



UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**BF**

Biotehniška  
fakulteta

# TEHNOLOŠKE REŠITVE ZA ZAŠČITO VISOKOKAKOVOSTNEGA PRIDELKA PRED NEGATIVNIMI VPLIVI POZEBE V SADOVNJAKIH

Metka HUDINA  
Franci ŠTAMPAR  
Mario LEŠNIK  
Robert VEBERIČ  
Jerneja JAKOPIČ



PROGRAM  
RAZVOJA  
PODEŽELJA

Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja. Evropa investira v podeželje



elp-agri







Metka HUDINA, Franci ŠTAMPAR, Mario LEŠNIK,  
Robert VEBERIČ, Jerneja JAKOPIČ

**TEHNOLOŠKE REŠITVE ZA ZAŠČITO  
VISOKOKAKOVOSTNEGA PRIDELKA  
PRED NEGATIVNIMI VPLIVI POZEBE V  
SADOVNJAKIH**

Ljubljana, 2025

*Naslov:* **TEHNOLOŠKE REŠITVE ZA ZAŠČITO VISOKOKAKOVOSTNEGA PRIDELKA PRED NEGATIVNIMI VPLIVI POZEBE V SADOVNJAKIH**

*Urednica:* dr. Metka HUDINA

*Avtorji in avtorice:* dr. Metka HUDINA, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo  
dr. Franci ŠTAMPAR, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo  
dr. Mario LEŠNIK, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede  
dr. Robert VEBERIČ, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo  
dr. Jerneja JAKOPIČ, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

*Fotografije:* Metka HUDINA, Franci ŠTAMPAR, Jerneja JAKOPIČ, Robert VEBERIČ, Mario LEŠNIK

*Oblikovanje:* Filipa VALENČIČ

*Jezikovni pregled besedila:* dr. Tomaž PETEK

*Izdajateljica:* Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

*Kraj in leto izida:* Ljubljana, 2025  
1. elektronska izdaja

*Financer:* Program razvoja podeželja (80 % od tega Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja (EKSRP), 20 % Republika Slovenija)

Organ upravljanja, določen za izvajanje Programa razvoja podeželja, je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

**COBISS.SI-ID 233136387**

ISBN 978-961-6275-65-1 (PDF)

# Kazalo vsebine

<b>1 UVOD</b>	<b>1</b>
<b>2 BIOSTIMULANTI IN NJIHOVA UPORABA V PRIDELAVI SADJA</b>	<b>6</b>
<b>2.1 FORMALNI STATUS BIOSTIMULANTOV PO EVROPSKI ZAKONODAJI</b>	<b>6</b>
<b>2.2 MEHANIZMI UČINKOVANJA BIOSTIMULANTOV</b>	<b>8</b>
<b>2.3 NAMEN UPORABE BIOSTIMULANTOV</b>	<b>9</b>
2.3.1 Predstresni priming	9
2.3.2 Postresna uporaba za regeneracijo	10
2.3.3 Povečevanje kakovosti pridelka pri velikih pridelkih	10
2.3.4 Posebni fiziološki učinki pri plodovih in povečevanje skladiščne sposobnosti	10
2.3.5 Povečevanje zajema in izkoristka vode in hranil	11
2.3.6 Podpora organizmom za biotično varstvo	12
2.3.7 Posredno delovanje na škodljive organizme in zmanjševanje porabe kemičnih fitofarmaceutskih sredstev	13
<b>2.4 DEJAVNIKI USPEHA/NEUSPEHA PRI UPORABI BIOSTIMULANTOV</b>	<b>14</b>
<b>2.5 VRSTE BIOSTIMULANTOV GLEDE NA SESTAVO PRIPRAVKOV</b>	<b>15</b>
2.5.1 Pripravki iz alg	15
2.5.2 Pripravki na podlagi aminokislin in proteinov	16
2.5.3 Pripravki na podlagi fulvo in huminskih kislin	19
2.5.4 Pripravki, ki vsebujejo mikroorganizme	21
2.5.5 Pripravki na podlagi mineralov in glin	23
2.5.6 Rastlinski izvlečki in snovi s hormonskimi učinki	27
2.5.7 Pripravki na podlagi hitosana	28
<b>3 SADNE RASTLINE IN NIZKA TEMPERATURA</b>	<b>29</b>
<b>3.1 PASIVNE METODE ZA ZAŠČITO PRED POZEBO</b>	<b>33</b>
3.1.1 Izbira lege	33
3.1.2 Izbira sadne vrste, sorte in podlage	34

<b>3.2 AKTIVNE METODE ZA ZAŠČITO PRED POZEBO</b>	<b>35</b>
3.2.1 Oroševanje	36
3.2.2 Ogrevalni sistemi	38
3.2.3 Uporaba biostimulantov na podlagi aminokislin	40
3.2.4 Uporaba biostimulantov na podlagi alg	41
3.2.5 Priporočila za uporabo biostimulantov na podlagi aminokislin in alg pred pozebo in po njej	44
3.2.6 Drugi načini zaščite	44
<b>4 PREHRANA SADNIH RASTLIN</b>	<b>46</b>
<b>4.1 PREHRANA V TLA</b>	<b>46</b>
4.1.1 Kako se lotimo gnojenja v tla	48
<b>4.2 PREHRANA PREK LISTOV</b>	<b>54</b>
4.2.1 Klasični program foliarnega gnojenja	56
<b>4.3 FOLIARNA PREHRANA V STRESNIH SITUACIJAH</b>	<b>58</b>
4.3.1 Nizka temperatura	58
4.3.2 Visoka temperatura in suša	59
<b>4.4 UPORABA GIBERELINOV</b>	<b>61</b>
<b>5 GOJENJE OZKEGA VRETENA V SISTEMU 3,0 × 0,6 m</b>	<b>63</b>
<b>6 LITERATURA</b>	<b>76</b>

# Kazalo preglednic

Preglednica 1: Delež samooskrbe s sadjem v Sloveniji (vir: SURS)	1
Preglednica 2: Površine intenzivnih nasadov (ha) pri različnih sadnih vrstah v Sloveniji (Sektor za kmetijske trge in sektorske načrte, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Direktorat za kmetijstvo)	2
Preglednica 3: Pregled učinkov nekaterih aminokislin	18
Preglednica 4: Nekateri antagonizmi oz. nasprotja med posameznimi elementi	48
Preglednica 5: Gnojenje z nekaterimi makro- in mikroelementi v kg/ha glede na stopnjo založenosti tal pri predvidenem pridelku 50–60 t/ha jabolk	49
Preglednica 6: Primer fertigacije za intenziven nasad jablan, ko pričakujemo pridelek, večji od 60 t/ha, in imamo tla dobro založena (C-razred založenosti tal); količine so podane v kg/ha	51
Preglednica 7: Temperatura, pri kateri pride v različnih fenofazah do 10- in 90- odstotne pozebe, če so jablane izpostavljene tej temperaturi 30 minut	58
Preglednica 8: Parametri vegetativne rasti in pridelek pri sorti 'Jonagold' pri različnih sistemih in gostotah sajenja	65

# Kazalo slik

Slika 1: Sadjar pred težko odločitvijo, kateri način boja proti pozebi izbrati	4
Slika 2: Člani partnerstva EIP Pozeba: kmetje, svetovana služba in raziskovalna organizacija	5
Slika 3: Lokacije projektnih partnerjev na projektu »Tehnološke rešitve za zaščito visokokakovostnega pridelka pred negativnimi vplivi pozebe v sadovnjakih«	5
Slika 4: Poškodovano rjavo tkivo v plodiču, ki je posledica nizke temperature pri debelini plodiča 10–15 mm	30
Slika 5: Hladni stres pogosto povzroča tudi dehidracijo, ki vodi do izgube turgorja celic in posledično venenje rastlin	30
Slika 6: Razprta mreža proti toči lahko prepreči oz. zmanjša posledice nizke temperature, saj je temperatura zunaj mreže nižja; na sliki vidimo slano zunaj mreže – pod mrežo slane ni	32
Slika 7: Močna pozeba v nasadu jablan po cvetenju (levo) ter močno poškodovano peščišče in del okrog peščišča plodiča jablane (desno)	33
Slika 8: Porezana sadna drevesa cvetijo pozneje kot neporezana	35
Slika 9: Nasad s klasičnim oroševanjem ob spomladanski pozebi	36
Slika 10: Ob oroševanju se na cvetovih naredi led, ki ščiti cvetove pred pozebo; ko se dela led, voda oddaja toploto in v okolici cveta je v ledenem oklepu temperatura od 0 do –0,5 °C, zato cvet ne pozebe. Oroševanje izvajamo, vse dokler se led nahaja na cvetovih	37
Slika 11: Peč za ogrevanje; za zaščito enega hektarja sadovnjaka potrebujemo od 200 do 400 peči	38
Slika 12: Premični grelnik (vir: <a href="https://www.clemens-online.com/en/news/2023/04/secure-frost-protection-devices-now-at-special-conditions/">https://www.clemens-online.com/en/news/2023/04/secure-frost-protection-devices-now-at-special-conditions/</a> )	39
Slika 13: Uporaba parafinskih sveč lahko dvigne temperaturo v nasadu do 1,5 °C (foto: Roman Mavec)	39
Slika 14: Vetrnica za mešanje hladnejšega zraka pri tleh s toplejšim zrakom višje	45



Slika 15: pH-vrednosti, ki prikazujejo vpliv kislosti tal na dostopnost različnih mineralov; različne barve predstavljajo dostopnost posameznega elementa; zelena: dostopen, rumena: slabo dostopen, rdeča: nedostopen	47
Slika 16: Pravilno gnojenje – odlično obarvani plodovi	49
Slika 17: Umirjena rast in velik pridelek, ki sta posledica pravilne in uravnotežene prehrane dreves	52
Slika 18: Prikaz delovanja hormonov v jablani	52
Slika 19: Sprejem hranil iz talne raztopine v rastlino	53
Slika 20: Stopnja mobilnosti mineralov po rastlini	55
Slika 21: Poškodovani plodiči zaradi nizke temperature	59
Slika 22: Močno ožgani plodovi zaradi visoke temperature (levo in desno), zraven pa poškodbe ploda zaradi toče (desno)	60
Slika 23: Mrežavost plodov – posledica nizke temperature in vlažnega vremena v prvih fazah razvoja ploda (levo) in rjasti obročki na plodovih, ki so posledica nizke temperature (desno)	61
Slika 24: Giberelini vplivajo tudi na izdolževanje plodov. Preveliki odmerki (nad 0,6 l/ha Novagiba) povzročijo izdolžene deformirane plodove	62
Slika 25: Enovrstni sistem; A – ozko vreteno, 3,0 x 1,2 m, 2.500 dreves/ha, B – vertikalni kordon, 2,5 x 0,6 m, 6.000 dreves/ha (Zadravec, 2001)	64
Slika 26: Primerjava sistema gojenja jablane 2,5 x 0,6 m in 3,0 x 0,6 m	65
Slika 27: Gojenje jablan v prvem letu v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m	66
Slika 28: Porezane sadike po sajenju v prvi rastni dobi v sistemu 3,0 x 0,6 m	67
Slika 29: Začetek rasti po cvetenju v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m	67
Slika 30: Pridelek prvega leta v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m	68
Slika 31: Gojenje jablan v drugem letu v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m	69

Slika 32: Cvetenje v začetku druge rastne dobe (sistem sajenja 3,0 x 0,6 m)	69
Slika 33: Pridelek sorte 'Fuji' v drugi rastni dobi v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m	70
Slika 34: Pridelek sorte 'Jonagold Red Princ' v drugi rastni dobi v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m	70
Slika 35: Rez po obiranju v drugem letu	71
Slika 36: Gojenje jablan v tretjem letu v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m	72
Slika 37: Septembrska osvetlitvena rez	72
Slika 38: Gojenje jablan v četrtem letu in nato v polni rodnosti v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m	73
Slika 39: Sorta 'Granny Smith' v 4. rastni dobi (3,0 x 0,6 m)	74
Slika 40: Sorta 'Topaz' v 5. rastni dobi (3,0 x 0,6 m)	74
Slika 41: Sorta 'Idared' v 14. rastni dobi (3,0 x 0,6 m)	75

# 1 UVOD

Zaščita vodnih virov in pridelava hrane morata biti ključni strateški prednostni nalogi vsake države. Ta stebra podpirata vse druge sektorje. Država, ki ne ohranja svojih vodnih virov in ne zagotavlja zadostne količine domače pridelane hrane, je zelo ranljiva, saj je močno odvisna od uvoza hrane iz drugih držav. Znotraj kmetijstva ima sadjarstvo posebno vlogo, saj je tehnološko najzahtevnejša panoga. Pridelano sadje prebivalstvu nudi naraven vir vitaminov, vlaknin, mineralov in drugih koristnih snovi, ki lahko preprečijo ali omilijo številne bolezni, s čimer se posledično zmanjša število obolelih. Zato sadje sodi v osnovno skupino živil in mora biti vsakodnevno na jedilniku.

V Sloveniji gojimo sadje na približno 13.000 ha površin (intenzivni in ekstenzivni nasadi ter ohišnice). V obdobju med letoma 2010 in 2021 je pridelava sadja k skupni vrednosti kmetijske pridelave prispevala od 3,2 do 8,5 odstotka, v vrednosti rastlinske pridelave pa od 5,9 do 16,3 odstotka. Statistični urad Republike Slovenije navaja, da je bilo v zadnjih petih letih za pridelavo sadja, skupaj z jagodami, namenjenih 12.200 hektarjev, pri čemer je 4.400 hektarjev predstavljalo intenzivne nasade, 7.800 hektarjev pa ekstenzivne nasade.

Pomemben kazalnik stanja pridelave sadja je stopnja samooskrbe. Po oceni Kmetijskega inštituta Slovenije (2023) je bilo v zadnjih petih letih v Sloveniji povprečno porabljenih 320 tisoč ton sadja letno. Pri sadju so zaznana velika medletna nihanja, različne stopnje samooskrbe pa so predvsem posledica bogatih ali skromnih letin, ki so močno povezane s podnebnimi spremembami. Pridelek sadja je letno od 40.000 do 180.000 ton.

Preglednica 1: Delež samooskrbe s sadjem v Sloveniji (vir: SURS)

Leto/ Obdobje	1991	2000	2022	2000– 2009	2010– 2019	2020– 2022
<b>Samooskrba (%)</b>	98,90	66,04	29,00	52,03	38,53	26,33

Stopnja samooskrbe s sadjem je bila v zadnjih petih letih približno 31 odstotkov, medtem ko je bila stopnja samooskrbe s svežim sadjem okoli 44 odstotkov. V izjemnih razmerah bi morala biti stopnja samooskrbe s sadjem vsaj 60-odstotna, a smo od tega cilja precej oddaljeni. Opazen je jasen trend upadanja stopnje samooskrbe (preglednica 1). Samooskrba je močno odvisna od sprememb v površinah, namenjenih pridelavi sadja (preglednica 2).

Sadna vrsta	Leto 2000	Leto 2018	Leto 2023 <sup>1</sup>	Leto 2024 <sup>1</sup>
<b>Jablana</b>	3.081	2.284	1.941	1.912
<b>Hruška</b>	374	203	213	210
<b>Breskev in nektarina</b>	737	282	225	214
<b>Češnja</b>	92	196	213	212
<b>Marelica</b>	43	77	88	87
<b>Sliva in češplja</b>	57	49	69	69
<b>Oreh</b>	77	378	580	605
<b>Leska</b>		119	212	219
<b>Kostanj</b>		31	93	98
<b>Jagoda</b>	107		130	112
<b>Ameriška borovnica</b>		55	72	72
<b>Malina</b>		31	35	36
<b>Jagoda haskap</b>		41	75	75
<b>Oljka</b>	586		1.630	
<b>Skupaj</b>	4.664	4.239	4.399	4.385

*Preglednica 2:  
Površine intenzivnih nasadov (ha) pri različnih sadnih vrstah v Sloveniji (Sektor za kmetijske trge in sektorske načrte, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Direktorat za kmetijstvo)*

<sup>1</sup> Vir: Register kmetijskih gospodarstev – RKG

V letu 2018 je bilo v Sloveniji 4.239 ha intenzivnih sadovnjakov, do leta 2023 pa se je ta številka povečala na 4.399 ha in v letu 2024 zmanjšala na 4.385 ha. Čeprav je povprečna površina intenzivnih nasadov vseh sadnih vrst, zapisana v registru kmetijskih gospodarstev, ostala nespremenjena v tem šestletnem obdobju, so opazne izrazite razlike med posameznimi sadnimi vrstami.

Protitočne mreže so postale nepogrešljive pri pridelavi v trajnih nasadih, saj že manjše poškodbe od toče lahko naredijo pridelek neuporaben in ga degradirajo na raven industrijskega razreda. Leta 2018 so protitočne mreže pokrivalo 1.263 ha intenzivnih sadovnjakov (30 %), leta 2023 pa se je ta površina povečala na 1.440 ha (33 %). Delež sadovnjakov, opremljenih s protitočno zaščito, je leta 2023 znašal: jabolana 64 %, hruška 31 %, breskev 10 %, sliva 9 %, marelica 1 %, češnja 6 %, kaki 2 %, ameriška borovnica 55 %, namizno grozdje 27 % in jagoda haskap 28 %.

Površine intenzivnih sadovnjakov z namakalnimi sistemi so se povečale s 720 ha (17 %) v letu 2018 na 960 ha (22 %) v letu 2023. Delež sadovnjakov z namakalnimi sistemi je bil leta 2023: jabolana 21 %, hruška 40 %, breskev 41 %, sliva 10 %, marelica 8 %, češnja 21 %, kaki 16 %, ameriška borovnica 32 %, jagoda 73 %, namizno grozdje 16 % in haskap jagoda 24 %.

Oroševalni sistemi, ki prvotno ščitijo pred spomladansko zmrzaljo, so bili leta 2018 nameščeni na 165 ha sadovnjakov (3,9 %), do leta 2023 pa se je ta površina povečala na 223 ha (5,1 %). Glede na podnebne spremembe je nujno povečati delež sadovnjakov, opremljenih z oroševalnimi sistemi, pri čemer pa ne predstavljajo omejitve le finančni stroški, ampak tudi dostopnost vodnih virov, ki omogočajo postavitve zadostnih zadrževalnikov vode.

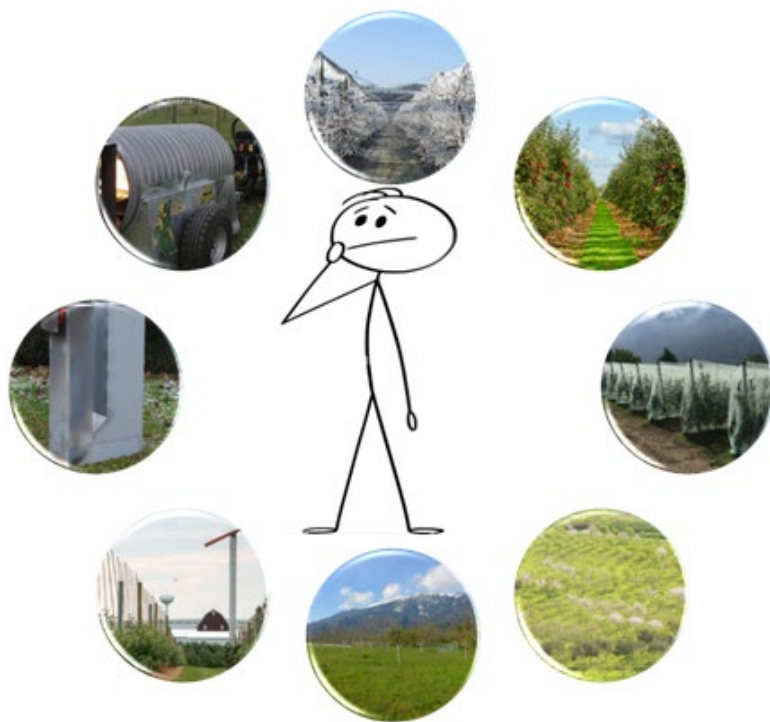
V zadnjem desetletju se spoprijemamo z neugodnimi podnebnimi spremembami, ki zahtevajo večja vlaganja v nove nasade (mile zime, spomladanske pozebe, toča, orkanski vetrovi, močni nalivi, neenakomerna razporeditev padavin, neurja, poplave, poletne vročine, močno sončno sevanje, suša, pojav novih škodljivcev in bolezni ...). Od leta 2014 so bili nasadi vsako leto, lokalno ali po vsej Sloveniji, prizadeti zaradi toče.

Opremljenost intenzivnih sadovnjakov s protitočnimi mrežami in z namakalnimi sistemi se v zadnjih letih povečuje, prav tako se je povečal delež površin z oroševalnimi sistemi. Glede na že prisotne podnebne spremembe, večjo pojavnost toče, suš in pomladanskih slan v zadnjih letih je nujno nadaljevati trend povečevanja vseh treh zaščitnih sistemov.

Od leta 2016 se v Sloveniji skoraj vsako leto srečujemo s pomladanskimi pozebami. Tako je bilo v zadnjih devetih letih (2016–2024) kar sedem

pozebljih let, ki so prizadela različne sadne vrste v različno velikem obsegu. Pozebe zadnjih let niso bile takšne, kot smo jih doživeli v zadnjem desetletju prejšnjega stoletja. Klasičnih radiacijskih pozeb je bilo v zadnjih letih manj, prihajalo pa je do nenadnega vdora velike količine hladnega zraka. Tako so bile prizadete najboljše sadjarske lege na nagnjenih pobočjih in vrhovih gričev. V dolinah, v katerih smo imeli v preteklosti težave z zastajanjem hladnega zraka, pa so nasadi velikokrat ostali neprizadeti od nizke temperature. Zato se je do zdaj veljavna definicija najboljših sadjarskih leg spremenila. Ta je odvisna od vrste pozebe (radiacijska pozeba, vdor polarnega zraka ...).

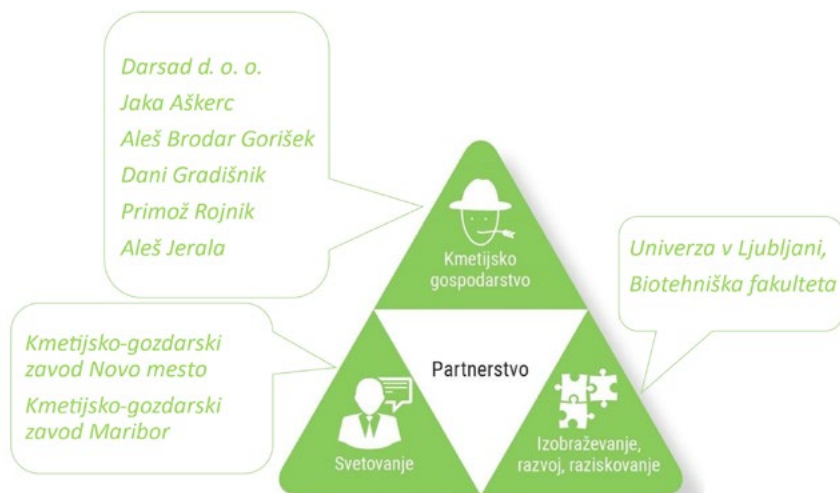
Sadjar se vedno znova spoprijema z velikim vprašanjem, kako ohraniti cvetove in plodiče pred pozebo. V boju proti pozebi se lahko poslužujemo različnih načinov zaščite (slika 1).



*Slika 1: Sadjar pred težko odločitvijo, kateri način boja proti pozebi izbrati*

Zaradi podnebnih sprememb, ki nam prinašajo vse pogostejše ekstremne dogodke, smo prijavi EIP-projekt (Evropsko inovativno partnerstvo) z naslovom »Tehnološke rešitve za zaščito visokokakovostnega pridelka pred negativnimi vplivi pozebe v sadovnjakih«, ki združuje kmete sadjarje, svetovalno službo in raziskovalno ustanovo (sliki 2 in 3).

Slika 2: Člani partnerstva  
EIP Pozeba: kmetje,  
svetovana služba in  
raziskovalna organizacija



Slika 3: Lokacije  
projektnih partnerjev  
na projektu »Tehnološke  
rešitve za zaščito  
visokokakovostnega  
pridelka pred negativnimi  
vplivi pozebe v  
sadovnjakih«



# 2 BIOSTIMULANTI IN NJIHOVA UPORABA V PRIDELAVI SADJA

Pridelava sadja je zaradi številnih razlogov postala zelo zahtevna kmetijska panoga. Med pomembnimi so: zelo visoka pričakovanja kupcev glede kakovosti, učinki globalizacije v obliki presežkov sadja na trgu in konstantnega konkurenčnega nižanja cen, neugodne razmere pridelave zaradi podnebnih sprememb ter velike potrebne naložbe za napravo in vzdrževanje nasadov. Zaradi omenjenih razlogov je verjetnost gospodarskih neuspehov pri pridelavi sadja precejšnja.

Velik, stalen in kakovosten pridelek je zagotovilo za ekonomsko varnost sadjarja. Da ga zagotovimo, moramo v pridelavo vključevati veliko fiziološko delujočih snovi, s katerimi skušamo sadnim rastlinam pomagati, da so fiziološko stabilne in rodne. Večina snovi, ki jih uporabljamo za ta namen, sodi v kategorijo gnojil in biostimulantov. Del teh snovi je namenjen izboljševanju rodovitnosti tal, ki je tudi zelo pomembna za gospodarski uspeh.

## 2.1 FORMALNI STATUS BIOSTIMULANTOV PO EVROPSKI ZAKONODAJI

Formalni status biostimulantov so pred kratkim skušali urediti z direktivo EC fertiliser – Evropska direktiva o gnojilih (EC 2019/1009). Z njo so zelo natančno razmejili pripravke, ki jih uvrščamo v kategorijo gnojil, fitofarmaceutskih sredstev, osnovnih snovi za ekološko pridelavo in v skupino biostimulantov. V okviru direktive o gnojilih biostimulante uvrščamo v funkcijski kategoriji PFC 6 A (mikrobni biostimulanti) in PFC 6 B (nemikrobni biostimulanti; BI – rastlinski nemikrobni biostimulanti, BII – anorganski nemikrobni biostimulanti).

V preteklosti so bili uporabniki biostimulantov večkrat nezadovoljni, ker po uporabi pripravkov, deklariranih kot biostimulanti, ni bilo vidnega učinka. Na trgu je bila množica pripravkov, v glavnem različnih gnojil, ki so jih deklarirali kot biostimulante, po učinku pa niso bili to. Zdajšnja zakonodaja je prek standardov testiranja v predregistracijskem postopku zagotovila, da morajo biti pripravki



testirani po znanstvenih metodah dokazovanja učinkovitosti. Trditve glede učinkovanja se testirajo za vsako testirano gojeno rastlino ločeno v predpisanem številu poskusov v zavarovanem prostoru in naravi. Potrebno je dokazovanje spreminjanja koncentracij različnih rastlinskih presnovkov (metabolitov). Nove generacije biostimulantov temeljijo na zelo ciljanem poseganju v presnovne procese v rastlinah, pri proizvodnji pa vključujejo veliko dognanj iz biotehnologije. Postopek registracije in nadzora kakovosti zagotavlja tudi varnost, da biostimulanti ne vsebujejo škodljivih organizmov ali snovi. Sistem certifikacije in registracije je vseevropski, kar omogoča, da pripravke z ustreznimi certifikati lahko kupujemo na celotnem trgu EU in jih uporabimo v Sloveniji. V Sloveniji ne izvajamo postopkov registracije biostimulantov po nacionalni zakonodaji.

Pri uporabi biostimulantov naj ne bi izpostavljali zatiralnih učinkov proti povzročiteljem bolezni rastlin ali škodljivcem. Številni biostimulanti imajo tudi stranske učinke pri zatiranju škodljivih organizmov, a tega pri marketingu ne smemo izpostavljati, lahko pa stranske učinke v praksi s pridom uporabimo. Pri pripravkih na podlagi mikrobov, mineralov, izvlečkov iz alg in drugih ni mogoče popolnoma razmejiti običajnih biostimulativnih učinkov od učinkov zatiranja škodljivih organizmov. Pogosto se na trgu pojavijo pripravki, ki so deklarirani kot biostimulanti, a se iz sestave vidi, da vsebujejo snovi ali organizme, ki so v nekaterih fitofarmaceutskih sredstvih. Tudi na našem trgu so takšni primeri, na primer pripravki na podlagi bakterij rodu *Bacillus*, gliv rodu *Trichoderma*, hitosana ali na podlagi bakrovih spojin.

Glede možnosti uporabe biostimulantov v ekološki pridelavi se ločeno izvajata presoja in postopek podelitve ekocertifikata. Čeprav biostimulanti večinoma vsebujejo toksikološko malo tvegane snovi, uporaba biostimulantov v ekološki pridelavi ni samoumevna, tudi če ima pripravek EU-certifikat po direktivi EC 2019/1009. Lahko so zadržki zaradi izvora surovine, lahko so zadržki glede vsebnosti hormonov, kovin ali celo nekaterih vrst mikroorganizmov, ki so lahko gensko spremenjeni.

## 2.2 MEHANIZMI UČINKOVANJA BIOSTIMULANTOV

Biostimulanti posegajo v številne fiziološke cikle gojenih rastlin, spremenijo njihovo odzivanje na okoljske dejavnike (stresne in nestresne) ter spremenijo tudi interakcije med rastlinami in koristnimi ali škodljivimi mikro- in makroorganizmi. V direktivi EC 2019/1009 so biostimulanti opisani kot gnojilni proizvodi z oznako CE, ki spodbujajo hranilne procese rastline, neodvisno od vsebnosti hranil v proizvodu, katerega edini cilj je izboljšati eno ali več naslednjih značilnosti rastline ali rasti razmer: a) učinkovitost rabe hranil; b) toleranco na abiotični stres; c) kakovostne lastnosti kmetijskih rastlin ali č) dostopnost hranil za rastlino in sposobnost rastline za sprejem hranil.

Biostimulanti – fiziološko gledano – povečujejo ali zmanjšujejo aktivnost specifičnih encimskih sistemov ter s tem uravnavajo hitrost in smer presnove, lahko tudi tip presnovkov, ki nastanejo. Poleg sprememb v encimski kinetiki se lahko očitno spremenijo morfološka struktura tkiv ter razmerja med opornimi, prevodnimi in založnimi tkivi. Biostimulanti lahko ciljno delujejo na posamezen organ rastline (npr. na cvetove, korenine ...) ali celovito na celotno rastlino. Pomembno je obrambno delovanje proti škodljivim snovem iz stresnega metabolizma, običajno označenih kot ROS (angl. reactive oxygen species; reaktivne kisikove spojine). Reaktivne kisikove spojine, ki nastanejo med stresnimi dogodki, povzročajo poškodbe različnih delov celice (membrane, fotosintetski aparat ...). Biostimulanti zmanjšajo obseg nastajanja reaktivnih kisikovih spojin ali pa povečajo obseg njihove razgradnje. Tako varujejo celice pred poškodbami. Veliko biostimulantov spreminja mikrobiom rastline. Pod izrazom mikrobiom označujemo združbo mikroorganizmov, ki živijo z rastlinami v prostorsko in metabolno povezani skupnosti ter imajo med seboj veliko interakcij. Biostimulanti spreminjajo interakcije med njimi v smeri, da je sodelovanje med njimi učinkovitejše, na primer, da so mikrobi in rastline bolje prehranjeni.

## 2.3 NAMEN UPORABE BIOSTIMULANTOV

Biostimulante lahko uporabimo z različnimi tehnološkimi nameni. Te lahko razdelimo v naslednje skupine:

- predstresni priming;
- postresna uporaba za regeneracijo po poškodbah;
- povečevanje kakovosti pridelka pri velikih pridelkih;
- posebni fiziološki učinki pri plodovih in povečevanje skladiščne sposobnosti sadja;
- povečevanje sprejema in izkoristka vode in hranil;
- podpora organizmom za biotično varstvo;
- posredno delovanje na škodljive organizme;
- zmanjševanje porabe kemičnih fitofarmaceutskih sredstev.

### 2.3.1 Predstresni priming

Angleški izraz priming lahko prevedemo kot fiziološka priprava – usposobitev rastline na neki fiziološki stresni dogodek. Biostimulante uporabimo dovolj časa pred stresnim dogodkom (pozebo, sušo, točo, poškodbo od kemikalij ali škodljivcev ...). Pripravke lahko pred stresnim dogodkom uporabimo enkrat ali večkrat zaporedoma. Oceniti moramo potreben čas, da učinkovine pripravka prodrejo v rastlino, se po njej porazdelijo in da rastlina oblikuje obrambne snovi. V praksi je tako zelo pomembno časovno obdobje med aplikacijo biostimulantov in pozebo pri tretiranjih za omilitev pozebe poganjkov pa tudi cvetov sadnih rastlin. V poletnem času imamo pogosto visoko temperaturo, ustavitev produkcije asimilatov ter sončni ožig na listju in plodovih. Takrat preventivno večkrat uporabimo pripravke s termoin z ozmoregulacijskimi učinki. To so mešanice učinkovin, kot so: Si, Zn, B, Mn, hitosan, alge, minerali glin in druge. Za nekatere izmed teh pripravkov trdijo, da lahko znižajo temperaturo organov rastlin za nekaj stopinj (npr. pripravek Estive (Agronutrition, Francija), Xedasun (Xeda, Italija)). Pred visoko vročino lahko naneseemo antirespirante, pripravke za zmanjšanje izgube vode iz rastline (npr. Tranlow (Xeda, Italija)). Stres je lahko tudi neugodno hladno vreme med cvetenjem, ki sicer ne poškoduje cvetov, zelo pa poslabša oploditev in poveča obseg trebljenja plodičev pozneje; lahko se še bolj izrazi izmenična rodnost. Nanos biostimulantov pred cvetenjem je tudi značilen primer predstresnega priminga. Za izboljšanje oploditve uporabljamo biostimulante na podlagi alg, mineralov in aminokislin.

### **2.3.2 Postresna uporaba za regeneracijo**

Uporaba biostimulantov po stresnem dogodku (npr. po pozebi, neurju, toči, poškodbah od kemikalij ...) je zelo pogosta. Tudi v tem primeru je pomembno, da posredujemo z učinkovinami, ki hitro vstopajo v rastlinske organe in so po možnosti predgradniki (prekursorji) snovi, ki jih rastlina potrebuje za sanacijo poškodb (npr. prostodostopne aminokisliline). Razlike med pripravki v učinkovanju v postresnem obdobju so lahko velike. Če vnesemo veliko prekursorjev visoko izgrajene stopnje, bo rastlina hitro, z majhno porabo energije, oblikovala gradnike za rekonstrukcijo poškodovanih tkiv. Regeneracija rastline bo hitra in izguba pridelka bo zmerna, majhna, odvisno od stopnje poškodb tkiv.

### **2.3.3 Povečevanje kakovosti pridelka pri velikih pridelkih**

Kadar ciljamo na velike pridelke, lahko pričakujemo, da del plodov ne bo izpolnjeval zahtevnih kakovostnih meril. Da zmanjšamo delež drugorazrednih plodov, moramo ukrepati preventivno, lahko že po cvetenju, ko imamo fazo intenzivne delitve celic, in tudi večkrat pozneje, ko imamo fazo povečevanja volumna celic in medceličnih prostorov. Običajno deleža manj kakovostnih plodov ne moremo spremeniti s poznim ukrepanjem tik pred obiranjem, čeprav na trgu ponujajo tudi pripravke za hitro izboljševanje barve in povečevanje sladkorne stopnje plodov pred obiranjem. Nekateri so omenjeni v naslednjem poglavju, tj. Posebni fiziološki učinki pri plodovih in povečevanje skladiščne sposobnosti. Zanimivi so pripravki, ki omogočajo hitro debelitev plodov po prvem obiranju.

### **2.3.4 Posebni fiziološki učinki pri plodovih in povečevanje skladiščne sposobnosti**

Zaradi neuravnoveženega odvzema hranil in neenakomerne preskrbe z vodo imamo lahko v plodovih ozmoregulatorne in ozmotranslokacijske defekte ter posledično primanjkljaj nekaterih hranil v opornih in založnih tkivih (Ca, Mg, K, Si ...). Plodovi lahko pokajo (pogosto češnje) ali pa imajo premajhno trdoto (tudi pečkarji). Številni biostimulanti lahko povečajo elastičnost povrhnjice ter spremenijo osmotske potenciale v celicah opornih in založnih tkiv. To poveča skladiščno sposobnost in manipulacijsko trdnost pri transportu do tržne police.

Nekaj primerov pripravkov s tovrstnim delovanjem: Optysil longlife (Intermag), N-Balancer (Stoller), Fulvin (Biofa), Sweetsei (Seipasa), Benefit (Valagro) in Dulzee (Artal). Pripravki za omejevanje pokanja plodov so na primer: Lalstim osmo (Lallemand), Greenstim (Miller), Diaglutin Ca (Biofa), Parka (Cultiva), No Break (Ilsa), Betazyme (Kimitec).

Med novejšje uporabe biostimulantov štejemo uporabo z namenom pospešitve dozorevanja plodov, predvsem pa povečanja enakomernosti dozorevanja plodov (npr. pripravke Sweet (Valagro) in Artalmax fruit (Artal)). Prvi učinek omogoča hitrejši nastop na trgu, drugi pa lahko zmanjša število potrebnih prehodov za obiranje. Obiraje z velikim številom prehodov je danes ekonomsko neugodno, ker je delovna sila draga in ker je storilnost majhna, če mora obiralec preveč intenzivno iskati plodove, ki so ali pa niso primerni za obiranje. V porastu so pripravki za povečanje obarvanosti plodov v razmerah vročega poletja in jeseni. Vsebujejo prekurzorje antocianov ali pa blokirajo razpadanje antocianov (npr.: Cromar (Lida), Colorsave (Lida), Ilsa Kolorado (Ilsa), Basfoliar Colour (Compo Expert), Sunred (Biolchim)). Uveljavljajo se pripravki za povečanje učinkovitosti delovanja prevodnih sistemov zgodaj spomladi pred cvetenjem, da je povečan dotok hranil do cvetov (npr. Vitem Fertina in Brotaverd (Rovensa Next)).

### **2.3.5 Povečevanje zajema in izkoristka vode in hranil**

Trditev, da biostimulanti povečajo zajem vode in hranil ter povečajo njihov izkoristek, je pri biostimulantih precej pogosta, a doseganje tega učinka ni preprosto, če pomislimo na fiziološka ozadja v rastlini. Povečan zajem vode in hranil zagotovimo, če spremenimo korenine in tla (fizikalno-kemično in mikrobn). Za ta namen uporabljamo biostimulante na podlagi mešanic huminskih kislin, mikrobov (tudi mikoriznih), proteinov, alg, klinoptilolitov in hitosanov (npr. Megafol (Syngenta), Osmovell plus (Vellsam), Batallon (Kimitech), Amalgerol Essence (Hechenbichler), Actiwave (Valagro)). Povečanje izkoristka vode in hranil je kompleksnejši učinek in pomeni, da pri neki porabi vode in hranil povečamo maso plodov ali vsebnost hranil v plodovih. Izkoristek lahko analiziramo na količino hranil, dodano ob gnojenju, ali pa analiziramo izkoristek iz zaloge hranil, ki je v tleh. Prav tako lahko pri vodi ločimo izkoristek vode, dodane ob namakanju, ali izkoristek vode iz zaloge vode v talnem kompleksu pri določeni stopnji poljske kapacitete. Zadnje je pomembno v suši, pri kateri biostimulanti lahko

omogočijo zajem vode, ko netretirane rastline vode ne morejo več zajeti, ker je premočno vezana na talne delce. Tukaj so pomembni mikrobní biostimulantí pa tudi tisti, ki vsebujejo huminske in fulvó kisline ter alge.

Praktična marketinška trditev je, da na račun povečanja zajema in izkoristka vode ter hranil zmanjšamo potrebo po namakanju in gnojenju. Pri intenzivni pridelavi moramo biti realni glede odvzema hranil in vode. Verjetno je skrajna meja, da lahko na račun večkratne uporabe biostimulantov (huminske kisline, mikrobi, podporni minerali ...) zmanjšamo porabo vode in gnojil do 30 % pri dobro založenih tleh in v povprečno sušnem poletju. Na ta obseg zmanjšanja pa potem opravimo primerjavo med stroški uporabe biostimulantov in vrednostjo prihrankov pri namakanju in gnojenju. Lahko pa imamo stresne razmere, ko imamo porušeno strukturo tal, neustrezen pH, nizko mikrobnó aktivnost in podobno, potem pa je uporaba biostimulantov omenjenega tipa še pomembnejša, da zagotovimo fiziološke minimume vsaj za povprečno intenzivno produkcijo sadnih rastlin. Fiziologi se veliko ukvarjajo z razmerjem med gmoto korenin, gmoto nadzemnih zelenih delov in gmoto plodov. Pri zelo intenzivni prehrani z vodotopnimi gnojili in ob intenzivnem namakanju je koreninski splet majhen ter večinoma precej malo učinkovit; korenine so v majhnem delu celokupnega volumna tal sadovnjaka. Takšna pridelava je energetske intenzivna (kategorizacija life cycle analysis). Če delujemo v smeri zmanjšanja porabe energije, vode in hranil, moramo povečati gmoto korenin, da se poveča odvzem iz večjega dela volumna tal. Za doseg tega cilja lahko uporabimo biostimulantske izboljševalce tal. Tudi pri sadnih rastlinah smo začeli mikrobnó listno gnojenje s pomočjo bakterij, ki se po nanosu naselijo v območju listnih rež ter iz zraka črpajo dušik in ga posredujejo rastlini. Primer je pripravek Bactim endofix (Intermag, Poljska), ki vsebuje bakterijo *Paenibacillus polymyxa*. Tudi takšni biostimulantí povečajo učinkovitost prehrane rastlin.

### **2.3.6 Podpora organizmom za biotično varstvo**

Za intenzivnejše izvajanje biotičnega varstva v sadjarstvu dajemo vedno več podpor, ker je sadje najbolj obremenjen živež z ostanki kemičnih fitofarmaceutskih sredstev. Uporabljamo različne mikrobe. Rezultati iz prakse kažejo na pogoste neuspehe pri uporabi mikrobov. Neuspehi so povezani tudi s slabim preživetjem nanosenih mikrobov

v tleh, na koreninah ali nadzemnih delih. Večkrat lahko z dodajanjem biostimulantov precej povečamo doseženo učinkovitost biotičnih pripravkov, saj damo mikrobom hrano in razmnoževalni prostor (bivanjski matriks). To dosežemo z aplikacijo alg (tla, nadzemni del) ter mešanice huminskih in fulvo kislin, proteinov, klinoptilolitov ter podobnih snovi (tla). Aplikacijo izvedemo malo pred aplikacijo mikrobov za biotično zatiranje ali skupaj z njo. To velja tudi za aplikacijo mikoriznih gliv, še posebej pri jagodičju.

### **2.3.7 Posredno delovanje na škodljive organizme in zmanjševanje porabe kemičnih fitofarmaceutskih sredstev**

S pogosto uporabo biostimulantov lahko v pomembnem obsegu zmanjšamo pojav bolezni in škodljivcev ter zmanjšamo frekvenco nanosov kemičnih fitofarmaceutskih sredstev. Povzročimo SAR (pridobljeno sistemsko odpornost, regulator salicilati) in ISR (sproženo sistemsko odpornost, regulator jasmonati). Povzročanje SAR in ISR ter na račun tega mogočo zmanjšano rabo fitofarmaceutskih sredstev smo ugotovili v številnih poskusih za testiranje 0-residue pridelave, pri kateri je pogosta uporaba biostimulantov omogočila 30-odstotno zmanjšanje porabe kemičnih fitofarmaceutskih sredstev. Z dodajanjem biostimulantov fitofarmaceutskim sredstvom lahko povečamo učinkovitost fitofarmaceutskih sredstev. Lahko spremenimo obstojnost obloge fitofarmaceutskih sredstev ali obseg prehajanja fitofarmaceutskih sredstev v rastlinske organe ali telo škodljivcev. Primer so učinki biostimulantov na podlagi alg ter aminokislin na delovanje kaptana, ditianona, spirotetramata, boskalida in drugih fitofarmaceutskih sredstev. Tako nekatere izkušnje kažejo, da dodajanje biostimulantov na podlagi alg in aminokislin pred cvetenjem povečuje delovanje kontaktnih fungicidov proti škrlupu in pepelasti plesni jablan. V povezavi s podnebnimi spremembami je treba opozoriti, da so naneseni biostimulanti hrana za saprofitne mikrobov, ki živijo na površju sadnih rastlin. Ti se lahko ob pogosti uporabi biostimulantov prerez množijo (na primer glive povzročiteljice sajavosti plodov). V poskusih smo ugotovili, da z aplikacijo nekaterih mikrobnih biostimulantov lahko zmanjšamo koncentracijo ostankov fitofarmaceutskih sredstev v plodovih ob obiranju.

## 2.4 DEJAVNIKI USPEHA/NEUSPEHA PRI UPORABI BIOSTIMULANTOV

Pri uporabi biostimulantov je zelo pomemben termin uporabe, ki je vezan na razvojno fazo gojene rastline, vremenske razmere ter na ustrezen časovni presledek med uporabo in stresnimi dogodki. Zavedati se moramo, da je za doseganje sprememb v fizioloških ciklih v rastlini potreben čas, običajno več dni. Če pripravke uporabimo tik pred stresnim dogodkom, ne bo polnega učinka. Lahko je tudi nasprotno: če pripravke uporabimo samo enkrat daljše obdobje pred stresom, lahko učinek izzveni pred nastopom stresnega dogodka. Tudi biostimulante naj bi kot fitofarmaceutvska sredstva aplicirali v optimalnih vremenskih razmerah. Če je poleti visoka vročina, se aplicira v nočnem času ali kmalu po dežju. Včasih je za vstop pomembna odprtost listnih rež. Pri nekaterih biostimulantih je pomembno, da imamo dobro aplikacijsko tehniko (npr. minerali in gline) ter da v poletnem času porabimo od 500 do 800 l vode na ha. Pri nanosih pred cvetenjem v hladnem in deževnem vremenu je dobro dodati nekatera za biostimulante prilagojena omočila (npr. alge in betaini), da aktivne učinkovine čim hitreje preidejo v mlade lističe. Pri teh, ki so škropljeni, uporabimo manj vode, od 150 do 200 l/ha. Pri ponudnikih je treba pridobiti informacije glede mešanja s fungicidi, posebej pri biostimulantih, ki imajo nizek ali visok pH. Aminokislinski biostimulanti naj se ne bi mešali z listnimi gnojili Ca in žveplovimi fungicidi.

V povezavi z ekonomiko je potrebna natančna presoja ekonomske smiselnosti uporabe biostimulantov. To je zahtevna presoja, ki upošteva obseg učinkov (npr. povečanje pridelka ali deleža plodov prvega razreda), razmerja cen pridelkov in cen biostimulantov. Včasih se izkaže, da je pripravek sicer učinkovit, a je preprosto predrag, relativno primerjano na nizko ceno sadja. Dodatno moramo presoditi, ali je učinek biostimulantov vezan samo na eno rastno dobo ali bo učinek tudi v naslednji rastni dobi (na primer učinek na povratno cvetenje).



## 2.5 VRSTE BIOSTIMULANTOV GLEDE NA SESTAVO PRIPRAVKOV

### 2.5.1 Pripravki iz alg

Uporaba biostimulantov iz alg ima zelo dolgo tradicijo. Pripravki so koktajli iz mikro- in makrohranil, kompleksnih ogljikovih hidratov (med drugim: manitol, sorbitol, trehaloza), hormonov, organskih kislin (npr. alginska kislina in njene soli alginati) in številnih drugih učinkovin. Izvirne surovine (vrste alg) so zelo različne in tudi postopki priprave pripravkov so zelo različni. Poznamo veliko postopkov, kot so: encimska, kislinska, alkalna hidroliza, mikrobnna fermentacija, ekstrakcija s pomočjo mikrovalov, ultrazvoka, hiperkinetičnih tekočin in drugi. Praktično pomembno je, da vemo, da pri postopkih z visoko temperaturo ob uporabi močnih kislin in lugov pride do uničenja številnih fiziološko aktivnih snovi in ostanejo le hranila. Če želimo doseči fiziološke učinke, ozmoregulatorne, hormonske ali protistresne narave, moramo ohraniti izvirne učinkovine. Največ varovalnih učinkovin imajo alge, ki uspevajo v ekstremnih razmerah dnevnega spreminjanja okoljskih razmer (temperatura, slanost, svetloba (UV), dostop kisika ...). Alge, ki se razvijajo v stabilnem okolju, imajo manj varovalnih učinkovin. Postopki priprave imajo značilen učinek na ceno pripravkov. Pomembni so tudi za pridobivanje ekocertifikatov. Pripravki z majhno vsebnostjo suhe snovi, z nizkim ali zelo visokim pH, z majhnim deležem ozmoregulatornih snovi (alginska kislina, manitol ...) niso kakovostni. Značilne predstavnice alg so: rjave alge (*Laminaria*, *Ecklonia*, *Fucus*, *Ascophyllum*, *Sargassum*, *Ralfsia*, *Padina*, *Durvillaea*, *Macrocystis*, *Hydroclathrus*), rdeče alge (*Porphyra*, *Cyanidium*, *Acanthophora*, *Gracilaria*, *Leurencia*, *Lithothamnium* – apnenčaste alge), zelene alge (*Ulva*, *Caulerpa*, *Codium*) in veliko novih vrst mikroalg (*Chlorella*, *Acutodesmus*, *Scenedesmus*, *Dunaliella*, *Spirulina* in *Calothrix*). Pripravki iz alg rodu *Ascophyllum* imajo visoke koncentracije hormonov in so dobri za predstresno uporabo (pred pozebo in sušo). Izrazito pospešijo razvoj korenin in odvzem hranil. Pripravki iz alg rodu *Ecklonia* imajo velike koncentracije antioksidantov in so dobri za priming pred poletno vročino. Pripravki iz alg rodu *Laminaria* imajo zelo velike vsebnosti mikroelementov, ozmoregulatornih snovi in izrazit zaviralni učinek na povzročitelje bolezni. Omogočajo cvetenje v neugodnih razmerah. Pripravki iz alg rodu *Fucus* imajo močen hormonski učinek na delitev celic in povzročajo bujno vegetativno rast za formiranje rodnega lesa. Alge rodu *Lithothamnium* so biostimulanti, bogati s kalcijem.

Pomembne snovi v pripravkih iz alg so različni ogljikovi hidrati: alginati, karagenani, fukoidini, laminarini, manitol, trehaloza in steroli, kot je fukosterol. Ti ogljikovi hidrati imajo večplastni učinek SAR in ISR za varstvo rastlin, vplivajo na gradnjo povrhnjic, spreminjajo vodni režim v tkivih (ozmoregulatorno hidrogeliranje tkiv), spreminjajo vodno-zračni režim v rizosferi, povečujejo mikrobnost aktivnost v rizosferi ter učinkovitost odvzema hranil pri rastlinah in podobno. Pogosta uporaba pripravkov iz alg je protisušni priming, ker imajo snovi iz alg ozmoprotektivni učinek (angl. Osmoprotectant effect). Rastlino pripravijo na sušni in temperaturni stres. Delujejo tudi neposredno zaviralno na razvoj gliv z motenjem gradnje celičnih sten in aktinskih organelov (npr. laminarini). Nekaj značilnih pripravkov iz makroalg: Phylgreen, Algoplazmin, AlgoVital, Algomin, Algaren, ExcelGrow, Goëmar BM86, Vitanica, OceanGreen, Alga95, Bioalgen, Almar, Prestress, GHE BioWeed, Fitoalgen, Plagron Alga, Kelpak, Algimag, Maxicrop in Wuxal Ascofol.

V porastu je ponudba pripravkov iz mikroalg. Surovino za pripravke iz makroalg običajno jemljemo iz morij, medtem ko mikroalge gojimo v industrijskih obratih v bazenih. Sestava pripravkov je različna od tiste pri makroalgah. Lahko imajo povečano vsebnost varovalnih snovi proti strupenim snovem. Primeri takšnih pripravkov so: Basfoliar Spyra SL (Compo, EU) in Agrafert Eco in Biofat 600 (Biorizon, Španija). Pripravke iz mikroalg pridelujejo na različne načine s kontrolo nad dodanimi hranili in jih mikrobnost fermentirajo. Tako po eni strani dobimo fiziološko delujoče učinkovine iz alg in po drugi strani snovi iz metabolizma dodanih mikrobov. Večinoma imajo pripravki iz mikroalg nižjo ceno in še bolj specifično uporabo glede na dodane sestavine. Takšne pripravke lahko uporabljamo tudi kot omočila ali imajo celo kontaktno insekticidno delovanje (primer je pripravek AgriBest plus (Biorhizon, Španija)).

## **2.5.2 Pripravki na podlagi aminokislin in proteinov**

Pripravki na podlagi aminokislin in proteinov – peptidov sodijo med najpogosteje uporabljane za nanos pred stresnimi dogodki in po njih. Surovina za izdelavo je lahko rastlinskega ali živalskega izvora. To je pomembno pri ekološki pridelavi, pri kateri ne želijo uporabljati biostimulantov živalskega izvora. Aminokislinske pripravke pripravijo s kemičnim, z encimskim ali mikrobnim razkrojem surovine ali pa jih kemijsko sintetizirajo. Pomembno je, da pri postopkih dobimo čim več

prostih L-aminokislin (levosučnih po optični izomeriji). D-aminokislina slabo vstopajo v rastlinske organe in so težavne za metabolizem. Med biostimulanti rastlinskega ali živalskega izvora so številne razlike. Prva je, da se pripravki rastlinskega izvora proizvajajo pri nižji temperaturi in v manj kemično agresivnih postopkih, kar omogoča ohranitev nekaterih fiziološko aktivnih rastlinskih učinkovin pa tudi dela termično nestabilnih aminokislin. Tega ohranjevalnega učinka pri pripravkih živalskega izvora ni, ker imamo visokotemperaturne kemijsko agresivnejše postopke priprave. Pripravki živalskega izvora lahko vsebujejo veliko Na in Cl ter lahko pri preveč pogosti uporabi ovirajo rast in razvoj tretiranih rastlin (fitotoksičnost). Razlike med obema skupinama so v razmerju med prostimi aminokislin in proteini ter v razmerju med različnimi vrstami aminokislin. Pripravki iz rastlinskih surovin imajo večji delež proteinov in manjši delež prostih aminokislin. To je pomembno vedeti, saj proteini skozi korenine, liste in plodove vstopajo le v majhnem obsegu, aminokislina pa hitreje in v veliko večjem obsegu. Rastlinski pripravki so dobri za nanos na korenine, za prehrano koristnih organizmov, za biotično varstvo in za drugi del rastne sezone pred obiranjem. Hitrost delovanja pripravkov rastlinskega izvora je manjša. Pripravki živalskega izvora imajo malo proteinov in večji delež prostih aminokislin (predvsem tistih termostabilnih), kar zagotavlja hitrejše delovanje pred stresom in po njem. Tako dajejo pripravki živalskega izvora pri predpozornem tretiranju boljše rezultate kot pripravki rastlinskega izvora. Pripravki rastlinskega izvora imajo običajno več arginina, asparagina, aspartata, lizina, histidina, valina, glutamina, pripravki živalskega izvora pa več prolina, hidroksprolina, glicina, cisteina, serina, tirozina in metionina. Če upoštevamo fiziološki pomen posamezne aminokislina, lahko prognoziramo razlike med učinki rastlinskih in živalskih pripravkov. Praktično je pomemben tudi delež aminokislin, iz katerih nastanejo hormoni (npr. triptofan za avksine, metionin za etilen in arginin za poliamine). Vloga posameznih aminokislin je izrazito večplastna. Nekaj pomembnih učinkov je prikazanih v preglednici 3.

<b>Aminokislina</b>	<b>Fiziološki metabolni učinek</b>
<b>Alanin</b>	Pospešuje gradnjo klorofila in je regulator intenzivnosti fotosinteze
<b>Fenilalanin</b>	Predstopnja barvil (npr. antocianov), nastajanje salicilatov
<b>Aspartanska kislina</b>	Delovanje korenin in regulacija odvzema hranil
<b>Arginin</b>	Pospeševanje razvoja korenin in sinteza hormonov rasti – avksinov, indukcija cvetenja
<b>Glicin</b>	Regulacija fotosinteze, gradnja klorofilov, gradnik obrambnih snovi pred stresom, formiranje kelatnih kompleksov za nevtralizacijo škodljivih snovi, regulator vegetativne rasti, regulacija sinteze vitaminov
<b>Glutaminska kislina</b>	Regulacija protistresnih obrambnih odzivov, regulacija ozmotske homeostaze celic, sinteza obrambnih snovi, regulacija delovanja fotosinteze, predstopnja drugih aminokislin in regulator transporta aminokislin, regulator vegetativne rasti, regulacija odpiranja listnih rež
<b>Lizin</b>	Predstopnja drugih aminokislin, regulacija vgradnje hranil v tkiva, regulacija opraitve cvetov
<b>Metionin</b>	Metabolizem etilena in hormonov poliaminov, zorenje plodov, regulacija opraitve in zavezanosti cvetov
<b>Prolin</b>	Regulacija cvetenja in oploditve, preprečevanje in blažitev abiotnega stresa, regulator postresne obnove, omejevanje pokanja plodov
<b>Serin</b>	Predstopnja glicina in betainov, regulacija sušnega in termičnega stresa, regulacija porabe vode
<b>Valin in leucin</b>	Predstopnja aromatskih obrambnih spojin
<b>Tirozin</b>	Nastajanje obrambnih snovi – fitoanticipinov
<b>Triptofan</b>	Nastajanje avksinov in obrambnih fitoaleksinov

*Preglednica 3: Pregled učinkov nekaterih aminokislin*

Proteinske in aminokislinske gradnike običajno spremlja še več drugih dušikovih spojin, kot so poliamini in glicinski derivati (npr. betain = trimetil glicin). Proteini in spremljajoče dušikove snovi so predstopnje pomembnih obrambnih snovi proti fiziološkemu in kemičnemu stresu. V kombinaciji z algami pri preventivni uporabi rastline tvorijo veliko količino obrambnih snovi ob majhni porabi energije. Dodane dušikove snovi in aminokislinske so prekurzorji obrambnih snovi. Če so rastline poškodovane od dejavnikov stresa, herbivorov in povzročiteljev bolezni, začnejo oblikovati obrambne snovi. Če ni priminga s pripravki iz aminokislin, prizadete rastline za sintezo obrambnih snovi porabijo več časa in več energije. Počasneje okrevajo in z zamudo izgradijo nove nadomestne organe. Tovrstne pripravke uporabljamo preventivno, predstresno, pa tudi kurativno, postresno. Nekatere aminokislinske, npr. prolina in betain, lahko neposredno nevtralizirajo proste radikale, ki nastajajo v stresnih razmerah (npr. suša in mraz, slanost, izpostavljenost težkim kovinam, poškodbam od herbicidov). Pred nakupom pripravka moramo torej vedeti, katere aminokislinske so pomembne za doseganje nekega učinka (cvetenje, regeneracija po stresu, barvanje plodov, aroma plodov ...), in potem kupimo tistega, ki ima povečano vsebnost zelenih aminokislin. Pogosto iščemo pripravke s povečano vsebnostjo glicina, lizina, serina, prolina, arginina, asparagina in drugih. Pri finančni presoji preverimo skupno količino N (5–20 %) in skupno količino prostih aminokislin (10–40 %). Večje kot so vsebnosti, ugodnejši je pripravek. V drugem delu rastne dobe moramo presoditi potrebo po N in koliko N bomo vnesli z biostimulanti.

Primeri pripravkov živalskega izvora so: Delfan Plus, Aminopool (Protan), Protifert LMW, Drin, Folwin. Primeri pripravkov rastlinskega izvora so: AminoVital (Biofa), Trainer, Aquamin, Lisiveg, Vegamin, Etamin, Megastym Xeda. Primer kompleksnih pripravkov z drugimi učinkovinami: Amalgerol Essence (Hechenbichler) in Bombardier in Betazime (Kimitec).

### **2.5.3 Pripravki na podlagi fulvo in huminskih kislin**

Huminske in fulvo kisline so snovi, ki so rezultat zadnje stopnje razgradnje organske snovi, nastale iz odmrlih organizmov in polimerizacije med njimi. Po izvoru imamo fosilne materiale ali surovine iz zdajšnjih obdobij. Nastanejo v kemičnih procesih in skozi mikrobo aktivnost. Posamezne huminske kisline so lahko sestavljene iz več kot tisoč C-obročev, imajo molekulsko maso nad 100.000 Da

in so v glavnem delno vodotopne v bazičnem okolju. V strukturi imajo malo kisikovih atomov, ker nastanejo prek kondenzacijskih reakcij brez prisotnosti kisika. Fulvo kisline so sestavljene iz nekaj 100 C-obročev, molekulska masa je pod 100.000 Da ter so precej topne v bazičnem in kislem mediju. Imajo večji delež O-atomov, ker nastajajo v aerobnih procesih. Surovino za pripravke pridobivajo na šotiščih, močvirjih, v rudnikih mehkih lignitov (npr. leonardit) in nižjih stopenj rjavih premogov, iz komposta, komposta vermiko (deževniški kompost), kompostnih čajev in odpadnih organskih snovi, izpostavljenih biokemijski pirolizi. Izvorni substrat vpliva na razmerje med stotinami mogočih polimeriziranih oblik huminskih in fulvo kislin ter na masna razmerja med elementi C/N/O. Zelo pogosto pripravke pridobivajo z obdelavo leonardita s kalijevega lugom in tako dobimo kalijeve humate, ki imajo bazični pH (med 10 in 13) in so topni v vodi, kar omogoča, da so dober hranilni vir za rastline in mikrobe (primer pripravek Humistar). Pripravki na podlagi fulvo kislin imajo nizek pH. So vodotopni in svetlejša barva kot huminske kisline.

Huminske in fulvo kisline so primarno izboljševalci tal in koreninskega sistema. Izboljšajo razmere za razvoj korenin, dostopnost hranil, za razvoj koristnih rizosfernih mikrobov in podobno. Ponudba pripravkov na trgu je velika. Pripravke dodajamo predvsem ob sajenju nasadov ali na korenine, kadar ocenimo, da so tla slabo strukturna in mikrobnoma malo aktivna ter imajo majhen delež organske snovi. Huminske in fulvo kisline naredijo okrog korenin polimerizirano omrežje za izmenjavo snovi med mikrobi, rastlinami in adsorpcijskim kompleksom tal. Običajno huminskih in fulvo kislin ne apliciramo po nadzemnih delih. Fulvo kisline delno prehajajo skozi liste in jih lahko uporabimo za predstresni priming pred sušo. Poleg povečane učinkovitosti črpanja hranil imajo huminske kisline fiziološke učinke na sproščanje energije in metabolizem protistresnih polifenolnih snovi (npr. cikel fenilpropanoidov). Nekateri pripravki so mikrobnoma obogatena in imajo dodana osnovna hranila. Nekateri značilni pripravki iz te kategorije so: Humistar, AgroVerm, BioRiviter, Humko Vital, Batallon (koncentrirane fulvo kisline), Fulvin (fulvo kisline), Humin, Cronos 15, Cifoumic, HumiFlex, VermesFluid, Naturen, Humibest, NovaFermMulti, Biobizz Root Juice, G. O. Humic, Diamond Black, Fitofert humiflex, GHE Bio Root Plus, GHE Bio Worm, Hesi Root Complex in še desetine drugih. Delno lahko v to kategorijo uvrstimo tudi gnojila PRP.

## 2.5.4 Pripravki, ki vsebujejo mikroorganizme

Število mikrobnih biostimulantov hitro narašča. Vsebujejo koristne podporne ali simbiotske rizosferne (korenine) in filosferne mikrobe (nadzemni del). V angleškem jeziku uporabljajo izraza PGPBs (plant growth promoting bacteria) in PGPFs (plant growth promoting fungi). PGPBs razdelimo na filosferne in rizosferne bakterije. Rizosferne delimo na ektorizosferne (ob koreninah), rizoplanske (na koreninah) in na endorizosferne (v koreninah). Predstavniki komercialno pomembnih PGPBs so bakterije iz rodov *Bacillus*, *Rhizobium*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Enterobacter*, *Variovorax*, *Klebsiella*, *Pedobacter*, *Flavimonas* in *Serratia*. PGPBs delujejo tako, da sproščajo za rastline spodbujevalne snovi, hormone, na katere se rastline odzovejo, da kontrolirajo odvzem in dostopnost hranil in vode, da neposredno ovirajo razvoj patogenih gliv in bakterij ter podobno. Tako na primer bakterije *Bacillus polymixa* *B. megaterium*, *B. subtilis*, *B. circulans*, *B. sircalmous* sproščajo fosfor, vrsta *B. licheniformis* sprošča kalij in vrsta *Acinetobacter calcoacetus* cink. Veliko bakterij in gliv, ki jih najdemo v biotičnih fitofarmaceutskih sredstvih, najdemo tudi v biostimulantih. Večkrat gre za različne soje in varietete znotraj iste vrste. Tako imamo na primer pripravke, ki vsebujejo *Bacillus amyloliquifacines*, ki sodijo med fitofarmaceutska sredstva (npr. Taegro in Amylo-X), po drugi strani pa sodijo med biostimulante (npr. Rasti Soil Tonic E). Rasti Soil Tonic E je tudi repelent za strune.

Pogoste vrste koristnih bakterij v komercialnih pripravkih so: *Bacillus amyloliquifaciens*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. polymyxa*, *B. pumilus*, *B. subtilis*, *B. coagulans*, *Paenibacillus azotofixans*, *Azotobacter vinelandii*, *Bradyrhizobium japonicum*, *Pseudomonas fluorescens*, *P. putida*, *P. stutzeri*, *Rhizobium leguminosarum*, *Streptomyces albidoflavus*, *S. cellulosa*, *Brevibacillus laterosporus*, *Lactobacillus plantarum*, *Gluconacetobacter diazotrophicus* in številne druge. Pri sadnih rastlinah je predvsem aktualen nanos na sadike jagodičja. Primera pripravkov sta Baseos liq in Baseos endo (De Sangosse, Italija) ter Radisei TM (*B. subtilis*) (Seipasa, Španija).

Tudi glive iz skupine PGPFs lahko po mestu razvoja in učinkih razdelimo v podskupini endomikoriznih in ektomikoriznih gliv. Značilni predstavniki so mikorizne glive iz rodov: *Trichoderma*, *Glomus*, *Paraglomus*, *Chaetomium*, *Exophiala*, *Purpureocillium*, *Rhizopogon*, *Talaromyces*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Humicola*, *Pisolithus*, *Penicillium*, *Funneliformis*, *Phoma*, *Gliocladium*, *Curvularia*, *Ophiosphaerella*,

*Serendipita*, *Scleroderma*, *Gigaspora*, *Laccaria* in druge. Arbuskularne glive vrastejo njihove organe v notranjost korenin. Arbuskul je grmičast izrastek micelija v protoplazmo celic skorje korenin, ki omogoča izmenjavo snovi. Lahko bi ga primerjali s havstoriji pri parazitskih glivah. Imajo možnost pretakanja v okolici korenin zajetih snovi in v glivah sintetiziranih snovi v celice korenin rastlin. Hkrati sprejemajo hranilne snovi iz plazme celic korenin. Ko se vzpostavi mikoriza, poteka intenzivna izmenjava hranilnih in regulatornih snovi.

Pogoste vrste arbuskularnih endomikorozijskih gliv v komercialnih pripravkih so: *Glomus intraradices*, *G. fasciculatum*, *G. caledonium*, *G. constrictum*, *G. tortuosum*, *G. geosporum*, *G. etunicatum*, *G. clarum*, *G. mosseae*, *G. aggregatum*, *G. etunicatum*, *Paraglomus brasilianum*, *Rhizophagus irregularis*, *Acaulospora scrobiculata*, *Gigaspora margarita*, *G. gigantea*, *Chaetomium globosum* in veliko drugih. Pogoste vrste rizoplanskih bolj ektomikorozijskih gliv v komercialnih pripravkih so: *Acaulospora laevis*, *Dentiscutata heterogama*, *Rhizopogon villosulus*, *R. luteolus*, *R. amylopogon*, *R. fulvigleba*, *Pisolithus tinctorius*, *Scleroderma cepa*, *S. citrinum*, *Arthrobotrys oligospora*, *A. conoidus*, *Paecilomyces funosorozeus*, *P. lilacinus*, *Verticillium chlamyosporium*, *Trichoderma harzianum*, *T. lignorum*, *T. koningi* in veliko drugih. Ob vnosu mikorozijskih gliv se vedno priporoča uporaba huminskih kislin, ki so startna hrana za glive. Primeri pripravkov so: Condor, Tricom bio, Team microgranulo, Trichostar plus in Trichoimmun Danuba (*Trichoderma* sp.), Xedagreen (*Bacillus subtilis* + *Glomus* spp.), Lalrise Max Biofa (*Rhizophagus irregularis*), Activ soil nutrigena in Aegis (*Glomus* sp.), Tifi (*Glomus* sp. + *Trichoderma* sp.) in Camillo Xeda (*B. amyloliquifaciens* + *B. lentus*).

Biostimulante na podlagi naštetih bakterij in gliv je smiselno uporabiti v naslednjih primerih: ko sadimo sadne rastline v tla s strukturnimi težavami, z neustreznim kemijskim stanjem, imamo mikrobo neaktivna tla. Takšni biostimulanti so primerni za sadne vrste, pri katerih so težave z vzpostavitvijo naravne mikorize (npr. ameriške borovnice, haskap jagoda, kostanj, robide, maline, jagode). Uporabni so tudi za razmere, ko kmalu po izkrčitvi sadovnjaka ponovno sadimo enako sadno vrsto na isto mesto. Vnos je mogoč v sadilne jame, v mešanici z organskimi gnojili, na korenine pred sajenjem, z depozitorji granuliranih organskih gnojil in drugače.

V ekološki pridelavi so aktualni tudi pripravki, ki jih uporabimo za pospešitev razkroja odpadlega listja, da prekinemo razvojni krog gliv.



Primer je pripravek Bactim leaves (Intermag, Poljska) ali pripravki iz palete EM (efektivni mikroorganizmi) slovenskega ponudnika Micronatura (npr. EM terra active). Mikrobo je mogoče uporabiti tudi proti termičnemu stresu. Tako imamo na voljo pripravka Antiheat (*Thiobacillus* sp.) in Ultra V (*Brevibacterium* sp.), ki pri preventivni uporabi preprečujeta nastanek sončnega ožiga. V rastline vnesemo bakterijske metabolite, ki spremenijo metabolizem rastline, da je manj občutljiva za visoko temperaturo.

### 2.5.5 Pripravki na podlagi mineralov in glin

Pripravke na podlagi mineralov lahko razdelimo na takšne, ki imajo posamezne raztopljene minerale, mešanice raztopljenih mineralov, mešanice mineralov, vezanih na nosilce (npr. EDTA), mikronizirane ali koloidizirane kristalne strukture (npr. minerali glin, minerali Si in Ca-Mg ter podobno). Pri veliko pripravkih težko razmejimo med gnojili in biostimulanti.

Praktično pomembna je dejanska sposobnost prodiranja minerala v rastlinska tkiva in mobilnost po listju ter v notranjost plodov. Uporabimo jih za različne namene: za povečevanje trdote plodov in stabilnosti mesa plodov, blaženje sušnega stresa, preprečevanje sončnih ožigov, povečanje izkoristka namakalne vode, povečanje obarvanosti plodov in posredno za zatiranje škodljivih organizmov. Mineralni biostimulanti imajo pogosto repelentno (odvračalno) delovanje proti škodljivcem. Pri uporabi v času blizu obiranja so ob obiranju vidne obloge lahko moteče, ker odvrtajo potrošnika od nakupa. Pojavijo se težave s čiščenjem plodov pred prodajo.

Pomembna podskupina so minerali glin. V naravi poznamo številne uporabne alumosilikatne glinene minerale, ki so rezultat geološkega preperevanja kamenin in jih zato imenujemo sekundarni preperinski minerali. Osnovni gradnik je tetraeder  $\text{SiO}_4$ , ki se ob primesi Al ali Mg spremeni v dvoplastovit sloj; en sloj je plast iz tetraedrov  $\text{SiO}_4$ , komplementarna plast pa je iz oktaedrov  $\text{AlO}_6$ . Pripravke pripravijo v postopkih termične obdelave z dodajanjem kislin ali pa le s postopki mletja in z dodajanjem omočil. Pri termični kislinski obdelavi posežemo v medplastovne reže in spremenimo razdalje med podenotami. S povečanjem razdalj lahko v medplastne prostore vnesemo različne snovi, kot so žveplo, kovine (Al, Cu, Zn, Ti) in drugo. Te snovi se potem sproščajo iz pripravkov, ko se nahajajo na površju rastlin. Splošno znani

minerali te skupine so na primer kaolinit  $\{[(Al_2O_3)(SiO_2)_2] \cdot 2H_2O\}$ , illit, muskovit – MICA ( $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ ), talk – lojevec ( $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$ ), smektit, vermikulit, bentonit in klorit. Delci v pripravkih so nepravilnih oblik; na različnih regijah površine se izmenjujejo deli s pozitivnim ali z negativnim nabojem. Imajo srednje veliko izmenjalno kapaciteto za vezavo nabitih delcev. Vežejo vodo. Količina vezane vode je odvisna od razmerij med terataedričnimi in oktaedričnimi plastmi. Tako kaolin in talk dejansko ne vežeta vode, muskovit veže srednjo količino in bentonit veže veliko vode.

Pogosto minerale glin kombinirajo z rastlinskimi izvlečki, lahko pa tudi z mikrobnimi izvlečki. Opozoriti je treba, da so nekateri pripravki registrirani kot fitofarmacevtska sredstva ali kot osnovne snovi. Tistih, ki so fitofarmacevtska sredstva, ne smemo kupovati v drugih državah (npr. Surraund, ki vsebuje kaolin). V Sloveniji uporabljamo predvsem pripravke na podlagi kaolina (npr. Cutisan, Malusan) in talka – lojevca (npr. Invelop). Oba uporabljamo predvsem kot insekticida. Običajni kaolinitni pripravki imajo hidrofobni karakter – odbijajo vodo. Na s kaolinom poskropljenih rastlinah se voda ne zadržuje in spolzi dol. To lahko povzroči manjši obseg kalitev spor gliv ali pa prepreči razvoj bakterij, ki okužujejo cvetne organe. Kaolin v poletnem času nanašamo kot zaščito proti visoki temperaturi in UV-sevanju. Tako zmanjšamo sončne ožige. Aplikacija kaolina in talka vpliva na razvoj povrhnjic plodov. Zmanjšamo lahko pojave porjavitev povrhnjice plodov sadnih rastlin, če ju uporabljamo v zgodnjih stadijih razvoja plodov (tako imenovani kozmetični učinki). Zanimiv hranilni pripravek je muskovitna glina Aspanger. Vsebuje tudi dostopen kalij in nekatere mikroelemente (Mn in Ti). Uporabimo ga lahko na podoben način kot kaolin. Vnos Al v okolje je manjši kot pri uporabi kaolina.

Pri uporabi mineralov glin je treba opozoriti na nekatere učinke. Pri uporabi hkrati s fitofarmacevtskimi sredstvi lahko pride do učinka močne vezave fitofarmacevtskega sredstva na mineral glin. To lahko povzroči zmanjšanje učinkovitosti fitofarmacevtskega sredstva, lahko pa podaljša učinkovanje fitofarmacevtskega sredstva, ker upočasnjuje razpadanje in hkrati poveča količino ostankov ob spravilu. Kaolin slabo veže fitofarmacevtska sredstva, ker ima sorazmerno majhno izmenjalno kapaciteto, zato je zmanjšanje učinkovitosti fitofarmacevtskega sredstva majhno. V poletnem času ga uporabljamo za zaščito obloge fitofarmacevtskega sredstva pred UV-sevanjem. V trajnih nasadih uporabimo od 20 do 40 kg/ha. Kaolin nima velikega vpliva na spremembo pH škropilne brozge in površja rastlin. Z vidika

varstva pri delu moramo opozoriti na varstvo dihalnih organov. Pripravki vsebujejo zelo majhne delce, ki ob nanašanju in ob delu s tretiranimi rastlinami pridejo v dihala. Ker vsebujejo težke kovine (Al), to ogroža zdravje. Zaradi omenjenega razloga moramo pri delu na tretiranih površinah uporabljati maske za varovanje dihal. Pri pogosti uporabi mineralnih pripravkov lahko v sadovnjake vnesemo veliko Al. S tega vidika so v prednosti silikati Mg (npr. stevensit, sepiolit, talk), ki manj obremenijo sadovnjake z Al.

V sadjarstvu lahko uporabljamo tudi klinoptilolite. To so mineralne snovi iz skupine zeolitov, pridobljene z mletjem vulkanskega stekla. Po zgradbi so tetraedrični polimerni alumosilikati, grajeni iz enot  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  in  $[\text{AlO}_4]^{5-}$ , običajno skupno označeno kot  $((\text{K}, \text{Na}, \text{Ca}_{0,5})_6(\text{H}_2\text{O})_{20})$ . Imajo izjemo adsorpcijsko in ionsko izmenjalno kapaciteto; uporabimo jih lahko za čiščenje tekočin in živil. Ko jih naneseemo na površje rastlin ali v tla in v rastne substrate, dobimo različne učinke. Rastlinam okrepijo povrhnjice, spremeni se pH površja, površje se hitro osuši, zniža se temperatura površja. Imajo posreden toksičen učinek na glive in bakterije. Delujejo kot izjemno močni ionski sesalci. Iz celic gliv in bakterij pritegnejo tako velike količine ionov in vode, da porušijo celično ionsko homeostazo. Rečemo, da izsušijo micelije in celice bakterij. Eden prvih pripravkov iz te skupine je bil Fytocelan Bio. Veliko klinoptilolitnih pripravkov se uporablja v humani medicini in tudi kot prehranski dodatki v živinoreji za zmanjšanje prehranske obremenitve živali od mikotoksinov (npr. Tefiti granuliran zeolit, Zeolit – Meko, Zeo-Medic zeolit, Zeolit AB, Zeolite gold Xeda). Zeoliti se pogosto dodajajo v rastne substrate za gojenje jagodičja, saj povečajo mikrobovno aktivnost v tleh (primer Rasti Soil Tonic G (Metro)).

Druga pomembna podskupina so za rastline koristni elementi (angl. plant beneficial elements; Al, Si, Na, Co, Ti in Se). Ti za nekatere rastline neesencialni elementi imajo številne fiziološke učinke, ki povečajo obrambno sposobnost rastlin proti škodljivim organizmom in stresu. Pri rastlinah povzročijo spremembe v sestavi povrhnjice, v ritmu odpiranja rež, v strukturi plodovih lenticel, v pH površja rastline, v sestavi rizosferne in filiosferne mikroflore, v vodnih potencialih različnih tkiv in podobno. Posebej je vredno omeniti silicijeve spojine. Pri uporabi pripravkov na podlagi silicija želimo doseči fiziološki učinek glede trdnosti opornih tkiv, glede izrabe in zadrževanja vode ter povečati sproščanje energije v stresnih razmerah. Povečamo lahko odpornost povrhnjice, zmanjšamo izgube vode, zmanjšamo lahko negativne učinke nakopičenja težkih kovin (npr. Al pri nizkem pH

tal). Silicij lahko – podobno kot alge – povzroči hidrogeliranje tkiv, kar zmanjša poškodbe ob suši. V literaturi omenjajo učinek štita (angl. shield effect) in učinek zaviranja staranja plodov (angl. shelf life prolongation effect). S Si tretirana rastlina lažje prenaša visoko temperaturo in intenzivno UV-sevanje. Povečanje tvorbe silikatnih fitolitov v listih naredi listje manj okusno za herbivore. Klasična sodobna biostimulanta sta Optysil in Optysil longlife, ki sta formulirana tako, da Si lahko vstopa v rastline hitro in v velikem obsegu. V domačih poskusih smo v trajnih nasadih ugotovili zmanjšanje okužb od pepelovk, sive plesni in gliv povzročiteljic grenkih gnilob sadja.

Optysil je mogoče uporabiti tudi za predskladiščno tretiranje sadja in zelenjave. Pripravek sodi tudi med izboljševalce barve plodov ter med zaščitna sredstva proti sončnemu ožigu in pred pozebo. Med sorodne pripravke lahko uvrstimo: Siliplant, Megis, Kwars, Algasil, Lebosol, Zeme, kalijev silikat (AgroMedica) in Vitanica Si (Biofa), Mono-silicic. Največje prehajanje Si v rastlino imamo pri pripravkih, ki so v obliki ortosilicijeve kisline ( $H_4SiO_4$ ) in monosilicijeve kisline  $Si(OH)_4$ . Prehod v rastlino pri pripravkih, ki vsebujejo samo mikroniziran – koloidiziran  $SiO_2$ ,  $CaSiO_3$ ,  $MgSiO_3$  ali  $K_2SiO_3$ , je majhen. Silicijevi pripravki imajo pogosto visok pH in so težave pri mešanju z alkalno občutljivimi fitofarmaceutskimi sredstvi (npr. kaptan in organofosforni insekticidi). Omeniti je treba, da silicij ni gibljiv po floemu in da je prehod v ksilem vezan na vezavo na transporterje, zato ima formulacija pripravka velik vpliv, koliko od apliciranega Si rastlina dejansko privzame. Imamo določeno podobnost s težavami pri privzemu in transportu Ca in B. Kalcijevi pripravki so običajno klasificirani kot gnojila in je precej malo biostimulantov. V glavnem jih uporabljamo za izboljšanje skladiščne sposobnosti plodov in proti termičnem stresu – sončnemu ožigu. Primeri pripravkov na podlagi CaO in  $CaCO_3$  so: Xedasun, Purshade, Foliomax, Megis, Estive, Reflect spray, Omya pro sun, Foliastim Ca, Reflections in Parasol sun.

V skupini mineralnih pripravkov lahko omenimo še pripravke na podlagi titana (npr. Tytanit) in pravega srebra (npr. Argentovital), ki jih tudi uporabljamo pri nas. Pripravka nimata enakega učinka. Titan ima večplastno delovanje. Je protistresni regulator, povečuje učinkovitost delovanja fotosintetskega aparata, povečuje učinkovitost zajema hranil (izrazito Fe), okrepi trdnost rastlinskih povrhnjic, poveča kalivost semen in dolgoživost pelodov ter izboljša oprraševanje, ima ISR-učinke. V sadjarstvu je najbolj smiselna uporaba za izboljšanje oploditve cvetov. Titan sodi med težke kovine in velika letna uporaba

teh pripravkov z vidika onesnaževanja okolja ni dobro sprejeta. Sistematične analize tal kažejo, da se količine Ti v tleh povečujejo zaradi zračnih sedimentov iz okolij z industrijo, ki proizvaja titanove spojine (npr. barve). Pripravki na podlagi srebra imajo podobne učinke kot pripravki Si. Argentovital ima neposredni zatiralni učinek na nekatere glive in bakterije pa tudi SAR-učinke. Argentovital je uporaben za preprečevanje bakterijskih okužb cvetov sadnih rastlin in povečanje obarvanosti plodov. Dober partner za pripravo pripravkov so zeoliti, ki zagotovijo postopno sproščanje srebra na površju rastlinskih organov.

### 2.5.6 Rastlinski izvlečki in snovi s hormonskimi učinki

Tradicionalna oblika biostimulantov so tudi izvlečki iz rastlin. V preteklosti so se zelo uveljavili izvlečki iz kopriv (npr. Kugel urtica) in preslice (npr. *Equisetum plus* (Biofa)). Tovrstne pripravke danes uvrščamo med osnovne snovi za ekološko pridelavo in formalno niso biostimulanti. Pri njih je bil poudarek na delovanju proti škodljivim organizmom, pri sodobnih pripravkih rastlinskega izvora pa je poudarek na fizioloških protistresnih učinkih. Učinke rastlinskih biostimulantov lahko primerjamo z učinki biostimulantov iz alg. Učinkovine, ki delujejo, so na primer kompleksni polisaharidi (npr. oligogalaktouronidi), vitamini, terpeni, betaini, flavonoidi, karotenoidi, laktoni, kinoni, eterična olja, lignini, saponini, lignosulfonati in številne druge spojine. Biostimulanti rastlinskega izvora lahko vsebujejo veliko učinkovin, ki vstopajo v metabolizem hormonov ali imajo hormonom podobne učinke (pseudohormoni). Takšne snovi so tudi v biostimulantih, ki jih dobimo z ekstrakcijo rastlinskih materialov, na primer iz rastlin rodov *Salix*, *Moringa*, *Quillaja*, *Yucca*, *Salvia*, *Agrostemma*, *Potentilla*, *Sophora*, *Aloe*, *Allium*, *Sorghum*, *Brassica*, *Olea*, *Rosmarinus*, *Eucalyptus*, *Glycyrrhiza*, *Camellia*, *Piper*, *Taxus*, *Polygonum*, *Fallopia* in drugih. Ti biostimulanti lahko vsebujejo veliko prekurzorjev hormonov ali podobnih regulatornih snovi. Podobni pripravki so ponekod fitofarmaceutvska sredstva in ponekod biostimulanti. Zaradi tega razloga je pri uporabi potrebna previdnost, še posebej pri ekološki pridelavi, pri kateri ne želimo uporabe hormonov. Dogaja se tudi, da biostimulantom dodajo hormone na koncu proizvodnje po končanih ekstrakcijskih postopkih in je koncentracija precej večja, kot bi bila sicer lahko v povsem naravnem ekstraktu. Večinoma tovrstne biostimulante uporabljamo pred stresom (hladno vreme na začetku razvoja, pozeba, suša). Tukaj omenjamo nekatere pripravke, ki vsebujejo regulatorne snovi nitrofenolate (Atonik), salicilate (Plantonic, SalicilPure, Previn,

SaveCrop – Fertina), jasmonate (EZ-GRO Ja, Basfoliar spyra), poliamine (Idrogrena), brasinosteroide (Epin in ComCat), psevdovavksine GABA (Auxym), ki jih pogojno v majhnem obsegu uporabljamo tudi pri nas. Takšne pripravke v svetu pri zelo intenzivni pridelavi sadja pogosto uporabljajo. Povečajo delež plodov prvega razreda. V nekaterih domačih poskusih smo ugotovili precejšno povečanje odpornosti rastlin proti boleznim. Primeri sodobnih rastlinskih biostimulantov so: Idrogrena, SaveCrop, Amalgerol essence, Planticine (Intermag), Pinophytal (Artal), Dinamico, Previn bio, nekateri pripravki Vitanica, ILSA Fava, BioCanna Bio Boost, Agristren plus, Zymostim (Xeda), Labin Urtica, Urtibasic, KUGEL Glycyrrhiza in drugi pripravki KUGEL.

### 2.5.7 Pripravki na podlagi hitosana

Pri pripravkih na podlagi hitosana imamo na trgu manjšo zmedo, ker so lahko fitofarmacevtska sredstva (npr. Chitosan Eutrema, Charge Adama) osnovne snovi (npr. Quitobasic Idai) in biostimulanti (npr. Bio Plantella Chitosan, Softguard Danuba, EZ-GRO chitosan). Lahko so samostojni ali pa je hitosan le ena izmed snovi v kompleksni mešanici. Hitosan je oligosaharidni polimer, pridobljen iz živalskih in glivnih hitiniziranih tkiv ali pa je sintetično pridobljen. Od tod razlike v strukturi polimeriziranih C-verig v različnih pripravkih. Hitosan ima številne biostimulativne učinke in tudi učinek za oviranje razvoja povzročiteljev bolezni. Pri zadnjem gre za sorodnost s pripravki COS/OGA (npr. fitofarmacevtska sredstva FytoSafe in FytoSol (Biofa)). Na ravni rastlinskih celic je znano, da ima hitosan sposobnost vezave na različne membrane (plazmatske in od organelov), celične stene, receptorje za aktivacijo protistresnih kaskad, na DNK nukleotidne aktivatorje in podobno. Lahko sproži aktivacijo specifičnih genov za odpornost proti stresnim dejavnikom. Z vezavo na omenjenih mestih povzroči spremembe v pretoku snovi in rastnih regulatorjev po celicah. Takšni učinki gredo v kategorijo širokospektralnega protistresnega priminga. Značilno spremeni prenose kalcija. Poveča trdnost povrhnjic in skladiščno sposobnost sadja. Lahko ga uporabimo za predskladiščna tretiranja. Je polimer za nanoembalažo za sadje, pri čemer preprečuje izgubo vode in arom. Pri aplikaciji hitosanskih biostimulantov naj bo škropilna brozga rahlo kisl.

## 3 SADNE RASTLINE IN NIZKA TEMPERATURA

Rastline se v svojem življenjskem ciklu stalno srečujejo z različnimi škodljivimi okoljskimi dejavniki. Eden izmed najpomembnejših abiotskih oblik stresa je stres zaradi nizke temperature, ki lahko močno vpliva na rast in razvoj rastlin. V zadnjih letih se je vpliv temperaturnega stresa zaradi nizke temperature povečal zaradi nenehnih sprememb v podnebjju. Razmere so z daljšimi in intenzivnejšimi obdobji mraza in zmrzali so postale bolj nepredvidljive. Območja, ki prej niso bila izpostavljena mrazu, se zdaj spoprijemajo z njim. Ti dejavniki vplivajo na rast in razvoj rastlin, količino in kakovost pridelkov ter na gospodarno pridelavo sadja.

Rastline se na mraz odzivajo različno, kar je odvisno od vrste rastline, njenega prehranskega statusa in razlik v mikroklimatskih razmerah. Poškodbe zaradi mraza ali zmrzali se pojavijo, ko se v celicah in med njimi začnejo tvoriti ledeni kristali, kar vodi v fiziološke, biokemične (na primer zmanjšanje tvorbe beljakovin), presnovne in v molekularne spremembe. Led se najprej tvori zunaj celic (zunajcelična voda), saj ima to območje manjšo koncentracijo topljencev in zmrzne hitreje. Zunajcelična voda običajno zamrzne že pri nižji temperaturi. Voda znotraj celic (intracelularna voda) zamrzne pozneje, saj ima večjo koncentracijo topljencev (npr. kalija), kar pomeni, da je za zamrzovanje potrebna močnejša zmrzal. Obe vrsti zmrzali lahko povzročita poškodbe celic (slika 4) ali druge fiziološke težave, vendar je zamrzovanje notranjih celic bolj škodljivo za rastline.

Hladni stres pogosto povzroča zmanjšanje presnovnih procesov, kar ima negativne posledice, kot so: upočasnitev in zmanjšanje rasti, okvara celičnih membran, kar onemogoča ohranjanje ionskih gradientov, zmanjšana sta absorpcija hranil in transport vode, dehidracija, ki vodi do izgube turgorja celic (slika 5) in posledično venenje rastlin, tudi če je vlaga v tleh ustrezna, odmiranje ali nekroza brstov ter zmanjšane zaloge sladkorjev in energije zaradi zmanjšane proizvodnje sladkorjev in povečane porabe v hladnih obdobjih (Prevent ..., 2021).





*Slika 4: Poškodovano rjavo tkivo v plodiču, ki je posledica nizke temperature pri debelini plodiča 10–15 mm*



*Slika 5: Hladni stres pogosto povzroča tudi dehidracijo, ki vodi do izgube turgorja celic in posledično venenje rastlin*



Kot odgovor na stres začne rastlina proizvajati primarne in sekundarne metabolite, ki ji pomagajo pri spopadanju s stresom. Ogljikovi hidrati, organske kisline in aminokisline so primarni metaboliti, katerih proizvodnja je nujna za razvoj, rast in za obrambo rastlin. Sekundarni metaboliti (fenoli, karotenoidi, flavonoidi, S in N vsebujoče snovi, hlapne organske snovi) nastajajo iz intermediatov presnove ogljika ter so pomembni za obrambo rastlin in njihovo interakcijo z okoljem. Imajo antioksidativne lastnosti, so signalne molekule in stabiliziratorji membran. Primarni in sekundarni metabolizem nadzorujejo hormoni.

Pogostost pozebe v zadnjih letih narašča; od leta 2016 do leta 2021 so sadjarji v Sloveniji vsako leto utrpeli veliko gospodarsko škodo. Leta 2017 je Evropa zaradi le enega vdora hladnega zraka v poznopomladanskem času (20. april 2017) izgubila kar 24 % pridelka. Možnosti za zaščito pred pozebo je kar nekaj.

Lokacija, na kateri bomo zasadili sadovnjak, ima ključno vlogo pri uspešni pridelavi. Pri izbiri je treba upoštevati mikroklimatske podatke o najnižji temperaturi in trajanju hladnih obdobj. Če teh podatkov ni na voljo, lahko lokacijo primerjamo z drugimi nasadi v podobnih legah in na enaki nadmorski višini. Hladen zrak se ponoči pomika v doline, zato je priporočljivo zagotoviti odtok hladnega zraka iz sadovnjaka. Če je nasad na pobočju, lahko zasaditev zaščitnega pasu nad nasadom zmanjša vdor hladnega zraka. Pri lokacijah, ki so dovzetne za spomladanske pozebe, je smiselno izbrati poznocvetoče sorte. Na čas cvetenja vpliva tudi podlaga, na katero je cepljena sorta. Najbolje prehranjen rodni les se nahaja blizu debla, spodnji deli krošnje pa so najbolj izpostavljeni pozebi, zato so primerne visoke in ozke gojitvene oblike, kot je ozko vreteno. Tovrstna gojitvena oblika omogoča bolj enakomerno brstenje in cvetenje, kar olajša izvajanje drugih tehnoloških ukrepov. S pravilno rezjo lahko zamaknemo čas cvetenja za od 3 do 7 dni, hkrati pa uravnavamo količino pridelka in enakomerno odganjanje dreves. Protitočne mreže lahko pomagajo pri zaščiti pred pozebo, vendar moramo paziti, da se ob nastanku slane ta ne nabere na mreži, saj bi s tem zadržala hladen zrak (slika 6). Zato je pomembno spremljanje vremenskih razmer in po potrebi zvijanje mreže.



*Slika 6: Razprta mreža proti toči lahko prepreči oz. zmanjša posledice nizke temperature, saj je temperatura zunaj mreže nižja; na sliki vidimo slano zunaj mreže – pod mrežo slane ni*

Zaščitne folije so zelo učinkovite pri preprečevanju pozebe in dodatno ščitijo drevesa pred boleznimi. Prav tako je pomembna prehrana rastlin v prejšnjem letu – dobro prehranjenim drevesom pozeba manj škodi, medtem ko prekomerno gnojenje z dušikom in preobilni pridelki povečajo občutljivost. S premazovanjem debel lahko zamaknemo cvetenje za nekaj dni in prav tako pomaga preprečiti pokanje debel ter v rastni sezoni sončne ožige. Tla, ki so gola ali pokošena ter dobro namočena, bolje vpijajo toploto, ki jo ponoči oddajajo in s tem ogrevajo zrak okrog krošnje. Tal pred pozebo ne obdelujemo (Soršak in sod., 2021).

Zelo pomemben pa je tudi prehranski status sadne rastline, zato moramo posebno pozornost nameniti prehrani sadnih rastlin med rastno dobo v prejšnjem letu in pripraviti sadne rastline na eventualni temperaturni stres spomladi. Rastline, ki so dobro prehranjene, lažje prenesejo nižjo temperaturo.

Poznamo pasivne in aktivne metode za zaščito sadovnjakov pred pozebo.

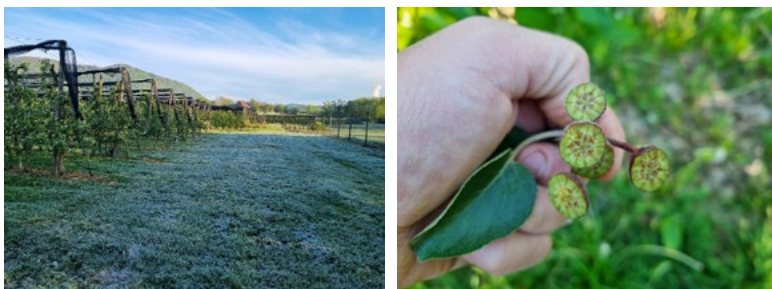
## 3.1 PASIVNE METODE ZA ZAŠČITO PRED POZEBO

### 3.1.1 Izbira lege

Intenzivna pridelava sadja v osnovi zahteva pravilno izbiro lege. Različne sadne vrste začenjajo rastno dobo v različnih obdobjih, zato je to osnovno vodilo, ki ga upoštevamo pri načrtovanju gojenja sadne vrste na določenem območju. V normalnih pomladih koščičarji začenjajo rastno dobo skoraj mesec dni pred pečkarji, zato za koščičarje izberemo višje lege (zgornji del pobočja).

Zaradi močnih podnebnih sprememb v zadnjih letih se spreminjajo tudi pogledi na izbiro optimalne lege za sadovnjake. Teoretično naj bi bila optimalna lega na robu doline, nagnjena proti vzhodu, jugu, jugovzhodu ali jugozahodu, z naklonom do 20 % in dobro prevetrena. Dna dolin, še posebej tistih, ki so majhne in zaprte, niso primerna za sajenje sadnih rastlin, saj hladen zrak v nočeh s sevanjem ne more odteči, vendar so v zadnjih letih prav te teoretično najboljše lege pokazale svoje slabosti. Zaradi zgodnejšega brstenja sadnih rastlin na teh legah je prišlo do zgodnejšega cvetenja, kar je povzročilo pozebe ob nizki temperaturi konec marca in v aprilu. Posledično so pomrznili cvetovi, komaj nastali plodiči in celo plodiči debeline 10 mm in več (slika 7).

*Slika 7: Močna pozeba v nasadu jablan po cvetenju (levo) ter močno poškodovano peščišče in del okrog peščišča plodiča jablane (desno)*



Pred izbiro lege moramo predvideti tudi mogoče načine aktivne zaščite pred pozebo, ki jih bomo izvajali v nasadih, v katerih smo že upoštevali vse metode pasivne zaščite.

### 3.1.2 Izbira sadne vrste, sorte in podlage

Kot smo omenili pri izbiri lege, je nujno upoštevati začetek rastne dobe posameznih sadnih vrst. Vemo, da marelice lahko cvetijo tudi že februarja, zato jih sadimo na najboljše sadjarske (vinogradniške) lege. Hruška je po času cvetenja v povprečju vsaj en teden zgodnejša kot jabolana.

Zaporedje cvetenja sadnih vrst (od najzgodnejše sadne vrste do najpoznejše): leska, mandelj, marelica, breskev, sliva, češnja, ribez, višnja, jagoda, hruška, jabolana, kutina, kaki, oreh, malina, robida, ameriška borovnica. Se pa v posameznih letih lahko pripeti, da je vrstni red časa cvetenja posameznih sadnih vrst zaradi ekstremnih podnebnih dogodkov močno porušen.

Čas, potek in trajanje cvetenja so odvisni od dednih zasnov ter od zunanjih dejavnikov, med katerimi so: geografska širina, nadmorska višina, lega, rez, podlaga, temperatura. S premikom za vsako stopinjo geografske širine proti severu se cvetenje zavleče za 4–6 dni. Za vsakih 33–34 metrov nadmorske višine se čas cvetenja zamakne za en dan. Na južnih legah zacvetijo sadna drevesa v povprečju 0,8 dneva prej kot na severnih legah. Z rezjo lahko vplivamo na čas cvetenja sadnih rastlin, saj lahko z njo zamaknemo cvetenje tudi za do 15 dni. Neporezana sadna drevesa cvetijo prej kot porezana (slika 8). Šibko rastoče podlage pospešijo čas cvetenja pri isti sorti za sedem dni v primerjavi z bujno rastočimi podlagami. Od zunanjih dejavnikov je temperatura najpomembnejša za cvetenje, pri čemer se potreba po temperaturi razlikuje med različnimi sadnimi vrstami. Nekatere vrste cvetijo pri temperaturi 8 °C, druge pa pri 15 °C. Skupna količina toplote, potrebna za cvetenje določene vrste, je genetsko določena. Povprečna dnevna temperatura, potrebna za cvetenje leske, je 6 °C, za marelice 11 °C, za breskve, slive, češnje, višnje in za hruške 12 °C, za jabolane, kutine in za orehe pa 16–17 °C. Zgodajcvetoče sorte potrebujejo manjše število ur oziroma enot toplote kot pozno cvetoče sorte. Nekatere raziskave kažejo, da imajo pozno cvetoče sorte manjše koncentracije citokininov in večje koncentracije abscizinske kisline kot zgodaj cvetoče sorte.

Dolžina cvetenja je odvisna od vremena. V toplem in lepem vremenu traja cvetenje 7–10 dni, medtem ko se v hladnem in deževnem vremenu lahko zavleče na 15–20 dni.

Slika 8: Porezana sadna drevesa cvetijo pozneje kot neporezana



Znotraj sadne vrste poznamo zgodnje-, srednje- in poznocvetoče sorte. Če je le mogoče, izbiramo med sortami, ki pozno cvetijo, pri tem pa moramo upoštevati lego nasada. Podrobnost o času cvetenja posameznih sort najdemo v Sadnem izboru za Slovenijo 2022, ki je prosto dostopen na spletni strani Javne službe v sadjarstvu: <https://sadjarstvo.javneslužbe.si/wp-content/uploads/2022/11/Sadni-izbor-2022-CIP.pdf>. Izbor podlag za posamezne sorte je prav tako pomemben, saj lahko s pravilno izbiro podlage vplivamo na poznejše cvetenje. Ne smemo pa pozabiti, da nekatere sorte za dobro rast in razvoj ter optimalni pridelek zahtevajo točno določeno podlago (kot npr. češnja).

### 3.2 AKTIVNE METODE ZA ZAŠČITO PRED POZEBO

Za uspešno in učinkovito izvajanje aktivne zaščite pred pozebo so ključni zanesljive meteorološke napovedi in primerna sredstva za izvedbo zaščitnih ukrepov. Vsak sadjar mora spremljati dogajanje v svojem nasadu in pravočasno ukrepati. Pomembno orodje pri tem je psihrometer, ki upošteva hlajenje zaradi izhlapevanja vode in s tem nižjo dejansko temperaturo. Nameščen mora biti na višini 0,5 m, na kateri se nahajajo ogrodne veje, tj. na najnižji točki sadovnjaka.



### 3.2.1 Oroševanje

Eden izmed najučinkovitejših načinov nadomeščanja izgube toplote v sadovnjaku je dovajanje vode. Za pravilno oroševanje je potrebna zadostna količina vode (40–80 m<sup>3</sup>/ha/uro). V razmerah brez vetra je priporočljivo dovajati 2 l/m<sup>2</sup>/uro, vendar se ta količina poveča, če piha veter. Oroševanje je učinkovito le ob brezvetrju oz. le ob zelo šibkem vetru z manjšo hitrostjo od 3 do 4 m/s (10,8–14,4 km/h). Pri večji hitrosti vetra izgubimo več toplote, kot se je pri zmrzovanju sprosti; tako pride do podhladitve cvetov in večjih poškodb (Kodrič, 2006). Oroševanje začnemo, ko temperatura mokrega termometra pade pod 0 °C, in nadaljujemo, dokler ne preneha zmrzovanje oziroma dokler se temperatura mokrega termometra ne dvigne nad 0 °C (merjeno zunaj sadovnjaka). Pri tem se temperatura ledu ne spusti pod –0,5 °C, kar omogoča zaščito pridelka pri temperaturi vse do –8 °C. Če oroševanje izvedemo nepravilno, lahko škodo še povečamo, kar se zgodi, če končamo prehitro ali uporabimo premalo vode. Oroševanje se preneha, ko doseže temperatura suhega termometra 2 ali 3 °C in je hitrost dvigovanja temperature vsaj 2 °C na uro (Zinoni in sod., 2000). Ob tem se spremeni tudi barva ledu; ta postane bel, ker pride zrak med vejice in led; ta se potem začne taliti. Nevarnosti oroševanja vključujejo odmiranje korenin zaradi prekomerne količine vode v tleh, izpiranje hranil, poslabšanje strukture tal ter lomljenje vrhov in vej (Soršak in sod., 2021). Prekomerna količina vode v tleh je problem, če imamo v nasadu težka tla.



*Slika 9: Nasad s klasičnim oroševanjem ob spomladanski pozebi*

*Slika 10: Ob oroševanju se na cvetovih naredi led, ki ščiti cvetove pred pozebo; ko se dela led, voda oddaja toploto in v okolici cveta je v ledenem oklepu temperatura od 0 do  $-0,5$  °C, zato cvet ne pozebe. Oroševanje izvajamo, vse dokler se led nahaja na cvetovih*



Poleg klasičnega oroševanja poznamo tudi mikrorazpršilce, ki delujejo po enakem principu. Ta metoda je primernejša za blažje pozebe in je cenovno ugodnejša, vendar se lahko pojavijo težave z zamrzovanjem vode v ceveh zaradi manjšega pretoka.

Mikrorazpršilce lahko uporabimo tudi za oroševanje pod krošnjami, kar je primerno za območja z omejenimi viri vode ali s težkimi tlemi. Ta način vključuje namakanje zatavljenih tal, pri čemer voda zmrzuje in oddaja toploto. Namakanje poteka v intervalih, kar omogoča popolno zamrzovanje vode in sproščanje toplote, s čimer zaščitimo spodnje dele krošnje. Čas oroševanja je krajši kot pri klasičnem oroševanju, saj začnemo, ko je temperatura suhega termometra  $0$  °C, in končamo pri  $1$  °C. Ta način je učinkovit na ravnih površinah in ob brezvetrju, dodatno pa ga lahko izboljšamo z uporabo protitočnih mrež (Soršak in sod., 2021).

### 3.2.2 Ogrevalni sistemi

Grelna telesa morajo zaradi velikih toplotnih izgub oddajati bistveno več toplote ( $140\text{--}280\text{ W/m}^2$ ), kot se jo dejansko izgubi iz sadovnjaka ponoči ( $50\text{--}90\text{ W/m}^2$ ). Zaradi teh izgub je ta način zaščite izjemno drag. Uporabljamo lahko peči na različna goriva, kot so: olje, plin, briketi, drva itn. Učinkovitost kurjenja je odvisna od več dejavnikov, med katerimi so: temperatura izgorevanja, število in razporeditev kurilnih naprav, prisotnost inverzije, smer in jakost vetra ter višina oblačnosti. Za zaščito enega hektarja sadovnjaka potrebujemo od 200 do 400 peči (slika 11), kar predstavlja visok strošek pri nakupu in vzdrževanju, zato se ta metoda večinoma uporablja za zaščito pridelkov višje vrednosti (Soršak in sod., 2021).



*Slika 11: Peč za ogrevanje; za zaščito enega hektarja sadovnjaka potrebujemo od 200 do 400 peči*

Druga možnost so premični grelniki (slika 12), kot je Frostibuster. Ta vlečni stroj, ki ga priključimo na traktor, deluje na principu izgorevanja plina, pri čemer segreva zrak na  $100\text{ °C}$  in ga razporeja v radiju 50 m. Naprava deluje neprekinjeno skozi celotno obdobje pozebe, na isto točko pa se mora vrniti vsakih 10 minut. Poraba plina znaša 45 kg na uro, z enim strojem pa lahko zaščitimo od 5 do 8 hektarjev sadovnjakov (Soršak in sod., 2021).



Slika 12: Premični grelnik (vir: <https://www.clemens-online.com/en/news/2023/04/secure-frost-protection-devices-now-at-special-conditions/>)



Stacionarni grelniki delujejo na podoben način, vendar jih je treba postaviti več, saj se ne premikajo po sadovnjaku. Ker zrak v vrstah kroži enakomerneje, omogočajo elipsasto zaščito površine.

Slika 13: Uporaba parafinskih sveč lahko dvigne temperaturo v nasadu do 1,5 °C (foto: Roman Mavec)



Pogosto se uporabljajo tudi parafinske sveče, vendar so te zelo drage ter primerne le za kratkotrajne in zanesljive pozebe (slika 13). Na hektar jih potrebujemo od 200 do 500, odvisno od zunanje temperature (pri  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  jih potrebujemo 200, pri  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  pa 500). Cena ene sveče znaša približno 15 €. Njihov učinek je optimalen le ob brezvetrju (Trgoing, d. o. o., 2024).

### 3.2.3 Uporaba biostimulantov na podlagi aminokislin

Biostimulanti na podlagi aminokislin imajo aktiven učinek na fiziološke procese v rastlini, saj povečujejo odpornost rastlin na nizko temperaturo, tako da preprečujejo zmrzovanje in nastajanje ledu v celici, preprečujejo dehidracijo celice (osmoregulacija celice) in povečujejo čvrstost celične stene. Aminokislina v rastlini delujejo tako, da rastlina sprejme aminokislina brez dodatne porabe energije, zato rastlini ostane na voljo več energije za dodatno obrambo pred nizko temperaturo. Za rastline so koristne samo L- $\alpha$  proste aminokislina. Peptidov, D- $\alpha$  prostih aminokislin in vezanih aminokislin rastline ne morejo uporabiti v svojem metabolizmu. Glicin je edina aminokislina, ki ni v L- in D-obliki. Zelo pomembne aminokislina, ki povečujejo odpornost rastlin na nizko temperaturo, so: glicin, prolin in hidrokisprolin. Hidrokisprolin se nahaja samo v biostimulantih, ki so proizvedeni na podlagi surovin živalskega izvora. Proizvodi, ki kot surovino uporabljajo rastlinski material, ne vsebujejo hidrokisprolina. Zato moramo biti pri izbiri biostimulantov pazljivi; pozorni moramo biti na aminokislinsko sestavo. Biostimulanti z majhno količino glicina, prolina in hidrokisprolina imajo slab učinek pri povečevanju odpornosti rastlin na nizko temperaturo (Gluhić, 2020).

Ko rastlina sprejme aminokislina, jih vgrajuje v naslednje fiziološke procese (Gluhić, 2020):

- Sinteza novih beljakovin (zaradi nizke temperature prihaja do degradacije beljakovin v celici. Z dodajanjem aminokislin se hitro tvorijo nove beljakovine, s čimer se obvaruje celica pred poškodbami). Rastlina lahko tudi sama tvori beljakovine, vendar je ta proces energetsko potraten, saj zahteva veliko količino energije, ki pa je rastlina v stresu nima dovolj za samostojno sintezo aminokislin.
- Proces tvorjenja energije (več energije kot ima na voljo rastlina, bolje prenaša nizko temperaturo).
- Stabilizacija makromolekul znotraj celice, ki so pomembne za stabilizacijo celic pri nizki temperaturi (večja odpornost na nizko temperaturo).
- Aminokislina se uporabljajo kot substrati za sintezo biološko aktivnih molekul (kot je sinteza triptofana, ki sodeluje pri sintezi hormonov in s tem dodatno poveča odpornost rastline na nizko temperaturo).

Biostimulante na osnovi aminokislin priporočamo, da se uporabijo vsaj dvakrat, z začetkom v fazi pojava prvih lističev preventivno, ne glede na mogočo pozebo. Ob napovedani pozebi uporabimo pripravke na osnovi aminokislin dva dni pred napovedano pozebo (npr. 1,5 l/ha Delfan Plus). Zelo pomembno je, da uporabimo pripravke, ki vsebujejo **velik delež prostih aminokislin**, še zlasti glicina, prolina in hidroksiprolina.

Tak pripravek je Delfan Plus, ki vsebuje 24 % prostih aminokislin, od tega 26,1 % glicina, 10,3 % prolina in 3,5 % hidroksiprolina, ter se ga uporablja v odmerku 1,5 l/ha.

Pripravek Aminoveg 24 vsebuje 12 % prostih L-aminokislin, 10,2 % dušika in izvleček baldrijana ter se ga uporablja v odmerku 2–3 l/ha.

Pripravek z večjim deležem prostih aminokislin (13,5 %) je tudi Drin, ki se ga uporabi v odmerku 1,5 l/ha.

Pripravek Protifert LMW vsebuje večji delež prostih aminokislin (ni navedeno, kolikšen je ta delež) in se ga uporablja v odmerku 2,5–3,5 l/ha.

Pripravek Folwin vsebuje frakcije kvasovk *Saccharomyces cerevisiae*, aminokislina (med drugimi 1,5 % glicina in 1,2 % prolina), vitamine, mikro- in makrohranila (kalcij, magnezij, železo, cink in mangan) in se ga uporabi v odmerku 2–4 l/ha.

### 3.2.4 Uporaba biostimulantov na podlagi alg

Biostimulanti na podlagi morskih alg so kompleksni pripravki z veliko količino različnih organskih spojin:

- naravni rastlinski hormoni (citokinini, avksini, giberelini, abscizinska kislina in drugi);
- polisaharidi (alginati);
- vitamini;
- aminokislina (glicin betain);
- manitol;
- sorbitol;
- nukleinske kisline;
- antioksidanti, ki imajo biostimulativni učinek.

Biostimulanti na podlagi morskih alg imajo kompleksen učinek na povečanje odpornosti na nizko temperaturo. Zaradi velike količine naravnih rastlinskih hormonov in glicin betaina imajo močen preventivni učinek. Rastline oskrbujejo z energijsko bogatimi sladkorji, kot je manitol, ki je znan osmolit, ki pomaga rastlinam pri premagovanju morebitnega stresa zaradi nizke temperature. Ko se osmotske spojine kopičijo zunaj in znotraj celic, pomagajo zmanjšati razliko osmotskega gradienta med tekočo vodo in zunajceličnim ledom. To pomaga zmanjšati dehidracijo in kristalizacijo ledu. Poleg tega manitol deluje tudi kot vir energije za rastline, tako da lahko še naprej rastejo v hladnih razmerah (Prevent ..., 2021).

Izvlečki morskih alg dokazano pozitivno vplivajo na rast in razvoj rastlin. Rastline sprejmejo izvlečke morskih alg skozi korenine ali listne reže. Snovi, ki jih vsebujejo izvlečki morskih alg, spreminjajo biokemične in fizikalne lastnosti tal in tudi fiziološke procese v rastlinah (Du Jardin, 2012). Obstaja veliko načinov pridobivanja koristnih snovi iz morskih alg, ki vplivajo na različno kemično sestavo ter vsebnost organskih in anorganskih spojin. Mineralne snovi, ki jih najdemo v rjavih morskih algah, so: dušik, fosfor, kalij, kalcij, železo, cink, žveplo, magnezij in natrij. Med organskimi spojinami, ki so pomembne za biološki učinek, najdemo aminokisliline, sekundarne metabolite, vitamine in beljakovine. Pomembna sestavina izvlečkov iz alg so tudi polisaharidi in številni hormoni (giberelini, citokinini, brasinosteroidi, avksini in abscizinska kislina) (Battacharyya in sod., 2015).

Pozitiven vpliv izvlečkov morskih alg se je pri vinski trti odrazil v boljšem prenašanju suše, nizke in visoke temperature (Salvi in sod., 2016). Kemične spojine izvlečkov morskih alg koristno vplivajo na presnovne poti dušika, vsebnost antioksidantov in sekundarnih metabolitov, ki so zadolženi za prilagajanje rastline na abiotске in biotske strese ter okoljske dejavnike in njihovo spreminjanje. Izvlečki rjavih morskih alg *Ascophyllum nodosum* povečajo nastajanje nekaterih sekundarnih metabolitov (flavonoidov), topnih beljakovin in antioksidantov. Prav tako izvlečki morskih alg *Ascophyllum nodosum* zagotavljajo osmolite, ki pomagajo preprečiti osmotski stres zaradi zamrzovanja, tako da razširijo celice in zmanjšajo vstop vode v celico.

Pri biostimulantih na podlagi morskih alg je zraven **količine suhe snovi, ki je osnovni parameter kakovosti**, pomembno poznati način predelave morskih alg: klasični postopek in hladna ekstrakcija.

Pri klasičnem postopku se uporablja visoko temperaturo in agresivne kemikalije zaradi doseganja večjega izplena v predelavi (boljša izkoriščenost osnovne surovine), toda visoka temperatura in agresivne kemikalije uničujejo bioaktivne snovi. Pri hladni ekstrakciji je izplen manjši, vendar ohranimo vse bioaktivne snovi.

Kot surovino za proizvodnjo izvlečka morskih alg lahko uporabimo nekaj vrst morskih alg:

- *Ascophyllum nodosum* (najpogostejša surovina za biostimulante);
- *Ecklonia maxima* (Kelp alga) z območja obale južne Afrike;
- *Laminaria digitata* (obala Norveške);
- *Ulva lactuca* in druge.

Uporabo biostimulantov na osnovi izvlečka morskih alg se priporoča kot preventivo (2-krat na začetku brstenja) ali/in po škodi zaradi nizke temperature (dvakrat v razmiku 5–7 dni).

Izbiramo pripravke, ki vsebujejo **čim večji delež suhe snovi**.

Pripravek Amalgerol Essence vsebuje 80 % suhe snovi in 3 % K<sub>2</sub>O ter zraven izvlečka morskih alg in zelišč še rastlinske izvlečke (hormoni, aminokislina ...). Priporoča se uporaba pripravka Amalgerol Essence v odmerku 3 l/ha.

Pripravek Algaren vsebuje približno 60 % suhe snovi in je izvleček morske alge *Ecklonia maxima*. Uporabi se ga v odmerku 1,5–2,0 l/ha.

Pripravek Phylgreen vsebuje 15 % suhe snovi (alge) in se ga uporabi v odmerku 1–2 l/ha.

Pripravek Basfoliar Aktiv vsebuje visoko vsebnost izvlečka alg (ni navedeno, kolikšen je ta delež) in NPK 3 + 27 + 18 z mikrohranili.

Pripravek Algovital je iz rjavih morskih alg (*Ascophyllum nodosum*); vsebuje aminokislina, ogljikove hidrate, vitamine, predstopnje rastlinskih hormonov, mikroelemente (baker, bor, cink, jod, kobalt, krom, mangan, molibden, natrij, selen, železo, žveplo). Uporabi se ga 3–5 l/ha.

Pripravek Vitamica MC je organsko mineralno gnojilo NPK 11 + 3 + 7 z aminokislinami iz Kelpa zelenih morskih alg *Ecklonia maxima* in esencialnimi mikrohranili – baker, železo in mangan – ter se ga uporablja v odmerku 1,5–2,0 l/ha.

V zadnjem času se razvijajo tudi pripravki na osnovi mikroalg in prav gotovo bodo kmalu na voljo tudi ti pripravki.

### **3.2.5 Priporočila za uporabo biostimulantov na podlagi aminokislin in alg pred pozebo in po njej**

Pred nastopom nizke temperature in po pozebi za regeneracijo poškodovanih tkiv priporočamo naslednje:

1. Uporaba biostimulantov na osnovi morskih alg in aminokislin vsaj 48 ur pred napovedano pozebo z dodatkom fosforja in kalija (kor npr. Amalgerol Essence 3,0 l/ha + Delfan Plus 1,5 l/ha + Hascon M10 AD 4 l/ha (vsebuje 15 %  $P_2O_5$ , 20 %  $K_2O$ , B, Mn in Mo)). Zraven lahko dodamo še Si za čvrstost celične stene, B za boljše oploditev.
2. Takoj po pozebi uporaba biostimulantov na osnovi morskih alg in aminokislin ter giberelinov za regeneracijo cvetov in razvoj plodov (kot npr. Amalgerol Essence 3,0 l/ha + Delfan Plus 1,5 l/ha + Novagib 0,5 l/ha).
3. Postopek po potrebi ponovimo (pred napovedano pozebo in po pozebi). Z giberelini lahko tretiramo 2-krat po 0,5 l/ha (skupaj ne več kot 1,2 l/ha).

### **3.2.6 Drugi načini zaščite**

Ob inverziji lahko pozebo preprečimo tudi z uporabo horizontalnih vetrnic, ki mešajo hladnejši zrak pri tleh s toplejšim zrakom višje (slika 14), vendar so vetrnice učinkovite le, ko hitrost vetra ne presega 2,5 m/s. Ena sama vetrnica lahko zaščiti površino od 5 do 7 hektarjev (Soršak in sod., 2021).

Podoben učinek kot vetrnice lahko doseže tudi kroženje helikopterja nad nasadom. En helikopter lahko pokrije območje velikosti od 22 do 44 hektarjev, pri čemer preleti nasad vsakih 30–60 minut. Helikopter kroži na višini 20–30 metrov nad drevesi s hitrostjo 25–40 km/h, je pa uporaba helikopterja zelo draga in se uporablja le redko (Soršak in sod., 2021).



*Slika 14: Vetrnica za mešanje hladnejšega zraka pri tleh s toplejšim zrakom višje*



Dimljenje sadovnjakov ustvarja umetno meglo, ki zadržuje toploto v nasadu. Ta metoda je danes zastarela in za okolje škodljiva, saj so jo uporabljali predvsem za preprečevanje pozeb v dolinah v brezvetrju.

Megljenje z vodo predstavlja cenejšo metodo zaščite, če je v sadovnjaku že nameščen namakalni sistem, vendar lahko tako preprečimo samo blažje pozebe (Soršak in sod., 2021).

Obstaja tudi možnost zakasnitve cvetenja z oroševanjem. Čez dan večkrat aktiviramo oroševalni sistem, ki s hlajenjem zraka zaradi izhlapevanja vode nekoliko zamakne čas cvetenja za nekaj dni, ko je tveganje za pozebo manjše (Soršak in sod., 2021).

# 4 PREHRANA SADNIH RASTLIN

Za dobro kondicijo drevesa je potrebna optimalna prehrana sadnih rastlin prek tal in listov. Da dosežemo optimalno prehranjene sadne rastline, je treba zelo dobro poznati lastnosti tal ter termine mogočih intervencij in korekcij prek listov. Zlasti prehrana prek listov je izjemno zahtevna glede časa nanosa posameznega hranila glede na razvojno fazo rastline in okoljske razmere. Neprimerno je, če foliarni ukrep naredimo sedem dni prezgodaj ali prepozno, saj rastlina nima od tega nič, ker je fenofaza že minila in je že narejena škoda. Imamo le dober občutek, da smo vse naredili, v resnici pa rastlina ni dobila prepotrebne hranila za točno določeno fazo razvoja.

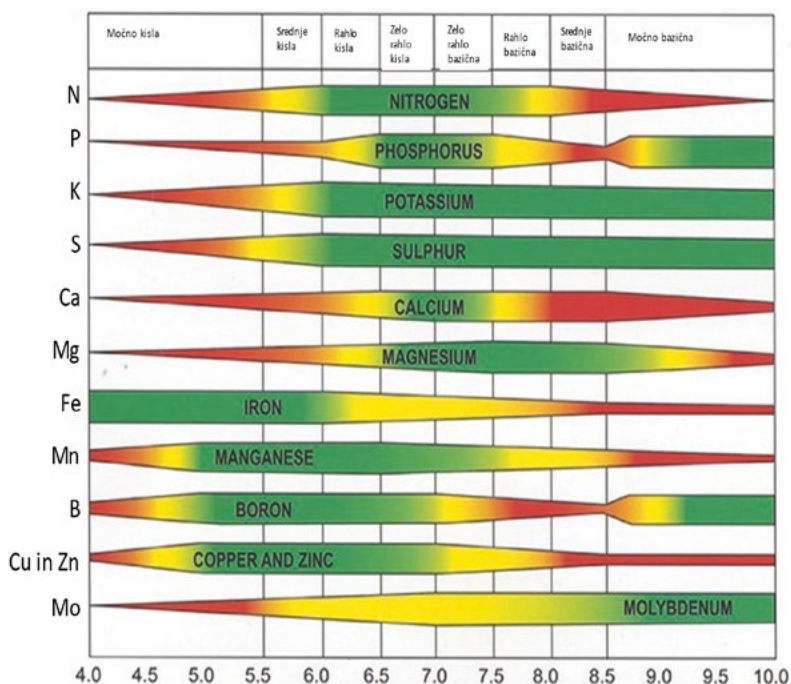
## 4.1 PREHRANA V TLA

Za intenzivno sadjarsko pridelavo potrebujemo optimalno pripravljena tla. To pomeni, da morajo imeti ustrezen pH, ki je ključen za sprejem mineralov iz tal (slika 15). Iz slike 15 je vidno, da imajo nekatera hranila široka vrata za vstop v rastlino (npr. K, S), medtem ko imajo druga hranila ozko območje kislosti tal za sprejem v rastlino (npr. Ca). Nekatera hranila vstopajo v rastlino v kislem in tudi bazičnem območju, medtem ko nekateri mikroelementi vstopajo v rastlino predvsem v kislem območju (Fe, Mn, B, Cu, Zn).

Optimalni pH za gojenje jabolk je med 6,5 in 7,0. Slovenska tla so pogosto bolj kislila, običajno med 5,5 in 6,5, kar pomeni, da večina mineralov ni trdno vezana na koloidne delce, ampak so prisotni v talni raztopini in zato dostopni rastlinam. Ključna za dostopnost mineralov je ustrezna vlažnost tal. Idealno bi bilo, da je vlažnost tal ves čas na 85 % poljske kapacitete. Če so tla preveč kislila (pH 5–6), v talni raztopini prevladujejo vodikovi ioni ( $H^+$ ), ki pa za rastlino ne predstavljajo hrane, zato to zavira razvoj rastline. Te težave rešujemo z apnenjem tal, kar poveča pH. Uporabljamo sredstva, ki vsebujejo kalcij v večjih granulacijah, kot je dolomit. Na primer, 2 t/ha dolomita lahko poveča pH za eno enoto.



Slika 15: pH-vrednosti, ki prikazujejo vpliv kislosti tal na dostopnost različnih mineralov; različne barve predstavljajo dostopnost posameznega elementa; zelena: dostopen, rumena: slabo dostopen, rdeča: nedostopen



Dušik dodajamo postopoma. Delno je shranjen v organski snovi, ki se sprošča z mineralizacijo v toplem in vlažnem vremenu, kar se pogosto zgodi šele v juniju. Del dušika pridobimo z mulčenjem trave, sicer pa ga dodajamo redno od začetka brstenja do konca junija pa tudi proti koncu rastne dobe prek tal. Mogoča je tudi foliarna aplikacija dušika od začetka brstenja do konca rastne sezone. Optimalna, srednje težka tla, bogata s fosforjem, vsebujejo več kot 15 mg  $P_2O_5/100$  g tal in več kot 20 mg  $K_2O/100$  g tal.

Primerna količina organske snovi v tleh v intenzivnem sadovnjaku znaša 2–3 %. Če je organska snov prisotna v večjem deležu (več kot 4 %), lahko pride do težav v juniju, ko deževje povzroči dodatno mineralizacijo in rast novih poganjkov. Novi listi so pogosto svetlejši, kar lahko zmotno pripišemo pomanjkanju dušika, v resnici pa gre za preobilje dušika, ki je zelo mobilan.

Pomembno je tudi, da dobro poznamo posamezne antagonizme med minerali v tleh in rastlino (preglednica 4).

*Preglednica 4:  
Nekateri antagonizmi  
oz. nasprotja med  
posameznimi elementi*

<b>Element</b>	<b>Antagonizem oz. dostopnost</b>
Preveč CaO (kalcija) v tleh	Antagonizem s P, K, z Mg, B, Mn, s Fe, z Zn
Preveč Zn (cinka) v tleh	Antagonizem s Fe
Preveč Cu (bakra) v tleh	Antagonizem s Fe, z Mn
Preveč P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (fosforja) v tleh	Antagonizem z Mg, s Ca, z B, s Fe, z Zn, s Cu, z Mn
Preveč K <sub>2</sub> O (kalija) v tleh	Antagonizem s Ca, z Mg
Preveč S (žvepla) v tleh	Antagonizem z Mg, s K, Ca, Fe, z Zn
Preveč MgO (magnezija) v tleh	Antagonizem s Ca, K
Preveč organske snovi (humusa) v tleh	Zmanjša dostopnost Mn, Zn, Cu
Prevelik pH (bazična tla)	Zmanjša dostopnost Fe, Zn, Mn, B, Cu

Tla v Sloveniji večinoma nimajo večjih težav z antagonizmi med minerali. Splošno pravilo je, da na območjih, na katerih je prisotnega preveč kalcija (aktivnega apna), ne sadimo sadnih rastlin. Ko na isto lokacijo ponovno sadimo isto vrsto sadnega drevja, lahko pride do prekomerne založenosti tal s kalijem, v manjši meri pa tudi s fosforjem, tj. zaradi enostranske porabe hranil v preteklih letih. Ta pojav je še posebej pogost, če so bila tla pred tem uporabljena za vrtnarjenje. Prav tako se lahko težave pojavijo, če smo pretiravali z dodajanjem dolomita v sadovnjak, saj lahko dolomit vsebuje tudi do 30 % magnezija, kar lahko povzroči presežek tega elementa v tleh.

#### **4.1.1 Kako se lotimo gnojenja v tla**

Pri založnem gnojenju (preglednica 5) poskušamo doseči optimalno založenost tal s fosforjem in kalijem (C-razred založenosti). To pogosto ni izvedljivo. Če analiza tal pokaže najnižjo stopnjo založenosti, lahko z enim samim nanosom dodamo le 250 kg čistega fosforja in 300 kg čistega kalija na ha. Zato v naslednjih 1–5 letih postopoma dodajamo po 20 kg čistega fosforja in kalija letno, tj. poleg odmerka, ki je potreben za pridelek v tistem letu.

Preglednica 5: Gnojenje z nekaterimi makro- in mikroelementi v kg/ha glede na stopnjo založenosti tal pri predvidenem pridelku 50–60 t/ha jabolk

Razred založenosti	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (fosfor)	K <sub>2</sub> O (kalij)	MgO (magnezij)	B (bor)
A	40–70	140–180	50–70	1,0–1,5
B	20–40	100–140	30–50	0,7–1,0
C	10–20	60–100	20–30	0,5–0,7
D	0	20–60	0–20	0,5–0,7
E	0	0	0	0

V nadaljevanju natančneje navajamo gnojenje v tla za jabolano, ki je pri nas gospodarsko najpomembnejša sadna vrsta.

V prvem letu po sajenju dodamo v tla 40–50 kg dušika na hektar za spodbujanje dobre rasti, po potrebi pa še 20–40 kg kalija in fosforja za izboljšanje stanja založenosti tal. V drugem letu za podporo rasti in pridelka dodamo 50–60 kg dušika na hektar, poleg tega še 10 kg fosforja in 40–50 kg kalija na hektar. Za nasad s pridelkom med 55 in 70 ton na hektar je potrebnih 60–70 kg dušika, do 30 kg fosforja in do 140 kg kalija na hektar. Prav tako dodajamo magnezij, žveplo, železo in druge mikroelemente, če jih rastline potrebujejo (slika 16).

Slika 16: Pravilno gnojenje – odlično obarvani plodovi



Klasično gnojenje prek tal vključuje obvezno dodajanje manjših količin dušika (7–10 kg/ha) po obiranju jeseni, ki se bo porabil za razvoj brstov in razgradnjo odpadlih listov. Prav tako jeseni dodamo večino fosforja in vsaj dve tretjini kalija. Če ta hranila dodamo jeseni, bodo rastlinam delno dostopna že na začetku naslednjega leta, še posebej fosfor in kalij. Če P in K dodamo tik pred začetkom rastne dobe, jih bo rastlina lahko izkoristila šele pozneje, saj se v tleh premikata zelo počasi. Idealno bi bilo, da že pri zasnovi nasada poskrbimo za optimalno založenost tal, nato pa vsako leto spomladi dodamo le toliko hranil, kolikor smo jih odvzeli s pridelkom. Pri klasičnem dodajanju dušika ga je treba razdeliti na več manjših obrokov ali pa izbrati oblike, ki so rastlinam na voljo dlje časa. Najprimernejši je amonijev nitrat, saj je amonijev ion dostopen rastlini približno 15 dni, nitratni ion pa še dodatnih 10 dni. Pomembno je, da so tla med gnojenjem z dušikom vlažna, saj dušik, ki se doda na suha tla, izhlapi, medtem ko lahko nalivi povzročijo, da se ga izpere po pobočju. Vse te težave se zmanjšajo z uporabo fertigacije, ki omogoča hkratno namakanje in gnojenje. Z njo lahko zmanjšamo količino dušika za 10–20 %, ker ga dodajamo v manjših odmerkih, večkrat v sezoni, in je rastlini sproti na voljo, kar zmanjšuje izgube na minimum.

Dušik lahko dodajamo v različnih oblikah. Prvih 4–5 odmerkov običajno zagotovimo v obliki kalcijevega nitrata, nato pa nadaljujemo z amonijevim ter s kalijevim in z magnezijevim nitratom. Fosfor se dodaja v obliki monokalijevega fosfata, kalij pa poleg kalijevega nitrata tudi v obliki kalijevega sulfata. Magnezij se poleg magnezijevega nitrata lahko dodaja tudi kot magnezijev sulfat. Jablana potrebuje veliko žvepla, zato je priporočljivo uporabljati sulfatna gnojila. Če je pH tal blizu 7, je smiselno uporabljati kislila gnojila, kot so: kalijev sulfat, magnezijev sulfat, amonijev nitrat in monoamonijev fosfat.

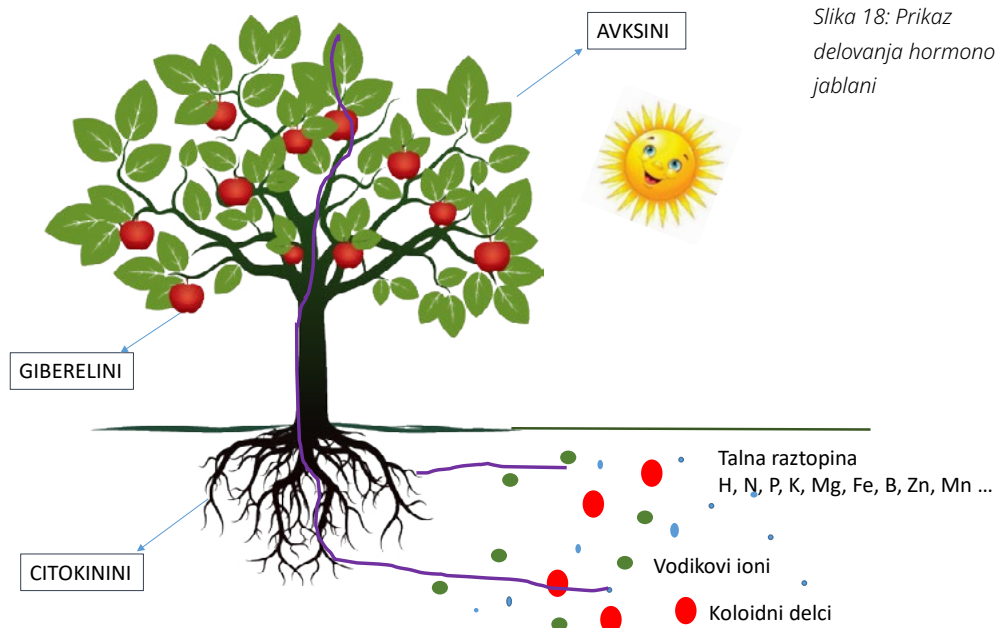
Preglednica 6: Primer fertigacije za intenziven nasad jablan, ko pričakujemo pridelek, večji od 60 t/ha, in imamo tla dobro založena (C-razred založenosti tal); količine so podane v kg/ha

Mesec	Odmerek N	N (skupaj)	P	K	Mg	Fe	Huminske kisline
<b>Marec</b>							
<b>April</b>	5	15	10	20	10	10	10
	5						
	5						
<b>Maj</b>	5	25	10	30	10	10	10
	5						
	5						
	5						
<b>Junij</b>	5	15	10	30	10		
	5						
	5						
<b>Julij</b>		0		30			
<b>Avgust</b>		5		20			
	5						
<b>September</b>	5	5		10			
<b>SKUPAJ</b>		<b>65</b>	<b>30</b>	<b>140</b>	<b>30</b>	<b>20</b>	<b>20</b>



Slika 17: Umirjena rast in velik pridelek, ki sta posledica pravilne in uravnotežene prehrane dreves

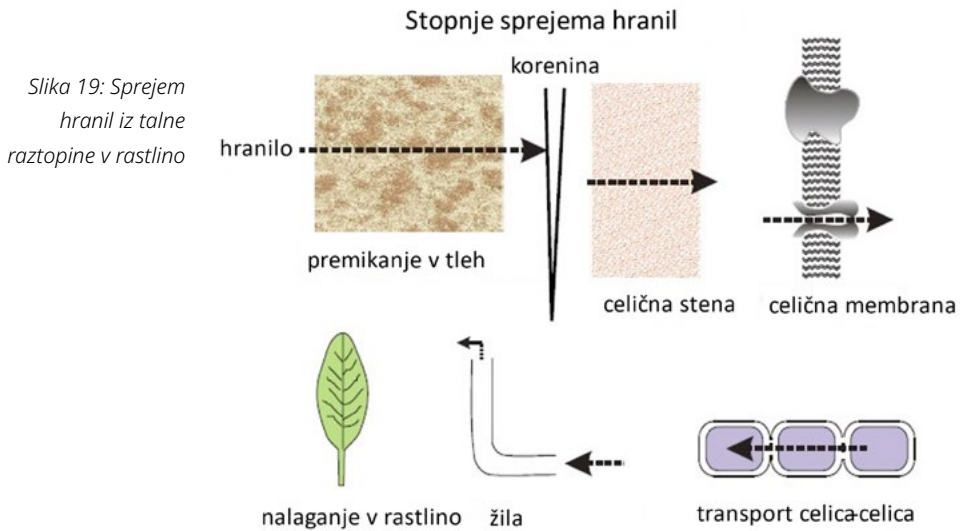
Pogosto opazujemo le dogajanje v nadzemnem delu drevesa, vendar so za njegovo rast in razvoj ključni hormoni, kot so: avksini, giberelini in citokinini (slika 18). Ti morajo biti v ravnovesju, če želimo zagotoviti zdravo rast in bogat pridelek vsako leto.



Slika 18: Prikaz delovanja hormonov v jablani



Citokinini se večinoma tvorijo v rastočih vršičkih korenin, medtem ko se giberelini proizvajajo v mladih listih in predvsem v semenih znotraj plodov, avksini pa nastajajo v rastnih vršičkih poganjkov. Kadar prevladujejo avksini, drevo intenzivno raste, plodov je malo, ti pa so preveliki in pogosto trpijo zaradi fizioloških motenj. Če na drevesu ostane preveč plodov, imajo ti veliko semen, ki vsebujejo veliko giberelinov. Ti lahko zavirajo ali celo ustavijo diferenciacijo cvetnih brstov, kar vodi v izmenično rodnost. Tako v letu z obilico plodov ti niso kakovostni, v naslednjem letu pa drevo skoraj ne rodi. Močna rast drevesa je znak, da so pred tem intenzivno rastle korenine, kar pomeni povečano tvorbo citokininov, ki spodbujajo rast poganjkov. Minerali, ki so ključni za pravilno delovanje rastline in tvorbo asimilatov, prihajajo v rastlino iz talne raztopine prek koreninskega sistema (slika 19).



Za velikost fotosinteze je ključno število porabnikov, predvsem plodov. Pomemben vpliv na fotosintezo pa ima tudi temperatura. V zadnjih letih pogosto opažamo, da temperatura presega 30 °C in vztraja več dni zapored. Ko temperatura preseže 33 °C, se listne reže zaprejo, kar prekine transpiracijski tok in onemogoči dovajanje mineralov v rastlino. Če to traja več dni, rastlina začne porabljati hranila, ki jih je prej shranila v plodove, da bi preživela. V tem kritičnem obdobju lahko rastlini pomagamo z večernim dodajanjem hranil prek listov. Hranila se v večernem času učinkovito absorbirajo skozi listne reže, zjutraj pa, dokler temperatura ne preseže 30 °C, aktivno sodelujejo v procesu fotosinteze.

Samo gnojenje v tla ni dovolj za dobro kondicijo sadnih rastlin. Hranila iz tal pridejo v rastlino s transpiracijskim tokom, ki je bistveno zmanjšan v spomladanskem času zaradi nizke temperature in delno razvite listne mase. V tleh imamo lahko dovolj makroelementov (K, N, P) in mikroelementov (B, Zn ...), vendar ti zaradi prej omenjenih omejitev ne pridejo do mesta porabe (npr. cveta, plodiča).

## 4.2 PREHRANA PREK LISTOV

Razmere med rastno dobo sadnih rastlin so se v zadnjih letih popolnoma spremenile. Ni več pravih zim in klasičnega mirovanja, ki se je začinjalo sredi novembra in končalo v zadnji dekadni marca. Zadnja leta imamo še v decembru najvišjo dnevno temperaturo zraka tudi do 20 °C in nočno temperaturo zraka nad 0 °C. Januar je po navadi v drugi polovici topel, nekoliko hladneje je februarja, proti koncu marca pa imamo že majsko temperaturo zraka. Aprila po navadi pride daljše obdobje trajanja hladnega zraka, s katerim se srečujemo zadnjih osem let. V tem času se nam dogajajo rezne ohladitve, vdori hladnega zraka s severa in radiacijske slane. Včasih nam pozebejo najboljše sadjarske lege, drugič spet najslabše lege. S tem pa ni konec naših težav. Že v drugi polovici maja vsaj enkrat, junija vsaj enkrat ali dvakrat, julija vsaj 2-krat in avgusta imamo zelo visoko temperaturo (nad 32 °C), kar pomeni popolno blokado fotosinteze. Ta visoka temperatura zraka spremlja tudi različno dolga sušna obdobja, kar pomeni dodaten stres za sadne rastline. V teh stresnih situacijah imamo lahko tudi prerazmnožitve škodljivcev in bolezni, kar se odraža v izgubi asimilacijske površine, ter celo poškodovan pridelek. Vsa ta dogajanja med rastno dobo kličejo po ustrezni foliarni prehrani za doseganje velikih in kakovostnih pridelkov.

Foliarno gnojenje je v sodobni intenzivni pridelavi nepogrešljivo, saj omogoča, da rastlini v ključnih trenutkih zagotovimo potrebne minerale za njeno optimalno delovanje. To je še posebej pomembno v obdobjih, ko listna masa še ni dovolj razvita in transpiracijski tok ni dovolj močen, da bi mineralna hranila dosegla liste v zadostnih količinah. Poleg tega se pogosto srečujemo s stresnimi pogoji, ki so vse pogostejši v zgodnjih fazah rasti, kot so: mraz po brstenju, nenadni porasti temperature, suša in UV-sevanje. Prav tako je pomembno upoštevati, da je gibanje posameznih mineralov po rastlini zelo različno (slika 20).



Slika 20: Stopnja mobilnosti mineralov po rastlini

<b>Zelo mobilni</b> Dušik (N) Kalij (K) Fosfor (P) Magnezij (Mg) Žveplo (S) Klor (Cl) Natrij (Na)	<b>Srednje mobilni</b> Železo (Fe) Cink (Zn) Baker (Cu) Bor (B) Molibden (Mo)	<b>Slabo mobilni</b> Kalcij (Ca) Magnezij (Mg)
--	--	--

Pri foliarni prehrani je nujno poznati lastnosti posameznih hranil, ki jih rastlina potrebuje za normalno rast in razvoj glede na fenofazo in zmožnost transporta teh hranil po rastlini. V tleh imamo lahko dovolj posameznih hranil, ki pa jih zaradi nerazvite listne mase, zaprtih listnih rež, pomanjkanja vode v tleh rastlina ne more sprejeti.

Minerali, ki se v rastlini dobro premikajo, so: N, P, K, Mg in S. Srednje mobilni so: Fe, Zn, Cu, B in Mo, medtem ko se Ca in Mn zelo slabo premeščata znotraj rastline. Zaradi slabe mobilnosti kalcija in mangana je potreba po foliarni aplikaciji teh mineralov še posebej izrazita.

Foliarno rastlini lahko pomagamo od začetka brstenja pa do odpadanja listov. To celotno obdobje lahko prek listov dodajamo različne makro- in mikroelemente. Pred rastno dobo si naredimo standarden program prehrane glede na predviden pridelek, ki ga med rastno dobo večkrat dopolnimo glede na trenutne stresne razmere. Prvi resen stres predstavlja nizka temperatura pred cvetenjem, med njim in po njem, po tem pa dodatno interveniramo ob izjemno visoki temperaturi in sušnih obdobjih.

## 4.2.1 Klasični program foliarnega gnojenja

Od brstenja do faze mišjega ušesa enkrat dodamo Zn. Po navadi dodamo 1 kg ali 1 l foliarnega gnojila, ki vsebuje 10–20 % Zn (kot npr. MaxFlow Zn, Tradecorp Zn, Mikrochelate Zn-15, Carrier Zn, Starmax Zn ...). Zn je mikroelement, ki je gradnik nukleinskih kislin. Še pred dobrim desetletjem je skoraj vsako fitofarmacevtsko sredstvo vsebovalo 200–300 g Zn na kilogram sredstva. Danes dejansko nimamo fitofarmacevtskih sredstev, ki bi vsebovala Zn, zato je nujno njegovo dodajanje.

V fenofazi rdečih brstov vse do odpiranja cvetov dodamo prvič bor (1 kg ali 1 l gnojila/ha, če gnojilo vsebuje 10–20 % B) (kot npr. Mikrovit B, Foliarel 21 % Bor, Protifert bor, Agrobora 11 L ...). V tleh je sicer dovolj bora, vendar v tem času listna masa še ni razvita, zato ga dodajamo neposredno na mesto porabe (rdeči brsti, po polnem cvetenju). Enako količino B dodamo še ob koncu cvetenja in takoj v začetku razvoja plodičev.

Če cvetovi niso dovolj kakovostni, dodamo še morske alge (npr. Phylgreen 1 l/ha) in aminokislino (Delfan Plus 1,5 l/ha, Protrifert LMW 3 l/ha ...). Ob koncu polnega cvetenja prav tako dodamo titan (Tytanit 0,2 l/ha), ki stimulira dotok N, P, K, Mg iz tal.

Ko so drevesa v polnem cvetenju, listi niso nikoli intenzivno zeleni, ker rastlina ne sprejema dovolj dušika iz tal, zato ga dodamo prek listov v obliki aminokislin ali drugih kombinacij z morskimi algami. Najboljše pa je dodati čisti N, ki ne poškoduje mlade, razvijajoče se kožice na plodiču. Absolutno neprimerna je klasična urea, ker vsebuje preveč biureta in ostankov primesi.

V fenofazi debeline plodičev 5–6 mm ponovimo foliarno gnojenje s titanom in lahko dodamo dušik (npr. Folur 4 l/ha).

Pri debelini plodičev 8–10 mm ponovimo dodajanje N ter dodamo P in K (5 kg/ha MKP (0-52-34) ali 5 l/ha Plonvit@Uni PK ali 4 l/ha Hascon M10 AD ter omenjenim pripravkom dodamo 4 l/ha Folur). V tem času so tla še hladna; ker iz njih ne prihaja v rastlino dovolj P, ga moramo dodati foliarno, da je delitev celic v mladem plodiču optimalna. Če v tej fazi primanjkuje P, se to močno odraža na zmanjšanem številu celic v plodu, kar pomeni manjšo debelino ploda jeseni. To foliarno dodajanje P ponovimo pri debelini plodičev 14–18 mm. Pri debelini

plodičev 8–10 mm dodamo tudi še 3 kg Mg-sulfata in 0,25 l Mn (npr. Mikrochelat Mn-13, Karsia Mangan), tretiranje pa ponovimo pri debelini plodičev 14–18 mm.

Pri debelini plodičev 10–12 mm dodamo silicij, ki krepi rastlino (0,5 l/ha Optysil). Nanos ponovimo trikrat v razmiku 7–14 dni.

Pri debelini plodičev 12 mm začnemo dodajati Ca (npr. 4 l/ha MaxFlow Ca, 2 l/ha Foliflo Nixi) in to ponovimo še trikrat v razmiku 7–12 dni. Okoli 20. junija dodamo 1 kg/ha mikroelementov (npr. Tradecorp AZ, Oligogreen ...).

Konec maja in nato v juniju trikrat dodamo Zn (0,5 kg/ha), kar zelo ugodno vpliva na kakovost kožice in preprečuje okužbe z glivama *Alternaria* in *Gleosporium*.

Okoli 25. junija dodamo preventivno 1 kg/ha mikroelementov.

Konec junija dodamo Mn 1 l/ha. V drugem delu rastne dobe dodamo še Ca: pri sorti 'Gala' 1-krat, pri sortah 'Jonagold' in 'Zlati delišes' 2-krat, pri poznih sortah ('Idared', 'Braeburn', 'Fuji', 'Granny Smith') pa od 3- do 4-krat.

20 dni pred obiranjem za boljšo obarvanost plodov dodamo P in K (5 l/ha Phostrade Ca ali 5 kg/ha MKP (0-52-34) ali 5 l Plonvit®Uni PK). 10 dni pred obiranjem to še enkrat ponovimo. V te namene imamo tudi novejši biostimulante (Biimore, Sugarmover ...).










Po obiranju po potrebi dodamo še P, K in N za boljšo diferenciacijo rodnih brstov (npr. 10 kg/ha MKP (0-52-34) + 10 kg/ha uree). Pred prvo temperaturo pod –2 °C, pred odpadanjem listov, pozno jeseni (po 15. novembru) dodamo še 30 kg/ha uree + 1 kg/ha bora + 1 kg/ha Zn.

## 4.3 FOLIARNA PREHRANA V STRESNIH SITUACIJAH

### 4.3.1 Nizka temperatura

V fenofazi zelenih brstov je jablana zelo občutljiva na nizko temperaturo.

*Preglednica 7: Temperatura, pri kateri pride v različnih fenofazah do 10- in 90-odstotne pozebe, če so jabolane izpostavljene tej temperaturi 30 minut*

Faza razvoja									
	Brstenje	Zeleni vršiček	Mišje uho	Zeleni brst	Rdeči brst	Balonski stadij	Začetek cvetenja	Polno cvetenje	Razvoj plodičev
<b>10 % škode</b>	-9,5 °C	-7,5 °C	-5 °C	-2,7 °C	-2,0 °C	-2,0 °C	-2,0 °C	-2,0 °C	-2,0 °C
<b>90 % škode</b>	-16,5 °C	-12 °C	-9,5 °C	-6,1 °C	-4,5 °C	-3,8 °C	-3,8 °C	-3,8 °C	-3,8 °C

Če se temperatura v nasadu jablan spusti pod  $-3,8\text{ °C}$  in traja do 30 minut, v fenofazi od balonskega stadija pa vse prek razvoja plodičev do debeline plodičev 15 mm povzroči kar 90-odstotno pozebo, zato je ukrepanje pred stresom zaradi nizke temperature nujen tehnološki ukrep.

Če želimo s foliarno prehrano doseči uspeh, to ne pomeni, da z eno-ali dvakratnim tretiranjem to dosežemo, ampak mora biti rastlina v odlični kondiciji že v prejšnjem letu. Zaključna foliarna škropljenja z N, B in Zn tik pred odpadanjem listov so samo del tehnoloških postopkov, ki rastlino krepijo.

Slika 21: Poškodovani plodiči zaradi nizke temperature



Tretiranje proti pozebi začnemo 24–48 ur pred napovedano pozebo.

Učinke pozebe lahko močno zmanjšamo z dodajanjem mineralov P in K v kombinaciji z aminokislinami in morskimi algami. Lahko dodamo 1 l Delfan Plus in 10 kg MKP (0-52-34) ali 1 l Delfan Plus in 5 l Plonvit@Uni PK ali 1 l Delfan Plus in 4 l Hascon M10 AD, k omenjenim kombinacijam pa dodamo še izvleček morskih alg (3 l/ha Amalgerol Essence).

Če negativna temperatura prek noči traja več dni, te nanose ponovimo na 5–7 dni. Razmik med posameznimi nanosi je odvisen tudi od vsebnosti vode v rastlini. Če je vode v rastlini več, nanose ponovimo na 3–4 dni. Rastline tretiramo, dokler ne mine nevarnost pozebe (od rdečih brstov pa vse do debeline plodičev 15 mm).

### 4.3.2 Visoka temperatura in suša

Visoka temperatura in pomanjkanje vode povzročata dodatne stresne razmere v sami rastlini in močno motita metabolizem. Pri visoki temperaturi se listne reže zaprejo, prekinejo transpiracijski tok in v rastlino ne prihajajo več minerali za delovanje celotnega sistema fotosinteze – produkcije ogljikovih hidratov. Če zvečer rastlini foliarno

dodamo majhne količine potrebnih mineralov, bo zjutraj, dokler temperatura ne preseže 32 °C, intenzivno fotosintetizirala in s tem močno zmanjšala učinek stresa. V nasprotnem primeru rastlina nima na voljo mineralov in celoten sistem ne deluje oziroma je njegovo delovanje zelo zmanjšano.



*Slika 22: Močno ožgani plodovi zaradi visoke temperature (levo in desno), zraven pa poškodbe ploda zaradi toče (desno)*

Podobna situacija je, če v tleh ni dovolj vode. S tem nimamo talne raztopine, v kateri so raztopljeni minerali, ki prek lasastih korenin s pomočjo transpiracijskega toka vstopajo v rastlino. Če je v tleh na voljo dovolj mineralov in manjka vode, teh rastlina ne dobi. V te namene uporabljamo biostimulante na osnovi aminokislin (Delfan Plus, Aminoveg, Drin, Protifert LMW ...) in morskih alg (Amalgerol Essence, Algaren, Phylgreen, Algovital, Basfoliar Aktiv, Vitanica MC ...) v kombinaciji s Si, ki jih dodajamo foliarno.

Tu je naveden neki standardni program, ki pa se mora prilagoditi vsakemu nasadu. Odstopanja glede na posamezen nasad so od +20 do -30 % glede na porabo posameznih foliarnih pripravkov. To vse je odvisno od rodnega potenciala nasada, rodnega volumna, prehranjenosti tal in dreves, razpoložljivosti vode in znanja sadjarja. Popolnoma nobenih učinkov ne dosežemo s foliarnim gnojenjem, če tretiranje ne opravimo v optimalnem času in razvojni fazi sadnih rastlin.



## 4.4 UPORABA GIBERELINOV

Gibereline v sadjarstvu uporabljamo že desetletja. Največkrat smo jih v Evropi in pri nas uporabljali pri hruškah, saj vplivajo na nastanek plodov brez oploditve (partenokarpija). Pri intenzivni pridelavi jablane gibereline dodajamo v zadnjih letih od 3- do 6-krat, odvisno od lege nasada in sorte. Nekateri sorte so močno občutljive na pokanje kože od začetka razvoja plodičev pa vse do konca junija, ki se odrazi na plodovih kot mrežavost.

Na kakovost plodov, predvsem na zunanji videz in gladkost kože, vplivajo različni dejavniki. Najpomembnejši so podnebni dejavniki, prehranjenost rastlin z makro- in mikroelementi ter uporaba sredstev za varstvo rastlin in fitoregulatorjev, ki lahko izničijo nastale poškodbe povrhnjice.

Na razvoj nepoškodovane povrhnjice ploda vpliva prehrana z makro- in mikroelementi. V zgodnji fazi razvoja ploda (fenofaza zeleni brsti) lahko pride do poškodbe povrhnjice v še neodprtem cvetu, ko na podrasli plodnici pri jablani zaradi previsoke vlage in nizke temperature počijo celice povrhnjice. Te poškodbe lahko nastanejo vsaj do debeline plodiča 5–7 mm, pozneje pa je znano, da poškodbe nastanejo predvsem do debeline 35 mm. Te novonastale rane se zarastejo. Posledica tega je vidna na kožici ploda kot lepo razvita mrežavost (slika 23).

*Slika 23: Mrežavost plodov – posledica nizke temperature in vlažnega vremena v prvih fazah razvoja ploda (levo) in rjasti obročki na plodovih, ki so posledica nizke temperature (desno)*



To lahko najučinkoviteje preprečimo z dodajanjem giberelinov (Novagib): ob nizki temperaturi in povprečni vlagi v fazi zelenih brstov na začetku in koncu cvetenja v odmerku 0,15 l/ha Novagiba, ob nizki temperaturi in visoki vlagi pa v odmerku 0,25 l/ha Novagiba. Mrežavost lahko zmanjšamo tudi z dodajanjem žvepla, ki preprečuje zadrževanje vode na kožici plodiča, lahko pa dodajamo tudi glino, ki ima podoben učinek kot žveplo. Treba je poudariti, da giberelini vplivajo tudi na hitro delitev celic in s tem hitro zaraščanje ran, ki pozneje na plodu, ki ima prelito barvo, skoraj ni vidno. Dodani giberelini hkrati vplivajo tudi na izdolževanje plodov (slika 24). Žveplo in glina pa samo delno zaščitita pokanje celic povrhnjice, ne vplivata pa na hitro zaraščanje celic in imata le preventivni učinek. Preveč žvepla lahko celo poškoduje povrhnjico.

Prvič gibereline uporabimo v fenofazi zelenih brstov, nato ob odpiranju prvih cvetov (0,15–0,25 l/ha Novagib) in tretjič ob koncu cvetenja, ko je koncentracija 0,3–0,4 l/ha Novagiba. Za večino jablanovih sort to zadošča, razen za sorto 'Zlati delišes', pri kateri še trikrat (debelina plodiče 15, 25 in 35 mm) uporabimo koncentracijo 0,15–0,25 l/ha Novagiba, odvisno od vremena (večja kot je relativna zračna vlaga, večja je koncentracija).



*Slika 24: Giberelini vplivajo tudi na izdolževanje plodov. Preveliki odmerki (nad 0,6 l/ha Novagiba) povzročijo izdolžene deformirane plodove*

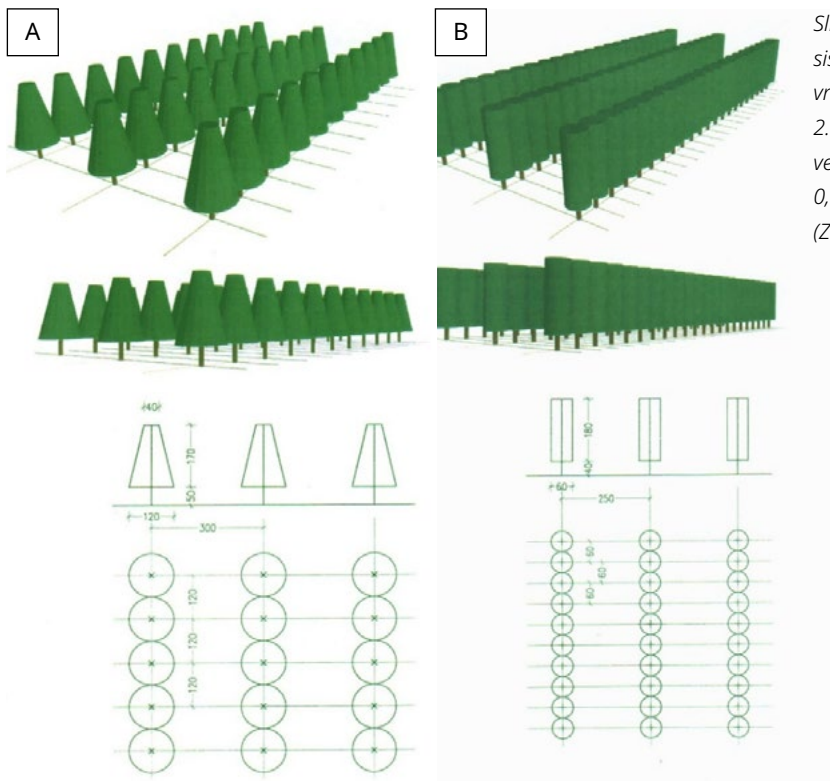
Gibereline uporabimo tudi po pozehi, saj lahko regenerirajo poškodovano peščišče in se nam še vedno razvije plod. V tem primeru uporabimo 0,5 l/ha Novagiba in po potrebi to še enkrat ponovimo.



## 5 GOJENJE OZKEGA VRETENA V SISTEMU 3,0 × 0,6 m

V tem stoletju je pridelava jabolk doživela izjemen napredek. V praksi so se uveljavili sistemi z gostim sajenjem in različnimi oblikami vzgoje dreves. Kljub vedno večjim okoljskim izzivom je prišlo do bistvenih izboljšav v količini in kakovosti pridelka. Ta napredek je bil mogoč zaradi boljšega razumevanja razvoja dreves in plodov ter izboljšane arhitekture dreves in oblik krošenj, ki temeljijo na načelih fiziologije rastlin (Tustin, 2014). To povečanje pridelka temelji na boljšem izkoriščanju svetlobe (Palmer, 2011; Ozkan et al., 2012; Lakso in Robinson, 2014; Ladon et al., 2024).

V zadnjih treh desetletjih so se pridelki stalno povečevali, od 30 do 70 ton/ha (Dorigoni in Micheli, 2015). Pri nas teh povprečij še ne dosegamo, kar je predvsem posledica neizenačenega sadilnega materiala, poznega sajenja, slabe priprave tal in posledično slabše vegetativne rasti v prvih letih po napravi nasadov. Zaradi poznega sajenja in pomanjkanja hranil v prvem letu je rast poganjkov šibka, pridelek pa minimalen. To vodi v dobro diferenciacijo rodni brstov in preobremenjena drevesa v drugem letu, kar zavira vegetativno rast. Tretje leto spet sledita slabša rodnost in močnejša vegetativna rast, kar povzroča izmenično rodnost dreves. V četrtem letu bi moral nasad doseči poln rodni volumen, a ga pogosto dosežemo le od polovice do dveh tretjin, s pridelkom okoli 40–45 ton/ha (Stampar in Jakopič, 2016; Štampar in Schmitzer, 2012). Pidelki v prvih letih po sajenju so za pridelovalce intenzivnih nasadov ključni za povrnitev investicije (Granatstein et al., 2014). V 90. letih smo imeli v Sadjarskem centru Maribor – Gačnik izjemno dober poskus gostega sajenja različnih sort jabolane, kar prikazuje slika 25 (Zadravec, 2001).



Slika 25: Enovrstni sistem; A – ozko vreteno, 3,0 x 1,2 m, 2.500 dreves/ha, B – vertikalni kordon, 2,5 x 0,6 m, 6.000 dreves/ha (Zadravec, 2001)

Rezultati, ki smo jih izmerili v letih 1992–1995, so bili za tiste čase revolucionarni (preglednica 8).

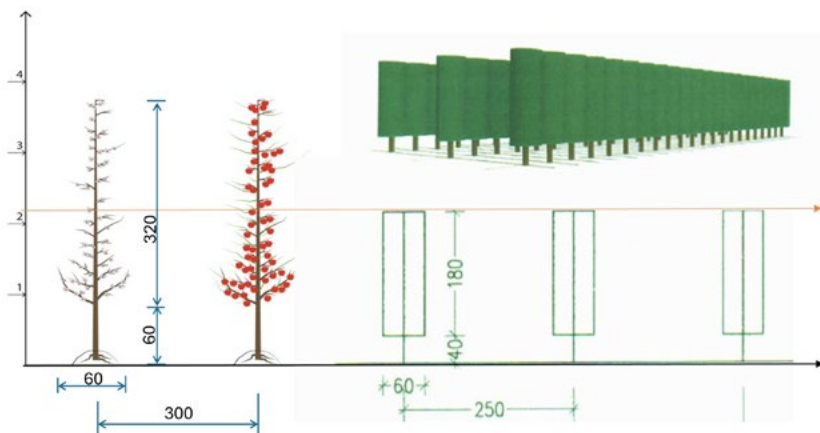
Bistvena razlika od danes je v tem, da je bilo drevo visoko samo 2,2 m in da smo na tej višini dosegli sorazmerno velike pridelke. Povprečni pridelek pri 2.500 drevesih/ha je bil 37,45 t, pri 6.000 drevesih/ha pa 52,4 t. Žal teh rezultatov iz leta 1995 nismo znali pravilno prenesti v širšo pridelavo. Najbrž so za to krive tudi razmere v pridelavi jabolk, ki so bile takrat bistveno ugodnejše, kot so danes, in so ti rezultati predstavljali neko futuristično zgodbo, ki je večina slovenskih pridelovalcev ni razumela. Kot vedno pa je bilo nekaj svetlih izjem.

Višina drevesa je prikazana na sliki 26. Uporaba mrež proti toči je pomenila bistveno zvišanje drevesa, kar je posledično prineslo tudi večji rodni volumen in s tem večje pridelke.

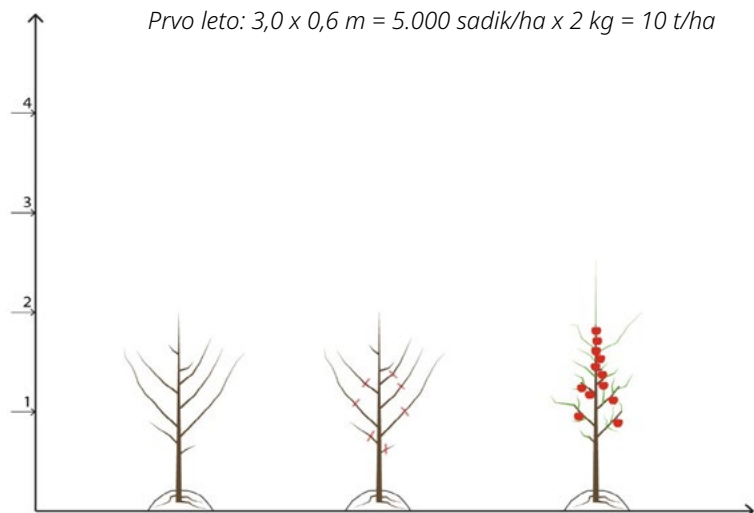
Preglednica 8:  
 Parametri vegetativne  
 rasti in pridelek pri sorti  
 'Jonagold' pri različnih  
 sistemih in gostotah  
 sajenja

Parameter	Obnavljanje	
	Ozko vreteno, 3,0 x 1,2 m, 2.500 dreves/ha (1,0 x več dreves/ha)	Vertikalni kordon, 2,5 x 0,6 m, 6.000 dreves/ ha (2,4 x več dreves/ha)
<b>Teoretični volumen krošnje v m<sup>3</sup> na drevo</b>	0,9	0,5
<b>Teoretični volumen krošnje v m<sup>3</sup> na hektar</b>	2.314,2	3.053,4
<b>Površina plašča krošnje v m<sup>2</sup> na drevo</b>	4,4	3,4
<b>Površina plašča krošnje v m<sup>2</sup> na hektar</b>	10,9	20,4
<b>Povprečno število listov na drevo (4. rastna doba)</b>	1.429,3	713,0
<b>Povprečna listna površina na drevo v m<sup>2</sup></b>	5,0	2,6
<b>Povprečna velikost enega lista v cm<sup>2</sup></b>	34,9	36,3
<b>Povprečna listna površina na hektar v m<sup>2</sup></b>	10.475,0	15.180,0
<b>Povprečno število plodov na drevo (4. rastna doba)</b>	67,8	33,4
<b>Povprečen pridelek kg/drevo</b>	15,0	8,7
<b>Povprečen pridelek t/ha</b>	37,5	52,4

Slika 26: Primerjava  
 sistema gojenja jabolane  
 2,5 x 0,6 m in 3,0 x  
 0,6 m



Z višjimi drevesi se je razvil tudi nov sistem gojenja jablan  $3,0 \times 0,6$  m. To posledično pomeni prav prej omenjeno – bistveno povečan rodni volumen in doseganje izjemno velikih in kakovostnih pridelkov.



Slika 27: Gojenje jablan v prvem letu v sistemu sajenja  $3,0 \times 0,6$  m

Za ta intenzivni sistem lahko uporabimo 9-mesečne sadike, enoletne sadike s petimi predčasnimi poganjki (slika 27), ki so cenovno ugodnejše v primerjavi s sadikami knip, ki imajo 5–7 predčasni poganjkov. Glavna razlika med njimi je tudi v višini, saj so sadike knip višje za 20–50 cm in imajo več diferenciranih brstov, predvsem na glavni osi, kar omogoča večji pridelek že v prvem letu po sajenju. Kljub temu izkušnje kažejo, da rahlo večji pridelek v prvem letu ne odtehta večjih stroškov sadike, saj manj obremenjena sadika v prvem letu bolje raste.

V tem sistemu je ključnega pomena, da sadiko posadimo na greben, ki naj po posedanju zemlje meri od 10 do 15 cm, ob tem pa dodamo potrebne minerale in organsko snov. Nato jo močno porežemo. Na višini 60 cm od tal ohranimo od 3 do 4 predčasne poganjke, ki jih skrajšamo na 30 cm, medtem ko vse druge poganjke na provodniku skrajšamo na največ 10 cm. Če gre za sadiko knip z daljšimi predčasnimi poganjki, to pomeni, da odstranimo približno  $2/3$  rasti. Provodnika pa ne krajšamo (slika 28).

*Slika 28: Porezane  
sadike po sajenju v prvi  
rastni dobi v sistemu  
3,0 x 0,6 m*



**Ko provodnik odžene, ga sprostimo (slika 29).**

*Slika 29: Začetek rasti  
po cvetenju v sistemu  
sajenja 3,0 x 0,6 m*





Po cvetenju lahko pustimo na sadiki knip 10–25 plodov na provodniku, na 9-mesečni sadiki pa 5–15 plodov na provodniku (slika 30).

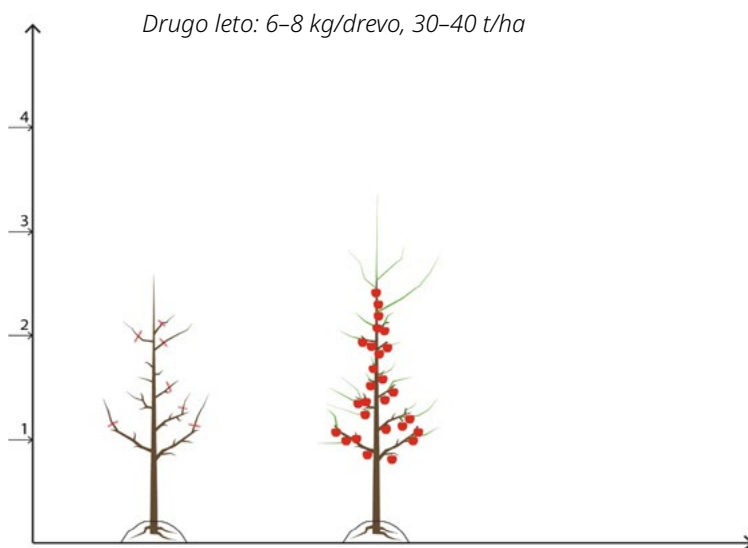


*Slika 30: Pridelek prvega leta v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m*

Provodnik zraste za 50–70 cm, medtem ko se spodnje skrajšane veje obrastejo s krajšim rodnim lesom, ki skupaj s provodnikom odlično diferencira že v prvem letu po sajenju, če je oskrba z vodo in s hranili optimalna. Po obiranju lahko izvedemo strojno rez, podobno kot v prejšnjem sistemu, tudi če je rast stranskih poganjkov manjša.

Na začetku druge rastne dobe opravimo zimsko rez, ki je preprosta. Na spodnjih kratkih nosilcih rodnega lesa po potrebi odstranimo poganjke, ki rastejo preveč proti notranjosti, tako da jih odrežemo na čep. Predolge poganjke skrajšamo na 2–3 rodne brste. Daljše poganjke ob provodniku prikrajšamo na 2 rodna brsta, v izjemnih primerih na 3 rodne brste (slika 31).

Slika 31: Gojenje jablan  
v drugem letu v sistemu  
sajenja 3,0 x 0,6 m



Pri sortah, ki se dobro obraščajo, imamo že na začetku druge rastne dobe približno 15 rodnih brstov na stranskih poganjkih in vsaj 30 rodnih brstov po provodniku. V drugem letu imamo lahko 30–45 rodnih brstov na drevo. Tako dosežemo pridelok 6–8 kg/drevo (slike 32, 33 in 34).

Slika 32: Cvetenje v  
začetku druge rastne  
dobe (sistem sajenja  
3,0 x 0,6 m)







*Slika 33: Pridelek sorte 'Fuji' v drugi rastni dobi v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m*



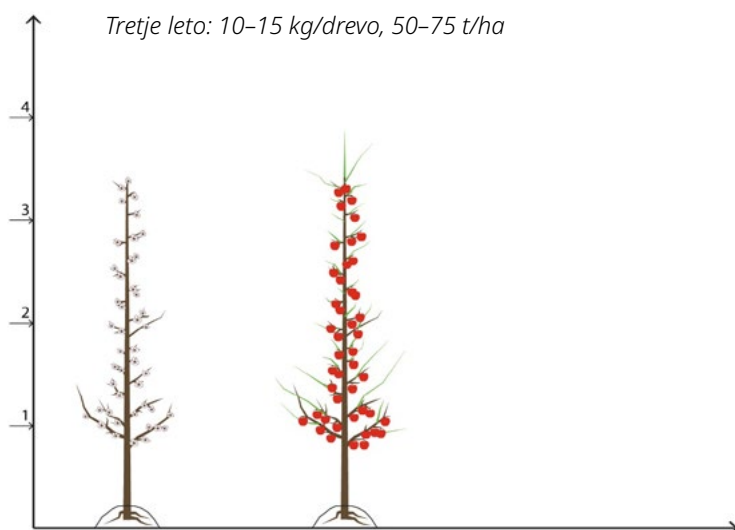
*Slika 34: Pridelek sorte 'Jonagold Red Prince' v drugi rastni dobi v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m*

Po začetku brstenja je treba sprostiti vrh. Z optimalno oskrbo v drugem letu bo provodnik zrastel za vsaj 50 cm. Ob koncu druge rastne dobe drevo doseže višino 3,0 m. V začetku septembra lahko drevesa strojno porežemo, s čimer dodatno osvetlimo krošnjo in izboljšamo obarvanost plodov. V drugem letu je priporočljivo opraviti še ročno korekturno rez, da veje, namenjene rodnosti v naslednjem letu, razvijejo kakovostnejše brste.

*Slika 35: Rez po obiranju v drugem letu*



Če je treba, v tretjem letu še enkrat sprostimo vrh in po redčenju pustimo na drevesu 50–60 plodov, kar pomeni 50–75 t/ha (slika 36).



Slika 36: Gojenje jablan v tretjem letu v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m

Pred obiranjem opravimo še strojno rez. Če nam čas dopušča, opravimo tudi korekturno ročno rez za boljšo osvetlitev in obarvanost plodov (slika 37). Ukrepa izvedemo, le če imamo nasad pokrit s protitočno mrežo, ki nam prepreči ožige plodov.

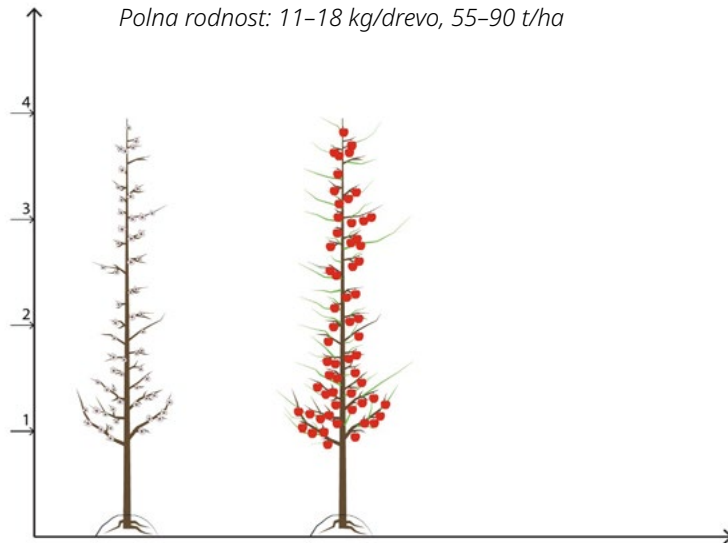


Slika 37: Septembrska osvetlitvena rez



V tem letu provodnik zraste vsaj 50 cm. Drevo ob koncu rastne dobe doseže višino 3,5–3,8 m, kar je njegova končna višina. Vrh drevesa pritrdimo na zgornjo žico z uporabo veziva božir, namesto s sponko. Ker je provodnik precej šibek, se lahko pod težo pridelka sponka sprosti, kar povzroči, da se vrh drevesa povesi ali celo zlomi pod obremenitvijo pridelka.

Slika 38: Gojenje jablan v četrtem letu in nato v polni rodnosti v sistemu sajenja 3,0 x 0,6 m



V četrtem letu – v polni rodnosti – vse rodne veje, ki izraščajo iz močnejših nosilcev v spodnjem delu in na provodniku, prikrajšamo na dva rodna brsta. Če rodni nosilec ni primeren, ga zamenjamo tako, da ga odrežemo na čep in vzgojimo nov rodni nosilec. Rez je zelo preprosta, tudi za delovno silo, ki nima izkušenj z njo. V polni rodnosti lahko pričakujemo povprečni pridelek 55–90 t/ha, odvisno od sorte.



Slika 39: Sorta 'Granny Smith' v 4. rastni dobi (3,0 x 0,6 m)



Slika 40: Sorta 'Topaz' v 5. rastni dobi (3,0 x 0,6 m)

Dozdajšnje 14-letne izkušnje s sortami 'Gala', 'Jonagold' in 'Idared' (slika 41) kažejo, da imamo lahko vsako leto ob pravilni oskrbi sadnih dreves (gnojenje prek tal in listov, varstvo pred boleznimi in škodljivci) velike in kakovostne pridelke. Ti v povprečju presegajo 60 t/ha plodov prvega kakovostnega razreda.

Slika 41: Sorta 'Idared'  
v 14. rastni dobi (3,0 x  
0,6 m)



## 6 LITERATURA

Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., Prithiviraj, B. 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196: 39–648.

Dorigoni, A., Micheli, F. 2015. The fruit wall: are tall trees really necessary? *EFM*, 6: 10–13.

Du Jardin, P. 2012. The science of plant biostimulants—a bibliographic analysis, Ad hoc study report. European Commission, 37 str. [http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/169257/1/Plant\\_Biostimulants\\_final\\_report\\_bio\\_2012\\_en.pdf](http://orbi.ulg.ac.be/bitstream/2268/169257/1/Plant_Biostimulants_final_report_bio_2012_en.pdf) (12. 12. 2024)

Gluhić, D. 2020. Primjena biostimulatora na bazi aminokiselina v poljoprivrednoj proizvodnji. *Glasnik zaštite bilja*, 3: 38–46.

Granatstein, D., Andrews, P., Groff, A. 2014. Productivity, economics, and fruit and soil quality of weed management systems in commercial organic orchards in Washington State, USA. *Organic Agriculture*, 4: 197–207.

Guo, X., Liu, D., Chong, K. 2018. Cold signaling in plants: Insights into mechanisms and regulation. *Journal of Integrative Plant Biology*, 60(9): 745–756. <https://doi.org/10.1111/jipb.12706>

Kodrič, I. 2006. Zaščita pred spomladansko pozebo. Ljubljana, MKGP, 35 str.

Ladon, T, Chandel, J. S., Sharma, N. C., Verma, P. 2024. Optimizing apple orchard management: Investigating the impact of planting density, training systems and fertigation levels on tree growth, yield and fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 334: 113329.

Lakso, A. N., Robinson, T. L., 2014. Sunlight, yield, and productivity of apples. *N. Y. Fruit Q*, 22(2): 5–7.

Ozkan, Y., Yildiz, K., Kucuker, E., Cekic, C., Ozgen, M., Akca, Y., 2012. Early performance of cv. Jonagold apple on M9 in five tree training systems. *Hort. Sci.*, 4: 158–163.

Palmer, J.W., 2011. Changing concepts of efficiency in orchard systems. *Acta Hortic.*, 903: 41–49.



Prevent and combat cold stress with Biostimulation 360. 2021. Tradecorp. <https://tradecorp.com.es/en/prevent-and-combat-cold-stress-with-biostimulation-360/>

Salvi, L., Cataldol, E., Secco, S., Mattiil, G. B. 2016. Use of natural biostimulants to improve the quality of grapevine production: first results. *Acta Horticulturae*, 1148: 66–81.

Soršak, A., Gutman Kobal, Z., Kodrič, I., Koron, D. 2021. Tehnološka navodila za zaščito pred spomladansko pozebo. [https://www.kmetijski-zavod.si/Portals/0/Novosti\\_Nasveti/Tehnolo%C5%A1ka%20navodila%20za%20za%C5%A1%C4%8Dito%20pred%20spomladansko%20pozebo.pdf?ver=2021-03-29-070539-940](https://www.kmetijski-zavod.si/Portals/0/Novosti_Nasveti/Tehnolo%C5%A1ka%20navodila%20za%20za%C5%A1%C4%8Dito%20pred%20spomladansko%20pozebo.pdf?ver=2021-03-29-070539-940)

Stampar, F., Jakopič, J. 2016. Modern apple fruit production. *Acta Hort.*, 1139: 419–424.

Štampar, F., Hudina, M., Jakopič, J., Veberič, R., Lešnik, M. 2022. Trajnostna pridelava jabolk sorte ‚Bonita‘. Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za sadjarstvo, vinogradništvo in vrtnarstvo, 100 str. <https://www.bf.uni-lj.si/sl/raziskave/raziskovalni-projekti/131/bonita%2C-nova-odporna-klubska-sorta-jabolk-v-sloveniji--od-pridelave-do-trzenja>.

Štampar, F., Schmitzer, V. 2012. Kakšno letno vegetativno rast jablane potrebujemo za doseganje polne rodnosti v četrtem letu? Zbornik referatov 3. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 21.–23. november 2012. Ljubljana, Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 179–185.

Tustin, D. S. 2014. Future orchard planting systems – Do we need another revolution? *Acta Hortic.*, 1058: 27–36.

Zdravec, P. 2001. Povezava rasti in razvoja jablane (*Malus domestica* Borkh.) z gojitveno obliko in gostoto sajenja. Magistrska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 100 str.

Zinoni, F., Rossi, F., Pitacco, A., Brunetti, A. 2000. Metodi di previsione e difesa dale gelate tardive. *Calderini edagricole*, Bologna.



**UNIVERZA  
V LJUBLJANI**

**BF**

**Biotehniška  
fakulteta**



 **PROGRAM  
RAZVOJA  
PODEŽELJA**



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje







UNIVERZA  
V LJUBLJANI

**BF**

Biotehniška  
fakulteta



PROGRAM  
RAZVOJA  
PODEŽELJA



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje



eip-agri  
AGRICULTURE IN RURAL AREAS