



Univerzitetna založba
Univerze v Mariboru



UVAJANJE TRAJNOSTNIH IN VISOKOSTORILNIH TEHNOLOGIJ V PRIDELAVO JABOLK

Stanislav Tojnko
UREDNIK





Univerza v Mariboru

Fakulteta za kmetijstvo
in biosistemske vede

Uvajanje trajnostnih in visokostorilnih tehnologij v pridelavo jabolk

Urednik
Stanislav Tojnko

Maj 2023

Naslov <i>Title</i>	Uvajanje trajnostnih in visokostorilnih tehnologij v pridelavo jabolk <i>Introduction of Sustainable and High Performing Technologies in Apple Production</i>
Urednik <i>Editor</i>	Stanislav Tojnkó (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede)
Recenzija <i>Review</i>	Matej Stopar (Kmetijski inštitut Slovenije)
	Andrej Paušič (Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede)
Jezikovni pregled <i>Language editing</i>	Alenka Čuš
Tehnični urednik <i>Technical editor</i>	Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)
Oblikovanje ovitka <i>Cover designer</i>	Jan Perša (Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba)
Grafika na ovitku <i>Cover graphic</i>	Nina Tojnkó, 2021
Grafične priloge <i>Graphic material</i>	Avtorji in Tojnkó, 2021
Založnik <i>Published by</i>	Univerza v Mariboru Univerzitetna založba Slomškóv trg 15, 2000 Maribor, Slovenija https://press.um.si , zalozba@um.si
Izdajatelj <i>Issued by</i>	Univerza v Mariboru Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede Pivola 10, 2311 Hoče https://fkbv.um.si , fkbv@um.si
Izdaja <i>Edition</i>	Prva izdaja
Vrsta publikacije <i>Publication type</i>	E-knjiga
Dostopno na <i>Available at</i>	http://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/779
Izdano <i>Published at</i>	Maribor, maj 2023



© Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba
/ University of Maribor, University Press

Besedilo / Text © avtorji in Tojnkó, 2023

To delo je objavljeno pod licenco Creative Commons Priznanje avtorstva-Brez predelav 4.0 Mednarodna. / *This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-ND 4.0).*

Uporabnikom je dovoljeno, da to delo reproducirajo, distribuirajo, dajejo v najem in priobčijo javnosti pod pogojem, da navedejo avtorja in dela ne spreminjajo. / *This license allows for the user to reproduce, distribute, rent and communicate this work to the public under the conditions that they credit the author and do not modify the work.*

Vsa gradiva tretjih oseb v tej knjigi so objavljena pod licenco Creative Commons, razen če to ni navedeno drugače. Če želite ponovno uporabiti gradivo tretjih oseb, ki ni zajeto v licenci Creative Commons, boste morali pridobiti dovoljenje neposredno od imetnika avtorskih pravic. / *Any third-party material in this book is published under the book's Creative Commons licence unless indicated otherwise in the credit line to the material. If you would like to reuse any third-party material not covered by the book's Creative Commons licence, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.*

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



Ideje in rešitve povezujejo!

Publikacija Uvajanje trajnostnih in visokostorilnih tehnologij v pridelavo jabolk je nastala v okviru projekta evropskega inovativnega partnerstva (EIP 16.2) Visokostorilna trajnostna pridelava jabolk. Projekt sofinancirata Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja in proračun Republike Slovenije.

Naslov projekta: Visokostorilna trajnostna pridelava jabolk

Številka ukrepa: 16.2

Številka razpisa: M16.2_02b

Številka odločbe: 33117-3003/2018/17

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Univerzitetna knjižnica Maribor

634/635(075.8)(0.034.2)

UVAJANJE trajnostnih in visokostorilnih tehnologij v pridelavo jabolk
[Elektronski vir] / urednik Stanislav Tojnko. - 1. izd. - Maribor : Univerza v
Mariboru, Univerzitetna založba, 2023

Način dostopa (URL): <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/779>

ISBN 978-961-286-739-3

doi: 10.18690/um.fkbv.2.2023

COBISS.SI-ID 152475139

ISBN 978-961-286-739-3 (pdf)
978-961-286-740-9 (mehka vezava)

DOI <https://doi.org/10.18690/um.fkbv.2.2023>

Cena Brezplačni izvod
Price

Odgovorna oseba založnika prof. dr. Zdravko Kačič,
For publisher rektor Univerze v Mariboru

Citiranje Tojnko, S. (ur.). (2023). *Uvajanje trajnostnih in visokostorilnih*
Attribution tehnologij v pridelavo jabolk. Univerza v Mariboru, Univerzitetna
založba. doi: 10.18690/um.fkbv.2.2023

Kazalo

	Predgovor Stanislav Tojnko	1
1	Strojna rez v intenzivnih nasadih Franci Štampar	3
2	Strojno redčenje cvetov pri jablani Peter Zadravec	15
3	Rez korenin v nasadih jablan Nina Tojnko	37
4	'0-residue' varstvo jablan Mario Lešnik	45
5	Fiziološka in mikrobna stabilnost pridelka Tatjana Unuk	59
6	Spravilo pridelka jabolok Stanislav Tojnko	71
7	Skladiščenje jabolok v dinamični atmosferi Emil Zlatic	79

Okrajšave

V nadaljevanju so prikazani simboli, kratice in okrajšave, uporabljene v tem dokumentu.

1-MCP	1-metilciklopropen
ADI	acceptable daily intake
ARFD	acute reference dose
ATS	amontiosulfat
BA	benzil adenin
BBCH	Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry
cv.	cvetnih
ff	fenofaza
FFS	fitofarmacevtsko sredstvo
MO	mikrob
MRL	maximum residue level
NAA	alfa naftil očetna kislina
NAD	naftilacetamid
ŠO	škodljivi organizem
ŽAB	žvepleno apnena brozga

Predgovor

STANISLAV TOJNKO

Slovenska pridelava jabolk vselej tradicionalno sledi najrazvitejšim evropskim pridelovalnim trendom. Najpomembnejše spremembe, ki so pripomogle k razvoju slovenskega sadjarstva, so bile gosto sajenje z uporabo šibko rastočih podlag (od leta 1970), sledenje sodobnemu sortimentu z uvajanjem najperspektivnejših visoko kakovostnih sort (od 1975 in kasneje), uvajanje integriranega varstva (od 1980), uvajanje integrirane pridelave (od leta 1990) ter uvajanje tehnologij za varovanje pred točo (od 1990).

Kljub uspešnemu in kontinuiranemu uvajanju novosti je pridelava jabolk v zadnjem desetletju izpostavljena izjemnemu pritisku ter soočena s hudimi težavami, ki jih predstavljajo močna konkurenca na evropskem in svetovnem trgu (povečevanje pridelave v t.i. 'netradicionalnih državah', spremembe na tržišču, geo-politične spremembe v Severni Afriki itd.); izpostavljena je očitnemu pomanjkanju delovne sile (tako pomanjkanju usposobljenih delavcev za stalne zaposlitve kot tudi pomanjkanju sezonskih delavcev), prav tako je izpostavljena vse večjemu številu omejitev v pridelavi, povezanih z uporabo fitofarmaceutvskih sredstev (pomanjkanje učinkovitih pripravkov, opuščanje formalno dovoljenih pripravkov zaradi omejitev trgovine, pritiski nevladnih okoljevarstvenih organizacij in javnosti). Ob vseh

navedenih omejitvah je pridelovalec primoran še na okolju prijazen način pridelati visoke in kakovostne plodove ter jih tržiti po svetovno konkurenčni ceni.

V okviru projekta EIP 16.2 Visokostorilna trajnostna pridelava jabolk, so, na podlagi vseh dejavnikov in zahtev, s katerimi se spopada današnje sadjarstvo, zastavljene nove metode, s ciljem po višanju pridelkov, ki so hkrati še kakovostni (konkurenčnost). Vsebine projekta se dotikajo zamenjav ali omejitev uporabe kemično-sintetičnih sredstev za varstvo rastlin in uravnavanje rasti ter rodnosti s fizikalnimi postopki (trajnostno in okolju prijazno), povečanja zaupanja kupcev v popolno neoporečnost plodov (povečanje porabe) in povečanje delovne učinkovitosti z mehaniziranjem pridelovalnih postopkov (konkurenčnost, izboljšanje in olajšanje delovnih pogojev z namenom motiviranja za zaposlovanje v kmetijstvu).

V publikaciji so obravnavana sistematična uvajanja tehnologij ter povezovanja novih postopkov v celovito pridelavo jabolk. Ta bo lahko v pomoč strokovnim službam in sadjarjem, ki nameravajo v sadjarsko prakso uvesti nove trajnostne ter učinkovitejše tehnologije.

STROJNA REZ V INTENZIVNIH NASADIH

FRANCI ŠTAMPAR

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija
franci.stampar@bf.uni-lj.si

Strojna rez jablanovih nasadov predstavlja nov ukrep z namenom povečevanja učinkovitosti pridelave jabolk, povečevanja kakovosti plodov ter zmanjševanja izmenične rodnosti. V intenzivnih nasadih jablan prevladuje gojitvena oblika ozko vreteno, ki je še posebej primerna za izvedbo strojne rezi. Strojna rez nikoli popolnoma ne zamenja ročne rezi, jo pa močno zmanjša. Prvo leto izvedbe ukrepa v povprečju zmanjša 40 % ur ročne rezi, v naslednjih letih pa ročno korekturno rez zmanjšamo celo do 60%, kar predstavlja znaten prihranek stroškov pridelave. Izvedba strojne rezi pozitivno vpliva na rast in razvoj dreves, kar se kaže v zožanju krošnje in kontrole rasti vrha, boljši penetraciji svetlobe v krošnjo, uspešnejši izvedbi strojnega redčenja plodov, lažji izvedbi varstva pred boleznimi in škodljivci, boljši diferenciaciji rodnih brstov za naslednje leto ter večji količini in kakovosti plodov. Za uspešno izvedbo strojne rezi je pomembno upoštevati ustrezen čas izvedbe. V praksi se je izkazalo, da so pozitivni učinki rezi največji, ko ukrep izvedemo po obiranju.

Ključne besede:

jablana,
strojna rez,
mehaniziranje,
visokostorilnost,
Malus domestica
'sadjarstvo'

1 UVOD

Tehnologija pridelave jablane se vedno spreminja. Vključujejo se novi tehnološki ukrepi, ki so cenejši, učinkovitejši, ugodneje vplivajo na rast in razvoj rastlin, velike in kakovostne pridelke ter s tem na trajnostni in sonaravni način pridelave sadja (He in Schupp, 2018).

Mehanska oziroma strojna rez v nasadih zadnjih let ni novost. V šestdesetih letih prejšnjega stoletja so jo intenzivno uvajali italijanski sadjarji v nasadih palmete, vendar niso dosegli učinka, kot so ga pričakovali. Rast poganjkov se je še povečala in rezultati so bili slabi. Gojitvena oblika palmeta je bila za strojno rez neprimerna (Lewis, K., 2018).

Ročna rez predstavlja drugi največji strošek ročne delovne sile takoj za obiranjem. Da se poreže 1 ha nasada jablan, potrebujejo izkušeni rezači od 80 do 120 ur. Pri vsesplošnem pomanjkanju delovne sile v sadovnjakih, je pomanjkanje rezačev danes še toliko večje in prav tako se zaradi tega neprestano dviga cena.

Sistem gojitve dreves je danes popolnoma spremenjen. Prevladuje ozko vreteno, ki je naravnost idealno za strojno rez. Slednja nikoli ne zamenja ročne rezi v celoti, ampak jo celo močno zmanjša. Prvo leto zmanjšamo ročno rez za 40 %, v naslednjih letih pa ročno korekturno rez do 60 %, kar predstavlja že znaten prihranek pri stroških pridelave.

Strojna rez ne pomeni samo zmanjšati stroškov pridelave, ampak ima tudi številne pozitivne učinke na rast in razvoj rastline: zožanje krošnje in kontrola rasti vrha, boljša penetracija svetlobe, boljša možnost strojnega redčenja plodov, lažje izvajanje varstva pred boleznimi in škodljivci, boljša diferenciacija rodnihih brstov za naslednje leto ter večja količina in kakovost plodov (Mika in drugi, 2016).

2 TEMELJNE ZAKONITOSTI STROJNE TEZI

Kot pri vsakem načrtovanju nasada, je za strojno rez ključna smer vrst. Če so te postavljene v smeri sever-jug, jablana na vsaki strani dobi čez dan enakomerno količino svetlobe, kar pomeni, da se drevo enakomerno razvija. Če je smer vrst bolj v smeri vzhod -zahod, dobi severna stran bistveno manj svetlobe, kar po navadi pomeni manjši pridelek, drobnejše plodove in bujnejšo rast poganjkov. Zelo

pomembna je prav tako višina dreves in medvrstna razdalja. Optimalno razmerje med višino drevesa in medvrstno razdaljo je 1 : 1. Dovoljena so le minimalna odstopanja do 10 % (Mika in drugi, 2017).

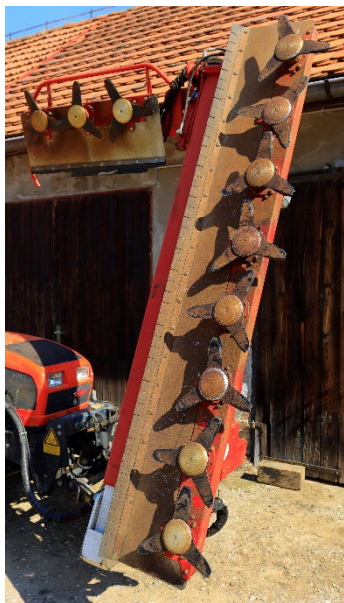
Na uspeh strojne rezi ima pomemben vpliv tudi sorta. Pri debeloplodnih sortah, kot so 'Fuji', 'Jonagold', 'Mutsu', 'Boskop', strojna rez ugodno vpliva na boljšo izenačenost plodov po debelini, boljšo obarvanost plodov pri rdečih sortah in manjšo izmenično rodnost. Po nekaj letih strojne rezi se nam močno zmanjša korekturna ročna zimska rez. Strojno rez uporabljamo prav tako pri drobnoplodnih sortah, vendar je v tem primeru potrebno paziti, da se nam krošnja preveč ne zgosti. Ročna korekturna rez utegne biti natančnejša. Posebno pozornost je potrebno pri drobnoplodnih sortah nameniti optimalnemu redčenju za doseganje velikih in kakovostnih pridelkov.

Pri strojni rezi starih bujno rastočih sadovnjakov, je potrebno rez izvesti v letu z močnim cvetnim nastavkom. Strojno lahko režemo takoj po obiranju, in vse do fenofaze rdečih brstov. Za zmanjšanje bujnosti dreves je primerni strojno rez kombinirati sočasno z rezjo korenin. Če tega ukrepa nismo izvajali v tem nasadu, korenine porežemo po eni strani, če pa smo ga izvajali že v prejšnjih letih, pa lahko korenine porežemo po dveh straneh. Reakcija drevesa na rez korenin na obeh straneh in nezmožnost namakanja lahko povzroči osipanje cvetov, kar pomeni, da ostanemo brez pridelka. Korekcijsko rez v takšnih nasadih izvedemo čim pozneje – nekje do cvetenja.

V letu uvedbe strojne rezi se priporoča uporaba sredstev za zaviranje rasti (npr. Regalis). S slednjim načinom dodatno zmanjšamo rast poganjkov na začetku in prav tako vplivamo na zmanjšano junijsko trebljenje pri debeloplodnih sortah. V poznejših letih uporaba sredstev za zaviranje rasti ni več tako nujna. Široko krošnjo drevesa postopoma zožimo. Spodaj režemo 50 – 60 cm od provodnika, na vrhu pa od 35 do 40 cm. Pri debeloplodnih sortah so te razdalje lahko večje, seveda ob upoštevanju razdalje sajenja v vrsti.

3 STROJNE NAPRAVE ZA REZ

Poznamo dva tipa strojnih naprav. Naprave s kosilnim grebenom (slika 2), cena okvirno 12.000 €, in naprave s krožnimi žagami ali vrtečimi se rezili (slika 1 in slika 3), cena približno 22.000 €. Pri prvem sistemu lahko režemo veje debeline do 12 cm, pri drugem pa debelina vej ni omejitvev.



Slika 1: Naprava za strojno rez v vrtečimi se rezili (levo) in značilne posledice rezi na poganjku (desno)

Foto: N. Tojnko, 2022



Slika 2: Naprava za rez s kosilnim grebenom (levo) in značilne posledice rezi grebenske kosilnice na poganjku

Foto: N. Tojnko, 2022



Slika 3: Naprava s krožnimi žagami

Foto: F. Štampar, 2020

Vse naprave priključimo na traktor spredaj. Lahko jih fiksiramo na prednjo premo ali priključimo na tritočkovni sistem. Oba sistema potrebujeta dodaten hidravlični sistem, ker se v nasprotnem primeru olje, ki služi za celoten pogon naprave, v traktorju prehitro segreje in celoten sistem ne deluje.

4 TERMINI STROJNE REZI

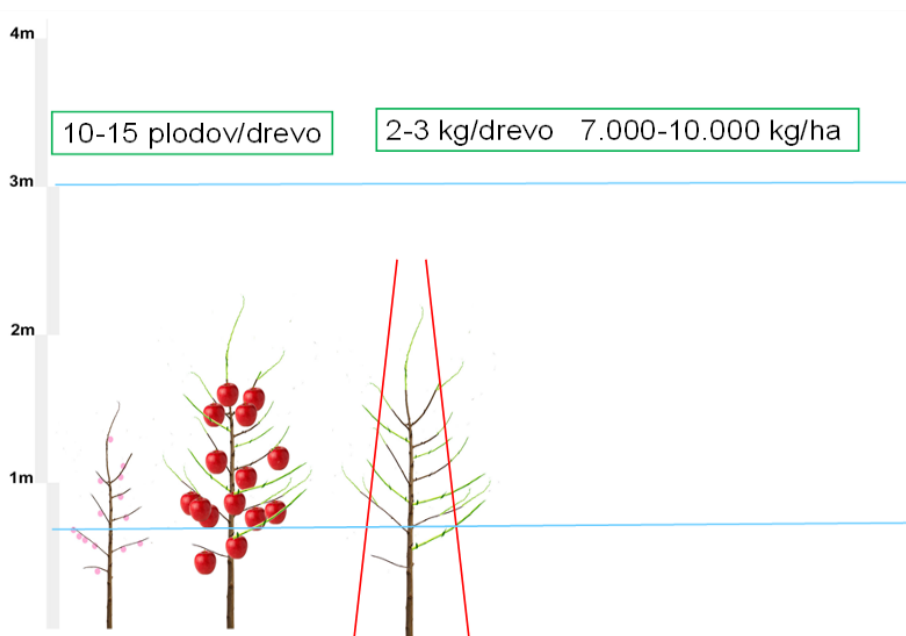
4.1 Strojna rez po obiranju

Strojno rez lahko uvedemo v starejše nasade, kjer smo jih klasično rezali desetletje ali celo več. To so nasadi, ki imajo težave z bujnostjo na vrhu, izmenično rodnostjo itd. Osnovni pogoj za strojno rez je povprečen prirast poganjkov, ki je potreben vsaj od 35 do 45 cm. Največji problem pri teh nasadib je razdalja sajenja. Ta je v vrsti od 1 m pa celo do 1,2 m. Če krošnjo pri strojni rezi močno zožimo, pride do izgube rodnega volumna in s tem pridelka. Vsekakor pa nam strojna rez v teh nasadib lahko

pomaga zmanjšati bujnost dreves, predvsem v kombinaciji z rezjo korenin, in zboljša količino ter kakovost pridelka

S strojno rezjo je mogoče začeti že v prvem letu, takoj po sajenju, če imamo primeren prirast poganjkov. Slednje je pri nas predvsem v prvem letu postavitve nasada velika težava, ker sadimo pozno – aprila ali celo maja, zaradi vremena ali pa zaradi nepripravljenega zemljišča. Sadike v nasadu preživijo in slabo prirastejo.

Če posadimo nasad v zimskem času, od decembra do februarja, na dobro pripravljena tla, lahko naslednje leto takoj po obiranju drevesa strojno porežemo od 40 do 45 cm od provodnika z leve in desne strani (slika 4).



Slika 4: Gojitev ozkega vretena v prvem letu 3,2 x 0,8 m

Vir: lasten.

Enoletni prikrajšani poganjki nam do konca rastne dobe diferencirajo rodne brste (slika 5). Če to storimo klasično pri zimski rezi in predolge poganjke prikrajšamo, odrežemo na koncu poganjka rodni brst. Tako dobimo močno rast, kar negativno vpliva na gojitev drevesa in rodnost.



Slika 5: Diferencirani rodni brsti pri strojno odrezani bohotivki in dvoletnem odrezanem lesu pri strojni rezi po obiranju

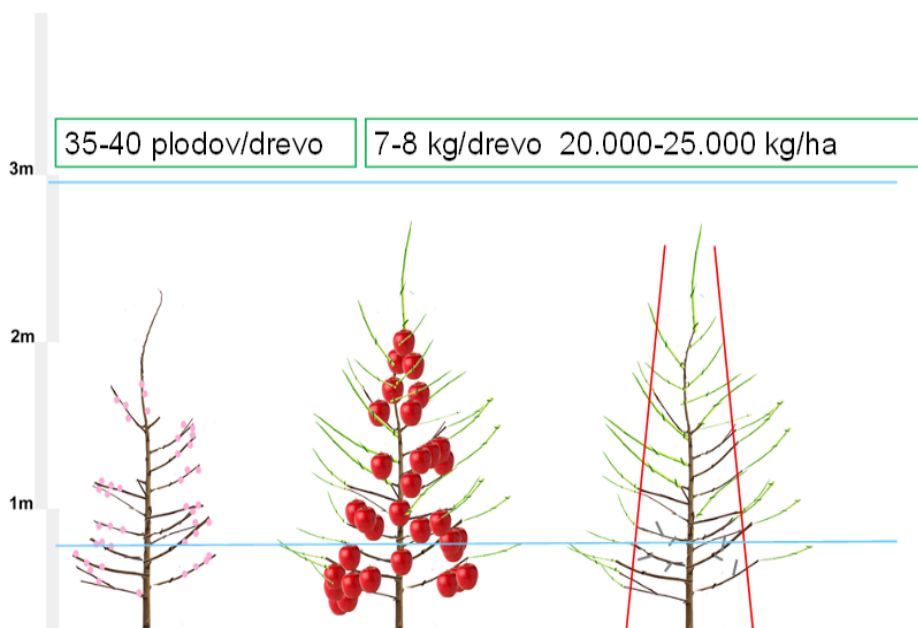
Foto: F. Štampar, 2022.



Slika 6: Neporezano (levo) in strojno porezano (desno) po obiranju

Foto: F. Štampar, 2022.

V drugem letu (slika 7) ponovno strojno porežemo po obiranju, če je povprečni prirast poganjkov vsaj od 35 do 45 cm. V spodnjem delu dodatno osvetlimo nosilce in na kratkem lesu bolj diferencirajo rodni brsti. Sledi zimska korekturna rez, predvsem v smeri vrste.



Slika 7: Gojitev ozkega vretena v drugem letu 3,2 x 0,8 m

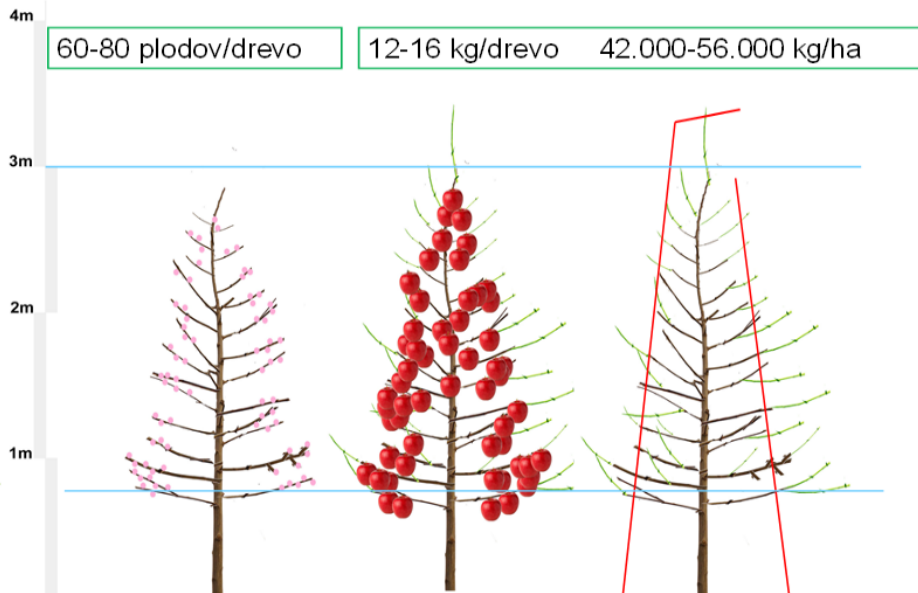
Vir: lasten.

V tretjem letu gojitve drevesa (slika 8) po obiranju strojno porežemo spodaj 40–45 cm od provodnika, zgoraj pa od 10 do 15 cm in prikrajšamo vrh na 3 do 3,3 m. Sledi normalna zimska korekturna rez, kjer zamenjamo še kakšen rodni nosilec (odrežemo na daljši čep), ter izrežemo kakšno vejo zaradi boljše osvetlitve.

V polni rodnosti (Slika 9), pri strojni rezi po obiranju ravnamo popolnoma enako kot v tretjem letu. Korekturna rez je še bolj sistematična in natančna. Paziti je potrebno, da se nam krošnja ne gosti in da pravočasno menjavamo rodne nosilce.

Strojna rez po obiranju ima velik učinek na zmanjšanje rasti in zelo velik vpliv na diferenciacijo rodnih brstov. Če želimo takšne učinke, je potrebno slednje izvesti po obiranju plodov, ko je listna masa še zelena. Pri zgodnjih sortah je to dva do štiri tedne po obiranju, pri poznih sortah pa najpozneje en teden po obiranju. Dodatno še v tem času vplivamo na diferenciacijo rodnih brstov, s programom foliarnega gnojenja. Če zamudimo in listi rumenijo, korenine pa so še aktivne, lahko dosežemo nasproten učinek – bujnejšo rast v naslednjem letu.

Omenjeni termin (po obiranju) je zelo primeren za rekonstrukcijo starih, preveč bujnih nasadov sort 'Elstar', 'Jonagold' in 'Zlati delišes'. Ker moramo v bujnih nasadib uporabljati napravo s krožnimi žagami, so po navadi rane velike. Če obstaja nevarnost okužbe z jablanovim rakom, je potrebno po rezi poškopiti s fungicidom proti jablanovemu raku.



Slika 8: Gojitev ozkega vretena v tretjem letu 3,2 x 0,8 m

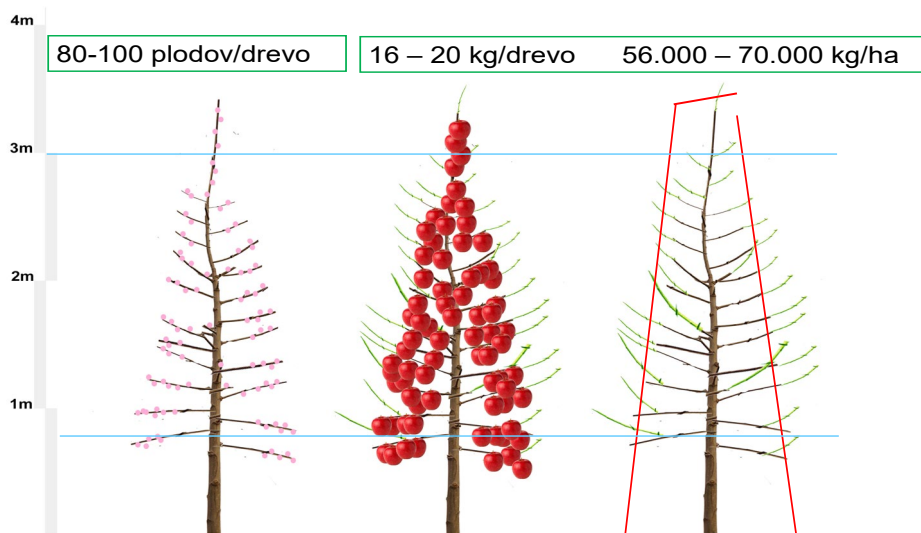
Vir: lasten.

4.2 Strojna rez v fazi mirovanja

Strojno rez v fazi mirovanja izvajamo v februarju ali marcu do fenofaze mišjega ušesa. Primerna je za nasade, ki so zmerno bujni. Po strojni rezi sledi vedno še korekturna rez.

4.3 Strojna rez v fenofazi zeleni brsti – balonski stadij

Strojna rez se izvaja v tem času pri nasadib, ki so dobro obloženi s cvetnimi brsti, saj v nasprotnem primeru lahko ostanemo brez pridelka. Ta termin izvajamo v nasadib, ki so bili strojno porezani že v predhodnem letu. Ta termin nekoliko vpliva prav tako na zmanjšano bujnost, vendar manj kot rez po obiranju.



Slika 9: Gojitev ozkega vretena v rodnem letu 3,2 x 0,8 m

Vir: lasten.

4.4 Strojna rez takoj po cvetenju

Ta termin je najprimernejši za sorte z izrazito debelimi plodovi ('Jonagold', 'Fuji', 'Mutsu', 'Boskop') s premajhnim številom cvetnih brstov ali pa takoj po močni pomladanski pozebi. Ta termin močno zmanjša rast poganjkov.

4.5 Strojna rez v fazi 8-12 listov – debeloplodne sorte

To rez izvajamo izjemoma, če je nasad praktično brez plodov, zaradi pozebe ali pa slabe oploditve in majhnega števila cvetnih brstov. Sorta 'Jonagold' klon Red princ ima kljub obilnemu pridelku do 20 % izjemno debelih plodov. Če dodatno režemo v tem terminu, se lahko temu problemu izognemo. Slednje lahko izvedemo samo, če imamo namakanje in mrežo proti toči, da ne pride do ožigov plodov.

4.6 Strojna rez 20 dni pred obiranjem

To rez lahko izvedemo samo, če so bila drevesa predhodno že strojno rezana. Režemo na podobni razdalji, kot pri rezi prejšnje leto, po obiranju. Edini pravi namen je dodatna osvetlitev drevesa in s tem boljša barva plodov, s čimer lahko povečamo obarvanost plodov od 30 do 50 %.

Če ni mreže proti toči, te rezi ne izvajamo, ker nam lahko sonce popolnoma ožge plodove.

5 Zaključek

Strojna rez je samo eden od tehnoloških ukrepov, ki ga, glede na razmere v našem nasadu, izvedemo v optimalnem terminu in ne, ko imamo čas.

Redno izvajanje na dolgi rok skupaj z ročno korekturno rezjo vpliva na redno rodnost in velike ter kakovostne pridelke.

Literatura

- He L., Schupp J. 2018. Sensing and automation in pruning of apple trees: A review. *Agronomy*, 8 (10): 211, doi: 10.3390/agronomy8100211: 18 str.
- Lewis K. 2018. Mechanical hedging in apples. Washington State University. <http://treefruit.wsu.edu/article/mechanical-hedging-in-apples/> (7. 6. 2019).
- Maughan T., Black Brent., Roper T. 2017. Training and pruning apple trees. *Horticulture*. Utah State University. https://digitalcommons.usu.edu/extension_curall/1650/ (5. 8. 2019).
- Mika A., Buler Z., Treder W. 2016. Mechanical pruning of apple trees as an alternative to manual pruning. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 15, 1 : 113–121.

STROJNO REDČENJE CVETOV PRI JABLANI

PETER ZADRAVEC

Maribor, Slovenija
pzadavec57@gmail.com

Uravnavanje oveska plodov jablane je eden najpomembnejših tehnoloških ukrepov. Zagotavlja stalno rodnoost brez medletnih nihanj pridelka, visoko kakovost plodov, višjo učinkovitost obiranja, kar odločilno vpliva na uspešnost pridelave. Za zagotovitev stalne in redne rodnoosti, mora biti učinek redčenja zgoden in primeren. Strojno odstranjevanje določenega deleža cvetov ob pravilni izvedbi izpolnjuje oba pogoja. V primeru potrebe po izvedbi ročnega redčenja plodov za zagotavljanje stalne rodnoosti je izvedba ukrepa prepozna in hkrati zelo draga. Strojno redčenje je po dosedanjih izkušnjah edini ukrep, ki ga je mogoče izvesti zelo natančno ob hkratnih nizkih stroških. Dodatna prednost strojnega redčenja cvetov je prav tako v tem, da je ukrep mehanski in dovoljen v ekološki pridelavi. Njegov okoljski odtis je plitek, vpliv na ekonomiko pridelave pa velik.

Ključne besede:

jablana,
strojno redčenje,
redčenje cvetov,
'*Malus domestica*',
regulacija pridelka

1 UVOD

Jablana je ena tistih sadnih vrst, ki zasnujejo veliko več cvetnih brstov, kot jih je običajno potrebnih za obilen pridelek plodov. Ob dobrih razmerah za oprашitev (prisotnost oprашevalnih žuželk, primerna oprашevalna sorta in ugodne vremenske razmere) ter uspešni oploditvi, se zasnuje in 'zaveže' večje število plodov, kot jih je rastlina sposobna dozoreti do najboljše kakovosti. Ob obilnem cvetenju za dober pridelek zadošča že dokončno zavezanje le 7–10 % cvetov (Penzel in drugi, 2020). Preobilen pridelek ima več slabih posledic: plodovi so slabše zunanje kakovosti (velikost in delež krovne barve), slabša je tudi njihova notranja kakovost (vsebnost sladkorjev in arom), predvsem pa se zaradi neravnovesja med rastjo in rodnostjo ter posledičnega pomanjkanja asimilatov, zasnuje premalo (včasih celo nič) novih cvetnih brstov za cvetenje in pridelek v naslednjem letu. Ta pojav imenujemo izmenična rodnost ali v 'vsakdanjem sadjarskem jeziku' tudi alternanca – menjavanje let, s preobilnim pridelkom slabše kakovosti ter let z majhnim pridelkom ali celo brez tega. Za poklicno pridelovanje jabolk je ta pojav zelo moteč in ima razen neposrednih finančnih posledic tudi nekatere druge neugodne posledice (preobilna rast v letih z malo pridelka in nagnjenost plodov k slabi skladiščni sposobnosti, ugodne razmere za razvoj nekaterih škodljivih organizmov v letih z močno rastjo – listne uši in krvava uš, ugodne razmere za povečanje populacije sadnih zavijačev v letih z obilnim pridelkom idr.). Zato so sadjarji zelo zainteresirani, da vsako leto s tehnološkimi ukrepi (rez in ukrepi za redčenje cvetov in plodičev) uravnajo ravnovesje med rastjo in rodnostjo.

2 URAVNAVANJE RASTI IN RODNOSTI

Med tehnološke ukrepe za uravnavanje rasti in rodnosti prištevamo:

- Rez krošnje (več terminov).
- Rez korenin (več terminov).
- Gnojenje (preko tal in preko listov).
- Uravnavanje rasti z namenski pripravki (proheksadion-kalcij).
- Uravnavanje rodnosti z odstranjevanjem cvetov (strojno redčenje cvetov), z 'ožiganjem cvetnih delov' z namenski pripravki (amonijev tio sulfat, žvepleno apnena brozga, K-hidrogen karbonat, sorodni pripravki itd.).

- Uravnavanje rodnosti s pospeševanjem odpadanja plodičev (namenski pripravki za redčenje plodičev (sintetizirani rastni regulatorji in zaviralci fotosinteze).
- Ročno redčenje plodičev.

Kljub temu, da imamo za ta namen na razpolago veliko 'orodij', se vse prepogosto zgodi, da smo pri uravnavanju primerne rodnosti premalo učinkoviti in še vedno je pojav izmenične rodnosti ena večjih ter zelo razširjenih tehnoloških težav. Razlogi za našo pogosto slabo uspešnost tičijo večinoma v posrednem učinku naših ukrepov – slednje zagotovo velja za rez korenin, gnojenje, uravnavanje rasti kemičnimi s pripravki in uravnavanje rodnosti s pospeševanjem odpadanja plodičev, s kemičnimi pripravki.

Pri izvedbi zimske rezi tudi ob zadostni skrbnosti in strokovnosti (oboje večkrat manjka) ne moremo odstraniti zadostnega števila cvetnih brstov. Tako nam od ukrepov za neposredno zmanjšanje števila cvetov, ki se lahko zavežejo v plodiče, ostaneta le dva: strojno redčenje cvetov ter 'ožiganje' pestičev z namenskimi pripravki (ATS, ŽAB itd.) (Haeseli, 2006) za preprečevanje oprasitve in/ali oploditve. Če torej izvzamemo zadnja dva ukrepa in ju primerjamo med seboj, ugotovimo, da le mehansko/strojno odstranjevanje cvetov lahko izvedemo dokaj neodvisno od vremena (po možnosti se izognemo strojnemu redčenju mokrih dreves). Pripravki za 'desikacijo' pa so ob mokrem listju ali padavinah preveč 'učinkoviti' in je njihova uporaba v takih razmerah prepovedana. Pomembna prednost je tudi ta, da le pri strojnem redčenju, neposredno po izvedbi redčenja, lahko učinek redčenja zanesljivo ocenimo (število odstranjenih cvetov).

Razen neposrednosti in takojšnje merljivosti uspešnosti strojnega redčenja cvetov, ni zanemarljiv niti okoljski vidik tega ukrepa. Med ukrepi redčenja je edini, ki ga izvedemo brez sintetično–kemičnih snovi (vsi pripravki za redčenje cvetov in plodičev so 'kemikalije' kljub njihovi neproblematičnosti za okolje ter potrošnike, vendar niso dovoljeni v ekološki pridelavi, razen ŽAB). Tudi neposreden ogljični odtis tega ukrepa je primerljivo najbolj plitev, saj redčenje izvedemo le v enem prehodu traktorja s strojem za izvedbo redčenja.

Pomembna prednost tega ukrepa je hkrati njegova neodvisnost od vremenskih razmer. 'Desikanti' so neuporabni ob deževnem vremenu, sintetizirani rastlinski regulatorji so večinoma zelo 'temperaturno odvisni' (pričakovan učinek je odvisen od 'optimalne temperature' – slednje še posebej velja za pripravke na osnovi benzil adenina (BA)), učinek zaviralcev fotosinteze pa je odvisen od naravnega poteka fotosinteze (osvetlitev in temperatura).

Znanstveno je dokazano, da le dovolj zgodnja redčenja cvetov in plodičev zagotavljajo vse pričakovane učinke teh ukrepov: nemoten začetek procesa diferenciacije novih cvetnih brstov, hiter in učinkovit začetni razvoj plodičev v fazi delitve celic, kot osnova za končno velikost plodov ob obiranju (Ruess, 2020) ter seveda hkrati kakovost (notranjo in zunanjo) plodov ob obiranju. Čeprav so obenem vsa ostala redčenja plodičev izvedena v času pred začetkom procesa diferenciacije novih cvetnih brstov in imajo nedvomno ugoden učinek na preprečevanje izmenične rodnosti, pa vendar le drži, da z zgodnostjo izvedbe ukrepa redčenja dosežemo največ pozitivnih učinkov.

Ročno redčenje plodičev, ki je sicer zelo natančen ukrep za vzpostavitev želenega oveska plodov ima pa dve zelo veliki pomanjkljivosti: zaradi poznega termina izvedbe (po končanem naravnem / junijskem trebljenju) nima več učinka na začetek procesa diferenciacije in zahteva zelo velik vložek ročnega dela pogosto od 100 pa celo do 200 delovnih ur na hektar sadovnjaka ter tako pomeni enega izmed največjih pridelovalnih stroškov.

Prav zaradi vsega navedenega bomo v tem prispevku posvetili vso pozornost pravilni izvedbi strojnega redčenja cvetov.

3 STROJNO REDČENJE – TEHNIČNI VIDIKI IZVEDBE

Od prvih idej in poskusov izvedbe strojnega odstranjevanja cvetov je minilo že več kot 30 let in v tem času je stroj ostal skoraj enak le na zunaj. Ne le pri nas, tudi po svetu se je najbolj uveljavil stroj, ki ima eno vertikalno, postavljeno s hidro motorjem, gnano os na katero so pritrjeni elementi z 'debelimi nitmi' iz brizganega polietilena. Takšen stroj proizvajalca FruitTec (slika 1) iz Nemčije, je povsod po svetu znan kot Darwin. O namestitvi na traktor tukaj ne bomo zapravljali besed – potrebno se je držati navodil. Morda pa ni odveč poudariti, da mora biti priklopljen tako, da se pri namestitvi na traktor spredaj desno (najpogostejši položaj) vreteno MORA vrteti v smeri urinega kazalca. Za sodobne gojitvene oblike pri jablani (različno visoka

ozka/vitka vretena) s premerom krošnje manjšim od 1,2 m je takšen stroj obenem najprimernejši. Standardna dolžina brizganih niti je 60 cm in ker je potrebno, da te niti pri svojem 'delu' sežejo do provodnika, je razumljivo, da takšen stroj ni primeren za gojitvene oblike z večjim premerom krošnje (slednjih pa v naših intenzivno oskrbovanih nasadih jablan praktično ni več).



Slika 1: Naprava za strojno redčenje cvetov

Foto: N. Tojnko, 2022.

Ker se morajo niti pri prehodu skozi krošnjo gibati čim bolj vodoravno, je potrebno, da hitrost vrtenja vretena ni manjša od približno 180 vrtljajev na minuto.

Učinek redčenja je odvisen od energije, ki jo v krošnjo vnesejo vrteče se niti in obenem od števila udarcev – slednje pa je odvisno od hitrosti gibanja traktorja (Zoth, 2016). Čim bolj počasi se v prehodu giblje traktor, tem več udarcev bo deležno posamezno drevo in tem bolj se bo povečal učinek redčenja. S tega vidika je priporočeno, da je hitrost gibanja traktorja višja od 5 km/h.

Da bi čim bolje povezali obe hitrosti v eno samo spremenljivko so v Nemčiji izdelali metodo izračuna 'vložene kinetične energije', ki je odvisna od hitrosti vožnje traktorja in hitrosti vrtenja vretena. Seveda je odvisna tudi od števila niti na vretenu. Omenjeno je v zadnjih letih standardno s t. i. 'polovičnim številom niti na elementih' (216 niti pri 2 m višine stroja). Čeprav je za specifične potrebe to število dokaj enostavno zmanjšati (z izrezovanjem niti na elementih ali s simetričnim odstranjevanjem celih elementov), bomo v tem prispevku vselej govorili o 'standardnem številu niti na elementu' in namestitvi vseh predvidenih elementov. Višina vretena pa je tehnično določena s tipom nabavljenega stroja in je lahko 200, 250 ali 300 cm, in jo ob nabavi lahko prilagodimo višini naših dreves ter še pomembneje VIŠINI PROSTEGA PREHODA ZA STROJ – omejena je s prečnimi pletenicami protitočne mreže ali morda s prečnimi povezovalnimi cevmi namakalno-oroševalnih sistemov.

4 STROJNO REDČENJE – FIZIOLOŠKI VIDIKI ODSTRANITVE CVETOV

Že v uvodnem delu prispevka smo pisali o pomenu in prednostih zgodnjega ter natančno odmerjenega odstranjevanja cvetov. Naš cilj je torej po celotni krošnji dokaj enakomerno odstraniti v naprej določen delež cvetov. Ob tem nameravamo (največkrat), kar se da, omejiti odstranitev celih cvetnih šopov in zmanjšati poškodbe primarnih listov (rozetnih listov). Seveda ne nameravamo imeti nobenih poškodb poganjkov in lubja na poganjkih, rodnih nosilcih in provodniku – vse zato, da drevesom ne povzročimo dodatnega stresa in ne omogočimo glivam in bakterijam, da bi lahko okužile drevesa.

Zgodnje odstranjevanje 'nadštevilnih' cvetov pomeni za drevo prihranek asimilatov shranjenih od prejšnje rastne dobe za začetni razvoj plodičev v zalogah naloženih v brst. Drevo namreč ob začetku cvetenja še ne pridela dovolj 'novih asimilatov' s primarnimi listi, ker so ti v začetku še premajhni in prve pridelane asimilate porabijo za svojo rast. Zaradi omejenih količin zalog bo kasneje v cvetnem šopu prišlo do

medsebojne konkurence med cvetovi in prvi ter bolje razviti cvetovi bodo prevladali nad slabše umeščenimi cvetovi 'nižje v šopu'. Slednji bodo zaradi pomanjkanja najprej zaostali v priraščanju in nato kmalu odpadli – torej so za drevo v vsakem primeru izgubljeni. Če jih uspešno izločimo že prej, se asimilati iz zalog ne bodo po nepotrebem trošili tudi zanje in posledično jih bo več za najboljše plodiče – ti se bodo razvijali hitreje, celične delitve bodo intenzivnejše in osnova za lepo razvite plodove bo boljša. Razen tega, ob favoriziranju plodov pride še do enega pomembnega fiziološkega učinka: dobro razvijajoči se plodiči z velikim številom semen so močan 'ponor' (angleško 'sink') za asimilate in prav tako za minerale, ki jih v takšne plodove prinaša ksilemski (navzgornji) tok. Ta zagotavlja celo boljšo oskrbo s kalcijem, ki ga na drugačen način praktično ne moremo nadomestiti (tudi s foliarnim škropljenjem ne v celoti).

Znanstveno je dokazano, da se plodovi po zelo zgodnjem redčenju (po redčenju cvetov) razvijajo hitreje in bolje od plodov, kjer je bilo redčenje izvedeno kasneje. Ta začetna prednost se ohranja vse do končne zrelosti plodov in je ni mogoče nadoknaditi z drugimi ukrepi (Riehle, 2020).

Kateri cvet ali katere cvetove v cvetnem šopu s strojnim redčenjem odstranimo, je manj pomembno. Čeprav srednjemu cvetu (t.i. 'king flower') pripisujemo favoriziran položaj, je zanimiva slovenska raziskava (J. Jakopič in soavtorji) potrdila, da ob odstranitvi srednjega (ali celo naslednjega po hierarhiji – L1 ali L2) cveta (slika 11), nižje ležeči nemudoma prevzamejo njegovo (njihovo) funkcijo in se iz teh cvetov razvijejo povsem enakovredni plodovi (Jakopič in drugi, 2015).

Če torej prvo fazo razvoja plodov omejimo na 3–5 tednov trajajoče obdobje od oprasitve/oploditve do t-stadija (po večletnih opazovanjih različnih sort jablan v SC Mb – Gačnik, ugotovljamo, da je t-stadij v povprečju dosežen po 20–25 dneh od polnega cvetenja, in v to fiziološko zelo pomembno obdobje umestimo še posamezna tehnološko možna redčenja, ugotovimo, da s strojnim redčenjem cvetov dosežemo najhitrejšo možno razbremenitev dreves ter največje možno favoriziranje razvoja preostalih plodičev v celotni začetni fazi. Redčenja z avksini (NAD in NAA), do učinka 'porabijo' kakšno tretjino tega obdobja, redčenje z BA (pri 12–16 mm) kar od polovice do dveh tretjin tega obdobja in redčenje z inhibitorjem fotosinteze (metamitron) pri 16–18 mm še ustrezno doda nekaj časa več. Torej je strojno redčenje ali uspešno redčenje z 'desikanti', v prednosti pred ostalimi.



Slika 2: Prikaz odstranitve cveta L1

Foto: N. Tojnko, 2022.

Vpliv uspešnega in dovolj zgodnjega redčenja na nemoten proces diferenciacije cvetnih brstov za naslednje leto – preprečevanje izmenične rodnosti ali alternance.

Za razumevanje pomena dovolj zgodnjih in učinkovitih redčenj, je potrebno poznati vsaj temelj razvoja cvetnih brstov – diferenciacije. Slednja se začne z 'indukcijo', ki se v nastajajočem vegetativnem brstu zgodi okvirno tri do šest tednov po polnem cvetenju in pomeni signal, ki meristem (rastni vršiček) sicer vegetativnega brsta usmeri v generativno smer – torej, v nadaljevanje razvoja v cvetni brst. Ta signal se v procesu sprememb v brstu v fazi 'inicializacije' že pokaže v morfoloških spremembah v brstu. Razvoj v cvetni brst se nato v procesu 'diferenciacije' nadaljuje v pozno jesen, nakar se prekine z zimskim mirovanjem in v zgodnji pomladi zaključi

v dokončni cvetni brst, s povsem diferenciranimi cvetnimi elementi šele tik pred cvetenjem (Riehle, 2020).

Za razumevanje potrebno dovolj zgodnjega in dovolj intenzivnega redčenja cvetov in plodičev, je pomembno predvsem dejstvo, da zgodnji razvoj plodičev in začetek zasnov za cvetenje naslednjega letnika (indukcija) potekata sočasno (20–40 dni po polnem cvetenju) in da je za drevo pravilen in dober razvoj semen v plodovih tega letnika ohranitevno (evolucijsko) pomembnejši od razvoja cvetnih brstov za naslednje leto. Če torej ob pomanjkanju asimilatov pride do konkurence med razvijajočimi se plodovi s semeni in nastajajočimi cvetovi naslednjega letnika, se bo drevo vedno 'odločilo' za plodove in semena v njih in bo začetek diferenciacije (indukcija in inicializacija) izostal, nakar bomo imeli v naslednjem letu slabo, zelo slabo ali celo 'ničelno' cvetenje in s tem delno ali popolno izmenično rodno ali 'alternanco'.

5 STROJNO REDČENJE – PRIMERNOST GOJITVENE OBLIKE

Razumljivo je, da so za izvedbo strojnega redčenja primerni le enovrstni nasadi. Kar pa se tiče gojitvene oblike pa so se za najprimernejše izkazale vretenaste gojitvene oblike: vitko/ozko vreteno in zelo vitko/zelo ozko vreteno. Višina krošnje določi le tehnično višino nabavljenega stroja in je lahko od 2 do 3 m. Največ sodobnih gostih nasadov jablan je danes pri nas posajenih na medvrstnih razdaljah od 3,0 do 3,5 m. Medvrstna razdalja ni tehnična omejitev za izvedbo, saj je pomembno le, da se z vretenom ob prehodu zgolj popolnoma 'naslonimo' na zunanjo silhueto krošnje. Med drevesne razdalje (razdalja v vrsti) pa so trenutno od 1,0 m do 0,7 m, kar je za standardno izvedbo stroja z nitmi dolgimi 60 cm idealno. Kot smo že zapisali je največji dopustni premer krošnje lahko do 1,2 m.

Za kakovostno in enakomerno redčenje je pomembna nekoliko prilagojena rez nasada. Kratki nosilci rodne lesa ali iz provodnika neposredno izrasel rodni les (rodni poganjki) naj bodo po provodniku razporejeni enakomerno in njihov položaj naj bo kar se da vodoraven. Tako vzgojen rodni les bo zagotovo najbolj enakomerno razredčen. Zelo neprimerni so čvrsti in navzgor usmerjeni ali celo pokončni poganjki – okoli katerih se vrvice ovijajo in jih močno ali celo popolnoma poredčijo. Prav tako zelo povešeni poganjki (primer 'dolga rez') so za strojno redčenje manj primerni. Pri ročni rezi pred prehodom na strojno redčenje poskrbimo, da bo silhueta krošnje v obliki prisekanega stožca ali morda valj brez štrlečih daljših nosilcev v spodnjem

delu krošnje. Le tako se bomo ob redčenju z vretenom lahko dovolj približali krošnji in dosegli enakomerno razredčenje.

Za dobro izvedbo je zelo pomembno, da se z vretenom povsem 'naslonimo' na zunanjo silhueto drevesnih krošenj. S tem zagotovimo, da bodo niti s svojim 'valovanjem' pri prehodu skozi krošnje enakomerno razredčile celo notranjost krošnje. Če tega ne storimo, bomo močnejše razredčili zunanji plašč krošnje kar je ravno nasprotno od želenega.

V nasadih z zelo ozko 'steno' krošenj (gojitvene oblike zelo ozkega/vitkega vretena s premerom ali med drevesno razdaljo manjšo od 70 cm) bo morda potrebno skrajšati dolžino niti, da po obojestranskem prehodu ne bo prišlo do premočnega prekrivanja redčenja. Tega pri nas še nismo preskusili, a je v takšnih nasadih zagotovo potrebna previdnost.

Mladi nasadi v katerih krošnja še ni izoblikovana in je med drevesi še veliko prostora (od dve do štiri leta), so za strojno redčenje manj ali povsem neprimerni. Ker niti vretena na svoji poti pogosto ne 'potujejo' po praznem prostoru, je moč njihovega udarjanja ob naletu na rodni les večja in temu ustrezno je celo redčenje močnejše. Razen slednjega se poveča tudi poškodovanost primarnih listov (opažanja iz praktično izvedenih redčenj). Če provodnik ni dobro privezan ob oporni stebriček pogosto pride še do lomov. V primeru odločitve za strojno redčenje tudi v takšnih nasadih, je potrebna pri preskusu še prav posebna pozornost.

Za strojno rez so predvsem primerni nasadi po strojni rezi (izvedeni po obiranju ali v času mirovanja), ki so bili tudi ročno korekcijsko porezani (izrezovanje pokončnih in povešenih nosilcev rodnega lesa).

6 STROJNO REDČENJE – V KATERIH PRIMERIH SE ZANJ ODLOČIMO IN KAKO INTENZIVNO NAJ BO

Pri vseh odločitvah o izvedbi uravnavanja pridelka je nujno potrebna temeljita presoja stanja sadovnjaka ter vsake sorte v njem. V nasadih, kjer bomo izvedli strojno redčenje (bodisi samo to bodisi kot del strategije redčenja z več metodami in pripravki), smo primorani pred redčenjem izvesti najprej:

- Pregled primernosti gojitvene oblike in po potrebi izvesti še korekturo rezi.
- Ocenimo rodni nastavek – intenzivnost pričakovanega cvetenja.

Praviloma se za oceno intenzivnosti cvetenja uporablja metoda 'ocene cvetenja' po lestvici od 1 do 9 ali od 1 do 10.

Za nekaj pomoči pri ocenjevanju sem pred leti k ocenjevalni lestvici 1–9 (lestvica podana spodaj) dodal še okvirna števila cvetnih šopov za drevesa s krošnjo visoko od 2,5 do 3,0 m in premer drevesne krošnje spodaj okoli 1,0 m (trenutno najpogostejša gojitvena oblika v Sloveniji).

Lestvica ocenjevanja cvetenja (1 – 9):

- 1 – nič cvetnih šopov
- 2 – cvete le nekaj cvetnih šopov na koncih krajših enoletnih poganjkov (5–10 cv. šopov na drevo)
- 3 – cvete malo cvetnih šopov na koncih krajših enoletnih poganjkov
- občasno kakšen na večletnem lesu (skupaj 10 – 30 cv. šopov)
- 4 – cvete srednje veliko cv. šopov na konceh enoletnih poganjkov
- in srednje veliko tudi na večletnem lesu (skupaj 30–60 cv. šopov)
- 5 – srednje dobro cvetenje razporejeno po celotni krošnji (60–80 cv. šopov)
- 6 – dobro cvetenje razporejeno po celotni krošnji (80–100 cv. šopov)
- 7 – obilno cvetenje razporejeno po celi krošnji (100–150 cv. šopov)
- 8 – zelo obilno cvetenje velike večine potencialno cvetnih brstov (150–200 cv. šopov)
- 9 – belo cvetenje; cvetijo vsi razpoložljivi cvetni brsti, tudi lateralno razporejeni na enoletnih krajših poganjkih (nad 200 cv. šopov na drevo).

Za izvedbo strojnega redčenja so primerni nasadi, ki dobijo po lestvici 1–10 oceno 7 ali več, po lestvici 1–9 pa 6 ali več. Za izvedbo ocene cvetnega nastavka pred začetkom cvetenja v fenofazi 'rožnati popek' ff F (po Fleckingerju) ali BBCH 57, je potrebna določena rutina ali pomoč že izurjenega sadjarja ali svetovalca. Za izvedbo strojnega redčenja je namreč priporočena fenofaza F/ BBCH 60-62, kar je bolj zgodaj od običajnih terminov za ocenjevanje intenzivnosti cvetenja. Zato sem sprva

dodal 'svojo lestvico za ocenjevanje', ki obenem zajema okvirno število cvetnih šopov na drevo. V tem času jih je včasih enostavneje prešteti kot oceniti.

Intenzivnost izvedbe strojnega redčenja je najtežje določiti. Razen zadostnega cvetenja so dejavniki ki jih je potrebno upoštevati naslednji:

- Sorta:
 - Njen odziv na strojno redčenje.
 - Njen 'pridelovalni potencial' in nagnjenost k izmenični rodnosti.
 - Naš pridelovalni cilj – količina in kakovost pridelka.
- Pričakovane vremenske razmere po redčenju: dobri ali slabi opraitveno-oploditveni pogoji, verjetnost pozebe itd.
- Načrtovana strategija nadaljnjih ukrepov uravnavanja pridelka (koliko odstotkov od skupnega učinka redčenja nameravamo doseči s strojnim redčenjem če bomo kasneje izvedli še kakšno od tehnološko možnih kemičnih redčenj).

Tehnično gledano, je učinek redčenja odvisen od hitrosti vrtenja vretena, hitrosti gibanja traktorja in števila niti na vretenu (kot standardno upoštevamo nastavitev z 216 nitmi na 2 m visokem vretenu). Vse tri spremenljivke združene v eno število t. i. E-kinetično (vložena kinetična energija niti – povzeto po M. Toth), nam pojasnijo okvirni pričakovani učinek redčenja. Za praktika je najbolj nazorna razdelitev intenzivnosti redčenja v naslednje skupine:

- Zelo šibko – nežno.
- Šibko.
- Srednje.
- Močno.
- Zelo močno.

V tabeli 1 so intenzivnosti redčenja, vložena e-kinetična, odstotek E-kin v odnosu do 100 % ob 250 vrtljajih in 10 km/h ali 230 vrtljajih in 6 km/h pri standardnem številu niti (Zoth, 2016).

Tabela 1: Prikaz intenzivnosti redčenja v odnosu s številom vrtljajev kinetične energije in hitrosti vožnje

Hitrost traktorja v km/h	Število vrtljajev vretena – vrtlj./min	E- kinetična	E- kin v odstotkih od 'srednje močnega redčenja	Opis učinka redčenja
6	180	11,54	56	Zelo šibko–nežno
6	200	14,90	73	Šibko
6	220	18,69	91	Srednje
6	240	22,91	112	Srednje
6	260	27,57	134	Močno
6	280	32,65	159	Zelo močno
6	300	38,17	186	Zelo močno
10	200	11,22	55	Zelo šibko–nežno
10	220	14,52	71	Šibko
10	240	18,26	89	Šibko
10	260	22,42	109	Srednje
10	280	27,02	132	Močno
10	300	32,05	156	Močno
10	320	37,51	183	Zelo močno

Povzeto po: M. Zoth; Stiftung KOB Bavendorf.

Ker je pri nas le malo sadovnjakov, ki so po konfiguracijskih lastnostih in vzdrževanosti medvrstnega prostora primerni za vožnjo z 10 km/h, je najbolj uporaben del tabele tisti s hitrostjo vožnje 6 km/h.

Na podlagi izkušenj bi tem tabelam dodali še orientacijske vrednosti pričakovano odstranjenih odstotkov cvetov (skupno število odstranjenih cvetov – seštevke popolnoma odstranjenih cvetnih šopov in odstranjenih ter močnejše poškodovanih cvetov v preostalih cvetnih šopih). Slednji odstotek je le orientacija in nujno je pred izvedbo redčenja na večji površini izvesti preskus redčenja.

Tabela 2: Prikaz pričakovanega odstotka odstranjenih cvetov glede na opis učinka.

Opis učinka redčenja	Okvirno pričakovan odstotek odstranjenih cvetov
Zelo šibko –nežno	Do 10
Šibko	11–20
Srednje	21–35
Močno	35–60
Zelo močno	Nad 60

(Števila odstotkov so izkustveno ovrednotena in se uporabljajo le kot začetna pomoč za izvedbo poskusnih redčenj. Sorte se v odzivu na enako redčenje lahko odzovejo dokaj različno).

Odločitev sadjarja o intenzivnosti strojnega redčenja je torej odvisna od več dejavnikov in postavljenih ciljev (Widmer in drugi, 2011). Na splošno pa veljajo sledeča pravila pri odločanju:

- Zelo obilno cvetoče sorte redčimo odločno – običajno močno.
- Sorte, ki se zelo nagibajo k izmenični rodnosti redčimo močno (Fuji, Elstar itd.)
- Debeloplodne sorte redčimo šibko ali srednje (ne želimo favorizirati debeline plodov).
- Drobnoplodne sorte, ki jih želimo pridelati v visokem deležu plodov kalibra 70 +, redčimo močno.
- Kadar načrtujemo po strojnem redčenju še redčenje s sintetiziranimi rastnimi regulatorji (primer BA), zmanjšamo intenzivnost strojnega redčenja vsaj 'za eno stopnjo'!

7 NEGATIVNI STRANSKI UČINKI STROJNEGA REDČENJA

Ob izvedbi strojnega redčenja nitke ob odstranitvi cvetov neizogibno povzročijo še dva neželena učinka:

- Odstranijo del celotnih cvetnih šopov skupaj s primarnimi listi.
- Odstranijo in poškodujejo del primarnih listov in s tem zmanjšajo listno površino za začetno asimilacijo.

7.1 Odstranitev celih cvetnih šopov

V poskusih, ki smo jih izvedli doma pa tudi v tujini, smo natančno beležili število odstranjenih cvetnih šopov (slika 3). Zagotovo so ti cvetovi všteti v skupno število odstranjenih cvetov in s tem prispevajo k učinku redčenja. Pri tem smo nameravali, da bi bilo teh v skupnem številu čim manj, saj bi na tem mestu izgubili potencial za plod in prav tako potencial za nastanek novega cvetnega brsta, kadar so odstranjeni tudi primarni listi.



Slika 3: Prikaz odstranitve celotnega cvetnega šopa

Foto: N. Tojnko, 2022.

Čeprav v literaturi in tehnoloških priporočilih nismo našli jasno obravnavane meje pri deležu odstranjenih celih cvetnih šopov menimo (slika 3), da naj to število ostane nižje od 20%. V našem poskusnem redčenju, ki smo ga izvedli v okviru projekta EIP 16.2, se je jasno pokazalo, da ob isti hitrosti vožnje (v našem primeru 7 km/h) povečevanje števila obratov vretena od 200 na 250 močno poveča odstotek odstranjenih cvetnih šopov: z 20 % na 55 % (povprečna vrednost za štiri opazovane sorte). Prav tako smo zabeležili vpliv sorte (zelo verjetno tudi vpliv fenološke razvitosti?) in starosti dreves (verjetno gre tukaj za gostoto drevesne krošnje): ob enaki izvedbi s hitrostjo traktorja 7 km/h in enaki hitrosti vretena 200 vrtljajev/min, smo pri sorti 'Topaz' na drevesih starih od štiri do deset let dosegli skoraj enak skupni učinek redčenja 42 % ter 39 % odstranitve cvetov, vendar je pri tem bil na mladih drevesih delež odstranjenih cvetnih šopov visok z 38 % in na starih drevesih nizek s 15 %.

Ker tudi drugi avtorji objavljajo podobne izkušnje, je mogoče zabeležiti, da večje obodne hitrosti vretena odstranijo večje število celotnih cvetnih šopov (Riehle, 2020; Kendra in drugi, 2015; Kong in drugi, 2009). Ta učinek je še močnejši na mlajših drevesih, ki še volumna krošnje nimajo povsem 'zapolnjenega'.

7.2 Poškodovanje primarnih listov

O pomenu primarnih listov za začetno preskrbo mladih plodičev smo preučili že v uvodnem delu prispevka. Problem tovrstnih poškodb pa spremlja uvajanje strojnega redčenja že od vsega začetka. Da bi se slednji težavi izognili, so pri strojih starejše izdelave z drugačnimi (agresivnejšimi) nitkami svetovali bolj zgodnjo izvedbo redčenja – ff zeleni popok D/BBCH 55–56. Takrat so, kot optimalni trenutek, za izvedbo priporočali fazo t. i. 'razprstanja' cvetov v šopu (ko se zaprti cvetovi med seboj ločijo iz skupka) (slika 4). Bistveno izboljšanje in s tem manj tovrstnih poškodb pa so prinesle niti iz novega, manj agresivnega materiala – brizganega polietilena. Na ta način danes sicer še vedno beležimo določeno poškodovanost listov (odstranitev delov listov ali odstranitev celih listov). Natančnih meritev in metodičnih opazovanj zmanjšanja listne površine je v znanstveni in strokovni literaturi malo. Ena redkih objav je domače delo izvedeno v SCMb (Stopar in drugi, 2019), kjer so z natančnim planimetriranjem ugotovili, da je 5 % odbite listne površine pri 6 km/h in 220 vrtljajih (srednje močno redčenje), 6 %, pri 260 vrtljajih (močno redčenje) ter 9,0 % pri 300 vrtljajih (zelo močno redčenje) 9,9 %. Tako kot pri večini objavljenih podatkov je tudi tukaj povečevanje hitrosti vretena sicer povečalo prav tako poškodovanost primarne listne površine, vendar je ta v mejah, ki jo drevo brez težav premosti. V podobno zastavljenem poskusu na KOB Bavendorf so dokazali, da poškodovanosti do 15 % listne površine ne vplivajo na razvoj plodičev negativno (Riehle, 2020).



Slika 4: Primernost redčenja glede na razvojno fazo socvetja. Slika desno prikazuje optimalen čas izvedbe, slika levo pa prehiter

Foto: N. Tojnko, 2023.

Problematiko pa bi vendar bilo zanimivo znanstveno in strokovno spremljati še nadalje, saj se celo tukaj sorte najbrž odzivajo različno in na poškodovanost lahko vpliva prav tako vreme (saj so mokri listi lahko občutljivejši?).

8 IZVEDBA POSKUSNEGA STROJNEGA REDČENJA

Pred vsakim strojnim redčenjem opravimo poskusno redčenje na majhnem številu dreves (za vsak tip nasada in sorto ločeno). Že nekajkrat smo v prispevku omenili, da se sorte in prav tako gojitvene oblike, različno stari nasadi in različna fenološka razvitost odzovejo različno. Za obdobje uvajanja in pridobivanja izkušenj s strojnim redčenjem priporočamo natančen preskus z označevanjem rodnih nosilcev in štetjem cvetnih šopov ter cvetov pred redčenjem in preostanka cvetnih šopov ter cvetov po opravljenem obojestranskem prehodu stroja (slika 5). Poskusna drevesa naj bodo po rasti in obilnosti cvetenja reprezentativna za večino dreves iste sorte v nasadu. Priporočamo, da se izbere vsaj tri drevesa in se na vsakem označi in prešteje vse cvetne šope ter zabeleži število cvetnih šopov in cvetov. Glede na postavljeni cilj za sorto in nasad si izberemo hitrost traktorja (po naših izkušnjah najpogosteje med 5 in 7 km/h). Pri izbrani hitrosti določimo tudi hitrost vrtenja vretena – glede na ciljano intenzivnost redčenja: zelo šibko, šibko, srednje, močno ali zelo močno. S konstantno hitrostjo traktorja prevozimo del izbrane vrste po obeh straneh vrste in nato preštejemo preostanek cvetnih šopov in cvetov. Iz razlike med številom cvetov pred in po redčenju, izračunamo odstotek odstranjenih cvetov ter jih primerjamo s postavljenim ciljem. Če nismo dovolj natančno zadeli cilja (+/- 5 do 10 %), poskus s primerno korekcijo ponovimo (navzgor ali navzdol v številu obratov vretena – priporočamo, da ostane hitrost traktorja nespremenjena). Ponovimo na novem polju med dvema stebroma opore kjer pred tem nismo redčili. Pri naslednjem preskusu bi že utegnili zadovoljivo zadeti cilj.

Pri ocenjevanju učinka redčenja, ni nobenega dvoma pri zares odstranjenih cvetovih (bodisi z odstranitvijo celega cvetnega šopa bodisi z jasno odstranjenim cvetom znotraj cvetnega šopa). Več težav imamo z oceno cvetov, ki so poškodovani le deloma. Pri njih je mogoče, da gre za delno ali v celoti odstranjene venčne liste, delne poškodbe čašnih listov ali vidne poškodbe pecljev. Pri vidnih poškodbah pecljev in čašnih listov praviloma lahko pričakujemo, da bo tak cvet zaradi poškodovanosti odpadel in ga zato prištejemo k odstranjenim. Več težav imamo pri odstranjenih venčnih listih. Nekateri avtorji vse cvetove, ki jim manjka večino ali vsi venčni listi, prištevajo med 'odstranjene'.



To priporočilo temelji na pričakovanju, da čebele manj verjetno obiščejo cvet brez venčnih listov in bo ta ostal slabo ali ne oprашen ter bo kasneje odpadel. Nekateri avtorji pa se opirajo na opazovanja obnašanja čebel in zatrjujejo, da čebele enako intenzivno obiskujejo celo cvetove brez venčnih listov. Lastnih rezultatov ali opazovanj na to temo nimamo in zato tudi ni mogoče zanesljivo dati priporočila o razvrščanju tovrstnih cvetov. Morda je v tem primeru še najprimernejši kompromis, in cvetove z vsemi odstranjenimi venčnimi listi štejemo med 'odstranjene', tiste s samo manjkajočimi venčnimi listi pa med 'preostale'. Rezultat bo zaradi nekoliko dvomljivega razvrščanja po tem kriteriju sicer za nekaj odstotkov različen, a pri tej oceni ne gre za 'popolno natančnost', temveč za ugotovitev skupaj odstranjenih cvetov z natančnostjo +/- 5 do morda celo 10 %. Za izboljšanje natančnosti ocene pa bi bilo na vsak način zanimivo bolj natančno spremljati posledice poškodovanosti cvetov – to je delo za prihodnost.

9 SLABOSTI IN PREDNOSTI STROJNEGA REDČENJA CVETOV

Slabosti:

- Primerno le za ‚ozke‘ gojitvene oblike (do 1,2 m premera).
- Manj primerno pri ‚dolgi rezi‘.
- Nobenih vrvic ali uteži in celo feromonskih pasti, skrivališč za strigalice in podobnih pripomočkov v nasadu.
- Delovna višina omejena s prečnimi pletenicami (mreža, namakanje).
- Poškodbe na listih in lesu – nevarnost, 'etilen efekta'.
- Spodbujanje rasti – število in/ali dolžina poganjkov.
- Nepredvidljivost glede na zgodnji termin izvedbe.
- Možen prenos bolezni – ognjevka.

Prednosti:

- Cenovno ugodno uravnavanje oveska brez ‚kemikalij‘.
- Uporabno v IP in EKO pridelavi.
- ‚Okno izvedbe‘, daljše kot pri alternativah.

Slika 5 (levo): Prikaz izvedbe preizkusa strojnega redčenja z označenim nosilcem pred (zgoraj) in po redčenju (spodaj)
Foto: N. Tojko, 2022.

- Uporabno neodvisno od sorte.
- Takoj vidni učinki redčenja.
- Zmanjšanje alternance.
- Neodvisno od vremena (pozornost pri mokrih rastlinah).
- Prav tako za sorte, ki se sicer slabo redčijo.
- Po strojnem redčenju, so učinki kemičnega redčenja boljši.

10 ZAKLJUČNE MISLI IN PRIPOROČILA

- S strojnim redčenjem je mogoče učinkovito in zelo nadzorovano zmanjšati število cvetov.
- Sorte se na strojno redčenje odzovejo različno.
- Za natančno presojo intenzivnosti redčenja je potrebno izvesti preskus ter natančno prešteti število cvetnih šopov in cvetov na več drevesih in njihovih vejah, saj je učinek redčenja na posameznih točkah dokaj različen ter je rezultat iz premajhnega vzorca lahko zavajajoč. Priporočamo kontrolo na vsaj desetih točkah (vejah).
- Intenzivnost redčenja je v dobri pozitivni povezavi s hitrostjo vrtenja vretena (ob konstantni hitrosti traktorja).
- Primerjava naših rezultatov se zelo sklada z nemško 'opisno metodo intenzivnosti redčenja po Zothu' ki pri hitrosti traktorja 6 km/h opišejo intenzivnosti tako:
 - 180 obratov vretena – blago,
 - 200 obratov vretena – šibko,
 - 220–240 obratov vretena – srednje,
 - 260 obratov vretena – močno,
 - 280 obratov vretena – zelo močno.
- Strojno redčenje se s svojimi pozitivnimi učinki na zunanjo kakovost (velikost plodov in delež I razreda ter delež krovne barve) in notranjo kakovost (skupna suha snov) utegne ob pravilni izvedbi povsem izenačiti z učinki ročnega redčenja.
- Strojno redčenje je lahko samostojen ukrep za uravnavanje rodnosti v ekološki pridelavi. V integrirani pridelavi pa je mogoče sestavni del strategije uravnavanja rodnosti, skupaj z dopolnilnim kemičnim redčenjem.

- Uspešno strojno redčenje je zanesljiv ukrep za zmanjšanje ali preprečevanje izmenične rodnosti – alternance.
- Strojno redčenje je s svojimi pozitivnimi ekonomskimi učinki izjemno pomembno za racionalizacijo stroškov v pridelavi jabolk.

Literatura

- Jakopič, J., Čebulj, A. in Eler, K. (2015). It's great to be the King: Apple fruit development affected by the position in the cluster. *Scientia Horticulturae* 194, 18-25
- Kendra, A., Cline, J. A. (2015): Mechanical blossom thinning of apples and influence on yield, fruit quality and spur leaf area. *Canadian Journal of Plant Science* 95, 887-896.
- Kong, T., Damerow, L., Blanke, M. (2009): Einfluss selektiver mechanischer Fruchtbehangsregulierung auf Ethylensintese als Stressindikator sowie Ertrag und Fruchtqualität bei Kernobst. *Erwerbs-Obstbau* 51, 39–53.
- Haeseli, A. (2006): Fachtagung Bioobstbau 2006. Tagungsband FiBL – Forschungsinstitut fuer biologischen Landbau. 18–19.
- Penzel, M., Pflanz, M., Gebbers, R., Zude-Sasse, M. (2020): Mechanical thinning of apples reduces fruit drop. *Acta Horticulture*. 1281. XXX IHC – Proceedings International on Symposium Understanding Fruit Tree Behaviour in Dynamic Environments. 533–547.
- Riehle, A. (2020): Mechanelle Bluetenausduennung von Apfelbaeumen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Agrarwissenschaften. Fakultät Agrarwissenschaften Universität Hohenheim.
- Ruess, F. (2020): 20 Jahre Ausduennungversuche an der LVWO Weinsberg – Empfaelungen fuer Alternanzjahre. *Bulletin Statliche Lehr und Versuchanstalt fuer Wein und Obstbau Weinsberg*.
- Stopar, M., Donik, B. (2019): Poskus mehanskega redčenja cvetov. Poročilo o delu – Javne službe v sadjarstvu.
- Widmer, A., Goelles, M., Leumann, R. (2011): Mechanisches Ausduennen im Obstbau. Merkblatt 1-002-001 – Schweizerische Eidgenossenschaft, Agroscope.
- Zoth, M. (2016): Mechanische Ausduennung und mechinelle Schnitt – Erfahrungen aus Bavendorf. *Bio-Obstbautage 2016 – LK Steiermark*.

REZ KORENIN V NASADIH JABLAN

NINA TOJNKO

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor, Slovenija
nina.tojnk@um.si

Eden izmed ciljev projekta EIP z naslovom »Visokostorilna trajnostna pridelava jabolk«, je poleg ekonomskih učinkov prav tako zamenjava kemičnih ukrepov z mehanskimi. Eden izmed razlogov za uvedbo slednjega, je v Sloveniji prav tako nerazpoložljivost učinkovitih retardantov za zaviranje rasti pri jablani. Da je pridelovalec zmožen doseganja visokih, kakovostnih in rednih pridelkov jabolk, je nujno potrebna zagotovitev fiziološkega ravnovesja med vegetativno rastjo in generativnim razvojem drevesa, saj prebujna vegetativna rast dreves pogojuje fiziološko ravnovesje, negativno vpliva na osvetlitev ter niža pridelek, ki je prav tako slabše kakovosti. V nasadih prebujne rasti je posledično potrebno izvesti več rednih pomotehničnih ukrepov, zaradi česar je strošek pridelave vse višji.

Ključne besede:

jablana,
rez korenin,
regulacija rasti,
mehanizacija,
'Malus domestica'

1 UVOD

Eden izmed ciljev projekta EIP z naslovom »Visokostorilna trajnostna pridelava jabolk«, je poleg ekonomskih učinkov prav tako zamenjava kemičnih ukrepov z mehanskimi. Eden izmed razlogov za uvedbo slednjega, je v Sloveniji prav tako nerazpoložljivost učinkovitih retardantov za zaviranje rasti pri jablani. Da je pridelovalec zmožen doseganja visokih, kakovostnih in rednih pridelkov jabolk, je nujno potrebna zagotovitev fiziološkega ravnovesja med vegetativno rastjo in generativnim razvojem drevesa, saj prebujna vegetativna rast dreves pogojuje fiziološko ravnovesje, negativno vpliva na osvetlitev ter niža pridelek, ki je prav tako slabše kakovosti. V nasadih prebujne rasti je posledično potrebno izvesti več rednih pomotehničnih ukrepov, zaradi česar je strošek pridelave vse višji.

2 UKREPI ZA UMIRJANJE VEGETATIVNE RASTI

Bujna rast dolgih poganjkov povzroča intenzivno tvorbo fitohormonov, veliko porabo hranil, slabšo prehranjenost plodičev in posledično močnejše trebljenje. Nasprotno velja pri šibki rasti poganjkov, ko je tvorba hormonov in poraba hranil manjša, manjša konkurenca med plodiči in poganjki ter posledično izboljšana prehranjenost plodov. Pri tako uravnoteženem stanju drevesa je tvorba cvetnih brstov za naslednje leto zadostna za doseganje visokega in kakovostnega pridelka.

Višja obremenitev drevesa s pridelkom posledično predstavlja nižjo vsebnost topne suhe snovi, ki se transportira v korenine. Avksini, ki se gibljejo predvsem bazipetalno oz. od mladih listov do korenin, vzpodbujajo prav tako nastanek novih korenin. Učinek avksinov na rast korenin je pogojen od njihove koncentracije, saj pri nizkih pospešujejo rast korenin in zmanjšujejo rast poganjkov, pri višjih pa delujejo ravno nasprotno.

Pri izbiri in izvedbi ustreznega ukrepa za umirjanje bujnosti rasti je potrebno izvesti natančno fiziološko oceno stanja nasada. V nasadih jablane ocenjujemo vegetativno stanje dreves s pomočjo meritve vodilnih enoletnih poganjkov. Če slednji presegajo dolžino 30–50 cm (odvisno od sorte) smo primorani k analizi primernosti in izbiri ustreznih ukrepov za umirjanje rasti.

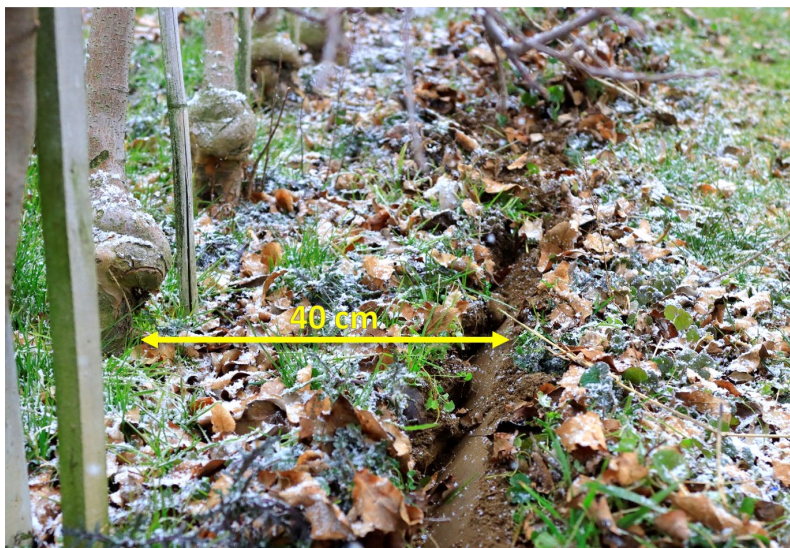
Izbiramo lahko med večimi ukrepi:

- Izbira ustrezne sorte in šibke podlage ob napravi nasada,
- ustrezna in dosledna izvedba zimske rezi,
- gnojenje v skladu z analizo tal,
- namakanje,
- uporaba retardantov ter
- rez korenin.

3 IZVEDBA REZI KORENIN

Vsaka izvedba rezi sadnega drevesa vodi v stimulirano tvorbo novega tkiva, saj drevo poskuša obnoviti oz. nadomestiti odstranjeno (Štampar in Jakopič, 2018).

Rezi korenin ne izvajamo le v namen umirjanja rasti dreves, temveč prav tako za vzpodbuditev rasti novih korenin, višje obarvanosti plodov, manjšega odpadanja plodičev, uspešnejšo iniciacijo cvetnih brstov ter posledično višjo rodnost. Praviloma jo izvajamo v obdobju polne rodnosti drevesa, po potrebi enostransko ali z obeh.



Slika 1: Prikaz oddaljenosti prehoda rezila ob izvedbi rezi korenin
(Foto: N. Tojnko, 2022).

Ob bujni rasti drevesa in manjši obremenitvi drevesa, se bo vpliv rezi korenin pokazal v manjši meri, v tem primeru lahko za močnejši učinek rez izvedemo dvakrat v razmaku 30 dni in drugi strani. Rez je še posebej priporočljiva v primeru prebujnih dreves, ki so pretirano velika ter prav tako slabo cvetijo. Poskrbeti moramo za dobro oz. nepomanjkljivo oporo dreves na šibkih podlagah, saj se po izvedbi ukrepa drevesa lahko nagnejo (Schwallier in Irish-Brown, 2016).



Slika 2: Naprava za rez korenin pod kotom 45°

Foto: N. Tojnko, 2021.



Slika 3: Rezilo naprave za rez korenin, poglobljeno na delovno globino

Foto: N. Tojnko, 2021.

4 ČAS IZVEDBE KORENIN

Izmenična rast poganjkov in korenin je osnova za določanje časa izvedbe rezi korenin.

Spomladi, ko se temperatura tal dvigne na 6–8 °C, korenine pričnejo z intenzivno rastjo in jo nadaljujejo vse do začetka rasti poganjkov. Ob pričetku prve faze rasti poganjkov se rast korenin umiri, ponovno pa se intenzivira po zaključku te faze oz. okoli najdaljšega dneva. Enaka dinamika umiritve rasti korenin se pojavi v obdobju druge faze rasti poganjkov. Po koncu druge rastne faze poganjkov, korenine ponovno pričnejo z aktivno rastjo ter kopičenjem rezervnih snovi za prihodnjo sezono, kar traja vse do obdobja, ko se tla ohladijo na 6–8 °C.

Zgodnejša izvedba rezi vpliva na hitrejšo in močnejšo vegetativno rast dreves, rez izvedena pozneje v letu pa bo na vegetativno rast vplivala kasneje in v manjši meri.

Rez korenin je mogoče opraviti v obdobju od časa mirovanja, do najkasneje štiri tedne pred brstenjem. Rez ob brstenju učinkovito zavira vegetativno rast v istem letu, v obdobju po cvetenju pa zmanjša vegetativno rast poganjkov in hkrati ne vpliva negativno na diferenciacijo cvetnih brstov.

Izvedba ukrepa sredi junija nekoliko zmanjša pridelek, saj dosedanje izkušnje nakazujejo zmanjšanje premera plodov za 3 mm, v ekstremnih primerih celo do 6 mm. Pri mladih drevesih debeloplodnih sort je po drugi strani ta ukrep učinkovit pri zmanjšanju debeline predebelih plodov.

Rez po obiranju predstavlja pomembno obdobje predvsem za izvedbo ukrepa brez namakalnega sistema, saj korenine v tem obdobju pričnejo z aktivno rastjo, rez pa posledično pozitivno vpliva na njihovo močno razraščanje. To se je pokazalo predvsem pomembno pri uspešnem prenašanja sušnega stresa v naslednjem letu.

Na čas izvedbe rezi pomembno vpliva razpoložljivost namakalnega sistema, saj poškodbe korenin povzročijo oslabljen sprejem vode in hranil, kar lahko vodi v sušni stres, v ekstremnih primerih celo v odpadanje plodov. V primeru, da možnosti namakanja nimamo, se v splošnem priporoča izvedba rezi po obiranju, ki je opisana zgoraj, če je namakanje omogočeno, pa je rez izvedljiva tekom celega leta.

5 ODZIV DREVEŠA NA REZ KORENIN

Odziv drevesa na rez korenin je predvsem odvisen od načina in časa izvedbe, starosti, sorte, podlage, potenciala tal ter razpoložljivosti namakalnega sistema.

Rez korenin zmanjša razmerje intenzivnosti rasti med poganjki in koreninami, saj drevo po izvedbi ukrepa poskuša vzpostaviti notranje ravnovesje. Drevo to izvede s pomočjo preusmeritve asimilatov v koreninski sistem, kar posledično vodi v močnejšo rast korenin in umiritev vegetativne aktivnosti poganjkov (Geisler in Ferree, 2011).

Izvedba rezi obojestransko in bližje deblu močno vpliva na umiritev vegetativne rasti, v manjši meri pa se vpliv odrazi pri različnih globinah rezi. Izredno pomembno je upoštevanje starosti nasada, saj so starejša drevesa manj odzivna. V nasprotnem primeru so mlada in bujna drevesa, ki so brez pridelka, izredno odzivna, saj zaradi visokega rastnega potenciala, hitro nadomestijo porezane korenine, kar se odrazi v enaki ali celo močnejši rasti poganjkov (Asin in drugi, 2007).

Regeneracija korenin poteka pred in po rasti poganjkov, saj jo stimulira povišana raven hormonov v mladih nasadih ter višje temperature v zračnih tleh. Regeneracija korenin po rezi zagotavlja večje število koreninskih laskov oz. razraščanje korenin ter posledično večji sprejem hranil in višjo odpornost proti suši.

Nezaznavne razlike v odzivu dreves po rezi korenin so možne zaradi prevelike oddaljenosti prehoda rezila od debla, saj se volumen korenin bistveno ne zmanjša. Razlog za neodzivanje drevesa je lahko prav tako v namakalnem sistemu, ki poglobitveni del koreninskega sistema omeji na prostor v vrsti okoli vira vode, kar je pogost pojav pri rednem kapljičnem namakanju podlage 'M9'. Eden izmed razlogov se skriva tudi v globokih rodovitnih tleh, ki korenine vzpodbudi k vertikalni rasti navzdol, zaradi česar jih rezilo ne doseže.

6 POVZETEK

Rez korenin opravimo po potrebi in v skladu s celostno analizo nasada ob upoštevanju dejavnikov značilnosti sorte (debelina, plodov, nagnjenost k alternanci), šibkosti podlage, plodnostnega potenciala in globine tal, starosti dreves, razpoložljivost namakalnega sistema ter časa v sezoni. V preglednici 1 so zbrani najpogostejši razlogi za odločitev ter ustrezen pristop k izvedbi rezi korenin.

Preglednica 1: Prikaz poglobitvenih razlogov za odločitev izvedbe rezi korenin ter ustreznega pristopa.

Enostransko (brez namakalnega sistema).	Enostransko (brez namakalnega sistema). Obojestransko (z namakalnim sistemom).
Pregrajene krošnje.	Enostransko.
Izmenična rodnost.	Enostransko.
Predebeli plodovi in pojav skladiščnih boleznih v mladostnem obdobju.	Enostransko.

Če povzamemo, rez korenin, ob ustrezni izvedbi, zmanjša vegetativno rast poganjkov, zaradi česar je drevo manjše, poveča se aktivnost korenin, kar pa vpliva na povečano sintezo hormonov ter boljši sprejem kalcija v plodove. Po izvedbi ukrepa v nasadih bujne rasti, je mogoče pričakovati nekoliko manjše plodove, ki so bolj prehranjeni, zaradi aktivnejšega sprejema hranil, drevo pa odpornejše na sušni stres. Zaradi vzpostavljanja fiziološkega ravnovesja med poganjki in koreninami ter povečane diferenciacije brstov je v takšnem nasadu priporočljivo izvesti letno rez. Prav tako moramo ob načrtovanju izvedbe ukrepa upoštevati razpoložljivost namakalnega sistema, saj smo v nasadih brez namakanja omejeni z obdobji odločilnih fizioloških procesov drevesa in aktivnostjo korenin.

Literatura

- Asin L., Alegre S., Montserrat R. 2007. Effect of paclobutrazol, prohexadione-Ca, deficit irrigation, summer pruning and root pruning on shoot growth, yield, and return bloom, in a 'Blanquilla' pear orchard. *Scientia Horticulturae*, 113: 142–148
- Geisler D., Ferree D. 2011. Response of plants to root pruning. *Horticultural Reviews*, 6: 155–188.
- Schwaller, P., Irish-Brown, A. 2016. Root pruning guide for apple trees to reduce excessive vigor: There are many benefits to pruning roots on apple trees to control excessive tree vigor. Michigan State University Extension.
- Štampar F., Jakopič J. 2018. Gojenje in rez sadnih rastlin. 1. izd. Ljubljana, Kmečki glas: str. 15

'0-RESIDUE' VARSTVO JABLAN

MARIO LEŠNIK

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor, Slovenija
mario.lesnik@um.si

V prispevku je prikazan koncept sestavljanja škropilnih programov, katerega cilj je zagotoviti močno znižanje koncentracije ostankov fitofarmacevtskih sredstev v jabolkih ob obiranju (vsaj pod 0,01 mg/kg ali pod 0,005 mg/kg). Predstavljen je način izbora pripravkov za različna obdobja sezone ter sistem podaljšanih paralelnih karenčnih dob. Navedeni so prav tako nekateri alternativni pripravki, ki ob uporabi v drugem delu sezone v plodovih ne puščajo ostankov FFS. Prikazan je koncept presoje primernosti nasada za '0-residue' pridelavo ter posledice glede obstojnosti plodov v skladišču. Opisan sistem pridelave omogoča doseganje najzahtevnejših kakovostnih kriterijev trgovskih verig in je hkrati ekonomsko učinkovit. Podana so pojasnila o vrstah toksikoloških kakovostnih kriterijev trgovskih verig ter opisane najpogostejše težav, ki se pojavljajo pri doseganju le-teh.

Ključne besede:

jablana,
varstvo rastlin,
'0-residue'
varstvo,
ostanki,
FFS

1 KONCEPT '0-RESIDUE' VARSTVA JABLAN

'0-residue' koncept varstva sadnih rastlin je bil razvit pred več kot dvema desetletjema v Angliji, na raziskovalni postaji East Malling. Razvit je bil v raziskovalnih projektih, ki so bili opravljeni na pobudo trgovskih verig, ki so bile pod velikim pritiskom potrošnikov, da naj nekaj ukrenejo in ukinejo prodajo sadja z veliko količino ostankov FFS. Sistem je torej bil razvit na pobudo trgovskih verig in potrošnikov. V tistih časih so bili pogosti vzorci sadja z več kot 8–10 ostanki aktivnih snovi FFS blizu 100 % MRL (angl. maximum residue limit = največja dopustna količina ostankov FFS). Sistem se je skozi leta razvijal in zahteve glede zniževanja ostankov FFS so se zaostrovale. Sadjarji se z njimi, pri prodaji sadja trgovskim verigam, srečujejo tudi v Sloveniji.

'0-residue' koncept je nadgradnja integrirane pridelave s ciljem občutno zmanjšati koncentracijo ostankov FFS v pridelkih in tudi zmanjšati skupno letno porabo FFS, predvsem tistih, ki veljajo za eko-toksikološko in humano-toksikološko obremenilne (Paušič in drugi, 2013). Za doseganje omenjenega cilja mora sadjar izvajati vse ukrepe integrirane pridelave, združene z vsemi preventivnimi ukrepi za zmanjšanje populacije škodljivih organizmov (ŠO) (odporne sorte, dober sistem prognostike za določitev potrebe po rabi FFS, uporaba FFS po sistemu kritičnih pragov, odstranjevanje kužnega inokuluma, prilagoditev gojitvenih oblik, razpolaganje z vrhunsko aplikacijsko tehniko itd.) ter dodatno na specifičen način prilagoditi sistem s sestavljenimi škropilnimi programi. V prvem delu rastne dobe uporabimo klasične kemične pripravke, da zagotovimo visoko učinkovitost zatiranja inicialnih populacij škodljivih organizmov, v drugem delu rastne dobe pa uporabljamo pripravke, ki so sicer primerni za ekološko pridelavo in ne puščajo ostankov (npr. bakterije, virusi, rastlinski izvlečki, alge, različni minerali itn.). S takšnim pristopom dosežemo dovolj visoko učinkovitost zatiranja ŠO in občutno zmanjšamo koncentracijo ostankov FFS v pridelku ob obiranju (Paušič in drugi, 2023).

V Evropi so razvili več različnih marketinških izvedb '0-residue'. Med seboj se razlikujejo po tem, kje je koncentracijska meja ostankov FFS, ki je še sprejemljiva in katerih skupin FFS po kemični klasifikaciji pridelovalec ne sme uporabljati (npr. neonikotinoidi, ditiokarbamati, baker, fosfonati, organofosforni estri, rastni regulatorji idr.) (Romanazzi in drugi, 2022). Primer certifikacije iz Italije je razviden na spletni strani <https://www.bioagricert.org/en/certification/product-quality/zero-residue.html>. Za standard glej zavihek 'Download standard'. Sadjar se

je primoran pred dogovorom za poslovno sodelovanje s trgovskimi verigami natančno seznaniti z zahtevami le teh. Dodatno se je zapletlo, ker so '0-residue' marketinške znamke pričeli uporabljati celo v ekološki pridelavi. Širše gledano po EU, je sistem prerasel okvirje varstva rastlin in tako že govorimo o '0-residue' kmetijstvu, kot novem agrarnem pridelovalnem sistemu, ki združuje integrirano in ekološko kmetovanje v skupen razumski koncept, saj zagotavlja zanesljivo konstantno pridelavo pridelkov visoke kakovosti, ki se po količini ostankov FFS skoraj približajo ekološkim pridelkom. Evolucija '0-residue' kmetovanja v Franciji je na kratko predstavljena v spletnem viru <https://www.freshplaza.com/europe/article/9473448/zero-pesticide-residue-the-label-is-gaining-momentum/>. '0-residue' je verjetno prehodni sistem do modernega biotehnološkega ekološkega pridelovalnega sistema, ki si ga želimo v EU, glede na usmeritve Green-deal/Farm to Fork politike. Delovanje v smeri '0-residue' pridelave je lahko pomemben prispevek k zmanjšanju porabe FFS na nacionalni ravni za doseganje ciljev iz novelirane direktive o trajnostni rabi FFS (128/2009 EU).

2 IZVEDBA '0-RESIDUE' VARSTVA JABLAN

Izvedbo '0-residue' varstva jablan opravimo v naslednjih korakih:

- Preučimo sistem zahtev trgovskih verig in razumevanje toksikoloških parametrov.
- Pridobimo podatke o dinamiki razpadanja ostankov FFS (sistem podaljšanih korenčnih dob).
- Pridobimo podatke o razpoložljivih alternativnih pripravkih.
- Opravimo presojo primernosti nasada za neko obliko '0-residue' pridelave.
- Sestavimo škropilni program za specifičen sadovnjak z jasnimi cilji glede števila in koncentracije ostankov.
- Obravnavamo predvidene režime skladiščenja sadja.

2.1 Preučitev sistema zahtev trgovskih verig in razumevanje toksikoloških parametrov

Pred pričetkom pridelave, je potrebno natančno poznati zahteve kupcev sadja. Osnovna zahteva pri preprosti '0-residue' pridelavi je, da so ostanki vseh FFS pod nivojem 0,01 mg/kg. Če dosežemo ta cilj, lahko brez težav izpolnimo kriterije

trgovskih verig, ki so uveljavljeni že nekaj časa. Znanje iz '0-residue' pridelave omogoča doseganje kakovostnih kriterijev trgovskih verig. Večinoma so zahteve trgovskih verig izražene v naslednjih parametrih:

- **Največje dovoljeno število najdenih ostankov FFS nad neko koncentracijsko mejo.** Običajno je meja 3-5 dovoljenih ostankov. Pomembno je, da se zavedamo na katerem koncentracijskem nivoju se štejejo ostanki (nad 0,01 mg/kg, nad 0,005 ali nad 0,003 mg/kg). Omejitve so lahko podane tudi ožje in bolj specifično, npr. dovoljeni so štiri ostanki, od tega največ dva insekticida. Zelo pomembno je prav tako, ali trgovska veriga šteje ostanke samo pri izvorni obliki aktivne snovi ali šteje prav tako metabolite. Večinoma štejejo le najdbe izvorne aktivne snovi. Pri nekaterih FFS je izjema. Tako na primer pri fosfonatih lahko štejejo aktivno snov, kljub temu, da so bili najdeni le še metaboliti.
- Pri parametru **%MRL** za posamezno aktivno snov, se zahteve gibljejo od 33 do 100 %. Podatek 33 % pomeni, da ugotovljena koncentracija ostankov nekega FFS ne sme preseči vrednosti 33 % od vrednosti MRL. Tako npr. ima insekticid pirimikarb MRL vrednost za jabolka 0,5 mg/kg. Najvišja dovoljena koncentracija ostankov znaša pri pragu 33 % MRL ($0,5 \times 0,33 = 0,165$ mg/kg).
- Pri parametru **$\sum\%MRL$** se zahteve običajno gibljejo od 60 do 100 %. $\sum\%MRL$ je vsota vrednosti %MRL vseh najdenih posameznih aktivnih snovi skupaj.
- Pri parametru **%ARFD (akuten referenčni odmerek)** za posamezno aktivno snov se zahteve običajno gibljejo od 50 % do 100 %. ARFD preprosto predstavljeno pomeni mejno količino zaužitega ostanka FFS v enem obroku in v enem dnevu, kjer ni nikakršnih posledic za zdravje.
- Tudi pri parametru **$\sum\%ARFD$** , ki je skupna vsota vrednosti %ARFD vseh najdenih posameznih aktivnih snovi, se zahteve običajno gibljejo od 60 % do 100 %. Pri nekaterih aktivnih snoveh parametra ARFD ne podajajo, ker ni definiran. V tovrstnih primerih imamo olajševalno okoliščino da ne prispevajo k višini vrednosti $\sum\%ARFD$. Primer takšne aktivne snovi so klorantraniliprol, fludioksonil in pirimetanil pri katerih ARFD vrednost ni definirana.

- Lahko so še dodatne zahteve, na primer podatki o % ADI (ang. acceptable daily intake – največji dovoljeni dnevni vnos). V Slovenji trgovske verige omenjenega podatka še ne zahtevajo.
- Nekatero trgovske verige analizirajo celo rastne regulatorje, ki niso FFS.
- Podatke o MRL, ARFD, ADI ipd. sadjar lahko pridobi v spletni bazi evropske unije o aktivnih snoveh FFS (<https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/mrls/?event=search.pr>).

Če opazujemo vrednosti za našete parametre, ugotovimo, da '0-residue' pridelava omogoča avtomatično izpolnjevanje kakovostnih kriterijev, saj ostanki s koncentracijo pod 0,01 mg/kg predstavljajo zelo nizke vrednosti % MRL in % ARFD (SadLo in drugi, 2016). Tako na primer pri snovi pirimor ostanek na nivoju 0,0079 mg/kg (pod 0,01) predstavlja le 1,6 % MRL in 0,60 % ARFD. V jabolku bi lahko imeli veliko število takšnih ostankov, si čimer nebi presegli mejnih kriterijev trgovskih verig npr. $\sum\%ARFD$, $\sum\%MRL$ in dovoljeno število ostankov. Tako lahko v preglednici 1 na primeru 1 spremljamo podatke za vzorec jabolka, ki izpolnjujejo kriterije za '0-residue' in trgovske verige. Kljub najdenim ostankom šestih aktivnih snovi se po sistemu '0-residue' šteje, da jih ni, in vsi kumulativni parametri so daleč pod mejami zahtev trgovskih verig. Na primeru 2 vidimo nekoliko spremenjene podatke, kjer vzorec ne izpolnjuje kriterijev '0-residue', brez težav pa izpolnjuje običajne zahteve trgovskih verig. Pri primeru 3 imamo vzorec, ki ne izpolnjuje zahtev trgovske verige pri parametrih N (je več kot 4) in $\sum < 80\% MRL$ (je več kot 80 %), zaradi visoke koncentracije snovi fluksapiroksad.

Ob prodaji sadja utegne sadjar trgovski verigi dostaviti analizni izvid s podatki o zgoraj naštetih parametrih. Pri oddaji sadja v analitski laboratorij je zelo pomembno, da se natančno podajo informacije o skupinah kemičnih snovi, ki naj se analizirajo o analitskem koncentracijskem nivoju (od 0,003 do 0,01 mg/kg). Občasno laboratorij ne analizira vsega, kar bi bilo potrebno, ker sadjar ob oddaji ni dovolj natančno navedel, kaj vse je potrebno analizirati. Včasih so težave, ker je sadjar prepričan, da je glede ostankov ustrezno vse, medtem ko analize trgovske verige pokažejo prisotnost snovi, za katere sadjar sploh ni vedel, ker niso bile analizirane (npr. fosfonati).

Preglednica 1: Trije primeri analitskega izvida pri analizi ostankov FFS v jabolkih

Najdena aktivna snov (AS): X – neustrezno √ - ustrezno TM – telesna masa	Vsebnost mg/kg	MRL mg/kg	% MRL	ARFD mg/kg TM na dan ali en obrok	% ARFD	Št. najdenih AS nad 0,01 mg/kg
Primer 1 – izpolnjene zahteve za '0-residue' po kriteriju < 0,01 mg/kg in za trgovske verige						
Pirimikarb	0,0079	0,50	1,60 √	0,10	0,60 √	/
Fluopiram	0,0055	0,60	0,90 √	0,50	0,10 √	/
Ditianon	0,0038	3,00	0,10 √	0,12	0,30 √	/
Fludioksonil	0,0046	5,00	0,10 √	Ne	/	/
Fluksapiroksad	0,0070	0,9	0,77 √	0,25	0,24 √	/
Klorantraniliprol	0,0050	0,05	1,00 √	Ne	/	/
Kumulativno: Σ	/	/	4,57 √	/	1,24 √	N = 0 √
Primer 2 – izpolnjene zahteve trgovskih verig a ne več za '0-residue' po kriteriju < 0,01 mg/kg						
Pirimikarb	0,0079	0,50	1,60 √	0,10	0,60 √	/
Fluopiram	0,011	0,60	1,80 √	0,50	0,20 √	1
Ditianon	0,0038	3,00	0,10 √	0,12	0,30 √	/
Fludioksonil	0,023	5,00	0,50 √	Ne	/	1
Fluksapiroksad	0,0070	0,9	0,77 √	0,25	0,24 √	/
Klorantraniliprol	0,0050	0,05	1,00 √	Ne	/	/
Kumulativno: Σ	/	/	5,77 √	/	1,34 √	N = 2 √
Primer 3 – niso izpolnjene zahteve trgovske verige npr. Hofer						
Primetanil	0,23	15,0	1,53 √	Ne	/	1
Fludioksinil	0,10	5,0	2,00 √	Ne	/	1
Fluopiram	0,009	0,60	1,50 √	0,50	0,16 √	/
Kaptan	0,50	10	5,00 √	0,30	1,35 √	1
Tebukonazol	0,008	0,30	2,66 √	0,03	2,20 √	/
Fluksapiroksad	0,7	0,9	77,77 √	0,25	24,0 √	1
Klorantraniliprol	0,015	0,05	3,00 √	Ne	/	1
Kumulativno: Σ	/	/	93,64 x	/	27,71 √	N = 5 x
Zahteve trgovske verige:						
Kumulativno	/	/	$\Sigma < 80\%$	/	$\Sigma < 80\%$	N ≤ 4

Ne – vrednost ARFD za to aktivno snov ni določena.

2.2 Dinamika razpadanja ostankov FFS (sistem podaljšanih korenčnih dob)

Podatke o dinamiki razpadanja aktivnih snovi lahko zainteresirani sadjarji dobijo pri raziskovalnih institucijah, ki razpolagajo s sicer omejenim naborom podatkov. Težava je sprotno obnavljanje podatkov za nove aktivne snovi. Če do podatka nimamo dostopa, lahko postopamo tako, da podatek o korenčni dobi pomnožimo s faktorjem redukcije FFS (100 – faktor redukcije), ki jo zahteva trgovska veriga. Če

npr. imamo karenco 14 dni, pri zahtevi trgovske verige 33 % MRL, število 14 pomnožimo s faktorjem 1,67 in dobimo podaljšano karenco približno 24 dni. Faktor dobimo, če od 100 % odštejemo 33 %. V omenjenih priporočilih podajamo dve tabeli s podatki o prilagojenem sistemu karenc, da koncentracija ostankov pade pod določeno koncentracijsko raven (vsaj pod 0,01 mg/kg). Podatki v tabelah imajo določen interval variabilnosti ($\pm 15\%$), ker so vplivi vremena med leti zelo različni. Pridobljeni so bili v omejenem številu praktičnih poskusov. Tako v deževnem poletju koncentracija lažje topnih FFS precej pade, v letih z visokimi temperaturami pa npr. pade pri tistih FFS, ki hitro razpadajo pod vplivom UV sevanja. Pomemben vpliv imajo prav tako pripravki, ki vsebujejo zelo nizek ali zelo visok pH, ker povzročijo alkalno ali kislinsko hidrolizo ostankov nekaterih FFS (primer so pripravki Vitisan, številni silicijevi pripravki in vodna stekla, pripravki na podlagi naravnih mil itd.). Za nekatere aktivne snovi je podatke mogoče dobiti v raznih znanstvenih člankih. Težave se pojavljajo pri vrednotenju dinamike razpadanja ostankov snovi, ki jih nanesemo velikokrat zaporedoma (npr. kaptan, folpet in ditianon). Pri slednjih je pomemben natančen pregled zapiskov o škropljenih skozi več let in pregled analiznih izvidov, da zasledimo obseg variabilnosti med leti in pridobimo lastne izkušnje. Zelo nepredvidljivi so fosfonati, katerih koncentracija v jablanah zelo počasi pada. Priporočljivo je upoštevanje termina obiranja sort.

Preglednica 2: Prikaz potrebnega števila dni od aplikacije pripravka do obiranja glede na dinamiko razpadanja ostankov fungicidnih aktivnih snovi nanesenih s posamičnimi polnimi odmerki pripravkov, da koncentracija ostankov pade pod določeno koncentracijsko raven vrednosti MRL in ARFD.

Preparavek:	Aktivna snov:	Pod 100 % MRL in ARFD. Ostanki na nivoju med 0,01 in 10 mg/kg *	Pod 40 % MRL in ARFD. Ostanki na nivoju med 0,0085 in 0,1 mg/kg **	Pod 10 % MRL in ARFD Ostanki na nivoju pod 0,01 ali 0,0085 mg/kg **
Različni pripravki Captan, Merpan, Scab	Kaptan	28	35	45
Različni pripravki Delan, Alcoban, Faban	Ditianon	42	45	55
Syllit	Dodin	60	75	85
Difol	Folpet + Difenkonazol	110 21	40 35	50 45
Batalion	Primetanil	28	45	70
Mytos, Pyrus	Primetanil	56	45	70
Faban	Primetanil + ditianon	56	45	70
Bellis **	Piraklostrobin + Boskalid	7 7	21 30	40 55
Chorus	Ciprodinil	21	30	40
Različni pripravki Score, Difcor, Duaxo	Difenkonazol	21	35	45
Sercadis plus	Difenkonazol + Fluksapiroksad	35	35 45	45 60
Sercadis	Fluksapiroksad	35	45	60
Domark	Tetragonazol	14	40	55
Pomax **	Fludioksonil + Primetanil	5 5	30 45	40 70
Geoxe **	Fludioksonil	3	30	40
Switch **	Fludioksonil + Ciprodinil	3	30 30	40 40
Luna care	Fosetil-Al + Fluopiram	28 28	40 35	70 55
Luna experience	Fluopiram + Tebukonazol	14	35 40	55 60
Polyram	Metiram	28	40	75
Revyona	Mefentriflukonazol	28	40	70
Stroby	Krezoksim-metil	28	35	40
Topas	Penkonazol	14	30	45
Zato	Trifloksistrobin	21	40	80
Zato plus **	Trifloksistrobin + Kaptan	35 35	40 35	80 45
Karbicare, Vitisan Carbobasic	K-hidrogen-karbonat	1	1	1
Aliette flash	Fosetil-Al	28	40	70
Delan pro, Merplus	K – fosfonati + (ditianon ali kaptan)	35/28	45	70

* - uradno določena karenc. ** - '0-residue' paralelna podaljšana karenc **Pri predskladiščnih tretiranjih, se karenc upošteva drugače, kot pri aplikacijah med rastno dobo.

Preglednica 3: Prikaz potrebnega števila dni od aplikacije pripravka do obiranja glede na dinamiko razpadanja ostankov insekticidnih in akaricidnih aktivnih snovi nanesenih s posamičnimi polnimi odmerki pripravkov, da koncentracija ostankov pade pod določeno koncentracijsko raven vrednosti MRL in ARFD.

Pripravek: ČU – karenca zagotovljena z zelo zgodnjim obdobjem uporabe.	Aktivna snov:	Pod 100 % MRL in ARFD. Ostanki na nivoju med 0,01 in 10 mg/kg*	Pod 40 % MRL in ARFD. Ostanki na nivoju med 0,0085 in 0,1 mg/kg**	Pod 10 % MRL in ARFD Ostanki na nivoju pod 0,01 ali 0,0085 mg/kg**
Affirm / Affirm opti	Emamektion	7	10	14
Asset five	Naravni piretrin	ČU, 3-7	5	8
Calypso	Tiaklopid	14	21	35
Coragen / Voliam	Klorantraniliprol	14	35	65
Decis 2,5 EC	Deltametrin	7	10	18
Delegate	Spinetoram	7	12	20
Exirel	Ciantraniliprol	7	21	35
Imidan	Fosmet	49	40	65
Insegar	Fenoksikarb	14	21	30
Harpun	Piriproksifen	ČU	30	60
Lasser plus	Spinosad	7	10	18
Mimic	Tebufenozid	14	30	45
Mospilan	Acteamprid	14	21	35
Movento	Spirotetramat	21	30	70
Pirimor	Pirimikarb	14	50	80
Sivanto prime	Flupiradifuron	14	30	45
Steward	Indoksakarb	7	20	30
Teppeki / Afinto	Flonikamid	21	30	50
Neem Azal	Azadirahтин	ČU, 21	30	40
Apollo	Klofentenzin	35, ČU	60	85
Envidor	Spirodiklofen	14	45	70
Kanemite	Acekvinocil	14	25	40
Nissorun	Heksitiazoks	28	35	55
Milbeknock	Milbemektin	14	20	30
Shirudo	Tebufenpirad	7	15	35
Vertimec pro	Abamektin	10	15	25
Zoom 11	Etoksazol	28	40	60

*Uradno določena karenca. **'0-residue' paralelna podaljšana karenca.

2.2 Razpoložljivi alternativni pripravki

'0-residue' sistem temelji na uporabi alternativnih pripravkov v drugem delu rastne sezone. Ponudba alternativnih pripravkov se hitro povečuje in s tem se izboljšujejo možnosti za uspešno izvedbo pridelave brez neuspehov pri zatiranju ŠO in brez izgub pridelka. V poenostavljenem konceptu lahko poletno varstvo temelji na

pogosti uporabi karbonatnih pripravkov in žvepla ter insekticidov na podlagi bakterij in virusov, hkrati pa se še intenzivneje vključi mikrobnne pripravke, laminarinske in hitosanske pripravke, številne silicijeve in salicilatne pripravke. Premišljeno vključimo biostimulatorje, ki povečujejo odpornost jablan proti ŠO. Slednje so del nove generacije pripravkov iz alg, silicijevih spojin, mineralov in glin, eteričnih rastlinskih olj ter aminokislin.

Del omenjenih pripravkov spada v kategorijo snovi z nizkim tveganjem, del med biotične FFS, del med osnovne snovi za ekološko pridelavo in del med biostimulatorje.

Registracijski status prvih treh skupin pripravkov lahko sadjar preveri na spodaj navedenih spletnih straneh: <https://www.gov.si teme/osnovne-snovi-za-varstvo-rastlin/> in https://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/FFS_sezn.asp?L=1&S=2&top=1 in https://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/FFS_sezn.asp?L=1&S=3&top=1.

Pri biostimulatorjih pa je primoran preveriti EU certifikat da je pripravek certificiran po pravilih direktive EC gnojil 1009/2019 v povezavi z revizijami direktiv 1107/2009 in 1069/2009. Učinkovitost alternativnih pripravkov, tudi FFS z nizkim tveganjem (npr. laminarin in hitosan) ni primerljiva učinkovitosti klasičnih kemičnih FFS. Uporabiti jih potrebno preventivno, in to večkrat zaporedoma saj z njihovo uporabo nameravamo doseči fiziološko in morfološko spreminjanje rastline in njenega mikrobioma. Če nam to uspe, prav tako učinkovitost.

2.3 Presoja primernosti nasada za neko obliko '0-residue' pridelave

Lastnosti nasada imajo velik vpliv na izvedljivost '0-residue' pridelave. Če imamo mlade, dobro urejene nasade, z dobro splošno higieno, vrhunsko lego, so možnosti za uspeh '0-residue' velike. V starejših nasadih s slabo urejeno zeleno steno in velikim kužnostnim potencialnem gliv iz rodov *Gloeosporium*, *Alternaria*, *Marssonina*, *Nectria*, *Botryosphaeria*, gliv povzročiteljc sajavosti in podobnih se uspešnost '0-residue' pridelave zmanjša zaradi nekoliko večjih izgub v skladišču. Težave nastanejo če imamo veliko krvave uši, ki zahtevajo posredovanje z zelo rezidualnimi insekticidi, kot je pririmikarb. Več težav kot ima nasad, večja je frekvenca aplikacije alternativnih pripravkov v poletnem in predobiralnem obdobju. Povečajo se stroški izvedbe alternativnega varstva.

2.4 Sestavljanje škropilnega programa za specifičen sadovnjak z jasnimi cilji glede števila in koncentracije ostankov

Pri '0-residue' pridelavi je potrebno imeti jasne cilje. Določimo predvidene najdene aktivne snovi in njihovo koncentracijsko raven. Npr. pogost realen cilj, če sledimo osnovnim zahtevam trgovskih verig ki smo jih predstavili v tem poglavju publikacije, da načrtujemo ostanke kaptana na 20 % MRL, pirimorja na 15 % MRL, klorantraniliprola na 5 % MRL, ditianona na 5 % MRL in fludioksonila na 12 % MRL ipd ($\sum\%ARFD$ in $\sum\%MRL$ okrog 50–60%). Pri omenjenih ciljih nameravamo biti znotraj zahtev večine trgovskih verig ali znotraj koncentracij za preprost '0-residue' sistem, t. j. vseh ostankov pod 0,01 mg/kg. Ko imamo cilje, pogledamo tabele s prilagojenimi podaljšanimi karencami in določimo mejne datume uporabe pripravkov glede na predviden termin obiranja jabolk. Največ vprašanj se pojavi pri pripravkih, kot so: Pirimor, Movento, Coragen, Luna, Bellis, pri fosfonatih in pripravkih za predskladiščno tretiranje (Pomax, Geox, Teldor idr.). Ostankov insekticidov se lahko razbremenimo, če za jabolčnega zavijača uporabljamo metodo zbeganja in če npr. uši v poletnem obdobju zatiramo z alternativnimi pripravki bodisi na podlagi mil (npr. Coccana) bodisi silikonov (npr. Siltac). V preglednici 4 podajamo primer škropilnega programa za sorto 'Zlati delišes' s predvidenim terminom obiranja 10. september za skladiščenje 4,5 mesece in da štejejo jabolka iz nasada starosti pod deset let. V preglednici so našteve številne aplikacije FFS, občasno v začetku sezone v enem tednu sledita dve. Izvede se del aplikacij odvisno od pritiska bolezni in škodljivcev. Upoštevamo tudi omejitve glede števila rab pripravkov v eni sezoni. Mogoče je dodatno preveriti podatke v dokumentih svetovalne službe (npr. navodila za varstvo jablan https://www.kmetijski-zavod.si/Portals/0/Novosti_Nasveti/JABLANA-IP-2023%20-%20%C5%A1kropilni%20program.docx.pdf?ver=2023-01-16-105642-100). Registracijski statusi pripravkov se dinamično spreminjajo in je podatke potrebno sproti preveriti na spletnem portalu FITO-INFO.

Preglednica 4: Primer '0-residue' škroplilnega programa.

OBDOBJE:	PRIPRAVEK
Marec 3. teden	Cuprablau Z 35 wp 3 kg/ha + neko olje 10 l
Marec 4. teden	Syllit 1,9 l/ha ločeno ASSET FIVE 0,96 kg/ha ločeno + neko OLJE 3 l (zatiranje cvetožera)
April 1. teden	Polyram 2 kg/ha -ločeno Delan pro 3 l/ha + Phyllgreen 1,5 l/ha ločeno
April 2. teden Tik pred cvetenjem	Difol 3,5 l/ha + Chorus 0,45 kg/ha ločeno Sercadis 0,3 l/ha + Foliarel 0,2 kg/ha + Teppeki 0,14 l/ha ali Sivanto 0,4 L/HA
April 3. teden Cvetenje	Faban 1,2 l/ha + Sercadis 0,25 l/ha ločeno Delan pro 3 l/ha + Mospilan 0,2 kg/ha, ločeno (če je velika populacija grizlice, sicer ne)
April 4. teden	Faban 1,2 l/ha + Score 0,2 l/ha Takoj po odvcetanju
Maj 1. teden	Merpan 1,2 l/ha + Revyona 1,25 l/ha + Basfoliar aktiv 3 l/ha
Maj 2. teden	Merplus 2 l/ha + S-system 1,2 l/ha pri točki se uporabi primer Pirimor če je potrebno, glede na populacijo krvave uši
Maj 3. teden	Sercadis plus 0,72 l/ha + S-system 1,5 l/ha Coragen ali Voliam 270 ml/ha + FosSoap 2 l/ha po napovedi svetovalne službe, lahko tudi s Sercadis plus hkrati brez uporabe pripravka S-system
Maj 4. teden	Merpan 1,88 kg + S-system 1,5 l/ha Movento 1,9 l/ha + 0,5 L/HA Siltac, le če je potrebno zaradi uši in zmerne populacije rdeče sadne pršice
Junij 1. teden	Luna experience 0,75 kg/ha (nasad s populacijo alternarijskih in marsonina pegavosti)
Junij 2. teden	Merpan 1,88 kg/ha + Kumuls 2 kg/ha + Mospilan 0,2 kg/ha (če je velik pritisk zavijača, ni metode zbeganja in če so težave s stenicami)
Junij 3. teden	Merpan 1,88 kg/ha + FosSoap 1,8 l/ha
Junij 4. teden	Asset five 1 l + FosSoap 1,8 l/ha ločeno (stenice in zavijači) Vitisan 5 kg/ha + virusi za zavijače če je potrebno in če ni metode zbeganja (npr. Madex max)
Julij 1. teden	Delagate 0,3 kg/ha + S-system 1,5 l/ha + Siltac 0,4 l/ha (rdeča sadna pršica, zavijač in zavijači lupine sadja)
Julij 2. teden	Quitobasic 2 l/ha + FosSoap 1,8 l/ha (EXYREL 0,9 l/ha če je potrebno glede na ulov metuljev na feromonske vabe in ni metode zbeganja)
Julij 3. teden	Vitisan 5 kg + Quitobasic 1,5 l/ha
Julij 4. teden	Quitobasic 2 l/ha + FosSoap 1,8 l/ha
Avg 1. teden	Vitisan 5 kg + Kumulus 3 kg/ha
Avg 2. teden	Quitobasic 2 l/ha
Avg 3. teden	Vitisan 5 kg + Kumulus 3 kg/ha predskladiščno tretiranje
Avg 4. teden	AMYLO-X 2,5 kg/hapredskladiščno tretiranje

2.5 Preučitev režimov skladiščenja sadja

Uspeh '0-residue' pridelave je vezan prav tako na uspešnost skladiščenja sadja. Z veliko redukcijo uporabe fungicidov zadnja dva meseca pred obiranjem se povečajo možnosti za pojav skladiščnih bolezni. Manj težav je, če imamo kratkoročno skladiščenje. Pri dolgoročnem skladiščenju običajno pred obiranjem izvedemo uporabo klasičnega fungicida s podaljšano karenco. Najbolj pridejo v poštev enokomponentni pripravki z enim ostankom, ki se po možnosti ne štejejo v % ARFD parametru. Takšna snov je na primer fludioksonil in pirimetanil. Na žalost fungicidi za predskladiščna tretiranja zelo počasi razpadajo in pri uporabi teden ali dva pred obiranjem njihova koncentracija v skladišču ne pade pod 0,01 mg/kg in nato nastanejo težave pri doseganju danega kriterija. V mladih nasadih celo za jabolka za srednje dolgo skladiščenje uporabimo kombinacije karbonatov in mikrobnih pripravkov (*Bacillus*, *Aureobasidium* itd.). Trenutno pogrešamo nekatere nove mikrobnne pripravke za predskladiščna tretiranja, da ne bi bilo potrebno uporabiti klasičnih fungicidov.

Literatura

- Paušič, A., Roškarič, M., Lešnik, M. Preharvest treatments with low-risk plant protection products can help apple growers fulfill the demands of supermarket chains regarding pesticide residues and marketing apples under 0-residue brands. *Agronomy*. 2023, vol. 13, [article no.1151], iss. 4, str. 1-18. ISSN 2073-4395. <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/4/1151>, DOI: 10.3390/agronomy13041151. [COBISS.SI-ID 149685507]
- Rozman, Č., Unuk, T., Pažek, K., Lešnik, M., Prišenk, J., Vogrin, A., Tojnko, S.. Multi criteria assessment of zero residue apple production. *Der Erwerbs-Obstbau : Berichte aus Wissenschaft und Praxis*. [Print ed.]. 2013, vol. 55, =iss. 2, str. 51–62. ISSN 0014-0309. DOI: 10.1007/s10341-013-0186-y. [COBISS.SI-ID 3508012]
- Romanazzi, G.; Orçonneau, Y.; Moumni, M.; Davillerd, Y., Marchand, P.A. Basic Substances, a Sustainable Tool to Complement and Eventually Replace Synthetic Pesticides in the Management of Pre and Postharvest Diseases: Reviewed Instructions for Users. *Molecules* 2022, 27, 3584. <https://doi.org/10.3390/molecules27113484>
- Sadlo, S.; Walorczy, S.; Grodzicki, P.; Piechowicz, B. Usage of the relationship between the application rates of the active ingredient of fungicides and their residue levels in mature apples to creating a coherent system of MRLs. *J. Plant. Dis. Prot.* 2016, 123, 101–108. <https://doi.org/10.1007/s41348-016-0015-2>

FIZIOLOŠKA IN MIKROBNA STABILNOST PRIDELKA

TATJANA UNUK

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor, Slovenija
tatjana.unuk@um.si

Pri poskusu ugajanja potrošnikom, v njihovi želji po visokokakovostni hrani brez ostankov FFS, ob pridelavi na trajnostni/sonaravni način in upoštevanju vseh strogih okoljskih zahtev, je sadjar velikokrat postavljen v izjemno težek položaj. Različni zorni koti pri determiniranju kakovosti z vidika sadjarja, potrošnika, hladilničarja in trgovca, ne poenostavijo situacije. Zaradi pridelovalnih sistemov, kjer veljajo zelo stroge omejitve uporabe FFS (oz. sintetičnih FFS), se velikokrat rizik, ki se pojavi predvsem zaradi mikrobne nestabilnosti plodov, prenese iz nasada v hladilnico. Izrazite spremembe okoljskih dejavnikov, med katerimi delno obvladujemo le vodo, postavljajo sadjarja v položaj, ko mora bolj, kot kadarkoli prej, s fiziološkega stališča razumeti vplive okoljskih stresnih dejavnikov. Slednji so ekstremne nizke temperature, sušni stresi, stresi zaradi visokih temperatur, močno sončno sevanje, močni vetrovi, spremenjen režim padavin itd. Obvladovanje pridelave z upoštevanjem vsega, kar doprinese okolje, terja od sadjarja močno prilagajanje in prav tako veliko znanja. Tako, kot sadjar, pa se mora prilagajati hladilničar. Poznavanje zrelostnega stanja plodov ob vskladiščenju je bistveno preskromen podatek, na osnovi katerega se pridelek umešča v različne programe skladiščenja. Za uspeh v poobiralnih tehnologijah mora hladilničar poznati zgodovino nasada, vodni in prehranski program ter program uravnavanja oveska.

Ključne besede:

jablana,
skladiščna
spodobnost,
obiralno okno,
stabilnost plodov,
stresni dejavniki,
'*Malus domestica*'

1 UVOD

Fiziološka in mikrobna stabilnost pridelka determinira njegovo kakovost in skladiščno sposobnost. Je posledica številnih dejavnikov, med katere štejemo dejavnike okolja, kot so specifične lege (nadmorska višina, nagnjenost, vetrovnost, pogostost slan, pogostost toče, pogostost poznih spomladanskih pozeb), pedološke pogoje (struktura in tekstura tal, organska snov v tleh, utrujenost tal, raven podtalnice, založenost s hranili, prisotnost voluharja, zastajanje vode...). To stabilnost v veliki meri determinirajo še dejavniki pridelave, med katere sodi izbira načina pridelave (IP, EKO, biodinamični način itd.), izbira gojitvene oblike in s tem povezane gostote sajenja, izbira mehanskih ukrepov (strojno redčenje, strojna rez itd.), načina obdelave tal (pas v vrsti in pas pod drevesi), prisotnost namakalnega in protitočnega sistema, izvedba tehnoloških ukrepov, kot so rez, redčenje, rez korenin ipd. Fiziološko stabilnost plodov determinira prav tako starost nasada, fiziološko stanje drevesa, bujnost rasti. Poseben pomen za kakovost in fiziološko stabilnost plodov ima prehrana sadnih rastlin, ki vključuje tako poznavanje metod diagnostike viškov in pomanjkanja posameznih hranil kot tudi večino tolmačenja talnih, foliarnih analiznih izvidov in analiz plodov ter poznavanje potreb sadnih rastlin po posameznem hranilu v določeni razvojni fazi drevesa in plodov, ki pa temelji na poznavanju vsaj osnovnih fizioloških zakonitostih v trajnih rastlinah, kot so razmerja med rastjo in rodnostjo, vloge hormonov (in njihova odvisnost od dostopnosti hranil in vode), translokacije hranil, tvorjenja in porabe asimilatov, omejitvenih dejavnikov za fotosintezo in transpiracijo, pomen apikalne dominancje, alternativne rodnosti ipd. Dejavnikov, ki determinirajo kakovost in s tem tudi fiziološko in mikrobno stabilnost pridelka, je torej ogromno. V želji in dobri veri obvladovanja vsaj tistih, ki se navezujejo na pridelavo in pobiralne tehnologije pa dodatne izzive predstavljajo stresni pogoji v pridelavi, ki so posledica očitnih klimatskih sprememb. Slednje pa, vsaj zaenkrat, še ne obvladujemo.

Kakovost plodov in njegovo skladiščno sposobnost lahko pojasnimo z vidika fiziološke in mikrobne stabilnosti. Fiziološka stabilnost pridelka je odvisna tako od primerne prehranjenosti plodov (primerno razmerje med minerali, kot so Ca in njegovi antagonisti N, Mg in K), kot tudi intenzivnosti dihanja, ki pa je pogojena z zrelostno stopnjo pridelka ter okoljskimi dejavniki. Dihanje je metabolna reakcija, kjer nastaja energija potrebna za to, da vsi procesi zorenja lahko primerno tečejo. Ko omejimo dihanje (nižja T, nižja koncentracija O₂), omejimo vlogo etilena (hormona zorenja) in s tem zaviramo vse ostale procese, ki so vezani na zorenje (staranje)

plodov. Večja kot je fiziološka stabilnost pridelka manj je težav z mikrobno stabilnostjo (zaradi nižjega pH celičnega soka in boljšega fiksiranja Ca v pektinske mreže). Ko po aktivaciji encimov zorenja plodovi izgubljajo čvrstost, se prav tako manjša mikrobna stabilnost; ob padcu pektinov se intenzivira delovanje pektolitičnih encimov, ki vodijo do porušanja strukture plodov in s tem aktiviranja mikrobov.

Skladiščni potencial, ki ga opisujemo preko fiziološke in mikrobne stabilnosti, je močno definiran s časom obiranja. Slednji predstavlja kompromis med kakovostjo in skladiščno sposobnostjo pridelka, ki pa se lahko nekoliko prilagaja načinu skladiščenja. Dejstvo je, da klimakterijske plodove, kot so jabolka obiramo preden ti dosežejo najvišjo kakovost (to se mora zgoditi šele ob izskladiščenju!). Krovna barva nikakor ni pokazatelj zrelosti pridelka, saj je močno odvisna od okoljskih dejavnikov (svetlobne razmere, razlika med dnevno in nočno temperaturo). Dejstvo, na katerega že več let opozarjajo številni G. Lafer, ustno izročilo) je, da en teden prepozno obiranje pomeni en mesec krajše skladiščenje, dva dni prepozno vskladiščenje pa predstavlja ekvivalent en teden prepoznemu obiranju.

Ko želimo definirati kakovost, jo bo različno pojmoval pridelovalec, hladilničar in kupec. Gre za nabor lastnosti pridelka, ki v nadaljevanju vodijo do sprejetosti produkta pri potrošniku. Dejstvo je, da ukrepi v pred in poobiralnem času vplivajo na notranje (čvrstost mesa plodov, vsebnost suhe snovi, vsebnost kislin) in zunanje lastnosti (velikost, oblika, barva) pridelka ter skupaj determinirajo kakovost. Ekonomski in socio-psihološki dejavniki, vezani na potrošnika, pa nato odločijo o končni sprejetosti ponujenega produkta. Dejstvo je, da kakovost brez sprejetosti lahko obstaja, sprejetost brez kakovosti pa nikakor ne.

Jabolka, kot klimakterijski plodovi, imajo izjemno dolgo pot do potrošnika; kakovost sadja, ki je v mesecu aprilu v hladilnici pa determinira okoljske, pridelovalne in skladiščne razmere vse od aprila pred dvema letoma, ko so se pričeli postopki diferenciacije cvetnih popkov. Kakovost tega ploda danes tako torej determinira lastnost sorte, specifične pridelave, ekološke pogoje, poobiralne postopke in ravnanje s pridelkom po izskladiščenju. V tem času se dogaja marsikaj, veliko lahko tudi narobe oz. neustrezno.

Vzrok fizioloških motenj običajno izvira iz nasada, intenzivneje pa se te izrazijo pod določenim (ne najprimernejšim) režimom skladiščenja. Razvoj fizioloških motenj med zorenjem in dozorevanjem ter skladiščenjem je odvisen še od številnih

predobiralnih dejavnikov, kot so položaj ploda na drevesu, lega nasada, ovesek in že omenjen prehranski ter vodni režim. Stopnja zrelosti ob obiranju predstavlja t. i. »piko na i«. V času skladiščenja pa se kmalu pokaže primernost izbire režima vskladiščenja in skladiščenja kot odgovor na pridelovalne razmere ter stopnjo zrelosti pridelka v času obiranja. Položaj plodov na drevesu je velikokrat spregledan dejavnik, ki pa neposredno narekuje mineralno sestavo plodov, oskrbo z vodo in hranili, uspešnost opravitve in svetlobne razmere. Strojna (mehanska) rez ta učinek v veliki meri izniči in poenoti razmere za plodove. Poleg strojne rezi vsi tehnološki ukrepi, ki vplivajo na umirjeno rast prispevajo k stabilnemu fiziološkemu stanju drevesa in plodov.

2 PREHRANA SADNIH RASTLIN

Prehrana sadnih rastlin je ena od kritičnih točk, ki determinira fiziološko (in mikrobno) stabilnost pridelka. Vsekakor na tem mestu izpostavljamo dušik (N) kot hranilo, ki se uporablja v velikih odmerkih in ima neposredni vpliv na hormonsko ravnovesje ter posledično na vse fiziološke procese v sadnem drevju in plodovih. Dobro je poznana njegova vloga pri spodbujanju bujnosti rasti in posledično konkurence med poganjki ter plodiči, ki tekmujejo za isto hranilo in asimilate istega vira. Dejstvo je, da je doseganje ravnotežja med rastjo in rodnostjo v veliki meri odvisno od tega hranila, vendar se velikokrat srečujemo z njegovo prekomerno porabo. Ta se seveda kot negativni dejavnik pozna na zmanjšani fiziološki stabilnosti pridelka (manjša čvrstost plodov, večji volumen celic, manjša koncentracija suhe snovi, intenzivnejša zelena barva kože, zaradi senčenja več škald, grenke pegavosti, več fizioloških motenj) in posledično tudi slabši mikrobni stabilnosti (večja prisotnost skladiščnih bolezni).

Ob hranilih, ki neposredno določajo skladiščno sposobnost pridelka, se ni mogoče izogniti kalciju (Ca). Funkcije kalcija, kot pomembnega dejavnika, ki determinira fiziološko (in posledično mikrobno) stabilnost plodov nikakor ni primerno zaobiti. Mesta vezave Ca v plodovih so pektinska kislina, proteini in hemiceluloze. Ob zorenju ali napadu patogenov, se aktivira delovanje encimov, zaradi katerih posledično Ca izstopi iz pektinskih mrež; posledica je padec trdote mesa plodov in njihova slabša odpornost na delovanje mikrobov (MO). Vsako večanje koncentracije Ca v celični steni pomeni izboljšanje trdote mesa plodov in hkrati zaščito pred MO, kadar zaradi zorenja pada vsebnost pektinov. Poznanih je šest kritičnih točk delovanja Ca; slednji pospeši sprejem K pred Na, v citoplazmi regulira delovanje

encimov (vpliva na hitrost zorenja), v citosolu regulira respiratorno aktivnost (vpliva na intenzivnost dihanja), neposredno učinkuje na tvorbo etilena, nadzira mehčanje in celično dezorganizacijo ter regulira nastanek mikrotubulov in mikrofilamentov, s čimer lahko vpliva na preprečevanje napak pri delitvi celic, če ga je v prvi razvojni fazi v plodičih dovolj. Pomen vloge Ca je torej izjemen in nenadomestljiv. Dejansko predstavlja vir fiziološke stabilnosti pridelka med skladiščenjem. Kritično obdobje za oskrbo plodov s Ca predstavlja prva razvojna faza plodov; v tem trenutku je odločitveni dejavnik za sprejem Ca v rastlino razpoložljiva voda v tleh.

3 KLIMATSKE RAZMERE IN KAKOVOST

V skladišču smo lahko, zaradi padca fiziološke stabilnosti pridelka, pripravljene na izgube, ki se jim sicer v določeni meri lahko izognemo (pojav skladiščnih bolezni, fiziološke motnje, zaradi neprimernih skladiščnih pogojev) in izgube, katerim se ne utegnemo v celoti izogniti (izgube zaradi respiracije in transpiracije plodov). Ob tehnoloških ukrepih (rez, redčenje, prehrana, namakanje itd.), v času obiranja in poobirnih dejavnikov (pogoji skladiščenja) na fiziološko stabilnost pridelka močno vplivajo še okoljski dejavniki pridelovalnega leta, kot so jakost in količina sončnega sevanja ter možnosti adaptacije rastlin na močno ali šibko svetlobo, temperaturni stres, sposobnost prilagoditve rastlin na vročino ter mraz. Dejstvo je, da imajo ekstremne vremenske razmere (kot abiotski dejavniki stresa) neposredni učinek na kakovost in skladiščno sposobnost (fiziološko stabilnost) pridelka; vplivajo tako na količino kot tudi na kakovost pridelka. Predvsem ekstremni pojavi, kot so dolgotrajni sušni ali toplotni stres in pozni spomladanski mraz, lahko izkažejo močno negativne vplive na kakovost pridelka, tako na slabši izgled plodov, kot tudi na spremenjeno oskrbo z asimilati, prehransko vrednost in prav tako njihovo teksturo.

Eden najtežje obvladljivih stresnih dejavnikov predstavljajo temperaturni ekstremi. Pri temperaturi nad 35 °C je močno ovirana tako fotosinteza (tvorba asimilatov) kot tudi transpiracija (izhlapevanje vode iz rastlin). S tem je zaustavljeno črpanje vode in hranil iz tal ter njihov transport v plodove. Hranil je lahko v takšnih primerih v tleh dovolj, a rastlina vseeno hira.

Kombinacija temperature nad 35 °C, po spomladanskem mrazu, ob poletnih vročinskih in sušnih stresih, vodi v popolnoma fiziološko nestabilen plod, brez pričakovane kakovosti in skladiščne sposobnosti. V takšnem primeru odpovedo celo vsi poznani indeksi zrelosti (npr. Streifov indeks). Temperatura ima pri trajnih

rastlinah, kot stresor večji pomen kot voda zato je to eden najmočnejših abiotičnih dejavnikov, ki limitira proizvodnjo in povzroči ekonomske izgube. Možnosti premagovanja temperaturnega stresa so omejene še zaradi slabega poznavanja kritičnih obdobj v razvoju plodov. Številni opozarjajo, da bi bilo nujno izboljšati reakcijo trajnih rastlin na vročinski stres v kombinaciji žlahtniteljskega in transgenega pristopa, tako za premagovanje visokih, kot tudi nizkih temperatur (pozna spomladanska pozeba, »prstani« in »kravate«, mehki sklad itd.).

Visoka temperatura vodi do izsušitve brazde pestiča, slabe kakovosti peloda, omejuje neto fotosintezo, manjša ksilemski potencial za Ca, vodo in hranila, izzove toplotni stres (zaprtje rež), tanjšanje kutikule, pokanje kože in pojav fizioloških motenj, kot je steklavost idr. V danem primeru se še v hladilnici dogaja intenzivna respiracija, pojavijo se fiziološke motnje, plodovi postanejo prav tako mikrobno nestabilni. Sončni skald in sončni ožigi so običajne poškodbe plodov, ki se pojavijo v omenjeni situaciji, predvsem v nasadih brez prisotnosti protitočnih mrež ter brez izvajanja nanosov glin (kaolin).

3.1 Temperaturni ekstremi

Izpostavljenost visoki T na drevesu se bo neposredno odrazila v občutljivosti na nizko T v skladišču. Plod si »zepamni« situacijo glede izpostavljenosti ekstremnim temperaturnim razmeram. Ta sprovcira steklavost, porjavenje mesa, „chilling injury“; slednje je posledica izpostavljenosti neposrednemu sončnemu sevanju in visokim T. V nasprotnem primeru pa je pojav skalda velikokrat povezan z večjo frekvenco nizkih T preko pridelovalne sezone.

Za primerno skladiščenje je nujno poznavanje vseh navedenih dejavnikov in prilagoditev strategije skladiščenja.

Obstaja nekaj orodij, s katerimi lahko omilimo temperaturni stres:

- - uporaba protitočnih mrež,
- - uporaba sistemov za oroševanje (hlajenje krošenj),
- - uporaba kislih glin (glinenih mineralov) (pozor na vsebnost aluminija),
- - prilagoditev izvedbe letne rezi (pogosto brez).

3.2 Vodni režimi v nasadu

Kot že omenjeno smo priča velikim klimatskim spremembam, ki spreminjajo prav tako običajne vzorce, glede količine in časa padavin. S tem se spreminja še pristop k urejanju vodnega režima v nasadih. Osnovno izhodišče predstavlja dobro poznavanje kritičnih točk, ki pri trajni rastlini predstavlja največjo potrebo po vodi oz. trenutek, ko višek vode lahko vodi do rušenja fiziološkega ravnotežja in povzroči izgubo kakovosti ter skladiščne sposobnosti pridelka. Obe situaciji sta enako nevarni.

Sušni stres je lahko kontroliran (deficitarno namakanje) ali nekontroliran. Kontroliran sušni stres (je izjemno orodje, s katerim prav tako neposredno vplivamo na hormonsko ravnovesje v rastlini in uravnavamo razmerje rast/rodnost. Nekontroliran stres pa se zgodi, ko nimamo možnosti namakanja, temu pa botrujejo še prisotne visoke temperature. Kot že omenjeno, prav tako pretirano namakanje v času zorenja predstavlja tehnološko napako, ki vodi v zmanjšanje kakovosti in skladiščne sposobnosti pridelka, zaradi porušena fiziološke stabilnosti. Sušni stres predstavljajo fiziološko in mikrobnostabilni plodovi ter slaba skladiščna sposobnost.

Obstaja veliko podobnosti v fiziološkem odzivu rastline na vodo in dušik; podoben je odziv na količino pridelka, vpliv na fotosintezo, alternanco, jakost naravnega odpadanja plodičev ter vpliv na kakovost in skladiščni potencial. Pomanjkanje slabi drevo, višek enako, s tem da slednji dodatno negativno vpliva na skladiščno sposobnost pridelka.

Izjemno slab pristop bi pomenil, da bi v letu s številnimi sušnimi obdobji, izraženimi toplotnimi stresi, prepozno obiranje zaradi padavin v jesenskem času (in zaradi čakanja na barvo!) sledilo predolgo (in nekontrolirano!) skladiščenje (situacija iz leta 2022!). Prilagoditev režima vskladiščenja in skladiščenja, ob izvedbi termičnih ukrepov za mikrobnostabiliziranje pridelka, postaja nuja v letih, ko je jesen »mokra«; ukrep termičnega mikrobnostabiliziranja (potapljanje plodov v toplo vodo) ni več strogo vezan le ne pridelek iz ekološke pridelave. Nove razmere zahtevajo še dodatno striktni pristop hladilničarjev pri izvajanju rednih kontrol stanja pridelka v hladilnih komorah (vsaj enkrat na 14 dni!).

Mokra jesen s seboj prinaša številne pasti; intenzivirano je delovanje gliv iz rodov *Gloeosporium*, *Monilia*, *Penicillium*, *Botrytis*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Colletotrichum* in *Fusarium*. Vzroki so latentne infekcije v vegetaciji v nasadu in dodatne infekcije med in po obiranju. Temu botruje vztrajno podaljševanje karenc, manjšanje nabora FFS, omejen izbor fungicidov (ostanki), zapoznelo obiranje (čakanje na barvo!), vremenske razmere v času zorenja (padavine) in mehanske poškodbe plodov.

Stresi zaradi neprimernih vremenskih razmer se bodo odrazili prav tako v intenzivnosti pojava skladiščnih bolezni; aktivirali se bodo rastlinski patogeni, kar bo privedlo do propadanja plodov med skladiščenjem, transportom in prodajo. Velikokrat se na sadju pojavljajo priložnostni patogeni, ki aktivirajo delovanje pektolitičnih encimov (posledica – porušena struktura plodov). Pri aktivnosti gliv, je potrebno paziti še na en dejavnik, in to je njihov mikotoksični učinek.

Pri aktivaciji gliv gre za medsebojno delovanje rastlin (gostitelj – hrana), enega ali več patogenov in okolijskih dejavnikov. Prav tako obrani plodovi podvrženi stresom; zgodijo se fiziološke spremembe (povečana občutljivost na patogene), glive dobijo »zagon«. Mnoge izvirajo iz tal in so vezane na razgradnjo organske mase.

Aktivnost gliv spodbudijo zunanji dejavniki in slaba odpornost rastline. Primernejši kot so pogoji pridelave, večja je odpornost rastlin na delovanje gliv. Razvoj skladiščnih bolezni se zgodi celo kot posledica latentnih infekcij v nasadih; okužba se lahko manifestira med vegetacijo, med obiranjem in/ali po obiranju. Slab obrambni mehanizem rastline je tipičen za pojav bolezni iz rodov *Gloeosporium*, *Colletotrichum*, *Monilia*, *Botrytis* in *Alternaria* (v latentni fazi, dokler plodovi ne dosežejo določene zrelosti), (latentne okužbe v nasadu). Okužbe, ki nastanejo med ali po obiranju pa povzročajo patogeni, ki nimajo sposobnosti neposrednega prodiranja v rastlinsko tkivo; koristijo izključno pot skozi poškodbe ali rane, zato so to paraziti ran (mehanske poškodbe, poškodbe ekstremnih vremenskih razmer). Po infekciji, ta skupina gliv sintetizira velike količine različnih encimov in mikotoksinov (PATULIN!). Ti MO so glive iz rodov *Penicillium*, *Rhizopus* in *Aspergillus*, ki nastopijo samostojno ali v kombinaciji s fiziološkimi motnjami (starostni sklad itd.). Običajno se aktivirajo v hladilnici, ko se aktivirajo encimi zorenja. Stresni dejavniki, ki so vzrok za fiziološko nestabilen plod (ožigi/mikroožigi na plodu, mikrorazpoke itd.) spodbudijo/izzovejo hitrejši signal in posledično hitrejšo aktivacijo spor. Tipično za fiziološko nestabilen plod je aktivacija mikrobov! Dodatno pozornost je potrebno nameniti prav tako higieni vode v hladilnici (zaboji, stene, sortirne linije itd.).

3.3 Po obiranju

Čas po obiranju je obdobje, ko se bo manifestiralo vse, celo infekcije, prinešene iz nasada. Na voljo so različni pristopi k stabiliziranju pridelka: agrotehnični, kemijski, biološki, fizikalni in mehanski. Zgodba se prične med obiranjem, ko je potrebno biti pozoren na mehanske poškodbe. Pomembne so še fiziološke poškodbe: zaradi nizkih/visokih T, pomanjkanje O₂ ter ostali dejavniki stresa.

Za preprečevanje izgub v skladišču je potrebna dezinfekcija – odstranjevanje inokuluma patogena iz zraka, sten skladišča, vode za transport plodov, na/v okuženih rastlinah, rastlinskih ostankih na pakirnih linijah in v skladiščih, na embalaži, opremi za sortiranje ter pakiranje, v kamionih itd.

Kemijski pristop vključuje fungicide (v SLO v poobiralnih tehnologijah niso dovoljeni) in GRAS. Alternativa so „biofungicidi“ (uporaba že v nasadu!), namenjeni za povečanje odpornosti rastline proti patogenom. Na voljo so fizikalne metode (nizka T, nizka koncentracija O₂, višji CO₂). Največji uspeh ponuja kombiniran pristop – več metod hkrati. Kombinacija vročih poletij, sušnih stresov, mokre jeseni nujno terjaja PRILAGODITVE SKLADIŠČENJA.

Sadjarji se v takšnih primerih znajdejo v zadregi, saj pri tem odpovedo vsi znani indeksi zrelosti. V takšnih jesenskih obdobjih so običajno plodovi predebeli, imajo tanko kutikulo (pozor pri termičnem stabiliziranju!), prisotne so številne razpoke na povrhnjici, plodovi so fiziološko nestabilni, potencial gliv je visok.

4 METODE NADZORA BOLEZNI IN FIZIOLOŠKIH MOTENJ V HLADILNICI: PRILAGODITEV VREMENSKIM RAZMERAM PRIDELOVALNE SEZONE

Pogoji za uspešno skladiščenje so bili že velikokrat izpostavljeni; začetek predstavlja natančna določitev fiziološkega stanja plodov (»obiralno okno«), opravljena poglobljena analiza informacij o nasadu (prehrana, namakanje, pridelovalni sistem, vodni režim itd.), identificiranje „okoljskih“ stresov (vremenskih stresov) pridelovalne sezone. Šele potem se določi strategija skladiščenja sadja (kaj gre skupaj v komoro, kako dolgo se bo pridelek iz določenega nasada lahko skladiščil, kaj gre v neposredno prodajo, na katerem pridelku bomo uporabil 1-MCP idr.), odločitev o

termičnem stabiliziranju pridelka in, seveda, pogosti pregledi komor tekom skladiščenja.

Obstaja nekaj metod nadzora bolezni v hladilnici, ki vključujejo predukrepe, kot so termo-terapija, uporaba antagonističnih mikroorganizmov („živi fungicidi“ – biotično varstvo rastlin) in uporaba rastlinskih izvlečkov. Termo-terapija se lahko izvede s toplim zrakom (primer 38 °C/24 ur), s toplo vodo (od 46 do 50 °C/1–9 minut) in s tuširanjem s toplo vodo (od 50 do 65 °C/10–30 sekund). Poleg MO stabiliziranja omenjene metode prav tako fiziološko stabilizirajo plodove.

Koriščenje antagonističnih MO temelji na dejstvu, da en mikroorganizem zavira rast drugega mikroorganizma. Ustvari se destruktivni mikroparazitizem (pri neposrednem stiku med dvema glivama patogeno glivo parazitira druga gliva, posledica je odmrtnje patogene glive) in/ali tekmovanje za hrano (splošna interferenca), ko mikroorganizmi med seboj tekmujejo za hranila in mikrohranila.

Uporaba rastlinskih izvlečkov pa temelji na uporabi predvsem eteričnih olj (bazilike, poprove mete, koprive, preslice itd.). Uporablja se tudi kurkumin. Pri tem je potrebno biti pozoren na kompatibilnost arom.

5 OPOZORILA ZA PRAKSO

Pri opozorilih za prakso lahko skrajšano navedemo naslednje:

- V letu s številnimi abiotskimi stresi (sušni stresi + stresi zaradi visokih temperatur), določanje Streifovega indeksa ni dovolj. Pozor pri interpretaciji rezultatov za njihovo prilagoditev pridelovani sezoni! Čas obiranja definira skladiščno sposobnost in kakovost plodov.
- Čas obiranja (zrelostna stopnja plodov) definira skladiščno sposobnost in kakovost plodov; pozno obiranje zaradi „čakanja na barvo“ je velika tehnološka napaka. Barvo „intenzivirajmo“ na drug način!
- Plod v skladišču (kot posledica zorenja) najprej porabi kislino, potem sladkorje. S tem se povečuje njegova občutljivost na MO, spremeni se okus in prehranska vrednost plodov.

V izogib težavam je potrebno upoštevati vsaj naslednja dejstva:

- Primeren razvoj plodov, rez, redčenje, gnojenje.
- Upoštevanje obiralnega okna.
- Odbiranje – zmanjšanje deleža prezrelih plodov.
- Upoštevanje „le“ osnovne barve.
- Ločeno skladiščenje pridelka različnih kakovosti.
- Ločeno skladiščenje pridelka iz mladih nasadov (in z dreves z nizkim oveskom).
- Optimiranje metod skladiščenja za pridelek določenih lastnosti ob upoštevanju pridelovalnih pogojev (tehnologija + stresni dejavniki!).
- Pozor na trajanje skladiščenja + stalna kontrola.

SPRAVILO PRIDELKA JABOLK

STANISLAV TOJNKO

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor, Slovenija
stanislav.tojnko@um.si

V okviru projekta visokostorilna trajnostna pridelava jabolk je zajeta tematika spravila pridelka, ki se osredotoča predvsem na izhodišča za praktično uvajanje strojev s ciljem povečanja storilnosti obiranja. Glede na izhodiščne pogoje sadjarskega obrata se pridelovalci poslužujejo različnih tehnologij spravila pridelka, kar izhaja iz izjemno različnih pridelovalnih pogojev, ki smo jih priča v Sloveniji. Prispevek opisuje različne pristope k organizaciji obiranja, uporabi opreme in strojev za povečanje učinkovitosti ter navodila k načrtovanju in organizaciji spravila ob hkratnem upoštevanju tehnoloških zahtev in obiralnih oken.

Ključne besede:

jablana,
obiranje,
oprema,
visokostorilnost,
optimizacija,
optimizacija
obiranja,
spravilo pridelka

1 UVOD

Zasnova projekta temelji na celovitem tehnološkem pristopu, s ciljem doseganja konkurenčnosti na trgu ob hkratnem upoštevanju okoljskih zahtev.

Odločilno fazo v celotni pridelovalni verigi jabolk predstavlja spravilo pridelka, pri kateri se odražajo vsi dotedanji izvedeni ukrepi, od osnovnega koncepta nasada do izvedbe obiranja (Zhang in drugi, 2016).

Poleg visokega stroška izvedbe obiranja, ki lahko znaša vse do 20 % celotne vrednosti pridelave jabolk, je spravilo pridelka v Sloveniji še posebej zahtevno opravilo zaradi raznolikih izhodišč, ki zahtevajo specifičen pristop pri organizaciji, uporabi opreme ter dodatni ročno delovni sili:

- različni sistemi nasadov z različnimi gojitvenimi oblikami,
- strmi in vertikalno zasnovani nasadi, pogosto z bočnim nagibom,
- nasadi na težkih vlažnih tleh s kolotečinami,
- drevesa z visokimi in širokimi krošnjami,
- nasad s sortami za večkratno obiranje (neizenačeni, slabo obarvani plodovi),
- nasad s sortami s kratkim obiralnim oknom,
- oddaljenost od manipulacijskih površin in hladilnic.

Glede na izhodiščne pogoje nasada mora posledično vsak sadjarski obrat izdelati svojo strategijo spravila pridelka.

2 KAJ VPLIVA NA UČINKOVITOST OBIRANJA

2.1 Zasnova nasada

Osnova za doseganje visoke storilnosti pri obiranju je sodobno zasnovan sadovnjak z ozko sadno steno, ki omogoča lažji dostop do plodov.

2.2 Večkratno obiranje

Ob obiranju moramo zagotoviti, da so na drevesu samo prvorazredni, izenačeni po velikosti in barvi ter enakomerno razporejeni plodovi, ki niso v šopih. Slednje lahko dosežemo ob formiranju ozke sadne stene, z izvedbo strojne rezi in kombinacijo strojnega, kemičnega ter ročnega redčenja (Zhang in drugi, 2020).

V primeru toče je obiranje posebej zahtevno, zato se v takem primeru sadjarji pogosto odločajo za enkratno obiranje.

2.3 Sorta

Pri zasaditvi je pomembno upoštevati lastnosti sorte, kot so dolžina peclja, občutljivost na otiske, uspešnost redčenja, učinkovitost pridobivanja barve in dolžina obiralnega okna.

2.4 Vremenske razmere

Da nam vremenske razmere ne porušijo obiralnih oken, smo primorani spremljati število deževnih dni in temu primerno počečati število delavcev. Pri tem se poslužujemo statističnih podatkov najbližjih vremenskih postaj. Poleg prekinitev obiranja moramo upoštevati specifičnost nasadov, glede na možnost transporta jabolk iz nasada po dežju, saj morajo plodovi priti v hladilno komoro v čim krajšem možnem času.

2.5 Višina dreves

Višina dreves pogojuje način obiranja. Višja drevesa zmanjšajo storilnost obiranja, zahtevajo ustrezno opremo ter predstavljajo dodatno nevarnost za delovno silo (lestve, podesti ipd.).

2.6 Usposobljenost delavcev

Delavca je potrebno seznaniti s potekom spravila, ga podučiti in spremljati pri sami izvedbi obiranja. Slednje je še posebej pomembno pri večkratnem obiranju in sortiranju plodov.

2.7 Motiviranost delavcev

Temeljni cilj, ki dolgoročno bistveno pripomore k učinkovitosti delovne sile, je olajšanje dela preko dobro načrtovanega obiranja in uporabe tehničnih pripomočkov, ki zmanjšajo konstanten fizični napor.

2.8 Način obiranja

Da lahko spravilo pridelka izvedemo učinkovito, mora biti to organizirano, predhodno dobro načrtovano ter usklajeno z delovno skupino. Pomembno je upoštevati izkušnje preteklih sezon in jih analizirati letno ter med procesom spravila. Glede na izhodiščne pogoje sadjarskega obrata se poslužujemo različnih tehnologij za spravilo pridelka:

- Lestev

Zaradi slabe storilnosti spravila ter rizika za delovno silo, je ta pristop vse redkejši.

- Obiralne torbe

Uporaba obiralnih torb je visokostorilna in zanesljiva dolgoletna praksa (slika 1). Poškodb plodov je relativno malo, bolj pomembna je pozornost pri usposabljanju delavcev za pravilno uporabo torb. Slabša plat omenjenega pristopa je konstantna fizična obremenitev delavca, zaradi česar lahko pade učinkovitost in kakovost obiranja. V ta namen danes torbe služijo le kot dopolnilo obiranju v zaboje, saj jih delavec obesi na sam zaboj, s čimer nošenje torb med obiranjem odpade, saj jih obiralec le prazni.

- Obiranje v zaboje na vozičkih

Neposredno obiranje v zaboje, ki se transportirajo samostojno ali na vozičkih (slika 2), je izredno učinkovit pristop z najmanj poškodb plodov. Tak pristop najmanj vpliva na gaženje zemljišča, zaboji pa ostanejo čisti, saj so dvignjeni od tal. Kontrola delavcev je olajšana in enostavna, prav tako se lahko hkrati obirajo različne kakovosti plodov. Manipulacija zabojev je mogoča z navadnim traktorskim viličarjem, kar dodatno poenostavi spravilo. Tak pristop zahteva nekaj dodatnega fizičnega napora

ob začetni polnitvi zabojev, saj je pot odlaganja daljša, ko so obiralni zaboji še prazni. Za premostitev tega problema v praksi uporabljamo obiralne torbe.



Slika 1: Prikaz uporabe velike obiralne torbe

Foto: S. Bračkovič.

Po drugi strani obiranje v zaboje pomeni, da delavci ne dosežejo vseh plodov, zaradi česar utegnejo biti vrhovi obrani posebej oz. je potrebna dodatna razširitev opreme.



Slika 2: Prikaz obiralnih zabojev transportiranih na vozičkih

Foto: S. Bračkovič.

– Obiranje s platformo

Glede na pomanjkljivost obiranja neposredno v zaboje, kjer vrhovi dreves niso doseženi, se uporabljajo samohodne platforme ali obiralne prikolice (slika 3). Prednost takšne opreme je, da je mogoče obiranje izvesto na celotni višini drevesa. Po drugi strani pa tak pristop zahteva posebno logistiko praznih in polnih zabojev.



Slika 3: Prikaz uporabe platforme

Foto: S. Bračković.

– Obiralni stroj s tekočim trakom („Pluck -o- trak“)

S pomočjo stroja in avtomatizacije postopka je mogoče dosežati zelo visoko učinkovitost spravila, z relativno malo poškodbami plodov in večjo polnitvijo boksov (približno 4 % več plodov). Če sorta to dopušča, lahko oberemo celotno drevo ob enem prehodu ter zmanjšamo fizično obremenitev delavcev.

Negativna stran tovrstnega pristopa pa je odlaganje obiralnih zabojev na tla, kar lahko predstavlja dodaten strošek pri čiščenju pred sortiranjem. Način obiranja zahteva dobro in kvalitetno sadno steno prvorazrednih in izenačenih plodov, saj

ločevanje plodov različnih kakovosti ni mogoče. Kontrola posameznega obiralca je otežena, nakup stroja pa zahteva visoko hektarsko investicijo.



Slika 4: Prikaz obiranja s pomočjo obiralnega stroja Pluck-o-trak
foto: N. Rumpret, 2021.

2.9 Načrtovanje obiranja

Zgodnja ocena pridelka nam služi za načrtovanje prodajne strategije, skladiščnih kapacitet in potrebne sezonske delovne sile. Količinsko in oceno kakovosti pridelka po sortah in parcelah opravimo pred začetkom zorenja, v praksi je to približno tri tedne pred obiranjem, ko pričnemo z vzorčenjem plodov za določitev natančnega časa obiranja.

Tedensko, ali po potrebi pogosteje, vzorčimo plodove za analizo zrelosti. Poleg zrelostnega testa analiziramo fiziološko in zdravstveno stanje nasada in plodov ter upoštevamo priporočila skladiščne sposobnosti plodov. Pri sortah, ki so občutljive na pojav fizioloških motenj, opravimo prav tako analizo mineralne sestave plodov.

Glede na dinamiko obiranja po sortah, načrtujemo število delavcev in strojno tehniko. Z ozirom na organizacijsko strukturo poteka obiranja določimo število skupinovodij oziroma kontrolorjev (slednje še posebej velja za večje sadjarske obrate), za katere moramo izdelati natančna navodila.

Potrebno število sezonskih delavcev načrtujemo tako, da pokrijemo obiralne konice (ko je potrebno hkrati obirati več sort) s posebnim poudarkom na zagotavljanju obiralnega okna.

Klimatske spremembe nam zadnja leta rušijo ustaljene prakse določanja optimalnih rokov obiranja, zato je v praksi zelo zahtevno določanje optimalnega roka obiranja za posamezne sorte in parcele.

V uvodnem delu tega gradiva je podrobno opisano, kaj vse vpliva na fiziološko stabilnost plodov in skladiščno sposobnost. Eden od pomembnih faktorjev je prav optimalen rok obiranja.

Literatura

- Zhang, Z., Heinemann, P. H., Liu, J., Baugher, T. A., & Schupp, J. R. (2016). The development of mechanical apple harvesting technology: A review. *Transactions of the ASABE*, 59(5), 1165-1180.
- Zhang, Z., Iqathinathane, C., Li, J., Cen, H., Lu, Y., & Flores, P. (2020). Technology progress in mechanical harvest of fresh market apples. *Computers and Electronics in Agriculture*, 175, 105606.

SKLADIŠČENJE JABOLK V DINAMIČNI ATMOSFERI

EMIL ZLATIC

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija
emil.zlatic@bf.uni-lj.si

Tehnologija skladiščenja v dinamični atmosferi odpira številne nove možnosti k izboljšanju kakovosti sadja med skladiščenjem. Razvoj sodobnih in občutljivejših senzorjev omogoča, da ključne parametre skladiščenja dinamično prilagajamo fiziološkemu stanju plodov, kar pomeni, da vsebnost kisika v skladiščni atmosferi uravnavamo s preprečevanjem anaerobnega metabolizma v plodovih. Dosedanje izkušnje in rezultati raziskav kažejo, da lahko s tovrstnim pristopom v celoti odpravimo porjavenje kože plodov (scald). Optimirana vsebnost kisika pozitivno vpliva prav tako na ostale parametre kakovosti, kot so npr. trdota mesa plodov, barva, vsebnost kislin in sladkorjev ter prisotnost bolezni jabolk. V prispevku so predstavljeni osnovni koraki za uspešno skladiščenje jabolk v dinamični atmosferi. Prikazani so ključni parametri skladiščenja za jabolka sorte 'Gala', 'Granny smith' in 'Zlati delišes'.

Ključne besede:

jablana,
skladiščenje,
dinamična
atmosfera,
'*Malus domestica*',
kontrolirana
atmosfera.

1 UVOD

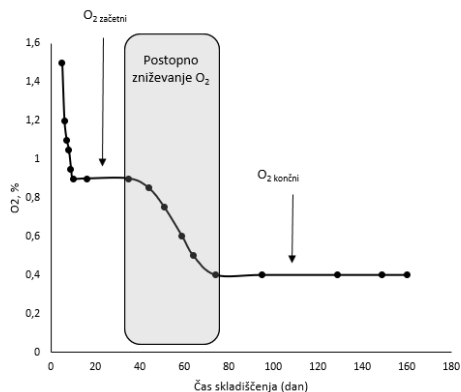
Hlajenje in skladiščenje sadja v kontrolirani atmosferi je danes praktično nepogrešljiv način podaljšanja obstojnosti plodov. Z optimalno sestavo skladiščne atmosfere in dovolj nizko temperaturo skladiščenja lahko proces zorenja močno upočasnimo, hkrati pa pomembno vplivamo tudi na razvoj nekaterih skladiščnih boleznih. Izbor ustrezne tehnike skladiščenja ima torej ključno vlogo pri zagotavljanju kakovosti sadja, zato je posodobitev sistemov skladiščenja nujna, če nameravamo slediti zahtevam kupca. Tehnologija skladiščenja jabolk je v zadnjih desetih letih pomembno napredovala, predvsem v smeri razvoja sodobnejših sistemov za nadzor skladiščne atmosfere. V običajnih sistemih skladiščenja so ključni parametri regulacije, kot so temperatura, koncentracija O_2 in koncentracija CO_2 , in morajo biti ves čas skladiščenja konstantni, pri čemer se ne upošteva dejstva, da se potreba po O_2 med skladiščenjem spreminja. Parametri skladiščenja temeljijo na dolgoletnih empiričnih poizkusih in izkušnjah. Zaradi skrbi pred pojavom anaerobnega metabolizma plodov koncentracija O_2 ni nastavljena na minimum, kar pomeni, da procesi zorenja niso tako upočasnjeni, kot bi lahko bili, če bi koncentracijo O_2 nastavili na minimalno vrednost, ki še zadošča za aerobno dihanje plodov, zato ostaja skladiščni potencial sadja premalo izkoriščen. Razvoj sodobnih in bolj občutljivih senzorjev ponuja priložnost za razvoj novih tehnologij skladiščenja, ki temeljijo na prepoznavanju zgodnjih signalov anaerobnega metabolizma plodov in na njihovi osnovi regulacijo O_2 v skladiščni atmosferi. V zadnjih letih so te tehnologije doživele velik razcvet, predvsem zaradi razvoja senzorjev za merjenje fotosintetskih odzivov celic, kar je eden od ključnih dejavnikov za prepoznavanje občutljivosti plodov na nizko koncentracijo O_2 v skladiščni atmosferi. Razvoj občutljivih senzorjev za merjenje O_2 in CO_2 je prav tako pomemben, saj odpira možnosti za preboj nadaljnjih inovacij na področju določanja fizioloških odzivov plodov, kot so meritve izločenega CO_2 in določanje respiracijskega kvocienta plodov. Vse bolj pogosta in priljubljena postaja je prav tako uporaba hitrih testov za merjenje etanola v soku skladiščenih plodov. Uporaba novih tehnologij skladiščenja prinaša številne pozitivne učinke na kakovost plodov, kot je denimo odprava porjavenja kože jabolk (scald), upočasnitev sprememb trdote mesa plodov, zaviranje razgradnje kislin in sladkorjev ter zmanjšanje boleznih jabolk. Z uvedbo skladiščenja pri zelo nizki koncentraciji O_2 lahko v celoti opustimo rabo poobiranih sredstev, kar izboljša ponudbo svežih jabolk in hkrati zmanjša stroške skladiščenja.

2 RAZVOJ PROTOKOLA SKLADIŠČENJA IN DINAMIČNA KONTROLA VSEBNOSTI O₂

Občutljivost posameznih sort na nizke koncentracije O₂ in visoke koncentracije CO₂ je lahko zelo različna in je odvisna predvsem od sorte in stopnje zrelosti plodov. Na splošno izvedbo protokola skladiščenja razdelimo na sledeče faze predpriprave jabolk:

1. polnjenje skladiščne celice; v tej fazi je pomembo redno prezračevanje celice, koncentracija O₂ ne sme biti nižja od 19,5 %, koncentracijo CO₂ pa vzdržujemo pod 1,0 %,
2. hitro ohlajanje plodov; hlajenje pomembno zmanjša intenziteto dihanja plodov, zato plodove pred pričetkom skladiščenja ohladimo na temperaturo 2,0 °C. Temperaturna razlika med najtoplejšim in najhladnejšim plodom ne sme presegati 0,5 °C,
3. začetno znižanje O₂ (pull down); s prepihanjem z dušikom znižamo koncentracijo O₂ v skladiščni atmosferi na 5 %, postopek lahko traja največ dva dni,
4. znižanje O₂ z naravnim dihanjem plodov; v tej fazi zagotovimo ustrezno koncentracijo O₂ za pričetek izvajanja dinamične atmosfere (slika 1), v tem času poteka prav tako aklimatizacija plodov na nove razmere skladiščenja, kar običajno traja sedem dni,
5. vzpostavitev dinamične kontrole O₂ v skladu s protokolom na sliki 1; s pomočjo dihanja plodov ali prepihanjem z dušikom postopno znižamo koncentracijo O₂ do željene končne vrednosti. V tej fazi nameravamo aerobni metabolizem čim bolj upočasniti, vendar pri tem ne nameravamo doseči točke, v kateri se aktivira anaerobni metabolizem plodov, zato je dosledno upoštevanje časa zniževanja O₂ zelo pomembno. Za potrebe kontrole anaerobnih metabolitov vsaj enkrat tedensko odvezamo združene vzorce plodov, ki morajo odražati reprezentativnost pridelka v skladiščni atmosferi.

Sorta	CO ₂	O ₂ začetni	O ₂ končni	Postopno zniževanje O ₂	
				št. dni	T _{plod} °C
Gala	0,9	0,8	0,45	30	1,0
Granny smith	0,9	0,6	0,35	14	1,0
Zlati delišes	0,9	0,9	0,75	30	1,0



Slika 1: Parametri skladiščenja v dinamični atmosferi

Vir: lasten.

Preglednica 1: Nihanje trdote mesa jabolk sorte 'Gala' po osmih mesecih skladiščenja v dinamični atmosferi.

Tehnika skladiščenja	Datum vzorčenja	Opis	Trdota
-	25.08.2020	Obiranje	kg/cm ² 7,78
DCA atmosfera	22.03.2021	Konec skladiščenja	7,48
DCA atmosfera	29.03.2021	Prodajna polica, 7 dni, 20°C	6,9
Smartfresh	22.03.2021	Konec skladiščenja	6,95
Smartfresh	29.03.2021	Prodajna polica, 7 dni, 20°C	7,37

DCA dinamična atmosfera

Preglednica 2: Trdota mesa jabolk sorte 'Granny smith' po osmih mesecih skladiščenja v dinamični atmosferi.

Oznaka vzorca	Datum vzorčenja	Opis	Trdota	Scald
-	25.09.2020	Obiranje	kg/cm ² 8,45	
DCA atmosfera	13.04.2021	Konec skladiščenja	8	0
DCA atmosfera	20.04.2021	Prodajna polica, 7 dni, 20°C	7,9	0
DCA + NA atmosfera	4.05.2021	Prodajna polica (21 dni, 1°C) + 24h 20°C	-	0
DCA + NA atmosfera	18.05.2021	Prodajna polica (35 dni, 1°C) + 24h 20°C	-	0
DCA + NA atmosfera	1.06.2021	Prodajna polica (49 dni, 1°C) + 24h 20°C	-	0
DCA + NA atmosfera	27.07.2021	Prodajna polica (105 dni, 1°C) + 24h 20°C	-	30

NA navadna atmosfera
DCA dinamična atmosfera



Slika 2: Prikaz plodov sorte 'Gala' po osmih mesecih skladiščenja v dinamični atmosferi.

Vir: lasten.



Slika 3: Prikaz plodov 'Granny smith' po osmih mesecih skladiščenja v dinamični atmosferi.

Vir: lasten.

PODATKI O PROJEKTU

Tip projekta: EIP (Evropsko inovativno partnerstvo)

Tematika projekta: Uvajanje novih tehnoloških rešitev in praks v pridelavi jabolk

Naslov projekta: Visokostorilna trajnostna pridelava jabolk

Obdobje trajanja projekta: 22. 11. 2019 – 23. 11. 2022 in podaljšanje do 30. 5. 2023

Spletna stran projekta: <https://www.fkbv.um.si/?p=1439>

SESTAVA PARTNERSTVA

VODILNI PARTNER



Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo
in biosistemske vede

Fakulteta za kmetijstvo
in biosistemske vede

ČLANI PARTNERSTVA



Univerza v Ljubljani

Biotehniška fakulteta

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta



Kmetijski inštitut Slovenije

Kmetijski inštitut Slovenije



Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije

**KMETIJSKO GOZDARSKI ZAVOD
MARIBOR**

KGZS Kmetijsko gozdarski zavod Maribor



Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije

**KMETIJSKO GOZDARSKI ZAVOD
MURSKA SOBOTA**

KGZS Kmetijsko gozdarski zavod Murska
Sobota



Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije

**KMETIJSKO GOZDARSKI ZAVOD
NOVO MESTO**

KGZS Kmetijsko gozdarski zavod Novo
mesto



Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije

**KMETIJSKO GOZDARSKI ZAVOD
LJUBLJANA**

KGZS Kmetijsko gozdarski zavod Ljubljana

kgz Sava

Kmetijsko gospodarstvo Kmetijsko gozdarska
zadruga Sava z.o.o.

MIROSAN

Kmetijsko gospodarstvo MIROSAN d.o.o.



Kmetijsko gospodarstvo EVROSAD d.o.o.
Krško



Kmetijsko gospodarstvo Mohor Holešek



Kmetijsko gospodarstvo Adam Novak



Kmetijsko gospodarstvo Branko Juhart



Kmetijsko gospodarstvo Karlovček d.o.o.



Kmetijsko gospodarstvo Vojko Šušterič

EIP 16.2 VISOKOSTORILNA TRAJNOSTNA PRIDELAVA JABOLK



Skupinska fotografija članov partnerstva EIP 16.2 Visokostorilna trajnostna pridelava jabolok

Foto: N. Tojnko, 2023



UVAJANJE TRAJNOSTNIH IN VISOKOSTORILNIH TEHNOLOGIJ V PRIDELAVO JABOLK

STANISLAV TOJNKO (UR.)

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor, Slovenija
stanislav.tojnko@um.si

V publikaciji so predstavljeni avtorski prispevki za pomoč pri uvajanju trajnostnih in visokostorilnih tehnologij v pridelavo jabolk. Predstavljena so glavna izhodišča k celovitemu pristopu vse od začetka pridelave do konca skladiščenja. Vključene teme opisujejo strojno rez, strojno redčenje, rez korenin, fiziološko in mikrobnostabilnost plodov, spravilo pridelka, skladiščenje pridelka v dinamični atmosferi in '0 – residue' varstvo rastlin.

Ključne besede:

jablana,
obiranje,
oprema,
visokostorilnost,
optimizacija

UVAJANJE TRAJNOSTNIH IN VISOKOSTORILNIH TEHNOLOGIJ V PRIDELAVO JABOLK

STANISLAV TOJNKO (UR.)

Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Maribor, Slovenija
stanislav.tojnko@um.si

Keywords: apple, sustainability, high performance, mechanical pruning, mechanical thinning, root pruning, 0,0-MRL production

The publication presents author's contributions in order to introduce sustainable and high-performance technologies in apple production. The main starting points for a comprehensive approach from the beginning of production to the very end of storage are presented. The included topics describe mechanical pruning, mechanical thinning, root pruning, physiological and microbial stability of fruit, apple harvesting, storage of yield in dynamic atmosphere and lastly '0,0-MRL' plant protection.

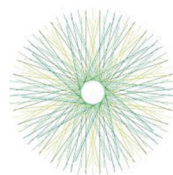


Ugotavljam, da je strokovna monografija gradivo, ki ga na področju sadjarstva nujno potrebujemo. Je celostna dopolnitev dosedanjih strokovnih izsledkov, ki omogočajo uvajanje novih zahtevnih tehnoloških rešitev.

dr. **Matej Stopar**
Kmetijski inštitut Slovenije

Monografija razdeljena na sedem samostojnih poglavij, ki bralcu podajo pogloblitve informacije za odločitve o uvedbi novih tehnoloških ukrepov, monografija pa je tako lažje berljiva in bolj pregledna. Ta poglavja so od osnovnih tehnoloških operacij strojne rezi, strojnega redčenja, rezi korenin do spravila pridelka in skladiščenja ter fizioloških razlag stresnih situacij in pridelave z zelo zmanjšanimi ostanki FFS. Ocenjujem, da je strokovna monografija gradivo, ki ga na področju sadjarstva nujno potrebujemo saj predstavlja celostno dopolnitev dosedanjih strokovnih izsledkov, ki omogočajo uvajanje novih zahtevnih tehnoloških rešitev v sadjarstvu.

dr. **Andrej Paušič**
Univerza v Mariboru



eip-agri
AGRICULTURE & INNOVATION



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja:
Evropa investira v podeželje



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO,
GOZDARSTVO IN PREHRANO



Ideje in rešitve povezujejo!



Univerza v Mariboru

Fakulteta za kmetijstvo
in biosistemske vede