

**LIETUVOS AGRARINIŲ IR MIŠKŲ MOKSLO CENTRO  
SODININKYSTĖS IR DARŽININKYSTĖS INSTITUTAS**

**Atlikta UAB „Graderlitas“ užsakymu**

Sutartis Nr. 4-7

**ŽEMŲ ORO TEMPERATŪRŲ POVEIKIO DARŽO IR SODO  
AUGALŲ PAŽEIDIMO LAIPSNIUI IR BIOCHEMINIAMS PROCESAMS  
TYRIMAI**

2016 m. vykdytų mokslinių tyrimo darbų

**A T A S K A I T A**

Babtai

2016

Darbo vadovas: dr. Julė Jankauskienė  
Roma Starkutė

Darbo vykdytojai: Vytautas Zalatorius  
Roma Starkutė  
dr. Julė Jankauskienė  
dr. Ona Bundinienė

Ataskaitos ruošėjai: Roma Starkutė  
dr. Ona Bundinienė  
dr. Julė Jankauskienė  
Vytautas Zalatorius

## **Turinys**

<b>1. Įvadas</b>	5
<b>2. Tyrimų metodai</b>	
2. 1. Tyrimų vieta ir objektai	6
2. 2. Tyrimų schemos	7
2. 3. Tyrimų metodai	8
2. 4. Imituojamų šalnų temperatūros	8
<b>3. Rezultatai</b>	
<b>3.1. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka augalų atsparumui imituotoms šalims</b>	9
3.1. 1. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka braškių žiedų atsparumui imituotoms šalims	9
3.1.2. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka agurkų daigų atsparumui imituotoms šalims	10
3.1.3. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka pupelių daigų atsparumui imituotoms šalims	11
3.1.4. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka bulvių daigų atsparumui imituotoms šalims	12
<b>3.2. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka chlorofilų indeksui</b>	13
3.2.1. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka chlorofilų indeksui agurkų lapuose prieš ir po imituotų šalnų	14
3.2.2. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka chlorofilų indeksui pupelių lapuose prieš ir po imituotų šalnų	14
3.2.3. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka chlorofilų indeksui bulvių lapuose prieš ir po imituotų šalnų	15
<b>3.3. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka augalų lapų biometriniams rodikliams</b>	15
3.3.1. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka agurkų lapų biometriniams rodikliams	16
3.3.2. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka pupelių lapų biometriniams rodikliams	16
3.3.3. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka bulvių lapų biometriniams rodikliams	17

<b>3.4. Biostimuliantas COMPO Frost Protect įtaka cukrų kiekiui augalų lapuose po imituotų šalnų</b>	18
3.4.1. Biostimuliantas COMPO Frost Protect įtaka cukrų kiekiui bulvių lapuose po imituotų šalnų	18
3.4.2. Biostimuliantas COMPO Frost Protect įtaka cukrų kiekiui pupelių lapuose po imituotų šalnų	19
<b>Išvados</b>	19
Literatūra	20

## 1. Įvadas

Klimato pokyčiai Lietuvoje pasireiškia dažnėjančiomis ekstremaliomis meteorologinėmis sąlygomis, turinčiomis didelį poveikį augalų augimui ir produktyvumui (Rimkus ir kt., 2008, Papagiannaki ir kt., 2014, Ruiz-Ramos, 2011). Šiltėjantis klimatas paankstina augalų vegetaciją, todėl iškyla pavasarinių šalnų pavojus. Šalna – oro temperatūros nukritimas žemiau 0 °C (nuo –1 iki – 3 °C) ryte, vakare ir naktį, kai dieną temperatūra būna teigiama. Šalnoms paprastai būna pavasarį ir rudenį, kai vidutinė oro temperatūra yra teigiama (Rimkus, 2011). Šalnoms pažeidžia jautrius augalus, jų audiniuose susiformuoja ledas (Janda ir kt., 2002). Kai oro temperatūra nukrenta žemiau 0 °C jautrūs šalčiams jauni augalai yra pažeidžiami ir dėl to galimas jų žuvimas arba produktyvumo sumažėjimas (Snyder, de Melo-Abreu, 2005). Augalų atsparumą šalnoms įtakoja dirvožemio sudėtis (agrofizinė ir agrocheminė), reljefas, auginamų augalų veislė (Uselis ir kt., 2008).

Augalų apsaugos priemonės nuo šalnų yra pasyvios (vietos ir reljefo parinkimas, tinkama sėjomaina, augalų rūšys ir veislės, tinkama augalų mityba, pasėlio tankumas ir priežiūra, gera daigų kokybė) ir aktyvios (įvairių dangų, šildytuvų naudojimas, dirbtinių vėjo srautų sudarymas, vandens purškimas ir paviršinis drėkinimas) (Snyder ir kt., 2005; Рудницкая, 2015). Panaudojus pasyvias apsaugos priemones problema nėra pilnai išsprendžiama. Pasaulyje ir Lietuvoje naudojami aktyvios apsaugos metodai yra brangūs, reikalauja daug medžiagų ir energetinių bei darbo sąnaudų. Informacijos apie augalų apsaugojimą nuo šalnų ir apie galimas naudoti priemones nedaug.

Augalai nevienodai jautrūs šalnoms. Atsparumas šalnoms priklauso nuo augalo augimo tarpsnių. Irane, ištyrus vynuogienojų apsaugos nuo šalnų būdus (šildytuvai, sudrėkinimas dirvos paviršiaus iki pilno dirvos drėgmės imlumo, apipurškimas Bordo skysčiu, viršutinės vynuogienojų dalies apipurškimas ir kontrolė) nustatyta, kad Bordo skysčio panaudojimas yra geriausias metodas, apsaugant vynuogienojus nuo nušalimų (Yadollahi, 2015). Tyrimai atlikti Kalifornijoje (JAV), apsaugant nuo žemų temperatūrų poveikio vynuogienojus, ir Kinijoje, apsaugant arbatmedžius vertikaliais oro pūtimo ventiliatoriais, nedavė teigiamų rezultatų. Vertikalių oro pūtimo ventiliatorių įtaka buvo efektyvi tik 5 m atstumu (Hu ir kt., 2015 b). Tiriant nepilotuojamų sraigtasparnių įtaką arbatmedžių apsaugai nuo žemų temperatūrų nustatyta, kad optimalus skrydžio parametrų derinys buvo: skrydžio aukštis 4,0 m, skrydžio greitis 6,0 m/s ir skrydžio intervalas 20 min. Oro temperatūra virš arbatmedžių padidėjo 1,6 °C (Hu ir kt., 2015a).

Tyrimai atlikti JAV laboratorinėmis sąlygomis naudojant specialią priemonę Freeze Pruf ant žolinių ir sumedėjusių, pradedant tropiniais ir baigiant tolerantiškais šalnoms augalais,

augalų lapų, žiedų, vaisių, parodė, kad panaudota priemonė teigiamai įtakoja augalų atsparumą šalnums (Francko ir kt., 2011).

Bulvės jautrios šalnums ir klimato kaita gali turėti didelę įtaką jų augimui ir produktyvumui (Jundulas ir kt., 2009). Bulvienojai pažeidžiami jau esant -1, -1,5 °C (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008). Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės institute atlikti vegetaciniai tyrimai, imituojant 3,5 valandos trukmės šalnas, šaldant augalus 2 ir 4 dienas. 2 ir 4 dienų šalnos skirtingai veikė tirtų augalų augimo rodiklius. Miežių augimą neigiamai paveikė tiek dviejų, tiek keturių dienų šalnos, o rapsų ir bulvių augimą sutrikdė ilgiau trukusios (tai yra keturių dienų) šalnos. Žirnių reakcija į imituotų šalnų sukeltą stresą priklausė nuo genotipo. Keturių dienų šalnos stabdė žirnių veislių 'Gloriosa' ir 'Cud Kelvedonu' augalų augimą, o veislės 'Pinochio' augimo rodikliams neturėjo įtakos (Sakalausienė ir kt., 2008). Šaldant bulves keturias dienas reikšmingai sumažėjo a ir b chlorofilų bei karotinoidų kiekiai augaluose, o stebint regeneraciją nustatyta, kad augalai nesugebėjo atstatyti pradinio pigmentų kiekio (Juknevičienė, Venskutonienė, 2009). Todėl svarbu surasti tinkamas augalų apsaugos nuo šalnų priemonės ir ištirti jų įtaką augalams.

**Hipotezė.** Panaudota speciali apsaugos priemonė nuo šalnų - biostimuliatorius COMPO Frost Protect - apsaugo nuo šalčio antžemines augalų dalis ir žiedus.

**Tyrimų tikslas:** Atlikti uoginių sodo augalų žiedų ir daržovių antžeminės dalies pažeidimo, esant minusinei oro temperatūrai, tyrimus bei nustatyti neigiamų temperatūrų (šalnų) įtaką augalų biocheminiai sudėčiai.

#### **Tyrimų uždaviniai:**

1. Ištirti sodo ir daržo augalų pažeidimo laipsnį, esant minusinei oro temperatūrai, panaudojus apsaugos būdus: apipurškimas biostimuliatoriumi COMPO Frost Protect.
2. Įvertinti biostimuliatoriaus COMPO Frost Protect išpurkšto skirtingu laiko tarpsniu iki imituotų šalnų įtaką augalų pažeidimui.
3. Ištirti biostimuliatoriaus COMPO Frost Protect įtaką biocheminiams pokyčiams augaluose po žemų temperatūrų (imituotų šalnų) poveikio.

#### **2. Tyrimų metodai**

##### *2.1. Tyrimų vieta ir objektai.*

Tyrimai atlikti LAMMC SDI Sodo augalų genetikos ir biotechnologijos skyriuje reguliuojamo klimato kameroje „Persival“ ir polikarbonatine danga dengtame šiltnamyje. Analizės atliktos Augalų fiziologijos ir Biochemijos ir technologijos laboratorijose.

Tiksliausiuose bandymuose augintos daržovės:

Krūminės gliaudomos pupelės „**Sacharnaja 116**“ - vidutinio ankstyvumo žemaūgė, krūminė gliaudomųjų pupelių veislė.

Lauko agurkai „**Krukiai BS**“ F<sub>1</sub> - vidutinio vėlyvumo pirmos kartos hibridas. Pasižymi ištesu derėjimo periodu.

Ankstyvosios bulvės „**Vineta**“ – vidutinio ankstyvumo, maistinės paskirties bulvių veislė. Šios veislės bulvės mažiau reiklios dirvai ir drėgmei, ypač atsparios sausrai, neimlios ligoms ir kenkėjams. Tinkamos auginti ekologiniuose ūkiuose. Šios veislės bulvės įvairiomis kintamomis auginimo sąlygomis duoda pastovų vidutinį derlių.

Auginti sodo augalai:

Braškės „**Honey**“ - ankstyva, labai derlinga, atspari šalčiams, mažai jautri lapų ligoms ir uogų puviniai braškių veislė.

Vegetaciniai bandymai atlikti dviem etapais:

1. Daržo ir sodo augalai auginti šiltnamyje iki reikiamo augimo tarpsnio.
2. Daržo ir sodo augalams specialioje reguliuojamo klimato kameroje „Persival“ imituotos šalnos. Braškės su žiedais paveiktos šalnų.

*2.2. Tyrimų schemas, vegetaciniame bandyme:*

1. Kontrolė (be apsaugos).
2. Augalai prieš 24 val. iki numatomos šalnos imitavimo apdorojami 0,5 % koncentracijos biostimulatoriaus COMPO Frost Protect tirpalu.
3. Augalai prieš 48 val. iki numatomos šalnos imitavimo apdorojami 0,5 % koncentracijos biostimulatoriaus COMPO Frost Protect tirpalu.

Šalnų imitavimo trukmė (priklausomai nuo augalo rūšies) - 1-3 valandos. Imituotų šalnų temperatūra (priklausomai nuo augalų rūšies) - nuo -1 iki -3 °C šalčio.

Vieno bandymo variante tirta po 7-14 vnt. augalų.

*Laboratoriniame bandyme:*

Daržo augalai, gliaudomosios pupelės, agurkai, bulvės, turintys daugiau kaip 2-3 tikruosius lapus ir žydinčios braškės 24 ir 48 valandos prieš numatomas šalnas apdoroti biostimulatoriaus COMPO Frost Protect 0,5 % koncentracijos tirpalu.

*Naudoto tyrimuose biostimulatoriaus sudėtis.* Biostimuliatorius COMPO Frost Protect sukurtas siekiant apsaugoti augalus nuo šalnų ankstyvuosiuose augimo tarpsniuose, kai jie yra jautriausi temperatūrų kaitai. Biostimuliatoriaus COMPO Frost Protect sudėtyje yra natūralaus antioksidanto alfa tokoferolio, krioprotektanto (priemonės, neleidžiančios augalų audiniuose esančiam vandeniui užšalti) ir stabilizuojančių maisto medžiagų (boro). Tirpalą rekomenduojama išpurkšti ant augalų prieš 24 arba 48 val. iki šalnų atsiradimo. Apsaugoti nuo

šalnų antžemines augalų dalis ir žiedus naudojamas preparato 0,25-0,5 % koncentracijos tirpalas. Į vieną hektarą išpurškiama 1-1,2 ltr. Preparatas išpurškiamas, pritaikant įvairaus tipo ventiliatorinius ir štanginius purkštuvus.

### *2.3. Tyrimo metodai.*

1. Nustatytas žemų temperatūrų pažeistų / žuvusių augalų skaičius ir masė. Augalo masė nustatyta svėrimo metodu. Sausosios medžiagos nustatytos gravimetriškai, išdžiovinus lapus  $105 \pm 2$  °C temperatūroje iki pastovios masės džiovavimo spintoje („Venticell“, MBT, Čekija). Stebėjimai ir matavimai atlikti 5 dienos po šalnų imitavimo.

2. Nustatytas lapų asimiliacinis plotas. Lapų asimiliacinis plotas matuotas lapų ploto matuokliu („AT Delta-T Devices“, Didžioji Britanija).

3. Nustatytas chlorofilų santykis bei karotinoidai. Chlorofilų bei karotinoidų kiekis augalinėje žaliavoje nustatytas spektrofotometriiniu metodu 100 % acetono ekstrakto pagal Wetshtein (Гавриленко, 2003). Spektrofotometru „Genesys 6“ (Thermo Spectronic, JAV) matuota absorbcija prie 440,5; 662 ir 644 nm.

4. Nustatyti cukrų kiekiai. Cukrų kiekis lapuose nustatytas AOAC metodu.

### *2.4. Imituojamų šalnų temperatūros.*

Imituojamų šalnų reguliuojamo klimato kameroje „Persival“ temperatūrinis režimas:

1. Braškių daigai: pradinė aplinkos temperatūra +14 °C, palaipsniui, per 2,5 val., temperatūra žeminama iki -3 °C (imituojama dviejų valandų trukmės -3 °C šalna). Tokioje aplinkoje braškės laikytos 2,2 val. ir po to per 2,5 val. grąžinamos į pradinę padėtį.

2. Pupelių daigai: pradinė temperatūra +14 °C, palaipsniui, per 2,5 val., temperatūra žeminama iki -2 °C (imituojama dviejų valandų trukmės -2 °C šalna). Tokioje aplinkoje augalai laikyti 2 val. ir po to per 2,5 val. grąžtama į pradinę padėtį.

3. Agurkų daigai: pradinė temperatūra +14 °C, palaipsniui, per 2,5 val., temperatūra žeminama iki -1 °C (imituojama dviejų valandų trukmės -1 °C šalna). Tokioje aplinkoje agurkai laikyti 2 val. ir po to per 2,5 val. grąžtama į pradinę padėtį.

4. Bulvių antžeminė dalis: pradinė temperatūra +14 °C, per 2,5 val. temperatūra žeminama iki -2 °C (imituojama dviejų valandų trukmės -2 °C šalna), tokioje aplinkoje augalai laikyti 2 val. ir po to per 2,5 val. grąžtama į pradinę padėtį.

Sąlygos šiltnamyje: naudotas durpių substratas (pH 6-6,5), jis sudrėkintas iki normalaus drėgnumo (40-45 %) ir sudėtas į vegetacinius (1,0; 0,5 ir 0,25 litro talpos) indus.



Bulvių daigai auginti 1 litro talpos induose, gliaudomosios krūminės pupelės „Sacharnaja 116“ ir agurkai „Krukiai“ F<sub>1</sub> - 0,5 l talpos induose, braškės „Honey“ - 0,25 l talpos induose.

Temperatūros režimas šiltnamyje : dieną 21 °C - 25 °C, naktį 14 °C – 18 °C šilumos.

### 3. R e z u l t a t a i

#### 3.1. Biostimulioriaus COMPO Frost Protect įtaka augalų atsparumui imituotoms šalnomis.

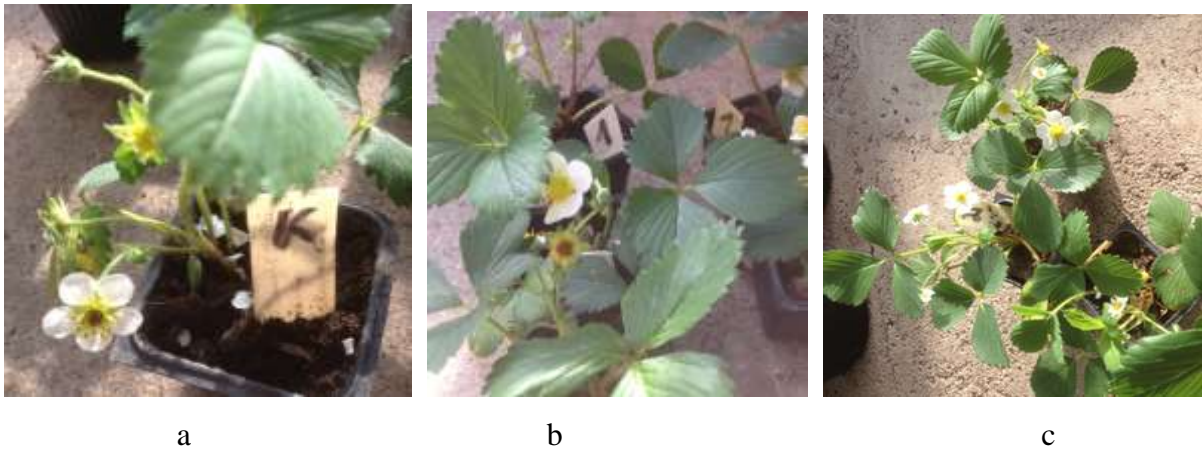
Daugumos vienmečių augalų vegetacija sutampa su šiltuoju laikotarpiu ir tokiu būdu yra išvengiama šalnų pavojaus. Kai kurie vienmečiai augalai veikiami šalčio streso suaktyvina skysčių virtimo į kietą būseną procesus ir tokiu būdu išvengia neigiamų pašalimo reiškinių. Daugiamečiai augalai daugeliu atvejų taiko mišrų apsaugos nuo šalnų būdą (Kuwabara ir kt., 2011). Tyrimai atlikti su pomidorais (Moratiel ir kt., 2011), ankštiniais pipirais (Perry ir kt., 1992), persikų, vynuogių ir braškių augalais (Aoun ir kt., 1993; Gardea ir kt., 1993; Anderson, Whitworth, 1993) parodo, kad dauguma augalų nėra atsparūs šalnomis.

3.1.1. Biostimulioriaus COMPO Frost Protect įtaka braškių žiedų atsparumui imituotoms šalnomis.

Tyrimų metu nustatyta, kad apdorojus braškes biostimulioriumi COMPO Frost Protect 48 valandas prieš šalną, po trijų valandų šalnos imitacijos (-3 °C) pažeistų žiedų nerasta. Apdorojus braškes preparatu 24 val. prieš imituotas šalnas nustatyta, kad buvo pažeista 12 % žiedų. Kontrolinių augalų (neapdorotų preparatu) pažeistų braškių žiedų kiekis padidėjo iki 4 kartų (nuo 12 iki 47 % pažeistų braškių žiedų) lyginant su augalais, kurie apdoroti preparatu prieš 24 val. (1 pav.).



**1 pav.** Biostimulioriaus COMPO Frost Protect įtaka braškių žiedų atsparumui imituotoms šalnomis

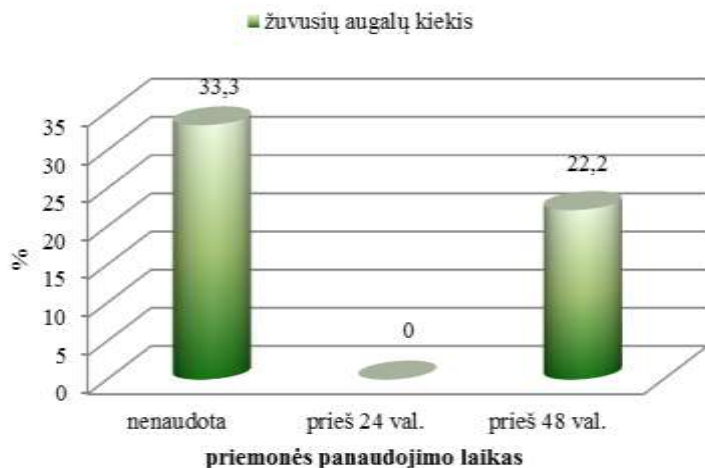


**2 pav.** Biostimulioriumi COMPO Frost Protect apdorotos braškės po šalnų imitacijos:

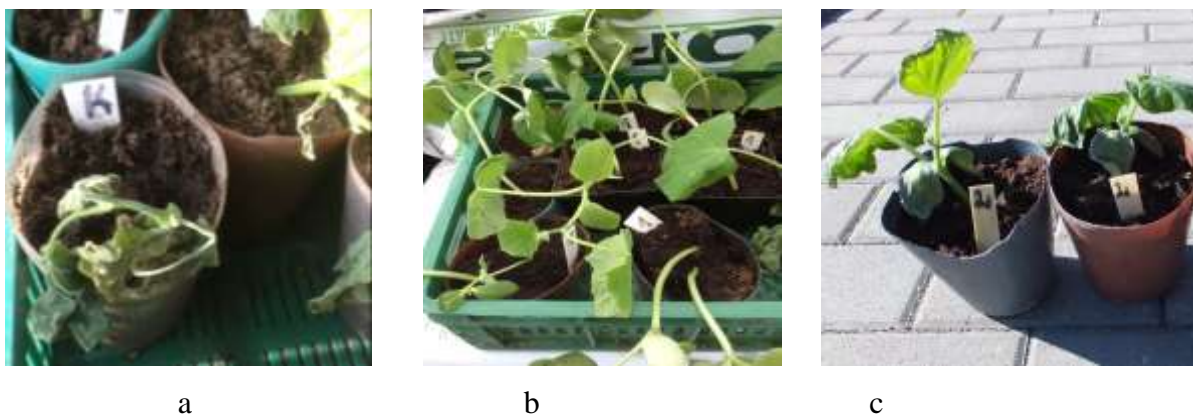
a - nepurkšta; b – purkšta 24 val. prieš šalnas; c – purkšta 48 val. prieš šalnas

3.1.2. Biostimulioriaus COMPO Frost Protect įtaka agurkų daigų atsparumui imituotoms šalnomis.

Tyrimų metu nustatyta, kad apdorojus agurkų daigus biostimulioriumi COMPO Frost Protect prieš 24 valandas iki imituotų šalnų, po dviejų valandų šalnos imitacijos ( $-1^{\circ}\text{C}$ ), pažeistų agurkų daigų nerasta (3, 4 pav.). Apdorojus agurkų daigus biostimulioriumi COMPO Frost Protect prieš 48 val. iki šalnų, žuvusių augalų buvo 22,2 %. Neapdorojus preparatu, pažeistų augalų kiekis padidėjo trečdaliu (nuo 22,2 iki 33,3 % pažeistų augalų) lyginant su augalais, kurie buvo apdoroti preparatu prieš 48 val. (3 pav.).



**3 pav.** Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka agurkų atsparumui imituotoms šaloms

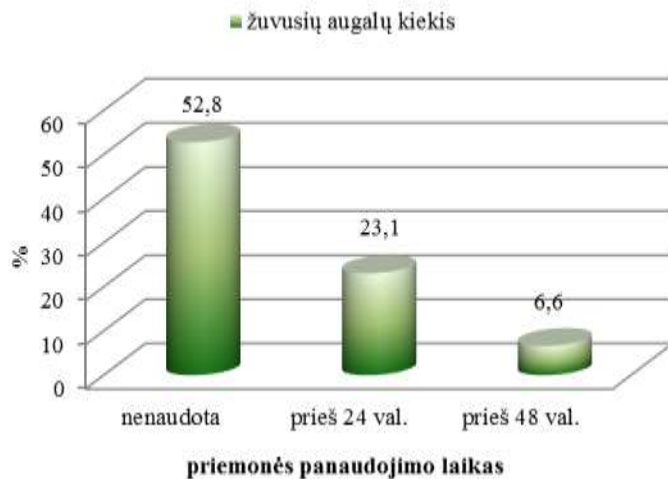


**4 pav.** Agurkų daigai purkšti ir nepurkšti biostimuliantu COMPO Frost Protect po imituotų šalnų poveikio:

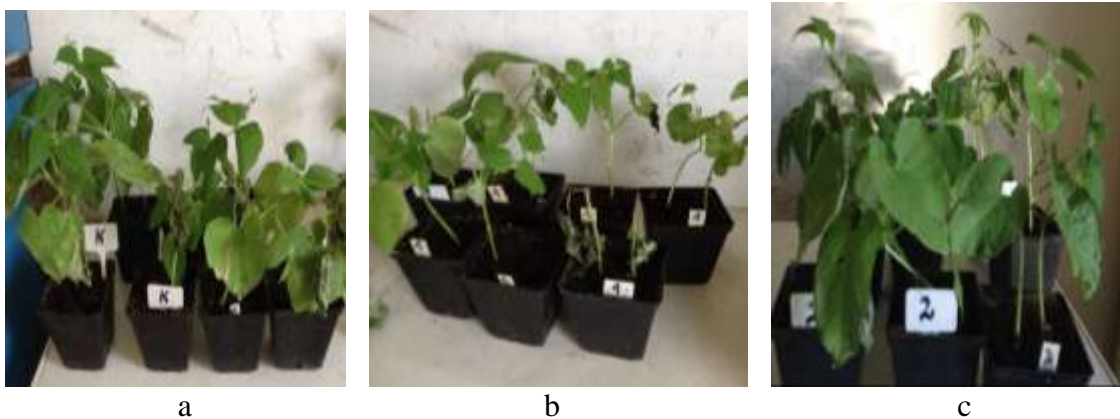
a - nepurkšta; b – purkšta 24 val. prieš šalnas; c – purkšta 48 val. prieš šalnas

3.1.3. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka pupelių atsparumui imituotoms šaloms.

Tyrimų metu nustatyta, kad apdorojus pupelių daigus biostimuliantu COMPO Frost Protect prieš 48 valandas iki imituotų šalnų, po dviejų valandų šalnos imitacijos ( $-2^{\circ}\text{C}$ ), rasta mažiausias pažeistų augalų kiekis - 6,6 % (5, 6 pav.). Apdorojus pupelių daigus biostimuliantu COMPO Frost Protect prieš 24 val. iki šalnų, pažeistų augalų buvo 23,1 %. Neapdorojus preparatu, pažeistų augalų skaičius padidėjo 8 kartus iki 52,8% lyginant su augalais, kurie apdoroti preparatu prieš 48 val. iki šalnų, o lyginant su preparatu apdorotais augalais prieš 24 val. iki šalnų, kontroliniame variante pažeistų augalų buvo 2,2 kartų daugiau.



**5 pav.** Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka pupelių atsparumui imituotoms šalnomis

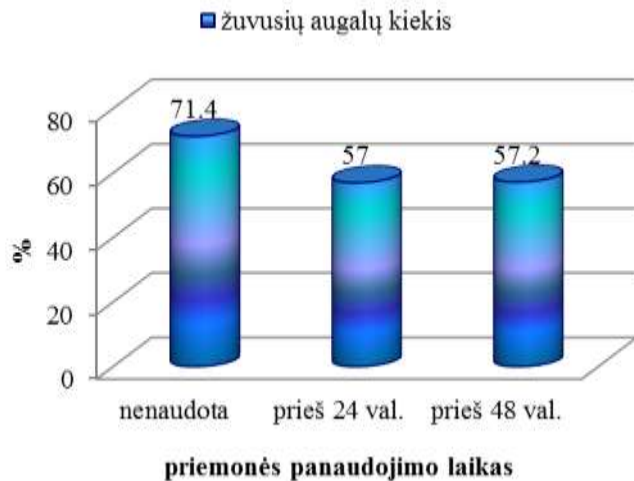


**6 pav.** Pupelių daigai purkšti ir nepurkšti biostimuliantu COMPO Frost Protect po imituotų šalnų poveikio:

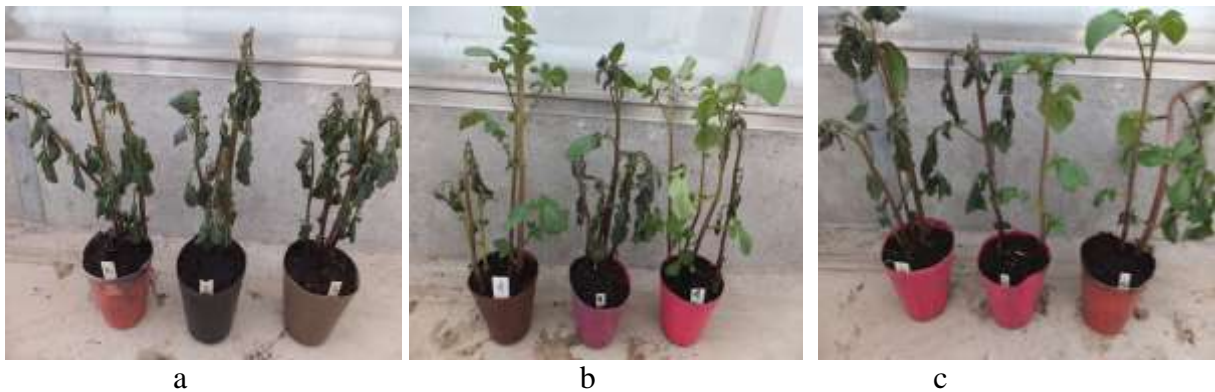
a - nepurkšta; b – purkšta 24 val. prieš šalnas; c – purkšta 48 val. prieš šalnas

3.1.4. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka bulvių atsparumui imituotoms šalnomis.

Imituotos trijų valandų šalnos iki  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$  neigiamai veikė bulvių antžeminę dalį. Skirtingas apdorojimo laikas biostimuliantu COMPO Frost Protect (prieš 24 ar 48 val.) neturėjo įtakos augalų pažeidimo laipsniui. Biostimuliantų COMPO Frost Protect panaudojus apsaugai nuo imituotų šalnų bulvių pasėlyje 20,0 % (nuo 71,4 % iki vidutiniškai 57,1 %) sumažėjo žuvusių augalų lyginant su preparatu neapdorotais augalais.



**7 pav.** Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka bulvių atsparumui imituotoms šalnoms



**8 pav.** Bulvių daigai purkšti ir nepurkšti biostimuliantu COMPO Frost Protect po imituotų šalnų poveikio:

a - nepurkšta; b – purkšta 24 val. prieš šalnas; c – purkšta 48 val. prieš šalnas

### **3.2. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka augalų chlorofilo indeksui.**

Chlorofilo indeksas – tai rodiklis tampriai koreliuojantis su augalų derlingumu ir daugelio tyrėjų duomenimis yra proporcingas bendram lapų chlorofilų kiekiui (Ziadi ir kt., 2008; Naud ir kt., 2009). Chlorofilai – žalieji pigmentai vykdantys fotosintezę ir tokiu būdu įtakojantys derlingumą. Veikiant aplinkos stresams (šaltis, sausra) fotosintezės procesai gali arba suaktyvėti, arba sulėtėti. Juknevičienės ir Venskutonienės (2009) atliktų tyrimų duomenimis, po dviejų parų nakties metu 3,5 val. trukmės imituotų šalnų ( $-4^{\circ}\text{C}$ ) poveikis pigmentų kiekiui „Satina“ veislės bulvių lapuose buvo neįdomus. Ilgiau trukusios (keturių naktų) šalnos reikšmingai sumažino a ir b chlorofilų bei karotinoidų kiekius augaluose. Po 14 parų regeneracijos fotosintezės pigmentų kiekis nepasiekė pradinio lygio.

SDI atliktuose tyrimuose chlorofilo indeksas buvo nustatytas prieš ir po imituotų šalnų.

3.2.1. Biostimulioriaus COMPO Frost Protect įtaka chlorofilo indeksui agurkų daigų lapuose prieš ir po imituotų šalnų.

Apdorojimas biostimulioriumi COMPO Frost Protect ir laiko tarpas, praėjęs po apdorojimo iki imituotų šalnų, neturėjo žymesnės įtakos chlorofilų indeksui (1 lentelė). Didžiausią chlorofilo indeksą buvo 48 val. prieš imituotas šalnų biostimulioriumi COMPO Frost Protect apdorotuose, o po imituotų šalnų – neapdorotuose biostimulioriumi agurkų lapuose. Chlorofilo indeksas po imituotų šalnų apdorotuose biostimulioriumi agurkų daigų lapuose lyginant su neapdorotais sumažėjo vidutiniškai 12,1 %. Laikas nuo apdorojimo iki imituotų šalnų turėjo įtakos chlorofilų indeksui augalų lapuose po imituotų šalnų. Ilgesnis laikotarpis, praėjęs po apdorojimo iki imituotų šalnų, sumažino chlorofilo indeksą lapuose 4,4 %.

**1 lentelė.** Chlorofilo indeksas agurkų daigų lapuose prieš ir po imituotų šalnų.

Variantas	Chlorofilo indeksas	
	prieš imituotas šalnų	po imituotų šalnų
Kontrolė	26,94	31,69
Purkšta prieš 24 val.	26,60	28,46
Purkšta prieš 48 val.	27,42	27,25

3.2.2. Biostimulioriaus COMPO Frost Protect įtaka chlorofilo indeksui pupelių lapuose prieš ir po imituotų šalnų.

Po imituotų šalnų poveikio chlorofilo indeksas pupelių lapuose nekito (2 lentelė).

**2 lentelė.** Chlorofilo indeksas pupelių lapuose prieš ir po imituotų šalnų.

Variantas	Chlorofilo indeksas	
	prieš imituotas šalnų	po imituotų šalnų
Kontrolė	25,70	24,52
Purkšta prieš 24 val.	25,00	24,85
Purkšta prieš 48 val.	23,97	23,72

Mažiausias chlorofilo indeksas tiek prieš, tiek po imituotų šalnų buvo biostimuliatoriumi COMPO Frost Protect apdorotuose 48 val. prieš šalnas pupelių lapuose. Trumpesnis laikotarpis nuo apdoravimo iki imituotų šalnų neturėjo įtakos pupelių lapų chlorofilo indeksui. Tiek neapdorotuose, tiek prieš 24 val. iki imituotų šalnų apdorotuose biostimuliatoriumi COMPO Frost Protect augalų lapuose jis buvo praktiškai vienodas ir lyginant su apdorotų prieš 48 val. iki imituotų šalnų lapų indeksu sumažėjo vidutiniškai 5,4 % augalų lapuose prieš imituotas šalnas ir 3,9 % augalų lapuose po imituotų šalnų.

3.2.3. Biostimulioriaus COMPO Frost Protect įtaka chlorofilo indeksui bulvių lapuose prieš ir po imituotų šalnų.

Chlorofilo indeksas augalų lapuose po imituotų šalnų (vidutiniškai 34,19) buvo didesnis nei jų lapuose prieš imituotas šalnas (vidutiniškai 32,0) (3 lentelė). Didžiausias chlorofilo indeksas lapuose prieš imituotas šalnas buvo bulvių daigus apdorojus biostimuliatoriumi COMPO Frost Protect 48 val. prieš imituotas šalnas. Chlorofilo indeksas, lyginant su neapdorotų bulvių lapų chlorofilo indeksu, padidėjo 4,9 %, o lyginant su apdorotų 24 val. prieš imituotas šalnas – 7,0 %. Po imituotų šalnų didžiausias chlorofilo indeksas buvo lapuose augalų, kurie apdoroti biostimuliatoriumi COMPO Frost Protect 24 val. prieš imituotas šalnas. Chlorofilo indeksas, lyginant su neapdorotų bulvių lapų chlorofilo indeksu, padidėjo 12,6 %, o lyginant su augalais, kurie apdoroti 48 val. prieš imituotas šalnas – 1,5 %. Chlorofilo indeksas po šalnų imitacijos panaudojus biostimuliatorių bulvių lapuose padidėjo lyginant su chlorofilo indeksu augalų lapuose prieš šalnas: panaudojus prieš 24 val. padidėjo 14,7 %, prieš 48 val. – 5,6 %. Neapdorotuose biostimuliatoriumi bulvių lapuose tiek prieš šalnas, tiek po šalnų chlorofilo indeksas buvo panašus.

**3 lentelė.** Chlorofilo indeksas bulvių lapuose prieš ir po imituotų šalnų.

Variantas	Chlorofilo indeksas	
	prieš imituotas šalnas	po imituotų šalnų
Kontrolė	31,73	31,70
Purkšta prieš 24 val.	31,11	35,69
Purkšta prieš 48 val.	33,29	35,17

### **3.3. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka augalų lapų biometriniais rodikliams.**

Augalų biometriniai rodikliai (lapų plotas, jų masė) įtakoja augalų derlingumą. Minėti biometriniai rodikliai daug priklauso nuo augalo genotipo ir išsivystymo tarpsnio. 1997-1999 metais LŽŪU buvo tiriama ankstyvųjų bulvių pasėlių formavimosi ypatumai ir fotosintetinio potencialo dinamika atskirų augimo periodų bei visos vegetacijos metu. Nustatyta, kad vieno kero asimiliacinis lapų plotas ir fotosintetinis potencialas, besivystant augalui, didėjo ir žydėjimo metu buvo didžiausias, o šie rodikliai priklausė nuo genotipo (Venskutonis, Venskutonienė, 2000).

Augalų biometrinių rodiklių matavimai mūsų tyrimuose atlikti praėjus 5 dienoms po imituojamų šalnų poveikio.

#### **3.3.1. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka agurkų lapų biometriniais rodikliams.**

Biostimuliantu COMPO Frost Protect apdorotų 24 val. prieš imituotas šalnas agurkų lapai turėjo didžiausią lapų plotą ir juose sukauptas sausųjų medžiagų kiekis buvo didžiausias (4 lentelė). Augalų, apdorotų biostimuliantu COMPO Frost Protect 48 val. prieš imituotas šalnas, lapų plotas buvo 3,24 cm<sup>2</sup> mažesnis nei apdorotų prieš 24 val., o sausųjų medžiagų kiekis lapuose sumažėjo 0,19 %.

Mažiausias agurkų lapų plotas ir sausųjų medžiagų kiekis buvo augalų, kurie neapdoroti prieš imituotas šalnas biostimuliantu COMPO Frost Protect. Lapų plotas, lyginant su biostimuliantu apdorotų 24 val. prieš imituotas šalnas augalų lapų plotu, sumažėjo 28,55 cm<sup>2</sup>, sausųjų medžiagų kiekis – 0,72 %, o lyginant su prieš 48 val. prieš imituotas šalnas apdorotų augalų lapų plotu atitinkamai 25,31 cm<sup>2</sup> ir 0,53 %.

Agurkų lapų žalia masė didžiausia (6,96 g) buvo, kai jie biostimuliantu COMPO Frost Protect apdoroti 24 val. prieš imituotas šalnas. Neapdorotų ir apdorotų biostimuliantu prieš 48 val. prieš imituotas šalnas agurkų lapų žalia masė buvo mažesnė (vidutiniškai 0,88 g), lyginant su apdorotų prieš 24 val. lapų mase.



**4 lentelė.** Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka agurkų lapų biometriniams rodikliams.

Variantas	Lapų plotas, cm <sup>2</sup>	Žalia augalo masė, g	Sausųjų medžiagų kiekis, %
Nepurkšta	126,53	6,07	6,48
Purkšta prieš 24 val.	155,08	6,96	7,20
Purkšta prieš 48 val.	151,84	6,09	7,01

3.3.2. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka pupelių lapų biometriniams rodikliams

Didžiausias pupelių lapų plotas, žalia augalo masė ir sausųjų medžiagų kiekis buvo biostimuliantu COMPO Frost Protect 48 val. prieš imituotas šalnas apdorotuose augalų lapuose (5 lentelė). Apdorojus augalus COMPO Frost Protect biostimuliantu 48 val. prieš imituotas šalnas, lapų plotas, palyginti su neapdorotų augalų lapų plotu, buvo didesnis 81,29 cm<sup>2</sup>, žalioji masė – 2,0 g, sausoji masė – 0,72 %.

Apdorojus augalus COMPO Frost Protect biostimuliantu 24 val. prieš imituotas šalnas, lapų plotas, palyginti su neapdorotų augalų lapų plotu, buvo didesnis 61,74 cm<sup>2</sup>, žalioji masė – 1,3 g, sausoji masė – 0,53 %.

Apdorotų augalų COMPO Frost Protect biostimuliantu 24 val. prieš imituotas šalnas, lapų plotas, palyginti su augalų, apdorotų biostimuliantu 48 val. prieš imituotas šalnas lapų plotu, buvo mažesnis 19,55 cm<sup>2</sup>, žalioji masė – 0,73g, sausoji masė – 0,19 proc..

**5 lentelė.** Biostimuliantaus COMPO Frost Protect panaudojimo įtaka pupelių lapų biometriniams rodikliams.

Variantas	Lapų plotas, cm <sup>2</sup>	Žalia augalo masė, g	Sausųjų medžiagų kiekis, %
Nepurkšta	152,18	5,19	6,48
Purkšta prieš 24 val.	213,92	6,46	7,01
Purkšta prieš 48 val.	233,47	7,19	7,20

### 3.3.3. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka bulvių lapų biometriniais rodikliams po imituotų šalnų

Bulvienojų apdorėjimas biostimuliantu didino augalo lapo asimiliacinį plotą, bet augalo žaliosios ir sausosios masės kiekiai įvairavo (6 lentelė). Didžiausias asimiliacinis bulvienojų lapo plotas buvo apdorotuose 48 val. prieš šalnas augaluose. Asimiliacinis plotas, palyginti su neapdorotų augalų lapų plotu, padidėjo 20,50 cm<sup>2</sup>, palyginti su apdorotų 24 val. prieš šalnas plotu – 8,73 cm<sup>2</sup>. Didžiausia augalo žalioji masė buvo apdorojus augalus biostimuliantu prieš 24 val. prieš imituotas šalnas, o sausoji masė – neapdorojus augalų.

**6 lentelė.** Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka bulvių lapų biometriniais rodikliams po imituotų šalnų.

Variantas	Lapų plotas, cm <sup>2</sup>	Žalioji augalo masė, g	Sausųjų medžiagų kiekis, %
Kontrolė	49,00	32,75	9,62
Purkšta prieš 24 val.	60,77	38,85	8,64
Purkšta prieš 48 val.	69,50	37,13	9,11

### 3.4. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka cukrų kiekiui augaluose po imituotų šalnų.

Šalčio sukeltas stresas gali trukdyti medžiagų apykaitos procesus augalų lapuose. Augalų tolerantiškumas šalčiui susijęs su osmosinio potencialo sumažėjimu ir tirpių junginių kiekio padidėjimu (Sasaki ir kt., 1998, 1996) bei vandens kiekio sumažėjimu lapuose (Gusta ir kt., 1996; Rapacz ir kt., 2000). Veikiant šalnoms, lapuose kaupiasi daugiau sacharidų (Obrist ir kt., 2001; Klimov, 2006; Gupta, Kaur, 2005; Hagen ir kt., 2009). Danijoje atliktų tyrimų rezultatai parodė, kad, esant oro temperatūrai žemiau nulio, šiek tiek keitėsi cukrų sudėtis lapinių kopūstų lapuose: padidėjo fruktozės ir sumažėjo sacharozės kiekiai (Groenbaek ir kt., 2016). LAMMC Sodininkystės ir daržininkystės institute atliktų tyrimų duomenys parodė, kad tiek po dviejų, tiek po 4 dienų šalnų 'Pinochio' žirnių lapuose intensyviai kaupėsi fruktozė ir gliukozė, o 'Cud Kelvedonu' veislės žirniai buvo tolerantiški ir skirtingos trukmės šalnos neturėjo esminės įtakos sacharidų ir fotosintezės pigmentų kitimui (Sakalauskiene ir kt., 2009). Tirpių cukrų padidėjimas padidina augalų atsparumą šalčiams (Strand ir kt., 2003; Theocharis ir kt., 2012). Murelli ir kt. (1995) pastebėjo, kad miežiai, paveikti ilgalaikių (iki 4 savaičių)

žemų temperatūrų, sukaupia didelį prolino kiekį, monosacharidų ir sacharozės koncentracija sumažėja, padidėja tetrasacharidų. Didesnis angliavandenių kiekis augaluose padidina augalų atsparumą šalnoms (Obrist ir kt., 2001), tačiau besikaupiantis cukrų kiekis augalų lapuose pablogina jų augimą (Gupta, Kaur, 2005). Tiek po dviejų, tiek po keturių dienų šalnų 'Pinochio' žirnių lapuose intensyviai kaupėsi fruktozė ir gliukozė. Tai rodo, kad heksozės aktyviai dalyvauja šalčio adaptacijos procesuose (Sakalausienė ir kt., 2009).

#### 3.4.1. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka cukrų kiekiui bulvių lapuose po imituotų šalnų

Cukrų kiekis lapuose apdorojus bulves biostimuliantu COMPO Frost Protect 24 val. prieš imituotas šalnas buvo didžiausias (7 lentelė). Bendrą cukraus kiekį padidino žymus invertuoto cukraus padidėjimas (2,9 %, palyginti su kontrole ir 6,6 %, palyginti su apdorotų 48 val. prieš imituotas šalnas bulvių lapais). Ilgesnis laikotarpis, praėjęs nuo apdoravimo biostimuliantu iki imituotų šalnų, sumažino invertuoto cukraus kiekį (nuo 10,00 iki 9,38 %), bet žymiai padidėjo sacharozės kiekis (palyginti su kiekiu rastu apdorotuose 24 val. prieš šalnas daugiau nei 2 kartus, palyginti su kontrole -81,8 %) bulvių lapuose. Tačiau bendras cukrų kiekis buvo mažiausias. Cukrų kiekis, palyginti su kiekiu buvusiu apdorotų 24 val. prieš imituotas šalnas bulvių lapuose, sumažėjo 4,02 %, palyginti su neapdorotų lapų cukraus kiekiu – 1,6%. Cukraus kiekio didėjimas lapuose stiprina augalų atsparumą šalčio poveikiui.

**7 lentelė.** Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka cukrų kiekiui bulvių lapuose po imituotų šalnų poveikio.

Variantas	Cukrų kiekis bulvių lapuose po imituotų šalnų, %		
	invertuotas	sacharozė	bendras
Kontrolė	9,72	0,22	9,94
Purkšta prieš 24 val.	10,00	0,19	10,19
Purkšta prieš 48 val.	9,38	0,40	9,78

#### 3.4.2. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka cukrų kiekiui pupelių lapuose po imituotų šalnų

Apdorojimas biostimuliantu COMPO Frost Protect prieš 24 val. iki imituotų šalnų, padidino tiek invertuoto cukraus (daugiau nei 5 kartus), tiek sacharozės (4,8 karto) kiekį

pupelių lapuose (8 lentelė) po šalnų poveikio. Bendras cukrų kiekis pupelių lapuose, panaudojus COMPO Frost Protect prieš 24 val. iki imituotas šalnas padidėjo 5 kartus.

**8 lentelė.** Biostimuliantaus COMPO Frost Protect įtaka cukrų kiekiui pupelių lapuose po imituotų šalnų poveikio.

Variantas	Cukrų kiekis pupelių lapuose po imituotų šalnų, %		
	invertuotas	sacharozė	bendras
Kontrolė	0,58	0,38	0,96
Purkšta prieš 24 val.	3,04	1,83	4,87

### **Apibendrinimai, preliminarinės išvados ir rekomendacijos.**

1. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect, panaudoto 24-48 val. prieš šalnas, poveikis daržo augalų lapų ir braškių žiedų pažeidimams nuo šalnų:

1.1. Atskiroms augalų rūšims biostimuliantaus COMPO Frost Protect 0,5 % koncentracijos tirpalą galima naudoti prieš nustatytą 24 valandų arba 48 valandų intervalą iki numatomų šalnų.

1.2. Apdorojus žydinčias braškes biostimuliantaus COMPO Frost Protect 0,5 % koncentracijos tirpalu prieš 48 valandas iki imituotų -3 °C 3 valandų trukmės šalnų, braškių žiedų pašalimo nebuvo.

1.3. Apdorojus agurkų daigus biostimuliantaus COMPO Frost Protect 0,5 % koncentracijos tirpalu prieš 24 valandas iki imituotų -1 °C 2 valandų trukmės šalnų, agurkų lapai nebuvo pažeisti.

1.4. Apdorojus pupelių daigus biostimuliantaus COMPO Frost Protect 0,5 % koncentracijos tirpalu prieš 48 valandas iki imituotų -2 °C 2 valandų trukmės šalnų, pupelių lapų pažeidimai buvo minimalūs - iki 6,6 %.

1.5. Apdorojus bulvių daigus biostimuliantaus COMPO Frost Protect 0,5 % koncentracijos tirpalu prieš 48 ir 24 valandas iki imituotų -2 °C 3 valandų trukmės šalnų, bulvių lapų pažeidimai buvo tokie patys ir siekė virš pusės augalų skaičiaus.

2. Biostimuliantaus COMPO Frost Protect teigiamai įtakojo bulvių lapų chlorofilo indeksą ir neturėjo įtakos agurkų ir pupelių lapų chlorofilo indeksui.

3. Biostimuliantus COMPO Frost Protect įtakojo augalų biometrinius rodiklius:

3.1. Didžiausia agurkų lapų žalia masė (6,96 g) buvo augalų, apdorotų biostimuliantumi COMPO Frost Protect prieš 48 val. iki imituotų šalnų.

3.2. Didžiausia pupelių lapų žalia masė buvo augalų, kurie apdoroti biostimuliumi COMPO Frost Protect prieš 24 ir 48 val. iki imituotų šalnų.

3.3. Bulvių lapų apdorojimas biostimuliumi COMPO Frost Protect prieš 24 ir 48 val. iki imituotų šalnų didino augalų lapų asimiliacinį plotą bei žaliają ir sausąją augalo masę.

4. Cukraus kiekio didėjimas daržo augalų lapuose:

4.1 Didžiausias (10,19 %) cukrų kiekis bulvių lapuose buvo apdorojus bulves biostimuliumi COMPO Frost Protect 24 val. prieš imituotas šalnas;

4.2. Cukrų kiekis pupelių lapuose, panaudojus biostimuliumi COMPO Frost Protect 24 val. prieš imituotas šalnas padidėjo 5 kartus.

5. Apsaugant žydinčių braškių pasėlį nuo gręšiančių šalnų biostimuliumi COMPO Frost Protect reikėtų išpurkšti prieš 48 valandas, naudojamas preparato 0,5 % koncentracijos tirpalas, į vieną hektarą išpurškiama 1-1,2 ltr.

6. Apsaugant lauko agurkų pasėlį nuo gręšiančių šalnų biostimuliumi COMPO Frost Protect reikėtų išpurkšti prieš 24 valandas. Naudojamas preparato 0,5 % koncentracijos tirpalas, į vieną hektarą išpurškiama 1-1,2 ltr.

7. Apsaugant pupelių pasėlį nuo gręšiančių šalnų biostimuliumi COMPO Frost Protect reikėtų išpurkšti prieš 48 valandas. Naudojamas preparato 0,5 % koncentracijos tirpalas, į vieną hektarą išpurškiama 1-1,2 ltr.

8. Apsaugant bulvių pasėlį nuo gręšiančių šalnų naudotas biostimuliumus COMPO Frost Protect preparato 0,5 % koncentracijos tirpalas (į vieną hektarą išpurškiama 1-1,2 ltr), palyginus su kitais augalais davė mažesnę efektą, purškiama prieš 24-48 val.

#### **Literatūra**

1. Anderson J., Whitworth J. 1993. Supercooling strawberry plants inoculated with ice-nucleation active bacteria and treated with Frostgard. HortScience, 28: 828–830.

2. Aoun M. F., Perry K. B., Swallow W.H., Werner D. J., Parker M. L. 1993. Antitranspirant and cryoprotectant do not prevent peach freezing injury. HortScience, 28: 343.

3. Francko D. A., Wilson K. G., Li Q. Q., Equiza M. A. 2011. Topical Spray to Enhance Plant Resistance to Cold Injury and Mortality. Horttechnology, 21(1): 109-118.

4. Gardea A. A., Lombard P. B., Crisosto C. H., Moore L. W., Fuchigami L. H., Gusta L. V. 1993. Evaluation of Frostgard as an antifreeze, inhibitor of ice nucleators, and cryoprotectant on pinot noir leaf tissue. American Journal of Enology Viticulture, 44: 232–235.

5. Groenbaek M., Jensen S., Neugart S., Schreiner M., Kidmose U., Kristensen H. L. 2016. Nitrogen split dose fertilization, plant age and frost effects on phytochemical content

and sensory properties of curly kale (*Brassica oleracea* L. var. *sabellica*). *Food Chemistry*, 197 (A): 530-538.

6. Gupta A. K., Kaur N. 2005. Sugar signalling and gene expression in relation to carbohydrate metabolism under abiotic stresses in plants. *Journal of Bioscience*, 30: 761–776.

7. Gusta L. V, Wilen R. W, Fu P. 1996. Low-temperature stress tolerance: The role of abscisic acid, sugars, and heat-stable proteins. *Hortscience* 31: 39-46.

8. Hagen S. F., Borge G. I., Solhaug K. A., Bengtsson G. B. 2009. Effect of cold storage and harvest date on bioactive compounds in curly kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*). *Postharvest Biology and Technology*, 51(1), 36–42.

9. Hu Y G, Liu S Z, Wu W Y, Wang J Z, Shen J W. 2015a. Optimal flight parameters of unmanned helicopter for tea plantation frost protection. *International Journal of Agriculture and Biological Engineering*, 8(5): 50-57.

10. Hu Y G, Wu W Y, De Melo-Abreu J P, Shapland T M, Zhang H, Snyder R L. 2015b. Comparative experiments and effectiveness evaluation on vertical blowing fans (VBF) for frost protection. *International Journal of Agriculture and Biological Engineering*, 8(5): 36-42. (Open Access at <http://www.ijabe.org>)

11. Yadollahi A. 2011. Evaluation of reduction approaches on frost damages of grapes grown in moderate cold climate. *African Journal of Agricultural Research*, 6(29): 6289-6295.

12. Janda T., Szalai G., Rios-Gonzalez K., Veisz O., Páldiet E. 2002. Correlation between frost tolerance and antioxidant activities in cereals. *Acta Biologica Szegediensis*, vol. 46(3–4): 67–69.

13. Juknevičienė Ž., Venskutoniene E. 2009. Imituotų šalnų poveikis bulvių fotosintezės pigmentų kitimui. *Žemės ūkio mokslai*, 85(38): 23-27.

14. Jundulas J., Asakavičiutė R., Ražukas A. 2009. Bulvių derlingumo priklausomybė nuo oro temperatūros bei atmosferos krituliu Pietryčių Lietuvoje. *Žemės ūkio mokslai*: 16(1): 23–30.

15. Klimov V. S., Burakhanova A. E., Dubintina M. I., Alieva P. G., Salnikova P. E., Trunova I. T. 2006. Morphophysiological monitoring of winter wheat in spring in the context of global climate warming. *Plant Physiology*, 33(4): 363–369.

16. Kuwabara C., Kasuga J., Wang D., Fukushi Y., Arakawa K., Koyama T., Inada T., Fujikawa S. 2011. Change of supercooling capability in solutions containing different kinds of ice nucleators by flavonol glycosides from deep supercooling xylem parenchyma cells in trees. *Cryobiology*, 63:157–163.

17. Moratíel R., Duraín J. M., Snyder R. L. 2011. Freezing resistance in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) using potential cryoprotectors. *European Journal of Horticulture Science*, 76:12–17.
18. Murelli C., Rizza F., Albini F.M., Dulio A., Terzi V., Cattivelli L. 1995. Metabolic changes associated with cold-acclimation in contrasting cultivars of barley. *Physiologia Plantarum* 94: 87-93.
19. Naud C., Makowski D., Jeuffroy M. H. 2009. Leaf transmittance measurements can improve predictions of the nitrogen status for winter wheat crop. *Field Crop Research*, 110(1): 27-34.
20. Obrist D., Arnone A., Körner Ch. 2001. *In situ* effects of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> on leaf freezing resistance and carbohydrates in a Native Temperate grassland. *Annals of Botany*, 87: 839–844.
21. Perry K.B., Bonanno A. R., Monks D. W. 1992. Two putative cryoprotectants do not provide frost and freeze protection in tomato and pepper. *HortScience* 27:26–27.
22. Rapacz M., A. Plazek A., Niemczyk E. 2000. Frost De-acclimation of Barley (*Hordeum vulgare* L.) and Meadow Fescue (*Festuca pratensis* Huds.). Relationship between Soluble Carbohydrate Content and Resistance to Frost and the Fungal Pathogen *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. *Annals of Botany*, 86: 539-545.
23. Rimkus E., Bukantis A. 2008. Climate change in Lithuania. Climate change and forest ecosystems: international scientific conference, 22-23 October. Vilnius, p.141–142.
24. Rimkus E. Meteorologijos įvadas. 2011. Vilniaus universitetas, 153 psl. (55 psl )
25. Ruiz-Ramos M., Sánchez E., Gallardo C., Mínguez, M. I. 2011. Impacts of projected maximum temperature extremes for C21 by an ensemble of regional climate models on cereal cropping systems in the Iberian Peninsula. *Natural Hazards and Earth Systems Sciences*, 11: 3275-3291, doi:10.5194/nhess-11-3275-2011.
26. Papagiannaki K., Lagouvardos K., Kotroni V., Papagiannakis G. 2014. Agricultural losses related to frost events: use of the 850 hPa level temperature as an explanatory variable of the damage cost. *Natural Hazards and Earth Systems Sciences*, 14, 2375–2386.
27. Sakalauskienė S., Brazaitytė A., Lazauskas S., Urbonavičiūtė A., Sakalauskaitė J., Samuolienė G., Radzevičius A., Šabajevienė G., Lukatkin A, Kolmykova T., Duchovskis P. 2009. Imituotų šalnų poveikis žirnių fotosintezės pigmentų ir sacharidų kaupimuisi. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 27(4): 203-211.

28. Sakalauskienė S., Brazaitytė A., Sakalauskaitė J., Lazauskas S., Duchovskis P., Samuolienė G., Povilaitis V., Juknevičienė Ž. 2008. Imituotu šalnų poveikis žemės ūkio augalų augimo rodikliams. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 28(1): 157-165.
29. Sasaki H., Ichimura K., Oda M. 1996. Changes in Sugar Content during Cold Acclimation and Deacclimation of Cabbage Seedlings. *Annals of Botany*, 78: 365-369.
30. Sasaki H., Ichimura K., Okada K., Oda M. 1998. Freezing tolerance and soluble sugar contents affected by water stress during cold-acclimation and de-acclimation in cabbage seedlings. *Scientia Horticulturae*, 76: 161–169.
31. Snyder R. L., de Melo-Abreu J. P. 2005. Frost Protection: Fundamentals, Practice and Economics, vol. 1(10). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
32. Snyder R. L., de Melo-Abreu J. P., Matulich S. 2005. Frost protection: fundamentals, practice, and economics, vol. 2(10). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
33. Strand A., Foyer C. H., Gustafsson P., Gardestrom P., Hurry V. 2003. Altering flux through the sucrose biosynthesis pathway in transgenic *Arabidopsis thaliana* modifies photosynthetic acclimation at low temperatures and the development of freezing tolerance. *Plant Cell and Environment*, 26(4): 523–535.
34. Šlapakauskas V., Duchovskis P. 2008. Augalų produktyvumas. Kaunas.
35. Theocharis A., Clement C., Barka E. A. 2012. Physiological and molecular changes in plants grown at low temperatures. *Planta*, 235(6): 1091–1105.
36. Uselis N., Kviklys D., Lanauskas J., Buskienė L., Kviklienė N. 2008. Šalčių ir šalnų poveikis sodams ir uogynams. *Mano ūkis*, 2:
37. Venskutonis V., Venskutonienė E. 2000. Ankstyvųjų bulvių fotosintetinio potencialo dinamika. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 19(3): 119–127.
38. Ziadi N., Brassard M., Belanger G., Claessens A., Tremblay N., Cambouris A. N., Nolin M. C., and Parent L. E. 2008. Chlorophyll measurements and nitrogen nutrition index for the evaluation of corn nitrogen status. *Agronomy Journal*, 100: 1264–1273.
39. Рудницкая А. В. 2015. Анализ перспективных методов защиты генеративных органов плодовых насаждений от весенних заморозков. *Технологический аудит и резервы производства*. № 3/1(23): 64-69.