

LAISTYMAS APSAUGAI NUO ŠALNŲ



Nėra nieko šaltesnio už daržovių lauką šaltą pavasario naktį. Augalai drąsiai žydi pavasario pradžioje, kai kurie dažnai prieš paskutinį šaltį. Daigai yra prie pat žemės, o žemė padengta šiaudais ar kitais uždangalais nesuteikia reikiamos šilumos. Štai kodėl daugelis augintojų kiekvieną pavasarį, nemiega keletą naktų, valdo laistymo sistemą ir panaudoja termodinaminį principą, kad apsaugotų savo pasėlius nuo šalnų.

Šalnų pakenkimo simptomai

Sušalimas įvyksta, kai temperatūra aplink augalą nukrinta žemiau 0°C. Šioje temperatūroje, grynas vanduo suformuoja ledinius kristalus ant paviršių, kurie nukrito žemiau vandens užšalimo taško.

Augalo sultys nėra grynas vanduo, todėl augalai turi žemesnę užšalimo tašką negu 0°C. Kai pasiekama kritiška temperatūra (1 lentelė), susiformuoja kristalai ir sužaloja ląstelių membranas, kas leidžia ištekėti ląstelės skysčiams.

Šaltis gali užmušti žiedus visiškai, ar pakenkti jiems pakankamai, kad sukeltų vaisiaus deformacijas. Kai žiedas yra sužalotas šalčio, visų pirma yra užmušamos piestelės. Jei jos užmušamos po apdulkinimo, tai embrionai nebesivysto. Sėklinga vieta ant uogos susiformuoja, tačiau su tuščiomis sėklomis. Kartais vaisius sutrūkinėja pagrinde. Lapai gali taip pat būti sužaloti šalčio, ypač kai jie energingai auga ir būna dar labai švelnūs. Lapų kraštai pajuoduoja, o paskui ir išdžiūna.



1 iliustracija: Šalnų sužalotas braškės žiedas



2 iliustracija: Deformuotos uogos - pasekmė žiedo, kuris yra iš dalies sugadintas šalnos



3 iliustracija: Šalnos sužaloti braškių lapai

Šaltis paprastai gadina didžiausią ir ankstyviausią žydėjimą. Tai dažniausiai būna geriausia ir pelningiausia uogos derliaus dalis, todėl, kad kainos yra aukščiausios sezono pradžioje. Taip pat pirmi žiedai gamina didžiausią vaisių. Jei 5-7 procentai žiedų bus prarasti, o šie žiedai daugiausia yra karališki žiedai, visas derlius bus sumažintas 10-15 procentų.

Kritiška temperatūra šalnos sužalojimui

Žiedas yra labiausiai jautrus žemai temperatūrai.

1 lentelė. Kritiška braškių temperatūra, skirtingose išsivystymo stadijose (Perry ir Poling, 1985)

Išsivystymo stadija	Apytikrė kritiška temp. (°C)
Tvirto pumpuro	-5.5
"Kukurūzų spragėsių"	-2.2
Atviro sužydėjimo	-1.1
Vaisiaus	-2.2

Šita temperatūra yra audinio temperatūra, ir laipsnis ar du žemiau negu kritiška oro temperatūra augalo išorėje. Yra daug kintamųjų, kurie įtakoja tikrą kritišką temperatūrą duotam augalui ir sužalojimo kiekiui:

- šalnų trukmė
- augimo sąlygos prieš šalnas
- išsivystymo stadija
- geriausios kokybės aušinimas (augalo sultys gali atvėsti žemiau užšalimo taško, neformuodamos ledinių kristalų)
- dirvožemžio tipas ir sąlyga (drėgnas tamsus dirvožemis laiko daugiau šilumos negu sausas lengvas dirvožemis)

Kas tai yra šilumos perdavimas?

Šaltos sąlygos prasideda tada, kai prarandama šiluma. Šaltis negali būti pridėtas, tiktai šiluma gali būti pašalinama.

Šilumos perdavimo būdai

- Laidumo: perkėlimas energijos viduje objekto ar sistemos. Metalas yra geras laidininkas, vanduo yra geras laidininkas, bet oras yra prastas šilumos laidininkas. Ledas yra geras laidininkas.
- Konvekcija: Perkėlimas karščio prie skysčio ar dujų judėjimo ir sumaišymo. Didžioji dalis oro šildoma konvekcijos.
- Spinduliavimas: Yra perkėlimas energijos per laisvą erdvę be transportavimo terpės. Mes gauname energiją iš saulės perspinduliavimą. Objektai ant žemės taip pat spinduliuoja energiją atgal į erdvę.
- Būsenos pasikeitimai: Kai vandens molekulės keičia būseną, iš dujų į skystį, į ledą, atpalaiduojama šiluma. Ši potenciali energija vadinama paslėpta šiluma. Ji nėra išmatuojama termometru, kol nėra išskiriama vandens būsenos pasikeitime.

Kai vanduo kondensuoja, vėsta ar šąla, temperatūra aplink vandenį kyla, kadangi išskiriama paslėpta šiluma. Vanduo, besikeičiantis į ledą ant augalo paviršiaus, išskirs šilumą tam augalui. Priešingai, kai ledas tirpsta, ar vanduo garuoja, temperatūra aplink vandenį mažėja, kadangi šiluma juda į vandenį. Vanduo, garuojantis nuo augalo paviršiaus, ištrauks šilumą iš to augalo.

2 Lentelė. Šilumos mainai dėl būsenos pasikeitimų: Teigiami ženklai rodo, kad vanduo vėsta ar šąla, o oras šyla. Neigiami ženklai rodo, kad vanduo šyla ar garuoja, o oras vėsta.

Būsenos pasikeitimas	Šilumos mainai (kalorijos/gramai)
Vanduo sušąla prie 0°C	+79.7
Vanduo garuoja prie 0°C	-597.3
Vanduo kondensuoja prie 0°C	+597.3

Energijos Biudžetas

Per dieną, saulė šildo dirvožemį ir kietus objektus, t.y. pasėlius. Kai šitie objektai tampa šiltesni negu oras, jie perduoda šilumą orui. Šis šiltas oras yra mažiau tankus, todėl kyla aukštyn ir yra pakeičiamas vėsesnio oro iš viršaus. Šis oro maišymasis lemia žemesnio atmosferos sluoksnio sušilimą. Paprastai, oras šalia žemės paviršiaus yra šiltesnis negu oras virš to. Pasėliai taip pat spinduliuoja šilumą. Dalis šios energijos, debesų ir CO₂, atmosferoje yra atspindima atgal į žemę.

Naktį nėra jokio įeinančio spinduliavimo nuo saulės. Dirvožemis ir pasėliai toliau spinduliuoja energiją į erdvę. Ir jeigu dangus giedras, tai tik maža dalis šilumos atspindima atgal į žemę. Temperatūra nukrinta šalia žemės paviršiaus, formuodama oro sluoksnį, kuris šąla yra šaltas apačioje ir yra šiltesnis viršuje. Jei pučia vėjas, šiltas ir vėsesnis oras susimaišo. Tačiau nevėjuotą naktį, ypač kai oras yra sausas, oro temperatūra žemės lygyje yra vėšiausia, ir temperatūra didėja kylant aukštyn iki tam tikro lygmens. Kadangi ši situacija yra normalių dienos sąlygų priešingybė, šių sąlygų apibūdinimui yra panaudojamas terminas inversija.

Objektai gali spinduliuoti karštį greičiau negu oras aplink juos. Šaltis gali susiformuoti ant pastato stogo ar automobilio variklio gaubto, kai oro temperatūra yra vis dar laipsnis ar du virš nulio. Augalų žiedai taip pat gali spinduliuoti karštį ganėtinai greitai giedrą naktį.

Mikroklimato stebėjimas

Oro temperatūra, skelbiama oro pranešimuose ir prognozėse, yra išmatuota ~1,5 m virš žemės paviršiaus. Temperatūra gali būti daug šaltesnė žemės lygyje ir gali būti dar šaltesnė žemose lauko dalyse. Debesuotumas ir vėjo greičiai yra taip pat svarbūs faktoriai įvertinimui, nustatant šalčio pavojų.

Panaudokite max/min termometrus, kad kontroliuotumėte žemą temperatūrą jūsų laukuose. Palyginkite juos su orų prognozėmis. Debesuotu vėjuotu oru, prognozės tikėtina bus panašūs į parodymus išmatuotus žemesnėse srityse. Giedromis ramiomis naktimis, ypač pasėlių srityje lauke, išmatuota temperatūra gali būti daug žemesnė negu prognozuota.

Jūs galite taip pat panaudoti max/min termometrus, kad palygintumėte temperatūrą keliose vietose Jūsų sklype naktį. Po kelių stebėjimų Jūs žinosite kiek šaltesnė kiekviena lauko zona yra palyginti su temperatūra Jūsų kieme. Šalčio pavojaus signalas gali būti įdiegtas patogesnėje vietoje, kai Jūs žinote koks temperatūrų skirtumas.

Faktoriai įtakojantys sušalimo riziką

Šaltas oras yra sunkesnis negu šiltas oras, jis skęsta ir teka per lauką kaip vanduo. Jis taip pat kaupiasi, kur kliūtys blokuoja jo srautą į žemesnį rajoną. Šaltas oras nutekės nuo iškeltų sričių į žemesnius rajonus, tokius kaip didelis vandens telkinys. Pasėlių laukai ant nuožulnių laukų, ar apskritai iškeltuose rajonuose, yra mažiau linkę į žalą dėl šalnų. Venkite šalčio kišenių lauko viduje.

Pašalinkite kliūtis žemesniame lauko gale, kad pagerintumėte oro srautus. Apsauga nuo vėjo turi būti suprojektuota taip, kad tik sulėtintų vėją, o neblokauti visiškai oro judėjimo.

Dirvožemžio drėgmė ir suspaudimas gali turėti reikšmingą įtaką temperatūrai. Drėgnas suspaustas dirvožemis sukaups daugiau karščio negu purus sausas dirvožemis ir todėl jis sukaupia daugiau šilumos, kad perduotų naktį augalams. Auginimas kaip tik prieš šaltį gali padidinti sužalojimo pavojų, todėl, kad dirvožemis yra puresnis ir sausesnis po auginimo. Dirvožemis po žoline danga laikys daugiau karščio, jei žolė bus trumpai nušienaujama.

Laistymas apsaugai nuo šalnų

Dauguma augintojų pasitiki laistymo purkštukais šalčio apsaugai. Kai vanduo iš purkštukų pavirsta ledu, perduota šiluma saugo augalą nuo sužalojimo. Iki tol, kol ant žiedo ar ant ledo yra plonas vandens sluoksnis, žiedas yra apsaugotas. (Tai svarbu! Apsaugo ne ledo sluoksnis, o pastoviai šilantis vanduo, kuris laiko temperatūrą virš kritiško taško!)

Sistemos specifikacija

Įsitikinkite, kad purkštukų laistymo sistema sugeba vienu metu drėkinti visą lauką. Naudokite purkštukų galvutes suprojektuotas šalčio apsaugai. Jos turi mažo debito indžektorius, padarytus iš metalo, o ne iš plastiko, o spyruoklė yra uzdengta kad išvengtų užšalimo. Purkštuvo

sukimasis turi būti greitas, bent jau 1 apsisukimas per minutę. Užpakalinis indžektorius turi būti užkimštas (4 iliustracija).

Purkštukų išdėstymo intervalas neturėtų viršyti 30-60% (priklausomai nuo vėjo sąlygų) zonos, drėkinamos kiekvieno purkštuko.

Turėkite pakankamas vandens atsargas, kad laistytumėte kelias naktis iš eilės.

Pavyzdžiui: 1 arui, jums reikia apytiksliai 3600 litrų vandens per valandą. Jei laistymas yra reikalingas 10 valandų, jums reikia 36000 litrų per naktį. Numatykite kad gali reikėti laistyti kelias naktis iš eilės.



4 iliustracija: Purkštukas naudojamas šalčio apsaugai su užkimštu užpakaliniu indžektoriumi

Reikalingas vandens kiekis?

Vandens kiekis išlaistytas per valandą, yra pagrįstas vėjo stiprumo ir temperatūros (3 lentelė). Aukštesnės išlaistomo vandens normos yra reikalingos vėjuotomis naktimis, ar kai drėgmė yra žema todėl, kad žymiai daugiau energijos pašalinama, kai vandens gramas garuoja, negu pridedama kai vienas gramas vandens sušąla (2 lentelė). Kai vanduo yra užšaldytas ant augalo, ledas turi būti skaidrus, tai parodo, kad buvo išlietas reikalingas kiekis vandens. Jei ledas yra debesų ar pieno baltumo, išlaistomo vandens kiekis nėra pakankamas ir greitas kad išsaugotų žiedą (5 iliustracija). Šiuo atveju Jūs galite padidinti išlaistomo vandens kiekį, mažinant purkštukų išdėstymo tarpus ar pakeičiant indžektorius į didesnio pralaidumo. Kai vėjo greitis viršija 16 km/h ar temperatūra žemesnė -6.7°C , dėl spartaus užšalimo purkštuko laistymas gali daryti daugiau bėdos negu naudos.



5 iliustracija: Skaidriu ledu padengtas braškės žiedas

3 Lentelė. Milimetrai vandens vienam ariui per valandą, apsaugai nuo šalnų prie tam tikros temperatūros ir vėjo greičio (Martsoff ir Gerber, Penn valstijos universitetas)

Vėjo greitis pasėlių lygyje (km/h)	-2.8°C oro temperatūra prie augalo	-4.4°C oro temperatūra prie augalo	-6.7°C oro temperatūra prie augalo	-7.8°C oro temperatūra prie augalo
0 - 2	0,64	0,64	1,02	1,27
3 - 6	0,64	1,02	1,91	2,54
7 - 14	0,64	1,91	3,81	4,45
15 - 19	0,64	2,54	5,08	6,35
20 - 35	1,27	5,08	-	-

Kada pradėti laistyti?

Kad sėkmingai naudoti laistymą apsaugai nuo šalnų, reikalinga informacija apie rasos tašką. Rasos taškas yra ypač svarbus laistymo paleidimo laiko nustatyme.

Rasos taškas

Rasos taškas yra temperatūra, kurioje drėgmė kondensuoja iš oro, kad suformuotų rasą. Rasos taškas yra susietas su santykiniu oro drėgnumu: kai oras yra drėgnas, rasos taškas įvyksta aukštesnėje temperatūroje negu tada, kai oras yra sausas. Kai tik rasa pradeda formuotis, oro temperatūra krenta lėčiau. Kai temperatūros pasiekia užšalimo laipsnį, rasa virsta šerkšnu.

Rasos taškus galima sužinoti iš žemės ūkio orų prognozių, pvz.:

- Lithuanian.wunderground.com – suteikia informaciją apie einamuosius rasos taškus ir kitas gamtines sąlygas Lietuvoje ir pasaulyje

Koks rasos taško svarba?

Augintojai gali pasinaudoti rasos taškais, kad įvertintų, kaip skubiai temperatūra galėtų nukristi bet kurią sekančią naktį. Kai tik rasa pradeda formotis, oro temperatūra krenta lėčiau todėl, nes išskiriama šiluma. Dažnai, naktinė temperatūra nukrenta iki rasos taško, bet nedaug žemiau jo. Kartais rasos taškas dar vadinamas rūšio temperatūra.

Jei oras bus sausas, tai rasos taškas bus žemas. Jei rasos taškas yra žemiau 0°C (32°F), vietoj rasos susiformuoja šerkšnas. Šalčiai be šerkšno įvyksta, kai temperatūra yra žemiau nei užšalimo, bet virš rasos taško. Nelaukite kol susiformuos šerkšnas prieš laistymo pradžią (ypač, kai drėgnumas yra žemas).

4 lentelė: Rekomenduojamos laistymo pradžios temperatūros remiantis rasos tašku. Kuo žemesnis rasos taškas, tuo greičiau reikia pradėti laistymą.

Rasos taškas	Rekomenduojama laistymo pradžios oro temperatūra
-1.1°C	0°C
-1.7°C	0.5°C
-2.8°C	1.1°C
-3.8°C	1.6°C
-4.4°C	2.7°C
-5.5°C	3.3°C
-6.7°C	3.8°C
-8.3°C	4.4°C

Šlapios kolbos temperatūra

Kartais laistymo pradžios laikui nusakyti yra naudojamas terminas šlapios kolbos temperatūra. Šlapios kolbos temperatūra - tai temperatūra, kai šlapias paviršius atvėsta, nes vanduo garuoja. Šlapios kolbos termometras yra padengtas švairiu muslinu (plonas, minkštas medvilninis audinys), sudrėkintu distiliuotu vandeniu. Oras yra paduodamas per kolbą, vanduo garuoja, mažindamas temperatūrą aplink termometrą.

Jei įmanoma gauti šlapios kolbos termometro parodymus, jie iš karto gali būti naudojami nuspręsti kada pradėti laistymą ir kada sistema gali būti išjungta. Pradėkite laistymą kai tik šlapios kolbos temperatūra pasiekia kritišką reikšmę (1 lentelė).

Kada sustabdyti laistymą?

Laistymas gali būti sustabdytas, kai ledas ant augalų pradeda tirpti, paprastai po saulėtekio. Rūpestingai stebėkite, kad įsitikintumėte jog ledas nesustoja tirpti, o temperatūra išlieka virš užšalimo reikšmės. Vėjo greičio pasikeitimai gali pakeisti temperatūrą šalia augalo paviršiaus. Laistymas turi būti pradėtas vėl, jei prasideda vandens sušalimas.

Ledas neturi būti visiškai ištirpintas. Augalo temperatūra pakils, kai tik saulės spinduliai pasieks lauką. Kai ledas jau gali būti pašalinamas nuo augalo, žinome, kad augalo temperatūra yra virš užšalimo, ir ledas šalia augalo pradėjo tirpti. Šiuo momentu galima išjungti laistymą, paprastai apie 7:30 ar 8:00 valandą. Geriausias būdas žinoti kada išjungti laistymą yra stebėti augalo audinio

temperatūrą po ledu. Skaitmeniniai termometrai, prijungti prie termoelementų, įdėtų į augalo audinį, gali parodyti, kada augalo temperatūra pradeda kilti virš kritiškos temperatūros.

Neigiami šalutiniai poveikiai

Vienas neigiamas šalutinis laistymo nuo sušalimo poveikis yra padidinta tikimybė ligų protrūkiams. Augalų lapų bakterinė liga, sukelta laistomo vandens yra pastebėta ir šaltomis sąlygomis. Liga, sukelianti vaisiaus puvimą, apskritai mėgsta šiltą ir drėgną orą. Tačiau, net per vėsius periodus, ji gali pasklisti per vandenį, tyškantį ant augalų, o klestėti pradėti tik prasidėjus šiltiems orams (6 iliustracija).



6a iliustracija: Augalų lapų bakterinė liga



6b iliustracija: Vaisiaus puvimas

ilustracijos 6a, 6b: Purškiamas vanduo gali skleisti augalų lapų bakterinę ligą ir vaisiaus puvimo ligą.



7a iliustracija: Stovintis vanduo ir vandeniu prisotintas dirvožemis braškių lauke



7b iliustracijoje: Vandeniui prisotinti dirvožemžiai dažniau palankesni šaknų ligoms

Ligos ir grybeliai gali būti apriboti, mažinant išliejamą vandenį. Vandens sąnaudos gali būti sumažintos:

- Mažinant debitą, indžektoriaus dydį
- Sistemos sustabdymas, kai ledas pradeda tirpti, o ne kai visiškai ištirpsta
- Oro sąlygų stebėjimas ir laistymas tik tada kai to reikia
- Naudojant augalų eilės uždangas. Tai gali nukelti laistymo pradžią iki kelių valandų.

Augalų uždangos

Uždangos mažina garavimo aušinimą ir augalų atvėsimą po dangą. Uždangos gali išlaikyti 4-6 laipsnius temperatūros. Tokiu būdu tikrai laimėsite laiko šaltą naktį.

Laistant nuo šalnų ir naudojant uždangas, būtina žinoti augalo temperatūrą po dangą. Pradėkite, kai temperatūra po dangą nukrenta iki 0.6 - 1.1°C. Drėkinkite tiesiai per dangą. Sustokite, kai augalo temperatūra pradeda kilti. Skaitmeniniai termometrai, prijungti prie termoelementų, įdėtų į augalo audinį, yra būtini sėkmingai apsaugai su uždangomis.

Naudota literatūra:

1. Pam Fisher, Rebecca Shortt – „Irrigation For Frost Protection Of Strawberries“ 2006. <http://www.omafra.gov.on.ca>
2. A. W. Selders – „Agricultural engineering“. 2006. <http://www.wvu.edu>

