

# Graikinių ir žemės riešutų mikrobiologinės kokybės gerinimas naudojant terminį apdorojimą

**Bernadeta Žudytė,**

**Sigita Ramonaitė**

*Lietuvos sveikatos mokslų universitetas,  
Veterinarijos akademija,  
Tilžės g. 18, LT-47181 Kaunas  
El. paštas sigita.ramonaite@lsmuni.lt*

Darbo tikslas – įvertinti terminio apdorojimo poveikį pelėsiniams grybams, aptinkamiems graikiniuose ir žemės riešutuose.

Tyrimo metu buvo atlikti du atskiri eksperimentai, kurių kiekvienas pakartotas po tris kartus. Graikiniai riešutai buvo plikomi karštu 40, 60, 80 ir 100 °C temperatūros vandeniu 1, 2 ir 5 min. Žemės riešutai kepinti 100, 110 ir 120 °C temperatūroje 20, 40 ir 60 min. Paruošti mėginiai sėti į vienkartinės Petri lėkšteles su DG18 terpe ir 5 paras laikyti 25 °C temperatūroje, po to kiekybiškai įvertintas pelėsinų grybų kiekis.

Nustatyta, kad  $\geq 80$  °C temperatūra visiškai sunaikina pelėsinus grybus graikiniuose riešutuose, 60 °C temperatūra turi efektyvų mikroorganizmų mažinimo poveikį, o 40 °C – tik šiek tiek sumažina jų kiekį ( $p < 0,05$ ). Laiko poveikis graikinius riešutus plikant pasirinktose temperatūrose nebuvo reikšmingas ( $p > 0,05$ ).

Kepinant žemės riešutus reikšmingą poveikį pelėsinų grybų kiekiui turėjo tiek temperatūra, tiek laikas ( $p < 0,05$ ). Mikromicetų kiekis sumažintas 51,47 % žemės riešutus pakepinus 20 min. 100 °C temperatūroje. Nors kepimas efektyviai sumažina pelėsinų grybų kiekį, tačiau visiškai šie mikroorganizmai buvo sunaikinti tik mėginį apdorojus 120 °C temperatūroje 60 min.

**Raktažodžiai:** pelėsiniai grybai, graikiniai riešutai, žemės riešutai, terminis apdorojimas

## ĮVADAS

Riešutai yra universalus augalinis produktas, dažnai vartojamas ne tik kaip atskiras maistas, bet ir įvairių gaminių pramonėje, ypač konditerijos. Be to, patys riešutai gali būti perdirbami į įvairius gaminius, pvz.: žemės riešutų sviestą, chalvą ir t. t. (Talbot, 2009).

Riešutai yra vienas svarbiausių Viduržemio jūros dietos, kuri mažina lėtinių ligų, visceralinio nutukimo, hiperglikemijos, oksidacinio streso, įvairių uždegimų, hipertenzijos, cukrinio diabeto ir net vėžio riziką, komponentas (Mohammadifard et al., 2015; Eslamparast et al., 2016;

Segura et al., 2016). Graikiniai riešutai yra būtinų omega-3 ir omega-6 nesočiųjų riebalų rūgščių, fenolių, melatonino ir kitų svarbių elementų šaltinis (Segura et al., 2016). Tai yra vienintelis maisto produktas (o ne atskira maistinė medžiaga), apie kurį pagal ES teisės aktus galima teigti: „Graikiniai riešutai padeda gerinti kraujagyslių elastingumą“\*. Žemės riešutai, turėdami daug

\* 2014 m. kovo 14 d. Komisijos reglamentas (ES) Nr. 274/2014, kuriuo taisomas Reglamentas (ES) Nr. 432/2012 dėl tam tikrų leidžiamų vartoti teiginių apie maisto produktų sveikumą, išskyrus teiginius apie susirgimo rizikos mažinimą, vaikų vystymąsi ir sveikatą. Sąrašo redakcija lietuvių kalba.

lipidų, tapo trečia daugiausiai sunaudojama pramonine žaliava aliejaus gamyboje. Juose gausu fenolio junginių: tokoferolio, monomerinių flavonoidų, proantocianidinų, pasižyminčių antiuždegiminėmis bei antibakterinėmis savybėmis (Cook, 2014), taip pat fitosterolių, mažinančių cholesterolio kiekį:  $\beta$ -sisterolio, kampesterolio, stigmasterolio ir 5-avenasterolio (Segura et al., 2016).

Nors riešutai yra sausi vienasėkliai vaisiai, paprastai apsupti kieto išorinio apvalkalo ar kevalo (ICMSF, 2011; Doyle et al., 2013; Ray et al., 2014) ir turi mažą vandens aktyvumą ( $A_w = 0,7$ ) (Doyle et al., 2013; Ray et al., 2014; Krasauskas et al., 2015), todėl yra bloga terpė mikroorganizmų dauginimuisi, tačiau pelėsiniai grybai sukelia nemažai problemų. Mikroorganizmai į riešutus patenka iš dirvožemio, oro, naudojamos įrangos ir vandens (Ray et al., 2014). Jie gali būti užkrečiami kryžminės taršos metu nuo rankų ar kitų maisto produktų (Blessington et al., 2012). Riešutų pelėjimas pasireiškia netinkamai džiovinant ar laikant riešutus. Kserofiliniai grybai geba daugintis esant žemam vandens aktyvumui (jeigu sudaromos palankios sąlygos) džiovinimo, transportavimo ir laikymo metu (ICMSF, 2011).

Visuose riešutuose aptinkami ir didžiausią riziką kelia *A. flavus* pelėsiniai grybai, gebantys produkuoti aflatoksinus. Pastaruosius produkuoja ir kitos giminingos rūšys, pvz.: *A. parasiticus*, *A. nomius* (ICMSF, 2011; Baquião et al., 2012; Doyle et al., 2013; Morris et al., 2013; Cook, 2014; Tournas et al., 2015; Golge et al., 2016; Oplatowska-Stachowiak et al., 2016). Taip pat riešutuose aptinkami *Alternaria*, *Acremonium*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Eurotium*, *Mucor*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Phialophora*, *Phomopsis*, *Rhizopus*, *Tricothetium* ir *Trichosporon* genčių pelėsiai (Doyle et al., 2013) bei kitos *Aspergillus* genties rūšys: *A. arachidicola*, *A. avenaceus*, *A. bombycis*, *A. caelatus*, *A. lepore*, *A. minisclerotigenes*, *A. nomius*, *A. oryzae*, *A. parvisclerotigenus*, *A. pseudotamarii*, *A. sojae*, *A. tamarii* ir *A. toxicarius* (Freitas-Silva et al., 2011). Tiek auginimo, tiek tolesnio apdoravimo metu į riešutus gali patekti *Wallemia* ir *Culvularia* genčių pelėsiniai grybai (Krasauskas et al., 2015).

Pelėsiniai grybai, ypač jų rūšys produkuojančios aflatoksinus, žmonėms sukelia virškinamojo trakto sutrikimus, gali lemti kepenų navikų

atsiradimą ir kepenų ląstelių karcinomas (Freitas-Silva et al., 2011). Suvalgius grybais užkrėstų produktų, jų toksinai pažeidžia centrinę nervų sistemą, sutrikdo pusiausvyrą, svaigsta galva, ją skauda, patinsta gerklė ir burna, sutrinka kraujotaka, pakinta kraujo sudėtis, tačiau simptomai per kelias dienas pranyksta.

Siekiant apsaugoti riešutus nuo užterštumo pelėsiniais grybais, didelės pajėgos skiriamos prevencijai (Freitas-Silva et al., 2011). Riešutai dažniausiai kepinami (gali būti naudojamas aliejus), plikomi karštu vandeniu arba blanširuojami garais (Harris et al., 2012; Doyle et al., 2013). Taip pat šie procesai gali būti derinami kartu panaudojant propileno oksidą, aukštą spaudimą, infraraudonosios spindulius, drėgno oro kritimą, garus ar jų kombinacijas (Harris et al., 2012). Atliktas tyrimas parodė, kad sausoje aplinkoje mikroorganizmai yra atsparesni aukštai temperatūrai nei būdami skysčiuose ar vandeninguose produktuose (Doyle et al., 2013).

Darbo tikslas buvo įvertinti terminio apdoravimo poveikį pelėsiniais grybams, aptinkamiems graikiniuose ir žemės riešutuose.

## METODAI IR SĄLYGOS

**Tyrimo objektas.** Tyrimas buvo atliekamas su graikiniais ir žemės riešutais, įsigytais mažmeninėje Kauno rinkoje. Tirti supakuoti gliaudyti graikiniai ir sveriami blanširuoti žemės riešutai. Nustatytas pradinis jų užterštumas pelėsiniais grybais, tyrimui pasirinkti labiausiai užteršti riešutai.

**Eksperimento schema.** Eksperimentinis tyrimas buvo suplanuotas atskirai žemės riešutams ir atskirai graikiniams riešutams. Taip pat kiekvienos riešutų grupės buvo tiriamas kontrolinis mėginys, kad įvertintume pradinį riešutų užterštumą pelėsiniais grybais. Siekiant gauti tikslesnius ir patikimus rezultatus abu eksperimentai kartoti po tris kartus.

**Graikinių riešutų eksperimento schema.** Graikinių riešutų mikrobiologiniams rodikliams pagerinti pasirinktas apdorojimas karštu vandeniu, kadangi kitaip terminiškai apdorojus, pvz., pakepinus, labiau pasikeičia jų juslinės bei technologinės savybės, ir tokius riešutus sunkiau panaudoti tolimesniuose gamybos etapuose. Pasirinktos keturios skirtingos vandens temperatūros: 40, 60, 80 ir 100 °C. Kiekvienoje jų graikiniai riešutai

apdoroti 1, 2 ir 5 min. Taip pat buvo tiriamas ir kontrolinis (karštu vandeniu neapdorotas) mėginys.

**Žemės riešutų eksperimento schema.** Žemės riešutai buvo kepinami 100, 110 ir 120 °C temperatūrose. Eksperimentui atlikti pasirinkti trys skirtingi kepinimo laikai: 20, 40 ir 60 min. Taip pat tirtas ir kontrolinis mėginys, kuris parodė pradinį žemės riešutų užterštumą pelėsiais grybais.

**Pelėsinių grybų kiekybinis įvertinimas.** Riešutuose esantys pelėsinių grybų kiekiai buvo vertinami remiantis LST ISO 21527-2:2008 standarte aprašyta metodika.

Steriliame homogenizavimo maišelyje buvo sumaišoma 10 g termiškai apdorotų riešutų ir 90 ml skiediklio – buferinio peptono vandens. Paruoštas mišinys 30 s buvo homogenizuojamas peristaltiniu homogenizatoriumi ir dešimt kartų praskiesta iki  $10^{-3}$ . Naudota terpė skirta pelėsinių grybų ir mielių auginimui – dichlorano 18 % glicerolio agaras (DG18) su 1 % chloramfenikolio etanoliniu tirpalu. Lėkštelės penkias paras buvo laikomos 25 °C temperatūroje.

Pelėsinių grybų kiekiui įvertinti buvo skaičiuojamos lėkštelėse išaugusios kolonijos. Vertintos lėkštelės, kuriose išaugo <150 pelėsinių grybų kolonijų. Bendras kolonijas sudarančių vienetų (ksv) kiekis 1 g produkto apskaičiuotas pagal formulę:

$$N = \frac{\sum C}{V \times (n_1 + 0,1 \times n_2) \times d};$$

$\Sigma C$  – suma kolonijų, suskaičiuotų visose neatmestose lėkštelėse iš dviejų, vienas po kito einančių, skiedinių;

$V$  – užsėtos medžiagos (pasėlio) tūris lėkštelėje mililitrais;

$n_1$  – pirmojo skiedimo vertinamų lėkštelių skaičius;

$n_2$  – antrojo skiedimo vertinamų lėkštelių skaičius;

$d$  – pirmojo vertinamo skiedimo skiedinio koeficientas.

**Statistinė analizė.** Gauti rezultatai buvo apdoroti „IBM SPSS Statistics 20“ statistine programa. Atlikta aprašomoji analizė, kurios pagalba nustatytos vidutinės rezultatų vertės, įvertinta duomenų sklaida, duomenys susisteminti ir įvertinti grafiškai. Ryšiai tarp riešutų kaitinimo laiko ir mikroorganizmų kolonijų skaičiaus bei temperatūros,

kurioje buvo plikomi ar kepinami riešutai, ir pelėsinių grybų skaičiaus buvo įvertinti naudojant tiesinę regresinę analizę. Pasirinktas 0,05 reikšmingumo lygmuo, duomenų patikimumas 95 % (rezultatai reikšmingi, kai  $p \leq 0,05$ ). Gauta B reikšmė parodo pelėsinių grybų kitimą keičiantis apdorojimo sąlygoms – temperatūrai ir laikui, o beta rodiklis nurodo, kuris rodiklis turi daugiau įtakos mikrobiologinės kokybės pagerinimui. Rezultatų sklaida, kuriai įtakos turėjo temperatūra ir laikas, buvo įvertinta naudojant R kvadratą ( $R^2$ ).

## TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Atlikus eksperimentus gauti rezultatai patvirtino išsikelto hipotezė, kad riešutų apdorojimas aukšta temperatūra yra veiksminga priemonė mažinant pelėsinių grybų kiekį. Taip pat įrodyta, kad aukštesnė temperatūra ir ilgesnis apdorojimo laikas labiau pagerina riešutų mikrobiologinę kokybę.

**Eksperimento su graikiniais riešutais rezultatai ir jų aptarimas.** Tyrimo su graikiniais riešutais trijų pakartojimų apibendrinti rezultatai pateikti 1 lentelėje. Nustatyta, kad 80 °C ir aukštesnė vandens temperatūra visiškai sunaikina mikroskopinius grybus graikiniuose riešutuose. Efektyvų poveikį turi ir 60 °C temperatūra, kurioje sunaikinama 99,65 % pelėsinių grybų, kai kurių pakartojimų metu po graikinių riešutų apdorojimo šia temperatūra buvo aptiktos pavienės pelėsinių grybų kolonijos. Žemiausia eksperimente naudota temperatūra (40 °C) turi mikroorganizmų kiekį mažinantį poveikį, tačiau nežymų.

Leistinas pelėsinių grybų kiekis riešutuose nėra reglamentuotas jokiuose Lietuvos ir Europos teisės aktuose, tačiau „Sveikų riešutų iniciatyva“ (*Healthy Nut Initiative*) nustatė didžiausią leistiną pelėsinių grybų kiekį riešutuose – 500 ksv/g (Riyaz-Ul-Hassan et al., 2003). Mūsų atliktame tyrime su graikiniais riešutais ši norma buvo viršyta pradiniame mėginyje ir 40 °C temperatūra apdorotuose riešutuose (1 lentelė). Lyginant mūsų tyrimo rezultatus su užsienio šalyse kitų autorių atliktais graikinių riešutų kokybės tyrimais, gautas panašus riešutų užterštumas. Indijoje ištyrus 50 graikinių riešutų branduolių, visuose mėginiuose buvo aptikta pelėsinių grybų, kurių koncentracija svyravo nuo 3 iki 5  $\log_{10}$  ksv/g (Riyaz-Ul-Hassan et al., 2003). JAV visuose 20 tirtų mėginių rasta 2–6  $\log_{10}$  ksv/g

## 1 lentelė. Pelėsių grybų kiekiai graikinius riešutus apdorojant karštu vandeniu

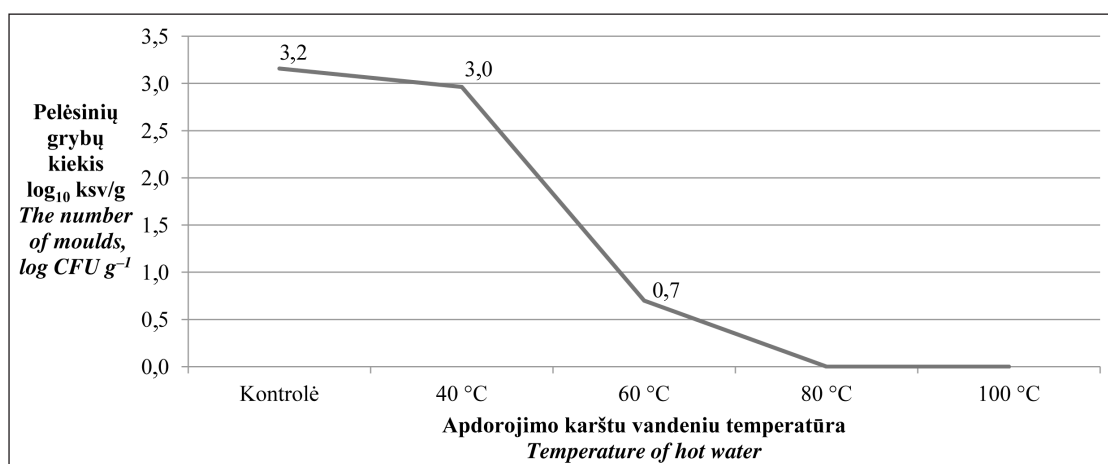
Table 1. The numbers of moulds in walnuts after heat-treatment with hot water

Mėginio nr. No. of sample	Riešutų apdorojimo sąlygos Conditions of nuts processing		Pelėsių grybų kiekio vidurkis $\log_{10}$ ksv/g Average number of moulds, $\log CFU g^{-1}$
	Temperatūra °C Temperature, °C	Laikas min. Time, min	
K	–	–	3,2 ± 2,1
1	40	5	2,9 ± 3,1
2		2	2,9 ± 2,3
3		1	3,1 ± 1,9
4	60	5	0,8 ± 1,1
5		2	0,5 ± 0,8
6		1	0,7 ± 0,8
7	80	5	0
8		2	0
9		1	0
10	100	5	0
11		2	0
12		1	0

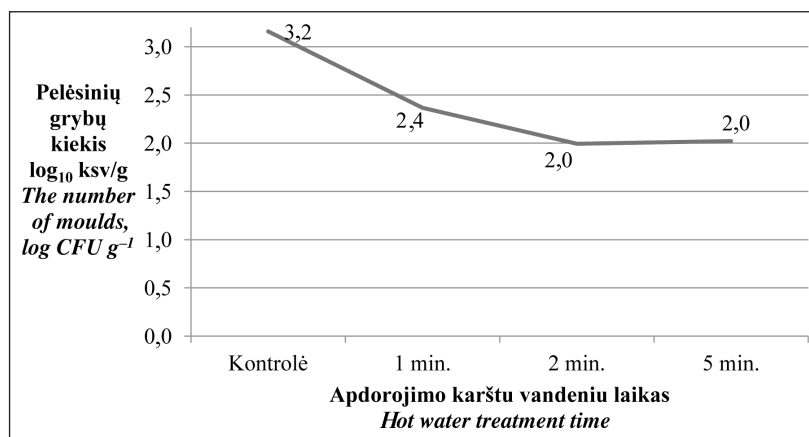
mikromicetų kolonijų (Tournas et al., 2015). Irane taip pat visi graikinių riešutų mėginiai buvo užteršti pelėsiniais grybais, tačiau ne tokiu dideliu kiekiu kaip kitose šalyse. Jų kiekis svyravo nuo 1 iki 5  $\log_{10}$  ksv/g.

Temperatūros poveikis mikrobiologinei graikinių riešutų kokybei yra reikšmingas ( $p = 0,001$ ). Įvertinus temperatūros įtaką pelėsių grybų mažėjimui termiškai apdorojant riešutus nustatyta, kad pakėlus temperatūrą 1 °C pelėsių grybų skaičius sumažėja 16 ksv/g ( $B = -16,113$ ) (1 pav.).

Efektyviausi tyrimo rezultatai gauti graikinius riešutus termiškai apdorojant 2 min., tačiau skirtumai tarp rezultatų, gautų taikant skirtingą laiką, nežymūs (2 pav.). Graikinius riešutus apdorojant karštu vandeniu, nepriklausomai nuo laiko, pelėsių grybų sumažėjo 3,1  $\log_{10}$  ksv/g, palyginti su kontroliniu mėginiu. Tyrimų rezultatai parodė, kad laikas nėra patikimas rodiklis gerinant graikinių riešutų mikrobiologinę kokybę ( $p = 4,77$ ). Pailginus riešutų apdorojimo karštu vandeniu laiką 1 min. pelėsių grybų skaičius sumažėja 36 ksv/g ( $B = -36,291$ ).



1 pav. Pelėsių grybų kiekio vidutinės vertės kitimas keičiantis temperatūrai,  $\log_{10}$  ksv/g  
Fig. 1. Changes in the variation of mould numbers during heat-treatment,  $\log CFU g^{-1}$



**2 pav.** Pelėsių grybų kiekio vidutinės vertės kitimas keičiantis laikui, log<sub>10</sub> ksv/g  
**Fig. 2.** Changes in the variation of mould numbers over time, log CFU g<sup>-1</sup>

Nustatėme, kad 71,2 % gautai rezultatų sklaidai įtakos turėjo laikas ir temperatūra ( $R^2 = 0,712$ ). Likusi sklaida galėjo priklausyti nuo žmogiškojo faktoriaus sėjant ir skirtingo kiekvieno tirtu riešuto pradinio užterštumo. Daugiau įtakos graikinių riešutų mikrobiologinei kokybei pagerinti turėjo temperatūra ( $\beta = -0,807$ ) nei laikas ( $\beta = -0,128$ ).

Nors panašūs tyrimai, kai riešutuose esantys pelėsiniai grybai naikinami juos apdorojant karštu vandeniu nebuvo atlikti ar jų rezultatai viešai neskelbiami, tačiau L. J. Harris ir kt. (2012) tyrė *Salmonella enteritidis* PT 30 išgyvenimą riešutuose, juos apdorojant karštu vandeniu. Taikytas rekomenduojamas 1,6–2 min. plikimas mažiausiai 88 °C temperatūroje siekiant sunaikinti 4–5 log<sub>10</sub> ksv/g patogeninių mikroorganizmų koncentraciją.

**Eksperimento su žemės riešutais rezultatai ir jų aptarimas.** Tyrimo metu su žemės riešutais gauti rezultatai rodo pelėsių grybų kiekio sumažėjimą nuo 3,0 log<sub>10</sub> ksv/g kontroliniame mėginyje iki visiško jų sunaikinimo 120 °C temperatūroje žemės riešutus kepinant 1 val. Tai buvo vienintelės sąlygos, užtikrinančios, kad žemės riešutuose neliktų pelėsių grybų. Kepinant riešutus 20 min. 100 °C temperatūroje pelėsių grybų kiekis sumažėjo daugiau nei dvigubai (51,47 %). Vis dėlto 100 °C temperatūra nėra patikimas būdas sunaikinti pelėsinis grybus, net ir kepinant žemės riešutus tokioje temperatūroje valandą. Didesnis mikrobiologinės taršos mažinimo efektyvumas pasiekiamas produktą kaitinat 100 °C temperatūroje 40–60 min., nei 110 °C temperatūroje 20 min. Visi eksperimento rezultatai pateikti 2 lentelėje.

2 lentelė. Pelėsių grybų kiekiai kepinant žemės riešutus

Table 2. The numbers of moulds in peanuts after roasting

Mėginio nr. No. of sample	Riešutų apdorojimo sąlygos Conditions of nuts processing		Pelėsių grybų kiekio vidurkis log <sub>10</sub> ksv/g Average number of moulds, log CFU g <sup>-1</sup>
	Temperatūra °C Temperature, °C	Laikas min. Time, min	
K	–	–	3,0 ± 2,1
1	100	20	2,7 ± 2,0
2		40	2,2 ± 1,7
3		60	1,9 ± 1,5
4	110	20	2,2 ± 1,3
5		40	1,4 ± 1,1
6		60	0,8 ± 1,0
7	120	20	1,6 ± 1,3
8		40	0,5 ± 0,8
9		60	0



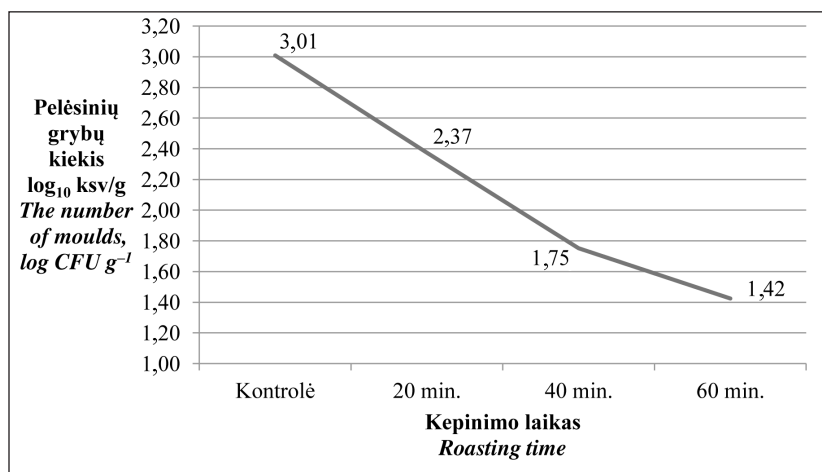
Didžiausia leistina „Sveikų riešutų iniciatyvos“ (*Healthy Nut Initiative*) nustatyta pelėsių grybų norma buvo viršyta kontroliniame mėginyje, taip pat žemės riešutuose, kepintuose 100 °C temperatūroje 20 ir 40 min. bei 110 °C temperatūroje 20 min.

Žemės riešutų užterštumas Irane, kaip ir šio darbo metu atliktame eksperimente, buvo mažesnis nei graikinių riešutų. Pelėsių grybų aptikta ne visuose mėginiuose, o jų kiekis neviršijo 3 log<sub>10</sub> ksv/g (Kazemi et al., 2014).

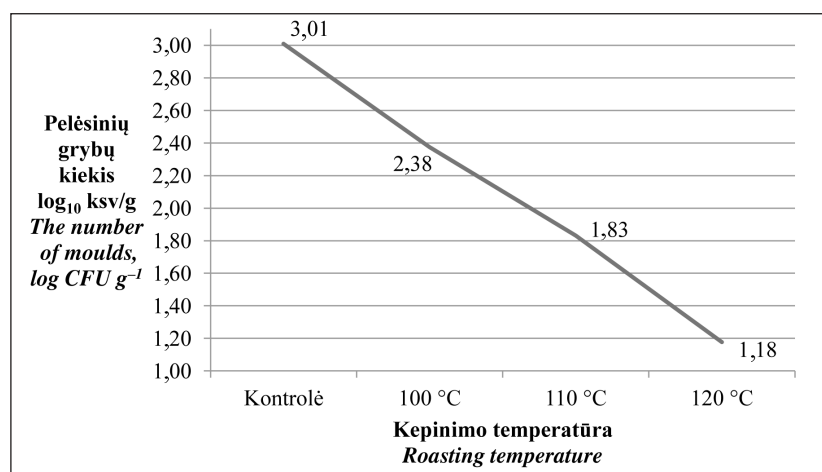
Nors mūsų eksperimento metu kepinant riešutus buvo matomas pelėsių grybų kiekio mažėjimas, A. Kazemi ir kt. (2014) atliktame tyrime kepintuose žemės riešutuose buvo aptikta 20 % mikotoksinus produkuojančių pelėsių grybų genčių, kai neapdorotuose riešutuose – tik 5 %. Be to, kepintuose riešutuose nustatytas 28 % didesnis bakterinis užterštumas. Reikia paminėti, kad apdoroti riešutai buvo pasūdyti bei tirti ne iš karto po kepinimo, o palaikius tam tikrą laiką. Be to, reikia įvertinti, kad šių mokslin-

kų atliktame tyrime nebuvo atsižvelgta į pradinį riešutų užterštumą – gali būti, kad sūdytų ir kepintų riešutų mikrobiologinė kokybė buvo daug prastesnė nuo pat derliaus nuėmimo, todėl juose liko didesni kiekiai mikroorganizmų net po apdoravimo. Dėl šių priežasčių negalima teigti, kad riešutų kepinimas padidina bakterinį užterštumą ar pelėsių grybų rūšinę įvairovę.

Mūsų tyrimu buvo įrodyta, kad reikia derinti temperatūrą ir laiką norint pasiekti geriausių rezultatų. Šiuo atveju abu tirti veiksniai turi atvirkštinę tiesinę įtaką pelėsių grybų kiekiui. Laiko ir temperatūros poveikis žemės riešutų mikrobiologiniams rodikliams pateiktas atitinkamai 3 ir 4 pav. Eksperimentas parodė, kad tiek laiko, tiek temperatūros įtaka pelėsių grybų mažinimui riešutuose yra reikšminga ( $p = 0,039$  ir  $p = 0,001$ ). Padidinus kaitinimo temperatūrą 1 °C pelėsių grybų žemės riešutuose sumažėja daugiau nei 8 ksv/g ( $B = -8,164$ ), o pailginus apdoravimo laiką 1 min. – beveik 5 ksv/g ( $B = -4,935$ ).



**3 pav.** Pelėsių grybų kiekio vidutinės vertės kitimas keičiantis laikui, log<sub>10</sub> ksv/g  
**Fig. 3.** Changes in the variation of mould numbers over time, log CFU g<sup>-1</sup>



**4 pav.** Pelėsių grybų kiekio vidutinės vertės kitimas keičiantis temperatūrai, log<sub>10</sub> ksv/g  
**Fig. 4.** Changes in the variation of mould numbers during heat-treatment, log CFU g<sup>-1</sup>

Įvertinus rezultatų sklaidos priežastis nustatyta, kad 92,9 % rezultatų sklaidos priklauso nuo laiko ir temperatūros. Šiame eksperimente nė vienas tirtas veiksnys nebuvo akivaizdžiai dominuojantis – tiek laikas, tiek temperatūra buvo labai susiję siekiant gauti geriausią rezultatą. Vis dėlto daugiau įtakos mikrobiologinei kokybei žemės riešutuose turi temperatūra ( $\beta = -,745$ ), o ne laikas ( $\beta = -,314$ ).

Atsižvelgiant į mūsų ir kitų autorių tyrimų rezultatus galima teigti, kad geriausia riešutus kepinėti valandą 120 °C temperatūroje. Taip užtikrinama mikrobiologinė sauga, išvengiama kenksmingų junginių susidarymo ir padidinamas antioksidacinis potencialas.

## IŠVADOS

1. Graikinių riešutų, parduodamų mažmeninėje prekyboje, užterštumas pelėsinais grybais gali siekti net 3,1  $\log_{10}$  ksv/g, o žemės riešutų – 3  $\log_{10}$  ksv/g.

2. Nepriklausomai nuo laiko, graikiniuose riešutuose pelėsiniai grybai 100 % sunaikinami  $\geq 80$  °C temperatūroje, o 60 °C temperatūroje jų buvo aptikta tik pavieniai atvejai ( $p = 0,001$ ). Apdorojimas  $\leq 40$  °C temperatūros vandeniui tik šiek tiek sumažina pelėsinių grybų kiekį, todėl siekiant efektyvaus rezultato reikia pasirinkti aukštesnę temperatūrą. Nustatėme, kad pakėlus vandens temperatūrą 1 °C pelėsinių grybų sumažėja 16 ksv/g.

3. Pasirinktose temperatūrose (100, 110, 120 °C) pelėsinių grybų kiekis žemės riešutuose efektyviai sumažėjo ( $p = 0,001$ ), tačiau poveikis priklauso ir nuo kepinimo laiko. Riešutus pakepinus 120 °C temperatūroje 60 min. pelėsiniai grybai visiškai sunaikinami. Taip pat nustatėme, kad keliant kaitinimo temperatūrą 1 °C pelėsinių grybų sumažėja 8 ksv/g.

4. Daugiausia pelėsinių grybų graikiniuose riešutuose sumažėjo juos apdorojus 2 min., tačiau laikas nebuvo reikšmingas veiksnys ( $p = 4,77$ ). Efektyviausiai pelėsinių grybų kiekis sumažėjo žemės riešutus pakepinus 60 min. ( $p = 0,039$ ), taip pat nustatėme, kad pailginus apdorojimo laiką 1 min. galima sumažinti pelėsinių grybų 5 ksv/g.

## LITERATŪRA

1. Baquião A. C., Zorzete P., Reis T. A., Assunção E., Vergueiro S., Correa B. 2012. Mycoflora and mycotoxins in field samples of Brazil nuts. *Food Control*. Vol. 28. P. 224–229.
2. Blessington T., Mitcham E. J., Harris L. J. 2012. Survival of *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* O157:H7, and *Listeria monocytogenes* on inoculated walnut kernels during storage. *Journal of Food Protection*. Vol. 75. No. 2. P. 245–254.
3. Cook R. W. 2014. *Peanuts: Production, Nutritional Content and Health Implications*. New York: Nova Science Publishers, Inc. 169 p.
4. Doyle M. P., Beauchat L. 2013. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. 4th ed. Washington, DC: ASM Press. 1118 p.
5. Eslamparast T., Sharafkhah M., Poustchi H., Hashemian M., Dawsey S., Freedman N. D., Boffetta P., Abnet C. C., Etemadi A., Pourshams A., Fazeltabar Malekshah A., Islamic F., Kamangar F., Merat S., Brennan P., Hekmatdoost A., Malekzadeh R. 2016. Nut consumption and total and cause-specific mortality: results from the Golestan Cohort Study. *International Journal of Epidemiology*. P. 1–11.
6. Freitas-Silva O., Venâncio A. 2011. Brazil nuts: Benefits and risks associated with contamination by fungi and mycotoxins. *Food Research International*. Vol. 44. P. 1434–1440.
7. Golge O., Hepsag F., Kabak B. 2016. Determination of aflatoxins in walnut sujuk and Turkish delight by HPLC-FLD method. *Food Control*. Vol. 59. P. 731–736.
8. Harris L. J., Uesugi A. R., Abd S. J., McCarthy K. L. 2012. Survival of *Salmonella* Enteritidis PT 30 on inoculated almond kernels in hot water treatments. *Food Research International*. Vol. 45. P. 1093–1098.
9. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). 2011. *Microorganisms in Foods 8*. New York: Springer Science + Business Media. 400 p.
10. Kazemi A., Ostadrahimi A., Ashrafnejad F., Sargheini N., Mahdavi R., Farshchian M., Mahluji S. 2014. Mold contamination of untreated and roasted with salt nuts (walnuts, peanuts and pistachios) sold at markets of Tabriz, Iran. *Jundishapur Journal of Microbiology*. Vol. 7(1). P. 1–5.
11. Krasauskas A., Paulauskienė A., Tarasevičienė Ž. 2015. Micromycetes contaminating nuts used for food. *Biologija*. Vol. 61. P. 109–115.
12. LST ISO 21527-2:2008. *Maisto ir pašarų mikrobiologija. Bendrasis mielių ir pelėsinių grybų skaičiavimo metodas. 2 dalis. Kolonijų skaičiavimo būdas produktuose, kurių vandens aktyvumas yra 0,95 arba mažesnis (tapatus ISO 21527-2:2008)*. Lietuvos standartizacijos departamentas, 2013.

13. Mohammadifard N., Salehi-Abargouei A., Salas-Salvadó J., Guasch-Ferré M., Humphries K., Sarrafzadegan N. 2015. The effect of tree nut, peanut, and soy nut consumption on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 101(5). P. 966–982.
14. Morris Jr. J. G., Potter M. E. 2013. *Foodborne Infections and Intoxications*. 4th ed. Croydon: Elsevier Inc. 568 p.
15. Oplatowska-Stachowiak M., Sajic N., Xu Y., Haughey S. A. 2016. Fast and sensitive aflatoxin B1 and total aflatoxins ELISAs for analysis of peanuts, maize and feed ingredients. *Food Control*. Vol. 63. P. 239–245.
16. Ray B., Bhunia A. 2014. *Fundamental Food Microbiology*. 5th ed. Boca Raton: CRC Press. 663 p.
17. Riyaz-Ul-Hassan S., Verma V., Malik A., Qazi G. N. 2003. Microbiological quality of walnut kernels and apple juice concentrate. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*. Vol. 19. P. 845–850.
18. Segura R., Casimiro J., Lizarraga A., Ros E. 2016. Other relevant components of nuts: phytosterols, folate and minerals. *British Journal of Nutrition*. Vol. 96. P. 36–44.
19. Talbot G. 2009. *Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products*. Cambridge: CRC Press. 468 p.
20. Tournas V. H., Niazi N. S., Kohn J. S. 2015. Fungal presence in selected tree nuts and dried fruits. *Microbiology Insights*. Vol. 8. P. 1–6.

**Bernadeta Žudytė, Sigita Ramonaitė**

## HEAT-TREATMENT AS A MEASURE FOR MICROBIOLOGICAL QUALITY IMPROVEMENT OF WALNUTS AND PEANUTS

### Summary

The aim of this research was to evaluate the influence of heat-treatment on the microbiological indexes of walnuts and peanuts.

Two separate experiments were performed; each of them was replicated 3 times. Walnuts were blanched with 40, 60, 80 and 100 °C water for 1, 2 and 5 min. Peanuts were roasted at 100, 110 and 120 °C for 20, 40 and 60 min. The prepared samples were inoculated in disposable Petri dishes with the DG18 medium and held for 5 days at 25 °C temperature. After the incubation the amount of moulds was quantified.

The experiment showed that the heat-treatment of  $\geq 80$  °C completely destroyed moulds in walnuts, the heat-treatment of 60 °C was effective for reducing of microorganisms, and the heat-treatment of 40 °C only slightly reduced their number ( $p < 0.05$ ). The effect of blanching time on walnuts at selected temperatures was insignificant ( $p > 0.05$ ).

Both analysed factors were significant for roasted peanuts ( $p > 0.05$ ). The number of moulds was reduced by 51.47% after roasting peanuts for 20 min at 100 °C. Despite the fact that roasting is an effective method to reduce the number of microorganisms, moulds were completely destroyed only in one sample, which was roasted at 120 °C for 60 min.

**Keywords:** moulds, walnuts, peanuts, heat-treatment