

BIOGENINIŲ AMINŲ SUSIDARYMO VIRTOSE IR KARŠTAI RŪKYTOSE DEŠROSE TYRIMAI

Galina Garmienė, Alviša Šalaševičienė, Antanas Šarkinas, Gintarė Zaborskienė, Aldona Baltušnikienė
Kauno technologijos universiteto Maisto institutas, Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas; el. p.: testlab@lmai.lt

Santrauka. Biogeninių aminų – tiramino, putrescino ir histamino – kiekiai nustatyti efektyviosios skysčių atvirkštinių fazių chromatografijos (ESC) metodu virtose ir karštai rūkytose dešrose realizavimo termino laikotarpiu. Virtos dešros atrinktos įmonėje, laikytos šaldytuve $5\pm 0,8^{\circ}\text{C}$ temperatūroje ir tirtos 1, 6, 13, 20 parą po pagaminimo. Karštai rūkytos dešros taip pat atrinktos įmonėje, laikytos šaldytuve $5,6\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ temperatūroje ir tirtos 1, 8, 15, 36 parą po pagaminimo. Dešrų laikymo metu tirta putrescino, histamino ir tiramino kiekio priklausomybė nuo mikrobiologinių rodiklių – koliforminių bakterijų, bendro bakterijų skaičiaus, fizikinių ir cheminių rodiklių: pH, laikymo temperatūros, vandens aktyvumo (a_w) reikšmių, sausųjų medžiagų ir baltymų kiekio.

Atlikę virtų dešrų tyrimus nustatėme, kad 1 parą po pagaminimo daugiausia biogeninių aminų buvo „Daktariškoje“ dešroje – 6,60 mg/kg, mažiausiai – 0,71 mg/kg – „Mažylių“. Per 20 parų realizavimo terminą bendras putrescino, histamino ir tiramino kiekis virtose dešrose mažėjo. Labiausiai aminai visų pavadinimų virtose dešrose sumažėjo per pirmąsias 6 paras. Tai siejama su putrescino kiekio mažėjimu tuo pačiu laikotarpiu. Vidutinės vandens aktyvumo reikšmės per visas 20 laikymo parų visose dešrose buvo panašios: „Daktariškoje“ – $0,939\pm 0,01$, „Originalioje“ – $0,941\pm 0,01$, „Mažylių“ – $0,938\pm 0,01$. Koliforminių bakterijų bandymo pradžioje neaptikta nė vienos rūšies dešroje. Laikymo metu šie mikroorganizmai taip pat nesivystė. Bendras bakterijų skaičius per 20 parų virtose „Daktariškoje“ ir „Mažylių“ dešrose padidėjo atitinkamai $0,8 \log_{10}(\text{KSV})/\text{g}$ ir $1,3 \log_{10}(\text{KSV})/\text{g}$, o „Originalioje daktariškoje“ sumažėjo $0,1 \log_{10}(\text{KSV})/\text{g}$.

Maksimali biogeninių aminų koncentracija 15 parą po pagaminimo užfiksuota karštai rūkytoje „Servelato“ dešroje – 0,64 mg/kg. Vėliau bendras jų kiekis mažėjo ir 36 parą „Servelato“, „Ypatingojoje“, „Saliami“ dešrose buvo atitinkamai 0,50; 0,21 ir 0,15 mg/kg. Vandens aktyvumo reikšmės visą dešrų laikymo periodą buvo nepalankios mikroorganizmų veiklai, a_w reikšmės buvo tarp 0,935 ir 0,923. Bendras bakterijų skaičius per visą laikotarpį didėjo: „Servelato“ dešroje per 36 paras po pagaminimo – $2,6 \log_{10}(\text{KSV})/\text{g}$, „Ypatingojoje“ – $2,5 \log_{10}(\text{KSV})/\text{g}$, „Saliami“ – $2,2 \log_{10}(\text{KSV})/\text{g}$. Koliforminių bakterijų dešrų bandiniuose bandymo pradžioje neaptikta. Vidutinės dešrų pH reikšmės svyravo nuo 6,07 iki 6,73. Sumažėjęs histamino kiekis per 8 paras po pagaminimo „Servelato“ dešroje sutampa su bendro bakterijų skaičiaus stabilizavimusi tuo pačiu laikotarpiu. Biogeninių aminų kiekis virtų dešrų realizavimo laikotarpiu turi tendenciją mažėti.

Raktažodžiai: virtos dešros, karštai rūkytos dešros, biogeniniai aminai, vandens aktyvumas.

INVESTIGATIONS OF FORMATION BIOGENIC AMINES IN COOKED AND COOKED – SMOKED SAUSAGES

Galina Garmienė, Alviša Šalaševičienė, Antanas Šarkinas, Gintarė Zaborskienė, Aldona Baltušnikienė
Food Institute of Kaunas University of Technology, Taikos pr. 92, LT-51180 Kaunas, Lithuania;
e-mail: testlab@lmai.lt

Summary. Tyramine, putrescine and histamine were determined with HPLC in cooked, cooked - smoked sausages during the self life period. Cooked sausages were taken from commercial, kept under $5\pm 0,8^{\circ}\text{C}$ and investigated 1, 6, 13, 20 days after manufacturing. Cooked - smoked sausages were taken from producers, kept under $5,6\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ and investigated 1, 8, 15, 36 days after manufacturing. The presence of biogenic amines (BA) Put, His, Tyr and its relationship with microbial development (coliforms, TBC), physico-chemical indices (pH, temperature, a_w , dry matter, proteins) was evaluated.

The investigation of cooked sausages revealed that the highest BA content was in „Daktariška“ - 6.6 mg/kg, the lowest - in „Mažyliu“ - 0.71 mg/kg sausage. The estimation of the biogenic amines (Put, His, Tyr) revealed the tendency of the constant decrease in the biogenic amine content during the first stages of the storage followed by the increase after 20 days. The lowest level of BA in all types of samples was observed on 6 day after manufacturing, which was connection of Put reduction.

a_w didn't change significantly during 20 days storage period and was comparable in all samples of the produces: „Daktariška“ - $0,939\pm 0,01$, „Originalioji“ - $0,941\pm 0,01$, „Mažyliu“ - $0,938\pm 0,01$.

No accumulation of Coli forms was observed in all samples of the sausages during storage period. TBC increased in „Daktariška“ and „Mažyliu“ 0.8 lg (CFU) and 1.3 respectively, although reduced in „Originalioji“ - 0.1 lg (CFU) during 20 days storage period.

The highest concentration of BA in cooked-smoked sausages was observed on 15 day after manufacturing: „Servelatas“ - 0.64 mg/kg. The decrease took place later, and the 36 day the BA content reached levels such as 0.50,

0.21, 0.15 mg/kg in "Servalatas", "Ypatingoji", "Saliami" sausages respectively. A_w values were unfavourable (0.935 - 0.923) to microflora development during the storage period. TBC increased in the cooked-smoked sausage during 36 days of storage: "Servalatas" - 2.6, "Ypatingoji" - 2.5, "Saliami" - 2.2 lg (CFU). No accumulation of Coli forms was observed in all samples of the sausages during storage period. No big variability (6.07 - 6.73) was observed in pH values in the sausages.

The reduction of Histamine was observed on 8 day after manufacturing which is in comply with TBC equilibrium at the same period of the sausages storage.

Key words: cooked and cooked - smoked sausages, biogenic amines, water activity.

Įvadas. Biogeniniai aminai yra biologiškai aktyvūs komponentai, susidarantys iš aminorūgščių sintezės būdu. Maisto produktuose biogeniniai aminai dažniausiai atsiranda dėl puviną sukeliančių bakterijų veiklos, ir vertinami kaip potencialiai toksiški junginiai (Eggum et al., 1989). Taip histaminas susidaro iš histidino, tiraminas – iš tirozino, kadaverinas – iš lizino, serotoninas – iš triptofano, putrescinas – iš arginino, spermidinas ir sperminas – iš arginino ir metionino. Jų toksiškumas priklauso ir nuo sinergetinio poveikio vienas kito atžvilgiu, pvz., histamino toksiškumą didina kadaverinas, putrescinas ir tiraminas (Mantis et al., 2005).

Histaminas, putrescinas, kadaverinas, tiraminas, triptaminas, beta feniletilaminas, sperminas ir spermidinas yra patys svarbiausi maisto produktų biogeniniai aminai keliamos rizikos sveikatai požiūriu. Jų kiekis, cheminė sudėtis virtose ir karštai rūkytose dešrose daugiausia priklauso nuo žaliavos kokybės, receptūros, mikrofloros, produkto technologinių parametrų, laikymo sąlygų (Draisci et al., 1998; Bover-Cid, Shoppen, 1999; Bover-Cid et al., 2001).

Mikrofloros augimas termiškai apdorotose dešrose priklauso nuo laikymo temperatūros, terpės pH, vandens aktyvumo (a_w), NaCl, nitritų ir kitų priedų koncentracijos (Korkeala et al., 1990; Buncic et al., 1997; Aymerich et al., 2000). Mikroorganizmų egzistencijai ir veiklai reikalingas vanduo, todėl labai svarbi yra pradinė vandens aktyvumo reikšmė (a_w). Termiškai apdorotuose produktuose, kurių gamybai naudojamas ledas, a_w ir pH reikšmės yra aukštos, atitinkamai 0,97–0,98 ir 6,0–6,4. Technologija ir daugelis maisto priedų, pH rodikliai ir a_w apsprendžia jų reikšmes (Tändler, 1985; Mantis et al., 2005). Valgomoji druska (NaCl) turi įtakos ne tik vandens aktyvumui, bet gali paskatinti *Lactobacillus curvatus* augimą, padidinti tiramino koncentraciją (Eerola, Majjala, 1996). Tuo tarpu delta laktonas ryškiai slopina putrescino susidarymą mėsos produktuose (Majjala et al., 1993). Biogeniniai aminai gali reaguoti ir su nitritais, plačiai naudojami virtų, karštai rūkytų dešrų gamyboje, ir formuoti potencialiai karcinogeninius nitrozaminus (Shalaby, 1996).

Termiškai apdoroto produkto bendras bakterijų skaičius ir mikrofloros kompozicija priklauso nuo dešros masės mikrofloros, gamybos higienos. Vėliau mikrofloros sudėtis priklauso nuo laikymo temperatūros pardavimo ir vartojimo metu, terminio apdoravimo efektyvumo (Holley et al., 1988; Nychas et al., 1988; Korkeala et al., 1992; Samelis et al., 1998a). Aukštesnėje nei 65°C temperatūroje inaktyvuojamos dekarboksilazės (Straub, 1994; Keba-

ry, 1999) – pagrindinis veiksnys biogeninių aminų susidarymo procese. Dešrų pjaustymo ir pakavimo metu yra didelė galimybė įnešti į produktą karščiui atsparių bakterijų ir sporų (Samelis et al., 1998a).

Sandėliavimo sąlygos taip pat gali paspartinti arba sulėtinti biogeninių aminų susidarymą mėsos produkte. Kaip rodo tyrimai (Komprda et al., 2001; Edwards et al., 1985; Ansorena et al., 2001), atskirų biogeninių aminų, ypač tiramino, kiekiai sandėliavimo metu padidėja nežymiai, tačiau bendras biogeninių aminų kiekis dešrose, laikytose aukštoje (22°C) temperatūroje, padidėja ženkliai (Edwards et al., 1985; Majjala et al., 1995).

Tokie veiksniai kaip dešros skersmuo taip pat gali daryti įtaką biogeninių aminų formavimuisi. Biogeninių aminų didesnio skersmens dešrose buvo daugiau negu mažesnio skersmens, dešros viduryje jų randama daugiau negu galuose (Bover-Cid, Izquierdo-Pulido, 2001). Tai siejama taip pat su vandens aktyvumu, veikiančiu mikroorganizmų augimą (Ruiz-Capillas, 2004).

Apibendrinant literatūros duomenis galima pastebėti, kad daugeliu atvejų biogeninių aminų susidarymą apsprendžia žaliavų kokybė, konservuojamieji ir funkciniai priedai, šiluminio apdoravimo režimas, saugojimo sąlygos.

Darbo tikslas – ištirti biogeninių aminų kiekį virtose ir karštai rūkytose dešrose, pagamintose toje pačioje įmonėje. Įvertinti putrescino, histamino ir tiramino kiekio priklausomybę nuo mikrobiologinių rodiklių: koliforminių bakterijų, bendro bakterijų skaičiaus, fizikinių ir cheminių rodiklių – pH, laikymo temperatūros, vandens aktyvumo a_w reikšmių, sausųjų medžiagų bei bendro balty-
mų kiekio.

Medžiagos ir metodai. Aukščiausios rūšies dešros buvo pagamintos iš vienodos žaliavos toje pačioje įmonėje. Tyrimui atrinktos įvairaus skersmens tik ką pagamintos virtos dešros: 7 cm – „Daktariška“ ir „Originali daktariška“, 6 cm – „Mažylių“; karštai rūkytos: 5 cm – „Servalatas“ ir „Saliami“, 7 cm – „Ypatingoji“.

Fizikiniai ir cheminiai metodai. Biogeninių aminų – tiramino, putrescino ir histamino sililinių junginių kiekybinė analizė atlikta efektyviosios skysčių atvirkštinių fazių chromatografijos metodu. Mėginiai buvo homogenizuoti. Biogeniniai aminai ekstrahuoti 0,4 mol/l perchloro rūgštimi. Ekstrakto dalis termostatuota 45 min. 40°C su dansylchlorido tirpalu (5-dimethylaminonaphtalene-1-sulfonylechloride) priedu. Po derivatizacijos, atvėsinus iki kambario temperatūros, dansylchlorido likutis pašalintas 25 proc. amoniaku. Mėginiai nufiltruoti per 0,45 μm filtrą, išvirkšti po 20 μl ir išanalizuoti pagal ESC sistemą. ESC sistema – kolonėlė LiChroCART® 125-4 plieninė, eliuen-

tas: B — acetonitrilas, A — amonio acetatas 0,1 mol/l (50 proc. B iki 90 proc. B per 19 min., eiga 20 min., po eigos 50 proc. B 8 min.), tėkmės sparta — 0,9 ml/min., UV detekcija esant 254 nm. Identifikacija atlikta lyginant kiekvieno nustatomo standarto sulaikymo trukmę su kiekvienos etaloninės medžiagos sulaikymo trukme. Kiekybinė analizė atlikta pagal vidinio standarto metodą, skaičiuojant smailės plotą apibrėžtam etaloninės medžiagos kiekiui. Tyrimai kartoti 3–4 kartus.

Baltymų kiekis nustatytas azoto kiekį dauginant iš koeficiento 6,25. Azoto kiekis nustatytas Kjeldalio metodu pagal LST ISO 937:2000.

Drėgmė dešrose buvo nustatyta pagal standartinį metodą LST ISO 1442:2000.

Drėgmės kiekio nustatymas. Dešrų terpės pH nustatyta pH-metru „Denver Instrument, Basic“.

Vandens aktyvumas dešrose a_w nustatytas termokonsanteriu „Novasina TH-2“.

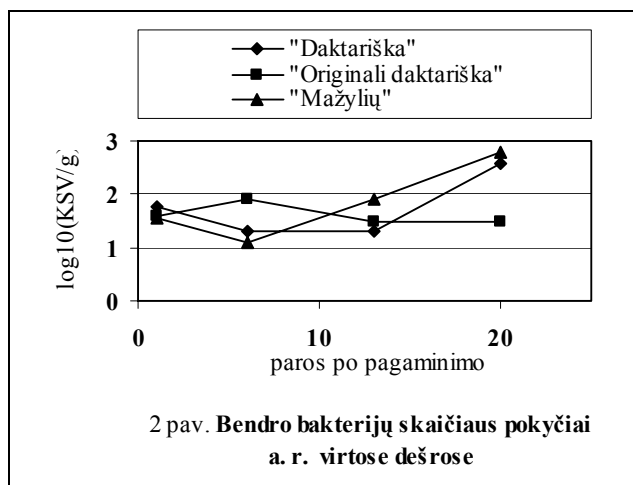
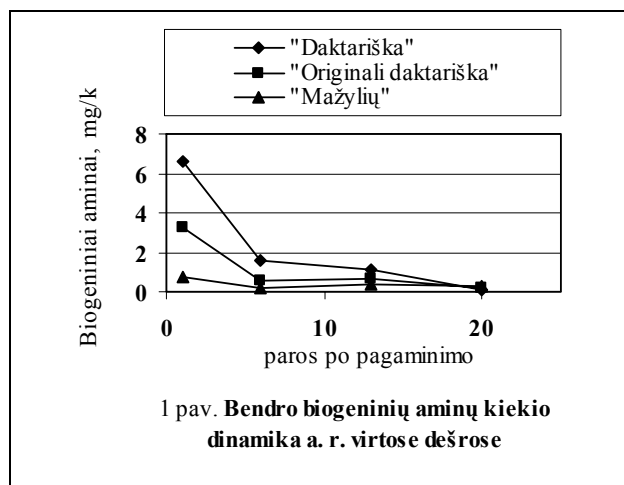
Mikrobiologinė analizė. Koliforminių bakterijų skaičius nustatytas sėjant į standžią selektyviąją terpę, viole-

tiškai raudoną tulžies ir laktozės (VRTL) agarą po 24 val. inkubacijos 37°C temperatūroje. Bendras bakterijų skaičius buvo nustatytas sėjimo į lėkšteles metodu po 24–48 val. inkubavimo 37 °C temperatūroje.

Tyrimų rezultatai. Atlikę biogeninių aminų tyrimus virtose dešrose nustatėme, kad 1 parą po pagaminimo didžiausias biogeninių aminų kiekis buvo „Daktariškoje“ dešroje – 6,60 mg/kg, mažiausias – 0,71 mg/kg „Mažylių“ dešroje (1,2,3 lentelės). 1 parą po pagaminimo „Daktariškoje“ ir „Originalioje“ dešrose rasta daugiausia putrescino, atitinkamai 5,32 mg/kg ir 3,02 mg/kg, o „Mažylių – histamino – 0,35 mg/kg. Putrescino kiekis mėsos produktuose visada siejamas su tokių bakterijų kaip *Enterobacteriaceae* ir *Clostridium* spp. aktyvumu (Shalaby, 1996). Šiuo atveju putrescino buvo nedaug, koliforminių bakterijų per visą laikotarpį tirtose dešrose nerasta. Putrescinas, manytume, galėjo patekti su žaliava, žinduolių organizme ir augaluose jis susidaro iš ornitino, veikiant ornitino dekarboksilazei.

1 lentelė. „Daktariškos“ dešros vidutinės fizikinių ir cheminių rodiklių reikšmės

Rodiklis		Para po pagaminimo			
		1	6	13	20
Biogeniniai aminai, mg/100g	Put	5,32±0,12	0,70±0,15	0,55±0,02	0,05±0,01
	His	0,16±0,03	0,12±0,01	0,46±0,02	0,02±0,01
	Tir	1,12±0,02	0,80±0,06	0,13±0,07	0,01±0,005
	Bendras	6,60±0,06	1,62±0,07	1,14±0,04	0,08±0,01
pH		6,19±0,02	6,21±0,02	6,28±0,02	6,33±0,02
a_w		0,938±0,01	0,937±0,01	0,941±0,01	0,941±0,01
Baltymai, %		10,1±0,12	10,5±0,06	9,6±0,22	10,0±0,13
Drėgnis, %		65,4±0,19	65,1±0,27	65,2±0,18	65,1±0,11
Laikymo temperatūra, °C		5,0	5,8	4,2	4,4
Dešros temperatūra, °C		7,5	5,3	5,5	5,3



Per 20 parų dešrų realizavimo terminą bendras biogeninių aminų kiekis visose dešrose sumažėjo (1 pav.). Labiausiai visų pavadinimų dešrose jis sumažėjo per pirmąsias 6 paras po pagaminimo. Tai siejama su putrescino kiekio mažėjimu tuo pačiu laikotarpiu. Panašius rezultatus pateikia ir kiti mokslininkai. I. Yano su kitais tyrėjais (1995) užfiksavo ženkliai sumažėjusį putrescino kiekį

mėsos produktuose per 13 parų, kai tuo tarpu spermidino ir spermino kiekis nesikeitė. G. Vinci ir M. L. Antonelli (2002) taip pat pastebėjo putrescino kiekio mažėjimą jautienoje ir vištienoje, laikytose 4°C temperatūroje 36 dienas, bet spermidino koncentracija žymiai padidėjo. Manytume, kad termiškai ir mechaniškai neapdorotoje mėsoje veikia fermentinė sistema, ir putrescinas galėtų būti nau-

dojamas spermato ir spermidino sintezei, tačiau virtuose mėšos produktuose, daugelio mokslininkų nuomone, putrescino kiekis mažėja dėl bakterijų veiklos (Kalač et al., 2004). Gyvulinės kilmės produktuose putrescino kiekio mažėjimas siejamas su bakterijų aktyvumu. Kitų mokslininkų tyrimai rodo, kad, pavyzdžiui, 1,4-diaminobutano dihidrochlorido formos putrescinas yra geriausias substratas bakterinei diamino oksidazei išgauti (Zeller et al.,

1951). Taigi, pvz., *Mycobacterium* padermės, veikiant diamino oksidazei iš putrescino (oksidacijai reikalingas vanduo), gamina amoniaką ir peroksidą, o kai kurios *Escherichia coli* padermės sintetina S-adenosylmethioniną, naudojamą spermidino gamybai iš putrescino, dalyvaujant metioninui. Kita vertus, spermidinas stabdo šių bakterijų augimą (Su and Cohen, 1973).

2 lentelė. „Originalios daktariškos“ dešros vidutinės fizikinių ir cheminių rodiklių reikšmės

Rodiklis		Para po pagaminimo			
		1	6	13	20
Biogeniniai aminai, mg/100g	Put	3,02±0,09	0,08±0,02	0,21±0,07	0,04±0,01
	His	0,21±0,01	0,37±0,06	0,25±0,09	0,14±0,06
	Tir	0,06±0,01	0,10±0,01	0,23±0,03	0,05±0,01
	Bendras	3,29±0,03	0,55±0,03	0,69±0,06	0,23±0,02
pH		5,76±0,02	5,89±0,02	6,02±0,02	6,14±0,02
a _w		0,936±0,01	0,943±0,01	0,940±0,01	0,947±0,01
Baltymai, %		9,7±0,17	10,2±0,09	10,1±0,04	9,7±0,16
Drėgnis, %		64,4±0,15	64,3±0,13	64,2±0,08	63,9±0,11
Laikymo temperatūra, °C		5	5,8	4,2	4,4
Dešros temperatūra, °C		7,8	5,9	5,8	5,3

3 lentelė. „Mažylių“ dešros vidutinės fizikinių ir cheminių rodiklių reikšmės

Rodiklis		Para po pagaminimo			
		1	6	13	20
Biogeniniai aminai, mg/100g	Put	0,19±0,03	0,08±0,02	0,11±0,05	0,08±0,02
	His	0,35±0,05	0,1±0,06	0,13±0,03	0,18±0,05
	Tir	0,17±0,03	0,01±0,007	0,16±0,08	-
	Bendras	0,71±0,04	0,19±0,02	0,40±0,05	0,26±0,02
pH		5,95±0,02	5,98±0,02	6,0±0,02	6,05±0,02
a _w		0,9365±0,01	0,940±0,01	0,942±0,01	0,935±0,01
Baltymai, %		10,5±0,10	10,5±0,19	10,15±0,23	10,2±0,16
Drėgnis, %		64,4±0,29	64,2±0,16	64,0±0,09	64,3±0,21
Laikymo temperatūra, °C		5	5,8	4,2	4,4
Dešros temperatūra, °C		7,0	5,0	5,6	5,3

Pirmąsias 6 paras po pagaminimo pastebėta bendro bakterijų skaičiaus mažėjimas „Daktariškoje“ ir „Mažylių“ dešrose, atitinkamai 0,5 ir 0,4 log₁₀(KSV)/g (2 pav.).

Manytume, kad putrescino kiekio sumažėjimui per pirmąsias 6 paras didžiausią įtaką turėjo pagal receptūrą naudoti antibakterinį poveikį turintys maisto priedai. Kita vertus, virtų dešrų gamybai gali būti naudojami augaliniai priedai, tokie kaip sojos pupelių produktai, salierai, kuriuose taip pat yra nemažai poliaminų. Per 5 dienas, laikant kai kuriuos augalinius produktus 5°C temperatūroje, putrescino sumažėja net 3–8 kartus, nežymiai keičiasi spermidino ir spermato kiekis (Simon-Sarkadi et al., 1994).

Bendro bakterijų skaičiaus augimo fazė „Daktariškoje“ ir „Mažylių“ dešrose pastebėta 6–20 parą, o „Originalioje daktariškoje“ dešroje – per pirmąsias 6 paras po pagaminimo. Bendro bakterijų skaičiaus didėjimas 6–13 laikymo parą „Daktariškoje“ ir „Mažylių“ dešrose turėjo įtakos nežymiai padidėjusiam tiramino ir histamino kiekiui, bet sąsajos tarp bendro bakterijų skaičiaus ir bendro biogeninių aminų kiekio 20 parų laikotarpiu nebuvo. Dešrų skersmuo galėjo šiek tiek veikti biogeninių aminų susi-

darymą, nes plonesnėje „Mažylių“ dešroje biogeninių aminų bendras kiekis buvo mažesnis negu kitose dešrose.

Fizikiniai ir cheminiai rodikliai per 20 parų keitėsi nežymiai. Vidutinė dešrų laikymo temperatūra visą laikotarpį buvo 5±0,8°C. Pradinės vandens aktyvumo reikšmės visose virtuose dešrose buvo panašios – 0,936–0,938, laikymo metu „Daktariškoje“ dešroje keitėsi nuo 0,938 iki 0,941, „Originalioje daktariškoje“ – 0,936–0,947, „Mažylių“ – 0,936–0,935. Vidutinės vandens aktyvumo reikšmės per visą 20 parų laikymo periodą visose dešrose buvo panašios: „Daktariškoje“ – 0,939±0,01, „Originalioje daktariškoje“ – 0,941±0,01, „Mažylių“ – 0,938±0,01. Optimalios a_w reikšmės bakterijų augimui svyruoja tarp 0,98 ir 0,99, įskaitant ir halofilines, osmofilines bei ksero-filines bakterijas (Scott, 1957; Hansen, Riemann, 1962). Nedidelės vandens aktyvumo reikšmės rodo, kad palankių sąlygų vystytis mikroorganizmams dešrose nebuvo. Reikšmės pH „Daktariškoje“, „Originalioje daktariškoje“, „Mažylių“ dešrose per 20 parų kito atitinkamai 6,19–6,33; 5,76–6,14 ir 5,95–6,05. Nežymus dešrų pH padidėjimas rodo susidariusius šarminius junginius. Per

20 parų laikymo periodą sausųjų medžiagų ir baltymų kiekis visose dešrose kito labai nežymiai. Vadinasi, dešros mažai nudžiūvo. Vidutinis drėgnis „Daktariškoje“, „Originalioje daktariškoje“ ir „Mažylių“ dešrose buvo atitinkamai $65,2 \pm 0,36$; $64,2 \pm 0,12$ ir $64,22 \pm 0,19$. Šiuos rezultatus visu laikotarpiu sąlygojo pastovios vandens aktyvumo reikšmės.

Karštai rūkytose dešrose biogeninių aminių yra mažiau negu virtose. Pirmą parą po pagaminimo biogeninių aminių rasta tik „Servalate“. Joje histamino nustatyta $1,07$ mg/kg (4, 5, 6 lentelės). Vėliau nedaug biogeninių aminių susidarė visose dešrose. Putrescino kiekis per visą 36 parų laikotarpį visose dešrose svyravo nuo 0 iki $0,32$ mg/kg, histamino – $0-1,07$ mg/kg, tiramino – $0-0,26$ mg/kg.

4 lentelė. „Servalato“ dešros vidutinės fizikinių ir cheminių rodiklių reikšmės

Rodiklis		Para po pagaminimo			
		1	8	15	36
Biogeniniai aminai, mg/kg	Put	-	$0,14 \pm 0,10$	$0,32 \pm 0,12$	$0,11 \pm 0,02$
	His	$1,07 \pm 0,01$	$0,29 \pm 0,06$	$0,22 \pm 0,09$	$0,13 \pm 0,06$
	Tir	-	$0,13 \pm 0,04$	$0,10 \pm 0,05$	$0,26 \pm 0,10$
	Bendras	$1,07 \pm 0,01$	$0,56 \pm 0,07$	$0,64 \pm 0,05$	$0,50 \pm 0,06$
pH		$6,07 \pm 0,02$	$6,16 \pm 0,02$	$6,23 \pm 0,02$	$6,73 \pm 0,02$
a_w		$0,935 \pm 0,01$	$0,934 \pm 0,01$	$0,932 \pm 0,01$	$0,923 \pm 0,01$
Baltymai, %		$12,7 \pm 0,11$	$12,8 \pm 0,13$	$13,4 \pm 0,09$	$15,9 \pm 0,15$
Drėgnis, %		$55,1 \pm 0,16$	$55,1 \pm 0,15$	$54,4 \pm 0,11$	$47,6 \pm 0,17$
Laikymo temperatūra, °C		5,0	5,8	5,5	6,0
Dešros temperatūra, °C		7,2	6,1	5,1	5,0

5 lentelė. „Ypatingosios“ dešros vidutinės fizikinių ir cheminių rodiklių reikšmės

Rodiklis		Para po pagaminimo			
		1	8	15	36
Biogeniniai aminai, mg/kg	Put	-	$0,07 \pm 0,03$	$0,14 \pm 0,02$	$0,03 \pm 0,01$
	His	-	$0,12 \pm 0,07$	$0,32 \pm 0,06$	$0,11 \pm 0,08$
	Tir	-	$0,04 \pm 0,01$	$0,11 \pm 0,03$	$0,07 \pm 0,01$
	Bendras	-	$0,23 \pm 0,04$	$0,57 \pm 0,04$	$0,21 \pm 0,03$
pH		$6,12 \pm 0,02$	$6,19 \pm 0,02$	$6,16 \pm 0,02$	$6,87 \pm 0,02$
a_w		$0,937 \pm 0,01$	$0,930 \pm 0,01$	$0,932 \pm 0,01$	$0,933 \pm 0,01$
Baltymai, %		$12,2 \pm 0,11$	$12,8 \pm 0,16$	$13,0 \pm 0,12$	$15,6 \pm 0,05$
Drėgnis, %		$55,4 \pm 0,03$	$54,8 \pm 0,12$	$54,1 \pm 0,11$	$50,0 \pm 0,04$
Laikymo temperatūra, °C		5,0	5,8	5,5	6,0
Dešros temperatūra, °C		7,5	6,4	5,3	5,3

6 lentelė. „Saliami“ dešros vidutinės fizikinių ir cheminių rodiklių reikšmės

Rodiklis		Para po pagaminimo			
		1	8	15	36
Biogeniniai aminai, mg/kg	Put	-	$0,18 \pm 0,05$	$0,09 \pm 0,03$	$0,07 \pm 0,04$
	His	-	$0,35 \pm 0,11$	$0,32 \pm 0,11$	$0,06 \pm 0,03$
	Tir	-	$0,06 \pm 0,03$	$0,03 \pm 0,01$	$0,02 \pm 0,01$
	Bendras	-	$0,59 \pm 0,07$	$0,44 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,03$
pH		$6,12 \pm 0,02$	$6,17 \pm 0,02$	$6,20 \pm 0,02$	$6,78 \pm 0,02$
a_w		$0,932 \pm 0,01$	$0,938 \pm 0,01$	$0,931 \pm 0,01$	$0,929 \pm 0,01$
Baltymai, %		$12,4 \pm 0,01$	$13,1 \pm 0,01$	$12,8 \pm 0,01$	$15,4 \pm 0,01$
Drėgnis, %		$53,9 \pm 0,11$	$53,1 \pm 0,20$	$53,9 \pm 0,16$	$46,5 \pm 0,05$
Laikymo temperatūra, °C		5,0	5,8	5,5	6,0
Dešros temperatūra, °C		7,3	6,0	4,8	4,8

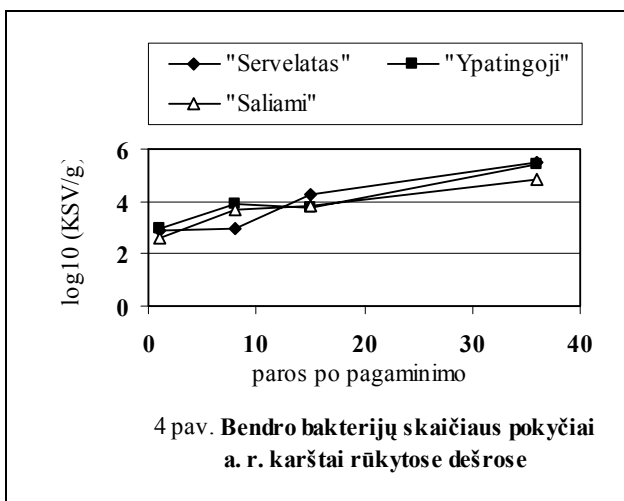
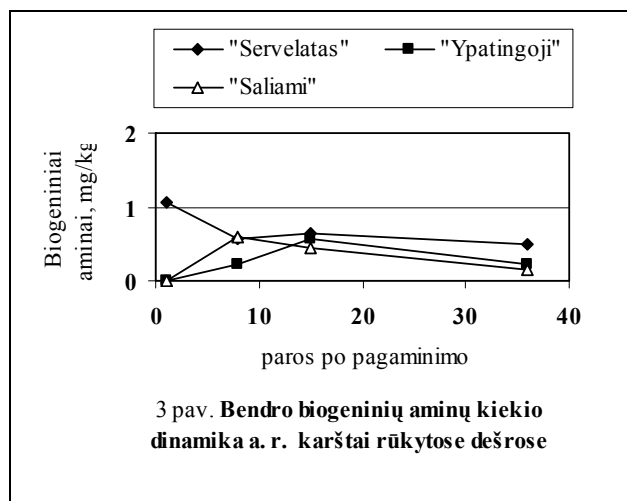
Bendro biogeninių aminių kiekio dinamika parodyta 4 pav. Bendras biogeninių aminių kiekis didėjo iki 15 parų po pagaminimo dešrose „Servalatas“ ir „Ypatingoji“, ir iki 8 parų – „Saliami“ dešroje. „Servalate“ per pirmąsias 8 paras pastebėta bendro biogeninių aminių kiekio kritimas, susijęs su histamino koncentracijos sumažėjimu. Maksi-

mali biogeninių aminių koncentracija užfiksuota 15 parą po pagaminimo „Servalato“ dešroje – $0,64$ mg/kg. Vėliau bendras jų kiekis mažėjo ir 36 parą „Servalato“, „Ypatingojoje“ ir „Saliami“ dešrose buvo atitinkamai $0,50$; $0,21$ ir $0,15$ mg/kg. Priešingai kitų mokslininkų stebėjimams, parodžiusiems, kad plonesnėse dešrose yra mažiau biogeni-

nių aminų negu storesnėse (Bover-Cid, Izquierdo-Pulido, 2001), mūsų tirtu atveju karštai rūkytų dešrų panašus diametras didesnės įtakos biogeninių aminų kiekiui neturėjo.

Vandens aktyvumo reikšmės visą dešrų laikymo laikotarpį buvo nepalankios mikroorganizmų veiklai, a_w reikšmės buvo tarp 0,935 ir 0,923. Temperatūra visą dešrų

laikymo periodą buvo pastovi – $5,6 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Nepriklausomai nuo to, bendras bakterijų skaičius per visą laikotarpį didėjo, „Servalato“ dešroje per 36 paras po pagaminimo bendras bakterijų skaičius padidėjo $2,6 \log_{10}(\text{KSV})/\text{g}$, dešroje „Ypatingoji“ – $2,5 \log_{10}(\text{KSV})/\text{g}$, „Saliami“ – $2,2 \log_{10}(\text{KSV})/\text{g}$ (4 pav.).



Dešrų pH reikšmių padidėjimas nuo 6,07 iki 6,73 taip pat rodo dešrų sudėties pokyčius dėl bakterijų veiklos. Bendro bakterijų skaičiaus didėjimas rodo, kad aktyviai buvo naudojamos mažamolekulinės medžiagos – diaminai, karbohidratai, vanduo ir kt. – substratas bakterijų gyvybinei veiklai palaikyti bei daugintis.

36 parų laikotarpio pabaigoje vandens aktyvumo reikšmės buvo 1,3 proc. mažesnės negu pradinės. Drėgmė per 36 paras sumažėjo 14 proc. Esant tokiam nudžiūvimui bendras baltymų kiekis padidėjo 25 proc. Biogeninių aminų kiekis dešrų laikymo pabaigoje, atsižvelgiant į šiuos rodiklius, galėtų būti iki 25 proc. mažesnis. Histamino kiekio mažėjimas per pirmąsias 8 paras po pagaminimo „Servalato“ dešroje“ nesusijęs su nudžiūvimu ir sutampa su bendro bakterijų skaičiaus stabilizavimusi tuo pačiu periodu.

Aptarimas ir išvados. Galime teigti, kad:

1. Terminiškai apdorotose vieno gamintojo dešrose yra labai mažai putrescino, histamino ir tiramino. Virtų dešrų realizavimo laikotarpiu bendras putrescino, histamino, tiramino kiekis svyruoja nuo 0,08 iki 6,6 mg/kg, o karštai rūkytų – 0–1,07 mg/kg. Biogeninių aminų kiekis virtų dešrų realizavimo laikotarpiu turi tendenciją mažėti.

2. Saugūs pradiniai virtų bei karštai rūkytų dešrų mikrobiologiniai, fizikiniai ir cheminiai rodikliai, atitinkamos laikymo sąlygos užtikrina jų saugumą biogeninių aminų atžvilgiu visą realizavimo laiką. Manytume, mažesnės pradinio drėgno reikšmės (kaip ir mažesnės a_w reikšmės) karštai rūkytose dešrose darė įtaką mažesniai bendram biogeninių aminų kiekiui, skirtingai nei virtose dešrose, kur pradinės drėgno reikšmės buvo 10 proc. didesnės. Tačiau nei pradinės drėgno ir vandens aktyvumo reikšmės, nei 14 proc. nudžiūvimas neturėjo įtakos bendram bakterijų skaičiui 36 parų laikymo periodu karštai rūkytose dešrose ir siekė du kartus didesnes reikšmes negu vir-

tose dešrose.

3. Putrescino, histamino ir tiramino bendro kiekio virtose dešrose staigus mažėjimas laikymo pradžioje sutampa su bendro bakterijų skaičiaus stabilizavimusi arba mažėjimu. Jei šie biogeniniai aminai sunaudojami bakterijų veiklai, tai reikėtų išplėsti tyrimus nustatant sperminą bei spermidiną, kitus, bakterijų veiklą stabilizuojančius ar stabdančius šalutinius veiklos produktus, pvz., peroksidą ir kt. Reikėtų įvertinti ir priedų įtaką bendram bakterijų skaičiui bei biogeninių aminų susidarymui.

4. Virtų dešrų skersmuo turi įtakos biogeninių aminų susidarymui: mažesnio skersmens dešrose yra mažiau biogeninių aminų, bet panašaus skersmens karštai rūkytose dešrose jų kiekio priklausomybė nuo skersmens nenustatyta.

Dėkojame Valstybiniam mokslo ir studijų fondui, paremusiam šį darbą.

Literatūra

1. Ansorena D., Montel M. C., Rokka M., Talon R., Eerola S., Rizzo A., Raemaekers M., Demeyer D. Analysis of biogenic amines in northern and southern European sausages and role of flora in amine production. *Meat Science*. 2001. Vol. 61(2). P. 141–147.
2. Aymerich M., Artigas M. G., Garriga M., Monfort J. M., Hugas M. Effect of sausage ingredients and additives on the production of enterocins A and B by *Enterococcus faecium* CTC492. Optimization of *in vitro* production and anti-listerial effect in dry fermented sausages. *Journal of Food Microbiology*. 2000. Vol. 92. P. 189–197.
3. Bover-Cid S., Izquierdo-Pulido M. Changes in biogenic amines and polyamine contents in slightly fermented sausages manufactured with and without sugar. *Meat Science*. 2001. Vol. 57. P. 215–221.
4. Bover-Cid S., Miguelez-Arrizado M. J., Vidal-Carou M. C. Biogenic amine accumulation in ripened sausages affected by

- the addition of sodium sulphite. *Meat Science*. 2001. Vol. 59 (4). P. 391–396.
5. Bover-Cid S., Shoppen S. Relationship between biogenic amine contents and the size of dry fermented sausage. *Meat Science*. 1999. Vol. 51. P. 305–311.
 6. Buncic S., Avery S. M., Moorhead S. M. Insufficient antilisterial capacity of low inoculum *Lactobacillus* cultures on long-term stored meats at 40°C. *International Journal of Food Microbiology*. 1997. Vol. 34. P. 157–170.
 7. Draisci R., Volpe G., Lucentini L., Cecilia A., Federico R., Palleschi G. Determination of biogenic amines with an electrochemical biosensor and its application to salted anchovies. *Food Chemistry*. 1998. Vol. 62 (2). P. 225–233.
 8. Edwards R. A., Dainty R. H., Hiband C. M. Putrescine and cadaverine formation in vacuum packed beef. *Journal. Applied Bacteriology*. 1985. Vol. 58. P. 13–19.
 9. Eerola S., Majjala M. Biogenic amines in dry sausages as affected by starter culture and contaminant amine-positive *Lactobacillus*. *Journal Food Science*. 1996. Vol. 61. P.1243–1246.
 10. Eerola S., Majjala R., Roig Sagues A. X., Salminen M., Hirvi T. Biogenic amines in dry sausages as affected by starter culture and contaminant amine-positive *Lactobacillus*. *Journal Food Science*. 1996. Vol. 61. P. 1243–1246.
 11. Eggum B. O., Hansen N. E., Sorensen H. Amino acid precursors of biogenic amines. In: Friedman M. (Ed.), *Absorption and utilization of amino acids*. 1989. Vol. 3, CRC Press, Inc., Boca Raton, FL. P. 67–90.
 12. Hansen N. H., Riemann H. Mikrobiologische Baschaffenheit von vorverpacktem Fleisch und Fleischwaren. *Die Fleischwirtschaft*. 1962. Vol. 14. P. 861.
 13. Holley R. A., Lammerding A. M., Tittiger F. Microbiological safety of traditional and starter-mediated processes for the manufacture of Italian dry sausage. *International Journal of Food Microbiology*. 1988. Vol. 7. P. 49–62.
 14. Kalač P., Krausova P., Križek. Content of polyamines in beef and bovine liver after slaughtering. COST 922 Health implications of dietary amines. *Food safety – New perspectives*. Larnaca, 2004. P. 21–24.
 15. Kebary K. M. K., El-Sonbaty A. H., Badawi R. M. Effects of heating milk and accelerating ripening of low fat cheese on biogenic amines and free amino acids development. *Food Chemistry*. 1999. Vol. 64. P. 67–75.
 16. Korkeala H., Alanko T., Tiusanen T. Effect of sodium nitrite and sodium chloride on growth of lactic acid bacteria. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 1992. Vol. 33. P. 27–32.
 17. Korkeala H., Alanko T., Makela P., Lindroth S. 1990. Lactic acid and pH as indicators of spoilage for vacuum-packed cooked ring sausages. *International Journal of Food Microbiology*. Vol. 10. P. 245–253.
 18. Majjala R., Nurmi E. Influence of processing temperature on the formation of biogenic amines in dry fermented sausages. *Meat Science*. 1995. Vol. 39 (1). P. 9–22.
 19. Majjala R. L., Eerola S. H., Aho M. A., Hirn J. A. The effect of GDL-induced pH decrease on the formation of biogenic amines in meat. *Journal of Food Protection*. 1993. Vol. 56. P. 125–129.
 20. 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.
 21. Nychas G. J., Dillon V. M., Board R. G. Glucose, the key substrate in the microbiological changes occurring in meat and certain meat products. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 1988. Vol. 10. P. 203–231.
 22. Ruiz-Capillas C., Jimenez-Colmenero F. Biogenic Amines in Meat and Meat Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2004. Vol. 44. P. 489–499.
 23. Samelis J., Metaxopoulos J., Vlasi M., Pappa A. Stability and safety of traditional Greek salami – a microbiological ecology study. *International Journal of Food Microbiology*. 1998a. Vol. 44. P. 69–82.
 24. Samelis J. A., Kakouri K. G., Georgiadou., Metaxopoulos J. Evaluation of the extent and type of bacterial contamination at different stages of processing of cooked ham. *Journal of Applied Microbiology*. 1998b. Vol. 84 P. 649–660.
 25. Scott W. J. Water relations of food spoilage microorganisms. *Advances in Food Research*. 1957. Vol. 7. P. 83.
 26. Shalaby A. R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Research International*. 1996. Vol. 29 (7). P. 675–690.
 27. Simon-Sarkadi L., Holzapfel W. L., Halasz 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.
 28. Straub B. W., Tichaczek P. S., Kicherer M., Hammes W. P. Formation of tyramine by *Lactobacillus curvatus* LTH 972. *Lebensmittel Unters. F. A.*1994. Vol. 1. P. 9–12.
 29. Su C. H. and Cohen S. S. Interrelations of S-adenosylmethionine and polyamines in *Escherichia coli* K12. *Polyamines in normal and neoplastic growth*. Raven Press. New York, 1973. P. 299–306.
 30. Tändler K. Frischware und Vorverpackung. In: *Technologie der Brühwurst*. ed. K. Tandler, Akademie Verlag, Berlin, 1985. P. 206–227.
 31. Vinci G., & Antonelli M. L. Biogenic amines: Quality index of freshness in red and white meat. *Food Control*. 2002. Vol. 13. P. 519–524.
 32. Yano Y., Kataho N., Watanabe M., Nakamura T., Asano Y. Changes in the concentration of biogenic amines and application of tyramine sensor during storage of beef. *Food Chemistry*. 1995. Vol. 54. P. 155–159.
 33. Zeller E. A., Owen C. A., Karlson A. G. Diamine oxidase of *Mycobacterium smegmatis*: effect of streptomycin and dihydrostreptomycin. *Journal of Biological Chemistry*. 1951. Vol. 188. P. 623–630.

Gauta 2007 07 01