

BIOGENINIŲ AMINŲ KAUPIMASIS LIETUVOJE IŠAUGINTOSE DARŽOVĖSE

**Gintarė ZABORSKIENĖ, Galina GARMENĖ, Ina JASUTIENĖ,
Alvija ŠALAŠEVIČIENĖ**

*Kauno technologijos universiteto Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-51180
Kaunas.*

El. paštas testlab@lmai.lt

Biogeninių aminų (putrescino, histamino, kadaverino, tiramino) kiekiai nustatyti šviežiose daržovėse: morkose, bulvėse, raudonuosiuose burokėliuose, geltonvaisėse saldžiosiose paprikose, žiediniuose kopūstuose, brokoliuose, špinatuose, pomidoruose ir pomidorų kečupuose. Didžiausias tiramino lygis ($330,8\text{--}491,1\text{ mg kg}^{-1}$) nustatytas brokoliuose, putrescino ($27,8\text{--}35,7\text{ mg kg}^{-1}$) – pomidoruose, histamino ($50,2\text{--}84,2\text{ mg kg}^{-1}$) – burokėliuose. Darbe pateikti biogeninių aminų kiekiai pomidoruose ir brokoliuose jų brandos tarpsniais. Biogeninių aminų kiekio skirtumas tarp rausvų (neprinokusių) ir raudonų (prinokusių) pomidorų bei tarp žalių ir gelsvų brokolių grupių buvo esminis – $P < 0,05$.

Reikšminiai žodžiai: biogeniniai aminai, daržovės, histaminas, kadaverinas, putrescinas, tiraminas.

Įvadas. Biogeniniai aminai yra organinės kilmės biologiškai aktyvūs polikationai, susidarantys iš aromatinių ar kationinių aminorūgščių. Visi jie turi teigiamą krūvį ir hidrofobinį karkasą (Medina ir kt., 2003). Natūraliai žinduolių organizme biogeniniai aminai atlieka įvairias fiziologines funkcijas, bet mokslininkus domina jų įtaka sukeltant patologijas (piktybinius auglius, imunologines, neurologines, skrandžio, žarnyno ligas).

Augaluose dažniausiai pasitaikantys biogeniniai aminai yra poliaminai. Tai organiniai komponentai, turintys dvi ar daugiau amino grupes: putrescinas, kadaverinas, spermidinas, sperminas. Putrescinas, sperminas ir spermidinas augaluose atlieka įvairias funkcijas: veikia organogenezės tarpsniuose, gerina augalų prisitaikymą (Kalaè ir Krausová, 2005). Poliaminai yra tiek eukariotų, tiek prokariotų ląstelių augimo veiksniai, t.y. proteinai, stimuliuojantys ląstelių augimą ir dalijimąsi. Jų sintezė vyksta ląstelėse ir, jei ji blokuojama, ląstelių augimas sulėtėja arba visai sustoja. Įprastomis sąlygomis sveikose ląstelėse poliaminų kiekis yra kontroliuojamas biosintezės ir katabolizės fermentų (Mitchell, 2003). Sutrikus poliaminų metabolizmo kontrolės mechanizmui, navikinėse ląstelėse poliaminų randama daugiau, palyginti su sveikose ląstelėse esamu kiekiu (Thomas ir Thomas, 2003). Padidėję spermino ir spermidino kiekiai daržovėse dažnai gali rodyti suaktyvėjusius metabolizmo procesus.

Biogeniniai aminai augalų ląstelėse pasitaiko ir laisvi, ir junginiuose (Bagni ir Tassoni, 2001). Laisvų poliaminų kiekis lemia augimą, o junginių formavimasis – tai būdas vidiniam laisvų poliaminų kiekiui ląstelėse reguliuoti. Junginiuose poliaminai

yra sujungti kovalentinėmis jungtimis su „partnerio“ molekule (augalų fenoliai, membranų fosfolipidai) ir gali būti išskirti, hidrolizuojant stipria rūgštimi. Augalų matricių perchloro rūgšties ekstraktai dažnai ruošiami analitinių procedūrų metu, išskiriant poliaminus ir iš tirpių, ir iš netirpių junginių, tačiau duomenų apie laisvus ar junginiuose esančius poliaminus augaluose nėra daug (Kalaè ir Krausová, 2005).

Literatūroje pateikiami duomenys apie biogeninių aminų kiekius daržovėse ir vaisiuose skiriasi. Senesnių metų – 1960-ųjų bei 1970-ųjų – literatūroje dažnai minima tai, kad augalinės kilmės maisto produktuose histamino ar tiramino randama daug. Naujesniuose literatūros šaltiniuose biogeninių aminų kiekiai nurodomi gerokai mažesni (Maxa ir Brandes, 1993; Simon-Sarkadi ir kt., 1994).

Remiantis paskutinių penkerių metų mokslinėje literatūroje paskelbtais duomenimis, galima teigti, kad biogeninių aminų kiekiai yra labai skirtingi atskirų rūšių daržovėse ir vaisiuose. Putrescino kiekis dažniausiai būna didesnis nei kitų poliaminų. Apie 40 mg kg⁻¹ putrescino nustatyta apelsinuose, apelsinų ir greipfrutų sultyse, mandarinuose ir tokioje augalinėje produkcijoje kaip pomidorų padažas, šaldyti žirneliai, fermentiniai sojos produktai, rauginti kopūstai. Daržovėse ir vaisiuose yra didesnis spermidino kiekis, palyginti su sperminu. Ankštiniuose augaluose, ypač sojos pupelėse, žiediniuose kopūstuose, brokoliuose, kriaušėse spermidino kiekis siekia apie 30 mg kg⁻¹, spermino – šiek tiek mažiau (Kalaè ir Krausová, 2005).

Dideli biogeninių aminų kiekiai daržovėse ir vaisiuose bei iš jų pagamintuose produktuose jas valgantiems žmonėms gali sukelti toksikozes (Davídek, 1995; Greif ir kt., 1999). Toksiškumas priklauso ir nuo sinergetinio biogeninių aminų veikimo vienas kito atžvilgiu, pvz., histamino toksiškumą didina kadaverinas, putrescinas ir tiraminas (Mantis ir kt., 2005). Poliaminų kiekiai, galintys sukelti ūmias ir pusiau ūmias toksikozes, yra atitinkamai 2000, 600 ir 600 mg kg⁻¹ kūno svorio putrescino, spermidino ir spermino. Optimalūs šių aminų kiekiai, nesukeliantys jokių pašalinių reakcijų žmogaus organizme, būtų atitinkamai 180, 83 ir 19 mg kg⁻¹ kūno svorio (Til ir kt., 1997). Nout (1994) pateikė priimtinius biogeninių aminų kiekius fermentiniuose produktuose: 50–100 mg kg⁻¹ histamino ir 100–800 mg kg⁻¹ tiramino.

Darbo tikslas – ištirti biogeninių aminų kaupimąsi Lietuvoje išaugintose daržovėse, nustatyti, ar daržovių brandos tarpsnis bei puvimas turi įtakos biogeninių aminų kiekiui jose.

Tyrimo objektas ir metodai. Biogeniniai aminai tirti Vidurio ir Rytų Lietuvoje išaugintose daržovėse: pomidoruose, žiediniuose kopūstuose, špinatuose, brokoliuose, geltonvaisėse saldžiosiose paprikose, bulvėse, morkose, raudonuosiuose burokėliuose. Iš viso ištirti 86 mėginiai.

Biogeninių aminų: tiramino, putrescino, histamino ir kadaverino, kiekybinė analizė atlikta atvirkštinių fazių efektyviosios skysčių chromatografijos metodu. Biogeniniai aminai ekstrahuoti 0,4 mol l⁻¹ perchloro rūgštimi. Ekstrakto dalis 45 min. laikyta termostate +40°C temperatūroje su dansylchlorido tirpalu. Po to atvėsinta iki kambario temperatūros, dansylchlorido likutis pašalintas 25% amoniaku. Mėginiai filtruoti per 0,45 µm membraninį filtrą, išvirkštas tūris – 20 µl. Chromatografinė kolonėlė – „LiChrospher[®]“ 100 RP-18 e (5 µm); eliuantai: A – acetonitrilas, B – 0,1 mol l⁻¹ amonio acetatas (0 min. – 50% B; 19 min. – 10% B; 20 min. – 50% B; 28 min. – 50% B). Debitas visos analizės metu – 0,9 ml min⁻¹, UV detekcija – 254 nm. Kiekybinė analizė atliekama pagal vidinio standarto metodą, apskaičiuavus smailės plotą apibrėžtam etaloninės medžiagos kiekiui.

Biogeninių aminų kiekiai, nustatius juos subrendusiose ir nesubrendusiose bei puvinio pažeistose daržovėse, palyginti statistiškai, taikant linijinės regresijos metodą (programa „GraphPadPrism“).

Rezultatai. Nustatyta, kad mažiausiai tirtų biogeninių aminų rasta morkose – nuo 9,0 iki 13,8 mg kg⁻¹ (1 lentelė). Burokėliuose ir bulvėse nustatyti nemaži histamino kiekiai – atitinkamai 50,2–84,2 mg kg⁻¹ ir 32,2–36,4 mg kg⁻¹. Burokėliuose nustatytas tiramino kiekis kito nuo 5,2 net iki 117,6 mg kg⁻¹. Brokoliuose tiramino buvo ypač gausu – 330,8–491,1 mg kg⁻¹. Putrescino daugiau nustatyta pomidoruose ir špinatuose – atitinkamai 27,8–35,7 mg kg⁻¹ ir 18,6–22,9 mg kg⁻¹. Kadaverino daržovėse nustatyta nedaug.

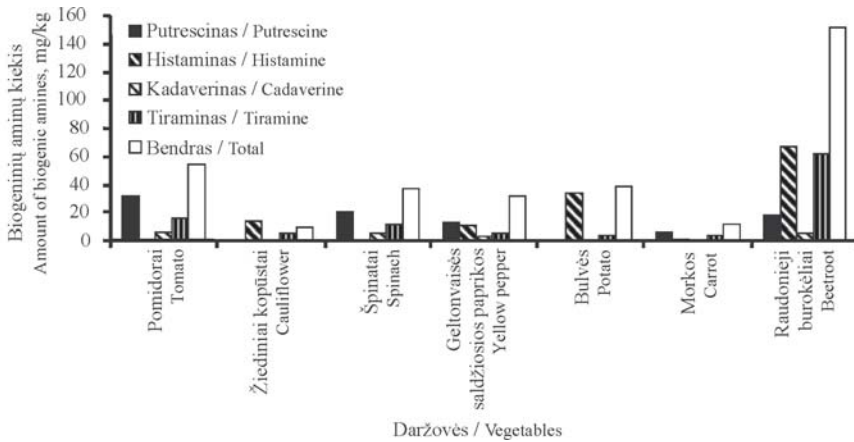
1 lentelė. Biogeninių aminų kiekis Lietuvoje išaugintose daržovėse, mg kg⁻¹

Table 1. Amounts of biogenic amines in Lithuanian vegetables (mg kg⁻¹)

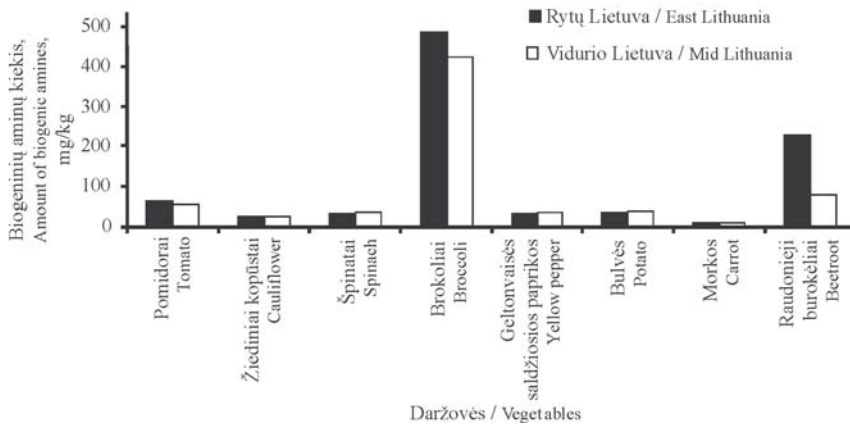
Daržovė Vegetable	Putrescinas Putrescine	Histaminas Histamine	Kadaverinas Cadaverine	Tiraminas Tiramine	Bendras Total
Pomidorai Tomato	27,8–35,7	0	4,8–7,9	4,4–27,9	37,0–71,5
Žiediniai kopūstai Cauliflower	0	11,2–17,5	0,5–0,6	4,2–6,3	15,9–24,4
Špinatai Spinach	18,6–22,9	0	4,6–5,5	9,0–13,9	32,2–42,3
Brokoliai Broccoli	4,0–11,8	0,8–1,6	2,0–2,9	330,8–491,1	337,6–507,4
Geltonvaisės saldžiosios paprikos Yellow pepper	12,0–13,6	9,0–12,9	2,1–4,4	4,3–6,1	27,4–37,0
Bulvės Potato	0	32,2–36,4	0	3,3–5,6	35,5–42,0
Morkos Carrot	5,0–6,9	0,2–1,1	0	3,8–5,8	9,0–13,8
Raudonieji burokėliai Beetroot	16,6–18,9	50,2–84,2	3,0–7,2	5,2–117,6	75,0–227,9

Vertinant vidutinius biogeninių aminų kiekius tirtose daržovėse (2 pav.) nustatyta, kad patys nesaugiausi šiuo požiūriu yra brokoliai. Vidutinis biogeninių aminų kiekis brokoliuose keliasdešimt kartų didesnis negu kitose daržovėse ir paveiksle nepavaizduotas, nes grafinis vaizdas nebūtų informatyvus kitų daržovių atžvilgiu. Skirtingai negu brokoliuose, burokėliuose nustatyti visi tirti biogeniniai aminai, kurie veikdami sinergetiškai gali sukelti žmonėms nedidelius sveikatos sutrikimus.

Siekiant tiksliau įvertinti biogeninių aminų kaupimąsi daržovėse, mėginiai buvo atrinkti dviejuose Lietuvos regionuose. Didelių bendro biogeninių aminų kiekio daržovėse skirtumų tarp Lietuvos regionų nebuvo nustatyta (2 pav.). Skirtumai pastebėti abiejuose regionuose tarp atskirų daržovių rūšių. Mažiausiai biogeninių aminų kaupia morkos, žiediniai kopūstai, geltonvaisės saldžiosios paprikos, špinatai. Rytų Lietuvoje išaugintuose brokoliuose ir burokėliuose nustatyti didesni tiramino kiekiai, o burokėliuose – ir histamino. Apibendrinančias išvadas daryti sunku, nes mėginių nebuvo ištirta pakankamai daug, nesuderintas veislių parinkimas, neįvertinta dirvožemio sudėtis bei klimato sąlygos.



1 pav. Biogeninių aminų vidutiniai kiekiai Lietuvoje išaugintose daržovėse
Fig. 1. The average amounts of biogenic amines in Lithuanian vegetables



2 pav. Biogeninių aminų bendras kiekis Rytų ir Vidurio Lietuvoje išaugintose daržovėse

Fig. 2. The average means of total amounts of biogenic amines in East and Mid Lithuanian vegetables

Biogeninių aminų kiekis daržovių brandos tarpsniais tirtas tyrimo objektais pasirinkus daugiausia putrescino ir tiramino kaupiančius pomidorus ir brokolius. Pomidoruose nustatyti putrescino, histamino, kadaverino ir tiramino vidutiniai kiekiai pateikti 2 lentelėje. Bendro biogeninių aminų kiekio skirtumas tarp rausvų ir raudonų minkštų bei tarp raudonų, minkštų ir pernokusių, pažeistų puvinio pomidorų buvo esminis – $P < 0,05$. Nevienodai prinokusių pomidorų tyrimai rodo, kad pernokusiuose bei puvinio pažeistuose pomidoruose tiramino yra žymiai mažiau negu visiškai prinokusuose, bet putrescino ir kadaverino kiekiai beveik tokie patys.

Tiramino kiekio priklausomumas nuo brandos tarpsnio nustatytas ir brokoliuose (3 lentelė). Skirtumas tarp žalių ir gelsvų brokolių grupėse nustatytų biogeninių aminų kiekį yra esminis – $P < 0,05$.

2 lentelė. Vidutiniai biogeninių aminų kiekiai skirtingai prinokusiųose ir pažeistuose pomidoruose, mg kg⁻¹

Table 2. The average amounts of biogenic amines in differently ripe and turning tomato (mg kg⁻¹)

Pomidorai Tomato	Putrescinas Putrescine	Histaminas Histamine	Kadaverinas Cadaverine	Tiraminas Tiramine	Bendras Total
Rausvi Immature, pink	27,8 ± 1,4*	0	7,3 ± 0,5*	4,4 ± 0,3*	39,5 ± 4,2*
Raudoni, minkšti Fully ripe	35,7 ± 2,2*	0	7,8 ± 0,4*	27,9 ± 1,7*	71,4 ± 4,3*
Pažeisti puvinio Injured by rot	35,8 ± 1,1*	0	8,0 ± 0,8*	4,0 ± 0,4*	47,8 ± 2,3*

3 lentelė. Vidutiniai biogeninių aminų kiekiai skirtingai subrendusiųose brokoliuose, mg kg⁻¹

Table 3. The average amounts of biogenic amines in differently ripe broccoli (mg kg⁻¹)

Brokoliai Broccoli	Putrescinas Putrescine	Histaminas Histamine	Kadaverinas Cadaverine	Tiraminas Tiramine	Bendras Total
Žali Green	4,0 ± 0,1*	0,8 ± 0,2*	2,0 ± 0,4*	330,8 ± 10,9*	337,6 ± 12,2*
Gelsvi Sulphur	11,8 ± 0,6*	1,6 ± 0,7*	2,9 ± 0,5*	491,1 ± 18,4*	507,4 ± 20,2*

Aptarimas. Biogeninių aminų kiekiai skirtinguose Lietuvos regionuose išaugintose daržovėse skiriasi nežymiai. Didžiausi putrescino kiekiai iš tirtų daržovių rasti pomidoruose (27,8–35,7 mg kg⁻¹) ir špinatuose (18,6–22,9 mg kg⁻¹), histamino – bulvėse (32,2–36,4 mg kg⁻¹) ir burokėliuose (50,2–84,2 mg kg⁻¹), tiramino – brokoliuose (330,8–491,1 mg kg⁻¹) ir burokėliuose (5,2–117,6 mg kg⁻¹). Palyginus mūsų nustatytus biogeninių aminų kiekius daržovėse su kitų šalių mokslininkų pateiktais duomenimis, matyti, kad putrescino kiekiai Lietuvoje išaugintose daržovėse yra mažesni. Šaldytų špinatų tyrėje putrescino randama nuo 1,4 iki 119 mg kg⁻¹, pomidoruose – 9,3–122 mg kg⁻¹ (Kalač ir kt., 2002; Kalač ir Krausovj, 2005). Didžiausias bendras tirtų biogeninių aminų kiekis Lietuvoje išaugintuose brokoliuose ir burokėliuose buvo atitinkamai 337,6–507,4 mg kg⁻¹ ir 75,0–227,9 mg kg⁻¹.

Svarbiausi biogeninių aminų susidarymo daržovėse ir vaisiuose veiksniai yra laisvų aminorūgščių pasisavinimas, bakterijų, produkuojančių aminorūgščių dekarboksilazes, buvimas ir sąlygos, nulemiančios bakterijų augimą, dekarboksilazių biosintezę bei aktyvumą (Křížek ir Kalač, 1998; Kalač ir kt., 2000, Standara ir kt., 2001, Veselį ir kt., 2003). Kaip pažymi M. Veselį ir kt. (2003), žaliuose, neprinokusiųose pomidoruose būna gerokai mažiau laisvų aminorūgščių ir fermentų dekarboksilazių negu prinokusiųose pomidorų vaisiuose. Tai galėtų paaiškinti mūsų tyrimų rezultatus: kodėl prinokusiųose pomidoruose nustatytas žymiai didesnis tiramino kiekis.

Tirozino dekarboksilazė yra dažnai pasitaikantis augaluose enzimas, dalyvaujantis taip pat ir daugelio antrinių metabolitų, įskaitant hidroksicinaminės rūgšties amidus,

biosintezėje. Nors galutinė funkcija nėra nustatyta, amidai gali būti reikalingi kuriant fizinių barjerą nuo patogenų, nes jų nuolat randama ląstelių sienelėse kaip pastarųjų sudedamųjų dalių. Denise Tieman ir kt. (2006) aprašė fenilalanino lakių darinių biosintezės kelią ir dekarboksilazes LeAADC1A, LeAADC1B ir LeAADC2. Kiekvienas šių fermentų katalizuoja fenilalanino virtimą fenetylaminu ir tirozino konversiją į tiraminą. Didėjant substratų koncentracijoms, didėja fermentų aktyvumas. Tirozino dekarboksilazių kiekis apdaužytuose ir pažeistuose pomidoruose mažesnis negu neprinokusių žaliuose. Pomidorams nokstant, tirozino dekarboksilazių kiekis juose didėja, bet, kaip pažymi Denise Tieman ir kt. (2006), visiškai sunokus – gerokai sumažėja arba visai nėra. Taigi, apibendrinus literatūros duomenis, galima teigti, kad tiramino kiekis šviežiose daržovėse daugiau priklauso ne nuo dekarboksilazių, bet nuo tirozino, kaip substrato, kiekio ir nuo tirozino dekarboksilazių aktyvumo.

Putrescino, histamino, kadaverino ir tiramino kiekis daržovėse, jas laikant, didėja dėl bakterijų aktyvumo. Laikymo metu putrescinas, kadaverinas ir histaminas susidaro dėl puvinį sukeliančių bakterijų, daugiausia *Enterobacteriaceae* ir *Clostridium* spp. (Shalaby, 1996), o tiraminas – dėl pieno rūgšties bakterijų veiklos. Mūsų tyrimai parodė, kad pernokusiuose, pažeistuose pomidoruose tiramino kiekis iš esmės mažesnis negu prinokusių sveikuose. Biogeninių aminų degradacija augaluose – tai oksidacijos–redukcijos reakcijos, katalizuojamos amino oksidazių ir aldehido dehidrogenazių, kitų aminų degradacija – metilinimo reakcijos, dalyvaujant S-adenosylmeti oninui kaip didelės energijos metilo donorui (Medina ir kt., 2003). Manoma, kad tiraminas gali būti naudojamas antriniams aminams susidaryti. Pastebėta, kad kai kurių virusų užkratų įnešti genai gali sukelti tam tikrų fermentų kiekio padidėjimą. Tai paskatina biogeninių aminų ir antrinių kancerogeninių aminų susidarymą. Ieškoma priemonių, naikinančių užkratą ar padidinančių augalų atsparumą šiam virusui.

Pasaulyje biogeninių aminų kaupimosi daržovėse prevencija atliekama išvedant „transgeninius“ augalus, kuriuose genetiškai stabdomas biogeninių aminų susidarymo mechanizmas, t. y. mažinamas atitinkamos aminorūgšties kiekis, dekarboksilazių aktyvumas, jų kiekis brendimo ar nokimo periodu.

Išvados. 1. Brokoliai ir burokėliai gali būti priskirti prie daržovių, potencialiai nesaugių biogeninių aminų kaupimosi atžvilgiu.

2. Tiramino kiekis pomidoruose priklauso nuo jų prinokimo. Tiramino kiekio skirtumai tarp abiejų skirtingai prinokusių daržovių grupių: rausvų ir raudonų minkštų pomidorų bei tarp žalių ir gelsvų brokolių, yra esminiai ($P < 0,05$). Pernokusiuose pažeistuose pomidoruose tiramino kiekis iš esmės mažesnis negu prinokusių sveikuose.

Padėka. Šį darbą rėmė Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas bei Žemės ūkio ministerija (projektas „Kenksmingų medžiagų kaupimosi augaluose, maisto produktuose ir pašaruose priežastingumas ir prevencija“, akronimas KENKSMEDAUP).

Gauta 2007 03
Parengta spausdinti 2007 03

Literatūra

1. Bagni N., Tassoni A. Biosynthesis, oxidation and conjugation of aliphatic polyamines in higher plant. *Amino Acids*. 2001. Vol. 20. P. 301–317.
2. Buts J.P., De Keyser N., De Deraemaeker L., Collette E., Sokal E. M. Polyamine profiles in human–milk, infant artificial formulas, and semielemental diets // *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 1995. Vol. 21. P. 44–49.
3. Davídek T., Davídek J. Biogenic amines // *Natural toxic compounds of foods*. Boca Raton: CRC Press, 1995. P. 108–123.
4. Greif G., Greifová M., Karovičová J., Hybenová E., Drdák M. Biogenic amines in the process of lactic acid fermentation of vegetables // *Proc. 1st Meeting on Chemistry & Life Brno*, 1999. P. 46–47.
5. Kalač P., Krausová P. A. Review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods // *Food Chemistry*. 2005. Vol. 90. P. 219–230.
6. Kalač P., Špička J., Křížek M., Pelikánová T. The effects of lactic acid bacteria inoculants on biogenic amines formation in sauerkraut // *Food Chemistry*. 2000. Vol. 70. P. 355–359.
7. Kalač P., Švecová S., Pelikánová T. Levels of biogenic amines in typical vegetable products / *Plant Science*. 2002. Vol. 140. P. 103–125.
8. Kiemann D., Taylor M., Schauer N., Fennie A. R., Hanson A. D., Klee H. J. Tomato aromatic amino acid decarboxylases participate in synthesis of the flavour volatiles 2-phenylethanol and 2-phenylacetaldehyde // *Biological sciences / Plant biology*. 2006. Vol. 103(21). P. 8287–8292. <http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/103/21/8287>.
9. Křížek M., Kalač P. Biogenní aminy v potravinách a jejich role ve výživě // *Food Science*. 1998. Vol. 16. P. 151–159.
10. 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. Vol. 8(4). P. 245–254.
11. Maxa E., Brandes W. Biogenic amines in fruit juices // *Mitteilungen Klosterneuburg*. 1993. Vol. 43. P. 101–106.
12. Medina M. Á., Urdiales J. L., Rodríguez – Caso C., Ramírez F. J., Sánchez – Jiménez F. Biogenic amines and polyamines similar biochemistry for different physiological missions and biomedical applications // *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*. 2003. Vol. 38(1). P. 23–59.
13. Mitchell J. L. A. Regulation of polyamine metabolism // *Health implications of dietary amines*. 2003. Vol. 1. P. 89–100.
14. Nout M. J. R. Fermented foods and food safety // *Food Research International* 1994. Vol. 27. P. 291–296.
15. Shalaby A. R. Significance of biogenic amines to food safety and human health // *Food Research International*. 1996. Vol. 29. P. 675–690.

16. S i m o n – S a r k a d i L., H o l z a p f e l W. H., H a l a s z A. Biogenic amine content and microbial contamination of leafy vegetables during storage at 5°C // *Journal of Food Biochemistry*. 1994. Vol. 17. P. 407–418.
17. S t a n d a r a S., V e s e l á M., D r d á k M., H r s t k a M. Vliv kmenř *Lactobacillus plantarum* 976H a 3626 na tvorbu biogenních aminů u rajčat // *Laboralim 2001 Banská Bystrica*, 2001. P. 222–225.
18. T h o m a s T., T h o m a s T. J. Polyamine metabolism and cancer // *Journal of Cellular and Molecular Medicine*. 2003. Vol. 7. 113–126.
19. T i l H. P., F a l k e H. E., P r i n s e n M. K., W i l l e m s M. I. Acute and subacute toxicity of tyramine, spermidine, spermine, putrescine and cadaverine in rats // *Food and Chemical Toxicology*. 1997. Vol. 35. P. 337–348.
20. V e s e l á M., D r d á k M., S t a n d a r a S. Relation between free amino acids and the biogenic amines contents in green tomatoes inoculated with *Lactobacillus plantarum* // *Food Science*. 2003. Vol. 21(2). P. 51–58.
21. Z i e g l e r W., H a h n M., W a l l n o ě f e r P. R. Changes in biogenic amine contents during processing of several plant foods // *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*. 1994. Vol. 90. P. 108–112.

SODININKYSTÈ IR DARŽININKYSTÈ. SCIENTIFIC ARTICLES. 2007. 26(1).

ACUMUATION OF BIOGENIC AMINES IN LITHUANIAN VEGETABLES

G. Zaboskienė, G. Garmienė, I. Jasutienė, A. Šalaševičienė

Summary

The amounts of Biogenic amines (putrescine, histamine, cadaverine, tyramine) were determined in fresh vegetable: carrot, potato, beetroot, yellow pepper, cauliflower, broccoli, spinach, tomato. Maximum mean levels of tiramine (330.8–491.1 mg/kg) were detected in broccoli, putrescine (27.8–35.7 mg/kg) – in tomato, histamine (50.2–84.2 mg/kg) – in beetroot. The work presented the evaluation of amounts of biogenic amines in tomatoes and broccoli during vegetable ripening. The increase of the amounts of biogenic amines were significantly different ($P < 0.05$) between a) pink and red tomato, b) green and yellow broccoli.

Key words: biogenic amines, vegetables, histamine, cadaverine, putrescine, tiramine.