

AUGINIMO SĄLYGŲ ĮTAKA BIOGENINIŲ AMINŲ, AZOTO, NITRITŲ BEI NITRATŲ KAUPIMUISI DARŽOVĖSE

Gintarė Zaborskienė¹, Galina Garmienė¹, Ina Jasutienė¹, Ona Bundinienė², Julė Jankauskienė²

¹*Kauno technologijos universiteto Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas; tel. (8~37) 31 25 40; el. paštas: testlab@lmai.lt*

²*Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės institutas, LT-5433 Babtai, Kauno r.; tel. (8~37) 55 52 10; el. paštas: O.Bundiniene@lsdi.lt*

Santrauka. Tirta biogeninių aminų – putrescino, histamino, kadaverino ir tiramino kaupimasis valgomosiose morkose, raudonuosiuose burokėliuose, svogūnuose, agurkuose, pomidoruose priklausomai nuo dirvožemio, tręšimo azotinėmis trąšomis, lauko ir šiltnamio sąlygų, augimo tarpsnio. Biogeninių aminų patikimai mažiau nesubrendusiose šakniavaisinėse daržovėse, nei visiškai subrendusiose ar lauko daržovėse palyginti su šiltnamyje išaugintomis ($p < 0,05$). Azoto trąšos veikė biogeninių aminų frakcijų sudėtį, bet bendram jų kiekiui daržovėse reikšmingos įtakos neturėjo. Bendro biogeninių aminų kiekio pokytis ekologiškose morkose papildomai patręšus per lapus buvo nereikšmingas. Nitratų ekologiškose morkose buvo 20–70 proc. mažiau tręšiant papildomai per lapus kalio trąšomis negu kalcio ir magnio nitratu. Kalcio ir magnio nitrato tirpalas (Ca:Mg = 6:1) sąlygojo didesnę biogeninių aminų ir nitratų kiekį šiltnamyje augintose daržovėse.

Raktažodžiai: biogeniniai aminai, nitratai, tręšimas, ekologinės morkos, šviežios daržovės.

THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON BIOGENIC AMINES, NITROGEN, NITRITE AND NITRATE CONTENT IN LEAFY VEGETABLES

Gintarė Zaborskienė¹, Galina Garmienė¹, Ina Jasutienė¹, Ona Bundinienė², Julė Jankauskienė²

¹*Food Institute of Kaunas University of Technology, Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas, Lithuania; e-mail: testlab@lmai.lt*

²*Lithuanian Institute of Horticulture, LT-5433 Babtai, Kaunas distr., Lithuania*

Summary. The aim of this study was to investigate the accumulation of biogenic amines – putrescine, histamine, cadaverine and tyramine – in carrots, beetroot, onions, cucumbers and tomatoes. Further, biogenic amine amount dependence on soil, fertilization, outdoor and hothouse conditions, growing phase were established. The amount of biogenic amines in immature root vegetables and outdoor cultivated vegetables were significantly lower ($P < 0.05$) compared to mature and in hothouse cultivated vegetables. The fertilization with nitrogen content dung influenced biogenic amines fraction composition, but had no influence on the total amount of biogenic amines in fresh vegetables. The total amount of biogenic amines in organic carrots was not influenced by the second slender fertilization through leaves. Nitrate content in organic carrots was reduced by 20-70% with potassium fertilizer application through leaves compared to carrots on calcium-magnesium nitrate. The fertilization with calcium-magnesium nitrate manure (Ca:Mg=6:1 solution) resulted in a higher amount of biogenic amines and nitrates in hothouse cultivated vegetables.

Key words: biogenic amines, nitrate, fertilization, organic carrots, leafy vegetables.

Įvadas. Daržovių tręšimas turi atitikti gamtosaugos reikalavimus, tai yra mažiau teršti aplinką ir didinti augalų derlingumą bei saugą. Reikia ieškoti tinkamų ir optimalių tręšimo būdų. Tyrimų metu išbandėme įvairius subalansuoto tręšimo būdus azotinėmis trąšomis, įvertinome išaugintų daržovių kokybę potencialiai kenksmingų biogeninių aminų ir nitritų bei nitratų atžvilgiu. Neatsitiktinai pasirinkome ir tręšimą per lapus ekologiniame ūkyje. Tręšimas per lapus stimuliuoja dirvožemyje esančių maisto medžiagų pasisavinimą ir aprūpina augalą maisto medžiagomis reikiamu momentu, nekeičia dirvožemio struktūros ir stiprina augalų atsparumą ligoms. Be kitų maisto medžiagų, augimui labai svarbus kalis, naudotas atliekant daržovių foninį tręšimą. Jo trūkumas gali neigiamai paveikti augalų derliaus kokybę, sumažinti atsparumą kenkėjams ir ligoms, susilpninti daugelio fermentų veiklą, pažeisti angliavandenių ir baltymų apykaitą. Kalis dalyvauja fotosintezėje, padeda kauptis vitaminams, aktyvina

įvairių fermentų veiklą, daržovės geriau laikosi žiemą (Mažvila, 1998; Kučinskas, Žekonienė, 1999; Vaišvila, 1996).

Su mineralinėmis ir organinėmis trąšomis patekusios daržovėms augti reikalingos maistinės medžiagos, tarp jų ir nitratai, yra augalų asimiliuojamos. Didesnė dalis nitratų į žmogaus virškinamąjį traktą patenka su daržovėmis. Jų koncentracija daržovėse kinta priklausomai nuo daugelio veiksnių: daržovių rūšies, nitratų ir molibdeno koncentracijos dirvožemyje, apšviestumo intensyvumo, dirvos drenažo (Montemurro et al., 2007). Daugiausia nitratų kaupiasi raudonuosiuose burokėliuose, morkose, kopūstuose, agurkuose, bulvėse, lapinėse daržovėse. Jų kiekis nekinta daržovės laikant. Daugiausia nitratų randama po luobele arba kotuose, – priklauso nuo daržovės rūšies. Burnoje, žarnyne jie gali redukuotis iki nitritų ir sukelti methemoglobinemiją ar endogeninių procesų metu (dalyvaujant biogeniniams aminams) sudaryti kancerogeninius

nitrozaminus (Prasad and Chetty, 2008).

Dažniausiai augaluose pasitaikantys biogeniniai aminai yra poliaminai (Kalač, Krausová, 2005). Poliaminai yra proteinais, stimuliuojantys ląstelių augimą ir dalijimąsi. Įprastomis sąlygomis sveikose ląstelėse jų kiekis kontroliuojamas biosintezės ir katabolizės fermentų (Mitchell, 2003). Sutrikus poliaminų metabolizmo kontrolės mechanizmui, navikinėse ląstelėse poliaminų randama daugiau nei sveikose (Thomas, Thomas, 2003).

Remiantis paskutinių penkerių metų mokslinėje literatūroje paskelbtais duomenimis, galima teigti, kad atskirų rūšių daržovėse ir vaisiuose biogeninių aminų kiekis yra labai skirtingas. Putrescino dažniausiai yra daugiau nei kitų poliaminų. Putrescino kiekis, galintis sukelti ūmias ir pusiau ūmias toksikoze, yra 2000 mg kg⁻¹ kūno svorio; kiekis, nesukeliantis jokių pašalinių reakcijų žmogaus organizme, yra 180 mg kg⁻¹ kūno svorio (Til et al., 1997). Biogeninių aminų toksiškumas priklauso ir nuo sinergetinio biogeninių aminų vieno kitam poveikio, pvz., histamino toksiškumą didina kadaverinas, putrescinas ir tiraminas (Mantis et al., 2005).

Darbo tikslas – įvertinti auginimo sąlygų įtaką biogeninių aminų, nitritų, nitratų kaupimuisi daržovėse.

Medžiagos ir metodai. Tyrimų objektai – ‘Samson’ ir ‘Svalia F₁’ valgomosios morkos, ‘Boro F¹’ raudonieji burokėliai, ‘Babtų didieji’ svogūnai, ‘Akord F₁’ ir ‘Mandy’ agurkai, ‘Brooklyn’ pomidorai. Morkos ‘Svalia F₁’ išaugintos ekologiniame ūkyje, kitos daržovės – Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės instituto bandomuosiuose laukuose ir šiltnamiuose.

Azoto trąšų su ceolitu, kalcio amonio salietros ir amonio salietros įtakai nustatyti buvo tirti skirtingo tręšimo skirtingai subrendę raudonųjų burokėlių lapai ir šakniavaisiai bei valgomųjų morkų šakniavaisiai. Foniniam tręšimui (F) fosforo ir kalio trąšos (P₆₀K₁₂₀) išbertos pavasari, prieš sėją. Naudotas granuliuotas superfosfatas, kuriame yra 20 proc. P₂O₅ (300 kg/ha), ir kalio sulfatas, kuriame yra 48 proc. K₂O bei 17 proc. S (K₂SO₄ 250 kg/ha). Pavasari, prieš sėją, išbertos ir azoto trąšos (N₉₀ kg/ha) pagal schemoje nurodytas trąšų formas. Papildomai azoto trąšomis tręšta, kai augalai buvo 4–6 lapų tarpsnyje, išberiant N₃₀ kg/ha pagal schemoje nurodytas trąšų formas. Tręšimo variantai:

- netręšta N₀Ca₀Mg₀, prieš sėją P₆₀K₁₂₀ fonas (F),
- F+kalcio amonio salietra (KAN-27) N₉₀ prieš sėją + kalcio amonio salietra (KAN-27) N₃₀ 4–6 lapų augimo tarpsnyje,
- F+azoto trąša su ceolitu (N 26+ceolitas 6%) N₉₀ prieš sėją + azoto trąša su ceolitu (N 27+ceolitas 6%) N₃₀ 4–6 lapų augimo tarpsnyje,
- F+N₉₀ (amonio salietra) prieš sėją + N₃₀ (amonio salietra) 4–6 lapų augimo tarpsnyje.

Papildomo tręšimo per lapus įvairiomis trąšomis įtakai nustatyti buvo tirtos ‘Svalia F₁’ morkos, išaugintos ekologiniame ūkyje. Tręšimo variantai:

- be papildomo tręšimo, foninis tręšimas (F) „Hydrocomplex“ 12 11 18 + mikroelementai (750 kg/ha),
- F + kalcio ir magnio nitrato tirpalas, 3 kartus,
- F + „Final K“, 3 kartus,
- F + „Humistas“, 3 kartus,

- F + Biokal-01, 3 kartus,
- F + nutritofas žalias, 2 kg/ha + nitroboras 170 kg/ha + nutritofas žalias, 6 kg/ha + tradeboras, 1 l/ha.

„Hydrocomplex“ trąšų sudėtis procentais: N 12,4 (tarp jo – N-NO₃ – 5,1; N-NH₄ – 7,3), P₂O₅ – 11,4; K₂O – 17,7; MgO – 2,65; S – 8,0; Mn – 0,02; B – 0,015; Zn – 0,02; Fe – 0,35. Kalcio ir magnio nitrato tirpalas, naudotas ekologiniame ūkyje tręšti per lapus, susideda iš dviejų tirpalų – kalcio nitrato tirpalo, kuriame gryno Ca (NO₃)₂ yra 43,18 proc. arba 14,8 proc. CaO, arba 10,4–10,5 proc. Ca ir magnio nitrato tirpalo, kuriame gryno Mg (NO₃)₂ yra 37,44 proc. arba 10,18 proc. MgO, arba 6–6,1 proc. Mg.

„Humistas“ – skystos trąšos, kurių sudėtyje yra 13,32 proc. (133,2 g/l) huminių rūgščių ir 3,33 proc. (33,3 g/l) fulvo rūgščių. Tyrimams naudota norma – 50 l/ha. „Final K“ – kalio trąšos, kuriose yra 46 proc. kalio ir 4,47 proc. azoto, naudojamos brendimui skatinti.

„Biokal-01“ – skystos organinės trąšos, pagamintos iš vaistinių augalų (57 proc.), biohumuso (38 proc.) ekstraktų su mineraliniu vandeniu, eteriniais aliejais, makro- ir mikroelementais (5 proc.). Jose yra ne mažiau kaip 230 mg/l azoto, 370 mg/l fosforo (P₂O₅), 480 mg/l kalio (K₂O), 110 mg/l kalcio, 30 mg/l magnio, 10 mg/l geležies, 50 mg/l anglies oksido, 100 mg/l vario. Iš viso „Biokal-01“ trąšose yra 1007,3 mg/l katijonų (natrias, amonis, kalcis, magnis ir kt.) ir 2210,7 mg/l anijonų (chloridai, jodidai, fluoridai, sulfatai, hidrokarbonatai ir kt.).

Kalcio, magnio ir nitrato tirpalo įtakai lauko daržovėse nustatyti tirti svogūnų ir agurkų vaisiai bei lapai. Tręšimo variantai:

- be Ca ir Mg, tik foninis (F) tręšimas: svogūnams N₆₀P₆₀K₆₀, agurkams N₃₀P₉₀K₁₆₀,
- F + kalcio ir magnio nitrato tirpalas (Ca:Mg =6:1), 5 kartus,
- F + kalcio ir magnio nitrato tirpalas (Ca:Mg =3:1), 5 kartus,
- F + kalcio salietra + magnio sulfatas (Ca:Mg = 6:1), 5 kartus.

Foninis tręšimas: prieš sėją svogūnai tręšti amofosu (122,4 kg/ha) ir kalio sulfatu (250 kg/ha), trūkstamas azoto kiekis įdėtas su amonio salietra (133,2 kg/ha). Lauko agurkai tręšti amofosu (184 kg/ha) ir kalio sulfatu (333 kg/ha), o trūkstamas azoto kiekis papildytas amonio salietra (24 kg/ha). Papildomai svogūnai ir lauko agurkai tręšti kalcio ir magnio nitratų tirpalais.

Kalcio, magnio ir nitrato tirpalo įtakai nustatyti šiltnamio daržovėse tirti agurkų ir pomidorų vaisiai. Tręšimo variantai:

- be Ca ir Mg, tik foninis (F) tręšimas,
- F + kalcio ir magnio nitrato tirpalas (Ca:Mg =6:1), 5 kartus,
- F + kalcio ir magnio nitrato tirpalas (Ca:Mg =4:1), 5 kartus,
- F + kalcio salietra + magnio sulfatas (Ca:Mg = 6:1), 5 kartus.

Foninis tręšimas (F): prieš sodinant pomidorus dirva patręšta amofosu (100 g/m²) ir kalio salietra (30 g/m²), prieš sodinant agurkus – amofosu, išberiant 100 g/m².

Biogeninių aminų tyrimas efektyviosios skysčių chromatografijos metodu atliktas KTU Maisto intuite.

Tiraminas (TIR), putrescinas (PUT), kadaverinas (CAD) ir histaminas (HIS) išskirti iš homogenizuotos augalinės žaliavos, ekstrahuojant 0,4 mol/l perchloro rūgštimi. Ekstrakto dalis 45 min derivatizuota 40°C temperatūroje dansilchlorido tirpalu (5-dimethylaminonaphtalene-1-sulfonyl chloride). Atlikus derivatizaciją, atvėsinus iki kambario temperatūros, dansilchlorido likutis pašalintas 25 proc. amoniaku. Mėginiai filtruoti per 0,45 µm membraninį filtrą, 20 µl išvirkšta į chromatografinę sistemą. Analizei naudota kolonėlė LiChroCART® 125-4, užpildyta LiChrospher® 100 RP-18 e (5 µm), nešančioji fazė – eliuantai: B – acetonitrilas, A – amonio acetatas 0,1mol/l. Analizuota 28 min, pirmąsias 19 min keičiant eliuento sudėtį nuo 50 proc.

B iki 90 proc. B (atitinkamai nuo 50 proc. A iki 10 proc. A), tada 1 min, paliekant eliuento sudėtį pastovią – 90 proc. B (10 proc. A), vėliau, kad būtų užtikrintas kitos analizės medžiagų atskyrimas, 8 min kolonėlė pildyta eliuentu, kurio sudėtis – 50 proc. B ir 50 proc. A. Debitas visos analizės metu nekito – 0,9 ml/min, UV detekcija vyko esant 254 nm. Identifikuota lyginant kiekvieno nustatomo amino sulaikymo trukmę kolonėlėje su atitinkamos etaloninės medžiagos sulaikymo trukme. Kiekybinė analizė atlikta pagal vidinio standarto metodą, skaičiuojant smailės plotą apibrėžtam etaloninės medžiagos kiekiui. Biogeninių aminių vidutinė reikšmė apskaičiuota pagal tris pakartojimus, paskaičiuotas standartinis nuokrypis.

1 lentelė. **Biogeninių aminių, azotinių medžiagų, nitritų bei nitratų vidutinis kiekis įvairiai tręštose morkose**

* Tręšimas	Biogeninių aminių kiekis, mg/kg					Nitratai, mg/kg	Nitritai, mg/kg	Nebaltyminis azotas, %
	PUT	KAD	HIS	TIR	Suma			
Nesubrendusios 'Samson' morkos, praėjus savaitei po paskutinio tręšimo								
1	5,6±0,2	11,7±0,3	0,0	3,5±0,1	20,8	50	0	0,017
2	5,3±0,2	0,5±0,1	0,0	2,0±0,1	7,8	80	0	0,154
3	6,4±0,2	0,2±0,1	0,0	0,0	6,6	60	0	0,052
4	15,9±0,6	0,3±0,1	0,0	1,4±0,1	17,6	20	0	0,047
Visai subrendusios 'Samson' morkos								
1	21,4±0,8	9,5±0,2	0,0	0,0	30,9	20	0	0,031
2	16,4±0,6	11,0±0,2	0,0	1,9±0,1	29,3	200	0	0,083
3	20,0±0,8	14,2±0,3	0,0	2,7±0,1	36,9	50	0	0,063
4	16,0±0,6	13,7±0,3	0,0	3,8±0,1	33,5	20	0	0,058
Ekologiškos morkos 'Svalia F ₁ ' viduriniame augimo tarpsnyje **								
5	30,5±1,2	30,9±0,7	0,0	8,2±0,3	69,6	20	0	0,066
6	39,6±1,5	1,5±0,1	0,0	2,3±0,1	43,4	100	0	0,059
7	27,6±1,0	0,0	0,0	2,2±0,1	29,8	50	0	0,045
8	31,2±1,2	0,0	0,0	1,8±0,1	33,0	80	0	0,076
9	28,2±1,1	0,0	0,0	2,4±0,1	30,6	30	0	0,074
10	48,2±1,8	0,0	0,0	1,8±0,1	50,0	60	0	0,072

* Tręšimo variantai:

1 – netręšta N₀Ca₀Mg₀ prieš sėją P₆₀K₁₂₀ fonas (F),

2 – F + kalcio amonio salietra (KAN-27) N₉₀ prieš sėją + kalcio amonio salietra (KAN-27) N₃₀ 4–6 lapų augimo tarpsnyje,

3 – F + azoto trąša su ceolitu (N 26+ceolitas 6%) N₉₀ prieš sėją + azoto trąša su ceolitu (N27+ceolitas 6%) N₃₀ 4–6 lapų augimo tarpsnyje,

4 – F + N₉₀ (amonio salietra) prieš sėją + N₃₀ (amonio salietra) 4–6 lapų augimo tarpsnyje.

** papildomas tręšimas per lapus:

5 – be papildomo tręšimo, foninis tręšimas (F) „Hydrocomplex“ 12 11 18 + mikroelementai, (750 kg/ha),

6 – F + kalcio-magnio nitrato tirpalas, 3 kartus,

7 – F + „Final K“, 3 kartus,

8 – F + „Humistaras“, 3 kartus,

9 – F + „Biokal-01“, 3 kartus,

10 – F + nutrifolas žalias, 2 kg/ha + nitraboras 170 kg/ha + nutrifolas žalias, 6 kg/ha + tradeboras, 1 l/ha.

Nebaltyminio azoto kiekis nustatytas Kjeldalio metodu, nitritų ir nitratų – pagal standartą „LST EN 12014-7 Maisto produktai. Nitratų ir nitritų kiekio nustatymas. 7 dalis. Nitratų kiekio nustatymas daržovėse ir jų produktuose, nitratų redukavus kadmiu. Tėkminis metodas“. Dirvožemio agrocheminiai rodikliai nustatyti prieš ruošiantis bandymui ir po derliaus nuėmimo: pH_{KCl} – ISO 10390:2005 (potenciometriju); judrieji P₂O₅ ir K₂O –

GOST 26208-84, humusas – ISO 10694:1995 (sausos deginimo), kalcis ir magnis – SVP D-06 (atominės absorbcijos spektrometrinis), mineralinis azotas – 1M KCl ekstrakcija, vėliau nustatytas spektrofotometru MN-1984. Analizės atliktos LŽI Agrocheminių tyrimų centre, biogeninių aminių tyrimai – KTU Maisto institute. Tyrimų duomenų dispersinė analizė atlikta programa ANOVA.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas. Dirvožemis, ku-

riame auginami burokėliai ir morkos, mažai azotingas, turtingas judriojo fosforo, kalcio ir magnio, vidutiniškai turtingas judriojo kalio, mažai humusingas, nerūgštus. Bandymai atlikti velėniniame glėjiškame pajaurėjusiame, pagal granulimetrinę sudėtį priemolio ant lengvo priemolio dirvožemyje. Dirvožemis, kuriame auginami svogūnai, – mažai azotingas, turtingas judriojo fosforo, kalcio ir magnio, vidutiniškai turtingas judriojo kalio, mažai humusingas. Dirvožemio pH – 7,2–7,6. Dirvožemis, kuriame auginami agurkai, labai turtingas judriojo fosforo ir kalio, kalcio ir magnio, humusingas, turintis 4,52 proc. organinės anglies.

Augalų prieššelis: svogūnams – žieminiai kviečiai, agurkams – juodasis pūdymas. Bandymai atlikti velėniniame glėjiškame pajaurėjusiame, pagal granulimetrinę sudėtį – priemolio ant lengvo priemolio dirvožemyje. Dirvožemio, kuriame auginami šiltnamio pomidorai, pH buvo 6,2, druskų koncentracija – 1,9 mSm/cm (optimalus EC 1-3). Agrocheminių tyrimų duomenimis, dirvožemio rūgštumas bei druskų koncentracija buvo tinkama pomi-

dorams auginami, šiek tiek trūko kalio bei magnio. Dirvožemio, kuriame auginami šiltnamio agurkai, buvo pH 6,5, druskų koncentracija – 1,9 mSm/cm (optimalus EC 1-3). Dirvožemio rūgštumas bei druskų koncentracija jame yra tinkama agurkams auginami, šiek tiek trūko azoto ir kalio.

Morkos nitratus mažai kaupia (Prasad and Chetty, 2008). Tą patvirtino ir mūsų tyrimų duomenys (1 lentelė). Gausiau nitrātų (200 mg/kg) ir nebaltyminio azoto (0,083 proc.) sukauptė morkos, tręštos kalcio amonio salietra ir azoto trąšomis su ceolitu. Ši tendencija pastebėta jau ankstyvuojū morkų brandos tarpsniu. F. Montemurro ir kitų tyrėjų (2007) duomenimis, didesnė nitrātų koncentracija dirvožemyje didina bendrą azoto kiekį augalų daiguose.

Biogeninis aminos putrescinas augaluose funkcionuoja kaip ląstelių augimo ir regeneracijos stimulatorius. Tręšimas N₉₀ (amonio salietra) prieš sėją ir N₃₀ (amonio salietra) 4–6 lapų augimo tarpsnyje paskatino putrescino kaupimąsi ankstyvajame morkų brandos tarpsnyje (1 lentelė), paskatino jų augimą.

2 lentelė. Biogeninių aminių, azotinių medžiagų, nitritų bei nitrātų vidutinis kiekis įvairiai tręštuose raudonųjų burokėlių šakniavaisiuose ir lapuose

* Tręšimas	Biogeniniai aminorai, mg/kg					Nitratai, mg/kg	Nitritai, mg/kg	Nebaltyminis azotas, %
	PUT	KAD	HIS	TIR	Suma			
Nesubrendę burokėlių 'Boro F ¹ ' šakniavaisiai								
1	111,0±4,2	0,0	0,0	4,1±0,1	115,1	100	10	0,069
2	40,6±1,5	0,0	0,0	0,0	40,6	200	4	0,156
3	35,9±1,4	0,0	0,0	0,0	35,9	240	2	0,140
4	35,8±1,4	0,0	0,0	0,0	35,8	60	6	0,126
Subrendę burokėlių 'Boro F ¹ ' šakniavaisiai								
1	70,7±2,7	0,0	0,0	7,8±0,3	78,5	200	0	0,052
2	70,4±2,7	0,0	0,0	3,4±0,1	73,8	200	0	0,097
3	20,2±0,8	4,9±0,1	0,0	2,8±0,1	27,9	150	0	0,100
4	105,8±4,0	24,9±0,6	0,0	6,5±0,2	137,2	250	0	0,132
Burokėlių 'Boro F ¹ ' lapai ankstyvajame augimo tarpsnyje								
1	8,8±0,3	2,2±0,1	0,0	2,9±0,1	13,9	50	1	0,043
2	12,6±0,5	1,0±0,1	0,0	2,9±0,1	16,5	100	0	0,056
3	14,5±0,6	4,3±0,1	0,0	2,9±0,1	21,7	120	0	0,056
4	13,0±0,5	4,7±0,1	0,0	2,0±0,1	19,7	80	0	0,055
Burokėlių 'Boro F ¹ ' lapai vėlyvajame augimo tarpsnyje								
1	29,6±1,1	0,0	0,0	0,0	29,6	150	0	0,048
2	39,8±1,5	3,5±0,1	0,0	26,1±0,9	69,4	400	0	0,088
3	24,1±0,9	2,8±0,1	0,0	29,3±1,0	56,2	350	0	0,066
4	25,6±1,0	2,5±0,1	0,0	31,5±1,1	59,6	100	0	0,110

* Tręšimo variantai:

1 – netręšta N₀Ca₀Mg₀ prieš sėją P₆₀K₁₂₀ fonas (F),

2 – F + kalcio amonio salietra (KAN-27) N₉₀ prieš sėją + kalcio amonio salietra (KAN-27) N₃₀ 4–6 lapų augimo tarpsnyje,

3 – F + azoto trąša su ceolitu (N 26+ceolitas 6%) N₉₀ prieš sėją + azoto trąša su ceolitu (N27+ceolitas 6%) N₃₀ 4–6 lapų augimo tarpsnyje,

4 – F + N₉₀ (amonio salietra) prieš sėją + N₃₀ (amonio salietra) 4–6 lapų augimo tarpsnyje.

Ekologiniame ūkyje biogeninių aminių, nitrātų morkose buvo nedaug ir, lyginant su įprastinėmis auginimo sąlygomis, iš esmės nesiskyrė. Papildomas morkų tręšimas

ekologiniame ūkyje visomis pasirinktomis trąšomis stabdė kadaverino ir tiramino kaupimąsi, tačiau putrescino kiekiui, kaip ir nebaltyminio azoto kiekiui, reikšmingos

įtakos neturėjo. Daugiausia nitratų prikaupė kalcio ir magnio nitrato tirpalu tręštos morkos – 100mg/kg, mažiausiai – kalio trąšomis.

Lietuvos mokslininkai J. Pekarskas ir B. Bartaševičienė (2007) taip pat tyrė kalio trąšų formų įtaką ekologiškai auginamų morkų derliui bei kokybei ir nustatė, kad visos kalio trąšų formos iš esmės (43,6–71,7 mg/kg) mažino nitratų kiekį.

Ištyrus biogeninių aminių kaupimąsi raudonųjų burokėlių šakniavaisiuose ir lapuose, nustatyta, kad jų kiekis priklauso nuo daržovių brandos laipsnio: didesnis buvo subrendusiuose mėginiuose (2 lentelė). Panašius duomenis pateikia mokslininkai, nustatę biogeninių aminių kie-

kių priklausomybę nuo brandos pomidoruose (Kiemian et al., 2006; Veselá at al., 2003; Zaborskienė ir kt., 2007). Svarbiausi biogeninių aminių susidarymo augaliniuose maisto produktuose veiksniai yra šie: laisvųjų aminorūgščių pasiekiamumas, bakterijų, produkuojančių aminorūgščių dekarboksilazes, buvimas ir sąlygos, lemiančios bakterijų augimą, dekarboksilazių biosintezę bei aktyvumą (Křížek, Kalač, 1998; Kalač et al., 2000; Standara et al., 2001; Veselá at al., 2003). Kaip pažymi M. Veselá ir kiti tyrėjai (2003), žaliuose, neprinokusiųose pomidoruose randama daug mažiau laisvųjų aminorūgščių ir fermentų dekarboksilazių negu prinokusiųose.

3 lentelė. **Biogeninių aminių, azotinių medžiagų, nitritų bei nitratų vidutinis kiekis įvairiai tręštuose daržovių mėginiuose**

*Tręšimas	PUT, mg/kg	KAD, mg/kg	HIS, mg/kg	TIR, mg/kg	BA suma, mg/kg	Nitratai, mg/kg	Nitritai, mg/kg	Nebaltyminis azotas, %
Lauko agurkų 'Akord F ₁ ' vaisiai								
1	15,8±0,6	0,0	0,0	4,0±0,1	19,8	80	0	0,056
2	20,8±0,8	0,0	0,0	0,5±0,1	21,3	250	0	0,038
3	39,8±1,5	0,0	0,0	3,0±0,1	42,8	180	0	0,039
4	29,1±1,1	0,0	0,0	4,1±0,1	33,2	200	0	0,046
Lauko agurkų 'Akord F ₁ ' lapai								
1	5,2±0,2	3,9±0,1	0,0	3,1±0,1	12,2	70	0	0,027
2	1,5±0,1	4,4±0,1	0,0	2,8±0,1	8,7	20	0	0,028
3	6,3±0,2	0,0	0,0	5,1±0,2	11,4	30	0	0,031
4	2,0±0,1	0,0	0,0	3,7±0,1	8,9	10	0	0,026
Šiltnamio agurkų 'Mandy' vaisiai								
5	25,8±1,0	0,0	0,0	4,8±0,2	30,6	150	0	0,064
6	106,2±4,0	0,0	0,0	3,0±0,1	109,2	180	0	0,076
7	42,2±1,6	0,0	0,0	4,9±0,2	47,1	50	0	0,069
8	25,3±1,0	0,0	0,0	5,3±0,2	30,6	70	0	0,076
Šiltnamio pomidorų 'Brooklyn' vaisiai								
5	39,4±1,5	0,0	0,0	0,0	39,4	0	0	0,088
6	47,7±1,8	0,0	0,0	0,0	47,7	0	0	0,090
7	30,7±1,2	0,0	0,0	0,0	30,7	0	0	0,102
8	31,7±1,2	0,0	0,0	0,0	31,7	0	0	0,094
Lauko svogūnai 'Babtų didieji'								
1	18,6±0,7	0,0	3,8±0,1	2,7±0,1	25,1	0	0	0,095
2	18,9±0,7	0,0	0,0	1,0±0,1	19,9	0	0	0,115
3	23,3±0,9	0,0	0,0	0,9±0,1	24,2	0	0	0,068
4	14,2±0,5	0,0	1,4±0,1	1,8±0,1	17,4	0	0	0,119

* Tręšimo variantai:

- 1 – be Ca ir Mg, tik foninis (F) tręšimas: svogūnams N₆₀P₆₀K₆₀, agurkams N₃₀P₉₀K₁₆₀,
- 2 – F + kalcio ir magnio nitrato tirpalas (Ca:Mg =6:1), 5 kartus,
- 3 – F + kalcio ir magnio nitrato tirpalas (Ca:Mg =3:1), 5 kartus,
- 4 – F + kalcio salietra + magnio sulfatas (Ca:Mg = 6:1), tręšta 5 kartus,
- 5 – be Ca ir Mg, tik foninis (F) pomidorų tręšimas amofosu (100 g/m²) ir kalio salietra (30 g/m²), agurkų – amofosu (100 g/m²),
- 6 – F + kalcio ir magnio nitrato tirpalas (Ca:Mg =6:1), 5 kartus,
- 7 – F + kalcio ir magnio nitrato tirpalas (Ca:Mg =4:1), 5 kartus,
- 8 – F + kalcio salietra + magnio sulfatas (Ca:Mg = 6:1), 5 kartus.

Daug daugiau nitratų nustatyta lapuose burokėlių, papildomai tręštų per lapus kalcio amonio salietra ir azoto trąšomis su ceolitu. Tačiau visiškai subrendusių burokėlių

šakniavaisiuose daug daugiau nitratų, nebaltyminio azoto nustatyta amonio salietra tręštuose mėginiuose. Biogeninių aminių bendras kiekis šio tręšimo pavyzdžiuose taip

pat didžiausias. Nitaratai, biogeniniai aminai burokėliuose gali skatinti nitrojunginių susidarymą virimo metu ar geriant šviežias sultis. Maždaug 5 proc. žmogaus suvartotų nitratų virškinimo trakte virsta nitritais (Santamaria, 2006) ir su aminais, veikiant tam tikroms organizmo fermentinėms sistemoms, gali sudaryti toksiškus bei kancerogeniškus nitrojunginius. Vieni jų pažeidžia kepenų audinį, kiti – kraujo, limfos ar virškinimo sistemas. Nedidelių, bet dažnų jų dozių poveikis sumuojasi. Nustatytas nitratų kiekis burokėliuose svyravo nuo 150 iki 400 mg/kg. Tokį 2–3 kartus mažesnę nitratų kiekį palyginti su kitų mokslininkų (Барыкова, 1998; Petronienė, Viškėlis, 2004) duomenimis sąlygojo subalansuotas tręšimas ir mažai azotingas, turtingas judriojo fosforo, kalcio ir magnio, vidutiniškai turtingas judriojo kalio, mažai humusingas, nerūgštus dirvožemis.

Nepriklausomai nuo tręšimo būdo šiltnamyje išaugintuose agurkuose biogeninių aminų rasta reikšmingai daugiau ($p < 0,05$) lyginant su išaugintais lauko sąlygomis (3 lentelė). Biogeninių aminų agurkų vaisiuose, kaip ir burokėlių šakniavaisiuose, nustatyta reikšmingai daugiau negu lapuose ($p < 0,05$). Lauko ir šiltnamio agurkų vaisiuose daugiausia nitratų rasta kalcio ir magnio nitrato tirpalu (Ca:Mg = 6:1) tręštuose mėginiuose, atitinkamai 250 ir 180 mg/kg. Bendras biogeninių aminų kiekis šiltnamyje išaugintuose šio tręšimo agurkų vaisiuose buvo 2–3 kartus didesnis palyginti su kitų tręšimų mėginiais.

Šiltnamyje išaugintuose pomidoruose rasta tik putrescino. Tręšimas kalcio ir magnio nitrato tirpalu, kalcio salietra bei magnio sulfatu didelės įtakos biogeninių aminų kaupimuisi pomidoruose neturėjo, nitratų ir nitritų pomidoruose neaptikta.

Lauko sąlygomis išaugintuose svogūnuose tręšimo būdas reikšmingos įtakos neturėjo, tačiau, skirtingai nuo kitų tirtų daržovių, svogūnuose rasta histamino. Nitratų ir nitritų svogūnuose nerasta.

Išvados.

1. Tiriant putrescino, kadaverino, histamino ir tiramino kaupimąsi daržovėse, nustatyta, kad biogeninių aminų kiekiui įtakos turi daržovių brandos laipsnis ir auginimo sąlygos. Biogeninių aminų ženkliai mažiau nesubrendusiose šakniavaisinėse daržovėse negu visai subrendusiose (subrendusiose morkose bendras biogeninių aminų kiekis nustatytas 2,5 karto didesnis; burokėliuose – 1,4 karto), taip pat lauko daržovėse palyginti su šiltnamyje išaugintomis (šiltnamyje augintuose agurkuose bendras biogeninių aminų kiekis – 1,9 karto didesnis).

2. Azoto trąšos darė įtaką biogeninių aminų frakcijų sudėčiai, bet bendram kiekiui daržovėse reikšmingos įtakos neturėjo. Lyginant skirtingai tręštas daržoves tarpusavyje, ženkliai didesnis nitratų ir nebaltyminio azoto kiekis nustatytas kalcio amonio salietra tręstose morkose, o biogeninių aminų, nitratų ir nebaltyminio azoto – amonio salietra tręštuose burokėliuose. Tręšimas kalcio ir magnio nitrato tirpalu Ca:Mg = 6:1 sąlygojo didesnę biogeninių aminų kiekį ir daug didesnę nitratų kiekį šiltnaminių daržovių vaisiuose.

3. Subalansuotas tręšimas, mažai azotingas, turtingas judriojo fosforo, kalcio ir magnio, vidutiniškai turtingas judriojo kalio, mažai humusingas, nerūgštus dirvožemis

lėmė nedidelį biogeninių aminų, nitratų kiekį morkose, burokėliuose, svogūnuose, lauko ir šiltnamio agurkuose bei pomidoruose.

4. Papildomas negausus tręšimas per lapus kalio trąšomis reikšmingos įtakos bendram biogeninių aminų bei nitratų kiekiui ekologiniame ūkyje išaugintose morkose neturėjo.

Literatūra

1. Kalač P., Krausová P. A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. *Food Chemistry*. 2005. N. 90. P. 219–230.
2. Kalač P., Špička J., Křížek M., Pelikánová T. The effects of lactic acid bacteria inoculants on biogenic amines formation in sauerkraut. *Food Chemistry*. 2000. N. 70. P. 355–359.
3. Kieman D., Taylor M., Schauer N., Fernie A. R., Hanson A. D., and Klee H. J. Tomato aromatic amino acid decarboxylases participate in synthesis of the flavor volatiles 2-phenylethanol and 2-phenylacetaldehyde. *Biological sciences. Plant biology*. 2006. T. 103. N. 21. P. 8287–8292.
4. Křížek M., Kalač P. Biogenní aminy v potravinách a jejich role ve výživě. *Czech J. Food Science*. 1998. N. 16. P. 151–159.
5. Kučinskis J., Žekonienė V. Tręšimo problemos ir jų sprendimo būdai Lietuvos ekologiniuose ūkiuose. Su ekologiškais produktais į Europą. Kaunas, 1999. P. 78–91.
6. Mantis F. N., Tsachev I., Sabatakou O., Burriel A. R., Vacalopoulos A., Ramantanis S. B. Safety and shelf-life of widely distributed vacuum packed, heat treated sausages. *Bulgarian Journal Veterinary Medicine*. 2005. T. 8 N. 4. P. 245–254.
7. Mažvila J. Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita. Kaunas, 1998. P. 14–120.
8. Mitchell J. L. A. Regulation of polyamine metabolism. In Wallace H. M., Hughes A. (Eds.). *Health implications of dietary amines*. 2003. N. 1. P. 89–100.
9. Montemurro F., Maiorana M. and Lacertosa G. Plant and soil nitrogen indicators and performance of tomato grown at different nitrogen fertilization levels. *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 2007. T. 5. N. 2. P. 143–148.
10. Pekarskas J., Bartaševičienė B. Kalio trąšų formų įtaka ekologiškai auginamų morkų derliui ir kokybei. *Žemės ūkio mokslai*. 2007. T. 14. Nr. 1. P. 20–25.
11. Petronienė O. D., Viškėlis P. Įvairių veislių tipų ir grupių raudonųjų burokėlių (*Beta vulgaris* L.) biocheminė sudėtis. *Maisto chemija ir technologija*. 2004. T. 38, Nr. 2. P. 15–20.
12. Prasad S. and Chetty A. A. Nitrate-N determination in leafy vegetables: Study of the effects of cooking and freezing. *Food Chemistry*. 2008. T. 106. N. 2.

P. 772–780.

13. Santamaria P. Nitrate in vegetables: Toxicity, content, intake and EC regulations. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2006. N. 86. P. 10–17.
14. Standara S., Veselá M., Drdák M., Hrstka M. Vliv kmenů *Lactobacillus plantarum* 976H a 3626 na tvorbu biogenních aminů u rajčat. *Laboralim 2001*, Banská Bystrica. 2001. P. 222–225.
15. Thomas T., Thomas T. J. Polyamine metabolism and cancer. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*. 2003. N. 7. P. 113–126.
16. Til H. P., Falke H. E., Prinsen M. K., Willems M. I. Acute and subacute toxicity of tyramine, spermidine, spermine, putrescine and cadaverine in rats. *Food and Chemical Toxicology*. 1997. N. 35. P. 337–348.
17. Vaišvila Z. Judriųjų azoto, fosforo ir kalio įtaka žemėsūkio augalų mitybai. *Habilitacinis darbas*. Vilnius, 1996. P. 76–97.
18. Veselá M., Drdák M., Standara S. Relation between free amino acids and the biogenic amines contents in green tomatoes inoculated with *Lactobacillus plantarum*. *Czech Journal of Food Science*. 2003. T. 21. N. 2. P. 51–58.
19. Zaborskienė G., Garmienė G., Jasutienė I., Šalaševičienė A. Biogeninių aminų kaupimasis Lietuvoje išaugintose daržovėse. *Lietuvos sodininkystės ir daržininkystės instituto ir Lietuvos žemės ūkio universiteto mokslo darbai. Sodininkystė ir daržininkystė*. 2007. T. 26. N 1. P. 149–156.
20. Барсукова В. Е. Изменчивость биохимического состава сортогрупп свеклы столовой. Селекция и семеноводство овощных и бахчевых культур. *Москва*, 1998. С. 66.

Gauta 2008 05 14

Priimta publikuoti 2008 12 16