

## Jonizuoto vandens įtaka biomasės kaupimosi ir gumbelių formavimosi intensyvumui paprastojo lęšio augaluose

Regina Malinauskaitė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Tyrimai atlikti Aleksandro Stulginskio universiteto Biologijos ir augalų biotechnologijos instituto laboratorijoje, siekiant nustatyti ir įvertinti šarminio (pH 8,4) vandens poveikį *Lens culinaris* antžeminės žalios masės prieaugiui, sausos antžeminės ir šaknų masės santykiui ir jų sąveikai su gumbelių susiformavimo intensyvumu iki šoninių šakelių formavimosi pradžios, arba III ontogenezės etapo vidurio.

Tyrimais nustatyta, kad ant jonizuotu vandeniu laistomų augalai šaknų, po sėjos praėjus 10–14 dienų, pradėjo formotis gumbeliai, o kontrolės variante (vanduo iš čiaupo, pH 7,3) – 19-ai dienų. Šoninių šakelių formavimosi pradžioje (27-a sėjos diena) ant augalų, laistytų jonizuotu vandeniu, šaknų buvo 1,44 karto esmingai daugiau gumbelių nei kontrolės variante. Žalios biomasės prieaugis kontrolės ir bandymo varianto augaluose buvo didesnis tais augimo tarpsniais, kai ant šaknų pradėjo formotis gumbeliai arba jų skaičius žymiai padidėjo. Šaknų ir antžeminės dalies sausos masės santykis (ŠAS), arba asimiliatų pasiskirstymas tarp vegetatyvinių dalių ir gumbelių, buvo tolygesnis augaluose, laistytuose šarminiu jonizuotu vandeniu. ŠAS bandyme kito nuo 1,05 iki 1,51, o kontrolės varianto augaluose – nuo 1,04 iki 2,35.

*Paprastasis lęšis, sausos masės santykis, gumbeliai*

### Įvadas

Vanduo augalo mityboje dalyvauja tiesiogiai, kaip mitybos veiksnys, ir veikia mineralinės mitybos elementų, anglies dioksido, deguonies patekimą, augalo gebą absorbuoti šviesos spinduliuotę.

Raudona, mėlyna, oranžinė ir balta spalva stimuliuoja antžeminės dalies augimą. Sausų medžiagų pasiskirstymo rodiklis yra šaknų ir antžeminės dalies santykis (Sakalauskiene ir kt., 2008).

Vidutinis substrato drėgnis ir temperatūrų režimas 21/14 ° C skatina žirnių antžeminės dalies bei sausos ir žalios masės augimą. Aukšta temperatūra 25/18 °C, nepriklausomai nuo dirvos drėgno slopina šių parametru didėjimą (Rasiukevičiūtė ir kt., 2011).

Literatūros šaltiniuose nurodoma, kad augalai jautriai reaguoja į drėgmės deficitą, kas sutrikdo sausų medžiagų pasiskirstymą augale, ir didesnioji jos dalis kaupiasi šaknyse nei antžeminėje dalyje (Šliogerytė ir kt., 2009). Pupos fotosintezės metu gamina asimiliatus ir juos paraleliai paskirsto tarp besivystančių vegetatyvinių ir generatyvinių organų bei gumbelinių bakterijų. Todėl augale vyksta kova dėl asimiliatų (Arlauskienė ir kt., 2015).

Pupinių šeimos augalai geba fiksuoti biologinį azotą, kuris natūraliai praturtina augalus proteinais, o dirvožemį – azotu. Aktyvus gumbelių bakterijų judėjimas yra sąlygojamas chemotaksio, t.y. pupinių šeimos augalų išskyrų.

Pupinių šeimos augalams turint 5–8 lapus (II ontogenezės etapo pabaiga, III ontogenezės etapo pradžia – vidurys), ant šaknų pradeda formotis gumbeliai. Gumbelinės bakterijos, patekdamos per šakniaplaukio galą ir viduje suformuodamos celiuliozinį vamzdelį, t.y. infekcijos giją, infekuoja šaknis rizobijomis. Vėliau, susiformavus simbiotiniams ryšiams, pagerėja apsirūpinimas azotu (Šlapauskas, Duchovskis, 2008).

E. Lapinsko (2010) teigimu, egzistuoja stipri priklausomybė tarp dirvožemio  $pH_{KCl}$  ir gumbelinių bakterijų. Mokslininkas nurodo, kad didžiausiu jautrumu dirvožemio rūgščiai reakcijai išsiskiria ožiarūčiai, jų bakterijų kritinės reikšmės, kai  $pH_{KCl}$  5,1–5,5.

D. Ambrozaitienės (2002) teigimu, yra nustatyta teigiamą tendenciją tarp šaknų išsivystymo ir gumbelių skaičiaus. Mokslininkė nurodo, kad šaknų svoris ir gumbelių skaičius neturi įtakos fermento nitrogenazės aktyvumui, bet nulemia antžeminės augalo dalies išsivystymą ( $r = 0,80$ ).

Tyrimų tikslas ir objektas – nustatyti jonizuoto vandens įtaką paprastojo lęšio (*Lens culinaris* Med.) augalų antžeminės biomasės prieaugiui, šaknų ir antžeminės dalies sausos masės santykiui (ŠAS) ir jų ryšį su susiformavusių ant šaknų gumbelių skaičiumi II-III ontogenezės etapais.

### Tyrimų metodika

Tyrimai vykdyti Aleksandro Stulginskio universiteto Biologijos ir augalų biotechnologijos instituto laboratorijoje.

Tyrimų objektas – paprastojo lęšio (*Lens culinaris* Med.) augalai. Kiekvienam pakartojimui imta po 15 sėklų. Bandymas atliktas 4 pakartojimais.

Sėklos pasėtos iškaitinto smėlio ir dirvožemio mišinyje (santykis 1:1). Dirvožemio pH – 5,0–6,5. N, P, K (mg kg<sup>-1</sup>): 100–150, 200–400, 100–200. Daiginimo temperatūra ±22 °C, auginimo temperatūra: 20–22 °C. Indo talpa 2 l. Ėminį sudarė kiekvieno pakartojimo 2 tipingi augalai.

Bandymo schema:

- kontrolė – laistoma vandentiekio vandeniu (iš čiaupo), kurio pH 7,3;
- bandymas – laistoma šarminiu (pH 8,4) jonizuotu vandeniu, pagamintu iš vandentiekio vandens jonizatoriumi PTV-KL.

Pirmą kartą auginimui naudojamas dirvožemis buvo prisotintas 140–150 ml bandymo variantuose naudojamu vandeniu. Auginimo metu laistoma pagal poreikį (50–60 ml).

Padiegtą balandžio mėn. 25 dieną.

Bandiniai imti gegužės mėnesį, atitinkamai 10-ą, 14-ą, 19-ą, 24 ir 27 dienomis nuo pasėjimo.

Augalų antžeminės dalies ir šaknų sausa masė (proc.) buvo nustatyti, džiovinant 105 °C temperatūroje (24 val.) iki nekintamos masės džiovinimo spintoje ir pasveriant elektroninėmis analitinėmis svarstyklėmis (KERN AJB).

Buvo apskaičiuotas šaknų ir antžeminės dalies santykis (ŠAS).

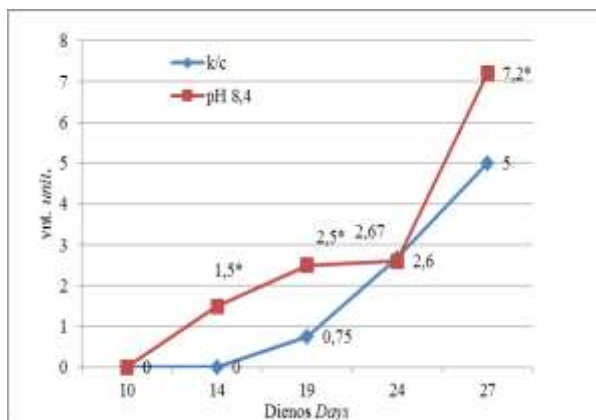
Augalų antžeminės biomasės prieaugis ( $\text{mg parą}^{-1}$ ) apskaičiuotas, žalios masės skirtumą ( $\text{mg}$ ) padalinus iš dienų skaičiaus tarp ėminių. Susiformavusių gumbelių skaičiui (vnt.) nustatyti naudotos šaknys, kurios vėliau buvo džiovinamos.

Apskaičiuotas tyrimų duomenų vidurkio standartinis nuokrypis, naudojant EXEL programų paketą.

## Rezultatai ir aptarimas

Literatūros šaltinių (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008, Rasiukevičiūtė ir kt., 2011, Šakalauskiene, 2011) duomenimis, pupinių šeimos augalai į aplinkos stresorius jautriau reaguoja jaunose vystymosi stadijose. Asimiliatų persiskirstymą augaluose veikia ant šios šeimos augalų besiformuojantys gumbeliai. Mūsų tyrimuose augalai buvo laistomi pagal poreikį, todėl drėgmės, kaip reikšmingo streso, poveikis neturėjo įtakos augalų augimo intensyvumui.

Tyrimų rezultatai rodo, kad šarminis jonizuotas vanduo skatino ant augalų šaknų intensyvesnį ir ankstyvesnį gumbelių formavimąsi. Pirmieji suformuoti gumbeliai buvo nustatyti, nuo leščių sėjos praėjus 10–14 dienų (1 pav.). Ant kontrolės varianto augalų šaknų gumbelių formavimosi pradžia fiksuota 19 –ą sėjos dieną. Pradėjus formotis šoninėms šakelėms (III ontogenezės etapo pirmoji pusė), ant šarminiu jonizuotu vandeniu laistomų augalų šaknų buvo nustatytas esmingai 1,44 karto didesnis gumbelių skaičius.



**1 pav.** Gumbelių bakterijų formavimosi intensyvumas ant *Lens culinaris* šaknų (\* - statistškai patikimi  $P \leq 0,05$ )

**Fig 1.** Rhabdium formation intensity on *Lens culinaris* roots (\* - stastically significant,  $P \leq 0,05$ )

Literatūros šaltinių duomenimis (Ambrozaitienė, 2002), tarp gumbelių skaičiaus ir antžeminės biomasės yra nustatyta tvirta priklausomybė.

Mūsų tyrimų rezultatai rodo, kad intensyvėjant gumbelių formavimuisi (gumbelių formavimosi pradžia, jų skaičiaus didėjimas), didėja ir augalų antžeminės žalios biomasės prieaugis (1 lentelė).

**1 lentelė.** Šarminio jonizuoto vandens įtaka *Lens culinaris* antžeminės biomasės prieaugiui

**Table 1.** Influence of alkaline ionized water on *Lens culinaris* biomass accumulation

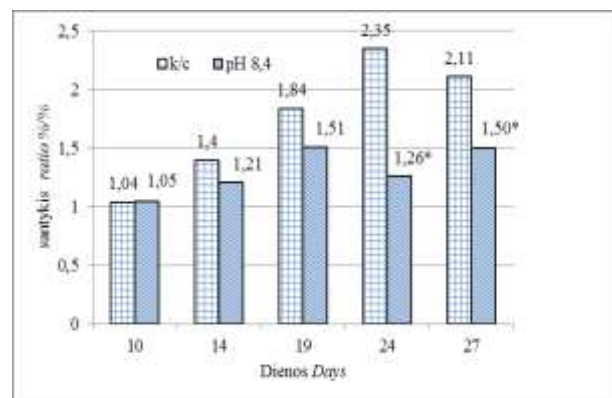
Dienos nuo sėjos (intervalas) Days from sowing (interval)	Kontrolė * Control*	Šarminis jonizuotas Alkaline ionized
	Masės prieaugis $\text{mg parą}^{-1}$ Mass accumulation $\text{mg day}^{-1}$	Masės prieaugis $\text{mg parą}^{-1}$ Mass accumulation $\text{mg day}^{-1}$
10–14	0,70	12,13
14–19	8,84	0,04
19–24	1,18	22,72
24–27	62,67	53,93

Pastaba. \*vanduo iš čiaupo.

Note. \*tap water.

Didžiausias žalios biomasės prieaugis buvo, kai lešio augalai pradėjo formuoti šonines šakeles. Ant šaknų vidutiniškai buvo suformuota po 5 (kontrolė) ir 7,2 (bandymas – pH 8,4) vienetų gumbelių. Tokie pokyčiai patvirtina literatūros šaltinių (Arlauskienė ir kt., 2015, Lapinskas, 2010) duomenis, kad gaminami asimiliatai persiskirsto tarp vegetatyvinių organų ir gumbelių bakterijų.

Įvertinant gumbelių formavimosi intensyvumą ir ŠAS, galima teigti, kad šarminiu jonizuotu vandeniu laistomų augalų ŠAS svyravo nuo 1,04 iki 1,51, o kontrolės varianto – nuo 1,04 iki 2,35 (2 pav.).



**2 pav.** *Lens culinaris* šaknų ir antžeminės dalies sausos masės santykis (\* - statistškai patikimi  $P \leq 0,05$ )

**Fig. 2.** Root and shoot ratio of dry mass *Lens culinaris* (\* - stastically significant,  $P \leq 0,05$ )

Paskutiniaisiais tyrimų etapais bandymo varianto ir kontrolės augalų ŠAS esmingai skyrėsi. Šarminiu jonizuotu vandeniu laistomų augalų žymesnis ŠAS padidėjimas nustatytas, kai ant šaknų intensyviau formavosi gumbeliai (2,5 ir 7,2 vnt.). Žalios masės prieaugis siekė 22,72 ir 53,93  $\text{mg parą}^{-1}$ . Gauti rezultatai rodo, kad nemaža dalis asimiliatų lieka antžeminėje dalyje ir netransportuojami į šaknis.

Pupinių šeimos augalams būdingas didesnis asimiliatų kaupimasis šaknyse ankstyvaisiais ontogenezės etapais (Šlapakauskas, Duchovskis, 2008). Jonizuotu vandeniu

laistomų augalų ŠAS iš dalies prieštarauja šiam teiginiui. Tai galima susieti su jonizuoto vandens specifika – kompleksą sudaro mažesnis kiekis molekulių. Ankstesniais tyrimais buvo nustatytas teigiamas jonizuoto vandens poveikis pupinių šeimos – gauruotosios sojos 'Dotnuvos rudoji' – augalams, fotosintezės pigmentų kiekiui (Malinauskaitė ir kt., 2013).

### Išvados

1. Gumbeliai pradėjo formuotis po sėjos praėjus 10–14 dienų, ant augalų, laistytų jonizuotu (pH 8,4) vandeniu, šaknų, o kontrolės variante (vanduo iš čiaupo, pH 7,3) – 19-ai dienų. Šoninių šakelių formavimosi pradžioje (27-a sėjos diena) ant augalų, laistytų jonizuotu vandeniu, šaknų buvo 1,44 karto esmingai daugiau gumbelių nei kontrolės variante.

2. Žalios biomasės prieaugis kontrolės ir bandymo varianto augaluose buvo didesnis tais augimo tarpsniais, kai ant šaknų pradėjo formuotis gumbeliai arba jų skaičius žymiai padidėjo.

3. Šaknų ir antžeminės dalies sausos masės santykis (ŠAS), arba asimiliatų pasiskirstymas tarp vegetatyvinių dalių ir gumbelių, buvo tolygesnis augaluose, laistytuose šarminiu jonizuotu vandeniu. ŠAS bandyme kito nuo 1,05 iki 1,51, o kontrolės varianto augaluose – nuo 1,04 iki 2,35.

Regina Malinauskaitė

### Influence of alkaline ionized water on *Lens culinaris* biomass accumulation and development of root nodules

#### Summary

Research was carried out in the University of Aleksandras Stulginskis, Institute of Biology and Plant Biotechnology. The aim of this experiment was to investigate the impact of 8.4 pH alkaline ionized water on *Lens culinaris* above-ground biomass accumulation, ratio of root and above-ground dry matter content, intensity of root nodules development up to half of III stage of ontogenesis.

Results indicated that after application of ionized water root nodule development was initiated after 10-14 days, whereas control (tap water, 7.3pH) plants after 19 days. During III stage of ontogenesis (beginning of lateral root development), number of root nodules was 1.44 times significantly higher in plants, treated with alkaline water, compare to control. Increase of biomass in both variants was observed during the development stages related to intensive formation of root nodules. Ratio of root and above-ground dry matter content which shows distribution of photosynthetic assimilates between vegetative parts of plant and root nodules, was more stable and ranged from 1.05 to 1.51 in plants treated with alkaline water. Ratio in control plants showed higher variation, ranging from 1.04 to 2.35.

*Common lens, change in dry matter content, root nodules.*

Gauta 2016 m. sausio mėn., atiduota spaudai 2016m. 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. 681 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-53361, Akademija, Kaunas distr. Tel. 681 96 385, e-mail: [regina.malinauskaite@asu.lt](mailto:regina.malinauskaite@asu.lt)

### Literatūra

1. AMBROZAITIENĖ, D. Simbiontinio azoto fiksavimosi dirvožemiuose galimybių tyrimai. *Žemės ūkio mokslai*. 2002, Nr.1, p.10-19.
2. ARLAUSKIENĖ, A., ŠLEPETYS, J., ŠARŪNAITĖ, L. Inovatyvios pupinių augalų auginimo technologijos praturtinančios pašarą vietiniais baltymais bei dirvožemį biologiniu azotu. *Projekto rekomendacijos*, 2015, 24 p. [http://www.lammci.lt/wp-content/uploads/2015/06/Rekomendacija\\_007606.pdf](http://www.lammci.lt/wp-content/uploads/2015/06/Rekomendacija_007606.pdf).
3. LAPINSKAS, E. Dirvožemio rūgštumo (pH) įtaka gumbelių bakterijų paplitimui ir biologinio azoto fiksacijai. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*. 2010, Nr.3(19), p.217-222.
4. MALINAUSKAITĖ, R., KAZLAUSKAS, E., ŠALUCHAITĖ, A.. Influence of Alkaline Ionized Water on Soybean 'DOTNUVOS RUDOJI' Growth. *Rural development 2013 : the sixth international scientific conference, 28-29 November, 2013*, Akademija : proceedings. Akademija: Aleksandras Stulginskis University. Vol. 6, b.2(2013), p. 164-167.
5. 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.
6. SAKALAUSKIENĖ, S., BRAZAITYTĖ, A., ŠABAJEVIENĖ, G., LAZAUSKAS, S., SAKALAUSKAITĖ, J., URBONAVIČIŪTĖ, A., SAMUOLIENĖ, G., DUCHOVSKIS, P. Kompleksinio aplinkos veiksnių poveikio sėjamojo žirnio (*Pisum sativum* L.) fiziologiniams rodikliams ontogenezės III-IV etapais. *Žemdirbystė-Agriculture*. 2009, t. 96, Nr.3, p. 93-101.
7. SAKALAUSKIENĖ, S. Kintančio klimato ir aplinkos kompleksinio poveikio žirnių fiziologiniams rodikliams modeliavimas: daktaro disertacija, 2011, 88 p.
8. ŠLAPAKAUSKAS, V., DUCHOVSKIS, P. Augalų produktyvumas: vadovėlis, 2008, p.150-151.
9. ŠLIOGERYTĖ, K., SAKALAUSKIENĖ, S., BRAZAITYTĖ, A., LAZAUSKAS, S., SAKALAUSKAITĖ, J., SIRTAUTAS, R., DUCHOVSKIS, P. Paprastojo kukurūzo (*Zea mays* L.), auginto skirtingomis drėgmės ir temperatūros sąlygomis, fotosintezės ir biometrinų rodiklių kitimas. *Sodininkystė ir daržininkystė*, 2009, Nr. 28(4), p. 189–197.