rez

Za rez mladih dreves pri vseh sadnih vrstah veljajo pravila, da oblikujemo gojitveno obliko (na primer ozko vreteno). Rez na rodnost pa se razlikuje pri posamezni sadni vrsti, lahko tudi pri sorti. Hruško režemo na tri načine: belgijska rez, nizozemska rez in italijanska rez. Za belgijsko rez je značilno, da imamo na rodni veji po tretjino enoletnega, dvoletnega in večletnega lesa. Enoletni les ponavadi ni roden, dvoletni in večletni pa je. Pri nizozemski rezi na posamezni rodni veji izrežemo vse vegetativne poganjke, nato pa rodne razredčimo. Italijanski tip rezi je poznan po tem, da pri zimski rezi krošnjo razredčimo, nato pa šele v maju krajšamo nerodne šibe za spodbuditev diferenciacije (Štampar, 2011).

Za naše razmere se je najbolj uveljavil belgijski tip rezi, saj je najenostavnejši za obnovo rodnega lesa. Pri hruški moramo tudi paziti, katero sorto režemo, ker je med posameznimi sortami velika razlika v bujnosti rasti. Pri bujnih sortah, kot je 'Viljamovka', hitro oblikujemo gojitveno obliko, v obdobju rodnosti režemo manj, da ne porušimo razmerja med rodnostjo in rastjo (Štampar, 2011).



Slika 2: Različni načini zimske rezi pri hruški: a – belgijska rez, b – nizozemska rez, c – italijanska rez (Štampar, 2011).

2.4.4 Redčenje plodičev

Redčenje plodičev je potreben ukrep v letih, ko hruške obilno cvetijo in temu sledi dobra oprašitev in oploditev ter tako nastane veliko število plodov. Kljub temu, da so tri obdobja naravnega trebljenja plodičev, je le-teh še vedno preveč, zato je potrebo plodiče odstraniti kemično, ročno ali mehansko, da dosežemo ustrezno obremenitev drevesa. Če plodičev ne redčimo, lahko pride do izmenične rodnosti, plodovi pa so ponavadi tudi slabše kakovosti. Redčenje moramo opraviti preden se začne diferenciacija brstov (Štampar in sod., 2014).

Pri hruški se plodiče najpogosteje odstranjuje ročno. Z redčenje pričnemo, ko se konča naravno odpadanje plodičev imenovano junijsko trebljenje. Naredimo tako, da na razdalji 10 do 15 cm pustimo največ dva plodiča. Puščamo le dobro razvite plodiče, ki so nepoškodovani, niso deformirani in niso okuženi (Štampar in sod., 2014).

Kemično redčenje se izvaja le v intenzivnih nasadih. Izvajamo ga v treh različnih obdobjih, odvisno od premera plodičev: prvo škropljenje opravimo, ko so plodiči premera manj kot 5 mm, drugo ko je premer 5 do 12 mm in tretje pri premeru plodičev nad 12 mm. Učinek je v veliki meri odvisen od vremenskih razmer med škropljenjem. Opravimo ga v mirnem vremenu, pri visoki relativni zračni vlagi, brez padavin in pri temperaturi med 12 in 20 °C. Zaradi možnosti spomladanske pozebe se največkrat odločimo za redčenje, ko so plodiči debeli 12 mm (Jazbec in sod., 1995).

3 MATERIALI IN METODE DELA

3.1 LOKACIJA

Pri sorti 'Viljamovka' smo v letu 2014 v kraju Zagaj, ki spada v občino Bistrica ob Sotli opravili poskus strojne rezi korenin. Sosednje občine so Podčetrtek, Brežice in Kozje, na vzhodu pa meji na Hrvaško. Nahaja se na jugovzhodu Slovenije v regiji Posavje.

Nasad se nahaja na nadmorski višini 204 m. V sadovnjaku so poleg hrušk posajene še jablane. Skupna površina je 9 ha, od tega je 3 ha hrušk in 6 ha jablan.



Slika 3: Lokacija občine Bistrica ob Sotli, kjer je bil izveden poskus (Zagaj..., 2016)

3.1.1 Klimatski podatki

Podatki so pridobljeni iz Hidrometeorološke postaje Bizeljsko, saj je ta postaja najbližja nasadu, v katerem je bil opravljen poskus. Uporabili smo podatke o padavinah in temperaturah za leto 2014, 30-letno obdobje 1961-1990 in za obdobje 1991-2006.

Preglednica 1: Povprečna temperatura zraka (°C) in količina padavin (mm) za Hidrometeorološko postajo Bizeljsko v letu 2014 (Mesečni ..., 2014)

	Temperatura	Količina padavin
Januar	4,4	57
Februar	4,3	144
Marec	9,8	9
April	13,0	108
Maj	14,9	120
Junij	19,1	109
Julij	20,8	83
Avgust	19,0	204
September	15,7	172
Oktober	12,7	110
November	8,5	70
December	3,4	84
Leto	12,1	1270

Iz preglednice 1 je vidno, da je bila na Bizeljskem v letu 2014 povprečna temperatura 12,1 °C, količina padavin pa 1270 mm. Najbolj toplel mesec je bil julij s temperaturo 20,8 °C, najbolj hladen pa december s povprečno temperaturo 3,4 °C. Največ padavin je bilo avgusta, najmanj pa marca.

Preglednica 2: Povprečna temperatura zraka (°C) in količina padavin (mm) za Hidrometeorološko postajo Bizeljsko za 30 letno obdobje 1961-1990 in obdobje 1991-2006 (Povzetki ..., 2015; Klimatski ..., 2016)

Mesec	Obdobje 1961-1990		Obdobje 1991-2006	
	Temperatura	Količina padavin	Temperatura	Količina padavin
Januar	-1,3	58	-0,1	46
Februar	1,5	55	1,6	46
Marec	5,6	74	6,4	61
April	10,2	86	10,8	82
Maj	14,7	96	15,9	90
Junij	17,8	121	19,2	93
Julij	19,4	101	20,7	96
Avgust	18,7	106	20,4	91
September	15,3	97	15,6	109
Oktober	10,2	89	10,9	110
November	4,7	106	5,5	94
December	0,2	70	0,4	78
Leto	9,7	1059	10,6	998

V 30 letnem obdobju 1961-1990 je bila povprečna temperatura zraka za 0,9 °C manjša, kot pri povprečju za obdobje 1991-2006. Mesec z najmanjšo temperaturo je pri obeh povprečjih december, z največjo pa julij. Letna količina padavin je bila v dolgoletnem obdobju 1961-1990 večja za 61 mm. Zimski meseci (december, januar, februar) so imeli najmanj padavin. Količina padavin pri dolgoletnem povprečju prevladuje v poletnih mesecih (junij, julij, avgust), v obdobju 1991-2006 pa je bilo največ padavin septembra in oktobra.

3.2 MATERIAL

3.2.1 Sorta 'Viljamovka'

Ta sorta je še vedno vodilna med hruškami. Ima veliko tujih poimenovanj: 'William's Bon Chrétien' (originalno), 'Bartlett', 'Williams Christbirne', 'Williams'. Sorta je angleškega izvora neznanih staršev. Našel jo je Stair iz Aldermastona okoli leta 1770, pod imenom Williams pa jo je začel razmnoževati Richard Williams. Glede tal ni zahtevna, raste srednje bujno. Ker je slabo skladna s kutino je potrebno uporabiti posredovalko. Od bolezni in škodljivcev je občutljiva na klorozo in hruševu bolšico (*Psylla pyri* L.), še bolj na hrušev ožig (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.), nekoliko manj na hrušev škrlup (*Venturia pyrina* Aderh.). Cvetenje je srednje pozno. Je nagnjena k partenokarpiji. Zgodaj vstopi v rodnost, pridelek je reden in velik. Posamezni plodovi imajo maso od 160

do 260 g in so hruškaste oblike. Pecelj je srednje kratek, kožica je tanka. Osnovna barve je rumena, na sončni strani se lahko obarva rdeče. Meso je belo, zelo fine teksture, topno, sočno, sladkega okusa, aromatično, lahko rahlo kiselkastega okusa. V osrednji Sloveniji zori v zadnji dekadi avgusta (Godec in sod., 2011).



Slika 4: Plod hruške sorte 'Viljamovka' (Viljamovka, 2016)

3.2.2 Podlaga 'Kutina MA'

Je šibko rastoča podlaga, ki je bila selekcionirana leta 1920 v Veliki Britaniji v East Malingu. Sorta cepljena na to podlago raste srednje bujno. Zelo občutljiva je na ogorčice, hrušev ožig in viruse. Občutljiva je za sušo in zimski mraz, odporna pa na krvavo uš. Z nekaterimi sortami evropskih hrušk ni dobro skladna, zato uporabimo posredovalko. Za posredovalko sta primerni sorti 'Hardijeva' in 'Pastorjevka'. Podlaga vpliva na zgodnejši vstop v rodnost. Sorte, cepljene na podlagi 'Kutina MA', slabo prenašajo večji odstotek aktivnega apna v tleh, kar se kaže kot kloroza. Podlago dobro razmnožujemo z zelenimi potaknjenci. Glede tal je zahtevna, ukoreninjanje je srednje do dobro. Drevo stalno potrebuje oporo. Priporoča se jo za sajenje na globokih, dobro prepustnih, vlažnih tleh, ki imaj blago kislo do nevtrarno reakcijo (Štampar in sod., 2014).

3.2.3 Gojitvena oblika ozko vreteno

Gojitvena oblika je primerna za vzgojo dreves, ki so cepljena na šibko podlago in jo izvajamo predvsem v intenzivnih sadovnjakih, kjer prevladuje skupinska opora, saj ta drevesa potrebujejo stalno oporo. To je tako imenovana opora s sistemom treh žic in vmesnimi stebri. Po navadi ima še vsako drevo individualno oporo, bambusov količek. Potrebno je natančno privezovanje, da provodnik raste navpično. Krošnja ima v preseku stožčasto obliko, višina pa je od 2,5 do 3,5 m, deblo je visoko med 0,6 in 0,9 m. Spodnji del krošnje tvori pet do osem nosilcev rodnega lesa, ki so spiralno razporejeni po provodniku. Proti vrhu krošnje so nosilci rodnega lesa bolj šibki. Celotno krošnjo tvori med dvajset in trideset nosilcev rodnega lesa. Vrh je odveden na šibek, položen poganjek (Štampar, 2011).



Slika 5: Gojitvena oblika ozko vreteno v intenzivnem nasadu hrušk sorte 'Viljamovka'; Zagaj, 2014 (foto: Cuderman, 2014)

3.3 METODE DELA

3.3.1 Postavitev poskusa in analiza

Poskus smo zastavili 25. 3. 2014 v nasadu hrušk, kjer smo izbrali po 10 dreves za vsako obravnavanje. V poskus smo vključili 3 obravnavanja: kontrola, kjer rezi korenin nismo izvedli, rez korenin z ene strani vrste in rez korenin z obeh strani vrste. Drevesa hrušk so bila posajena na medvrstni razdalji 3,75 m, v vrsti pa na 1,4 m. Pri vseh drevesih smo še isti dan z merilnim trakom izmerili obseg debla, volumen krošnje s trasirno desko (višina x širina x globina krošnje) in ročno prešteli cvetne šope.



Slika 6: Obseg debla smo merili na višini 30 cm; Zagaj, 2014 (foto: Cuderman, 2014)



Slika 7: Fenofaza, v kateri je bila izvedena rez korenin; Zagaj, 2014 (foto: Hudina, 2014)

Z volumnom krošnje smo preverili izenačenost dreves. 30. 3. 2014 je bila opravljena strojna rez korenin. Pred rezjo je bilo potrebno le nastaviti stroj na ustrezne parametre: globina 40 cm, odmik od vrste 40 cm in kot noža 32,5°.



Slika 8: Izvedba strojne rezi korenin; Zagaj, 2014
(foto: Hudina, 2014)



Slika 9: Nastavitev kota noža; Zagaj, 2014
(foto: Hudina, 2014)



Slika 10: Odmik od vrste za strojno rez odmerimo z merilnim trakom; Zagaj, 2014 (foto: Hudina, 2014)

18. 8. 2014 je sledilo obiranje pridelka za vsako drevo posebej. Prešteli smo plodove in jih stehali za vsako drevo posebej. Izmerili smo tudi parametre kakovosti (dimenzije ploda, trdota mesa, pH soka, vsebnost suhe snovi in vsebnost titracijskih kislin) 20 plodovom za vsako obravnavanje. 8. 3. 2015 smo izmerili še prirast enoletnih poganjkov. 8. 4. 2015 smo izmerili obseg debla in prešteli cvetne šope. 24. avgusta 2015 pa je ponovno sledilo obiranje in meritve kakovosti plodov.

Naprave za meritve:

- penetrometer (digitalni penetrometer 53205, T.R. Turoni srl, Forli, Italija) za meritve trdote plodov,
- digitalni refraktometer (Atago, T.R. Turoni srl, Forli, Italija) za meritev suhe snovi,

- kljunasto merilo (standard gage 00534020, Tobo's d.o.o.) za meritve dimenzij plodov,
- tehtnica za tehtanje mase plodov,
- avtomatski titrator (Titrino S 719, Metrohm, Herisau, Švica) za meritve skupnih kislin.



Slika 11: Digitalni refraktometer (Digitalni refraktometer, 2016)



Slika 12: Penetrometer (Penetrometer, 2016)

Pridelek smo obrali za vsako drevo v svoj zaboj. Po obiranju smo prešteli plodove v vsakem zaboju in pridelek stehtali. Nato smo pri vsakem obravnavanju naključno izbrali po 20 plodov, katere smo podrobneje analizirali.

Vsak plod smo stehtali s kuhinjsko tehtnico. Potem smo s kljunastim merilom izmerili višino in širino ploda. Nato smo na srednjem delu ploda z nožem odstranili del kože, da smo lahko s penetrometrom izmerili trdoto mesa. To poteka tako, da valjast bat premera 8 mm do označene črte potisnemo v plod in nato odčitamo vrednost v kg/cm^2 . Za tem je sledila še meritev vsebnosti suhe snovi in skupnih titracijskih kislin ter pH. Suho snov smo izmerili s pomočjo digitalnega refraktometra, ki deluje tako, da na stekelce damo nekaj kapljic soka iz ploda in naprava nam pokaže odstotek suhe snovi. Titracijske kisline smo izmerili z avtomatskim titratorjem, deluje na osnovi dodajanja bazične raztopine (NaOH) in ko raztopina doseže pH 7,0 odčitamo porabljeno količino baze. Analizo kakovosti plodov smo delali zato, da smo preverili, če ima rez korenin negativen vpliv na kakovost.

Podatke smo statistično analizirani v R programu z vmesnikom R commander. Analiza je bila narejena z enosmerno analizo variance in nato še LSD test. Upoštevali smo 5 % tveganje. Pri podatkih v preglednicah in na slikah enake črke pri obravnavanjih pomenijo, da med obravnavanji ni statistično značilnih razlik.

4 REZULTATI

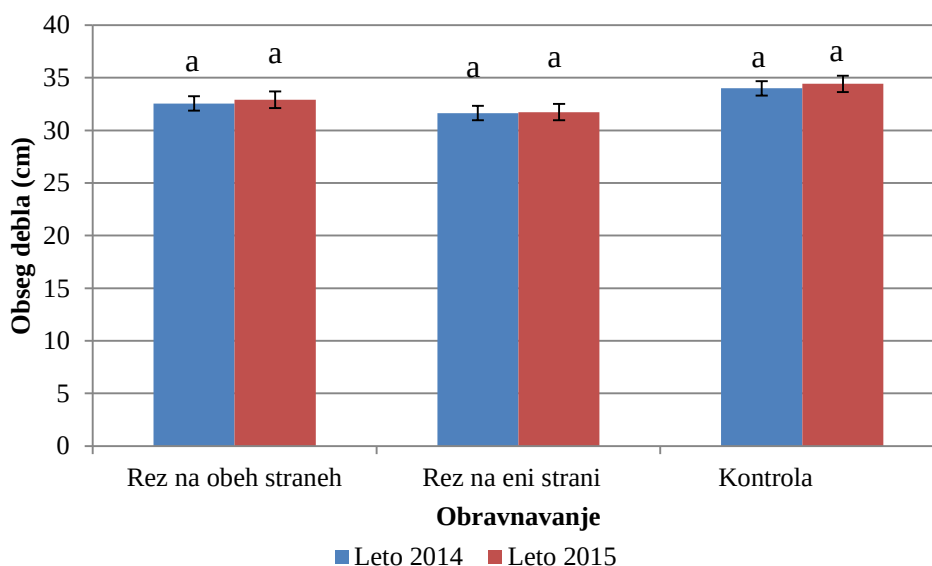
4.1 MERITVE DREVESA

4.1.1 Obseg debla

V preglednici 3 in na sliki 13 so zbrane povprečne vrednosti o obsegu debla, ki smo jih merili v obeh letih poskusa. Za vzorec vsakega obravnavanja smo imeli po 10 dreves.

Preglednica 3: Povprečni obseg debla (cm) $\pm$ standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015 (enake črke pomenijo, da ni statistično značilnih razlik)

Obravnavanje	Leto 2014	Leto 2015
Rez na obeh straneh	32,6 $\pm$ 5,0 a	32,9 $\pm$ 6,1 a
Rez na eni strani	31,6 $\pm$ 2,9 a	31,7 $\pm$ 2,7 a
Kontrola	34,0 $\pm$ 6,6 a	34,4 $\pm$ 3,1 a



Slika 13: Povprečni obseg debla (cm) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

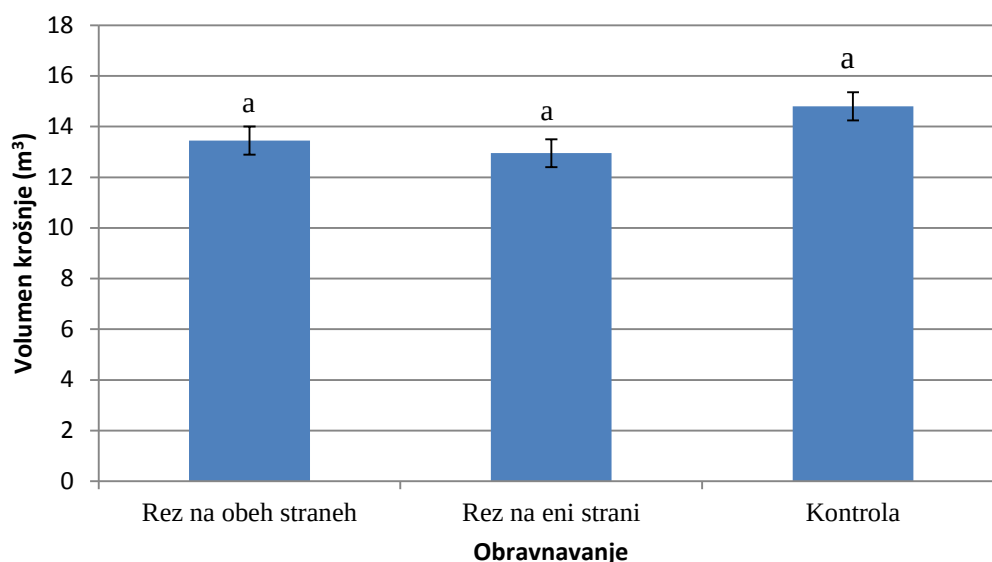
Največji povprečni obseg je bil v obeh letih pri kontroli, najmanjši pa pri obravnavanju "rez na eni strani", vendar med obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik v letih 2014 in 2015.

4.1.2 Volumen drevesa

Volumen drevesa smo merili samo v prvem letu poskusa, s tem smo preverili izenačenost dreves v rasti. Povprečni rezultati meritev so predstavljeni v preglednici 4 in na sliki 14.

Preglednica 4: Volumen drevesa (m^3) $\pm$ standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014

Obravnavanje	Volumen drevesa (m^3)
Rez na obeh straneh	$13,5 \pm 2,5$ a
Rez na eni strani	$13,0 \pm 2,5$ a
Kontrola	$14,8 \pm 3,3$ a



Slika 14: Povprečni volumen drevesa (m^3) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014

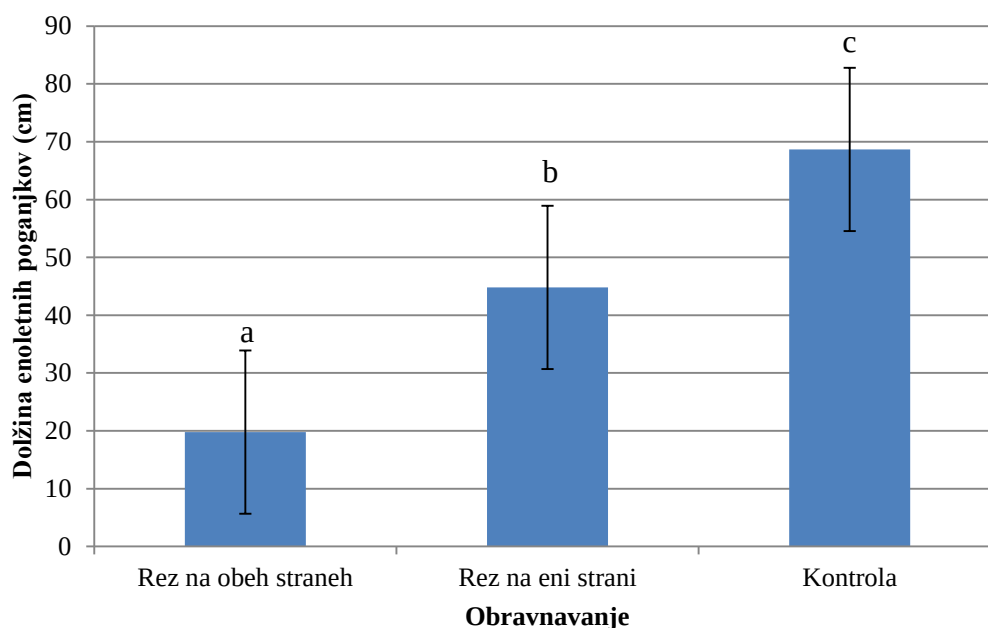
Najmanjši povprečni volumen smo izmerili pri obravnavanju "rez na eni strani", meri $13,0 \pm 2,5 \text{ m}^3$. Nekoliko večji volumen je bil izmerjen pri obravnavanju "rez na obeh straneh" $13,5 \pm 2,5 \text{ m}^3$. V povprečju pa je bil največji volumen drevesa pri kontroli in meri $14,8 \pm 3,3 \text{ m}^3$. Med obravnavanji ni razlik, ki bi bile statistično značilne.

4.1.3 Dolžina enoletnih poganjkov

Dolžino enoletnih poganjkov smo merili v drugem letu poskusa spomladi. S tem smo preverili vpliv strojne rezi korenin na vegetativno rast.

Preglednica 5: Povprečna dolžina enoletnih poganjkov (cm) $\pm$ standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2015

Obravnavanje	Dolžina enoletnih poganjkov (cm)
Rez na obeh straneh	$19,8 \pm 7,7$ a
Rez na eni strani	$44,8 \pm 26,9$ b
Kontrola	$68,7 \pm 28,2$ c



Slika 15: Povprečna dolžina enoletnih poganjkov (cm) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2015

Najdaljše poganjke smo izmerili pri kontroli, v povprečju so merili $68,7 \pm 28,2$ cm (preglednica 5 in slika 15). Sledi obravnavanje “rez na eni strani” vrste, v povprečju so bili enoletni poganjki dolgi $44,8 \pm 26,9$ cm. Najkrajše enoletne poganjke smo izmerili pri obravnavanju “rez na obeh straneh” vrste s povprečno dolžino $19,8 \pm 7,7$ cm.

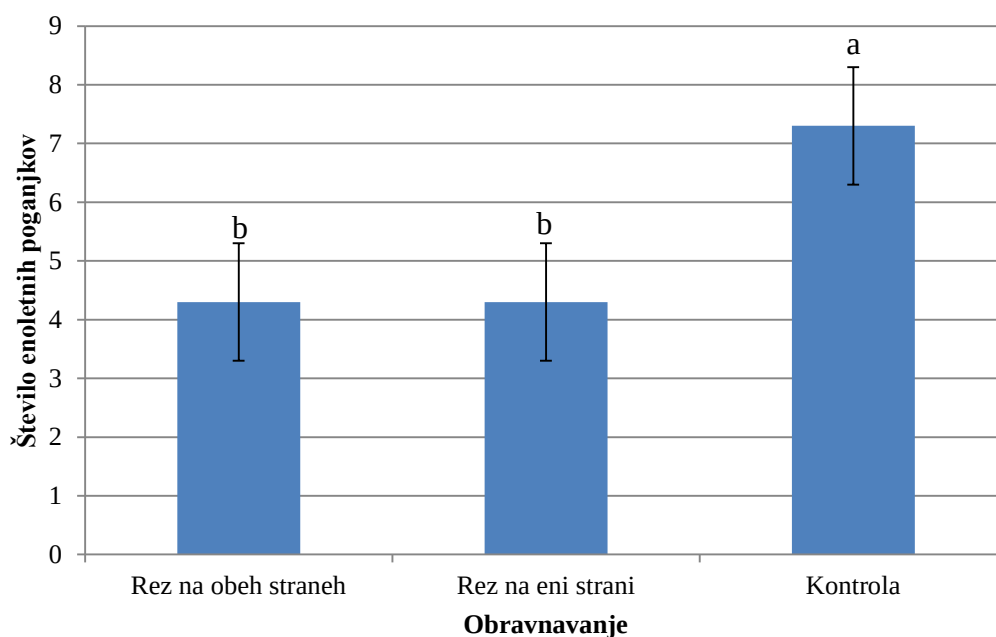
Statistično značilne razlike obstajajo, in sicer med obravnavanji: “rez na obeh straneh” in kontrola, “rez na eni strani” in 'kontrola' ter “rez na eni strani” in “rez na obeh straneh”. Skratka razlike obstajajo med vsemi obravnavanji.

4.1.4 Število enoletnih poganjkov

V preglednici 6 so zbrane povprečne vrednosti števila enoletnih poganjkov.

Preglednica 6: Povprečno število enoletnih poganjkov ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2015

Obravnavanje	Število enoletnih poganjkov
Rez na obeh straneh	$4,3 \pm 3,3$ b
Rez na eni strani	$4,3 \pm 2,4$ b
Kontrola	$7,3 \pm 3,6$ a



Slika 16: Povprečno število enoletnih poganjkov pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2015

Pri kontroli je bilo naštetih največ enoletnih poganjkov, v povprečju jih je bilo $7,3 \pm 3,6$ (preglednica 6 in slika 16). Pri ostalih obravnavanjih pa jih je bilo manj, v povprečju jih je bilo $4,3 \pm 2,4$ in $4,3 \pm 3,3$. Iz tega je tudi razvidno, da obstajajo statistično značilne razlike med kontrolo in obravnavanjem "rez na eni strani" ter med kontrolo in obravnavanjem "rez na obeh straneh" vrste.



Slika 17: Kontrola spomladi 2015, ko se bile opravljene meritve enoletnih poganjkov; Zagaj, 2105 (foto: Hudina, 2015)



Slika 18: Obravnavanje rez na eni strani spomladi 2015, ko so bile opravljene meritve enoletnih poganjkov; Zagaj, 2015 (foto: Hudina, 2015)



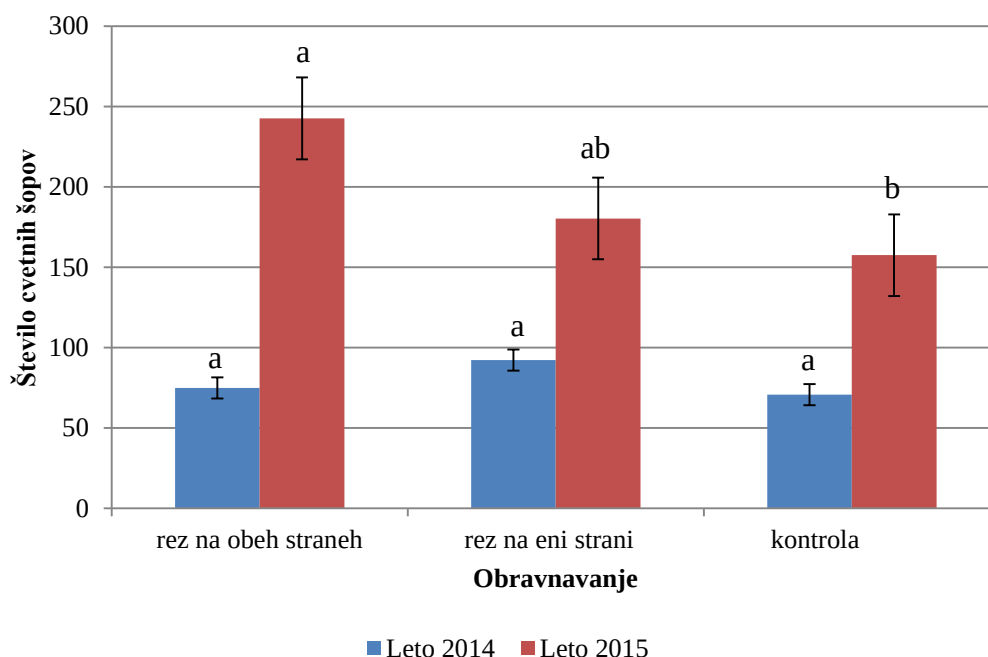
Slika 19: Obravnavanje rez z obeh strani spomladi 2015, ko smo merili dolžino enoletnih poganjkov; Zagaj, 2015 (foto: Hudina, 2015)

4.2 ŠTEVILO CVETNIH ŠOPOV

V preglednici 7 so prikazana povprečna števila cvetnih šopov.

Preglednica 7: Povprečno število cvetnih šopov $\pm$ standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Obravnavanje	Leto 2014	Leto 2015
Rez na obeh straneh	74,9 $\pm$ 27,2 a	242,6 $\pm$ 78,0 a
Rez na eni strani	92,2 $\pm$ 40,1 a	180,3 $\pm$ 71,3 ab
Kontrola	70,7 $\pm$ 42,0 a	157,5 $\pm$ 75,5 b



Slika 20: Povprečno število cvetnih šopov pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Leta 2014 smo v povprečju največ cvetnih šopov našli pri obravnavanju "rez na eni strani", in sicer $92,2 \pm 40,1$, sledi obravnavanje "rez na obeh straneh" s $74,9 \pm 27,2$ cvetnimi šopi, najmanj pa pri kontroli $70,7 \pm 42,0$ (preglednica 7 in slika 20). Leta 2015 je bilo najmanj cvetnih šopov prešteti prav tako pri kontroli, v povprečju $157,5 \pm 75,5$, sledi obravnavanje "rez na eni strani" s $180,3 \pm 71,3$ cvetnimi šopi, največ cvetnih šopov pa je bilo pri obravnavanju "rez na obeh straneh", kjer smo v povprečju našli $242,6 \pm 78,0$ cvetnih šopov.

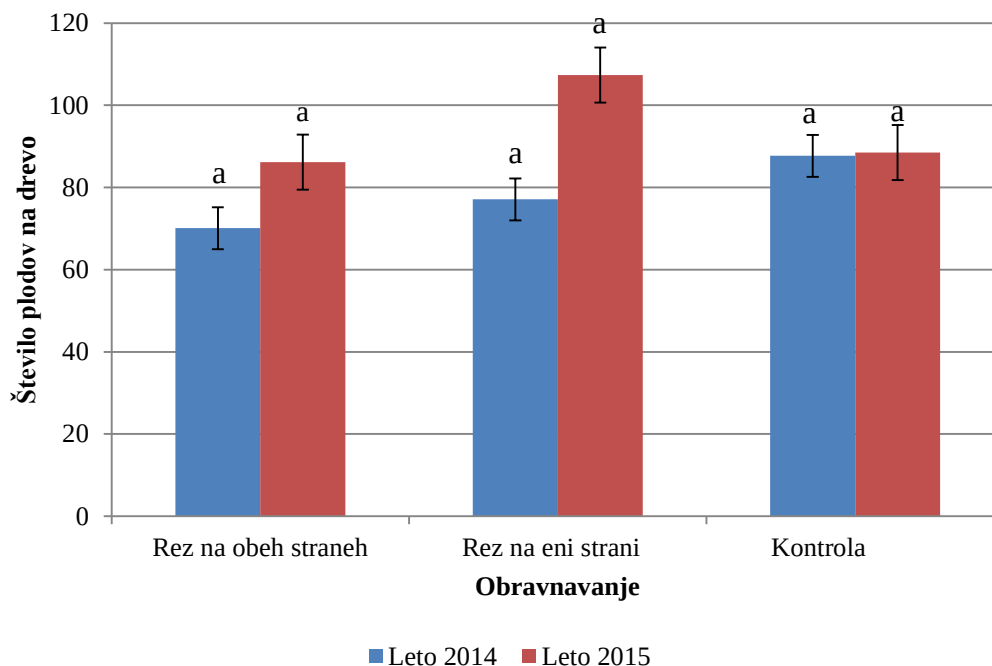
Vidno je tudi, da je bilo leta 2015 bistveno več cvetnih šopov pri vseh obravnavanjih. V letu 2014 med obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik, v letu 2015 pa obstajajo statistično značilne razlike med kontrolo in obravnavanjem "rez na obeh straneh".

4.3 ŠTEVILO PLODOV NA DREVO

Plodovi so bili obrani v tehnološki zrelosti v avgustu. Preglednica 8 in slika 21 prikazujeta povprečno število plodov na drevo v letih 2014 in 2015.

Preglednica 8: Povprečno število plodov na drevo $\pm$ standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Obravnavanje	Leto 2014	Leto 2015
Rez na obeh straneh	$70,1 \pm 18,2$ a	$86,2 \pm 9,5$ a
Rez na eni strani	$77,1 \pm 21,3$ a	$107,4 \pm 7,9$ a
Kontrola	$87,7 \pm 32,1$ a	$88,5 \pm 10,0$ a



Slika 21: Povprečno število plodov na drevo pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

V številu plodov na drevo so vidne razlike med obravnavanji, a te niso statistično značilne. Pri kontroli smo obrali največ plodov, in sicer povprečno $87,7 \pm 32,1$ na drevo. Pri obravnavanju "rez na eni strani" je bilo število plodov manjše, $77,1 \pm 21,3$. $70,1 \pm 18,2$ ploda pa smo v povprečju obrali pri obravnavanju "rez na obeh straneh".

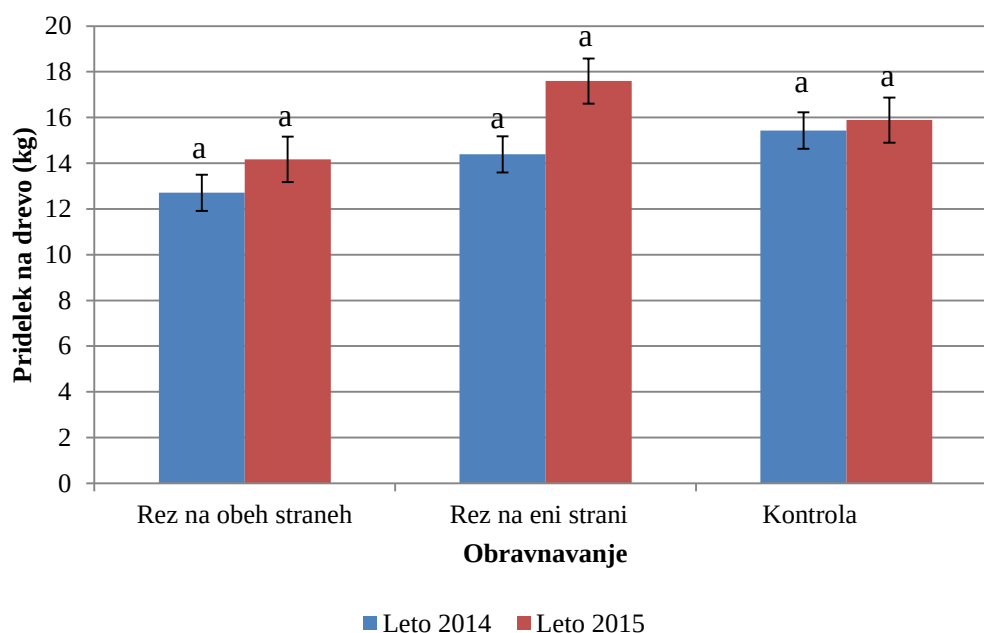
Pri obiranju v letu 2015 smo pri vseh obravnavanjih obrali več plodov, kot v letu 2014. Najmanj smo jih obrali pri obravnavanju "rez na obeh straneh" $86,2 \pm 9,5$, sledi kontrola s povprečjem $88,5 \pm 10,0$. Največ plodov pa smo obrali pri obravnavanju "rez na eni strani", kjer smo povprečno obrali $107,4 \pm 7,9$ plodov na drevo. Med obravnavanji prav tako ni statistično značilnih razlik.

4.4 PRIDELEK NA DREVO

V preglednici 9 in na sliki 22 so zbrani podatki o povprečnem pridelku na drevo.

Preglednica 9: Povprečni pridelek (kg) na drevo $\pm$ standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Obravnavanje	Leto 2014	Leto 2015
Rez na obeh straneh	$12,7 \pm 2,9$ a	$14,2 \pm 1,2$ a
Rez na eni strani	$14,4 \pm 3,9$ a	$17,6 \pm 1,2$ a
Kontrola	$15,4 \pm 5,6$ a	$15,9 \pm 1,5$ a



Slika 22: Povprečni pridelek na drevo (kg) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

V letu 2014 ni bilo statistično značilnih razlik med obravnavanji. Povprečna količina pridelka pa je bila največja pri kontroli, $15,4 \pm 5,6$ kg, sledi obravnavanje “rez na eni strani” s $14,4 \pm 3,9$ kg in “rez na obeh straneh” z $12,7 \pm 2,9$ kg.

Za leto 2015 ne obstajajo statistično značilne razlike. Največji povprečni pridelek je bil pri obravnavanju “rez na eni strani”, $17,6 \pm 1,2$ kg, najmanjši pa pri obravnavanju “rez na obeh straneh”, $14,2 \pm 1,2$ kg. Pri kontroli je bil povprečni pridelek $15,9 \pm 1,5$ kg na drevo.

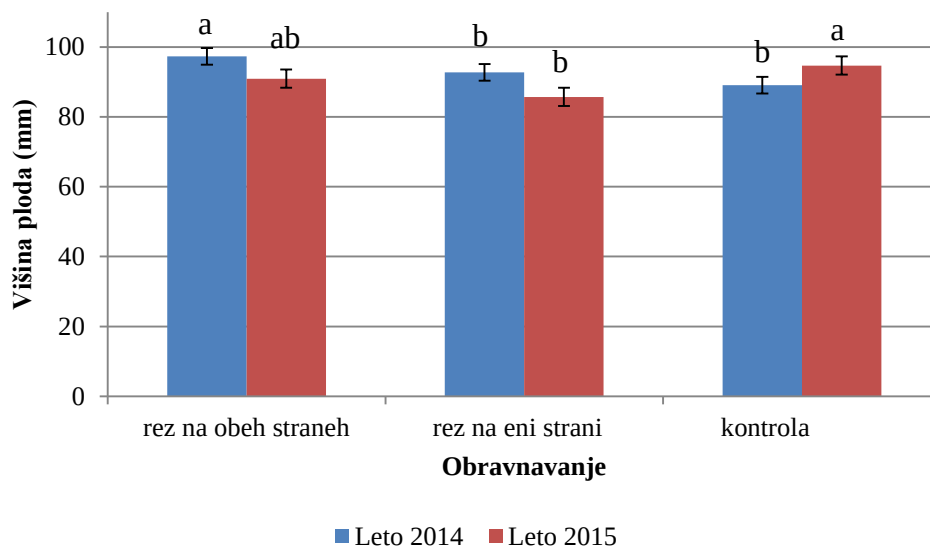
4.5 DIMENZIJE PLODOV

4.5.1 Višina ploda

Povprečne višine plodov so v preglednici 10 in na sliki 23.

Preglednica 10: Povprečna višina ploda (mm) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Obravnavanje	Leto 2014	Leto 2015
Rez na obeh straneh	97,3 ± 9,2 a	90,9 ± 1,2 ab
Rez na eni strani	92,8 ± 3,5 b	85,7 ± 4,3 b
Kontrola	89,1 ± 5,7 b	94,7 ± 1,4 a



Slika 23: Povprečna višina ploda (mm) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

V letu 2014 so bili plodovi najvišji pri obravnavanju “rez na obeh straneh”, v povprečju so merili $97,3 \pm 9,2$ mm, sledilo je obravnavanje “rez na eni strani” s povprečno višino $92,8 \pm 3,5$ mm. Najnižji plodovi so bili pri kontroli, kjer je bila povprečna višina ploda $89,1 \pm 5,7$ mm. Obstajajo statistično značilne razlike med obravnavanji “rez na obeh straneh” in “rez na eni strani” ter med “rez na obeh straneh” in kontrolo.

Za leto 2015 so bili najvišji plodovi izmerjeni pri kontroli s povprečno višino $94,7 \pm 1,4$ mm, sledi obravnavanje “rez na obeh straneh” s povprečno višino $90,9 \pm 1,2$ mm, najnižje plodove pa smo izmerili pri obravnavanju “rez na eni strani”, kjer je bila povprečna višina ploda $85,7 \pm 4,3$ mm. Med kontrolo in obravnavanjem “rez na eni strani” obstajajo statistično značilne razlike.

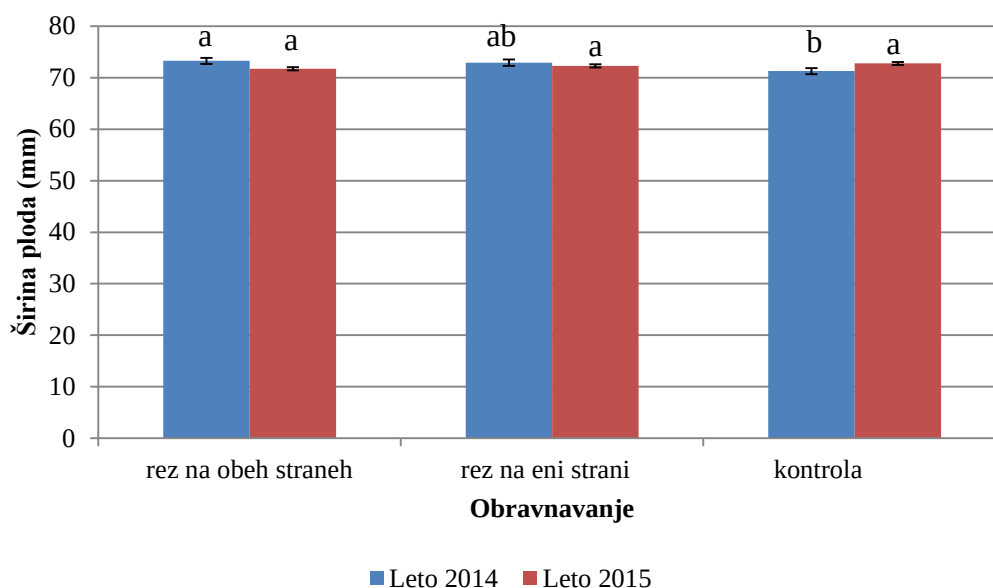
Le pri kontroli so bili plodovi višji v letu 2015, pri ostalih obravnavanjih pa v letu 2014. Razlike niso bile velike od 5 do največ 8 mm.

4.5.2 Širina ploda

Povprečni podatki za višino so zbrani v preglednici 11 in grafično prikazani na sliki 24.

Preglednica 11: Povprečna širina ploda (mm) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Obravnavanje	Leto 2014	Leto 2015
Rez na obeh straneh	$73,2 \pm 2,9$ a	$71,7 \pm 4,8$ a
Rez na eni strani	$72,9 \pm 2,3$ ab	$72,3 \pm 4,5$ a
Kontrola	$71,3 \pm 3,6$ b	$72,8 \pm 4,3$ a



Slika 24: Povprečna širina ploda (mm) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Plodove z največjo širino smo izmerili pri obravnavanju “rez na obeh straneh”, v povprečju so bili plodovi široki $73,2 \pm 2,9$ mm. Pri obravnavanju “rez na eni strani” so bili plodovi nekoliko ožji, in sicer so bili v povprečju široki $72,9 \pm 2,3$ mm, pri kontroli pa so bili široki $71,3 \pm 3,6$ mm. Med kontrolo in obravnavanjem “rez na obeh straneh” obstajajo statistično značilne razlike.

V letu 2015 smo najširše plodove zabeležili pri kontroli s povprečno širino $72,8 \pm 4,3$ mm, sledi obravnavanje “rez na eni strani” z $72,3 \pm 4,5$ mm in nato “rez na obeh straneh” s širino $71,7 \pm 4,8$ mm. Med obravnavanji ni statistično značilnih razlik.

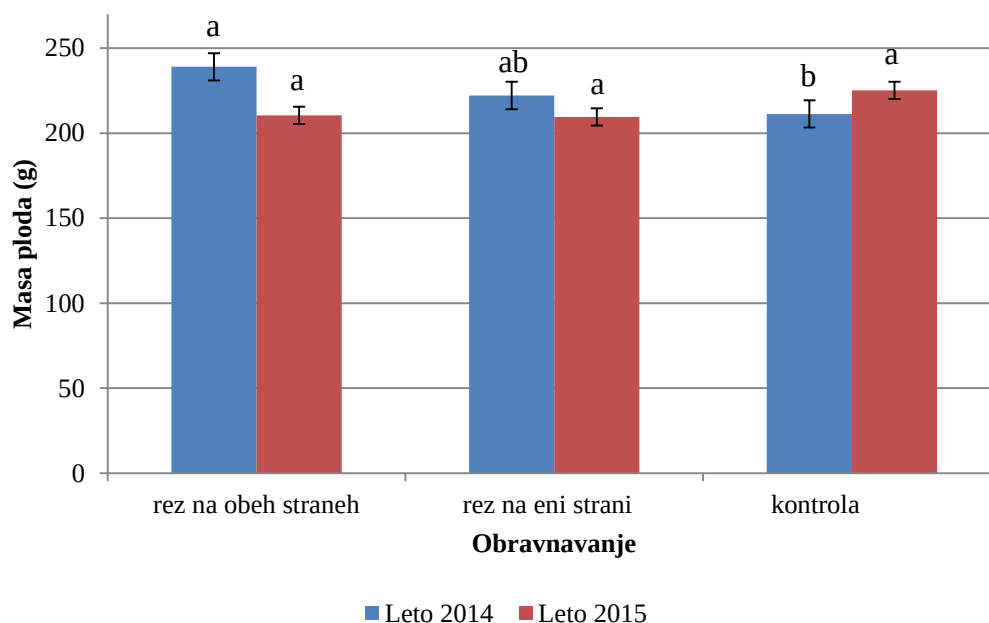
Širina ploda se med letoma in posameznimi obravnavanji ni veliko razlikovala.

4.6 MASA PLODA

Povprečne mase plodov so v preglednici 12 in na sliki 25.

Preglednica 12: Povprečna masa ploda (g) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Obravnavanje	Leto 2014	Leto 2015
Rez na obeh straneh	$239,0 \pm 30,2$ a	$210,5 \pm 37,8$ a
Rez na eni strani	$222,1 \pm 18,9$ ab	$209,5 \pm 42,4$ a
Kontrola	$211,3 \pm 29,6$ b	$225,2 \pm 26,5$ a



Slika 25: Povprečna masa ploda (g) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Povprečna masa ploda je bila v letu 2014 največja pri obravnavanju “rez na obeh straneh”, kjer je plod v povprečju tehtal $239,0 \pm 30,2$ g. Pri obravnavanju “rez na eni strani” je bila povprečna masa ploda $222,1 \pm 18,9$ g, pri kontroli pa $211,3 \pm 29,6$ g. Statistično značilne razlike obstajajo med kontrolo in obravnavanje “rez na obeh straneh”.

V drugem letu (2015) je bil plod v povprečju najtežji pri kontroli, $225,2 \pm 26,5$ g. Med obravnavanjem “rez na eni strani” ($209,5 \pm 42,4$ g) in obravnavanjem “rez na obeh straneh” ($210,5 \pm 37,8$ g) je bila razlika minimalna, le 1 g. Statistično značilnih razlik med obravnavanji ni bilo.

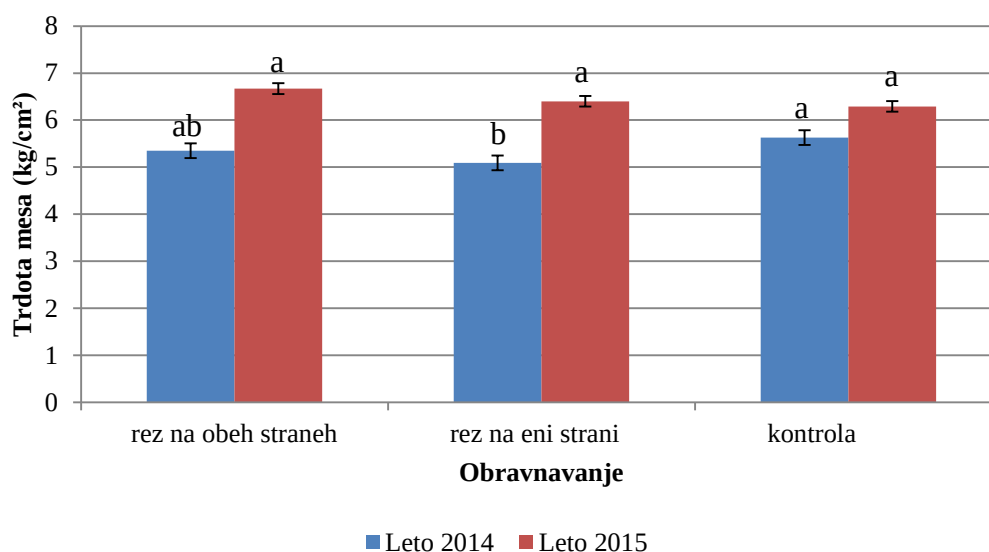
Pri primerjavi med letoma je imel plod v letu 2015 večjo maso ploda pri kontroli, v letu 2014 pa pri obravnavanjih, kjer smo izvedli rez korenin.

4.7 TRDOTA MESA

Povprečne vrednosti so v preglednici 13 in na sliki 26.

Preglednica 13: Povprečna trdota mesa (kg/cm^2) $\pm$ standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Obravnavanje	Leto 2014	Leto 2015
Rez na obeh straneh	$5,4 \pm 0,5$ ab	$6,7 \pm 0,6$ a
Rez na eni strani	$5,1 \pm 0,5$ b	$6,4 \pm 0,8$ a
Kontrola	$5,6 \pm 0,6$ a	$6,3 \pm 0,7$ a



Slika 26: Povprečna trdota mesa (kg/cm²) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

V letu 2014 smo najmanjšo trdoto mesa izmerili pri obravnavanju “rez na eni strani” s povprečno trdoto $5,1 \pm 0,5$ kg/cm², največjo pa pri kontroli, $5,6 \pm 0,6$ kg/cm². Pri obravnavanju “rez na obeh straneh” je bila povprečna trdota $5,4 \pm 0,5$ kg/cm². Statistično značilne razlike obstajajo med kontrolo in obravnavanjem “rez na eni strani”.

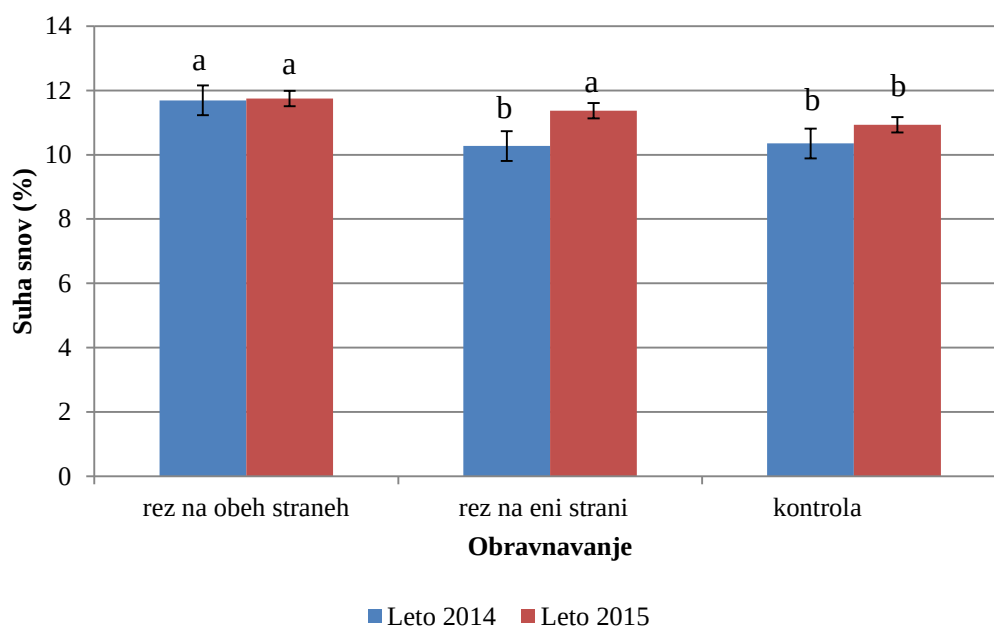
Za leto 2015 smo izmerili večje vrednosti pri vseh obravnavanjih. Najbolj čvrsti plodovi so bili pri obravnavanju “rez na obeh straneh” ($6,7 \pm 0,6$ kg/cm²), sledi obravnavanje “rez na eni strani” ($6,4 \pm 0,8$ kg/cm²) in kontrola ($6,3 \pm 0,7$ kg/cm²). Statistično značilnih razlik med obravnavanji ni bilo.

4.8 VSEBNOST SUHE SNOVI

Podatki o povprečnih vsebnostih topnih suhih snovi so zbrani v preglednici 14 in na sliki 27.

Preglednica 14: Povprečna vsebnost suhe snovi (%) ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Obravnavanje	Leto 2014	Leto 2015
Rez na obeh straneh	$11,7 \pm 0,4$ a	$11,6 \pm 0,5$ a
Rez na eni strani	$10,3 \pm 0,5$ b	$11,4 \pm 0,8$ a
Kontrola	$10,4 \pm 0,5$ b	$10,9 \pm 0,5$ b



Slika 27: Povprečna vsebnost suhe snovi (%) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Največjo vsebnost suhe snovi so vsebovali plodovi pri obravnavanju “rez na obeh straneh”, kar velja za obe leti. V letu 2014 so najmanj suhe snovi vsebovali plodovi obravnavanja “rez na eni strani”, $10,3 \pm 0,5$ %, v letu 2015 pa kontrola, $10,9 \pm 0,5$ %.

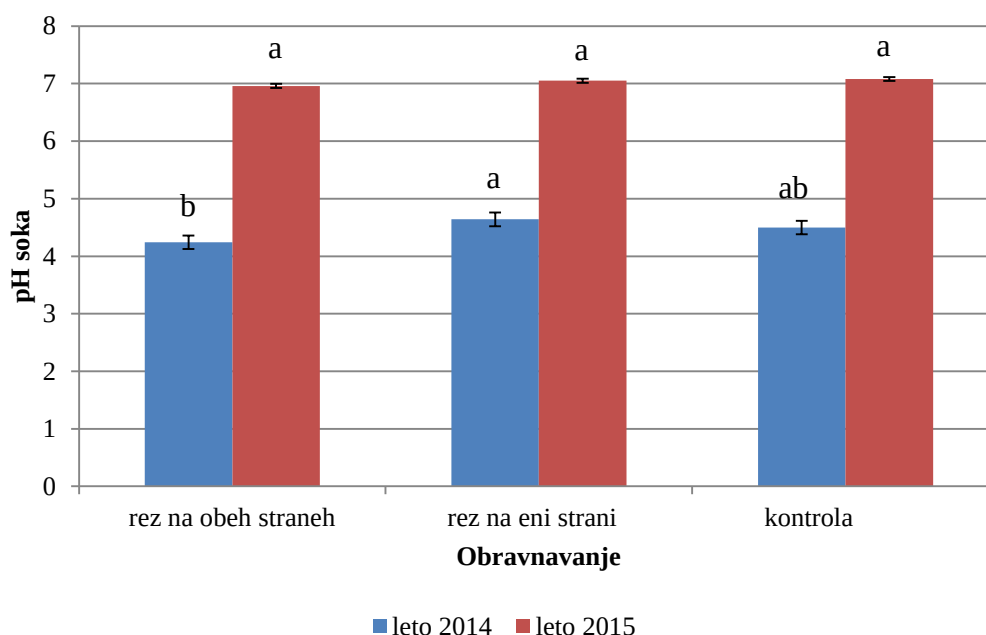
Pri podatkih iz leta 2014 obstajajo statistično značilne razlike med kontrolo in obravnavanjem “rez na obeh straneh” in med obravnavanjem “rez na eni strani” in “rez na obeh straneh”. V letu 2015 pa so bile statistično značilne razlike med kontrolo in obravnavanje “rez na obeh straneh” ter med kontrolo in obravnavanjem “rez na eni strani”.

4.9 pH SOKA

V preglednici 15 in na sliki 28 so zbrani povprečni podatki o pH vrednosti

Preglednica 15: Povprečna vrednost pH soka $\pm$ standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Obravnavanje	Leto 2014	Leto 2015
Rez na obeh straneh	$4,2 \pm 0,1$ b	$7,0 \pm 0,1$ a
Rez na eni strani	$4,6 \pm 0,3$ a	$7,1 \pm 0,1$ a
Kontrola	$4,5 \pm 0,4$ ab	$7,1 \pm 0,2$ a



Slika 28: Povprečna vrednost pH soka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

V letu 2014 je bila vrednost pH soka med 4 in 5. Zabeležili smo naslednje povprečne vrednosti: kontrola $4,5 \pm 0,4$, "rez na eni strani" $4,6 \pm 0,3$ in "rez na obeh straneh" $4,2 \pm 0,1$. Za leto 2015 smo izmerili pH soka okoli vrednosti 7 pri vseh obravnavanjih: kontrola $7,1 \pm 0,2$, "rez na eni strani" $7,1 \pm 0,1$ in "rez na obeh straneh" $7,0 \pm 0,1$.

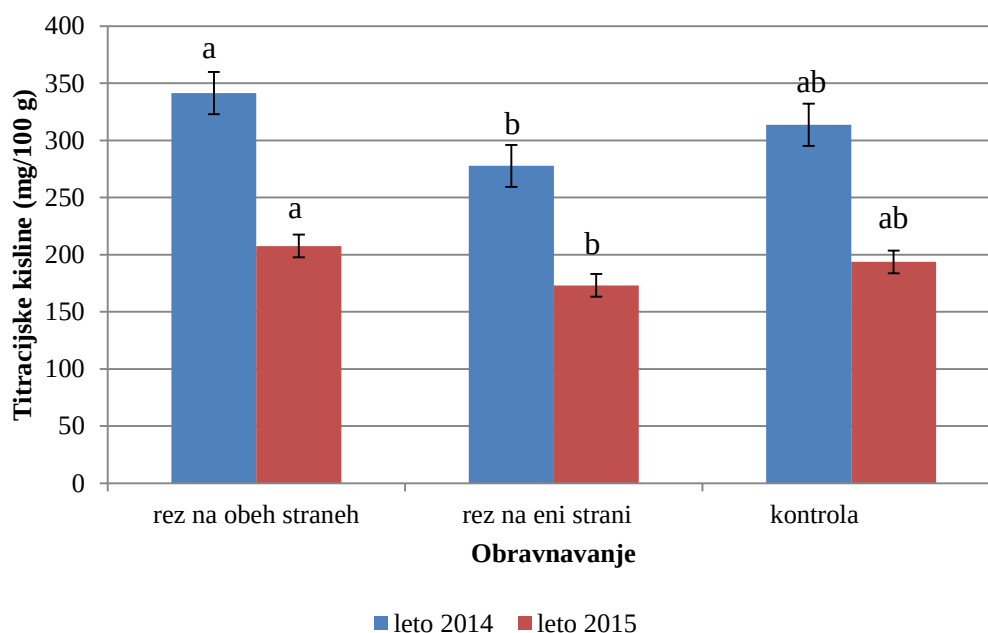
V letu 2015 ni bilo statistično značilnih razlik, v letu 2014 pa so bile med obravnavanjem "rez na eni strani" in obravnavanjem "rez na obeh straneh".

4.10 TITRACIJSKE KISLINE

Povprečne vrednosti titracijskih kislin so v preglednici 16 na sliki 29.

Preglednica 16: Povprečna vsebnost titracijskih kislin v mg/100 g sadja ± standardna napaka pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Obravnavanje	Leto 2014	Leto 2015
Rez na obeh straneh	341,3 ± 53,4 a	207,6 ± 15,0 a
Rez na eni strani	277,7 ± 28,3 b	173,1 ± 14,0 b
Kontrola	313,7 ± 27,5 ab	193,6 ± 19,5 ab



Slika 29: Povprečna vsebnost titracijskih kislin (mg/100 g) pri hruški sorte 'Viljamovka' glede na obravnavanje; Zagaj, 2014 in 2015

Plodovi so v letu 2014 vsebovali bistveno več titracijskih kislin, kot v letu 2015. Razmerje med obravnavanji je v obeh letih enako. Največ titracijskih kislin je bilo pri obravnavanju “rez na obeh straneh” vrste in najmanj pri obravnavanju “rez na eni strani” vrste.

V obeh letih smo zasledili statistično značilne razlike med obravnavanjema “rez na eni strani” in “rez na obeh straneh” vrste.

5 RAZPRAVA

V poskusu smo ugotavljali, kakšen vpliv ima strojna rez na rast in pridelek hruške v intenzivnem nasadu. Odločili smo se, da poskus izvedemo na sorti 'Viljamovka', ki je znana po bujni vegetativni rasti. Poskus smo zasnovali tako, da smo ga razdelili na tri obravnavanja. Vsako obravnavanje je imelo po 10 ponovitev (dreves). Vsa drevesa hrušk so bila v isti vrsti v enaki kondiciji, saj so imela vsa statistično značilno enak obseg debla in volumen krošnje. Vsa drevesa so imela kapljično namakanje, enako količino dodanega gnojila in enak škropilni načrt.

Obseg debla smo merili v obeh letih poskusa, 25. marca 2014 in 8. aprila 2015. Izmerjene vrednosti so bile med 30 in 35 cm. V obsegu debla ni bilo statistično značilnih razlik med obravnavanji v obeh letih. Obseg debla je eden od dejavnikov, ki ima vpliv na količino pridelka. Pri drevesih, ki imajo večji premer debla, lahko pričakujemo večji pridelek, in obratno.

Spomladi 2015 smo izmerili dolžino enoletnih poganjkov. Po pričakovanjih so bili najdaljši pri kontroli s povprečno dolžino 68,67 cm. Obravnavanje "rez na eni strani" je imelo povprečno dolžino enoletnih poganjkov 44,81 cm, kar je za 34,7 % krajše v primerjavi s kontrolo. Pri obravnavanju, kjer je bila rez opravljena na obeh straneh vrste, pa so bili enoletni poganjki najkrajši, v povprečju so bili dolgi 19,8 cm, kar je za 71,1 % krajše kot pri kontroli. Statistično značilne razlike obstajajo med vsemi obravnavanji, kar smo tudi pričakovali. Kontrola je imela največ poganjkov, in sicer povprečno 7,4 na drevo. Pri obravnavanjih, kjer je bila opravljena strojna rez, je teh manj, v povprečju jih je bilo 4,3. Ker smo z rezjo korenin zmanjšali volumen korenin za sprejem hranil je to v skladu s pričakovanji, saj manj hranil pomeni manjšo rast. Statistično značilne razlike so bile med kontrolo in obravnavanjem "rez na eni strani" ter med kontrolo in obravnavanjem "rez na obeh straneh".

Wang in sod. (2014) so ugotovili, da se je rast poganjkov pri obravnavanju, kjer so rezali korenine, zaključila dva tedna prej kot pri kontroli. Pri meritvah so zabeležili, da je bila skupna dolžina poganjkov manjša za 43 do 72 %. V plasti tal na globini 30 do 60 cm so zaznali večjo vsebnost vode, kar naj bi bil vzrok izguba vode iz korenin, podoben učinek naj bi bil tudi na sprejem hranil. Vsebnost vode je bila večja pri rezanih drevesih. Lahko pa tudi zaradi tega, ker je večina koreninskih laskov pri drevesih, starih od 3 do 10 let, na globini do 30 cm.

Prešteli smo cvetove na vseh drevesih v poskusu. V letu 2014 smo pri posameznih obravnavanjih prešteli število cvetnih šopov, dobili smo naslednja povprečja: kontrola 70,7, "rez na eni strani" 92,2, "rez na obeh straneh" 74,9. Med obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik. V letu 2015 so bile razlike med obravnavanji statistično značilne. Največ cvetnih šopov smo našli pri obravnavanju rez na obeh straneh, 242,6, ki

se statistično značilno razlikuje od kontrole s povprečnim številom cvetnih šopov na drevo 157,5.

Število cvetnih šopov na drevo je pomemben dejavnik za napoved števila plodov na drevo in pridelka. Wang in sod. (2014) so ugotovili, da se z rezjo korenin spremeni koncentracija citokininov v ksilemu med regeneracijo korenin po rezi, kar vpliva na večji cvetni nastavek. Pri kontroli je bilo tudi veliko nihanje števila cvetnih šopov med leti v primerjavi z obravnavanjem, kjer so rezali korenine.

V tehnološki zrelosti smo obrali plodove. Med obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik v številu plodov in pridelku na drevo v letu 2014 in 2015. Pridelek je odvisen od števila plodov na drevo. Razmerje je enako, tam kjer je bilo največ plodov na drevo je tudi največji pridelek na drevo.

Pri poskusu, ki so ga opravili Ferree (1992) na jablani sorte 'Jonatan' so pri obravnavanjih, kjer so rezali korenine, imeli manjši pridelek, leto kasneje pa je bil pridelek večji kot pri kontroli. Na to naj bi vplivala predvsem voda v tleh, z rezjo se zmanjša površina korenin in posledično je sprejem manjši. V letih, ko je bila velika količina padavin, učinka rezi ni bilo.

Plodove s povprečno višino 97,3 mm smo obrali pri obravnavanju "rez na obeh straneh". Nekoliko nižji so bili pri obravnavanju "rez na eni strani", v povprečju so bili visoki 92,77 mm. Najnižji plodovi so bili pri kontroli, njihova povprečna višina je bila 89,08 mm. Statistično značilne razlike obstajajo med kontrolo in "rezjo na obeh straneh" ter med "rezjo na obeh straneh" in "rezjo na eni strani". Leta 2015 so bili plodovi višji le pri kontroli, pri ostalih obravnavanjih pa nižji za približno 7 mm. Statistično značilne razlike obstajajo med kontrolo in obravnavanjem "rez na obeh straneh" vrste.

Najširše plodove smo izmerili pri obravnavanju "rez na obeh straneh". Povprečna širina ploda je bila 73,24 mm, najožje pa pri kontroli, 71,26 mm. Obravnavanje "rez na eni strani" je imelo povprečno širino ploda 72,9 mm. Razlike so bile statistično značilne med obravnavanjema "rez na obeh straneh" in kontrolo. Leta 2015 so bili plodovi za malenkost ožji, le pri kontroli so bili širši, vendar med obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik.

Dolgo je že znano, da rez korenin vpliva na velikost plodov. V skladu s tem so Wang in sod. (2014) ugotovili, da so bile stopnje rasti plodov manjše in na koncu tudi manjši plodovi pri obravnavanju rez korenin v obeh letih poskusa. To je lahko posledica rezi korenin, deloma pa tudi zmanjšane dostopnosti fotoasimilatov zaradi zmanjšanja števila in velikosti listov med rastjo plodov. Hsiao in Xu (2000) navajata, da je rast celic ploda odvisna od razpoložljivosti vode, vnosa hranil in manjšega turgorja v celicah, ki je posledica razlike osmotskega potenciala. Wang in sod. (2014) so z namakanjem potrdili trditev. Imeli so tri načine namakanja: Polno namakanje, delno namakanje in brez namakanja. Pri vseh obravnavanjih je bila rast plodov podobna, le v nekaterih obdobjih

sezone je bila rast ploda večja pri polno namakanih drevesih, v povprečju pa so bili plodovi pri nenamakanih drevesih manjši.

Leta 2014 je bila povprečna masa ploda največja pri obravnavanju "rez na obeh straneh", 239,0 g, kar je za 13,1 % več, kot pri kontroli s povprečno maso 211,3 g. Masa pri obravnavanju "rez na eni strani" je v povprečju znašala 222,1 g (za 5,1 % več kot kontrola). Statistična analiza je pokazala, da obstajajo značilne razlike med kontrolo in obravnavanje "rez na obeh straneh". V drugem letu poskusa pa je bila največja povprečna masa zabeležena pri kontroli, 225,17 g. Pri ostalih dveh obravnavanjih je bila nekoliko manjša v primerjavi s prejšnjim letom, vendar razlike med obravnavanji niso bile statistično značilne.

Trdota mesa je bila izmerjena s penetrometrom. Najbolj čvrste plodove je imela kontrola, povprečna trdota mesa je bila 5,63 kg/cm². Sledi obravnavanje "rez na obeh straneh" s povprečno trdoto mesa 5,35 kg/cm². Najmanjšo povprečno trdoto mesa smo zabeležili pri obravnavanju "rez na eni strani", merila je 5,09 kg/cm². Statistično značilne razlike so bile med obravnavanjem "rez na eni strani" in kontrolo. V drugem letu poskusa (2015) so bile vrednosti nekoliko večje pri vseh obravnavanjih, vendar razlike niso bile statistično značilne. Skratka strojna rez korenin ni vplivala na čvrstost plodov.

V raziskavi, ki sta jo opravila ElRayah in Labavitch (1980) sta ugotovila, da se med zorenjem ploda hruške začeta tvoriti etilen (C₂H₄) in ogljikov dioksid (CO₂), hkrati pa se čvrstost ploda zmanjšuje. Do tega procesa pride že po nekaj dneh, če je plod skladiščen pri temperaturi 20 °C. Primerjali so vsebnost nekaterih snovi pri polno razvitih zelenih plodovih (trdota 8,2 kg/cm²) in prezrelih plodovih (trdota 1,1 kg/cm²). Med zorenjem se vsebnost galakturonske kisline v celični steni zmanjšuje, povečuje pa se vsebnost v vodi topnega pektina, kar naj bi bil vzrok za zmanjševanje čvrstosti ploda med zorenjem.

Pri obravnavanju "rez na obeh straneh" je bila vsebnost suhe snovi 11,69 %, obravnavanje "rez na eni strani" je imelo povprečno 10,27 % suhe snovi, kontrola pa 10,35 %. Statistično značilne razlike so bile med obravnavanjema "rez na eni strani" in "rez na obeh straneh" in med obravnavanjema "rez na obeh straneh" in kontrolo. Leta 2015 smo zabeležili za malenkost večje vrednosti suhe snovi. Kontrola je imela v povprečju 10,93 % suhe snovi, obravnavanji "rez na eni strani" 11,37 % in "rez na obeh straneh" 11,75 %. Analiza je pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike med obravnavanjema "rez na eni strani" in kontrolo in med kontrolo in obravnavanjem "rez na obeh straneh". V skladu z vsebnostjo suhe snovi pri sorti 'Viljamovka' je Hudina (1999) ugotovila, da se vsebnost suhe snovi v začetku zorenja rahlo zmanjšuje, kasneje pa se vsebnost povečuje vse do obiranja pridelka. Drevesa, ki jih prizadene zgodnja suša in tista z manjšo površino listov tvorijo manj suhe snovi, medtem ko pozna suša in foliarno dognojevanje vplivata na večjo tvorbo suhe snovi v plodovih.

Leta 2014 smo dobili vrednosti pH soka v območju kislih vrednosti. Kontrola je imela povprečno vrednost 4,50, obravnavanji "rez na eni strani" 4,64 in "rez na obeh straneh" pa 4,24. Statistično značilne razlike so bile med obravnavanjema "rez na eni strani" in "rez na obeh straneh". V drugem letu poskusa med obravnavanji ni bilo statistično značilnih razlik v vrednostih pH soka. V poskusu nismo zaznali, da bi z rezjo korenin vplivali na pH soka v plodovih.

V prvem letu poskusa so plodovi vsebovali največ titracijskih kislin pri obravnavanju "rez na obeh straneh", in sicer 341,00 mg/100 g. Sledila je kontrola s 313,69 mg/100 g. Najmanj titracijskih kislin pa so vsebovali plodovi pri obravnavanju "rez na eni strani", 277,69 mg/100 g sadja. Analiza je pokazala, da obstajajo statistično značilne razlike med obravnavanjem "rez na eni strani" in obravnavanjem "rez na obeh straneh". Leta 2015 smo zabeležili manjšo vsebnost titracijskih kislin pri vseh obravnavanjih. Najmanj jih je bilo pri obravnavanju "rez na eni strani", 173,1 mg/100 g, največ pa pri obravnavanju "rez na obeh straneh", in sicer 207,56 mg/100 g. Kontrola je imela 193,63 mg/100 g titracijskih kislin. Med obravnavanjema "rez na eni strani" in "rez na obeh straneh" obstajajo statistično značilne razlike v vsebnosti titracijskih kislin.

V letu, ko je več padavin in so temperature med razvojem ploda manjše, so metabolni procesi v rastlini počasnejši. Kisline, ki se ne porabijo v procesih, se skladiščijo v plodovih. Kljub temu, da se z zorenje vsebnost organskih kislin zmanjšuje, jih je v plodovih zaradi različnih vremenskih vplivov še vedno lahko veliko. Prav tako pa je jabolčna kislina osnovni substrat za dihanje, zato se njena vsebnost zmanjšuje (Kovacs in Djedro, 1994).

Z dobljenimi meritvami smo potrdili hipoteze. Prirast enoletnega lesa se je statistično značilno zmanjšal pri obravnavanjih, kjer smo rezali korenine. Prav tako se je povečal cvetni nastavek v primerjavi s kontrolo, največ tam, kjer smo korenine rezali na obeh straneh vrste. Negativnega vpliva na kakovost plodov nismo zaznali, saj so merjeni parametri pri vseh obravnavanjih, vključno s kontrolo podobni. Plodovi vseh obravnavanj so v letu 2014 vsebovali več organskih kislin, manj suhe snovi, bili so bolj čvrsti, imeli manjši pH soka v primerjavi z rezultati iz leta 2015, rez korenin pa na te parametre ni imela pomembnega vpliva.

6 SKLEPI

S poskusom smo želeli ugotoviti vpliv strojne rezi korenin na vegetativno rast, cvetni nastavek in na kakovost plodov v intenzivnem nasadu hrušk sorte 'Viljamovka'. Ugotoviti smo hoteli tudi, ali je bolj smiselno rez izvesti na eni ali na obeh straneh vrste. V poskus smo vključili tri obravnavanja: kontrola, rez na eni strani in rez na obeh straneh vrste.

Iz dobljenih rezultatov smo ugotovili:

- Če rez opravimo na eni strani s tem zmanjšamo rast enoletnih poganjkov. V poskusu so bili poganjki približno za 20 cm krajši. Pri rezi na obeh straneh je učinek še večji. V primerjavi s kontrolo so bili poganjki krajši za 40 cm. Rez korenin vpliva tudi na število enoletnih poganjkov. Pri obravnavanjih, kjer smo rez opravili, je bilo poganjkov skoraj za polovico manj. Med rezjo korenin na eni vrste ali obeh straneh pa ni bilo razlik v številu poganjkov. Ta učinek je bil viden že eno leto po rezi.
- V letu po opravljeni rezi smo na drevesih, kjer smo opravili rez korenin, našli veliko več cvetnih šopov, kot prvo leto. Pri obravnavanju rez na obeh straneh celo dva in pol krat več kot pri kontroli.
- Prvo leto poskusa je bil pridelek na drevo in število plodov na drevo nekoliko manjši v primerjavi z drugim letom.
- Plodovi so bili pri obravnavanjih, kjer smo rezali korenine, v drugem letu poskusa nekoliko manjši, imeli so tudi manjšo maso ploda v primerjavi s plodovi, ki smo jih obrali v prvem letu.
- Plodovi so bili v drugem letu poskusa pri vseh obravnavanjih bolj čvrsti, kot v prvem letu poskusa, enako je bilo z vsebnostjo suhe snovi. pH vrednost je bila v prvem letu pri vseh obravnavanjih manjša v primerjavi z rezultati, ki smo jih dobili v drugem letu. Titracijskih kislin je bilo pri vseh obravnavanjih bistveno več v prvem letu, v drugem letu poskusa so bile vrednosti za tretjino manjše. Iz teh rezultatov lahko sklepamo, da rez korenin nima bistvenega vpliva na kakovost plodov.

Strojna rez korenin vpliva na zmanjšano vegetativno rast in večji cvetni nastavek hruške sorte 'Viljamovka' in je ekološko manj sporen ukrep. Na pridelek je učinek manjši in ni negativnega vpliva na kakovost plodov. Smiselno je opravljati rez na eni in na obeh straneh vrste, odvisno za koliko želimo zmanjšati bujnost. Če se odločimo za rez na obeh straneh vrste, jo je potrebno izvajati redkeje - na vsaki dve leti ali celo redkeje, kar je odvisno od bujnosti rasti drevesa.

7 POVZETEK

Namen poskusa je bil ugotoviti, kako strojna rez korenin vpliva na rast in pridelek hruške. Odločili smo se za poskus na sorti 'Viljamovka'. Sorta kljub temu, da jo cepimo na šibko podlago raste bujno. V poskus smo vključili tri obravnavanja: kontrola, rez na eni strani in rez na obeh straneh vrste. Poskus je bil izveden v Zagaju v Občini Bistrica ob Sotli. Meritve smo opravljali v letih 2014 in 2015.

Poskus smo zasnovali 25. marca 2014. Razdelili smo ga na tri obravnavanja in še isti dan opravili naslednje meritve: obseg debela in volumen krošnje in prešteli cvetne šope na drevesih. 30. marca 2014 je bila opravljena strojna rez. Pred izvedbo rezi smo morali stroj nastaviti na ustrezne parametre: odmik od vrste 40 cm, globina 40 cm in kot noža 32.5°. V avgustu, ko so bili plodovi tehnološko zreli, smo pridelek obrali, prešteli plodove posameznega drevesa in jih stehtali. Sledila je še analiza in meritve plodov. Izmerili smo višino in širino ploda, ga stehtali in nato še izmerili trdoto mesa, vsebnost suhe snovi, pH soka in vsebnost titracijskih kislin. 8. marca 2015 smo izmerili dolžino enoletnih poganjkov in jih tudi prešteli. 8. aprila smo ponovno izmerili obseg debela in prešteli cvetne šope. 24. avgusta 2015 je sledilo obiranje in analiza plodov.

Ugotovili smo, da ima strojna rez korenin vpliv na rast in pridelek hruške sorte 'Viljamovka'. Bujnost dreves se z rezjo zmanjša, če režemo na obeh straneh bolj, kot z rezjo na eni strani vrste. V letu po rezi je bilo cvetnih šopov bistveno več, največ pri obravnavanju "rez na obeh straneh", več kot dvakrat toliko kot v prejšnjem letu. Pridelek je bil tudi pri drevesih, kjer smo rezali korenine manjši, najmanjši pri obravnavanju "rez na obeh straneh", te razlike so bile majhne in niso bile statistično značilne. Plodovi so bili tudi manjši, z manjšo maso. Ta vpliv se vidi že v istem letu rezi. Negativnega vpliva na kakovost plodov ni bilo opaziti. Pri vseh obravnavanjih so bili plodovi bolj čvrsti v drugem letu poskusa, vsebnost suhe snovi in titracijskih kislin prav tako, le pH vrednosti so bile večje v drugem letu poskusa.

Strojna rez korenin je učinkovit ukrep za zaviranje rasti pri bujnih sortah hruške v intenzivnih nasadih. Je okoljsko sprejemljiv ukrep. Za rez na eni strani ali obeh straneh vrste pa se odločimo glede na to, za koliko želimo zmanjšati bujnost, kakšna so tla v sadovnjaku in na koliko časa želimo ta ukrep izvajati.

8 VIRI

- Basak A. 2007. The effect of prohexadione-ca on shoot growth and cropping of young apple trees of 'Jonagold' cv. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, 383: 262 – 268
- Digitalni refraktometer. 2016.
(http://www.ena.com/oddelki/conrad/izd_5326_co104715_digitalni_refraktometer_hannainstruments_hi_96814__0_1) (17. 2. 2016)
- ElRayah A., Labavitch M. J. 1980. Cell wall metabolism in ripening fruit. Plant Physiology, 65: 1009 - 1013
- Ferree D. C. 1992. Time of root pruning influences vegetative growth, fruit size, biennial bearing, and yield of 'Jonathan' apple. Journal of American society for horticultural science, 117, 2: 198-202
- Godec B., Hudina M., Fajt N., Koron D., Solar A., Vesel V., Ambrožič Turk B., Vrhovnik I., Kodrič I. 2011. Sadni izbor za Slovenijo 2010. Ljubljana, Orbis: 73 str.
- Greene D. W. 2008. The effect of repeat annual applications of Prohexadione–calcium on fruit set, return bloom, and fruit size of apples. Hortscience, 43, 2: 376-379
- Hudina M., 1999. Vpliv vodnega režima, prehrane, listne površine in rastne dobe na vsebnost sladkorjev in organskih kislin v hruškah (*Pyrus communis* L.) cv. 'Viljamovka'. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 151 str.
- Hsiao T. C., Xu L. K., 2000. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. Journal of Experimental Botany, 51, 350: 1595-1616
- Jazbec M., Vrabl S., Juvanc J., Babnik M., Koron D. 1995. Sadni vrt. Ljubljana, Kmečki glas: 375 str.
- Klimatski podatki za 30 letno obdobje. 2016. ARSO.
<http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/bizeljsko.htm> (3. 5. 2016)
- Kovacs E., Djedjro G. A. 1994. Changes in organic acids of fruit after different treatments. Acta Horticulturae, 368: 251-261
- Mesečni bilten za leto 2014. 2014. ARSO.
<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/bilten2014.htm> (3. 7. 2015)

Penetrometer. 2016.

http://agrologistika.hr/media/34/2014/09/23/77b69b6a44258174cfd0772ff22d7e84_446563178e9db80493a15f515ea7cc61_crop.jpg (17. 2. 2016)

Pripravek Regalis. 2016.

<http://spletni2.furs.gov.si/FFS/FFSCD/CD/FFS/S/E/BASF/REGALIS.pdf> (11. 4. 2016)

Povzetki klimatoloških analiz za obdobje 1991- 2006. 2015. ARSO.

<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/Bizeljsko06.pdf> (3.7. 2015)

Proheksadion-Ca. 2016.

(<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/structure/539.jpg>) (17. 2. 2016)

Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2014. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.

Štampar F. 2011. Rez sadnih rastlin. Ljubljana, Kmečki glas: 135 str.

Viljamovka. 2016.

<http://www.sadjarstvokrepfl.eu/images/Sorte%20jabolk%20obrezane/Viljamovka.png> (17. 2. 2016)

Wang Y., Travers S., Bertelsen M. G., Thorup-Kristensen K., Petersen K. K., Liu F. 2014. Effect of root pruning and irrigation regimes on pear tree: growth, yield and yield components. Scientia Horticulturae, 41: 34-43

Zagaj, Bistrica ob Sotli. Wikipedia. 2016.

https://en.wikipedia.org/wiki/Zagaj,_Bistrica_ob_Sotli (17. 2. 2016)

ZAHVALA

Posebna zahvala gre mentorici, prof. dr. Metki HUDINA, za pomoč pri izvedbi poskusa, izdelavi magistrskega dela in ker mi je omogočila izvedbo poskusa v njenem nasadu.

Rad bi se zahvalil tudi vsem, ki so mi na strokoven ali drugačen način pomagali pri magistrskem delu in študiju.

Zahvalil bi se tudi predsedniku komisije za zagovor prof. dr. Gregorju OSTERCU, recenzentu prof. dr. Dominiku VODNIKU in dr. Karmen STOPAR za pregled magistrskega dela.