

## Šarminio jonizuoto vandens įtaka paprastojo lęšio 'SMĖLINUKAI' augalų morfofiziologiniams rodikliams II ontogenezės etape

Regina Malinauskaitė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Tyrimai atlikti 2014 metais ASU Biologijos ir augalų biotechnologijos instituto laboratorijoje, siekiant nustatyti šarminio jonizuoto (pH 9,0) vandens poveikį paprastojo lęšio augalams II ontogenezės etapais. Buvo nustatyta, kad laistymui naudojant šarminį jonizuotą, paprastojo lęšio augalai buvo esmingai aukštesni ir didesnė žalia antžeminė biomasė 9 lapų tarpsnyje. Esmingai didesnė sausa antžeminė augalų masė buvo 6–7 lapų tarpsnyje kontrolės varianto (vanduo iš čiaupo, pH 7,3) augaluose. Šarminio jonizuoto vandens įtakoje lęšio augaluose 9 lapų vystymosi tarpsnyje esmingai padidėjo chlorofilų *a* ir *b* bei karotenoidų kiekiai. Chlorofilo *a* kiekio prieaugis buvo 1,37 karto didesnis, nei kontrolės varianto augalų, o chlorofilo *b* kiekis atitinkamai 2,13 karto. Laistant šarminiu jonizuotu vandeniu lęšių lapuose chlorofilų *a* ir *b* santykis didėjo nuo 1:2,26 (6–7 lapų vystymosi tarpsnis) iki 1:3,13 (9 lapų vystymosi tarpsnis), o chlorofilų sumos ir karotenoidų santykis mažėjo nuo 1:8,30 iki 1:3,74. Kontrolės varianto augaluose chlorofilų *a* ir *b* santykis didėjo nuo 1:1,74 iki 1:2,26, o chlorofilų sumos ir karotenoidų santykis sumažėjo nuo 1:14,56 iki 1:3,45.

*Paprastasis lęšis, šarminis jonizuotas vanduo, morfofiziologiniai rodikliai*

### Įvadas

Pupinių šeimos augalų vegetacijos pradžioje (I–II ontogenezės etapais) intensyviai formuojasi šaknų sistema ir labai lėtai auga antžeminė dalis ir biomasė. II ontogenezės etapu, apimančiu fitomerų formavimąsi ir augimą, baigiasi pupinių augalų vystymosi raidos tarpsnis. Tai šviesamėgiai augalai, kuriems reikalingas didelis šviesos srautas. Trūkstant raudonųjų ir mėlynųjų spindulių mažėja visaverčių žiedų skaičius žiedynuose, mažesnis floralinių meristemų potencialas (Šlapauskas, Duchovskis, 2008).

Norint realizuoti augalų biologinį potencialą, svarbu, kad vegetacijos metu juos veiktų kaip galima mažesnis nepalankių biotinių ir abiotinių aplinkos veiksnių kompleksas. Nuo chlorofilų kiekio augalų lapuose ar kitose fotosintezę vykdančiose dalyse priklauso fotosintezės potencialas. Efektyvią fotosintezės aparato veiklą užtikrina optimalus pigmentų kiekis ir jų santykis (Scebba ir kt., 2003). Fotosintezės aktyvumo mažėjimas veikia augalo produktyvumą, žalios ir sausos masės kaupimą, augalo aukštį (Wang ir kt., 2010). Nuo stresinio poveikio labiausiai nukenčia fotosintezės sistema, mažėja pigmentų, ypač chlorofilo *a* kiekis bei jo santykis su chlorofilu *b* (Brazaitytė ir kt., 2008, Sakalauskiene, Miliauskienė, 2013).

Vienas iš pupinių šeimos augalų – paprastasis lęšis – Lietuvoje priskiriamas prie auginamų mažais plotais (LR ŽŪM įsakymas, 2011). Lęšiai laikomi vertingais maistiniais, tačiau pasėlyje nekonkurencingais ir turinčiais polinkį išgulti augalais.

*Tyrimų tikslas ir objektas* – šarminio jonizuoto vandens įtaka paprastojo lęšio (*Lens culinaris* Med.) 'Smėlinukai' veislės augalų morfofiziologiniams rodikliams: aukščiui, žaliai ir sausai masei, pigmentų kiekiui, – II-os ontogenezės etapais, 6–7 ir 8 lapų formavimosi tarpsniais.

### Tyrimų metodika

Tyrimai vykdyti 2014 metais ASU Biologijos ir augalų biotechnologijos instituto laboratorijoje.

*Tyrimų objektas* – paprastojo lęšio (*Lens culinaris* Med.) 'Smėlinukai' veislės augalai. Kiekvienam pakartojimui imta po 12 augalų. Bandymas atliktas 4 pakartojimais. Sėklos pasėtos smėlio ir dirvožemio mišinyje (santykiu 1:1). Dirvožemio pH – 5,0–6,5. N, P, K: 100–150, 200–400, 100–200 (mg kg<sup>-1</sup>). Indo talpa 2 l.

Auginimo temperatūra: 20 - 22 °C. Naudota natūrali apšvieta. Auginimo metu laistoma pagal poreikį.

Bandymo schema: 1 variantas – kontrolė – laistoma vandeniu iš čiaupo (vandens pH 7,3); 2 variantas – laistoma šarminiu jonizuotu vandeniu (vandens pH 9,0).

Padiegtą kovo mėn. 04 dieną. Sudygimas fiksuotas kovo mėn. 12 d. Tyrimų metu nuo kovo mėn. 17 d. iki kovo mėn. 31 d., kas 3–4 dienos, buvo nustatomi augalų aukščiai (mm), antžeminės dalies žalia (mg) ir sausa biomasė (proc.). Augalų augimo trukmė tarp 6–7 ir 9 lapų susiformavimo buvo ilgiausia – 6 paros. Augalams formuojant 6–7 lapus ir 9 lapus (iki šoninių ūglių formavimosi) buvo nustatyti pigmentų kiekiai lapuose.

Chlorofilo *a*, *b* ir karotenoidų kiekiai lapuose nustatyti spektrofotometru (96,3 % etilo alkoholio ištraukoje prie bangos ilgių: chlorofilas *a* – 662 nm; chlorofilas *b* – 644 nm, karotenoidai – 440,5 nm) D. Wettstein metodu (Gavrilenko, Zhigalova, 2003). Pigmentų koncentracija (mg l<sup>-1</sup>) apskaičiuota pagal formules:

$$Ca = 9,784 D_{662} - 0,99 D_{644} \quad (1)$$

$$Cb = 21,426 D_{644} - 4,650 D_{662} \quad (2)$$

$$Ca + Cb = 5,134 D_{662} + 20,436 D_{644} \quad (3)$$

$$C_{kar.} = 4,695 D_{440,5} - 0,268 (Ca + Cb) \quad (4),$$

čia *D* – eksperimento būdu gauti optinio tankio duomenys esant nurodytiems bangos ilgiams;

koeficientai – chlorofilo sugėrimo koeficientai esant tam tikram bangos ilgiui.

Pigmentų kiekis (mg g<sup>-1</sup>) apskaičiuotas pagal formulę:

$$X = C * V * 100 / n * 1000 \quad (5),$$

čia *C* – pigmentų koncentracija mg l<sup>-1</sup>;

*V* – pigmentų ištraukos tūris (ekstrakto kiekis) ml;

*n* – analizuojamo bandinio masė.

Pakartojimų esminiai skirtumai įvertinti esant 95 % tikimybės lygmeniu ( $P \leq 0.05$  ir  $P \leq 0.01$ ), koreliacijos koeficientai apskaičiuoti, naudojant EXEL programų paketą.

### Rezultatai ir aptarimas

Tyrimų rezultatų pagrindu buvo apskaičiuotos ir nustatytos tvirtos priklausomybės tarp antžeminių, augalų augimą charakterizuojančių parametrų. Buvo nustatyta, kad tarp augalo aukščio ir žalios masės kontrolės variante  $R^2 = 0,938$ , šarminio jonizuoto vandens poveikyje  $R^2 = 0,963$ ; tarp augalo aukščio ir sausos masės – kontrolės variante  $R^2 = 0,989$ , šarminio jonizuoto vandens poveikyje  $R^2 = 0,996$ ; tarp žalios ir sausos masės – kontrolės variante  $R^2 = 0,957$ , šarminio jonizuoto vandens poveikyje  $R^2 = 0,983$ .

Variantuose augalų 6–7 lapų vystymosi etape tarp vidutinio augalų aukščio ir antžeminės žalios masės esminių skirtumų nebuvo nustatyta (1 lentelė). Tik kontrolės variante augalai buvo sukaupę esmingai didesni 0,9 proc., lyginant su šarminio jonizuoto vandens poveikiu, sausos masės kiekį. Vėlyvesniame vystymosi etape (9 lapai), laistant šarminiu jonizuotu vandeniu, buvo nustatyta esmingai teigiama įtaka augalų aukščiui ir žalios masės kiekiui. Šių rodiklių prieaugis taip pat buvo didesnis nei

kontrolės varianto augalų. Esminiai sausos masės pokyčiai augaluose per tiriamąjį laikotarpį (6–7 ir 9 lapai) buvo nustatyti tik šarminio jonizuoto vandens įtakoje.

Literatūros šaltiniuose nurodoma, kad didžiausias sėjamojo žirnio augalų antžeminės dalies aukštis pasiekiamas, kai jie auga vidutinėje temperatūroje ( $+21/14$  °C) ir vidutinio drėgumo substrate (Rasiukevičiūtė ir kt., 2011). Ankstyvame vystymosi tarpsnyje augalų sausa antžeminė biomasė sumažėja dėl stresorių poveikio (Januškaitienė, Mikulionytė, 2009). Mūsų tyrimuose naudotas šarminis vanduo, kurio pH yra aukštesnis už pupiniams augalams optimalų, neturėjo neigiamos įtakos antžeminės biomasės kaitai ir netapo jiems abiotiniu stresoriumi. To priežastimi galėjo būti vandens jonizavimas.

Fotosintezės procese karotenoidai dalyvauja kaip antioksidantai, apsaugantys pigmentų sistemą ir ląsteles nuo fotooksidacijos. Jų kiekio didėjimas padeda augalams įveikti stresą (Alexieva ir kt., 2003). Augalų atsparumą aplinkos stresoriams įtakoja jų išsivystymo tarpsnis. Literatūroje nurodoma, kad jaunesniame vystymosi tarpsnyje UV-B spinduliuotė slopino žirnių fotosintezės intensyvumą (Januškaitienė, Mikulionytė, 2009). Mūsų tyrimuose, laistymui naudojant šarminį jonizuotą vandenį ir nemažėjant antžeminės biomasės kaupimuisi augaluose, chlorofilų *a* ir *b* santykis didėjo, (2 lentelė).

**1 lentelė.** Šarminio jonizuoto vandens įtaka *Lens culinaris* 'Smėlinukai' antžeminiams augalų augimo rodikliams  
**Table 1.** Influence of alkaline ionized water on *Lens culinaris* 'Smėlinukai' dry above-ground plant growing indicators

Lapų skaičius <i>Number of leaves</i>	Kontrolė (pH 7,3) <i>Control</i>			Šarminis jonizuotas vanduo (pH 9,0) <i>Alkaline ionized water</i>		
	Augalų aukštis <i>Height of plant</i> mm	Žalia masė <i>Fresh weight</i> mg	Sausa masė <i>Dry weight</i> %	Augalų aukštis <i>Height of plant</i> mm	Žalia masė <i>Fresh weight</i> mg	Sausa masė <i>Dry weight</i> %
6–7	<u>199,9</u> +9,45*	<u>199,7</u> +1,19*	<u>10,8</u> +0,94*	<u>207,4</u> +10,40*	<u>225,2</u> +19,90*	<u>9,9 b</u> +0,19*
9	<u>211,0</u> +1,59*	<u>240,1</u> +5,80*	<u>11,0</u> +0,20*	<u>253,5 a,b</u> +6,60*	<u>320,5 a, b</u> +13,61*	<u>10,8 a</u> +0,13*

Pastaba.\* Vardiklyje – rodiklio duomenų prieaugis tarp stebėjimo terminų, a – esminiai skirtumai tarp tyrimo pakartojimų, b – esminiai skirtumai tarp variantų.

Note.\* The denominator in terms of observation data between the growth rate of the index, a – fundamental differences between the repetitions, b – of the essential differences between the variants.

**2 lentelė.** Šarminio jonizuoto vandens įtaka *Lens culinaris* 'Smėlinukai' pigmentų kiekiui lapuose  
**Table 2.** Influence of alkaline ionized water on *Lens culinaris* 'Smėlinukai' pigment quantity in leaves

Lapų skaičius <i>Number of leaves</i>	Kontrolė (pH 7,3) <i>Control</i>				Šarminis jonizuotas vanduo (pH 9,0) <i>Alkaline ionized water</i>			
	Ca	Cb	Ckar.	Ca/Cb	Ca	Cb	Ckar.	Ca/Cb
6–7	0,4440 b	0,2549 b	0,048 a,b	1:1,74	0,4816 b	0,2130 b	0,0837 a,b	1:2,26
9	0,6365 a,b	0,2310 a,b	0,2512 a,b	1:2,76	0,7450 a,b	0,2638 a,b	0,2624 a,b	1:3,13

Pastaba. a – esminiai skirtumai tarp tyrimo pakartojimų, b – esminiai skirtumai tarp variantų.

Note. a – fundamental differences between the repetitions, b – of the essential differences between the variants.

Tyrimų laikotarpiu dėl šarminio jonizuoto vandens augalų lapuose buvo nustatyti esmingai didesnis nei kontrolės variante chlorofilo *a*, karotenoidų kiekiai bei palankus augalų vystymuisi chlorofilų *a* ir *b* santykis. Augalams suformavus 9 lapus, chlorofilo *a* prieaugis siekė  $0,2634 \text{ mg l}^{-1}$ , arba 1,37 karto daugiau nei laistymui naudojant vandenį iš čiaupo. Chlorofilo *b* kiekis padidėjo

$0,0580 \text{ mg l}^{-1}$ , arba net 2,13 karto daugiau nei kontrolės variante. Kontrolės varianto augaluose chlorofilo *b* kiekis sumažėjo 1,1 karto. Šiam laikotarpiui chlorofilų *a* ir *b* santykis atitiko optimalų pupinių šeimos augalams santykį (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008).

Augalus laistant vandeniu iš čiaupo ir šarminiu jonizuotu 9 lapų laikotarpyje nustatytas didelis karotenoidų

kiekio padidėjimas. Kontrolės variante šių pigmentų padidėjo 4,2 karto, o šarminio jonizuoto vandens poveikyje atitinkamai 3,14 karto. Tačiau kontrolės varianto (vanduo iš čiaupo) augaluose chlorofilų (*a* ir *b* sumos) ir karotenoidų kiekio santykis sumažėjo. 6–7 lapų vystymosi tarpsnyje jis siekė 1:14,56, o šiame vystymosi tarpsnyje sumažėjo iki 1:3,45. Laistymui naudojant šarminį jonizuotą vandenį pigmentų santykio pokyčiai buvo mažesni, atitinkamai sumažėjo nuo 1:8,30 iki 1:3,74. Tokius pokyčius galima susieti su fotosintezės proceso suintensyvėjimu. Kaip teigiama literatūros šaltiniuose (Alexieva ir kt., 2003, Brazaitytė ir kt., 2008), karotenoidai apsaugo pigmentų sistemą nuo fotooksidacijos, todėl mažesnius chlorofilų ir karotenoidų kiekių santykio pokyčius, laistant šarminiu jonizuotu vandeniu, galima paaiškinti vandens jonizavimu. Dėl jonizavimo proceso vanduo su pertekliniu elektronų kiekiu sugeba neutralizuoti aktyvias deguonies formas. Natūraliai augaluose šią funkciją atlieka karotenoidai. Didėjant šviesos srautui ir ilgėjant fotoperiodui (tyrimuose naudota natūrali apšvieta), kontrolės varianto augaluose labai padidėjo karotenoidų kiekis. Tokiomis sąlygomis šarminis jonizuotas vanduo, neutralizuodamas aktyvią deguonies formą bei išsklaidydamas šviesą, sudarė palankesnes sąlygas chlorofilų biosintzei.

## Išvados

1. Esmingai aukštesni paprastojo lęšio augalai ir didesnė jų žalia antžeminė biomasa buvo nustatyta 9 lapų tarpsnyje, laistymui naudojant šarminį jonizuotą vandenį. Esmingai didesnė sausa antžeminė augalų masė buvo nustatyta 6–7 lapų tarpsnyje kontrolės variante (vanduo iš čiaupo, pH 7,3).

2. Šarminio jonizuoto vandens įtakoje lęšio augaluose 9 lapų vystymosi tarpsnyje esmingai padidėjo chlorofilų *a* ir *b* bei karotenoidų kiekiai. Chlorofilo *a* kiekio prieaugis buvo 1,37 karto didesnis, o chlorofilo *b* – atitinkamai 2,13 karto, nei kontrolės varianto augaluose.

Regina Malinauskaitė

### The influence of alkaline ionized water to on lentil 'Smėlinukai' plant morphophysiological indicators in II ontogenesis phase

#### Summary

Influence of alkaline ionized water (pH 9.0) on lentil 'Smėlinukai' plant morphophysiological indicators in II ontogenesis phases was investigated in ASU Institute of biology and plant biotechnology laboratory in 2014. It was found that a highly ionised water for irrigation with an alkaline solution, the lentil plants were taller and more which basically green ground biomass of leaf phase 9. Which basically higher dry ground plant mass was 6 to 7 leaf stage version control (water from tap water, pH 7.3) in plants. Influence of alkaline ionized water on leaf development in phase 9 of the lentils which basically increased chlorophylls *a* and *b* and carotenoid quantities. Chlorophyll *a* content of the gains was 1.37 times higher, than the version of the control of the plant, while chlorophyll *b* content accordingly, 2.13 times. Watering an alkaline ionized water lentils on the tabs (*a*) and (*b*) the ratio the increased chlorophylls from 1: 2.26 (6 – 7 leaf stage of development) to 1: 3.13 (9 leaves phase of development), and the chlorophylls and carotenoid ratio decreased from 1: 8.30 to 1: 3.74. Version control of chlorophylls *a* and *b* plants, increased the ratio of 1: 1: 1.74 2.26, and chlorophylls and carotenoid ratio decreased from 1: 14.56 to 1: 3.45. Normal lentils, alkaline ionized water, morphophysiological indicators.

*Lentil, alkaline ionized water, morphophysiological indicators*

Gauta 2014 m. gruodžio mėn., atiduota spaudai 2015 m. balandžio mėn.

**Regina MALINAUSKAITĖ.** Aleksandro Stulginskio universiteto Agronomijos fakulteto Biologijos ir augalų biotechnologijos instituto biomedicinos mokslų daktarė, docentė. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361, Akademija, Kauno r. Tel. 8681 96 385, el. paštas: [regina.malinauskaite@asu.lt](mailto:regina.malinauskaite@asu.lt)

**Regina MALINAUSKAITĖ.** Aleksandras Stulginskis University, Faculty of Agronomy, Institute of Biology and Plant Biotechnology, doctor of biomedical science, assoc. prof. Address: Studentų 11, LT-533361, Akademija, Kaunas distr. Tel. 8681 96 385, e-mail: [regina.malinauskaite@asu.lt](mailto:regina.malinauskaite@asu.lt)

3. Šarminio jonizuoto vandens poveikyje lęšių lapuose chlorofilų *a* ir *b* santykis didėjo nuo 1:2,26 (6–7 lapų vystymosi tarpsnis) iki 1:3,13 (9 lapų vystymosi tarpsnis), o chlorofilų sumos ir karotenoidų santykis mažėjo nuo 1:8,30 iki 1:3,74. Kontrolės varianto augaluose chlorofilų *a* ir *b* santykis didėjo nuo 1:1,74 iki 1:2,26, chlorofilų sumos ir karotenoidų santykis sumažėjo nuo 1:14,56 iki 1:3,45.

## Literatūra

- ALEXIEVA, V., IVANOV, S., SERGIEV, I., KARANOV, E. Interaction between stresses. *Bulgarian Journal Plant Physiology*, 2003, Special issue, p. 1–17.
- BRAZAITYTĖ, A., JUKNYS, R., SAKALAUSKAITĖ, J., SAKALAUSKIENĖ, S., GELVONAUSKIS, B., SAMUOLIENĖ, G., ŠABAJEVIENĖ, G., URBONAVIČIŪTĖ, A., ULINSKAITĖ, R., SLIESARAVIČIUS, A., RAMAŠKEVIČIENĖ, A., DUCHOVSKIS, P. 2008. Effect of UV-B radiation and ozone stress on photosynthetic pigment system of various horticultural plants. *Sodininkystė ir daržininkystė*, Nr. 27(4), p. 93–105.
- GAVRILENKO, V. F., ZHIGALOVA, T. V. 2003. Bolshoy praktikum po fotosintezu. Moskva. 256 s. (rusų kalba).
- JANUŠKAITIENĖ, I., MIKELIONYTĖ, J. UV-B spinduliuotės poveikis sėjamojo žirnio (*Pisum sativum* L.) fotosintzei ir augimui. *Žemdirbystė-Agriculture*, 2009, t.96, nr.2, p.125-137.
- LR ŽŪM ĮSAKYMAS :Dėl mažais plotais auginamų augalų sąrašo patvirtinimo, 2011m. balandžio 18 d., Nr.3D-338.
- RASIUKEVIČIŪTĖ, N., SAKALAUSKIENĖ, S., BRAZAITYTĖ, A., DUCHOVSKIS, P.. Kompleksinis temperatūros ir drėgmės poveikis sėjamojo žirnio (*Pisum sativum* L.) fiziologiniams rodikliams. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 2011, Nr. 30(2), p.85-93.
- SCEBBA, F., SOLDATINI, G., RANIERI, A.. Ozone differentially affects and biochemical responses of two clover species: *Trifolium repens* and *Trifolium oratense*. *Environmental Pollution*, 2003, N. 123, p. 209–216.
- SAKALAUSKIENĖ, S., MILIAUSKIENĖ, M.. Changing Climate Factors Affects Physiological Indices of *Pisum sativum* L. *Rural Development 2013. Proceedings: the sixth international scientific conference*, 2013, Vol.6, book 2, p. 228-233.
- ŠLAPAKAUSKAS, V., DUCHOVSKIS, P. Augalų produktyvumas: vadovėlis, 2008, p.150-151.
- WANG, G.P, LI, F., ZHANG, J., ZHAO, M.R., HUI, Z., WANG, W.. Overaccumulation of glycine betaine enhances tolerance of the photosynthetic apparatus to drought and heat stress in wheat. *Photosynthetica*, 2010, Vol.48(1), p. 30-41.