

Heterocikliniai aminai mėsoje

Rimantė Vinauskienė, Alfreda Skripkauskaitė

Kauno technologijos universitetas, Radvilėnų pl. 19, LT-50254 Kaunas; rimante.vinauskiene@ktu.lt

Darbe įvertintas terminio apdoravimo režimo poveikis heterociklinių aminų (HA) susidarymui keptant įvairių rūšių mėsos mėginius. Heterociklinių junginių kiekis nustatytas remiantis standartinių junginių (DMIP; AαC; MeAαC; IQ; Trp-P-1; Trp-P-2; PhIP; 7,8-DiMeIQx) tyrimų duomenimis, panaudojant atvirkštinių fazių analitinę kolonėlę *SYNERGI POLAR-RP*. Parinkti HA ekstrahavimo iš mėsos mėginių parametrai panaudojant *Chromabond XTR* ir *Chromabond PS-H⁺* kolonėles. Tirta kaitinimo trukmės ir temperatūros įtaka HA susidarymui vištienoje ir jautienoje. Nustatyta, kad daugiau šių junginių susidarė jautienoje negu vištienoje, o HA koncentracija didėjo ilgėjant kaitinimo trukmei.

Raktažodžiai: vištiena, jautiena, mėsa, heterocikliniai aminai.

Įvadas

Kasmet pasaulyje užregistruojama apie 11 milijonų naujų vėžinių susirgimų atvejų, kuriuos lemia nesveika mityba bei netinkamas gyvenimo būdas, todėl šiuo metu aktualiausia problema yra nustatyti maisto produktuose bei gėrimuose esančius kancerogeninius junginius.

Mokslininkų atlikti tyrimai parodė, kad tarpiniai Majaro reakcijų produktai, tarp jų – paprastų ir sudėtingų struktūrų heterocikliniai deguoniniai ir azotiniai junginiai, kaip ir aminorūgščių terminio kitimo produktai – heterocikliniai aminai (HA) pasižymi ne tik kancerogeniniu, bet ir mutageniniu bei genotoksiniu poveikiu [1–5]. Šis faktas skatina mokslininkus intensyviai tyrinėti heterociklinių aminų paplitimą, formavimąsi ir tam įtakos turinčius veiksnius, biologinį poveikį bei ieškoti galimybių, stabdančių šių junginių susidarymą maisto produktuose ir gėrimuose.

Heterocikliniai aminai yra mažos molekulės, kurios susidaro, kai maisto komponentai – baltymai ir kreatinas/kreatininas (esantis raumenyse) – yra paveikiami aukšta temperatūra. Taip pat HA gali susidaryti vykstant skirtingų amino rūgščių pirolizės reakcijoms, kai terpėje yra kreatino/kreatinino ir redukuojančių sacharidų arba ir tada, kai jų nėra [6–10].

Mokslininkai identifikavo apie du tūkstančius skirtingų HA, iš kurių Vakarų Europos šalių maiste

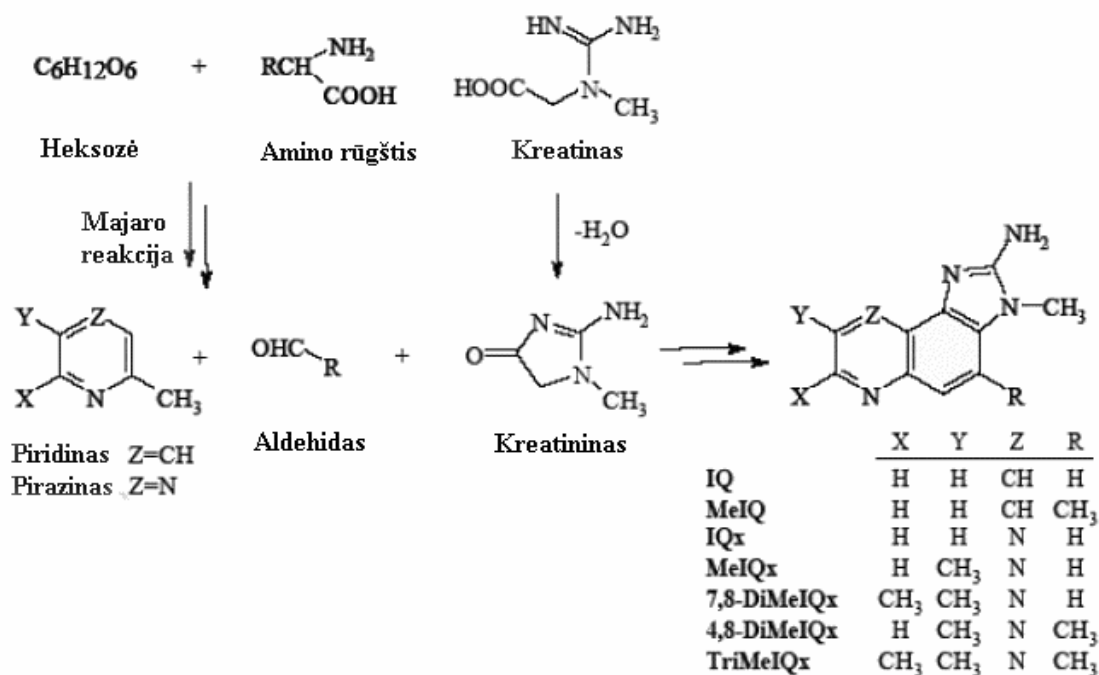
dažniausiai randami penki. Cheminiai HA pavadinimai yra ilgi, pvz.: 2-amino-1-metil-6-fenilimidazo[4,5-b]piridinas, todėl įvardijami santrumpomis. Minėtas heterociklinis aminas žymimas PhIP [11].

Moksliniuose straipsniuose plačiai analizuojama dažnai sutinkamo PhIP susidarymo iš fenilalanino ir kreatinino mechanizmas ir įtaką darantys veiksniai [12, 13]. Tačiau didžiausią įtaką HA formavimuisi turi Majaro reakcija (1 pav.), vykstanti tarp sacharidų ir laisvųjų amino rūgščių [8, 14].

HA susidarymas maiste priklauso nuo temperatūros, šildymo trukmės, sąlyčio su karščio šaltiniu pobūdžio, maisto sudėties.

Temperatūra yra svarbus HA susidarymo veiksnys. Maiste, keptame žemesnėje negu 160 °C temperatūroje, paprastai yra labai mažas arba neaptinkamas HA kiekis. Keliant apdoravimo temperatūrą, HA palaipsniui daugėja. Pavyzdžiui, jautienos, keptos 250 °C temperatūroje, mutageninis aktyvumas yra šešis ar septynis kartus didesnis negu keptos 200 °C temperatūroje. Kuo ilgiau maistas išlaikomas aukštoje temperatūroje, tuo daugiau susidaro HA [7]. Iki šiol Lietuvoje heterociklinių aminų tyrimai nebuvo atlikti.

Darbo tikslas – įvertinti terminio apdoravimo režimo įtaką heterociklinių aminų susidarymui Lietuvoje užaugintų gyvūnų mėsoje.



1 pav. Kai kurių HA susidarymo mechanizmas dalyvaujant Majaro reakcijų produktams

Medžiagos ir metodai

Standartiniai heterociklinių aminorūgščių tirpalai. Heterociklinių aminorūgščių išskirstymo skystinės chromatografijos kolonėlėje ir identifikavimo masių spektrometrijos būdu (ESC/MS) metodikos parametrai parinkti naudojami standartinius heterociklinių aminorūgščių tirpalus. Tiriamų aminorūgščių kiekiui termiškai apdorotuose įvairiose mėsos mėginiuose nustatyti naudojant šiuos HA tirpalus sudarytos kalibravimo kreivės:

- DMIP** (2-amino-1,6-dimetilimidazo [4,5-*b*] piridinas) – 2100 ng/ml;
- AαC** (2-amino-9H-pirido [2,3-*b*] indolas) – 2050 ng/ml;
- MeAαC** (2-amino-3-metil-9H-pirido [2,3-*b*] indolas) – 2320 ng/ml;
- IQ** (2-amino-3-metilimidazo [4,5-*f*] chinolinas) – 2 mg/10 ml;
- Trp-P-1** (3-amino-1,4-dimetil-5H-pirido [4,3-*b*] indolas) – 1650 ng/ml;
- Trp-P-2** (3-amino-1-metil-5H-pirido [4,3-*b*] indolas) – 2620 ng/ml;
- PhIP** (2-amino-1-metil-6-fenilimidazo [4,5-*b*] piridinas) – 2440 ng/ml;
- 7,8-DiMelIQx** (2-amino-3,7,8-trimetilimidazo [4,5-*f*] chinoksalinas) – 10,86 μg/g.

Termiškai apdoroti jautienos ir vištienos mėginiai. Siekiant nustatyti terminio apdorojimo temperatūros, trukmės, mėsos rūšies įtaką heterociklinių aminorūgščių (HA) susidarymui mėsoje,

tyrimo objektais buvo pasirinktos dažnai mūsų mityboje vartojamos mėsos rūšys – jautiena ir vištiena. Tirta Kauno prekybos tinkle „Maxima“ įsigyta lietuviškos kilmės atšaldyta jautienos nugarinė ir vištų krūtinėlė.

Įsisavinant HA ekstrahavimą kietoje fazėje iš mėsos mėginių ir tiriant temperatūrinio režimo įtaką šių junginių formavimuisi mėsos mėginiai paruošti supjaustyti gabalėlius kepant keptuvėje. Mėginių terminio apdorojimo parametrai – trukmė ir pasiekta gaminių temperatūra pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Mėsos mėginių terminio apdorojimo parametrai

Mėsos rūšis	Mėginio Nr.	Kepimo trukmė, min	Temperatūra, °C
Jautiena	1	10	120
	2	15	137
	3	20	142
Vištiena	1	10	150
	2	15	150
	3	20	155

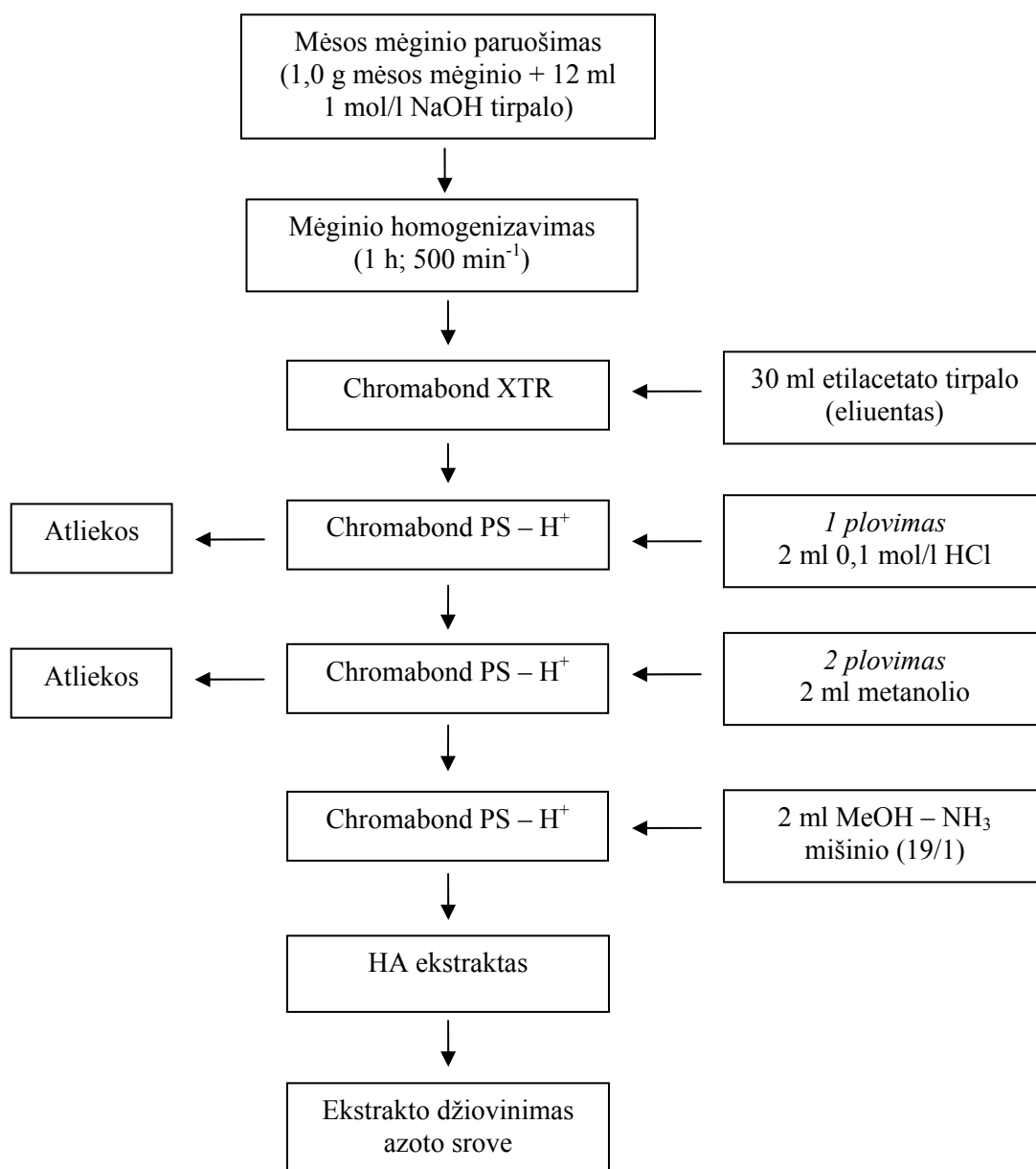
Po terminio apdorojimo mėginiai susmulkinti malant iki 2–3 mm skersmens dalelių, iki ekstrahavimo laikyti sandariai uždaryti šaldiklyje – 18 °C temperatūroje.

Heterociklinių aminorūgščių ekstrahavimas iš mėsos mėginių įsisavintas remiantis literatūroje pateiktu G. A. Gross ir A. Grüter ekstrahavimo kietoje fazėje metodu [15], jį pritaikant turimai laboratorinei įrangai ir prietaisams.

HA ekstrahuoti naudojant ekstrahavimo kasetę Chromabond XTR (Macherey – Nagel GmbH & Co, Düren, Vokietija), užpildytą diatomitine žeme, ir katijonų mainų ekstrahavimo kasetę Chromabond PS – H⁺ (Macherey – Nagel GmbH & Co, Düren, Vokietija), užpildytą polistirenu – divinilbenzenu su prijungtais H⁺ (stiprios rūgšties) katijonais.

1 g liofilizuoto mėsos mėginio buvo maišyta su 24 ml 1 mol/l natrio hidroksido tirpalo (NaOH) ir suspensija vieną valandą buvo homogenizuojama magnetine maišykle (500 min⁻¹). Šarminė suspensija, praleista per Chromabond XTR ekstrahavimo kasetę,

užpildytą 13 g diatomitinės žemės. Per tą pačią kasetę praleista 30 ml etilacetato, kuris buvo naudojamas kaip tirpiklis ir eliuentas. Surinktą ekstraktą praleidus per Chromabond PS-H⁺ ekstrahavimo kasetę, kasetė buvo džiovinama ore ir plaunama su 2 ml 0,1 mol/l druskos rūgšties tirpalo (HCl) ir 2 ml metanolio (MeOH). Analitė iš ekstrahavimo kasetės išplauta su 2 ml metanolio – koncentruoto amoniako (MeOH – konc. NH₃) mišinio (santykiu 19:1). Gautas ekstraktas išgarintas azoto srove kad būtų sausas ir ištirpintas 100 mg (126,4 µl) metanolio (2 pav.).



2 pav. Heterociklinių aminių ekstrahavimo iš mėsos mėginių schema

HA identifikuoti ir jų kiekis nustatytas ESC/MS būdu, naudojant Waters (Milford, JAV) įrangą su atvirkštinių fazių analitine kolonėle SYNERGI, POLAR-RP. Kolonėlės ilgis – 250 mm, vidinis skersmuo – 4,6 mm, sorbento dalelių dydis – 4 μm (Phenomenex, Thorrance, CA). Eliuentų tėkmės greitis 1ml/min. Išskirstymui kaip A eliuentas naudojamas metanolis/acetoneitrilas/vanduo/acto rūgštis (8/14/76/2), kurio pH 5,0 sureguliuotas 25 % amoniako tirpalu, o acetoneitrilas naudojamas kaip B eliuentas. Naudota nešančio gradiento programa: 0 % B, 0–12 min, 0–30 % B, 12–20 min, 30 % B, 20–35 min, įleidimo tūris – 20 μl. Išeinantis iš kolonos eliuento srautas buvo suskirstytas į dvi dalis, 0,2 ml/min eliuento srautą nukreipiant į Waters ZQ 2000 masių detektorius, kur registruotos tiriamų junginių chromatogramos.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Siekiant nustatyti tinkamas HA tyrimo ESC/MS metodu sąlygas, parinkta šiems junginiams tirti reikalinga jonizacijos įtampa. Užrašius standartinių HA junginių mišinių chromatogramas nustatyta, kad geriausi rezultatai gaunami, kai įtampa 40–50 V,

todėl tolesniuose tyrimuose tikslinga taikyti 45 V jonizacijos energiją.

Pritaikius parinktus chromatografijos parametrus ir chromatografo MassLynx kompiuterinę programą, sudarytos tiriamųjų heterociklinių aminių kalibracijos kreivės kaip chromatografijos smailių ploto priklausomybės nuo jų koncentracijos funkcija bei nustatyti koreliacijos koeficientai pateikti 2 lentelėje.

Heterociklinių aminių tirpalų, kurių koncentracija yra 100 ng/ml, chromatogramos pateiktos 3 paveiksle.

Tiriant terminio apdoravimo režimo įtaką heterociklinių aminių formavimuisi, analizuoti skirtingomis terminėmis sąlygomis apdoroti vištienos ir jautienos mėginiai. Pagal metodikos skyriuje aprašytą schemą paruošti HA ekstraktai, tirti ESC/MS metodu.

Pagal chromatogramose gautų azotinių heterociklinių junginių smailių plotus ir sudarytas standartinių tirpalų kalibracines kreives apskaičiuota heterociklinių aminių koncentracija skirtingu terminiu režimu apdorotuose mėsos mėginiuose, gauti rezultatai pateikti 4–9 paveiksluose.

2 lentelė. HA kalibracijos kreivės ir koreliacijos koeficientai

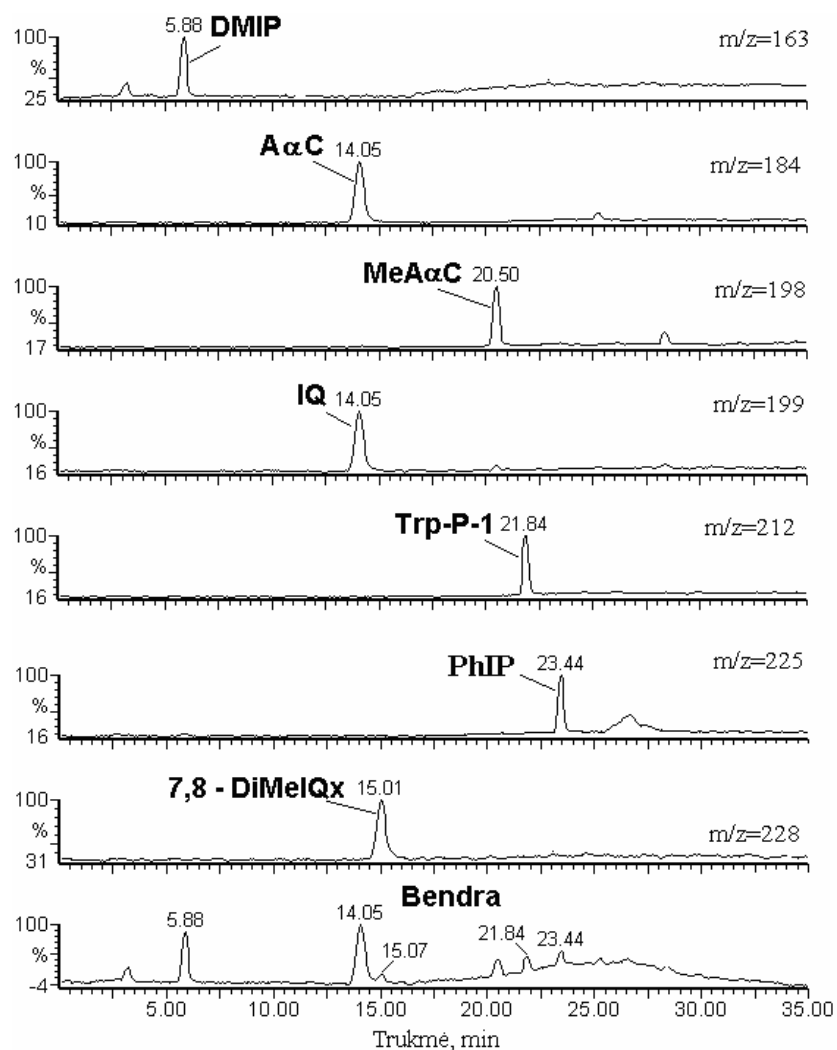
Nr.	Heterociklinis aminas	Kalibracijos kreivę aprašanti lygtis	Koreliacijos koeficientas
1.	DMIP	$y = 83,8595 x + 418,038$	$r = 0,999353$
2.	AαC	$y = 75,6599x + 323,955$	$r = 0,995643$
3.	MeAαC	$y = 30,1080x + 111,008$	$r = 0,992724$
4.	IQ	$y = 74,0497 x + 287,859$	$r = 0,993863$
5.	Trp-P-1	$y = 26,5536 x + 82,9446$	$r = 0,985147$
6.	MelQ	$y = 6,20170 x + 106,186$	$r = 0,982153$
7.	PhIP	$y = 26,2111 x + 143,142$	$r = 0,994497$
8.	7,8-DiMeIQx	$y = 16,1769 x + 44,2084$	$r = 0,992714$

Kaip matyti iš grafikuose pateiktų rezultatų, jautienoje nustatyti beveik visi heterocikliniai aminai (išskyrus Trp-P-2), kurių standartines kreives sudarėme tiriamų junginių koncentracijoms įvertinti. Vištienoje identifikuoti MeAαC, IQ, DMIP, AαC, Trp-P-1, PhIP heterocikliniai azotiniai junginiai.

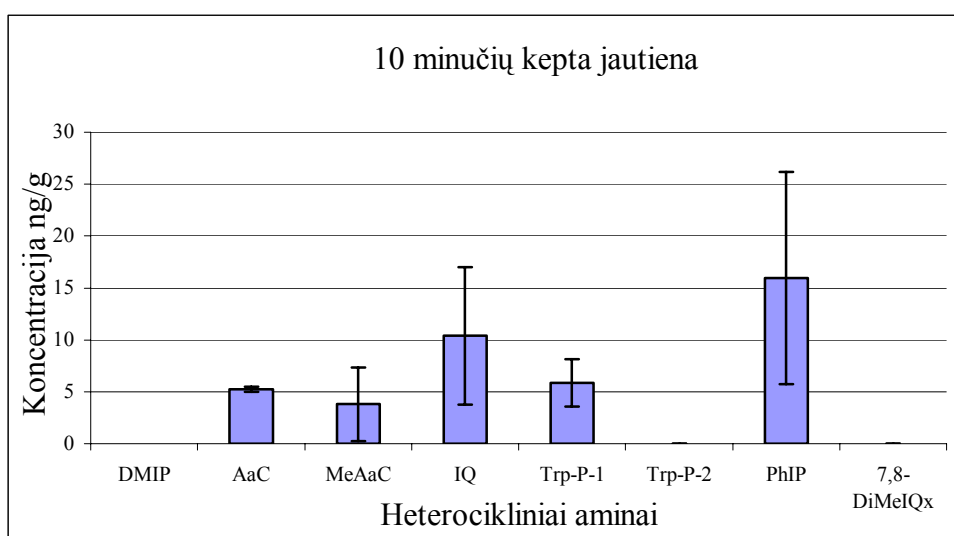
Daugiausiai iš visų rasta PhIP junginio, kuris dažniausiai susidaro raumeniniame mėsos audinyje sąveikaujant L-fenilalaninui ir kreatinui [16]. Jo kiekis ilgėjant kepimo trukmei ir didėjant temperatūrai – didėjo. 20 min keptoje jautienoje jo koncentracija pasiekia net 40,92 ng/g. Kitų tyrėjų gautais eksperimento duomenimis [6], PhIP rasta daugiau kaip 350 ng/g. C. Messnes ir M. Murkovic [17], atlikę tyrimus nustatė, kad daugiausiai tarp visų susidariusių HA buvo PhIP. P. Pais tyrė 6 skirtingų rūšių mėsą bei menkė ir nustatė, kad daugiausiai PhIP susidarė vištienoje (38±15 ng/g), o kitų rūšių

mėsoje tik 1–8 ng/g. Lyginant su minėtais rezultatais, mūsų tiriamojo darbo metu nustatytas mažesnis PhIP junginio kiekis vištienoje ir 20 min iki 155 °C keptame mėginyje siekė tik 17,72 ng/g [18]. E Person paskelbtais duomenimis, kepančią vištieną 175 °C temperatūroje, susidarė 0,7 n/g PhIP, 200 °C – 10 n/g, o 225 °C – 30 n/g [19]. Tokie įvairūs rezultatai buvo gauti dėl skirtingos kaitinimo temperatūros bei trukmės.

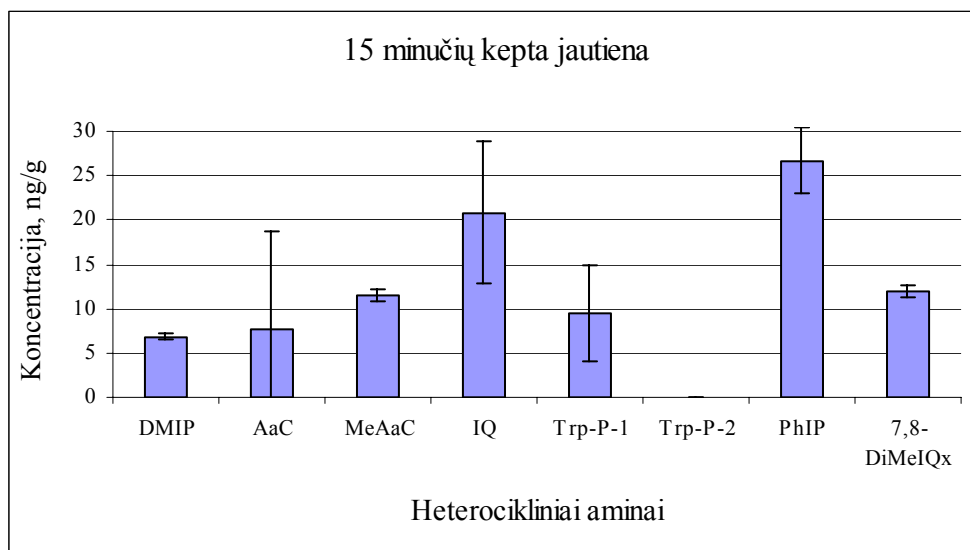
Mūsų tirtoje jautienoje be PhIP taip pat nemažai susidarė ir IQ junginio. Didžiausias jo kiekis, t. y. 20,82 ng/g, rastas 15 min keptuose jautienos mėginiuose. Šiuose mėginiuose nustatytas didžiausias MeAαC (11,58 ng/g), Trp-P-1 (9,51 ng/g) ir kitų heterociklinių azotinių junginių – DMIP, AαC, bei 7,8-DiMeIQx kiekis, kuris svyravo 6,81–12,01 ng/g ribose.



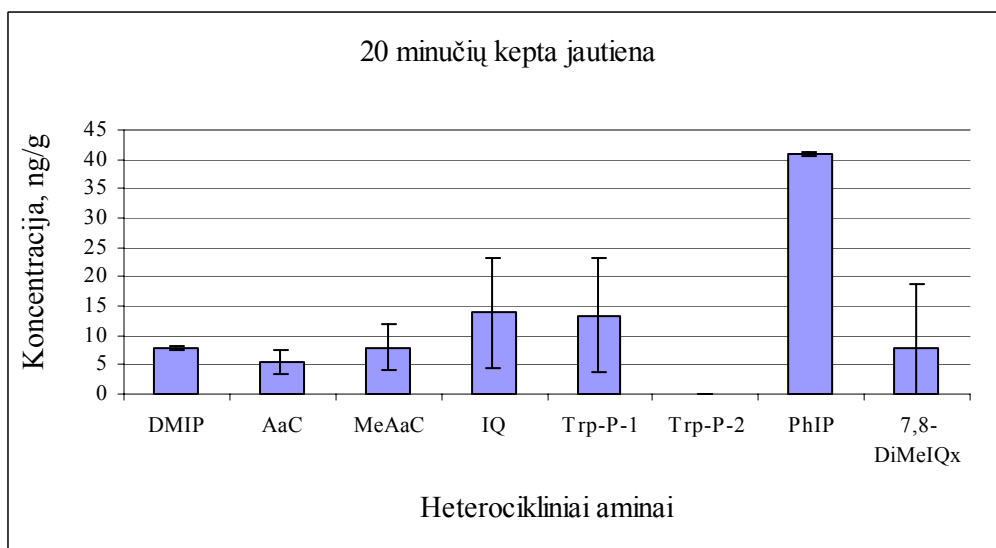
3 pav. 100 ng/ml koncentracijos HA tirpalų (DMIP, AαC, MeAαC, IQ, Trp-P-1, MelQ, PhIP, 7,8-DiMeIQx) ESC/MS chromatogramos



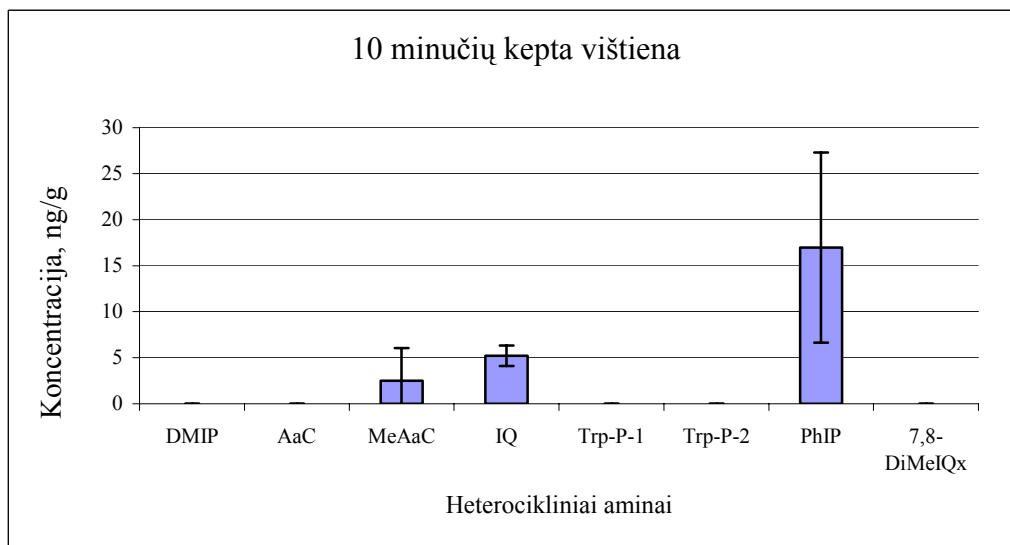
4 pav. Heterociklinių aminų kiekis 10 min keptoje jautienoje pasiekiant 120 °C



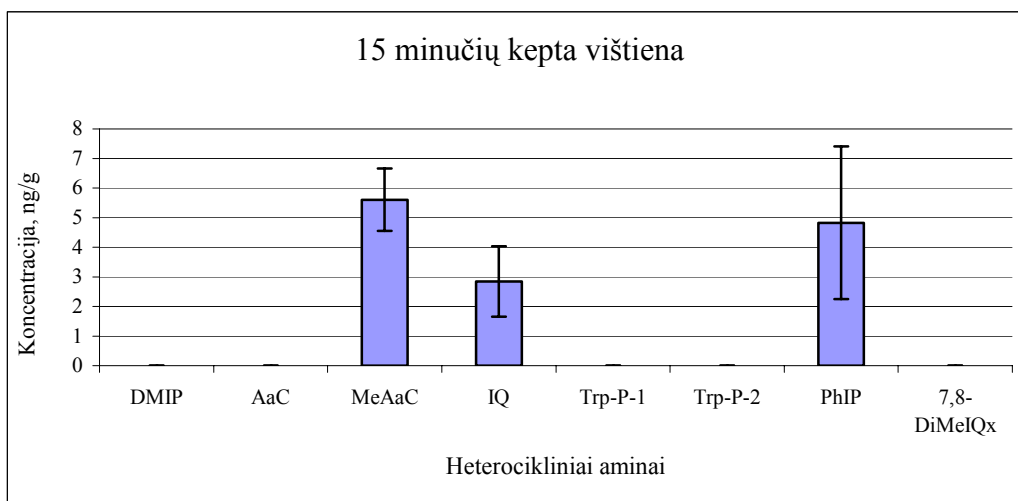
5 pav. Heterociklinių aminų kiekis 15 min keptoje jautienoje pasiekiant 137 °C



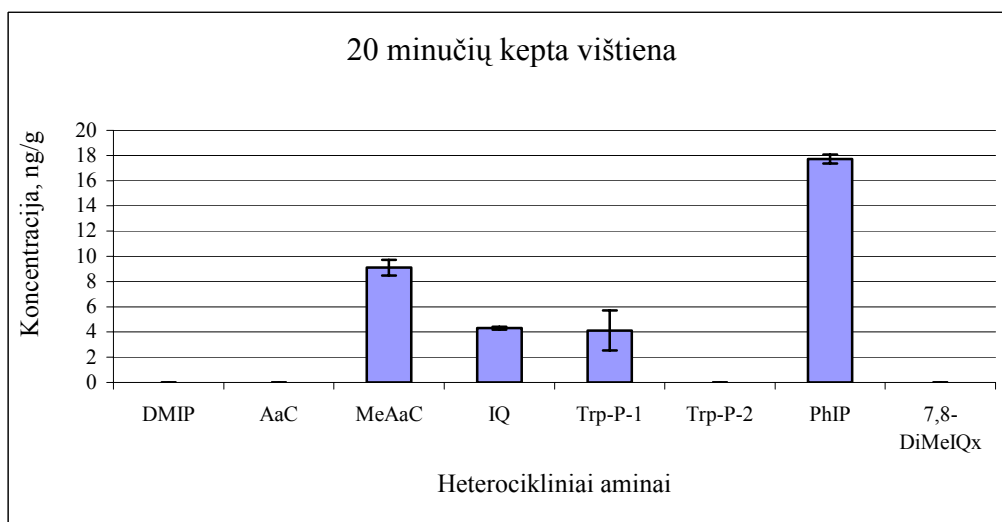
6 pav. Heterociklinių aminų kiekis 20 min keptoje jautienoje pasiekiant 142 °C



7 pav. Heterociklinių aminų kiekis 10 min keptoje vištienoje pasiekiant 150 °C



8 pav. Heterociklinių aminų kiekis 15 min keptoje vištienoje pasiekiant 150 °C



9 pav. Heterociklinių aminų kiekis 20 min keptoje vištienoje pasiekiant 155 °C

Termiškai apdorotuose vištienos mėginiuose taip pat daugiausiai rasta PhIP junginio (17,72 ng/g), tačiau DMIP, AaC, Trp-P-2 bei 7,8-DiMeIQx visiškai neaptikta. Beje, Trp-P-1 rasta tik 20 min keptoje vištienoje, ir jo kiekis siekia vos 3,12 ng/g. Antroje vietoje pagal nustatytą koncentraciją – MeAaC, jo kiekis svyruoja 2,51–9,1 ng/g ribose.

Pagal gautus tyrimo rezultatus matyti, kad heterociklinių aminų koncentracijos pokytis, priklausomai nuo kepimo trukmės, buvo įvairus. Pavyzdžiui, jautienoje DMIP, Trp-P-1 bei PhIP kiekis ilgėjant kepimo trukmei didėjo, o likusių HA didžiausias kiekis rastas 15 min keptuose jautienos mėginiuose. Kaitinant 20 min pastebėtas šių HA sumažėjimas, galbūt dėl jų nestabilumo kaitinimo metu. Vištienoje iš keturių aptiktų HA didėja MeAaC ir Trp-P-1 kiekis, o IQ ir PhIP kito neproporcingai. Kreatino darinių, gliukozės, amino

rūgščių įtaką polinių HA susidarymui ir stabilumui, kaitinant 150, 225 °C temperatūroje 0,5–120 min, tyrinėjo P. Arvidsson. Jų gautais tyrimų rezultatais, stabiliausi buvo PhIP, 7,8-DiMeIQx, 4,8-DiMeIQx ir IQx [20, 21].

Susumavus kiekvieno mėginio kancerogeninių azotinių junginių kiekį matyti, kad bendras jų kiekis didžiausias 20 min keptoje jautienoje ir sudaro 97,22 ng/g, tačiau nedaug mažesnis šių junginių kiekis nustatytas ir 15 min keptos jautienos mėginiuose – čia bendras HA kiekis siekia 95,16 ng/g. Vištienoje didžiausias HA kiekis susidaro kepanant 20 min, t. y. 34,24 ng/g, o tai beveik tris kartus mažiau negu jautienoje. Yra žinoma, kad HA susidaro, kai tam tikros amino rūgštys (ir kai kuriais atvejais cukrus) aukštoje temperatūroje reaguoja su kreatinu ir kreatininu. Taip pat teigiama, kad HA susidaro vykstant skirtingų amino rūgščių

pirolizės reakcijoms tiek esant, tiek nesant kreatinui/kreatininui bei cukrui [11, 22]. Todėl tris kartus didesnę bendrą susidariusių tiriamų kancerogeninių junginių kiekį termiškai apdorotuose jautienos mėginiuose galima būtų paaiškinti jautienos raumenyse esančiu gausesniu kreatino/kreatinino kiekiu negu vištienos raumenyse.

Jei viename mūsų paruošto jautienos mėginio grame yra apie 97,22 ng HA, tai suvartojus 100 g į mūsų organizmą patektų apie 9722 ng HA, t. y. 9,7 µg.

Manoma, kad vidutiniškai su maistu žmogus suvartoja 0,2–7,7 µg HA per parą [17], taigi suvartoję 100 g taip paruoštos jautienos mes jau viršijame vidutinį suvartojamą kiekį.

Išvados

1. Parinkus optimalius HPLC parametrus, nustatyta tiesinė chromatografijos smailių ploto priklausomybė nuo heterociklinių aminų koncentracijos standartiniuose tirpaluose. Tuo remiantis sudarytos 8 heterociklinių aminų kalibravimo kreivės.
2. Terminis režimas yra įtakingas veiksnys HA susidarymui jautienoje ir vištienoje. Ilgėjant kaitinimo trukmei ir pasiekiant aukštesnę temperatūrą bendras jų kiekis didėja.
3. Pasirinktomis mėginių terminio režimo ir HA ekstrahavimo sąlygomis (kaitinimo trukmė 20 min, pasiekama temperatūra – 142 °C ir 155 °C), tiek jautienoje, tiek vištienoje daugiausiai susidarė PhIP junginio, kurio kiekis jautienoje siekė net 40,92 ng/g, o vištienoje – 17,72 ng/g. Kitų nustatytų HA koncentracija svyravo nuo pėdsakų lygmens iki 15,97 ng/g, o Trp-P-2 junginio visiškai neaptikta nei jautienoje, nei vištienoje.
4. Bendras didžiausias HA kiekis nustatytas 20 min keptoje jautienoje pasiekiant 155 °C ir buvo net 97,22 ng/g, tuo tarpu vištienos mėginiuose ją kepant 20 min pasiekiant 142 °C, susidarė tik 34,24 ng/g, t. y. beveik 3 kartus mažiau negu jautienoje, turinčioje didesnę kreatino kiekį.

Literatūra

1. **Eisenbrand T., Tang W.** Food-borne heterocyclic amines. Chemistry, formation, occurrence and biological activities. A literature review // *Toxicology*. 1993. Vol. 84. P. 1–82.
2. *Origins of Human Cancer*. Hiatt H. H., Watson J. D., Winsten J. (Eds.). A. Cold Spring Harbour Laboratory, 1977. 1889 p.
3. **Nagao M., Sugimura T.** Food Borne Carcinogens – Heterocyclic Amines. West Sussex, 2000. 390 p.
4. **Parke D. V., Ionnaides C., Walker R.** Food, Nutrition and Chemical Toxicity. Smith-Gordon and Nishimura Ltd, 1993. 398 p.
5. **Sugimura T. et al.** Heterocyclic amines: mutagens/carcinogens produced during cooking of meat and fish // *Cancer Science*. 2004. Vol. 95. P. 290–299.
6. **Skog K., Solyakov A., Jagerstad M.** Effects of heating conditions and additives on the formation of heterocyclic amines with reference to amino-carbolines in a meat juice model system // *Food Chemistry*. 2000. Vol. 68, No. 3. P. 299–308.
7. **Arvidsson P. et al.** Kinetics of formation of polar heterocyclic amines in a meat model system // *Journal of Food Science*. 1997. Vol. 62. P. 911–916.
8. **Jägerstad M. et al.** Formation of heterocyclic amines using model systems // *Mutation Research/Genetic Toxicology*. 1991. Vol. 259. P. 219–233.
9. **Murkovic M. et al.** Formation of the food associated carcinogen 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine (PhIP) in model systems // *Food Chemistry*. 1999. Vol. 65. P. 233–237.
10. **Shioya M. et al.** Formation of a mutagen, 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]-pyridine (PhIP) in cooked beef, by heating a mixture containing creatinine, phenylalanine and glucose // *Mutation Research Letters*. 1987. Vol. 19. P. 133–138.
11. Heterocyclic amines in foods and their implications for health. In Brief: Heterocyclic Amines and Health. Cattlemen's Beef Board and National Cattlemen's Beef Association. 2003. <http://www.beefnutrition.org/uDocs/HA%20paper%202003.pdf>
12. **Murkovic M.** Formation of heterocyclic aromatic amines in model systems // *Journal of Chromatography B*. 2004. Vol. 802. P. 3–10.
13. **Zöchling S., Murkovic M.** Formation of the heterocyclic aromatic amine PhIP: identification of precursors and intermediates // *Food Chemistry*. 2002. Vol. 79. P. 125–134.
14. **Skog K. I., Johansson M. A. E., Jägerstad M. I.** Carcinogenic heterocyclic amines in model systems and cooked foods: a review on formation, occurrence and intake // *Food and Chemical Toxicology*. 1998. Vol. 36. P. 879–896.
15. **Gross G. A., Grüter A.** Quantitation of mutagenic/carcinogenic heterocyclic aromatic amines in food products // *Journal of Chromatography A*. 1992. Vol. 592. P. 271–278.
16. **Ferguson L. R.** Meat consumption, cancer risk and population groups within New Zealand // *Mutation Research Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*. 2002. Vol. 215. P. 506–507.
17. **Messner C., Murkovic M.** Evaluation of a new model system for studying the formation of heterocyclic amine // *Journal of Chromatography B*. 2004. Vol. 802. P. 19–26.
18. **Pais P., Salmon C. P., Knize M. G., Felton J. S.** Formation of mutagenic/carcinogenic heterocyclic amines in dry-heated model systems, meats, and meat drippings // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1999. Vol. 47. P. 1098–1108.
19. **Persson E., Graziani G., Ferracane R., Fogliano V., Sokg K.** Influence of antioxidants in virgin olive oil on the formation of heterocyclic amines in fried

- beefburgers // Food and Chemical Toxicology. 2003. Vol. 41, No. 11. P. 1587–1597.
20. **Arvidsson P., Boekel M. A. J. S. van, Skog K. & Jägerstad M.** Kinetics of formation of polar heterocyclic amines in a meat model system // Journal of Food Science. 1997. Vol. 62. P. 911–916.
 21. **Chiu C. P., Chen B. H.** Stability of heterocyclic amines during heating // Food Chemistry. 2000. Vol. 68, No. 3. P. 267–272.
 22. **Lee C. H., Preece S. W.** Quantification of heterocyclic amine carcinogens in cooked meats using isotope dilution liquid chromatography/atmospheric pressure chemical ionization tandem mass spectrometry // Mass Spectrometry. 1997. Vol. 11, No. 1. P. 1667-1672.

Pateikta spaudai 2007-10

R. Vinauskienė, A. Skripkauskaitė

HETEROCYCLIC AMINES IN MEAT

Summary

The effects of processing parameters on the formation of heterocyclic amines (HAs) in different type of meat during cooking were examined. The amounts of HAs were determined by comparing peak areas with the areas of reference compounds (DMIP; AαC; MeAαC; IQ; Trp-P-1; Trp-P-2; PhIP; 7,8-DiMeIQx) and reverse phase analytical HPLC column *SYNERGI POLAR-RP*.

The procedure for the extraction of HAs from meat samples was optimised by using Chromabond XTR and Chromabond PS-H⁺ cartridges. The effects of heating time and temperature on the content of HAs in poultry and beef was studied, and it was found that the beef compared to poultry, remarkably accumulates higher amounts of HAs during heating, similarly, the amount of HAs increased with the increase of heating time.

Keywords: heterocyclic amines, meat, poultry, beef.

Р. Винаускене, А. Скрипкаускайте

ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ АМИНЫ В МЯСЕ

Резюме

Исследовано влияние режима термической обработки на образование гетероциклических аминов (ГА) в различном жареном мясе. Количество ГА установлено в результате исследования стандартных растворов соединений с применением колонки *SYNERGI POLAR-RP*. Подобраны параметры экстракции из мясных проб с применением колонок *Chromabond XTR* и *Chromabond PS-H⁺*. Исследовано влияние продолжительности тепловой обработки и температуры на образование ГА в мясе птицы и в говядине. Установлено, что в жареной говядине образовалось больше гетероциклических соединений, чем в жареном мясе птицы, а общая концентрация возрастала при длительности тепловой обработки.