

Sito, S.¹, Martina Skendrović Babojelić², Šket, B.³,
Vodopivec, J.³, Šket, M.³, Kušec, V.⁴, Mirej Milodanović⁵

Pregledni rad

Primjena „Frostbustera“ u zaštiti voćnjaka od mraza

Sažetak

Posljednjih je godina relativno velika učestalost pojave kasnoproletnih mrazova u trajnim nasadima. Intenzitet pojave mraza za vrijeme cvatnje voćaka bio je takav da su voćari ostali bez cjelokupnog uroda, a posljedice su se osjetile duže vrijeme. Sustav navodnjavanja kišenjem u dobroj mjeri može biti učinkovit način zaštite od mraza, ali ima dosta nedostataka jer dolazi do pucanja grana zbog velike količine leda, tlo u nasadu je potpuno raskvašeno pa je otežan prohod traktora, a često se javljaju i bolesti u nasadu. Primjena suvremenog stroja „Frostbuster“ tijekom cvatnje voćaka (jabuka, kruška, breskva, marelica, trešnja, šljiva) osigurava pouzdanu i učinkovitu zaštitu od mraza na površini od 8 do 10 hektara.

Cljučne riječi: Frostbuster, mraz, cvatnja voćaka

Uvod

Početak devedesetih godina prošlog stoljeća počeo je razvoj strojeva za zaštitu od mraza. Tijekom 1997. godine prodan je prvi stroj iz serijske proizvodnje u Čile, a tek 2000. godine dopremljen je u Europu (Belgiju). Do tada ih je u Južnoj i Sjevernoj Americi prodano 525 komada. Daljnjim razvojem i usavršavanjem (certifikat CE) tvrtka Fert-Sistem iz Belgije već je 2001. godine prodala 27 strojeva u Belgiji, Nizozemskoj, Švicarskoj, Francuskoj, Engleskoj i Kanadi. U to vrijeme većina voćara bila je dosta skeptična prema novom stroju koji uspješno štiti voćke od mraza pri temperaturi od -6°C na površini od 10 hektara.

Dotadašnji načini primjene toplinskih tretmana u zaštiti voćaka od mraza i niskih temperatura nisu postigli zadovoljavajuće rezultate. Zbog toga su 2003. godine otpočela istraživanja u Kraljevskoj istraživačkoj stanici Gorsen u Belgiji s uređajem „Frostbuster“. Naime, originalni prijevod riječi „Frostbuster“ je „razbijač mraza“, a mogao bi se usvojiti naziv „mrazolomac“ (Milodanović, 2006.).

Opcenito se pojavljuju tri tipa mraza (Pfammatter, 1998.):

Mraz-advekcijski – 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».

Mraz-radijacijski – Zemlja 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.

¹ prof. dr. sc. Stjepan Sito, Agronomski fakultet, Zavod za mehanizaciju poljoprivrede

² doc. dr. sc. Martina Skendrović Babojelić, Agronomski fakultet, Zavod za voćarstvo

³ mag. Branko Šket, mag. Janez Vodopivec, Martin Šket, inž. prom., Šolski center Šentjur, Cesta na kmetijsko šolo 9, 3230 Šentjur, Slovenija

⁴ Mirej Milodanović, dipl. ing. agr.

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.

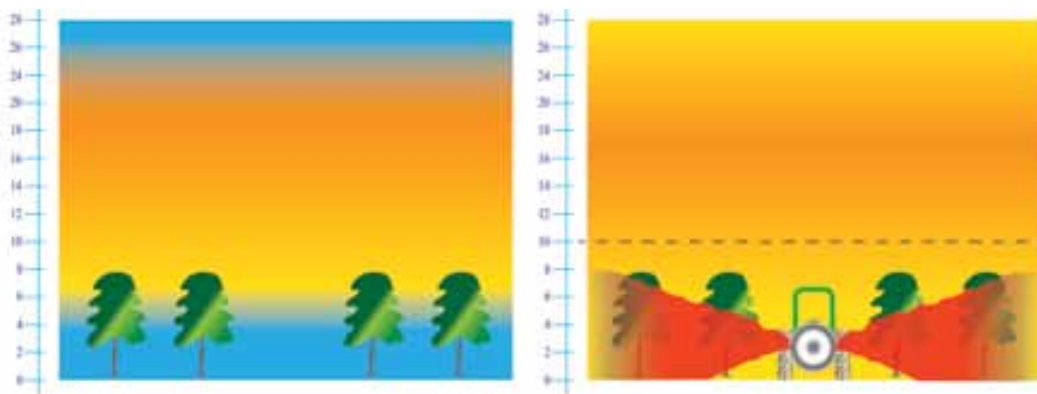
Na neobrađenim površinama u voćnjaku smanjene su štete zbog smanjene površine odsjaja tla. Također su manje štete na zatravljenom međurednom prostoru i ako je biomasa pokošena prije nastupanja niskih temperatura.

Prema Westwoodu (1995.) štete kod jabuka nastaju zbog niskih temperatura zraka, ovisno o fenofazi: pupoljci u otvaranju od $-0,75$ do $-3,85^{\circ}\text{C}$, a otvoreni cvjetovi od $-1,65$ do $-2,20^{\circ}\text{C}$.

U doba bubrenja cvatnih pupova štetne su temperature od $-3,9^{\circ}\text{C}$ do -5°C , što u većoj mjeri ovisi o amplitudi i trajanju hladnoće. Za vrijeme fenofaze crvenih glavica, kada su već cvatni pupovi dijelom otvoreni, osjetljivost je veća, a u doba pune cvatnje uslijede pozebe uz temperature od $-2,2^{\circ}\text{C}$ do $-2,8^{\circ}\text{C}$ (Miljković, 1991.).

U Belgiji je „Frostbuster“ pokazao rezultate u zaštiti voćaka na temperaturama do $-5,2^{\circ}\text{C}$, u USA do -7°C , a u Argentini neki voćari tvrde čak do -8°C . Temeljem višegodišnjih istraživanja i iskustava voćara iz više zemalja EU preporuča se uključivanje Frostbustera za zaštitu od mraza kada je temperatura zraka u nasadu između $0,5$ i 1°C . Tada je prilikom korištenja stroja moguće prosječno povećanje temperature između 1 i 4°C . Faktor vremena u kombinaciji s temperaturom također je vrlo značajan (Deckers and Schoofs, 2004.). Ako se temperatura od $-2,1^{\circ}\text{C}$ zadrži trideset minuta, javlja se oštećenje generativnih organa od 10%, kod temperature od $-3,0^{\circ}\text{C}$, oštećenih cvjetova je bilo 50%, a kod temperature od $-3,3^{\circ}\text{C}$ štete su bile 100%. Za te podatke nisu uzeti u obzir vlaga zraka, mikrofenofaza i drugi podaci od važnosti za ocjenu učinkovitosti.

Smanjenje rizičnosti od oštećenja niskim temperaturama postiže se primjenom generatora za grijanje i miješanje zraka u krošnjama stabala voćaka. Važnost generatora „Frostbustera“ (mrazolomca) 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.



Slika 1. Prikaz visine radijacijskog stupa s tretmanom i bez tretmana „Frostbustera“

Tretman je učinkovitiji ako je inverzioni stup niži od visine stabla (Milodanović, 2006.). Ugrijani zrak diže se samo dok se obogaćuje zrakom iste temperature u inverzionom sloju. Dakle kvalitetnim prijenosom topline dolazi do strujanja zagrijanog zraka u prostoru voćnjaka pa se tako smanjuje radijacijski stup, čime se smanjuju oštećenja od niskih temperatura (slika 1).



Slika 2. Frostbuster u radu

Važno je napomenuti da grijanje nasada toplim zrakom treba pravovremeno započeti i to u trenutku kada je temperatura zraka od 0,5 do +1°C. Tijekom primjene stroja dolazi do prosječnog povećanja temperature između 1 i 4°C. Faktor vremena u kombinaciji s temperaturom vrlo je značajan.

U tablici 1 istaknuta je razina štete koja nastaje pri određenoj negativnoj temperaturi koja se zadržava u vremenskom intervalu od 30 minuta i to u fazi pune cvatnje kruške i jabuke.

Tablica 1. Razina štete na cvjetovima ovisno o negativnim temperaturama

Razina štete (%)	Kruška (°C)	Jabuka (°C)
10	-2,7	-2,1
50	-3,2	-3,0
100	-4,0	-3,3

Kod pojave mraza relativna vlaga zraka ima presudnu ulogu jer uvjetuje dodatno hlađenje zraka. Iz toga se može zaključiti da se temperatura zraka u nasadu praktički povećava za 3-6°C, a ne 1-4°C kako se ranije smatralo.

U svakom proходу stroja kroz nasad temperatura zraka se postupno povećava. To povišenje traje nekoliko minuta, a nakon toga temperatura opet postupno pada. Posljedica toga je da temperatura nekad padne i ispod 0 °C, no bez obzira na to, ako takvo stanje ne traje duže od 10 minuta, na biljci nema štete. Stroj radi savršeno na negativnim temperaturama do -5,5°C (dokazano u Belgiji), a rezultati istraživanja u USA ukazuju da se zaštita od mraza uspješno provodi do -7 °C. Testiranja pokazuju da stroj dostiže svoj optimum nakon jednog sata rada. Stroj se može uspješno koristiti na površinama nasada od 5 pa i do 10 hektara. Radna brzina stroja može biti i do 8 km/h, a stroj se mora vratiti na početnu točku (mjesto) svakih 8-10 minuta, ovisno o vrijednosti negativnih temperatura. Na učinak i pouzdanu zaštitu utječe izvedba stroja (tip ventilatora, tlak zraka, količina zraka, oblik strujanja bez suvišnih turbulencija zraka), voćna vrsta, dužina redova, nagnutost terena, stanje tla u nasadu, oblik parcele i slično.

Frostbuster se sastoji od plinske turbine koja zagrijava zrak, a nju pogoni traktor putem kardanskog vratila (540 min-1). 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 na sat.

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 (slika 1). 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. Stroj radi savršeno na temperaturama do -5,5 °C (dokazano u Belgiji), a rezultati istraživanja u USA ukazuju da se zaštita od mraza uspješno provodi do -7 °C. Praktična iskustva ukazuju da stroj dostiže svoj optimum nakon jednog sata rada. Primjenom Frostbustera za zaštitu voćnjaka od mraza uočeno je da se poboljšava oplodnja cvjetova a time i povećan urod plodova jabuke.

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



Slika 3. Hunterfrost H-210 (lovac mraza), Hittner d.o.o.

- 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 (5 ha)
- pouzdan u radu.

Suvremena izvedba Frostbustera“ prikazana je na slici



Slika 4. Suvremeni Frostbuster

4. Masa samoga stroja (bez plinskih boca) je 1.070 kg, a vuče ga i pogoni traktor minimalne snage motora od 50 kW. Utrošak plina (propana) je oko 45 kg/sat i uspješno štiti nasad od mraza do površine od 8 hektara.

Na slici 5 prikazan je stacionarni stroj „Frostguard“ koji uspješno štiti voćnjak od mraza. Pogodan je za manje površine, a zrak temperature od 100°C doprema kružno (360°) u nasad dometa od 50 do 70 metara. Položaj cijevi iz koje izlazi topli zrak regulira se ovisno o uvjetima u nasadu (vrijednost negativnih temperatura) tako da svakih 8 minuta dođe u početni položaj. Dobre rezultate u zaštiti voća od mraza postiže do -5,5°C, a utrošak plina (propana) je oko 10-15 kg/sat. Cijena takve izvedbe je cca. 5.750 eura. Posjeduje vlastiti motor za pogon ventilatora tako da nije potreban traktor



Slika 5. Frostguard

Suvremena oprema za prognozu pojave mraza prikazana je na slici 6. Oprema je ugrađena u hermetički zatvoreno kućište otporno na različite vremenske uvjete. Uređaj je opremljen s GSM Modemom tako da se putem mobilnog telefona u svakom trenutku (trenutno) može doći do izmjerenih podataka i pravovremeno reagirati i zaštititi nasade od mraza. Mjerno područje za temperaturu je od -20°C do $+120^{\circ}\text{C}$, uz točnost mjerenja $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

Zaključak

Na osnovi prethodno izloženog može se zaključiti:

- primjena Frostbustera tijekom cvatnje voćaka (jabuka, kruška, breskva, marelica, trešnja, šljivica i dr.) osigurava pouzdanu i učinkovitu zaštitu od mraza na površini od 8 do 10 hektara.
- na učinak i pouzdanu zaštitu od mraza utječe izvedba stroja (tip ventilatora, tlak zraka, količina zraka, oblik strujanja zraka), voćna vrsta, dužina redova, nagnutost terena, stanje tla u nasadu, oblik parcele i slično.
- učinak i kvaliteta rada Frostbustera očituje se u zaštiti od mraza voćaka najviše na visini do 70 cm od tla.
- u Belgiji je Frostbuster pokazao dobre rezultate u zaštiti voćaka na temperaturama do $-5,2^{\circ}\text{C}$, u USA do -7°C , a u Argentini neki voćari tvrde čak i do -8°C .
- u cilju potpune spoznaje o učinkovitosti obrane od niskih temperatura zraka na cvjetovima voćaka, nužno je provesti praktična istraživanja.

Literatura:

- Deckers, T. and Schoofs, H. (2004.) – Results with the FROSTBUSTER in 2003. PCF – Kraljevska Istraživačka Stanica Gorsen (Belgija)
- Miljković, I. (1991.) – Suvremeno voćarstvo; Znanje, Zagreb
- Milodanović, Mirej (2006.) Utjecaj "Frostbustera" (mrazolomca) na smanjenje šteta od niskih temperatura u vrijeme cvatnje jabuke; diplomski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- Pavičić, N. (1993.) – Utjecaj niskih temperatura na oštećenja cvjetova jabuka; Agronomski glasnik 4-5; 263-268
- Pavičić, N., Krpina, I., Jemrić, T., Kaučić, D., Blašković, D., Skendrović, M. (2004.) – Utjecaj sorte i rodnog drva na stupanj diferencijacije pupova, oštećenja pupova od hladnoće i zametanje plodova kod jabuke; Poljoprivreda 10: (1) 49-54
- Fammatter, W. (1998.) – Lutte contre le gel par aspersion en arboriculture fruitière; Revue suisse Vitic. Arboric. Horti.

kao što je to slučaj kod drugih izvedbi. Utrošak benzina za pogon ventilatora se kreće 3-4 L/sat.



Slika 6. Oprema za prognozu pojave mraza

Vol. 30/5; 331-335

Štampar, K. (1966.) - Opće voćarstvo, Interna skripta, Poljoprivredni fakultet, Zagreb

Westwood, M. N., (1995.) - Temperate zone pomology, physiology and culture, Third edition, Timber Press, Portland, Oregon, 28-47; 382-419

<http://www.uri.edu/ce/factsheets/sheets/fruittreesfail.html>

<http://www.weather.nmsu.edu/nmcrops/Trees/Apple>

http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-1057-B/s/coldhard_dorm/cold-hardiness.htm

<http://www.canr.msu.edu/vanburen/frstapp.htm>

<http://www.oldhouseweb.com/gardening/garden/03900047.shtml>

<http://www.gardening.cornell.edu>

<http://www.agf.gov.bc.ca/resmgmt/publist/600series/670100-1.pdf>

<http://www.obstwein-technik.eu>

<http://www.hittner.hr>

Surveying study

Applying Frostbuster in protecting orchards from frost

Summary

In the last years there has been a relatively high incidence of late spring frost in permanent plantations. The intensity of frost appearance during flowering of fruit trees was such that fruit growers lost their complete yield and the consequences were felt for a longer period of time. The system of sprinkler irrigation can to a great extent be an effective way of protection against frost, but it also has a lot of disadvantages due to the fact that many branches break because of a large quantity of ice, plantation soil is completely leached so passability for tractors is difficult, and diseases often appear in a plantation. The application of a modern machine Frostbuster during flowering of fruit trees (apples, pears, peaches, apricots, cherries, plums, etc.) ensures a reliable and effective protection against frost at the area of 8 to 10 hectares.

Keywords: Frostbuster, frost, flowering of fruit trees



HITNER
BIAKOVAR

"Možemo više od ostalih! - Hittner d.o.o."

Pakračka ulica 16, Bjelovar, Tel: 043 244 111 Fax: 043 244 229 www.hittner.hr info@hittner.hr

The advertisement displays a yellow tractor with a blue cab and various implements including a large yellow sprayer, a red trailer, a red front loader, a red rear loader, a red tillage implement, a red trailer, and a red lawnmower.