

Sustavi zaštite od kasnih proljetnih mrazova u trajnim nasadima

Miškulin, Petra

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:250643>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-07**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Petra Miškulin

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

Sustavi zaštite od kasnih proljetnih mrazova u trajnim nasadima

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Petra Miškulin

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

Sustavi zaštite od kasnih proljetnih mrazova u trajnim nasadima

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Petra Miškulin

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Mehanizacija

Sustavi zaštite od kasnih proljetnih mrazova u trajnim nasadima

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. doc.dr.sc. Vjekoslav Tadić, mentor
2. izv.prof.dr.sc. Irena Rapčan, član
3. Ivan Vidaković, mag.ing.mech., član

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Mehanizacija

Završni rad

Petra Miškulin

Sustavi zaštite od kasnih proljetnih mrazova u trajnim nasadima

Sažetak

Pojava kasnih proljetnih mrazova uzrokuje velike štete na poljoprivrednim kulturama. Kasni proljetni mrazovi nanose tim veće štete, što se kasnije pojavljuju ili bolje rečeno što se pojavljuje onda, kada je već vegetacija uvelike krenula i kada postoji živo cirkuliranje životnih sokova. Osnovni cilj rada bio je proučiti i obraditi sve metode zaštite trajnih nasada od kasnih proljetnih mrazova. Na početku ovoga rada govori se o važnosti zaštite mraza i samom utjecaju mraza na trajne nasade te štetnom učinku koji on ima. Metode zaštite podijeljene su na tri najvažnije, a to su aktivne, pasive i kemijske mjere. Svaka od tih metoda dalje je obrađena posebno kao skupina svih ostalih metoda i sustava koji pripadaju jednoj od te tri skupine. Kod aktivnih metoda koriste se zaštita prekrivanjem biljaka, dimljenjem, kišenjem, sustavi direktnog grijanja te ventilatori za stvaranje zračne struje. Kod pasivnih se pak koriste metode kao što su izbor lokacije, postavljanje barijera, pokrivanje zemljišta zečjastim biljkama i krečenje stabala. Kemijska zaštita se slabije koristi u suvremenoj proizvodnji, a podijeljena je na preparate koji se u njoj koriste.

Ključne riječi: mraz, metode, zaštita, trajni nasad, sustavi, vinograd

23 stranice, 1 tablica, 1 slika, 20 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Mechanization

Final work

Petra Miškulin

Protection systems for late spring frosts in permanent orchards

Summary

The appearance of late spring frosts causes' great damage to agriculture. Late spring frosts are causing these more damage, which occurs later or better when it occurs, when vegetation is already going on and there is a lively circulation of life juices. The main aim of the paper was to study and process all methods of protecting permanent orchards from late spring frosts. At the beginning of this paper, the importance of frost protection and the impact of frost on permanent orchards and the harmful effects it possesses are discussed. Protection methods are divided into three most important, active, passive and chemical measures. Each of these methods is further processed as a group of all other methods and systems belonging to one of these three groups. Protective coatings, smoke, rain, direct heating systems and air currents are used in active methods. In passive ways, such as site selection, barrier setting, land cover with zeolite plants and tree trimming are used. Chemical protection is poorly used in contemporary production and is divided into the preparations used in it.

Key words: frost, methods, protection, permanent orchards, systems, vineyard

23 pages, 1 tables, 12 figures, 20 references

Final work is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. UTJECAJ KASNIH PROLJETNIH MRAZOVA NA TRAJNE NASADE	3
3. AKTIVNA ZAŠTITA OD KASNIH PROLJETNIH MRAZOVA	6
3.1. Zaštita pokrivanjem biljaka	6
3.2. Zaštita dimljenjem trajnih nasada	7
3.3. Zaštita trajnih nasada kišenjem	8
3.4. Zaštita direktnim grijanjem	12
<i>3.4.1. Primjena StopGEL svijeća u zaštiti od mraza</i>	13
3.5. Primjena mobilnog generatora topline u zaštiti trajnih nasada	14
3.6. Ventilatori za stvaranje zračne struje	16
4. PASIVNA ZAŠTITA OD KASNIH PROLJETNIH MRAZOVA	19
4.1. Izbor lokacije	19
4.2. Postavljanje barijera	19
4.3. Pokrivanje zemljišta zeljastim biljkama	19
4.4. Krećenje stabala	19
5. KEMIJSKA ZAŠTITA NASADA OD KASNIH PROLJETNIH MRAZOVA	21
6. ZAKLJUČAK	22
7. LITERATURA	23

1. UVOD

Poljoprivreda je sustavni proces proizvodnje tvari za čovjekovu prehranu i za ishranu životinja i ostalih tvari kroz uzgajanje biljki i životinja. Poljoprivreda je gospodarska djelatnost koja pomoću kultiviranih biljaka i domaćih životinja, uz ljudski rad iskorištava prirodne izvore (tlo, voda, klima) za dobivanje biljnih i životinjskih proizvoda koji se koriste u prehrani ljudi i životinja te kao sirovine za daljnju preradu. Poljoprivredna proizvodnja je djelatnost od velikog nacionalnog interesa. S obzirom na rastući trend proizvodnje prehrambenih proizvoda u svijetu, prirodni geografski uvjeti u Republici Hrvatskoj predstavljaju veliki proizvodni potencijal. Voćarstvo je grana poljoprivrede, koja se bavi proizvodnjom, uzgojem, zaštitom i prodajom voća. Cilj je dobiti kvalitetno voće uz male troškove proizvodnje. Voćari se bave proizvodnjom voća, od planiranja i odabira sadnog materijala preko prihrane i zaštite do berbe plodova. Agroekološki uvjeti proizvodnje voća su: klima, tlo i položaj. Priprema terena i podizanje voćnjaka obuhvaćaju: izbor terena, analizu tla i gnojidbu, rahljenje, izradu plana voćnjaka i nabavu kvalitetnih sadnica voćaka. U voćnjaku se obavljaju radovi obrade tla, zaštite od vremenskih neprilika, navodnjavanja i oprašivanja. U voćarstvu koristi se poljoprivredna mehanizacija za obradu tla, sredstva za zaštitu voćaka, alati za rezidbu, oprema za berbu i skladištenje. Kada je zrelo ili poluzrelo, voće se bere, skladišti, razvrstava po klasama i kvaliteti, pakira te se transportira do mjesta prodaje. Voćnjak je tradicionalni oblik voćarstva. U njemu rastu visoka stabla različite dobi i različitih vrsta. Obično se održavaju općenito bez korištenja umjetnih zaštitnih sredstava ili umjetnih gnojiva. Plantaže voća su monokulture jedne vrste voća uz primjenu sredstava za zaštitu voća (Duždagić, 2016.). Cittadini i sur. (2006.) navode da je procjena rizika oštećenja od smrzavanja važna u planiranju razvoja novih područja voćnjaka i odlučivanju o projektiranju i izgradnji sustava za zaštitu od mrazova.

Pfammatter (1998.) navodi da se općenito pojavljuju tri tipa mraza:

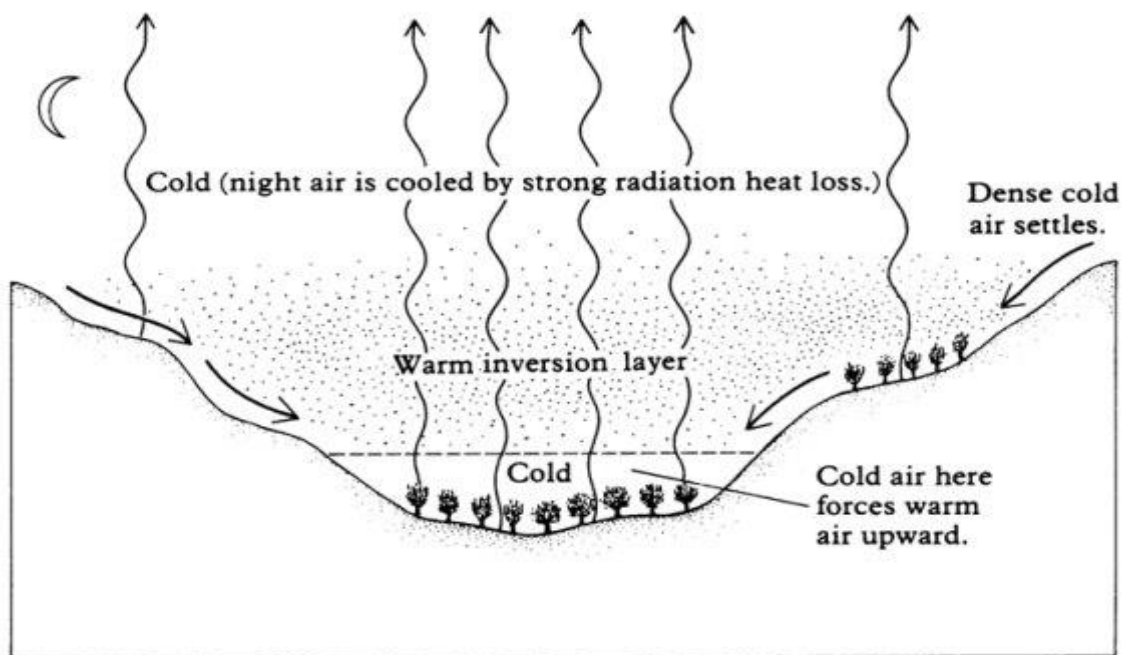
- Advekcijski mraz – pojavljuje se kada velika količina hladnog zraka porijeklom iz Arktika prodire u sve dijelove Europe. Javlja se najčešće u proljeće te tada počinu najveće štete. Biljke se smrzavaju jer se nalaze u atmosferi znatno hladnijoj od one koje one mogu podnijeti.
- Mraz isparavanja – smrzavanje zbog isparavanja vode može malo spustiti temperaturu mladih dijelova biljaka i uzrokovati velike štete. Taj fenomen može posredovati prije hladne kiše s ledom/snijegom, s temperaturom malo iznad 0°C.

Porastom relativne vlažnosti i snižavanjem temperature zraka može doći do pojave „leda isparavanja“.

- Radijacijski mraz – tlo se ponaša kao tamno tijelo i za vedrih i tihih noći gubi toplinu zbog radijacije, topao zrak se uzdiže, a hladan spušta i slijedi smrzavanje. Biljke također brže gube toplinu te njihova temperatura biva niža od okolnog zraka i tada nastupa smrzavanje.

To je najčešći tip mraza odnosno smrzavanja biljnog tkiva. Rizik se smanjuje kada dolazi do povećanja naoblake koja smanjuje reflektiranje topline iz tla i biljaka. Na neobrađenim površinama u voćnjaku smanjene su štete zbog smanjene površine odsjaja tla. Također su manje štete na zatravljenom međurednom prostoru i ako je biomasa pokošena prije nastupanja niskih temperatura.

Pojava kasnih proljetnih mrazova uzrokuje velike štete na poljoprivrednim kulturama. Kasni proljetni mrazovi nanose tim veće štete, što se kasnije pojavljuju ili bolje rečeno što se pojavljuje onda, kada je već vegetacija uvelike krenula i kada postoji živo cirkuliranje životnih sokova. Ovakvi mrazovi uzrokuju smrzavanje vode, koja je osnovni nosilac svih hranjivih tvari, stvaranjem leda povećava se volumen iste, posljedica čega je razaranje samih stanica, tj. tkiva. Dobro provedena zaštita od ovakvih mrazova smanjuje velike gubitke koji time nastaju (Cindrić i sur., 1956.).



(Izvor: <http://pinova.hr/media/34/2011/07/19/>)

Slika 1. Utjecaj položaja trajnog nasada na jačinu mraza

2. UTJECAJ KASNIH PROLJETNIH MRAZOVA NA TRAJNE NASADE

Štete od mraza na nasadima čine veliki problem još od uzgoja prvih usjeva. Čak i ako se svi uvjeti kvalitetne proizvodnje zadovolje, jedna noć ispod temperature smrzavanja može dovesti do potpunog gubitka uroda. Osim za tropske geografske širine, gdje temperature rijetko padaju ispod točke smrzavanja, štete nastale zbog niskih temperatura je svjetski problem. Oštećenja od smrzavanja u subtropskim klimatskim uvjetima obično su povezana s polaganim hladnim zračnim masama koje mogu donijeti 2 do 4 noći s 8 do 10 sati temperature ispod nule. U istočnim kontinentalnim mjestima štetni događaji su obično advektivni, sa slabim inverzijama. U zapadnim kontinentalnim i morskim klimatskim uvjetima tipičan je mraz s blagim utjecajem i jačim inverzijama. Štetni događaji obično počinju advekcijom hladnog zraka nakon koje slijedi nekoliko noći radijacijskog mraza. U umjerenim klimatskim uvjetima, pojava mraza traje kraće i javlja se češće nego u drugim klimatskim uvjetima (Bagdonas i sur., 1978.). Za listopadna stabla i stabla oraha štetni mrazovi događaju se uglavnom u proljeće, ali ponekad i na jesen. Za subtropsko voće, oštećenje usjeva obično nastaje tijekom zime. U tropskim klimatskim uvjetima, obično nema smrzavanja osim na višim visinama. Stoga, kada su tropski usjevi oštećeni hladnoćom, temperatura je obično iznad nule (Snyder i Melo-Abreu, 2005.).

Lee i sur. (2018.) u svom istraživanju navode da je razvijen numerički model za predviđanje rasta sloja mraza na temelju računske dinamike fluida. Ovaj model može predvidjeti ponašanje rasta poroznog sloja mraza nastalog desublimacijom. Predložena je nova volumetrijska jednadžba brzine prijenosa mase koja može uzeti u obzir prodor vodene pare u sloj mraza. Model je validiran eksperimentalnim rezultatima u različitim radnim uvjetima i korišten je za analizu procesa rasta sloja mraza. Raspodjela gustoće unutar sloja mraza se gotovo linearno mijenja u smjeru okomitom na površinu hlađenja u radnim uvjetima pogodnim za desublimaciju, pokazujući različite karakteristike od slučaja u radnim uvjetima pogodnim za zamrzavanje nakon kondenzacije. Osim toga, prosječna brzina prijenosa mase analizirana je kao funkcija vremena. Kako vrijeme prolazi, poroznost sloja mraza se smanjuje, a brzina prijenosa mase zbog prodiranja vodene pare postupno se smanjuje.

Kasni proljetni mrazovi se često javljaju u našoj zemlji. Od njih stradaju kako ratarski i povrtlarski usjevi tako i višegodišnji nasadi. Usjevi mogu biti oštećeni ili potpuno uništeni, a višegodišnji nasadi čak zaustavljeni u porastu i razvoju. Još je veća opasnost od

mrazova na novim nasadima, koji su većinom niskog habitusa. Oštećenje od mraza nekad se na biljkama manifestira kao oštećenja nastala od bolesti ili štetočina (Bugarin i sur., 2014.). Uslijed djelovanja niskih temperatura dolazi do razaranja biljnog tkiva kao posljedica stvaranja kristala leda unutar staničnih sokova. Ovisno o duljini trajanja hladnoće i fenofaza u kojoj se biljka nalazi osjetljivost biljke na negativne temperature raste. Općenito cvjetni pupovi i tek zametnuti plodovi najosjetljiviji su organi na voćkama i ukoliko u to vrijeme nastupe mrazovi dolazi do djelomičnog ili potpunog propadanja cvjetnih pupova i plodova, a kao posljedica javlja se smanjeni ili nikakav rod. Štete uzrokovane niskim temperaturama manifestiraju se na plodovima kako jezičavog tako i koštičavog voća na način da plodovi potamne, gube tvrdoću i oblik, s vremenom se smežuraju i otpadnu. Na zametnutim plodovima voća koji su manje oštećeni, štete su vidljive kasnije na plodovima u obliku raznih prstenova ili prevlaka. U nasadima oraha štete su vidljive u obliku posmeđenja i sušenja na vrhovima izboja ili cijelih izboja, što u konačnici dovodi do gubitka roda. Vinogradi koji su u fazi pojave i razvoja grozdova, posebno su osjetljivi na niske temperature, dok su u povrtlarskoj proizvodnji najosjetljivije sjemenke koje se nalaze u fazi klijanja, mlade biljke koje tek niču ili su nikle, te rano posađene presadnice. Također najosjetljivija fenofaza u jagodama je puna cvatnja i zametnuti plodovi. Zaštita voćaka protiv mraza je kompleksna i ovisi o vrijednostima temperatura te vremenu zadržavanja hladnog zraka (Izvor: <http://www.agroopskrba-matej.hr/>). Za zaštitu od mraza koriste se i neki uređaji za zaštitu bilja, kao i sustavi za navodnjavanje. Kasni proljetni mrazovi javljaju se u travnju pa i u svibnju kada se mnoge kulture počinju razvijati ili su već u punom razvoju. Zato je potrebno poznavanje mikroklima, da bi se izbjeglo podizanje trajnih nasada na područjima gdje se obavezno javljaju proljetni mrazovi ili ako su zasadi podignuti da se pripremi zaštita, odnosno izabere najpogodnija metoda. Kakvu metodu je najpogodnije primjeniti zavisi od mogućnosti, efikasnosti i ekonomičnosti. Postojanje uređaja koji se mogu koristiti, kao na primjer stacionarnog sustava za navodnjavanje može imati presudan utjecaj na izbor za zaštitu polaganim kišenjem. Poznato je više metoda koje sa više ili manje uspjeha omogućuju zaštitu od djelovanja niskih temperatura, koje dovode do smrzavanja pojedinih dijelova ili cijele biljke. Zaštita od mrazova može biti pasivna, aktivna i kemijska (Bugarin i sur., 2014.).

Atam i Arteconi (2017.) u svom radu pojašnjavaju koncept za za novo područje primjene višenamjenskih fotonaponskih sustava: proizvodnja električne energije u

kombinaciji sa sprečavanjem smrzavanja velikih nasada marelica u regiji Turske poznatom po proizvodnji marelica. Proizvedena električna energija iz fotonaponskog sustava koristit će se za zagrijavanje zraka i njegovo smanjenje na stablima marelica tijekom razdoblja mraza.

Pasivna zaštita obuhvaća izbor terena za nasade, izbjegavanje obavljanja radova prije prolaza opasnosti od pojave mrazova, održavanje zemljišta bez korova, čija transpiracija snižava temperaturu, izbor sorata sa kasnijim cvjetanjem i usmjeravanje selekcije u tom smjeru, pronalaženje varijeteta otpornih na niske temperature.

Aktivna zaštita obuhvaća najveći broj metoda i najefikasnija je, ali dosta skupa kako zbog investiranja tako i zbog utroška radne snage i materijala. Najznačajnije metode aktivne zaštite su:

- pokrivanje biljaka različitim materijalima,
- korištenje dima i magle, sagorjevanjem i zamagljivačima,
- polagano kišenje sustavima za umjetno kišenje,
- direktno grijanje raznim tipovima peći,
- zračno strujanje, proizvedeno velikim ventilatorima,
- zagrijavanje infracrvenim zračenjem.

Kemijska zaštita temelji se na upotrebi hormona za usporavanje cvjetanja i vegetacije.

U praksi se od svih oblika zaštite od mraza najviše upotrebljavaju tri aktivna načina: lagano kišenje i direktno grijanje, a u posljednje vrijeme i stvaranje hladne ili tople zračne struje velikim ventilatorima (Bugarin i sur., 2014.).



(Izvor: <https://www.jabuka.tv/wp-content/uploads/2019/04/mraz-slana-led.jpg>)

Slika 2. Kasni proljetni mraz

3. AKTIVNA ZAŠTITA OD KASNIH PROLJETNIH MRAZOVA

3.1. Zaštita pokrivanjem biljaka

Konzerviranjem, toplina se zadržava tijekom noći u prizemnom dijelu zraka, gdje se i nalaze dijelovi biljke osjetljivi na mraz. Pokrivanje je najjednostavnija metoda zaštite. Biljke se mogu zaštititi pokrivanjem slamom, tresetom, kartonima, tkaninama ili primjenom kemijskih proizvoda poput porozne pjene, plastične folije ili umjetnog snijega (Izvor: <https://www.agroklub.ba/40897/>). Daje dobre rezultate ako temperature nisu niže od -3°C . Sastoji se u sprečavanju radijacije (Bugarin i sur., 2014.).

Fuller i sur. (2003.) proveli su istraživanje o primjeni hidrofobnih čestica i akrilnog polimera kao zaštita od mrazova. Velikim testovima smrzavanja primjena filma hidrofobnih čestica dosljedno je dovela do manjeg oštećenja, dok je akrilni polimer doveo do iste količine ili više oštećenja u usporedbi s kontrolnim biljkama. Detaljno ispitivanje zamrzavanja lišća svih triju vrsta infracrvenom toplinskom obradom otkrilo je da film od hidrofobnih čestica odgađa ulazak leda iz zamrznute vodene kapljice koja sadrži aktivne bakterije koje stvaraju led i u nekim slučajevima za cijelo trajanje testa smrzavanja. Nasuprot tome, akrilni polimer je mogao samo utjecati na vrijeme nastajanja leda lišća citrusnih biljaka. Zaključeno je da hidrofobni film čestica pokazuje značajna obećanja kao

sredstvo za zaštitu od smrzavanja primijenjivanjem na osjetljive usjeve neposredno prije događaja smrzavanja.



(Izvor: <https://www.bauhaus.hr/22488831.jpg>)

Slika 3. Agrotekstil zaštita za prekrivanje biljaka

3.2. Zaštita dimljenjem trajnih nasada

Zadimljavanje je najstarija i najjeftinija zaštita od mraza. Oblak dima sprječava emitiranje topline, čime se ublažava hlađenje prizemnih slojeva zraka (Izvor: <https://www.agroklub.ba/40897/>). Izgaranje treba biti takvo da se ne razvija intenzivan plamen, već velika količina dima, koji se treba raširiti unutar cijelog nasada. Ovom metodom ne povećava se temperatura, već se sprječava daljnje padanje temperature. Nije naročito siguran način, ali može spriječiti snižavanje temperature za 2°C (Bugarin i sur., 2014.). U nasadu se pale materijali koji stvaraju gust dim, a ne sagorijevaju brzo, odnosno koji tinjaju. To mogu biti stare automobilske gume, stajsko gnojivo, piljevina, vlažna slama pomiješana s lišćem, uz dodatak katrana. Ako postoji opasnost od mraza, najbolje je vatre paliti oko ponoći, kako bi voćke bile zaštićene do najjačeg jutarnjeg mraza. Dimnu zavjesu

trebalo bi održavati sve do izlaska sunca. Po nasadu koji treba štititi raspoređuje se gorivi materijal (najčešće slama i drugi otpaci) i pali se u vedrim jutarnjim satima. Da bi ova metoda bila uspješna, potrebno je oko 50 vatri na jedan hektar. Ovom metodom moguće je braniti voćnjak od slabijih mrazova do -4°C . Pri jačim mrazovima zadimljavanje nije učinkovito i treba potražiti druge mjere (Izvor: <https://www.agroklub.ba/40897/>).



(Izvor: <https://zvornicki.ba/wp-content/uploads/2017/04/mraz-dimljenje.jpg>)

Slika 4. Dimljenje voćnjaka

U zaštiti trajnih nasada od kasnih proljetnih mrazova dimljenjem može uvelike pomoći i, ako su već postavljene, protugradne mreže. Njihovim korištenjem dim se uspjeva određeno vrijeme zadržati unutar nasada i između samih biljaka te na taj način produljuje samo djelovanje ove metode zaštite.

3.3. Zaštita trajnih nasada kišenjem

Zaštita se temelji na fizikalnoj pojavi, da se pri zaleđivanju vode oslobađa toplina (80 kal./1 gram vode). Oslobođena toplina održava temperaturu pri tlu iznad 0°C . Neprekidnim prskanjem po voćkama na površini voćaka se stvara mješavina vode i leda. Unutrašnje tkivo voćaka, uslijed oslobođene topline nije ugroženo hladnoćom, jer se u njemu ne događa smrzavanje. Tako dugo dok je sva voda smrznuta, temperatura će se zadržavati oko 0°C . Zaštitom od mraza počinje kada temperatura padne ispod 0°C , i provodi se tako dugo dok temperatura zraka ne poraste iznad 0°C , odnosno dok se sav led

stvoren na voćkama ne otopi (Izvor: <https://www.agroklub.com/28607/>). Povišenje temperature uslijed smrzavanja kapljica vode traje oko 2 minute. Čak i osjetljive kulture ne stradaju na temperaturi nešto ispod 0°C, jer su im biljni sokovi koncentriraniji, tako da smrzavaju na nižoj temperaturi nego voda. Otpuštanje topline smrzavanjem kapljica vode, sprječava da temperatura u tankom zračnom sloju, između vegetativnog organa i ledene pokorice koja se stvorila na biljci bude niža od -0,3°C. Da bi se izbjegle eventualne štete, kišenje treba nastaviti i poslije povećanja temperature iznad nule, dok se led formiran na biljkama potpuno ne otopi. Tako se izbjegava naglo topljenje leda i rashlađivanje biljke, s obzirom da se pri topljenju troši ista količina topline, koja se oslobađala zamrzavanjem. Osim oslobađanjem topline, smrzavanjem vode i stvaranjem ledene kore procesom kišenja, zaštita biljaka od izmrzavanja obavlja se i povećanjem vlažnosti zraka, čime se smanjuje radijacija (isijavanje). Isto tako se vlaženjem zemljišta povećava njegova provodljivost i toplota brže dolazi iz dubljih slojeva na površinu. Oblikovane kapi trebaju biti vrlo fine i malog promjera da bi se led ravnomjerno formirao na dijelovima biljaka, tako da ne nastanu štete od lomljenja grana. Mala količina vode može izazvati smrzavanje biljaka, jer se oslobađa nedovoljna količina topline, dok velika količina može nanijeti štete zbog stvaranja abnormalno velike mase leda, koji prouzrokuje lomljene grana. Primjeri zaštite kišenjem pokazuju da se kod jabuke i kruške postiže efikasno sprječavanje smrzavanja do -6°C sa količinom vode od 2,4 mm/h, odnosno sa 24 m³/h po hektaru. Šteta od lomljenja grana uslijed velike mase leda, uočene su već pri upotrebi količine vode od 3,2 mm/h (Bugarin i sur., 2014.). Zaštita orošavanjem može se provoditi na dva načina: prskanje iznad krošnje i prskanje ispod krošnje. Prvi sustav se sastoji od prskalica koje se obično stavljaju u rasteru 10x12 m (nosač prskalice se pričvršćuje na stup konstrukcije mreže protiv tuče; 20 do 30 cm iznad), mreže plastičnih cijevi, spojnice i crpke. Glavna mreža se ukapa, a laterale s prskalicama smještaju se nadzemno, duž redova.

S obzirom na količine vode koja je potrebna za zaštitu, izvor vode većinom su akumulacije. Koriste se centrifugalne motorne crpke velikih protočnosti, radnog tlaka 6-8 bara (ovisno od konfiguracije terena). Tražena količina vode je min. 35 m³/h po 1 ha. Približna računica je da se s tih 35 m³/h može uspješno štititi od -3 do -5 °C. Povećanjem količine vode se povećava mogućnost zaštite i pri nižim temperaturama. Naravno, na uspješnost zaštite utječe položaj voćnjaka, vlažnost zraka, vjetar, stanje biljaka. Indikator uspješne zaštite mraza je izgled leda na biljkama - ukoliko je led

proziran, zaštita se dobro odvija. Ako led poprimi mliječnu boju, znači da je počelo smrzavanje biljaka (Izvor: <https://www.agroklub.com/28607/>).



(Izvor: <https://cdn.agroklub.com/upload/images/image/mgn-tekst.jpg>)

Slika 5. Uspješna zaštita orošavanjem (lijevo) i neuspješna zaštita (desno)

Važno: za uspješnu zaštitu potrebna je uniformnost kišenja (jednolika pokrivenost nasada) i odgovarajuća brzina rotacije prskalice. Zbog toga treba odabrati ispravan razmak između prskalica, te model prskalica koji se koristi. Važno je i da prskanje bude kontinuirano, sve dok temperatura okoline ne poraste iznad 0 °C. Ne smije se dogoditi da dođe do prekida u orošavanju, jer u tom slučaju dolazi do značajnog oštećenja voćaka. Glavne značajke ovog načina zaštite jesu velika učinkovitost, ali i velika potrošnja vode (obično jedna zaštita traje 10 sati).

Drugi se sustav zaštite može primijeniti kada se raspolaže s manjim količinama vode, ili kod jako velikih nasada (opet pitanje kapaciteta izvora vode). Može se izvesti kao periodično, tako da se prskanje odvija po sekcijama, s brzim izmjenama, automatski. Ovim se načinom može uspješno štiti do -3°C. Prednost je što ne postoji opasnost od razvoja bolesti, može se koristiti i za navodnjavanje, ali se uspješno može štititi samo do -3°C (u slučaju vjetra učinak je manji). Koriste se prskalice manjih dometa (Izvor: <https://www.agroklub.com/28607/>).



(Izvor: <https://cdn.agroklub.com/upload/images/text/thumb/slika1-880x495.jpg>)

Slika 6. Zaštita kišenjem

Zaštita kišenjem ujedno može služiti i za navodnjavanje trajnih nasada te na taj način smanjiti troškove i povećati prinose nasada. Ovim načinom navodnjavanja se voda raspodjeljuje po površini tla u obliku prirodne kiše. Ova metoda ima mnogo prednosti, moguća je upotreba u različitim topografskim uvjetima, zahtjeva minimalne pripremne radove na zemljištu, ne zauzima obradivu površinu, ne smanjuje korištenje mehanizacije, mogućnost točnog doziranja i ekonomičnog korištenja raspoložive vode (Izvor: <https://www.agroklub.com/28607/>).

Sustav funkcionira tako da uređaj zahvaća vodu iz izvora, tlači je kroz cijevi i na kraju preko rasprskivača u obliku prirodne kiše raspoređuje po površini koja se navodnjava. Sustav može biti prenosiv, polustabilan i stabilan. Svaki se sastoji od vodozahvata, cijevne mreže, rasprskivača i armature, a cijevna mreža od usisne cijevi, glavnog cjevovoda i kišnih krila. Rasprskivači imaju završnu ulogu u sustavu kišenja i razlikuju se po vodnom tlaku, domeni bacanja vode, količini izbacivanja vode, površini i intenzitetu kišenja, vrsti i broju mlaznica te načinu pogona i kišenja (Izvor: <http://pinova.hr//navodnjavanje-vocnjaka>).

Perry (1998.) u svom radu navodi da zaštita kišenjem, uz određene rizike, ima značajne prednosti. Operativni troškovi su niži jer je voda mnogo jeftinija od nafte i plina. Sustavi za navodnjavanje pogodni su za rad jer se kontroliraju pomoću središnjeg kućišta s crpkom. Isti autor navodi i da zaštita kišenjem ima višenamjensku funkciju; ima funkciju

prevencije suše, potiskivanja topline, aplikacije gnojiva i vrlo vjerojatno zaštite pesticidima.

3.4. Zaštita direktnim grijanjem

Direktno grijanje pripada efikasnim metodama zaštite od mraza, temelji se na zagrijavanju zraka, a time i osjetljivih biljnih dijelova. Izgaranjem različitog materijala razvija se topline i održava temperatura iznad 0 °C. Zagrijavanje se obavlja pećima koje isijavaju toplinu i grijačima sa ventilatorom, koji zaštitu, odnosno grijanje ostvaruju strujanjem zagrijanog zraka. Zagrijani zrak podiže se do temperaturnog zaštitnog sloja na visini 5-20 metara i širi se. Kao zamjena za zagrijani zrak koji se podiže sa strane nailazi hladan zrak koji se takođe ugrije i podiže još više. Tako nastaje cirkulacija zraka, zagrijava se okolina i štite biljke od smrzavanja. Grijanje je ekonomičnije ako je vrijeme tiho jer se u suprotnom brzo odnosi topli zrak, te su potrebne nove količine toplog zraka, odnosno veći utrošak goriva. Primjeri zaštite direktnim grijanjem pećima pokazuju da jedna peć može efikasno zaštititi stabla koja je okružuju na prostoru 3-4 metra, odnosno jedna peć je dovoljna za približno 40 m². Međutim, preciznija ispitivanja pokazuju da za zaštitu od mraza do temperature -5°C, treba 83,736 J/h za 100 m². Ova količina topline se dobije izgaranjem 3 litre loživog ulja ili 6 kilograma koksa, pri tihom vremenu, dok kod jačeg vjetrova i 50 % više (Bugarin i sur., 2014.).



(Izvor: <https://cdn.agroklub.com/upload/images/text/thumb/grijac1-880x495.jpg>)

Slika 7. Korištenje prijenosne pećice za grijanje

3.4.1. Primjena StopGEL svijeća u zaštiti od mraza

Da bi se spriječila potencijalna šteta uslijed pojave mraza danas na tržištu imamo jedinstveni proizvod koji nudi rješenje u sprječavanju šteta. Svijeća protiv mraza StopGEL vrlo brzo i efikasno podiže temperaturu u nasadu i na taj način zagrijava nasad voćaka, vinograda ili površina gdje se uzgaja povrće. Svijeća gori oko 8 sati ukoliko se koristi u normalnim uvjetima. Jedna svijeća dozvoljava dvije do tri intervencije protiv mraza. Velika površina svijeće osigurava maksimalno toplinsko zračenje. StopGEL svijeća jednostavna je za rukovanje, skladištenje, a pali se plinskim potpaljivačem (Izvor: <https://www.agroklub.com/40035/>).

Tablica 1. Potrebna količina *StopGEL* svijeća/ha ovisno o temperaturi

(Izvor: <https://www.agroklub.com/vinogradarstvo/stopgel-svijeca-zastitite-svoje-vinograde-i-vocnjake-od-mraza/40035/>)

Temperatura (°C)	-2	-3	-4	-5 do -6	-6 do -7
Broj svijeća/ha	200	250-300	300-350	350-400	400-500

StopGEL svijeća pali se pomoću plinskog potpaljivača minimalno 5-7 sekundi na najjačem intenzitetu. Kod prvog paljenja poželjno je provjeriti intenzitet izgaranja nakon 10-15 minuta. Ukoliko je plamen preslab (visina plamena 2-5 cm) preporučuje se ponovno paljenje tako da plamen doseže visinu 15-30 cm. Gašenje *StopGEL* svijeće vrlo je lagano, dovoljno je staviti poklopac na kantu. Sam proizvođač odlučuje o dužini korištenja svijeće (Izvor: <https://www.agroklub.com/40035/>).



(Izvor: <https://cdn.agroklub.com/upload/images/text/thumb/colic-stopgel-naslovna-1-880x495.jpg>)

Slika 8. Paljenje StopGEL svijeća



(Izvor: <https://cdn.agroklub.com/upload/images/image/colic-stopgel-1-1.jpg>)

Slika 9. Zapaljene StopGEL svijeće u vinogradu

3.5. Primjena mobilnog generatora topline u zaštiti trajnih nasada

Smanjenje rizičnosti od oštećenja niskim temperaturama postiže se primjenom generatora za grijanje i miješanje zraka u krošnjama stabala voćaka. Važnost mobilnog generatora topline (engl. Frostbuster) je u uspješnosti miješanja zraka ispod i iznad inverzijskog sloja zraka. Energetski *Frostbuster* ne osigurava dovoljno topline u voćnjaku,

kod koje bi održavao temperaturu na 0°C te je logično da temperatura u tretiranim parcelama pada ispod točke smrzavanja, ali ne i ispod kritičnih temperatura stradanja generativnih organa voćaka. Izgaranjem propana stvara se toplina koju ventilatori raspršuju po voćnjaku te smanjuju štete od mraza. Toplinski tok usmjeren je u valovima u pravcu cvjetova. Količina topline brzo se smanjuje od udaljenosti od izvora te je zato potrebno količinu topline obnoviti. Zagrijani zrak od grijača se širi, postaje laganiji i uzdiže se vertikalno. Turbulencijom zraka pospješuje se prijenos topline do stabla. *Frostbuster* se sastoji od plinske turbine koja zagrijava zrak, a nju pogoni traktor putem kardanskog vratila (540 okretaja/min). Minimalna snaga motora treba biti veća od 40 kW. Turbina služi za disperziju vrućeg zraka po parceli. Maksimalna disperzija toplog zraka je 150 metara u širinu (radni zahvat u obje strane). Jednostavnost ovog sustava omogućava stroj vrhunskih osobina, ekonomičan i potpuno siguran u radu. Potrošnja plina (propan) iznosi 30–45 kg/h. Uglavnom, *Frostbuster* miješa određenu količinu zraka i poliježe ga po tlu. Vrući zrak koji izlazi iz *Frostbustera* ima temperaturu 80–100°C na izlazu iz turbine. Na razmaku od jednog metra od stroja temperatura je oko 20°C. Dakle, nema opasnosti od oštećivanja biljaka. Topli zrak se nakon izlaza penje na oko 10 metara visine i stvara neku vrstu zračnih vrata. Za sprječavanje radijacije vrlo je važno da stroj počinje raditi na 0,5 °C. Prije rada strojem potrebno je isplanirati i označiti put kojim se vozi strojem. Razmak među prohoda strojem ne smije biti veći od 140 metara, on je obično 70–60 metara. Primjenom *Frostbustera* za zaštitu voćnjaka od mraza uočeno je da se poboljšava oplodnja cvjetova, a time i povećava urod plodova.

Prednosti primjene *Frostbustera* u odnosu na druge načine zaštite od mraza su:

- relativno niska nabavna cijena stroja (površina nasada i do 10 ha),
- niski troškovi primjene,
- niski troškovi održavanja,
- neškodljiv za okolinu,
- manja pojava bolesti u odnosu na zaštitu kišenjem,
- jednostavan za uporabu,
- kod profitabilnijih kultura isplativ je i na manjim površinama i
- pouzdan je u radu (Sito i sur., 2014.).

Postoji izvedba mobilnog generatora topline kod koje se umjesto propana koristi plavi dizel za stvaranje topline. Taj stroj je nazvan „lovac mraza“. Mobiln generator topline koji radi na ovom principu pokriva 4-5 hektara površine i potrebno je vraćati se

svakih 12 do 14 minuta na početnu točku da bi on efikasno radio. Ima spremnike od 160 litara plavog dizela koji se sipa prije samog korištenja stroja i sagorijevanjem se uvlači topli zrak iz tube koja je visoka 4 metra. Topli zrak se ispuhuje tada sa svih strana. U svaki peti ili šesti red je moguće ulaziti ponovo. Topli zrak temperature od 60-80°C izlazi kroz otvore s dvije strane stroja od kojih svaka ima radijus od 10 do 12 metara (Izvor: <https://www.agroklub.com/41178/>).



(Izvor: http://img.agriexpo.online/es/images_ag/photo-g/169270-10789165.jpg)

Slika 10. Mobilni generator topline

3.6. Ventilatori za stvaranje zračne struje

Ovaj način zaštite temelji se na intenzivnom miješanju slojeva zraka, pri čemu se sprječava jača radijacija i inverzija temperature. Ventilatori koje pogone elektromotori snage 65-75 kW postavljaju se na tornjeve, koji su višji od nasada. Pri radu ventilatora dolazi do izvjesnog sprječavanja smanjenja temperature od 1 do 2°C. Osim toga, za vrijeme rada ventilatora, ne dolazi do pojave rose i inja (Bugarin i sur., 2014.).



(Izvor: <https://www.vailmontvineyards.com/7lrg.jpg>)

Slika 11. Izvedba ventilatora za stvaranje zračne struje

Većina ventilatora puše zrak gotovo vodoravno kako bi pomiješali topliji zrak u inverziji temperature s hladnijim zrakom blizu površine. Oni također razbijaju granične mikrometerske slojeve biljnih površina, što poboljšava prijenos topline iz zraka na biljku. Buka ventilatora je veliki problem za proizvođače s nasadima u blizini gradova i naseljenih mjesta što treba uzeti u obzir pri odabiru metode zaštite od smrzavanja. Općenito, za svakih 4 do 4,5 hektara potreban je jedan ventilator s izvorom snage 65 do 75 kW. Ventilatori se uglavnom sastoje od čeličnog tornja s velikim rotirajućim dvostrukim elisama (promjera 3 do 6 m) koje se nalaze na vrhu, postavljениh na osovini nagnutoj oko 7° prema dolje od vodoravnog smjera u smjeru tornja. Visina ventilatora je oko 10-11 m, a broj okretaja iznosi 590 do 600 u minuti. Ventilatori se obično koriste kad temperatura zraka dosegne oko 0°C . Ventilatori za stvaranje zračne struje se ne preporučuju kada je vjetar jači od 2,5 m/s (8 km/h) ili kada postoji magla koja može uzrokovati ozbiljna

oštećenja ventilatora ako se elise smrznu. Ventilatori koji usmjeravaju topli zrak vertikalno uglavnom su neučinkoviti i mogu oštetiti biljke u blizini tornja (Snyder i Melo-Abreu, 2005.).

Battany (2012.) u svom istraživanju raspravlja o performansama modernih ventilatora koji stvaraju zračnu struju prema gore u odnosu na konvencionalne ventilatore. Kako bi se odgovorilo na ovu potrebu, eksperimenti su provedeni na 12 proljetnih noći mraza u 2010. i 2011. godini u komercijalnom vinogradu u kojem su radila dva moderna ventilatora sa zračnom strujom prema gore ili jedan konvencionalni ventilator. Sveobuhvatna mjerenja promjena temperature zraka uzrokovanih radom ventilatora procijenjena su na višestrukim transektima na visinama od 1,1, 4, 7 i 10 m. Svih 12 mraznih noći karakterizirali su slabi uvjeti vjetra i vedrog neba, s jačinama inverzije temperature koje su obično bile povezane s korisnim korištenjem ventilatora koje se dogodilo 9 od 12 noći. Rad konvencionalnog ventilatora proizveo je dosljedno veća i statistički značajnija povećanja temperature, osobito na razini vinove loze od 1,1 m, u usporedbi s radom strojeva za proizvodnju vjetra koji su stvarali vrlo male temperature na razini od 1,1 m. Na temelju sažetih odnosa između temperaturnih promjena kao funkcije inverzne čvrstoće, u uvjetima inverznog gradijenta od 0,2 °C/m očekuje se da će konvencionalni stroj za vjetar povećati temperature ciljnog područja za 1,6 °C na razini loze, dok ventilatori za stvaranje zračne struje ne bi imali neto učinak pod istim uvjetima inverzije. Praćenje strujanja zraka iz modernih ventilatora pokazalo je da je zračni mlaz dosegao visinu od 25 m, a zatim se polako taložio prema tlu.

4. PASIVNA ZAŠTITA OD KASNIH PROLJETNIH MRAZOVA

4.1. Izbor lokacije

Trajković i Milanović, 2013. navode da je ovo prva mjera koja se poduzima ukoliko je moguće. Voćnjak ne treba saditi na mjestima na kojima se hladan zrak skuplja (kotline i doline), a također i tamo gdje se hladan zrak sporo kreće i zadržava. Hladan zrak koji se formira tokom vedrih noći, kao teži i gušći od toplog, spušta se s brda u dolinu istiskujući topliji i lakši naviše, pri čemu se stvaraju „jezera hladnog zraka“ u kojima su najniže temperature na dnu udubljenja. Stoga treba izbjegavati za sadnju dolinska dna, kotline, uske bazene ili depresije, a favorizirati padine, brda i predjela u blizini većih vodenih površina. Kako je pojava mraza u rano proljeće jedan od najvećih problema, a s druge strane osjetljivost biljke zavisi od stanja razviđa, dobro je zasad postaviti na sjevernim padinama kako bi se izbjeglo rano cvjetanje. Ukoliko nije moguće izbjeći sadnju u plitkim konkavnim oblicima terena, prednost treba dati sadnji biljkama visokog habitusa umjesto biljkama niskog habitusa, kako bi se dijelovi biljke osjetljivi na mraz udaljili od hladne podloge. U ove mjere pripada i sadnja kasnocvjetnih sorata voćaka. Štoviše, vrši se tretiranje određenim kemijskim preparatima kako bi se odložilo razviđe cvjetova.

4.2. Postavljanje barijera

Da bi se spriječio direktan prodor hladnog zraka u kotlinama mogu se postaviti prirodne ili umjetne barijere koje nagomilavaju hladan zrak pa je opasnost od mraza veća ispred, a smanjena iza prepreke. To mogu biti redovi drveća, građevine, ograde i sl. Kad hladan zrak dostigne visinu prepreke prelijeva se preko nje i nastavlja svoje kretanje dalje (Trajković i Milanović, 2013.).

4.3. Pokrivanje zemljišta zeljastim biljkama

Zemljište koje je prekriveno sporije se zagrijava u toku dana, a tokom noći brže hladi (uslijed transpiracije biljaka), pa je pojava mraza na takvom zemljištu veća nego na golom zemljištu. Na terenu gdje se očekuje pojava proljetnih mrazova preporučuje se da se ono održava golo ili sa niskim travnatim pokrivačem (Trajković i Milanović, 2013.).

4.4. Krečenje stabala

Jedna od pasivnih metoda zaštite u borbi protiv mraza, a koja se pokazala i efikasnom, je krečenje stabala i jačih skeletnih grana u jesen kad otpadne lišće. Poznato je

da se predmeti bijele boje slabije zagrijavaju zbog odbijanja sunčevih zraka pa ne dolazi do brzog zagrijavanja biljke, što ima za posljedicu da se u proljeće usporava kretanje vegetacije čime se smanjuje i mogućnost stradanja voćke od kasnih proljetnih mrazova. Ova mjera pokazuje najveću učinkovitost kod koštičavog voća (prije svega kajsije, breskve, šljive i višnje). Smjesa za krečenje nasada se priprema na sljedeći način: 5 kilograma negašenog vapna, 500 grama kuhinjske soli i 250 grama sumpora. Prvo se ugasi vapno, a potom dodaju sol i sumpor. Prije primjene masa se razrijedi vodom do potrebne gustoće. Na ovaj način pripremljena smjesa ima dobru ljepljivost, koja se povećava ako odstoji dva do tri dana (Trajković i Milanović, 2013.)



(Izvor: <http://dzematrahic.ba/images/stories/tekstovi/krecenje%20stabala.jpg>)

Slika 12. Okrečena stabla

5. KEMIJSKA ZAŠTITA NASADA OD KASNIH PROLJETNIH MRAZOVA

Kemijska zaštita biljaka od utjecaja mraza uključuje tri različita principa:

- prskanje radi odgađanje cvjetanja do određene faze razvoja,
- prskanje krošnje tokom mraza radi sprječavanja oštećenja i
- prskanje korijena tokom mraza radi sprječavanja oštećenja.

Neke od ovih mjera se mogu svrstati u pasivne jer se provode u jesen prije pojave mrazova, dok se uz pomoć drugih direktno, uoči najave mraza, djeluje na biljke da bi se smanjio utjecaj mraza i popravila oštećenja pa bi se one mogle svrstati u aktivne metode.

Od kemijske zaštite u upotrebi su sljedeći tipovi:

- antitranspiranti koji se koriste za prskanje lišća, čime se stvara sloj koji smanjuje transpiraciju i time povećava temperaturu biljke; prska se 24 sata prije pojave mraza;
- kemikalije koje stvaraju toplinu- ovi preparati prskani na lišće i stablo stvoriti će određenu toplinu, jer ova supstanca oslobađa toplinu u kontaktu s vodom;
- kemikalije otporne na mraz, koje zamjenjuju i do 50% vode u ćelijama biljaka i na taj način smanjuju mogućnost smrzavanja; može se sipati kao vodeni rastvor oko biljke 40 do 30 dana prije očekivanog prvog mraza ili prskati biljke 48 do 24 sata;
- minerali- dodatci za razvoj korijena pojačat će otpornost biljke na hladnoću; primjenjuju se kasno u jesen.

Postoje razne vrste preparat kojima se vrši tretiranje voćaka, riječ je o patentnim proizvodima, kojima je cilj da same biljke proizvode antifriz proteine i antifriz aminokiseline koje omogućavaju da biljka lakše podnese hladne i vruće temperaturne šokove. U suvremenom voćarstvu pri oplemenjivanju sorti voćaka, pored drugih karakteristika kojima se poboljšavaju voćke (kvaliteta ploda, odnos i trajna otpornost prema bolestima), obavezan je i zahtjev da se nove sorte odlikuju dobrom otpornošću prema proljetnim mrazovima. Pored toga, cilj je i stvaranje sorti koje kasnije cvjetaju, koje će izbjeći kasne proljetne mrazove (Trajković i Milanović, 2013.).

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu obrađene su sve metode zaštite trajnih nasada od kasnih proljetnih mrazova, a one koje se najčešće koriste detaljno su proučene. Prilikom izrade ovog rada moglo se zaključiti da iako danas postoje mnoge suvremene metode zaštite od mraza ipak se primjenjuju one koje su ljudima najpristupačnije i cijenom prihvatljive. Danas se unatoč raznim kemijskim metodama najčešće i dalje primjenjuju aktivne metode zaštite trajnih nasada. Metode zaštite kao što su stvaranje zračne struje ventilatorima, mobilni generatori topline i sl. zahtijevaju veliko početno ulaganje i samim time su na manjim površinama kao na primjer na manjim obiteljskim gospodarstvima proizvođačima neisplative i nedostupne. Ono što proizvođačima najviše odgovara su metode s najvećim učinkom i one metode koje se primjenjuju netom prije same pojave mraza. Te metode su se pokazale najučinkovitijima, kao što su zaštita od mraza kišenjem, dimljenjem i sl. U Republici Hrvatskoj, posebno na manjim gospodarstvima u većini slučajeva najčešće se primjenjuju metode poput prekrivanja biljaka, dimljenja, orošavanja i neki od sustava zagrijavanja nasada. Ostale suvremene metode, s obzirom na površine trajnih nasada, našim proizvođačima su neisplative. Svakako je bez obzira na metodu zaštite važno dati naglasak na njeno pravilno izvođenje. Svako nepravilno izvođenje odnosno korištenje neke od metoda može oštetiti nasad, a samim time i prirod kao na primjer kod zaštite kišenjem (može dovesti do smrzavanja cvijeta i prije same pojave mraza). Svaku odabranu metodu proizvođač treba prilagoditi svojim mogućnostima, nasadu i samoj kulturi koja se uzgaja.

7. LITERATURA

1. Agroklub: Kako zadimljavanjem zaštititi zasad od proljetnog mraza?. 18.03.2018. <https://www.agroklub.ba/vocarstvo/kako-zadimljavanjem-zastititi-zasad-od-proljetnog-mraza/40897/> (05.05.2019.)
2. Agroklub: Kod obitelji Boić testirali stroj lovac mraza- koliko može pomoći u smanjivanju šteta? 28.3.2018. <https://www.agroklub.com/vocarstvo/kod-obitelji-boic-testirali-stroj-lovac-mraza-koliko-moze-pomoci-u-smanjivanju-steta/41178/> (21.05.2019.)
3. Agroklub: StopGEL svijeća-zaštite svoje vinograde i voćnjake od mraza! 07.02.2018. <https://www.agroklub.com/vinogradarstvo/stopgel-svijeca-zastite-svoje-vinograde-i-vocnjake-od-mraza/40035/> (16.05.2019.)
4. Agroklub: Zaštite biljke od mraza kišenjem!. 03.11.2016. <https://www.agroklub.com/vocarstvo/zastite-biljke-od-mraza-kisenjem/28607/> (05.05.2019.)
5. Agroopskrba: Stop-Ice Vaš pomoćnik u borbi protiv mraza (26.01.2018.) <http://www.agroopskrba-matej.hr/stop-ice-vas-pomocnik-u-borbi-protiv-mraza/> (15.05.2019.)
6. Atam, E., Arteconi, A. (2017.): Green Energy-assisted Frost Prevention: A Conceptual Framework. Energy Procedia, 141: 155-159.
7. Bagdonas, A., Georg, J.C., Gerber, J.F. (1978.): Techniques of frost prediction and methods of frost and cold protection. Geneva, Switzerland. World Meteorological Organization Technical Note, 157: 160.
8. Battany, M.C. (2012.): Vineyard frost protection with upward-blowing wind machines. Agricultural and Forest Meteorology, 157: 39-48.
9. Bugarin, R., Bošnjaković, A., Sedlar, A. (2014.): Mašine u voćarstvu i vinogradarstvu, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad. 341.
10. Cindrić, Ž., Tadejević, V., Šimunović, M. (1956.): Zaštita od kasnih proljetnih mrazova kišenjem; Protugradna služba u Italiji; Provjetravanje dolina sredogorja; - Francuska poljoprivreda u ogledalu centralnog agrarno-kreditnog zavoda "CAISSE NATIONALE DE CRÉDIT AGRICOLE" u Parizu. Agronomski glasnik, 6 (10-12): 625-631.

11. Cittadini, E.D., de Ridder, N., Peri, P.L., van Keulen, H. (2006.): A method for assessing frost damage risk in sweet cherry orchards of South Patagonia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 141 (2-4): 235-243.
12. Duždagić, D.: Studija izvodljivosti za proizvodnju inovativnih proizvoda na bazi trešnje (*Prunus avium* L.), diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 2016.
13. Fuller, M.P., Hamed, F., Wisniewski, M., Glenn, D.M. (2003.): Protection of plants from frost using hydrophobic particle film and acrylic polymer. *Annals of Applied Biology*, 143 (1): 93-98.
14. Lee, J., Kim, J., Kim, D.R., Lee, K.S. (2018): Modeling of frost layer growth considering frost porosity. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 126 (A): 980-988.
15. Perry, K.B. (1998.): Basics of Frost and Freeze Protection for Horticultural Crops. *American Society for Horticultural Science*, 8 (1): 10-15.
16. Pfammatter, W. (1998.): Lutte contre le gel par aspersion en arboriculture fruitière; *Revue suisse Vitic.Arboric.Hortic*, 30 (5): 331-335.
17. Pinova: Navodnjavanje voćaka. http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/vocarstvo/agrotehnika-vocnjaka/navodnjavanje-vocnjaka (15.05.2019.)
18. Sito, S., Skendrović Babojelić, M., Šket, B., Vodopivec, J., Šket, M., Kušec, V., Milodanović, M. (2014.): Primjena „Frostbustera“ u zaštiti voćnjaka od mraza. *Glasnik Zaštite Bilja*, 37 (3): 53-58.
19. Snyder, R.L., Melo-Abreu, J.P. (2005.): Frost protection: fundamentals, practice and economics. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 1:12-29.
20. Trajković, S., Milanović, M. (2013.): Zaštita voćnjaka od mraza i grada. Kancelarija za program podrške u privatnom sektoru za podršku sektora voćarstva i bobičastog voća u Južnoj Srbiji, Niš, 58.

Popis slika:

Slika 1. Utjecaj položaja trajnog nasada na jačinu mraza

(Izvor: http://pinova.hr/media/34/2011/07/19/d4fc7caa8cd9b4a385a3a8529ee2d5b9_f4a94bf4a7fb59994368b558fef67c00_thumb_s.jpg)

Slika 2. Kasni proljetni mraz

(Izvor: <https://www.jabuka.tv/wp-content/uploads/2019/04/mraz-slana-led.jpg>)

Slika 3. Agrotekstil zaštita za prekrivanje biljaka

(Izvor: <https://www.bauhaus.hr/media/catalog/product/cache/1/image/800x/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/2/2/22488831.jpg>)

Slika 4. Dimljenje voćnjaka

(Izvor: <https://zvornicki.ba/wp-content/uploads/2017/04/mraz-dimljenje.jpg>)

Slika 5. Uspješna zaštita orošavanjem (lijevo) i neuspješna zaštita (desno)

(Izvor: <https://cdn.agroklub.com/upload/images/image/mgn-tekst.jpg>)

Slika 6. Zaštita kišenjem

(Izvor: <https://cdn.agroklub.com/upload/images/text/thumb/slika1-880x495.jpg>)

Slika 7. Korištenje prijenosne pećice za grijanje

(Izvor: <https://cdn.agroklub.com/upload/images/text/thumb/grijac1-880x495.jpg>)

Slika 8. Paljenje StopGEL svijeća

(Izvor: <https://cdn.agroklub.com/upload/images/text/thumb/colic-stopgel-naslovna-1-880x495.jpg>)

Slika 9. Zapaljene StopGEL svijeće u vinogradu

(Izvor: <https://cdn.agroklub.com/upload/images/image/colic-stopgel-1-1.jpg>)

Slika 10. Mobilni generator topline

(Izvor: http://img.agriexpo.online/es/images_ag/photo-g/169270-10789165.jpg)

Slika 11. Izvedba ventilatora za stvaranje zračne struje

(Izvor: https://www.vailmontvineyards.com/Images/Gallery_tow-blow/tow-and-blow-7lrg.jpg)

Slika 12. Okrečena stabla

(Izvor: <http://dzematrahic.ba/images/stories/tekstovi/krecenje%20stabala.jpg>)