

MĖSOS KONSERVAVIMAS LIOFILIZACIJOS METODU

Jacek Kondratowicz¹, Iwona Chwastowska¹, Birutė Staniškienė², Paulius Matusevičius²

¹*Olštyno Varmijos-Mozūrijos universitetas, Plataus vartojimo gyvulinės kilmės žaliavų katedra, Oczapowskiego 5, 10–957 Olštynas, Lenkija*

²*Lietuvos veterinarijos akademija, Tilžės g. 18, 47181 – Kaunas, el. paštas: paulius@lva.lt*

Santrauka. Bandymai buvo atlikti su kiauliena (*musculus longissimus dorsi*) ir jautiena (*musculus quadriceps femoris*). Raumuo (*musculus longissimus dorsi*), atskirtas nuo vidinio jungiamojo audinio ir riebalų buvo pjaustomas riekėmis, iš kurių 15 užšaldyta naudojant skystą azotą ir liofilizuojama. Taip pat iš kelių rieklių, atpjautų skirtingose raumens vietose, buvo paruoštas vidutinis mėginys, analizuotas šviežias (neapdorotas). Kiekviena iš 15 (*musculus quadriceps femoris*) raumens rieklių dalijome į dvi dalis, kurių viena buvo užšaldoma ir liofilizuojama, o kita tiriama šviežia neapdorota. Jautiena ir kiauliena, užšaldyta skystu azotu, prieš džiovinimą buvo rausvos spalvos, o po džiovinimo įgaudavo spalvą nuo šviesiai pilkos iki šviesiai rudos. Nustatyta, jog liofilizuotos mėsos organoleptinės savybės yra blogesnės negu šviežios mėsos. Taip pat pastebėtas liofilizuotos mėsos švelnumo ir sultingumo sumažėjimas. Mėsos trapumo sumažėjimas, o kartu ir kitų su šia savybe susijusių parametų pablogėjimas bus mažesnis liofilizuojant produktus po terminio apdoravimo, užšaldant be skysto azoto. Tačiau dehidratuojant žalią mėsą, užšaldytą skystame azote, būtina iki minimumo sutrumpinti laiką tarp užšaldymo ir džiovinimo.

Raktažodžiai: raumuo, cheminė sudėtis, fizinės ir cheminės charakteristikos, liofilizacija.

PRESERVATION OF MEAT USING LYOPHILIZATION METHOD

Jacek Kondratowicz¹, Iwona Chwastowska¹, Birutė Staniškienė², Paulius Matusevičius²

¹*University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Department of Science of Commodities of Animal Raw Materials, PL-10-719 Olsztyn, Poland*

²*Lithuanian Veterinary Academy, Tilzes st. 18, LT-47181 Kaunas, Lithuania*

Summary. The tests were carried out on pork (*musculus longissimus dorsi*) and on beef (*musculus quadriceps femoris*). The muscle (*musculus longissimus dorsi*) was separated from inner conjunctive tissue and fat, and was sliced off. 15 sample slices were frozen using liquid nitrogen and lyophilized. Average sample was prepared from several slices from different parts of the muscle as well, and the sample was analysed in fresh state (without processing). We divided each of 15 slices from muscle (*musculus quadriceps femoris*) into two pieces, where one of them was frozen and lyophilized, and the other was tested fresh without processing. Beef and pork, frozen using liquid nitrogen, was pink before drying, whereas after drying it was light grey to light brown. It was determined that organoleptic characteristics of lyophilized meat were worse than of fresh meat. Decrease of tenderness and juiciness of lyophilized meat was also noticed, and it was better defined in pork. Meat delicacy decrease rate as well as worsening of other coherent parameters would be lower for a product, lyophilized after thermal treatment without using liquid nitrogen. However minimization of time between freezing and drying is obligatory for dehydration of raw meat, frozen using liquid nitrogen.

Key words: muscle, chemical composition, physical-chemical characteristics, lyophilization.

Įvadas. Liofilizacija – tai maisto dehidracija užšaldytoje būsenoje ledui virstant garais. Produktų džiovinimas užšaldžius įgalina išsaugoti maistines, skonines savybes, pradinį tūrį, spalvą, kvapniųjų junginių akumuliaciją, o ledas, susidaręs pradinėje proceso fazėje, užtikrina formos išlaikymą. Taip apdoroti produktai gali būti ilgai saugomi kambario temperatūroje, jei nekontaktuoja su aplinka. Dehidracija stabdo mikroorganizmų vystymąsi bei nepageidaujamų cheminių reakcijų vyksmą. Šiuo būdu konservuojant produktus nenaudojami jokie cheminiai konservantai, tai svarbu gaminant sveiką maistą (Ashkenty, 1996).

Sublimacinis džiovinimas pirmą kartą taikytas XIX ir XX amžių sandūroje, o plačiau šis metodas taikyti pradėtas po 1940 metų. Tokioje šalyse kaip JAV, Anglija, Kanada, Danija, Prancūzija, Japonija buvo sukurta sausų mėsos, žuvies, vaisių, kulinarinių pusfabrikačių, kavos bei arbatos gamybos technologijos. Pavyzdžiui, Japonijoje

liofilizacijos metodu per metus pagaminama 15000 tonų kavos ekstrakto (Reidy ir Heldman, 1973). Šis metodas taip pat taikomas gaminant tirpius „instant“ tipo produktus iš mėsos, daržovių, grybų, jūros produktų. Pastaruoju metu literatūroje pateikiama nemažai darbų apie maisto produktų liofilizaciją bei naujas šio metodo taikymo sritis. S. Tsuchida ir A. Watanabe (1985) aprašo pramoninį liofilizacijos pritaikymą konservuojant mėsos produktus. Aukšta liofilizacijos būdu užkonservuotų produktų kokybė, nesudėtingas jų laikymas ir patogus transportavimas leidžia plačiai taikyti šį konservavimo būdą. Šio darbo tikslas buvo nustatyti liofilizacijos įtaka jautienos ir kiaulienos kokybei, užšaldant ją skystu azotu ir dehidratuojant.

Tyrimų metodai ir sąlygos. Bandymai buvo atlikti su kiauliena (*musculus longissimus dorsi*) ir jautiena (*musculus quadriceps femoris*) mėsos perdirbimo įmonėje praėjus 48 val. po skerdimo. Raumenį (*musculus longis-*

simus dorsi) atskyrus nuo vidinio jungiamojo audinio ir riebalų buvo pjaustomas plonomis riekėmis, kurių 15 vienetų užšaldyta naudojant skystą azotą, o vidutinis mėginys, sudarytas iš keletos skirtingose vietose išpjautų rieklių, buvo tiriamas šviežias.

Kiekvieną iš 15 jautienos raumens (*musculus quadriceps femoris*) rieklių dalinome į dvi dalis, kurių vieną užšaldėme ir liofilizavome, o kitą – naudojome vidutinio mėginio sudarymui ir tyrėme šviežią. Rieklių storis siekė 1 cm, o masė svyruoja nuo 50 g iki 70 g. Liofilizacija atliekama Vekerio liofilizatoriuje, kuriame vienu metu sublimuojami 4 mėginiai. Slėgis įrenginyje buvo 0,5 mm Hg, o temperatūra per pirmąsias 2 valandas nukrisdavo iki -40°C . Po to įjungus šildytuvus mėginiai buvo džiovinami nuo 8 iki 10 valandų -50°C ir sveriami. Išdžiovinti mėginiai supakuoti į foliją ir 7–10 dienų saugomi šaldytuve.

Atrinktos 3 kiaulienos (*musculus longissimus dorsi*) ir 3 jautienos (*musculus quadriceps femoris*) mėsos riekės buvo verdamos vandenyje, o likusios – 2 proc. NaCl tirpale (skysčio ir mėsos santykis 5:1). Vandenyje apvirti mėginiai sumalti, nustatyta jų pH reikšmė ir baltymų kiekis vandenyje. Druskos tirpale apvirti mėginiai apdorti termiškai 160°C (kol vidinė temperatūra pasiekia 80°C). Mėsos sensorines savybes nustatytos pagal Barylko-Pikielna metodiką (Barylko-Pikielna, 1975).

Tiriant šviežią mėsą nustatyti:

1 lentelė. Šviežios mėsos cheminės ir fizinės savybės

Rodiklis	Kiauliena (<i>Musculus longissimus dorsi</i>)	Jautiena (<i>Musculus quadriceps femoris</i>)
Sausos medžiagos, %	26,0	24,5
Riebalai, %	2,5 ^A	1,2 ^B
Baltymai, %	22,0	22,3
Baltymų tirpumas vandenyje, %	6,1	6,0
Spalvos intensyvumas, %	17,4 ^A	8,0 ^B
pH	5,7 ^A	6,4 ^B
Vandens rišlumas, cm ²	7,6	7,2

Pastaba: Skirtumas tarp raidėmis pažymėtų duomenų yra statistiškai patikimas, $p \leq 0,01$

Daugumos autorių tyrimų rezultatai rodo, kad 75-90 % maisto produktų drėgmės turi būti pašalinama užšaldytoje būsenoje. Dėl didelės dehidratacijos trukmės nešildant džiovintos šildytuvai įjungiami tik po 2 valandų džiovinimo. Produktų temperatūra per šį laiko tarpą sumažėdavo iki -40°C .

Sublimaciniu būdu džiovinama mėsa keičiasi, ir jos būklės kitimo rodikliu gali būti spalvos pasikeitimas. Kiaulienai ir jautienai užšaldytai naudojant skystą azotą prieš džiovinimą charakteringa šviesiai rausva spalva, tačiau po džiovinimo mėsa įgaudavo spalvą nuo šviesiai pilkos iki šviesiai rudos. Toks spalvos pasikeitimas gali būti susijęs, daugumos autorių nuomone (Wajda et al., 2004; Mielnik et al., 1980; Parris et al., 1973), su cheminių junginių oksidacija. Nakhost ir Karel (1984) nustatė, kad pradinėje sublimacijos fazėje oksimiglobinas ir oksihemoglobinas disocijuoja išskirdami deguonį, o susidarę mioglobinas ir hemoglobinas oksiduojasi į metmioglobina ir methemoglobina, turinčius rudą spalvą. Po trumpalaikio

- sausų medžiagų, riebalų, bendras baltymų kiekis – įprastiniais metodais,
- spalvos šviesumas – procentais atspindėtos šviesos, bangos ilgis 760nm,
- vandens sugėrimas – Heringo metodu (Herring et al., 1971),
- pH po 48 valandų, Grau ir Hamm metodu,
- sensorines savybes po terminio apdorojimo (analogiškai kaip liofilizuotai mėsei).

Tyrimų rezultatai. Buvo lyginama šviežios ir liofilizuotos mėsos kokybė. Tyrimai atlikti su kiauliena (*musculus longissimus dorsi*) ir jautiena (*musculus quadriceps femoris*). Palyginus mūsų nustatytus abiejų rūšių mėsos kokybinius rodiklius su kitų autorių duomenimis (Lind et al., 1971), galima tvirtinti, kad tiek kiauliena, tiek jautiena yra aukštos kokybės. Literatūroje randame duomenų, kad sublimaciniame džiovinime skirta mėsa turi būti pjaustoma statmenai raumenų skaiduloms. Ši sąlyga buvo išlaikyta kiaulienai, o jautienai dėl skirtingos raumens struktūros – tik iš dalies. Kiaulienos džiovinimo laikas buvo 2 valandomis trumpesnis nei jautienos. Tai paaiškintina tuo, kad jautienoje ir kiaulienoje yra skirtingas sausų medžiagų kiekis, o kiaulienoje daugiau nei 1% didesnis riebalų kiekis (1 lentelė). Be to, džiovinimo laikas priklauso nuo skaidulų orientacijos rieklių paviršiuje, kuris jautienos ir kiaulienos skiriasi.

saugojimo šios reakcijos gali būti grįžtamos, todėl mėsa po dehidratacijos įgauna šviežiai mėsei charakteringą spalvą. Pirmą operaciją prieš džiovintos mėsos terminį apdorojimą yra jos rehidratacija. Produkto organoleptines savybes, jo sultingumą, konsistenciją apsprendžia apvirimo metu sugertas vandens kiekis. Didžiausią reikšmę mėsos skoninėms savybėms turi apvirimo metu pasiektas baltyminių medžiagų hidratacijos laipsnis (Nakhost ir Karel, 1983).

Nustatyta, kad kiauliena adsorbavo 78,52%, o jautiena 74,40% vandens lyginant su 100 % vandens kiekiu neapdorotoje mėsoje (2 lentelė). Tai gali būti paaiškinta džiovinamoje mėsoje 48 valandas vykusia autolize - autodehidratacija. Kita sumažėjusios vandens adsorbcijos mėsoje priežastimi galėjo būti užšaldymas naudojant skystą azotą. Jakobsson ir Bengtsson (1973), o taip pat Lind (1971) nustatė neigiamą skysto azoto poveikį drėgmės adsorbcijai ir su tuo susijusioms savybėms sultingumui ir trupumui.

2 lentelė. Vandens kiekis šviežioje ir liofilizuotoje mėsoje, %

Rodiklis	Kiauliena (<i>Musculus longissimus dorsi</i>)		Jautiena (<i>Musculus quadriceps femoris</i>)	
	Šviežia	Liofilizuota	Šviežia	Liofilizuota
Žalia mėsa				
Sausos medžiagos	25,9 ^A	41,8 ^B	24,5 ^A	43,9 ^B
Vanduo	74,1 ^A	58,2 ^B	75,4 ^A	56,1 ^B
Absorbuoto vandens kiekio santykis su vandens kiekiu šviežioje mėsoje 100 %				
		78,5		74,4
Virta mėsa				
Sausos medžiagos	34,8 ^A	49,1 ^B	33,3 ^A	47,5 ^B
Vanduo	65,2 ^A	50,9 ^B	66,7 ^A	53,6 ^B

Pastaba: Skirtumas tarp raidėmis pažymėtų duomenų yra statistiškai patikimas, $p \leq 0,01$

Iš 2 lentelėje pateiktų duomenų matome, kad jautiena adsorbavo mažesnę vandens esant praktiškai vienodam vandens kiekiui šviežioje kiaulienoje ir jautienoje (7,20 ir 7,58 ml, 1 lentelė). Be to skirtumai tarp mūsų nustatytų ir kitų autorių pateiktų adsorbuoto vandens kiekių galėjo atsirasti dėl mūsų bandinių didesnės džiovinimo trukmės 50°C / 323^oK temperatūroje. Sublimacinis džiovinimas keletą valandų 50°C temperatūroje negalėjo neturėti neigiamo poveikio mėsos higroskopinėms savybėms.

Sumažėjęs termiškai apdorotos mėsos higroskopiškumas,

palyginant jį pradiniu produktu, yra viena iš priežasčių, mažinančių mėsos sultingumą ir trapumą. Iš 2 lentelėje pateiktų duomenų matome, kad abiejų rūšių išvirta liofilizuota mėsa turi mažesnę vandens kiekį nei šviežia mėsa po terminio apdoravimo. Tai turėjo įtakos ir mėsos organoleptinėms savybėms. Kai matome iš 4 lentelėje pateiktų duomenų, visos liofilizuotos mėsos charakteristikos yra žemesnės nei šviežios mėsos, o didžiausi skirtumai pastebimi vertinant sultingumą ir trapumą. Iš 4 lentelėje pateiktų duomenų matome, kad sultingumo ir trapumo sumažėjimas didesnis kiaulienai negu jautienai.

3 lentelė. Pilnaverčių baltymų kiekis mėsoje, %

Rodiklis	Kiauliena (<i>Musculus longissimus dorsi</i>)		Jautiena (<i>Musculus quadriceps femoris</i>)	
	Šviežia	Liofilizuota	Šviežia	Liofilizuota
Baltymų tirpumas vandenyje	6,1 ^A	6,5 ^A	6,0 ^A	7,8 ^B
Baltymų tirpumas išdžiovintoje masėje	23,7 ^A	13,6 ^A	24,4 ^A	15,2 ^B

Pastaba: Skirtumas tarp raidėmis pažymėtų duomenų yra statistiškai patikimas, $p \leq 0,01$

4 lentelė. Sensorinės mėsos savybės, balais

Rodikliai	Kiauliena (<i>Musculus longissimus dorsi</i>)		Jautiena (<i>Musculus quadriceps femoris</i>)	
	Šviežia	Liofilizuota	Šviežia	Liofilizuota
Aromatingumas	4,8 ^A	4,6 ^A	5,0 ^A	4,3 ^B
Norimas aromatingumas	4,8 ^A	4,7 ^A	5,0 ^A	4,3 ^B
Kietumas	4,0 ^A	2,8 ^B	3,8 ^B	3,3 ^B
Sultingumas	4,3	3,2	4,0	3,7
Skoninių savybių intensyvumas	4,5 ^A	3,4 ^B	4,3 ^A	3,8 ^B
Norimos skoninės savybės	4,5 ^A	3,4 ^B	4,4 ^A	3,8 ^B
Bendras įvertinimas	4,5 ^A	3,7 ^B	4,4 ^A	3,9 ^B

Pastaba: Skirtumas tarp raidėmis pažymėtų duomenų yra statistiškai patikimas, $p \leq 0,01$

Mėsos sukietėjimas po sublimacinio džiovinimo visuotinai žinomas ir vertinamas kaip didžiausias šio mėsos konservavimo būdo trūkumas (Dikeman et al., 1971; Nakhost ir Karel, 1983). Užšaldant produktą vyksta dalinė mėsos baltymų denatūralizacija (Iwaniew ir Mittal, 1987;

Lin ir Hultin, 1977), o aukšta aplinkos temperatūra, šalinant likutinę drėgmę džiovinimo pabaigoje, pakeičia koloidinę produkto struktūrą.

Užšaldant ir sublimuojant produktus vyksta pasikeitimai vandenyje tirpių riebalų ir druskų sudėtyje. Užšaldy-

mas pirmoje eilėje sumažina miozininės baltymų frakcijos tirpumą, tuo pat metu nežymiai sumažindamas sarkoplazmos kiekį. Vandenyje tirpių riebalų kiekio sumažėjimas liofilizuotoje mėsoje buvo pastebėtas ir mūsų bandymuose (3 lentelė). Iš pateiktų duomenų matome, kad kiauliena neteko 43 % pradinio tirpių riebalų kiekio, kai jautiena – tik 38 %. Dalis šios baltymų frakcijos galėjo būti išplauta į sultinį, kurį tikslinga naudoti gaminant sriubas ir padažus. Kita mūsų bandymuose pastebėto tirpių riebalų sumažėjimo priežastimi, kurią nurodo Nakhost, Karel (1984), galėjo būti mioglobino ir metmioglobino oksidacija. Vandenyje tirpių riebalų kiekio sumažėjimas nepriklausomai nuo jį iššaukusių priežasčių yra neigiamas reiškinys ir gali būti siejamas su mėsos trapumo sumažėjimu, ką nurodo ir Dikemanas (1971).

Mėsos trapumas yra svarbiausia skonį įtakojanti savybė (Wajda et al., 2004). Rezultatai pateikti 6 lentelėje rodo, kad liofilizuotos mėsos skonis, lyginant jį su šviežia kiauliena, buvo 1,1 punkto, o jautiena – 0,5 punkto mažesnis. Tai turėjo įtakos sumažinant bendrą liofilizuotos mėsos vertinimą (0,8 ir 0,5 balo atitinkamai kiaulienai ir jautienai).

Išvados

1. Nustatyta, jog liofilizuotos mėsos organoleptinės savybės yra prastesnės negu šviežios mėsos. Taip pat pastebėtas liofilizuotos mėsos švelnumo ir sultingumo sumažėjimas, kuris ryškesnis kiaulienai.

2. Mėsos trapumo sumažėjimas, kartu ir kitų su šia savybe susijusių parametru pablogėjimas bus mažesnis liofilizuojant produktus po terminio apdorojimo, nenaudojant užšaldymui skysto azoto. Dehidratuojant žalią mėsą, užšaldytą skystame azote, būtina sutrumpinti iki minimumo laiką tarp užšaldymo ir džiovinimo.

Literatūra

- Aschkensy H. Liofilizacija. Swiat Nauki. 1996. N 11. P.150.
- Barylko-Pikielna N. Zarys analizy sensorycznej żywności. WNT 1975. Warszawa. P. 149.
- Dikeman M. E., Tuma H.J., Beecher G.R. Bovine muscle tenderness as related to protein solubility. J. Food Sc. 1971. N 36 (2). S. 190–193.
- Herring H. K., Haggard J.H., Hansen L. J. Studies on chemical and physical properties of pork in relation to quality. J. Anim. Sc. 1971. N 33 (3). S. 578-586.
- Jacobsson B., Bengtsson N. Freezing of raw beef: influence of aging, freezing rate and cooking method on quality and yield. J. Food Sc. 1973. N. 38(4). S. 560–565.
- Lin T. S., Hultin H. O. Oxidation of myoglobin in vitro mediated by lipid oxidation in microsomal fractions of muscle. J. Food Sc. 1977. N. 42 (1). S. 136–139.
- Lind M. L., Harrison D. L., Kropf D. H. Freezing and thawing rates of lamb chops: Effects on palatability and related characteristics. J. Food Sc. 1971. N 36 (4). S. 629–631.
- Mielnik J., Goszczyński J., Meller Z., Wichlacz H. Wpływ niektórych czynników na kruchość mięsa wołowego. Nauk rol. 1980. N. 27 (32). S. 109–124/
- Nakhost Z., Karel M. Changes in bovine myoglobin due to interaction with methyl linoleate in a model system. J. Food Sc. 1983. N 49 (4). S. 1335–1337.
- Nakhost Z., Karel M. Measurement of oxidation - Related changes in proteins of freeze - dried meats. J. Food Sc. 1984. N. 49 (4). S. 1171–1173.
- Parris F.C., Olson D.C. Miner B.E., Yung R.B., Snell R.L. Relationship, of tenderness measurements made by armour tenderometer to certain objective, subjektive and organoleptic properties of bovine muscle. J. Food Sc. 1973. N 38 (7). S. 1214–1217.
- Reidy G.A., Heldman D.R. Measurement of texture parametrs of freeze-dried beef. Food Sc. Techn. 1973. N. 5 (1). S. 181.
- Tsuchida S., Watanabe A. Fund. and Appl. of Freeze-Drying to Food Stu. 1985. Proc. of Meet IIF–IIR, Tokyo, Japan. P. 94.
- Wajda S., Daszkiewicz T., Piotrowski J. Podstawowy skład chemiczny mięsa buhajków pochodzących po buhajach ras mięsnych i od krów rasy cb. Acta Scientiarum Polonorum. Zootechnica. 2004. T 3 (2). S. 133–140.