



EESTI MAAÜLIKOOL

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Liisa Truu

**ERINEVATE TEHNOLOOGIATE RAKENDAMINE TAMMETÕRUJAHU
VALMISTAMISEL JA NENDE MÕJU JAHU FÜÜSIKALIS-KEEMILISTELE
NÄITAJATELE**

**THE IMPLEMENTATION OF DIFFERENT TECHNOLOGIES ON ACORN MEAL
AND THEIR INFLUENCE ON ITS PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS**

Bakalaureusetöö

Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppekava

Juhendaja: Raili Saar, *MSc*

Tartu 2015

LÜHIKOKKUVÕTE

Bakalaureusetöö eesmärkideks oli uurida hariliku tamme (*Quercus robur*) tõrudest valmistatava jahu füüsikalise-keemiliste näitajate muutusi vastavalt valmistusmeetodile, anda ülevaade tammetõrujahu koostisosade mõjust organismi füsioloogilistele funktsioonidele ning uurida nii tarbijate kui ka pagari- ja/või kondiitriettevõtete huvi tammetõrujahu kasutamise vastu. Kirjanduse ülevaates on käsitletud tammetõrude ja neist valmistatud toodete kasutamist, jahuks töötlemise tehnoloogiaid, tammetõrujahu omadusi ning *Quercus robur* tõrude keemilist koostist ja nende mõju organismi füsioloogilistele funktsioonidele.

Tammetõrusid ja neist valmistatudprodukte on aasta-tuhandeid kasutatud nii toiduna kui ka rahvameditsiinis, kuid tõrudes sisalduvad mõruained ehk tanniinid, on suurtes kogustes organismile kahjulikud ning seetõttu tuleb nende sisaldust vähendada erinevaid meetodeid rakendades.

Antud töö eksperimentaalses osas kasutati kahte tanniinide vähendamise tehnoloogiat, mis erinesid üksteisest leotamise etapi poolest. Ühes tehnoloogias kasutati tanniinide eemaldamiseks tammetõrujahu leotamist +4 °C vees 6 päeva jooksul ning teises, tervete tõrude, leotamist 80 °C vees ühe tunni ja 30 minuti jooksul, millele järgnes tõrude purustamine ning vees leotamine sama temperatuuri juures 60 minutit. Mõlema tehnoloogia kasutamisel vähenes märgatavalt tanniinide sisaldus, kuid parema tulemuse andis külma meetodiga töötlemine, kus tanniinide sisaldus vähenes 12,95%-lt 3,71%-ni. Antud tehnoloogiatega väheneb ka mineraalainete sisaldus, mis on tugevas seoses tanniinide sisaldusega ($r=0,999$). See-eest suurenevad töötlemise käigus teiste toitainete, nagu rasva-, valgu- ja süsivesikute sisaldused.

Tarbijate ja ettevõtete küsitlusest selgus, et Eestis oleks turgu tammetõrujahule ja sellest valmistatud toodetele, kuna 96,51% tarbijatest oleks nõus antud toodet proovima ja tarbima. 21,74% pagari- ja/või kondiitriettevõtetest oleks tammetõrujahu kasutamisest kindlasti huvitatud ning kasutamist kaaluksid 69,57%.

ABSTRACT

The aim of this study was to show how different acorn meal production technologies influence its physical and chemical parameters and additionally find out if Estonian people, bakery and confectionary companies are interested in using acorn meal. Also, give an overview of the chemical composition of *Quercus robur* acorn and its influence on body's physiological functions.

The work consists of two parts:

1. The literature review, where is described how acorns were used, processed and what is their chemical composition and how it influences organisms physiological functions.
2. In the experimental part acorn meal was produced using two different technologies to remove tannins, which are in large amounts harmful to humans. The two technologies differ from one another by leaching process temperature, which in one is +4 °C and in other is 80 °C. The results indicate that water treatment lowers tannin content, when using cold method from 12,95% to 3,71%, and to 5,00% when using hot method. But at the same time mineral content decreases significantly. In unprocessed flour the ash content was 2,26%, which decreased during processing to 0,20% or 0,41% depending on technology. According to statistical analysis tannin and ash content are very strongly correlated ($r=0,999$). The content of other nutrients, especially fat content, increased during processing.

According to consumer and business survey there is market for acorn flour, because 97,51% of consumers would use it, if it had a pleasant taste and 21,74% bakery and confectionary companies would definitely use it and 69,57% would consider it.

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	8
1.1. Tammetõrude päritolu ja ehitus	8
1.2. Tammetõrude koostis.....	8
1.2.1. Süsivesikud.....	9
1.2.2. Valgud	10
1.2.3. Lipiidid	11
1.2.4. Niiskusesisaldus	13
1.2.5. Mikrotoitained	13
1.2.6. Polüfenoolid	15
1.3. Taimedes esinevad tanniinid.....	16
1.3.1. Tanniinide kasulikkus.....	17
1.3.2. Tanniinide kahjulikkus	18
1.3.3. Tanniinid tammetõrudes	18
1.4. Tammetõrude kasutamine.....	19
1.4.1. Kasutamine loomasöödana	19
1.4.2. Kasutamine meditsiinis	20
1.4.3. Kasutamine toiduna	20
1.5. Tanniinide eraldamine	22
1.5.1. Kasutatavad tehnoloogiad tanniinide eraldamiseks.....	22
1.6. Tammetõrujahu omadused.....	23
1.6.1. Tammetõrujahu kasutamine küpsetiste valmistamisel	24
1.7. Tarbijate vastuvõtlikkus tammetõrujahust valmistatud küpsetistele	25
2. UURIMUSTÖÖ METOODIKA	26
2.1. Töötlemine, kasutades külma meetodit	26
2.2. Töötlemine, kasutades kuuma meetodit	28
2.3. Tammetõrujahu füüsikaliste näitajate määramine.....	29
2.3.1. Niiskusesisaldus	29
2.4. Tammetõrujahu keemiliste näitajate määramine.....	30
2.4.1. Tuhasisaldus	30
2.4.2. Valgusisaldus.....	31
2.4.3. Rasvasisaldus.....	31

2.4.4.	Süsivesikute sisaldus	32
2.4.5.	Tanniinide sisaldus	32
2.5.	Andmete statistiline analüüs	33
3.	EKSPERIMENTAALNE OSA	34
3.1.	Tulemuste analüüs	35
3.1.1.	Keemiliste näitajate analüüs	35
3.1.2.	Füüsikaliste näitajate analüüs	37
3.1.3.	Tarbijaküsitluse analüüs	38
3.1.4.	Ettevõtte küsitluse analüüs	40
	KOKKUVÕTE	44
	KASUTATUD KIRJANDUS	46
	VÕÕRKEELNE KOKKUVÕTE	52
	LISAD	56
	Lisa 1. Tarbijaküsitluse ankeet	57
	Lisa 2. Ettevõtteküsitluse ankeet	61
	Lisa 3. Jahu tootmise etapid	68

SISSEJUHATUS

Üha enam on inimesed hakanud tähelepanu pöörama toitumisele, mida silmas pidades on toiduainetööstused pidevas arengus, et toota ja tuua turule tarbija jaoks uudset ja tervislikku toitu. Selleks on toiduainetööstused turule toonud funktsionaalseid tooteid, mida on rikastatud probiootikumide, vitamiinide, mineraalide, kiudainete jms, et anda tootele lisandväärtust ning mõjutada soodsalt organismi füsioloogilisi funktsioone, mis edendavad tervist ja heaolu.

Peaksime pilgu heitma loodusesse ja leidma sealt unustatud toiduaineid, mis on oma koostise poolest väga mitmekesised ja omavad palju bioaktiivseid omadusi. Üheks selliseks toiduaineks on tammetõrud, mis on paljude loomade, lindude ja mõnes riigis ka inimeste toidulaual.

Tammetõrude keemiline koostis erineb liigiti ning on sõltuv väga mitmest tegurist, mistõttu sobivad osad liigid toiduks paremini kui teised. Tõrude sobilikkus toiduks sõltub neis sisalduvate tanniinide hulgast, kuna suures koguses on tanniinid tervisele kahjulikud ning lisaks sellele annab suur tanniinide sisaldus tootele mõru maitse.

Antud töö eesmärgiks on uurida hariliku tamme (*Quercus robur*) viljadest ehk tammetõrudest valmistatud jahu füüsikalisi–keemilisi näitajaid ning nende muutuseid olenevalt jahu valmistusmeetodist. Antakse ülevaade sellest, millele pööravad tarbijad toitu ostes enam tähelepanu ning kas nad oleksid huvitatud toidu valmistamisel tammetõrujahu kasutamisest. Lisaks tarbijaküsitlusele viidi erinevates pagari- ja/või kondiitriettevõtetes läbi küsitlus, saamaks teada nende võimalikku huvi tammetõrujahu kasutamise kohta oma toodete valmistamisel.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgid on järgmised:

1. Uurida hariliku tamme (*Quercus robur*) tõrudest valmistatava jahu füüsikalisi–keemilisi näitajaid ning nende muutuseid vastavalt jahu valmistusmeetodile.
2. Anda ülevaade tammetõrujahu koostisosade mõjust organismi füsioloogilistele funktsioonidele, mis edendavad tervist ja heaolu.

3. Välja selgitada, millele pöörab tarbija enim tähelepanu toitu ostes.
4. Uurida erinevate pagari- ja/või kondiitriettevõtete huvi tammeterujahu kasutamise kohta oma toodete valmistamisel.

Lõputöö autor soovib tänada töösse uskumise, heade soovitude ja nõuannete eest eelkõige oma juhendajat Raili Saart ning igakülgse abi ja mõistva suhtumise eest kogu Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonda. Samuti tänab autor Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi keemia osakonda nende poolt läbiviidud keemiliste analüüside eest. Lisaks eelpool nimetatutele soovib autor tänu avaldada Tartu Milli kvaliteedijuhile Marin Mäele, kes on antud töö retsensent.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Tammetõrude päritolu ja ehitus

Tammed on väga olulised ja tavapärased puud põhjapoolkeral (Łuczaj *et al.* 2014: 103; Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 340), olles koduks ja toidulauaks paljudele loomadele ja lindudele, sealhulgas metsseale, põdrale ja rähnile (Meyers *et al.* 2006: 7686; Masing, 1998; Özcan 2006: 420). Tamme perekond (*Quercus* spp), kus on rohkem kui 450 liiki, kuulub pöögiliste (*Fagaceae*) sugukonda (Raal 2012: 129; Laas, Tamm 1998). Tamme liigid on mikroanatomia järgi jaotatud kolmeks: igihaljad, punased (*Erythrobalanus*) ja valged (*Lepidebalanus*) tammed (Timber Team... 2014). Viimaste hulka kuulub ka levinuim tammeliik ehk harilik tamm (*Quercus robur* L) (Raal 2012: 129; Laas, Tamm 1998; Kalle, Sõukand 2013: 247), mille kaks teisendit kasvavad ka Eestis – talitamm (*Q. robur* var. *tardiflora*) ja suvitamm (*Q. robur* var. *praecox*) (Raal 2012: 129). Lisaks neile kahele leidub Eestis ka ilupuuna tuntud punast tamme (*Quercus rubra*) (Raal 2012: 129; Laas, Tamm 1998; Kalle, Sõukand 2013: 247).

Botaanilises mõttes on tõrud üheseemnelised tugevalt harunenud idulehtedega sulgviljad, mida alusel ümbritseb lüdi, kattes kolmandiku kuni poole tõru pikkusest (Raal 2012: 171). Tammetõrude saagikus oleneb väga mitmest tegurist: puu iseärasustest (liik ja puu geneetika), kättesaadavatest toitainetest, kliimast, valgusest ning vihmast (Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 344).

1.2. Tammetõrude koostis

Tammetõrud on heaks süsivesikute, rasvade, aminohapete, valkude, polüfenoolide, mineraalainete ning erinevate steroolide allikaks (Rakic *et al.* 2007: 830; Sabrin 2009: 8). Toitainete sisaldus varieerub, sõltudes tamme liigist, ilmast, parasiitidest ning tõru küpsusastmest (Tejerina *et al.* 2011: 1000; Rakic *et al.* 2006: 420; Sabrin 2009: 9; Ferraz

de Oliveira *et al.* 2012: 229; Carbonero *et al.* 2006: 584). *Quercus robur*’i ja erinevate tammetõrude keemilise koostise võrdlus on esitatud tabelis 1.

Tabel 1. *Quercus robur*’i ja 18 erineva tamme tõrude keemiline koostis Allikad: (Bainbridge 1986: 5; Rakic *et al.* 2006: 420, 2007: 832; Özcn 2006: 422)

Tamme liigid	Süsivesikute sisaldus	Valgu-sisaldus	Rasva-sisaldus	Tuha-sisaldus	Niisukus-sisaldus	Tanniinide sisaldus
	(%)					
<i>Quercus robur</i>	–	4,18–6,19	0,99	2,01–2,17	7,89–7,95	9,16–12,33
18 liigi keskmiste kokkuvõte	32,70–89,70	6,29–7,25	1,10–31,30	–	8,70–44,00	0,10–8,80

1.2.1. Süsivesikud

Süsivesikud on looduses ühed kõige levinumad ühendid, mis koosnevad süsiniku hüdraatidest (Zilmer *et al.* 2010: 76).

Süsivesikud moodustavad enam kui 55% tõrude koostisest (Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 344; Al-Rousana *et al.* 2013: 554; Saffarzadeh *et al.* 1999: 60; Bainbridge 1986: 5), kuid nende täpsem sisaldus sõltub kättesaadava valguse hulgast (Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 344). Suur süsivesikute sisaldus on oluline toitumise seisukohalt, kuna nende näol on tegemist hästi omastatavate ja kõrge energeetilise väärtusega makrotoitainetega, mille sisaldus toidus peab katma 50–60% päevasest tarbitavast toiduenergiast (Zilmer *et al.* 2004: 38). Lisaks sellele, et süsivesikud on põhiliseks energiaallikaks, kuuluvad need ka rakkude, kudede ja paljude hormoonide koostisesse, määravad veregrupi, omavad kaitsefunktsiooni antikehade koostises ning on oluliseks varuaineks organismis (Kokassaar *et al.* 2012).

1.2.2. Valgud

Valgud ehk proteiinid on looduslikud kõrgmolekulaarsed ühendid, mis koosnevad süsinikust, vesinikust, hapnikust ja lämmastikust. Tegemist on väga oluliste makrotoitainetega, mis kuuluvad peaaegu kõikide ensüümide ja ka mõnede hormoonide koostisesse. Lisaks võtavad valgud aktiivselt osa antikehade tootmisest ja ainete transpordist, tagades organismi tugeva ning toimiva immuunsüsteemi. (Zilmer *et al.* 2010: 66–67; Zilmer *et al.* 2004: 60–62; Kokassaar *et al.* 2012) Olulisemaid valkude funktsioone on geeniregulaatorne funktsioon, mis tähendab, et valgulised faktorid osalevad DNA transkriptsiooni alustamises ja lõpetamises, kontrollivad selle sagedust ja täpsust. Valkude bioloogiline väärtus sõltub nende aminohappelisest koostisest, kuna neid jagatakse asendamatuks ja asendatavateks. (Kokassaar *et al.* 2012)

Valgusisaldus tammetõrudes on keskmiselt 4–6% (Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 344; Al-Rousana *et al.* 2013: 554; Saffarzadeh *et al.* 1999: 60), kuid mõningate allikate järgi ka vahemikus 2,3–8,6% (tabel 1) (Bainbridge 1986: 5; Galván *et al.* 2011: 1247; Özcan 2006: 419). Liigilisest erinevusest tulenevalt sisaldab *Quercus robur*’i tõru 6,19% valku (tabel 1) aga *Quercus pontica* vili kõigest 2,75% (Özcan 2006: 422). Galván *et al.* (2011: 1247) leidsid, et lisaks liigilisele erinevusele sõltub valgusisaldus ka kasvukohast. Hispaania erinevates piirkondades kasvavate *Quercus ilex* tõrude proteiinisaldus erines piirkonniti, kõikides vahemikus 2,92–5,92 mg/g kuivaines (Galván *et al.* 2011: 1247). Sarnast piirkondlikku erinevust täheldasid ka Saffarzadeh *et al.* (1999: 63), kes leidsid, et külmemas piirkonnas kasvavate tammede tõrude valgusisaldus on suurem, kui troopikas kasvavatel.

Võrreldes tõrude proteiinide aminohappelise koostisega, on näha, et väävlit sisaldavate aminohapete metioniini (Met) ning trüptofaani (Tyr) sisaldus on väga väike, kuid teiste asendamatu aminohapete [treoniini (Thr), valiini (Val), isoleutsiini (Ile), leutsiini (Leu) ja lüsiini (Lys)] sisaldus on piisav täiskasvanud inimese päevase valguvajaduse katmiseks (Özcan 2006: 422; Saffarzadeh *et al.* 1999: 68). Seetõttu on tõrude aminohappeline koostis arvestatav, kuigi üldine valgusisaldus on tõrudes poole väiksem kui teraviljades (Rakic *et al.* 2006: 421; Özcan 2006: 426). Täpne *Quercus robur*’i asendamatu aminohapete koostis ja päevane soovituslik kogus lastele ja täiskasvanutele on toodud tabelis 2.

Tammetõrujahu eelis teraviljajahude ees on aga gluteeni puudumine, mistõttu sobivad tammetõrujahust valmistatud tooted neile, kellel on gluteenitalumatus (Sabrin 2009: 66; Pinna 2013: S73).

Tabel 2. Töötlemata *Quercus robur*’i tõrude aminohappeline koostis Allikas: (Özcan 2006: 422)

Asendamatu aminohape	Thr	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe*	Lys
	(mg/100g kuivaines)							
Aminohapete sisaldus	154	234	36	187	327	95	208	207
Päevane soovituslik kogus lastele, vanuses 2–5 a	340	350	250	280	660	630	-	580
Päevane soovituslik kogus lastele, vanuses 10–12 a	280	250	225	280	440	220	-	440
Päevane soovituslik kogus täiskasvanutele	90	130	170	130	190	190	-	160

Phe* - fenüülalaniin

1.2.3. Lipiidid

Lipiide jagatakse liht- ja liitlipiidideks, viimaste koostisesse kuuluvad lisaks alkoholile ja rasvhappele veel lämmastikalused ning fosforhape (Kokassaar *et al.* 2012). Rasvu peaks toiduga tarbima 25–30% päevasest koguenergiast, sest tegemist on kõige energiarikkamate toitainetega (Zilmer *et al.* 2004: 50–51; Kokassaar *et al.* 2012). Lisaks sellele on lipiidid lahustuvaks keskkonnaks rasvlahustuvatele vitamiinidele (A, K, D, E) ning eelühendid mitmete biokomponentide sünteesis (Zilmer *et al.* 2010: 89). Lipiidid stimuleerivad sapi väljutamist, mille tulemusena rasvad lagunevad veeks ja süsihappegaasiks, olles oluliseks metaboolse vee allikaks (Zilmer *et al.* 2004: 50–51; Kokassaar *et al.* 2012).

Rasvasisaldus tammetõrudes jääb keskmiselt 4–12% vahele (Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 344; Al-Rousana *et al.* 2013: 554; Saffarzadeh *et al.* 1999: 60), kuid võib varieeruda 1,1–31,3% (Bainbridge 1986: 5). Tammetõrude rasvasisaldus varieerub liigiti, kuid üldjuhul on *Erythrobalanus*’e rühma kuuluvate tammede tõrud rasvarikkamad kui *Lepidebalanu*’e rühma kuuluvad (Sabrin 2009: 67; Özcan 2006: 424). Lisaks liigilisele erinevusele on külmemas kliimas kasvavate tammede tõrud suurema rasvasisaldusega, kui sama liigi esindajatel soojemas kliimas, mis on arvatavasti tingitud erinevatest kasvutingimustest ning toitainete vajadusest (Saffarzadeh *et al.* 1999: 63).

Tammetõrudes olev rasv sisaldab palju mono- ja polüküllastumata rasvhappeid, mis moodustavad vähemalt 80% kogu rasvasisaldusest (Tejerina *et al.* 2011: 997; Hoeche *et al.* 2014: 2; Al-Rousana *et al.* 2013: 557; Alemzadeh *et al.* 2000: 227; Saffarzadeh *et al.* 1999: 64) ning oma koostiselt sarnaneb see sojaõliga, mida peetakse tervislikuks (Özcan 2007: 661). Enamlevinud rasvhapped tõrus on oleiinhape (22,6–65,0%), palmitiinhape (16–18,79%) ja linoolhape (17–41,9%) (Sabrin 2009: 68; Charef *et al.* 2008: 923; Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 346; Al-Rousana *et al.* 2013: 557; Meyers *et al.* 2007: 6188; Özcan 2007:656). Lisaks neile leidub tõrudes asendamatu ω -3 rasvhapete hulka kuuluvat α -linoleenhapet (1,5–8,6%) (Rakic *et al.* 2007: 830-831; Özcan 2007: 655, 661), mis koos linoolhappega on olulised bioregulaatorite (eukanoidide, põletikumarkerite) sünteesiks (Zilmer *et al.* 2004: 51). *Quercus robur*’i tõrude rasvhappeline koostis on toodud tabelis 3.

Tabel 3. *Quercus robur*’i tõrude rasvhappeline koostis Allikas: (Özcan 2007:656)

Rasvhape	Sisaldus (%)
C18:2n-6c linoolhape	41,9
C18:1 oleiinhape	22,6
C16:0 palmitiinhape	18,9
C18:3n-3 alfa-linoleenhape	4,0
C18:0 steariinhape	2,0
C16:1 palmitolehape	0,8
C20:1n-9 cis-11-eikoseenhape	0,8
Polüküllastamata rasvhapped	46,3
Monoküllastamata rasvhapped	24,4
Küllastumata rasvhapped	70,7
Küllastunud rasvhapped	23,9

1.2.4. Niiskusesisaldus

Tammetõrud sisaldavad palju vett – rohkem kui 30% massist ning seetõttu tuleb nende säilitamiseks niiskusesisaldust vähendada alla 10-15% massi suhte kohta, et vältida nende riknemist säilitamisel (Rakic *et al.* 2005: 173; Rakic *et al.* 2006: 417). Rakic *et al.* (2006: 421) leidsid, et *Quercus robur*’i tõrude veesisalduse saab vähendada soovitud piiridesse (7,89%) kuivatades neid 12 tundi 50 °C juures.

1.2.5. Mikrotoitained

Mikrotoitained ehk minoorsed toitained, mille hulka kuuluvad mineraalained ja vitamiinid, on vajalikud inimorganismi bioaktiivsete ainete koostises ja talituses (Kokassaar *et al.* 2014). Inimene vajab neid päevas milli- või mikrogrammides, kuna need on biokeemilisi reaktsioone katalüüsivate ensüümide koosseisus, osalevad luukoe moodustumisel, vedeliku tasakaalu reguleerimisel, kindlustavad hormoonide toime ning kuuluvad antioksidantsetesse süsteemidesse (Kokassaar, Zilmer 2007: 9).

Rakic *et al.* (2006: 421) võrdlesid *Quercus robur*’i viljade ja maailmas laialdaselt kasutatud teraviljade mikrotoitainete sisaldust (tabelis 4) ning leidsid, et tõrudes on võrreldes teraviljadega pea kaks korda suurem kaaliumi ja kaltsiumi sisaldus ning arvestatav raua-, tsingi ja vase sisaldus (Rakic *et al.* 2006: 421; Hoeche *et al.* 2014: 2; Nikolic *et al.* 2006: 53; Rashid *et al.* 2014: 244; Özcan, Baycu 2005: -364–366; Rakic *et al.* 2005: 178–180). Ülejäänud mineraalaineid on kordades vähem (Rakic *et al.* 2006: 421).

Tabel 4. *Quercus robur*’i tõrude mineraalainete sisaldus võrreldes levinumate teraviljadega Allikas: (Rakic *et al.* 2006: 421)

Mineraalained	Tammetõru	Sorgo	Oder	Nisu	Riis	Kaer
Mg (%)	0,04	0,15	0,14	0,10	0,12	0,16
Ca (%)	0,10	0,04	0,03	0,05	0,06	0,06
P (%)	0,10	0,30	0,36	0,31	0,32	0,27
K (%)	0,83	0,35	0,48	0,42	0,46	0,45

Tabel 4. järg

Mineraalained	Tammetõru	Sorgo	Oder	Nisu	Riis	Kaer
Mn (mg/kg)	3,00	15,00	18,00	24,00	58,00	43,00
Cu (mg/kg)	5,50	10,00	10,00	7,00	7,00	8,00
Zn (mg/kg)	6,50	15,00	30,00	28,00	31,00	38,00
Fe (mg/kg)	41,00	45,00	78,00	40,00	60,00	85,00

Nagu juba eelnevalt mainitud sisaldavad tõrud märkimisväärses koguses rauda, mis kuulub hemoglobiini ja müoglobiini koostisesse (Rakic *et al.* 2005: 179; Özcan, Baycu, 2005: 365), ning vaske, mis aitab organismis leiduvat rauda omastada (Entsik-Grünberg 2014; Özcan, Baycu, 2005: 365). Tsink kuulub paljude erinevate ensüümide koostisesse ning ilma selleta tekivad organismi normaalse kasvu ja paljunemise häired (Kokassaar *et al.* 2014).

Võrreldes teraviljadega on tammetõrudes ligikaudu kaks korda suurem kaaliumisisaldus (Rakic *et al.* 2006: 421; Saffarzadeh *et al.* 1999: 68; Özcan, Baycu 2005: 365), mis koos naatriumiga on väga olulised makrobiotoitained organismile, olles vajalikud keha biovedelike keemilise koostise stabiliseerimiseks, normaalseks veevahetuseks, rakkude energeetiliseks ainevahetuseks, süsivesikute ja aminohapete imendumiseks, vererõhu normaliseerimiseks, närvikoe ja lihaskoe talitluseks ja happe-aluse tasakaalu säilitamiseks (Kokassaar, Zilmer, 2007: 21). Samuti sisaldab tammetõru fosforit (0,1–0,12 %) (Rakic *et al.* 2005: 178; Rakic *et al.* 2006: 421), mis on inimorganismis vajalik luukoe ehituseks, on ehituslikus ja stabiliseerivas rollis nukleiinhapete struktuuris, normaalse H⁺ kontsentratsiooni säilitamises ning biomembraanide ehituses (Kokassaar *et al.* 2012). Lisaks suurele kaaliumisisaldusele on tõrudes teraviljadega võrreldes rohkem kaltsiumit (0,04–0,32%) (Rakic *et al.* 2006: 421; Saffarzadeh *et al.* 1999: 68), millel on oluline roll D-vitamiini ainevahetuses, lihaste normaalses talitluses (kokkutõmbumises ja lõdvestumises), luukoe ehituses, vere hüübimises, närviimpulsside ülekandmises ja organismi energiavahetuses (Kokassaar *et al.* 2012; Kokassaar, Zilmer, 2007: 13).

Tabelis 5 on toodud töötlemata ja 200 °C juures töödeldud *Quercus robur*-i tammetõrudes sisalduvate mineraalainete sisaldused.

Tabel 5. *Quercus robur*-i tõrudes sisalduvate mineraalainete sisaldused Allikas: (Rakic *et al.* 2006: 421)

Mineraalained	Ca	Mg	K	P	Fe	Cu	Zn	Mn
	(%)							
Kuivatatud ja jahvatatud tõrudes	0,10	0,04	0,83	0,10	0,00410	0,00055	0,00065	0,00030
T�deldud 200 �C 20 min	0,62	0,05	0,88	0,09	0,00685	0,00060	0,00075	0,00035

Vitamiinid on heterogeensed bioaktiivsed madalmolekulaarsed orgaanilised asendamatud mikrotoitained, mis on liitens umide koens umid, olles hädavajalikud ens umkatal uisis. Ainevahetusprotsesside normaalses kulgemises võib vitamiinide puuduj agi korral tekkida keerulisi probleeme nende koens umse rolli tõttu. (Zilmer 2010: 138) Bainbridge (1986: 4) tõi välja, et tõrud on heaks C-vitamiini (5–54,8 mg/100g) allikaks, kuid USDA toitainete andmebaasis avaldatud andmetest selgub, et tõrud ei sisalda üldse C-vitamiini. Kõige rohkem sisaldavad tõrud B-grupi vitamiinide hulka kuuluvaid folaate, mille sisaldus t otlemata tõrudes on 87  g/100g (Basic Report... 2015), mis moodustavad 30% täiskasvanute päevasest soovitatavast päevasest tarbimiskogusest (Tervise Arengu Instituut, 2015. Teiste vitamiinide sisaldus jäab tõrudes umbes 1% lähedale soovitatavast päevasest tarbimiskogusest (Basic Report... 2015; Tervise Arengu Instituut, 2015).

1.2.6. Polüfenoolid

Tammetõrud sisaldavad suurtes kogustes bioloogiliselt aktiivsed ühendeid (Tejerina *et al.* 2011: 997; Rakic *et al.* 2007: 831; Rakic *et al.* 2006: 417), milleks on antioksidatiivsete omadustega fenoolsed ühendid α - ja γ -tokoferool, gallushape ja ellaaghape, millest viimased kaks kuuluvad tanniinide koostisesse (Tejerina *et al.* 2011: 997; Rakic *et al.* 2007: 831; Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 346; Meyers *et al.* 2006: 7689). Fenoolsetel ühenditel on organismis oluline roll, kuna nendest on mõjutatud mitmed bioloogilised protsessid nagu näiteks vananemine ja vabade radikaalide sidumine, millest omakorda sõltub erinevate krooniliste haiguste (vähk, diabeet, Alzheimeri haigus, ateroskleroos jne) teke (Rakic *et al.* 2007: 831; Rakic *et al.* 2006: 417; Sabrin 2009: 1).

Polüfenoolid on ühed viiest taimedest pärit fütokemikaalide hulka kuuluvatest ühenditest, mis edendavad tervist (Sabrin 2009: 11). Tammetõrude suur antioksüdatiivne võime tuleneb sellest, et neis leiduvad fenoolsed ühendid suudavad vabu radikaale siduda paremini kui tokoferoolid ja askorbiinhape, luues sideme radikaali ja vesiniku aatomi (HAT- *hydrogen atom transfer*) või elektroniga (ET- *electron transfer*) (Sabrin 2009: 117; Rakic *et al.* 2007: 833). Konkreetse parkaine antioksüdatiivne suutlikkus sõltub temas leiduvate OH⁻ rühma arvust ning asendist molekulis (Khan *et al.* 2000: 186).

1.3. Taimedes esinevad tanniinid

Tammetõrud sisaldavad suurtes kogustes tanniine (mõruaine), mille tarbimine mõjub organismile nii kasulikult kui ka kahjulikult (Meyers *et al.* 2006: 7689).

Tanniinid jagunevad hüdroolüüsitud ja kondenseeritud tanniinideks. Hüdroolüüsitud tanniinide tuumaks on polüoolsüsivesikud (tavaliselt D-glükoos), mis on ester-sidemega seotud fenoolsete hapetega (gallus- ja ellaghape), moodustades gallustanniine ja ellagtannine (Meyers *et al.* 2006: 7686; Rakic *et al.* 2004: 99; Chung *et al.* 1998a: 10053; Chung *et al.* 1998b: 168; Arapitsas 2012: 1710; Kim *et al.* 2010: 740). Kondenseeritud tanniinid on homogeenised või heterogeensed flavaan-3-ool või flavaan-3,4-diool polümeerid (Meyers *et al.* 2006: 7687; Chung *et al.* 1998a: 10053).

Taimedes leiduvad tanniinid on veeslahustuvad fenoolsed ühendid, mille molekulaarmass on 500–3000 daltonit ning nende suur sisaldus toidus annab sellele mõru maitse (Chung *et al.* 1998a: 10053; Chung *et al.* 1998b: 168; Arapitsas 2012: 1710; Łuczaj *et al.* 2014: 103; Rakic *et al.* 2007: 831). Üldiselt lisavad fenoolid toidule toiteväärtust, maitset, värvi ja funktsionaalsust ning kuna fenoolid oksüdeeritakse enne lenduvaid maitseühendeid, aitavad nad hoida ka toiduainete maitset säilitamisel (Sabrin 2009:12).

Kuni 5% tanniinide sisaldus toidus ei ole organismile kahjulik (Chung *et al.* 1998b: 169), kuid parkhappe ohutu sisaldus toidus on 10–400 ppm ehk 9,98–399,54 mg/l (Chen, Chung 2000: 1). Samas on allikaid, mis viitavad, et ellaghappe päevane tarbitav kogus ei tohiks ületada 5 mg päevas selle kahjulikkuse tõttu, kuid väga paljud marjad (maasikad, vaarikad, murakad) ning paljud pähklid (india, pistaatsia, tammetõrud) sisaldavad seda kordades rohkem (Larrosa *et al.* 2010: 515).

1.3.1. Tanniinide kasulikkus

Tanniine on kirjeldatud, kui tugevaid antioksidante, antikantserogeenseid, antimikroobseid ja südame-veresoonkonnale positiivselt mõjuvaid ühendeid (Khan *et al.* 2000: 178; Okuda 2005: 2026; Chung *et al.* 1998b: 168; Zeng *et al.* 2013: 7; Larrosa *et al.* 2010: 514; Tejerina *et al.* 2011: 997).

Antimikroobne efekt on seotud tanniinide võimega siduda endaga valgulisi ühendeid, kuna mikroorganismid toodavad eluspüsimiseks mitmeid ensüüme (tsellulaas, pektinaas, ksülanaas, peroksidaas), mille puudumisel või vähenemisel nende elutegevus lakkab (Chung *et al.* 1998b: 172). Peale valguliste ühendite seovad parkained ka metallilisi ühendeid (Zeng *et al.* 2013: 6; Chung *et al.* 1998b: 172; Okuda 2005: 2022), näiteks rauda, mis on mikroorganismide (erinevad seened, bakterid ja viirused) elutegevuse jaoks vajalikud ning nende puudumine inhibeerib nende kasvu (Chung *et al.* 1998b: 172).

Taimedest eraldatud antioksidandid seovad endaga vabu radikaale ning inhibeerivad rasvade peroksüdatsiooni (Konishi 2009: 711; Custódio *et al.* 2013: 115), mille tõttu väheneb risk haigestuda oksüdatiivse stressi poolt esile kutsutud haigustesse nagu vähk või erinevad neurodegeneratiivsed haigused (Alzheimer, Parkinsoni tõbi) (Konishi 2009: 711; Rakic *et al.* 2006: 417).

Tanniinidel on küll head antioksidatiivsed omadused, kuid organismi mõjutamiseks peavad need seedesüsteemist imendumata. Erinevatest uuringutest ei ole selgunud, kui palju ja millised ühendid jõuavad läbi seedesüsteemi verre imenduda, et omada tervisele kasulikku mõju. (Larrosa *et al.* 2010: 525) Põhjusena on välja toodud seedesüsteemi individuaalsus, eriti sealne mikrofloora, mis võib koosmõjul erinevate polüfenoolste ühenditega (ellaghape, parkhape, propüülgallaat, metüülgallaat) mõjuda seedesüsteemis elavatele bakteritele positiivselt (Larrosa *et al.* 2010: 518). Need ühendid mõjutavad näiteks *E.coli*, kuid mitte piimhappebakterite kasvu, mistõttu võib pidada tanniine sisaldavaid toiduaineid seedesüsteemi mikrofloora reguleerijaks ja tervist edendavateks. (Chung *et al.* 1998a: 1057-1059; Chung *et al.* 1998b:171–173).

Taimsete polüfenoolide metabolism inimse organismis on tänapäevani ebaselge (Chung *et al.* 1998b: 173).

1.3.2. Tanniinide kahjulikkus

Parkainete kahjulikkus on seotud nende omadusega siduda valgulisi ühendeid ja mineraalaineid, pärssides nii nende imendumist seedesüsteemis ning põhjustades alatoitumust, millel on tõsised tagajärjed (Tejerina *et al.* 2011: 997; Rakic *et al.* 2006: 420; 2004: 98; Chung *et al.* 1998b: 169; Sabrin 2009: 12). Näiteks divalentse rauaga moodustub lahustumatu kompleks, mistõttu raua imendumine verre ei ole võimalik ja tekib rauavaegus (Chung *et al.* 1998b: 169). Peale selle kahjustavad tanniinid seedesüsteemi ja neerude epiteelkudet ärritades sealseid rakke ning suurendades metaboolsete kulude hulka, kuna organismi tuleb seedumatutest ühenditest puhastada (Łuczaj *et al.* 2014: 104; Chung *et al.* 1998b: 169–171).

Antioksidatiivsete omadusete kõrval võivad tanniinid olla ka pro-oksüdandid, seda kas koos metalliiooniga või ilma (Khan *et al.* 2000: 187; Okuda 2005: 2026). Selle tagajärjel võivad teatud tanniinid, täpsemalt parkhape, seostuda tugevasti DNA-ga, mis võib viia kovalentsete muutusteni DNA struktuuris (Khan *et al.* 2000: 186).

1.3.3. Tanniinid tammetõrudes

Tanniinide sisaldus erineb sõltuvalt tamme liigist ning väheneb tõrude valmimise ajal peaaegu kaks korda (Ferraz de Oliveira *et al.* 2012: 233). On täheldatud, et tanniinide sisaldus on suurem punaste tamme rühma kuuluvatel liikidel, varieerudes 2,9–20,3%, ja madalam valgete tamme esindajatel, mille tanniinide sisaldus jääb 3,3–10,9% vahele (Łuczaj *et al.* 2014: 105; Sabrin 2009: 9; Kobs 2008: 55; Saffarzadeh *et al.* 1999: 60). Tanniinide sisaldus üle 10% vähendab tõrude toiteväärtust, mistõttu tuleb nende sisaldust vähendada, rakendades röstimis- või leotamisprotsessi (Alemzadeh *et al.* 2000: 227).

Kuna tanniinid on amorfset ühendeid lahustuvad need eriti hästi keevas vees (Rakic *et al.* 2005: 178), mis viitab ka suurele hulgal hüdrolüüsivõimeliste ühendite olemasolule (Rakic *et al.* 2007: 831; Rakic *et al.* 2006: 421). Soojusliku töötlemise käigus väheneb polüfenoolide sisaldus, kuid see on ikkagi suurem kui mandlites, sarapuu- ja maapähklites (Kobs 2008: 71; Sabrin 2009: 10). Lisaks on termiliselt töödeldud tanniinide antioksidatiivsus ja antimikroobne efekt suurem, kui värsketel tanniinidel, sest termilise töötlemise käigus

parkained hürdolüüsvad bioaktiivsemateks ühenditeks nagu happeks ja uusi hüdroksüülühmi sisalduvaiks gallotanniiniks (Kim *et al.* 2010: 745). *Quercus robur*’i tõrude fenoolsete ühendite sisaldus on toodud tabelis 6.

Tabel 6. *Quercus robur*’i tõrude fenoolsete ühendite sisaldus Allikas: (Łuczaj *et al.* 2014: 107)

Fenoolsed ühendid	Keskmine sisaldus	Minimaalne sisaldus	Maksimaalne sisaldus
	(% kuivaines)		
Fenoolsed ühendid kokku	4,33	3,05	6,58
Tanniinid	3,48	2,43	5,17
Mitte tanniinid	0,86	0,57	1,89

1.4. Tammetõrude kasutamine

Tammetõrude kasutamisel on erinevaid väljundeid loomasööda, inimtoidu ja rahvameditsiini näol.

1.4.1 Kasutamine loomasöödana

Tammetõrud on väärtuslikuks toiduaineks nii metsloomadele, -lindudele kui ka kodusigadele ja seda tänu märkimisväärsele tärklise sisaldusele (Masing 1998; Nieto *et al.* 2002: 238). Eriti suur nõudlus tammetõrude järgi on Vahemeremaades, kus kasvatatakse vabalt peetavaid Iberian tõugu sigu, kellele antakse “montanera” perioodil (sigade vabapidamise aeg sügisel ja talvel), söögiks ainult tõrusid ja rohtu, et anda lihale erilisem maitse. Periood kestab oktoobrist novembrini ning jaanuarist veebruarini. (Nieto *et al.* 2002: 228; Tejerina *et al.* 2011: 997; Cappai *et al.* 2012: 316) Lisaks parematele liha maitseomadustele, vähendab tõrude söömine sigadel kõhuparasiitide hulka (Salajpal *et al.* 2004: 174).

Põhjus, miks osad loomad, sealhulgas sead, saavad tarbida suurel hulgal tanniiniderohket toitu, peitub selles, et nende süljes leidub erinevaid proteiine, näiteks proliini, mis seovad endaga polüfenoolseid ühendeid (Cappai *et al.* 2013: 317). Tanniiniderohke dieet muudab küll mõnede organite (mao ja lümfisõlmede) pigmentatsiooni, kuid muid kahjustusi ei ole sigadel täheldatud (Cappai *et al.* 2013: 319; Pinna *et al.* 2012: 1705–706).

1.4.2. Kasutamine meditsiinis

Tammedest ja tammetõrudest valmistatud preparaate on ajalooliselt kasutatud meditsiinis kõhulahtisuse vastu, vastumürgina ja haavade parandamiseks (Rakic *et al.* 2007: 830; Tadayoni *et al.* 2015: 179; Bainbridge 1987: 4; Rakic *et al.* 2004: 98), sest neis sisalduvad tanniinid annavad preparaatidele antibakteriaalsed, antihemorraagilised ja fungitsiidsed omadused (Rakic *et al.* 2004: 98; Rakic *et al.* 2007: 830; Tadayoni *et al.* 2015: 179), mis tulenevad parkainete võimest moodustada valkudega lahustumatuid komplekse (Rakic *et al.* 2004: 98; Tejerina *et al.* 2011: 997; Rakic *et al.* 2006: 420). Tammetõrudest valmistatud preparaatidega ravitakse soolte ja maokatarre, maohaavandeid ning kõhulahtisust (Łuczaj *et al.* 2014:103; Tadayoni *et al.* 2015: 179; Okuda 2005: 2026). Lisaks tanniinidele on tõrudes teisigi antioksidante (flavonoidid ja katehoolid) (Tejerina *et al.* 2011: 998), mistõttu sobiks neist eraldatud ekstrakt kasutamiseks neurodegeneratiivsete haiguste raviks või ennetamiseks (Custódio *et al.* 2013: 199).

Sardiinia saarel on tammetõrujahust valmistatud leivale omistatud 1969. aastal tehtud keemilise analüüsi tulemuste põhjal seedesüsteemi parandav toime (Pinna 2013: S72).

Tänu tõrude suurele antioksidatiivsete ainete sisaldusele on Rakic *et al.* (2007: 834) ning Custodio *et al.* (2013: 119) arvamusel, et tammetõrude esitamine funktsionaalseks toiduks on igati õigustatud.

1.4.3. Kasutamine toiduna

Tammetõrusid on toiduks kasutatud juba väga ammu ajast (Pignone, Laghetti 2010: 1262; Rakic *et al.* 2004: 98) ning neid on tarbitud nii Euroopas, Põhja-Ameerikas, Aasias kui ka Lähis-Idas (Kobs 2008: 35; Sabrin 2009: 8; Rakic *et al.* 2004: 98; Rakic 2005: 173;

Hoeche *et al.* 2014: 3; Meyers *et al.* 2006: 7686; Özcan 2006: 420). Tänapäeval kasutavad tammetõrusid toiduks Põhja-Ameerika pärismaalased, korealased ja hiinlased (Pignone, Laghetti 2010: 1262; Hoeche *et al.* 2014: 1; Meyers *et al.* 2007: 6186). Koreas on siiaaani populaarsed tammetõrudest valmistatud tarretis (*dotorimuk*) ning nuudlid (*dotori gooksoo*) (Pignone, Laghetti 2010: 1262), kuid ülejäänud maailma jaoks on tegu toiduainega, mida süüakse toidu puudusel (Łuczaj *et al.* 2014: 103; Tadayoni *et al.* 2015: 179; Bainbridge 1987: 1; Menendez-Baceta *et al.* 2011: 12).

Tammetõru tähtsusest toiduainena annab tunnistust see, et Ameerika pärsimaalaste seas moodustas tõrudest valmistatud toit 50% ning Hispaania ja Itaalia elanike hulgas 25% kogu toidulauast (Kobs 2008: 35; Rakic *et al.* 2006: 174; Bainbridge 1987:1; Saffarzadeh *et al.* 1999:60).

Kõige rohkem on tammetõrusid toiduks kasutatud Põhja-Ameerikas, sest seal kasvavad tamme liigid (*Q. alba* L., *Q. bicolor* Willd., *Q. garryana* Douglas ex Hook., *Q. lobata* Nee, *Q. macrocarpa* Michx., *Q. palustris* Münchh., *Q. X schuettei* Trel., *Q. stellata* Wangenh.) on mahedama maitsega ning seetõttu heade omadustega jahu valmistamiseks ja erinevate toiduainete (leib, muffinid, pelmeenid, puder, hautis, supp) tootmiseks (Pignone, Laghetti 2010: 1262; Tushingham, Bettinger 2013: 530; Sabrin 2009: 9) ning ka kohvilaadse joogi valmistamiseks (Sabrin 2009: 9).

Euroopas valmistati tõrudest õli (Al-Rousana *et al.* 2013: 554; Bainbridge 1987: 5) ning tammetõrujahust leiba ja teisi küpsetisi (Kalle, Sõukand 2012: 274; Dénes *et al.* 2012: 383). Tammede vilju söödi nii toorelt kui röstitult (Menendez-Baceta *et al.* 2011: 12; Dénes *et al.* 2012: 383; Özcan 2006: 420) ning viimaseid kasutati ka kohvilaadse joogi valmistamiseks (Pignone, Laghetti 2010: 1262; Kalle, Sõukand 2012: 274; Al-Rousan *et al.* 2013: 554). Lisaks eespool nimetatule, kasutati tõrusid, lehti ja puukoort kurkide marineerimisel ning õlle maitsestamisel (Kalle, Sõukand 2012: 274).

Itaalias kasutati *Q. cerris* L., *Q. frainetto* Ten., *Q. ilex* L., *Q. congesta* C., *Q. robur* L., *Q. cerris* L ja *Q. suber* tõrusid mitmel erineval viisil toiduks – valmistati siirupit, kohvi ja jahu (Pignone, Laghetti 2010: 1264). Näiteks Itaalias, Sardiinia saarel valmistati leiba tammetõrudest, veest, tuhast ja savist (Pinna 2013: S71-S72; Pignone, Laghetti 2010: 1264).

Tänapäeval kasutatakse Vahemeremaades tõrusid jäätistes, erinevates magustoitudes ning liköörides (Al-Rousan *et al.* 2013: 554). Jaapanis kasutatakse *Q. dentata* Thunb röstitud tõrusid kohvi asendajana ning röstimata tõrusid tärklise allikana (Pignone, Laghetti 2010: 1262), mida on Aasias aastaid kasutatud tarretise valmistamisel (Correia *et al.* 2013: 448; Kim, Yoo 2011: 759; Correia *et al.* 2012: 309; Chung *et al.* 1998c: 269).

1.5. Tanniinide eraldamine

Suur tanniinide sisaldus on põhjuseks, miks on tõrude tarbimine toiduna tagasihoidlik, kuigi tegu on väga toitainerikka toorainega. Parkainete sisalduse vähendamiseks on kasutatud erinevaid tehnoloogiaid, mis hõlmavad vees keetmist (Kobs 2008: 58; Sabrin 2009: 32), voolavas vees leotamist (Kobs 2008: 67), seisvas vees leotamist (Łuczaj *et al.* 2014: 104; Tushingham, Bettinger 2013: 530) ning küpsetamist, kasutades adsorbendina savi (Pinna 2013: S71–S72; Pignone, Laghetti 2010: 1264).

1.5.1. Kasutatavad tehnoloogiad tanniinide eraldamiseks

Indiaanlased, kelle toidulauast moodustasid tõrud pea 50%, kasutasid tanniinide eemaldamiseks leotamist (Kobs 2008: 67; Rakic *et al.* 2006: 174; Bainbridge 1987: 1; Saffarzadeh *et al.* 1999: 60). Tõrusid hoiti panipaigas ning tõrude töötlemine toimus portsjonite kaupa vastavalt tekkinud vajadusele. Töötlemine algas koore eemaldamisega, millele järgnes jahu valmistamine uhmriga, ning vees leotamine, kusjuures vett uuendati pidevalt. (Tushingham, Bettinger 2013: 530) Teine võimalus oli tervete kooritud tõrude jõevette ligunema asetamine ning nende hilisem töötlemine jahuks (Kobs 2008: 67).

Itaalias valmistati *Q. virgiliana*, *Quercus ilex* L. või *Quercus pubescens* Willd. tõrudest tehtud jahust leiba, mille tooraine korjati sügisel ning jäeti koos koortega mitmeks nädalaks ahju lähedale kuivama. Enne tõrude jahuks jahvatamist tuli neid täiendavalt ahjus küpsetada ning koorest vabastada. Leiva valmistamiseks keedeti jahu koos saviveega 3–4 tunni jooksul, et eemaldada mõru maitse. Saadud taigen kallati vormidesse, jahutati ning söödi paari päeva jooksul. (Pinna 2013: S71–S72; Pignone, Laghetti 2010: 1263–1264)

Eestis kasutati toidu valmistamiseks tõrusid, mis korjati pärast esimesi öökülmasid, sest selleks ajaks olid tõrud täiesti valmis. Tanniinide eemaldamiseks lõigati kooritud tõrud neljaks ning asetati leotamiseks puhtasse magedasse vette, kus neid hoiti kaks päeva, kusjuures vett tuli vahetada kolm korda päevas. Seejärel asetati tõrud vette, suhte juures 1:2, ning kuumutati keemiseni, millele järgnes jämedalt jahvatatud jahu kuivatamine. (Relve 2007: 184)

1.6. Tammetõrujahu omadused

Uue jahu väljatöötamisel on oluline, millised on sellest valmistatava taigna füüsikaliskemilised omadused. Üheks selliseks analüüsiks on lahuse säilitamise meetod (SRC), mis annab ülevaate tärglise kahjustustest, gluteniini omadustest, pentosaanide sisaldusest ja veesiduvusest. (Sabrin 2009: 17) Kõik eelpool nimetatud ühendite sisaldused mõjutavad taigna reoloogilisi omadusi, mis hõlmavad endas taigna veesidumisvõimet, stabiilsust, pehmenemisastet, elastsust ja mahtu (Mägi 2011: 8).

Kahjustunud tärglisega jahu imab endasse vett, vähendades seda vee osa, mis on kättesaadav teistele jahu koostisosadele, näiteks valgule. Gluteniini omadused mõjutavad jahu võimet moodustada gluteeni, mis leiva valmistamisel mõjutab taigna gaasisiduvusvõimet. Pentosaanid, mis on tärglist mitte sisaldavad polüsahhariidid, suudavad endaga siduda suures koguses vett ning nende sisaldus jahus mõjutab vee imamisvõimet, segamisomadusi, valmisprodukti niiskusesisaldust ning toote vananemisomadusi. (Sabrin 2009: 36) Lisaks neile ühenditele mõjutavad taigna omadusi ka jahus leiduvad tanniinid, mis moodustavad mittekovalentseid sidemeid, eriti vesiniksidemeid, taignas ja jahus leiduvate valkude vahel, parandades nii taigna segamisomadusi (Wang *et al.* 2015: 69–70).

Tammetõrujahuga tehtud analüüsides selgub, et jahu on suurema veesiduvusvõimega kui nisujahu ning seetõttu peaks suure niiskusesisaldusega toodete (koogid) taigna väljatulek suurenema ning madala niiskusesisaldusega toodete (küpsised) taigna väljatulek vähenema (Sabrin 2009: 71). Samas sisaldab jahu suurel hulgal pentosaane, mis vähendavad taigna väljatulekut (Sabrin 2009: 71; Rashid *et al.* 2014: 247).

1.6.1. Tammetõrujahu kasutamine küpsetiste valmistamisel

Tammetõrujahu kasutamist erinevate küpsetiste valmistamisel on uuritud eesmärgiga suurendada küpsetiste toiteväärtust, kuna tammetõrujahu on suure polüfenoolide sisaldusega (Kobs 2008; Sabrin 2009; Rashid *et al.* 2014; Hoeche *et al.* 2014) ning seetõttu on neil toodetel potentsiaali omada funktsionaalseid omadusi (Rakic *et al.* 2007: 834; Custodio *et al.* 2013: 119). Funktsionaalne toit on iga toit või toiduaine, millel on lisaks toitelistele põhifunktsioonidele tervist edendav või mingit füsioloogilist funktsiooni parandav ja/või mingi haiguse riski vähendav toime (Rakic *et al.* 2007: 831; 2006: 417; 2005: 174).

Eelnevate uuringute põhjal on tammetõrujahu kasutamine koos mõne muu jahuga end õigustatud. Põhjuseks on erinevate jahude mõju taigna reoloogilistele omadustele ja valmistoote väljatulekule. (Rakic *et al.* 2007: 831; Rakic *et al.* 2006: 417; 2005: 174; Sabrin 2009: 71; Rashid *et al.* 2014: 247; Kobs 2008: 63) Ainult tammetõrujahu kasutamine vähendaks toote väljatulekut.

Kobs (2008: 63) ja Sabrin (2009: 90) uurisid, kuidas mõjutab tammetõrujahu lisamine küpsiste ja muffinite polüfenoolide sisaldust ning nende tööstest selgus, et selle kasutamine suurendab uuritavate ühendite sisaldust mitmekordselt vastavalt sellele, millise tamme liigi tõrudest oli jahu valmistatud. Leiti ka, et küpsistes on vähem polüfenoole kui jahus, mis on põhjustatud küpsisetaignas olevate valkude reaktsioonist nendega, mille käigus väheneb polüfenoolide antioksüdatiivne mõju. (Kobs 2008: 63; Sabrin 2009: 90) Küpsetamise temperatuur ja aeg polüfenoolide sisaldusele negatiivset mõju ei avaldanud (Kobs 2008: 67–68).

Jahu omaduste kirjeldusest selgub, et tammetõrujahu erineb nisujahust tumedama värvi, suurema veesiduvusvõime, pentosaanide koguse, rasvasisalduse, fenoolsete ühendite ja osakese suuruse poolest (Sabrin 2009: 71–76). Tammetõrujahust valmistatavad küpsetised on tumedama värviga (Sabrin 2009: 71; Rashid *et al.* 2014: 247; Hoeche *et al.* 2014: 8), sest fenoolsed ühendid kutsuvad esile oksüdatiivset ja ensümaatilist pruunistumist (Sabrin 2009: 74). Nende erinevuste tõttu olid tammetõrujahust valmistatud muffinid tumedama värvi ja tugevama struktuuriga ning küpsised olid tumedamad, kuid pehmemad (Sabrin 2009: 81,83).

Rashid *et al.* (2014: 246–247) kasutasid magusa leiva (*kulich*) valmistamiseks erinevates proportsioonides tammetõrujahu (15%, 30% ja 45%) koos nisujahuga ning jõudsid järeldusele, et kõige paremad küpsetusomadused ja maitseomadused on 15% tammetõrujahu sisaldusega valmistatud leival. Samas kui Sabrin (2009: 101) leidis, et kõige paremate omadustega toode sisaldab 50% tammetõrujahu. Erinevus on arvatavasti tingitud erinevatest toodetest ja tarbija ootustest.

1.7. Tarbijate vastuvõtlikkus tammetõrujahust valmistatud küpsetistele

Sabrin (2009: 86–89) viis 128 inimese seas läbi vürtsiste küpsiste (*spice cookie*) sensoorse analüüsi, mille tulemustest selgus, et kuigi kontrollküpsist, mis oli valmistatud kasutades ainult nisujahu, eelistati rohkem, anti tammetõrujahust valmistatud küpsistele hea hinnang. Põhjuseks, miks tõrujahust valmistatud küpsis oli tarbijate poolt vähem eelistatud, tõi Sabrin (2009: 86–89) välja küpsiste tumedama värvi, mis võis meenutada üleküpsenud küpsist.

Hoeche *et al.* (2014: 8–10) viisid läbi kolme erineva jahusordiga (tammetõru-, kastani- ja nisujahu) valmistatud muffinite sensoorse analüüsi, millest selgus, et tammetõrujahust valmistatud küpsetis hinnati paremaks kui kastanijahust, kuid halvemaks kui kontrolltoode. Ühe põhjusena toodi välja valeootus hindajates, kuna välimuselt sarnanes see šokolaadimuffiniga, kuid maitset see ei kajastunud.

Maitset iseloomustades toodi välja pähkli maitse (Hoeche *et al.* 2014: 8–10), mis tuleneb arvatavasti fenoolide sisaldusest, kuna antud ühendites on tuvastatud või, tsitruseliste, mulla, pähkli, taime ja karamelli maitset (Sabrin 2009: 87).

2. UURIMUSTÖÖ METOODIKA

Tammetõrujahu valmistati kasutades kahte erinevat meetodit, mis erinesid üksteisest leotamisetapi poolest. Esimese tehnoloogia korral eemaldati tanniinid külmas vees leotamisega, teisel meetodil aga kasutati selleks kuuma vett.

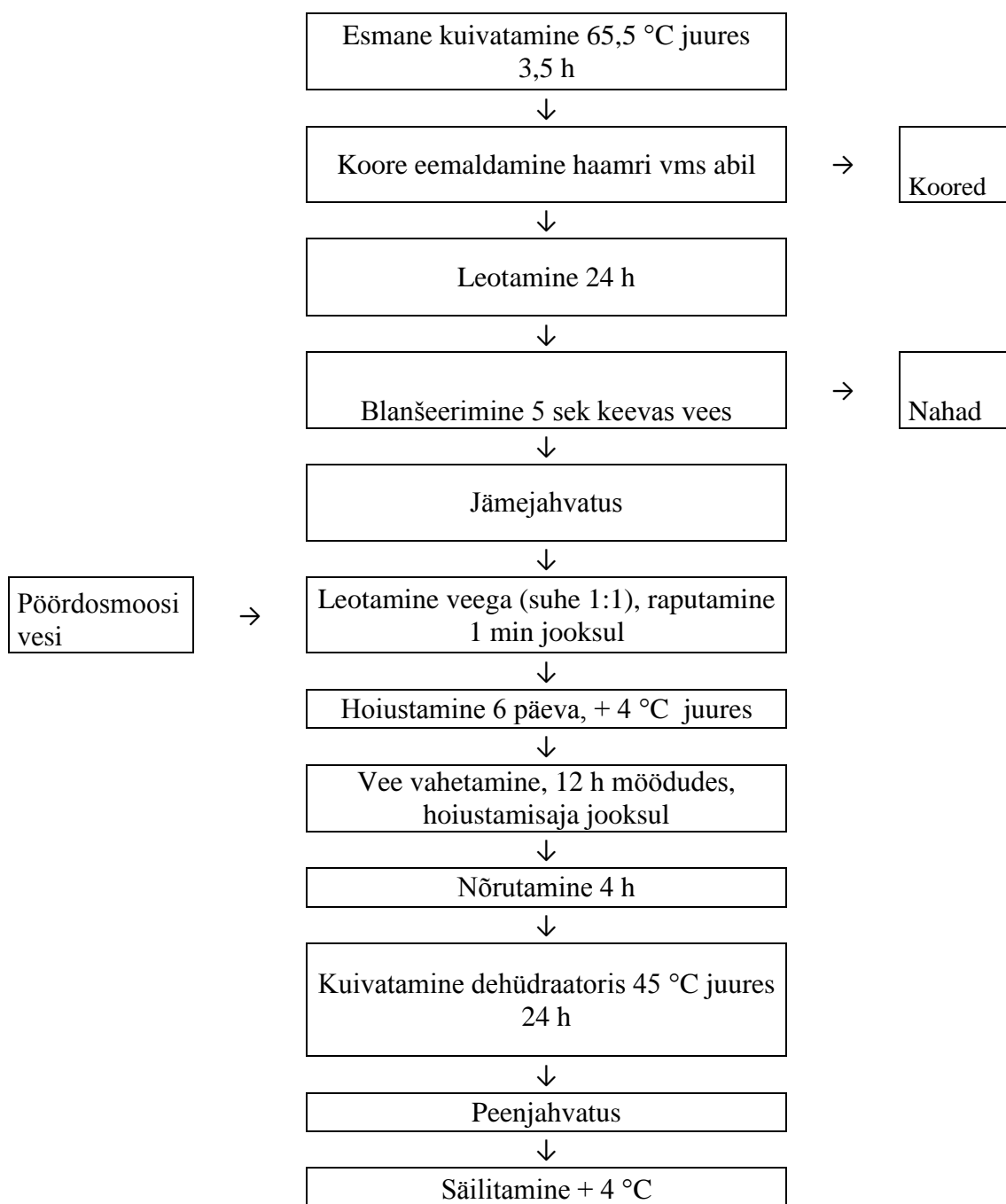
Saadud jahude füüsikalise-keemiliste omaduste määramiseks kasutati allpool loetletud meetodeid ning kõiki katsepartiisid analüüsiti kolm korda.

2.1. Töötlemine, kasutades külma meetodit

Tõrude töötlemist külmal meetodil on kirjeldanud U. Hoech, A. Kelly ja F. Noci (2014: 4–5). Autori poolt tehtud pildimaterjal, illustreerimaks vastava tehnoloogia etappe, on esitatud lisa 3.

Vastavalt kirjeldatud tehnoloogiale tuli tõrusid kuivatada 24 tundi 45 °C juures, kuid antud töös seda ei tehtud, kuna esialgne meetod oleks olnud liiga energiakulukas. Tehnoloogiat kohandati ning tõrusid kuivatati 65,5 °C juures 3,5 tundi. Järgnevalt eraldati tuumad koorest ning nahkadest, kasutades blanšeerimist (5 sekundit keevas vees), millele järgnes jämejahvatus kohviveskiga Straume 30 sekundi jooksul. Saadud jahu asetati õhutihedalt suletud purkidesse koos pöördosmoosi veega suhtel 1:1. Seejärel raputati purke 1 minuti jooksul ning asetati külmkappi +4 °C juurde. Vett vahetati purkides iga 12 tunni järel ja nii 6 päeva. Pärast tsükli möödumist valati purgi sisu marliga kaetud sõelale ning jäeti neljaks tunniks nõrguma. Järelejäänud tammetõrujahu asetati dehüdraatorisse 45 °C juurde 24 tunniks. Kuivatamisprotsessi lõppedes jahvatati tõrud teistkordselt, kasutades selleks laboriveskit Melniza.

Hoeche *et al.* (2014: 4–5) on kirjeldanud tammetõrude töötlemise tehnoloogilist skeemi, kasutades külma meetodit, mida käesoleva töö autor on kohandanud. Skeem on toodud joonisel 1.



Joonis 1. Tammetõru töötlemise tehnoloogiline skeem, kasutades külma meetodit *Allikas:*

Autori koostatud (Hoeche *et al.* 2014: 4–5)

2.2. Töötlemine, kasutades kuuma meetodit

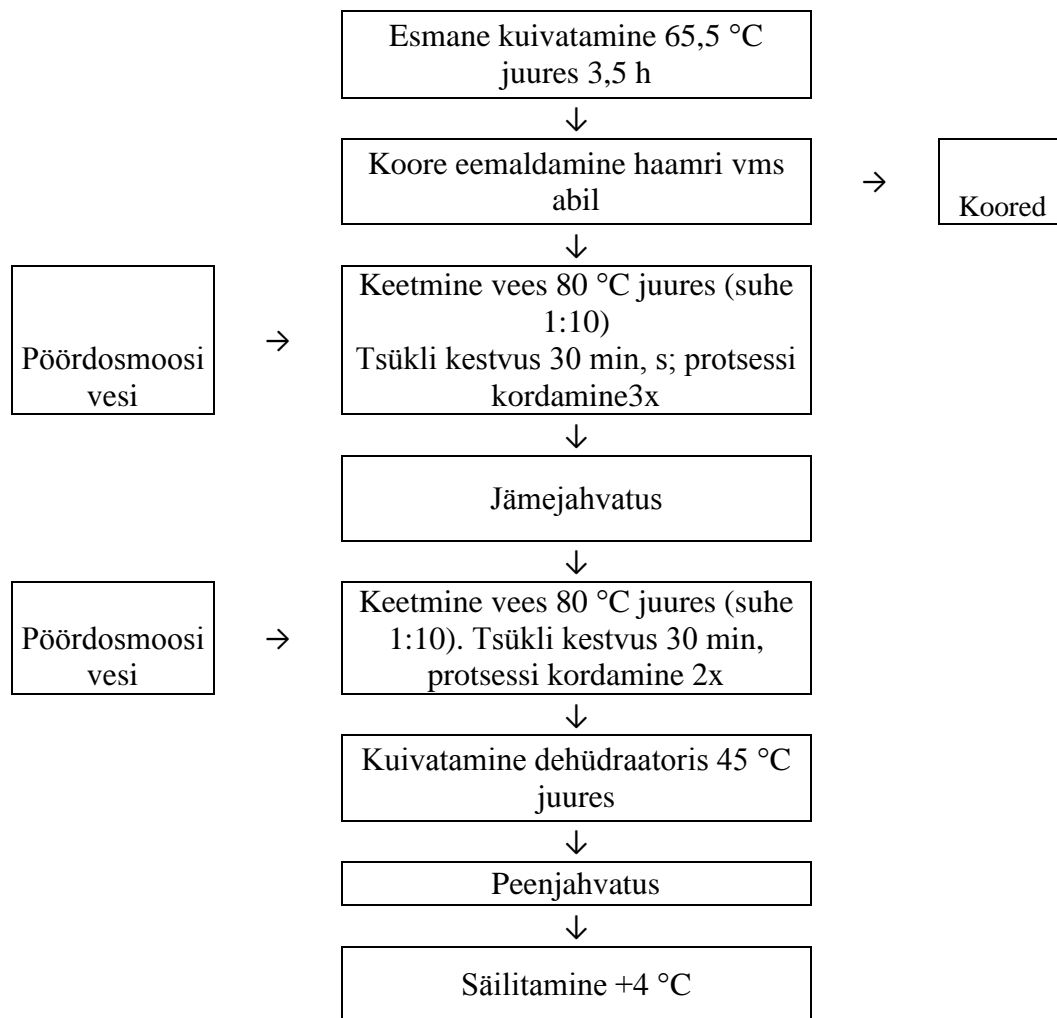
Tõrude töötlemist kuumal meetodil on kirjeldanud Sabrin, M. (2009: 55–56) ja Kobs, L. (2008: 56–57)

Kestadest eemaldatud tõrusid leotati pidevalt segades eelnevalt 80 °C kraadini kuumutatud pöördosmoosi vees, suhtel 1:10. Üks leotamise tsükkel kestis 30 minutit, millele järgnes tõrude kurnamine sõela abil. Protsessi korrati veel kolmel korral.

Pärast leotamist purustati tõrusid 20 sekundit, kasutades kohviveskit Straume, ning leotati eespool kirjeldatud meetodil, mida teostati veel kahel korral.

Vastavalt kirjeldatud tehnoloogiale tuli jahvatatud tõrusid kuivatada National Manufacturing Company pöörlevas ahjus 65,5 °C juures 6,5–8 tundi, kuid antud töös seda ei tehtud, kuna taoline ahi puudus. Seepärast kasutati dehüdraatoris kuivatamist 45 °C juures 24 tunni jooksul. Pärast kuivatamist jahvatati jahu teistkordselt, kasutades laboriveskit Melniza.

Sabrin (2009: 55–5) ja Kobs (2008: 56–57) on kirjeldanud tammetõrude töötlemise tehnoloogilist skeemi (joonis 2), kasutades kuuma meetodit, mida käesoleva töö autor on kohandanud.



Joonis 2. Tammetõru töötlemise tehnoloogiline skeem, kasutades kuuma meetodit *Allikas:*

Autori koostatud (Sabrin 2009: 55–5; Kobs 2008: 56–57)

2.3. Tammetõrujahu füüsikaliste näitajate määramine

2.3.1. Niiskusesisaldus

Jahu niiskusesisaldus määrati Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna laboratooriumis *Approved Methods of Analysis* meetodi AACC 44-15.02 järgi, mida kasutatakse erinevate teraviljatoodete niiskusesisalduse määramiseks. Proovi kaaluti 2,5 grammi eelnevalt kuivatatud siledapõhjalistesse kaanega alumiiniumist kaalunõudesse ning kuivatati 2 tundi ahjus 103 ± 2 °C juures. Proovid jahutati eksikaatoris

toatemperatuurini ning seejärel nõud kaaluti. Tegevust korrati proovi konstantse kaalutiseni. Niiskusesisaldus arvutati järgneva valemi põhjal:

$$E = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100, \text{ kus}$$

m_0 – tühja kaalunõu mass (g)

m_1 – kaalunõu mass enne kuivatamist

m_2 – kaalunõu mass pärast kuivatamist

2.4. Tammetõrujahu keemiliste näitajate määramine

2.4.1. Tuhasisaldus

Tuhasisaldus määrati Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna laboratooriumis *Approved Methods of Analysis* meetodit AACC 08-01.01 järgi, mida kasutatakse erinevate teraviljatoodete tuhasisalduse määramiseks. Eelnevalt kuivatatud ja jahutatud tiiglitesse kaaluti 1–2 grammi proovi. Tiiglid asetati muhvelahju, kus proovid põletati ja tuhastati temperatuuril 550 °C. Kasutati programmeeritavat muhvelahju Nabertherm ning programmi P1:

$$T_1 = 250^\circ\text{C}$$

Time 1a= 1,00 (soojendamine 250 °C-ni, 1 tund)

Time 1b= 2,00 (söestamine 250 °C juures, 2 tundi)

$$T_2 = 550^\circ\text{C}$$

Time 2a= 3,00 (soojendamine 550 °C, 3 tundi)

Time 2b= 18,00 (kuumutamine 550 °C juures, 18 tundi)

Tiiglid jahutati eksikaatoris ning kaaluti ning tuhasisaldus arvutati järgneva valemi põhjal:

$$E = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100, \text{ kus}$$

m_0 – tühja tiigli mass (g)

m_1 – tiigli ja proovi mass enne tuhastamist (g)

m_2 – tiigli ja proovi mass pärast tuhastamist (g)

2.4.2. Valgusisaldus

Analüüs teostati Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi keemia osakonnas, rakendades Kjeldahli meetodit. Kasutati Kjeltec 2300 destillatsiooniseadet ja titraatorit ning 8-kohalist põletusblokki Digestor. Kjeldahli nõusse kaaluti 2,5 grammi proovi, millele lisati 2 Kjeltabs tabletid (3,5 g K_2SO_4 , 0,4 g $CuSO_4 \times 5 H_2O$) ning väävelhapet (H_2SO_4). Proov viidi kaheks tunniks 420 °C juurde põletusblokki, mis hiljem jahutati ning seejärel destilleeriti destillatsiooniseadme ja titraatoriga. Tulemusena saadi valgu protsent ehk sisaldus g/100g kohta.

2.4.3. Rasvasisaldus

Rasvasisalduse määramine toimus Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi keemia osakonnas, kasutades 5K-TJ-5 SBR (Schmid-Bondzynski-Ratzlaff) meetodit.

1-2 grammi proovi kaaluti Majonnieri kolbidesse, millele lisati 8 M HCl. Proov pandi 30 minutiks vesivannile keema ning seda hoiti seal proovi täieliku lahustumiseni. Seejärel jahutati prooviga kolbi voolava vee all ning lisati 10 ml etanooli ja segati. Järgnevalt lisati 25 ml dietüületrit ning kolbi loksutati 1 minuti jooksul. Järgnes 25 ml petrooleetri lisamine ning proovi segamine 30 sekundi vältel. Proov jäeti umbes pooleks tunniks seisma, et kihid saaksid eralduda. Järgnes eetri kihi (ülemine kiht) dekandeerimine eelnevalt ettevalmistatud rasvakogumisnõusse. Ekstraheerimist dietüüleetri ja petrooleetriga korrati veel kaks korda. Rasvakogumisnõust aurutati eeter, mille järel see kuivatati kuivatustermostaadis 103 ± 2 °C juures 1,5 tundi. Nõu jahutati eksikaatoris ja kaaluti.

Rasvasisaldus arvutati järgneva valemi põhjal:

$$E = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m}, \text{ kus}$$

m_1 – kolvi mass rasvaga (g)

m_2 – tühja kolvi mass (g)

m – proovi mass (g)

2.4.4. Süsivesikute sisaldus

Süsivesikute sisalduse määramine toimus Veterinaar- ja Toidulaboratooriumi keemia osakonnas.

Süsivesikute sisaldus määrati arvutuslikult, lahutades tervikust ehk 100%-st rasva-, valgu-, niiskuse ja tuhasisaldused.

Süsivesikute sisaldus = 100% – valgusisaldus (%) – rasvasisaldus (%) – niiskusesisaldus (%) – tuhasisaldus (%)

2.4.5. Tanniinide sisaldus

Tanniinide sisaldus määrati Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna laboratooriumis. Kirjanduslikus ülevaates on kasutatud tanniinide määramiseks *Folin-Ciocalteu reagent* meetodit, mida on kirjeldatud ka Euroopa Farmokopöas (Łuczaj *et al.* 2014: 105; Sabrin 2009: 34; Kobs 2008: 61), kuid antud meetodi rakendamine oli komplitseeritud ning seetõttu kasutati polüfenoolide määramiseks Ljubov Meškalkina (2003: 36) bakalaureusetöös „Tanniinide kvantitatiivse määramise meetodite võrdlus ning rakendamine gallide analüüsil“ kirjeldatud Löwenthali meetodit, kuna see andis võrreldes teiste meetoditega kõige väiksema standardvea.

Võeti täpselt 2 g proovi, mis asetati 500 ml koonilisse kolbi, millele lisati 250 ml kuuma vett (80 °C) ning kolb ühendati tagasivoolujahutiga. Järgnes proovi keetmine pidevalt segades 30 minuti jooksul ja jahutamine toatemperatuurini. 100 ml proovi kurnati läbi vati 200–250 ml mahuga koonilisse kolbi. Saadud lahust võeti 25 ml ning asetati 750 ml kolbi, kuhu lisati 500 ml destilleeritud vett ning eelnevalt valmistatud 25 ml indigosulfoonhappelahust (1 g indigokarmiini lahustati 949 ml destilleeritud vee ja 50 ml kontsentreeritud väävelhappelahuses). Järgnes 0,1 N kaaliumpermaganaadi lahusega tiitrimine. Saadud tulemus esitatakse protsentides (%).

Saadud tulemus arvutatakse järgneva valemi abil:

$$x = \frac{(V - V_1) \times 0,004157 \times 250 \times 100 \times 100}{m \times 25 \times (100 - w)}$$

x - tanniinide sisaldus uuritavas materjalis (%)

V – kaaliumpermaganaadilahuse kogus, mis kulus tiitrimiseks (ml)

V₁ – kaaliumpermaganaadilahuse koguse, mis kulus kontrollkatses (ml)

0,004157 – 1 ml N kaaliumpermaganaadilahust vastab 0,004157 g tanniinile arvestatud parkainetele

m – droogi mass (g)

w – niiskusesisaldus

250 – katseteks valmistatud tõmmise kogus (ml)

25 – tiitrimiseks võetud tõmmise kogus (ml)

2.5. Andmete statistiline analüüs

Andmete statistiliseks analüüsiks kasutati tabelarvutusprogrammi MS Excel. Keemiliste ja füüsikaliste näitajate omavahelised seosed leiti leiti statistikaprotseduuriga Correlation, näitajate vaheliste seoste olulisus funktsiooniga T.DIST.2T, mis on väljendatud töös järgnevalt: oluline seos p<0,05; oluline seos p<0,01; oluline seos p<0,001.

Küsitluste käigus saadud andmeid töödeldi samuti tabelarvutusprogrammiga MS Excel, kus näitajate vaheliste seoste olulisus leiti CHISQ.TEST funktsiooniga, mis on väljendatud töös järgnevalt: oluline seos p<0,05; oluline seos p<0,01; oluline seos p<0,001.

3. EKSPERIMENTAALNE OSA

Töös analüüsitavad tõrud korjati 11. oktoobril 2014. aastal Saaremaalt, Kuressaare linnast, eramaja hoovist. Tamme liigiks tuvastas Keskkonnaameti metsanduse peaspetsialist Roland Rüütel *Quercus robur*.

Kokku korjati kaks 7 liitrist ämbrit, milles sisalduvad tõrud kaalusid 13,38 kg. Viljade korjamisel jälgiti, et tammetõrukoor ei oleks kahjustunud. Selleks, et vähendada hilisemaid kadusid pandi tõrud korraks külma vette, et välja praakida tõrud, mis on rikenenud või ei ole lõpuni valminud. Taoline test viidi läbi seetõttu, et soovimatu kvaliteediga tõrud, mis sisaldavad rohkem õhku, tõuseksid veepinnale. Kahjuks ei ole antud meetod 100% tõhus, kuid suudab siiski eraldada mingi osa ebasobivaid tõrusid (Gribko, Jones, 1995: 145). Põhja vajunud tõrusid kuivatati 65,5 °C juures 3,5 tundi, et vältida idanemist, hallitamist ja ensümaatilisi protsesse (Sabrin 2009: 55; Kobs 2008: 56). Koos väljapraagitud tõrudega oli pärast kuivatamist alles 11 kg tõrusid, mida säilitati edasise töötlemise jaoks jahedas, 10±4 °C juures.

Peale seda tuli tõrud eemaldada kestadest, mille jaoks kasutati pähklitange ja küüslaugupressi. Kuna tammetõru koor moodustab umbes poole tammetõru massist, võeti seda korjamisel arvesse (Hoeche *et al.* 2014: 5; Sabrin 2009: 32). Esialgselt loodeti edasiseks töötlemiseks saada umbes 6 kg tõrusid, kuid kestade eemaldamisel selgus, et paljud tõrud on seest värvunud süsimustaks, mis viitab ebapiisavale kuivatamisele või valedetele säilitustingimustele. Kokku saadi tammetõrujahuks kõlbulikke tõrusid 2 kg, mis jagati 500 g suurusteks portsjoniteks ning mida säilitati +4 °C juures.

Jahu valmistamiseks kasutati kahte erinevat tehnoloogiat, millest ühte on kirjeldanud Sabrin (2009: 31–32) ja Kobs (2008: 58–59) ning teist Hoeche *et al.* (2014: 4–5). Mõlema tehnoloogia juures kasutati tanniinide eraldamiseks vett, kuna tanniinide liiga suur sisaldus on organismile kahjulik ning lisaks annavad need jahule mõru maitse. Üks osa tammetõrusid jäeti veega töötlemata, kuna sooviti määrata tanniinide sisaldust ka töötlemata tõrudes. Tõrusid jahvatati 30 sekundi jooksul, kasutades kohviveskit Straume.

Tammetõrujahu kuivaine-, tuha- ja tanniinide sisaldus määrati Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia osakonna laboratooriumis 2015. aasta jaanuari- ja veebruarikuus ning ülejäänud analüüsid (rasva-, valgu- ja süsivesikute sisaldus) sooritati võimaluste puudumisel Tartu Veterinaar- ja Toidulaboratooriumis jaanuaris. Kõikidest proovidest tehti 3 katseseeriat.

3.1. Tulemuste analüüs

Antud töö raames valmistatud tammetõrujahu füüsikalise-keemilise koostise arväärtused on koondina toodud tabelis 7. Tulemused on avaldatud kolme katsepartii keskmistena pluss/miinus standardveaga, mis on saadud kasutades funktsiooni STDEV.

Tabel 7. *Quercus robur*’i tõrudest valmistatud jahu füüsikalise-keemiline koostis

Füüsikalise-keemiline näitaja	Külmal meetodil töödeldud	Kuumal meetodil töödeldud	Töötlemata
	(%)		
Tuhk	0,20±0,03	0,41±0,01	2,26±0,03
Rasv	4,00±0,12	3,75±0,12	2,43±0,00
Proteiin	5,37±0,15	5,63±0,08	4,22±0,08
Tanniinid	3,71±0,04	5,00±0,16	12,96±0,11
Süsivesikud	85,95±0,05	85,40±0,2	82,90±0,00
Niiskus	4,39±0,01	4,76±0,01	8,24±0,01

3.1.1. Keemiliste näitajate analüüs

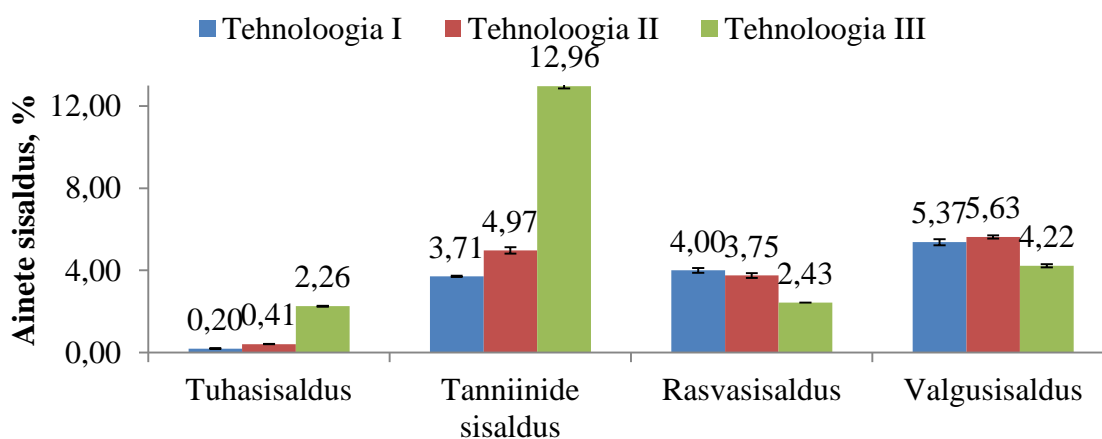
Antud töös on keemilisteks näitajateks tuha-, rasva-, valgu- tanniinide ja süsivesikute sisaldus.

Tammetõrujahu tanniinide sisaldus jäi vahemikku 3,71–12,96%, kusjuures suurim kontsentratsioon oli töötlemata tõrudes, ning väikseim külmal meetodil valmistatud jahus. Viimane on arvatavasti tingitud sellest, et kokkupuude veega kestis kõige kauem, mistõttu hüdroolüüs rohkem tanniine, kuigi kirjandusallikate põhjal eeldati, et kõige madalam polüfenoolide sisaldus saadakse kuumal meetodil töötlemisega, sest amorfsed ühendid

peaks eriti hästi hüdroolüüsuma kuumas vees (Rakic *et al.* 2005: 178). Seega on tanniinide sisalduse vähenemisel oluline ka veega kokkupuute aeg.

Koos tanniinide sisaldusega vähenes märgatavalt ka mineraalainete sisaldus, mis töötlemata (tehnoloogia III) tõrudest valmistatud jahus oli $2,26 \pm 0,02\%$, külmal meetodil töödeldud (tehnoloogia I) jahus $0,20 \pm 0,03\%$ ning kuumal meetodil töödeldud (tehnoloogia II) jahus $0,41 \pm 0,01\%$ (joonis 3). Töötlemata tõrudest valmistatud jahu mineraalainete sisaldus on sarnane eelnevalt leitud tulemustega jäädes vahemikku 1,5–3% (Saffarzadeh *et al.* 1999: 63; Alemzadeh *et al.* 2000: 226; Rashid *et al.* 2014: 246), kuid varasemalt ei ole selle sisalduse vähenemist töötlemise käigus täheldatud (Rakic *et al.* 2006: 420). Niivõrd erinevad tulemused on arvatavasti põhjustatud teistsuguse tehnoloogia rakendamisest, sest antud töö autor kasutas töötlemiseks vett, kuid Rakic *et al.* (2006) kasutas lühiajalist töötlemist 200 °C juures. Kahjuks puuduvad autoril kirjandusallikate andmed töödeldud jahude tuhasisalduste kohta, rakendades sarnast meetodit.

Mineraalainete sisalduse vähenemine on suure tõenäosusega seotud tanniinide omadusega neid endaga siduda (Chung *et al.* 1998b: 172), sest töötlemisel vee ja temperatuuriga tekib palju aktiivsem polüfenoolne ühend, mis reageerib intensiivsemalt tõrus leiduvate ühenditega (Kim *et al.* 2010: 745). Antud töös saadud tulemustest on tanniinide ja tuhasisalduse vahel tugev statistiline seos ($r=0,999$), mis on ka statistiliselt oluline ($p<0,01$).



Joonis 3. Keemiliste näitajate sisalduse muutus sõltuvalt kasutatavast tehnoloogiast (puudub süsivesikute sisaldus, mis leiti arvutuslikult)

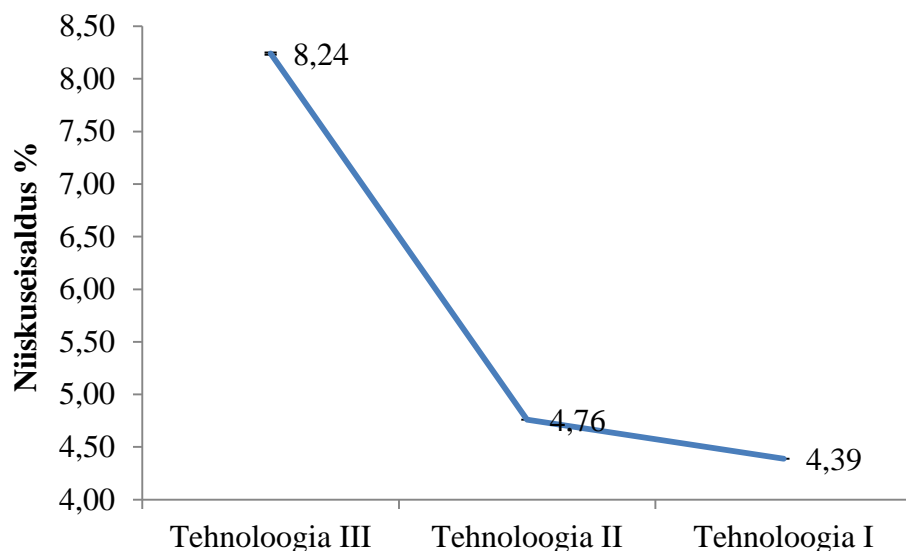
Kui tuha- ja tanniinide sisaldus töötlemise käigus vähenesid, siis teiste toitainete sisaldused suurenesid (joonis 3). See on tingitud niiskusesisalduse vähenemisest, millel on tugev negatiivne statistiline seos nii rasva ($r = -0,991$), süsivesikute ($r = -0,994$) kui ka proteiiniga ($r = -0,958$), mis on samuti statistiliselt oluline ($p < 0,01$). Töötlemata tõrude valgusisaldus ($4,22 \pm 0,08\%$) on sarnane kirjandusest leitud tulemustega, kuid väike erinevus siiski esineb (Rakic *et al.* 2006; Rakic *et al.* 2007; Łuczaj *et al.* 2014: 105; Özcan 2006: 419), mis on arvatavasti tingitud teistsugusest kasvukohast ning kliimast (Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 344; Rakic *et al.* 2006: 420). *Quercus robur*-i töötlemata tõrude rasvasisaldus on madal, sisaldades ainult $2,43 \pm 0,00\%$ rasva, mis külmal meetodil töödeldes suureneb 1,9 ja kuumal meetodil 1,5 korda.

Kõige rohkem vähenes tanniinide sisaldus langedes 43%-lt 21%-le ning kõige vähem varieerus erinevate tehnoloogiate lõikes valgusisaldus ($1,56\%$) jäädes vahemikku 4,15–5,71%.

Kõik saadud tulemused jäid tabelis 1 toodud väärtuste vahele.

3.1.2. Füüsikaliste näitajate analüüs

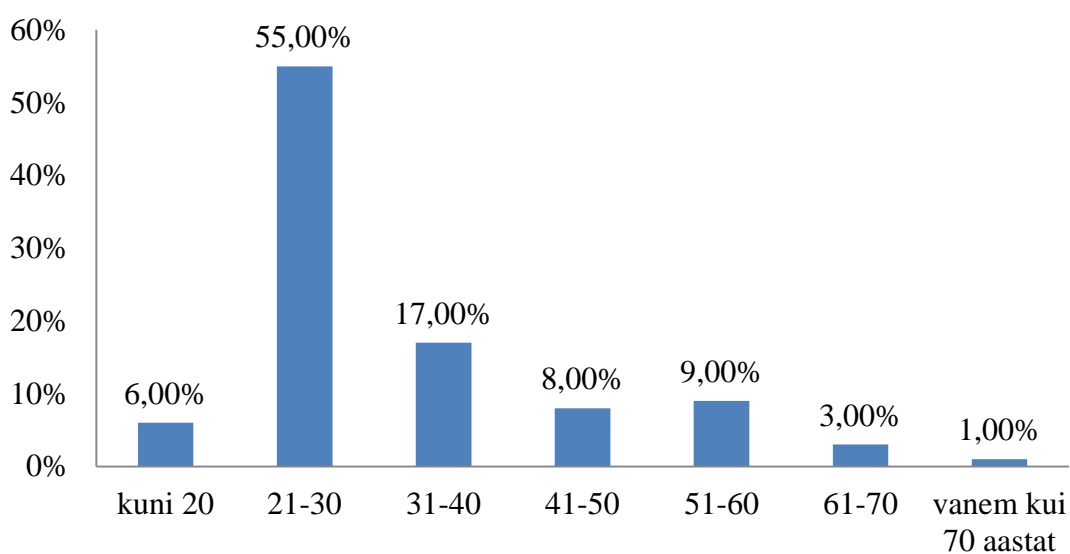
Antud töö käigus leiti, et töötlemata tõrude jahu sisaldab $8,24 \pm 0,01\%$ niiskust, mis on sarnane kirjandusest leitudga (Rakic *et al.* 2006: 420). Erinevate tehnoloogiate rakendamisel saadud jahude niiskusesisaldus vähenes töötlemise käigus, mida oli eelnevate uuringute põhjal oodata (joonis 4) (Sabrin 2009: 55,66; Rakic *et al.* 2006: 420). Ühtlasi leiti, et kuumal meetodil töödeldud jahu niiskusesisaldus erineb Sabrin (2009: 66) poolt leitud tulemustest, kuid selle põhjuseks on arvatavasti erinev kuivatusviis ning tammeliik. Kahjuks puuduvad teiste autorite uuringutest külmal meetodil töödeldud jahu analüüside andmed, kuid lähtudes saadud tulemustest, võib öelda, et niiskusesisaldus on sarnane kuumal meetodil valmistatud jahuga, kuna kuivatusviis oli sama. Töödeldud jahude niiskusesisaldused erinevad Rakic *et al.* (2006: 420) leitud näitajatega, kuna kasutati erinevaid tehnoloogiaid.



Joonis 4. Niiskusesisaldus tehnoloogiate lõikes

3.1.3. Tarbijaküsitluse analüüs

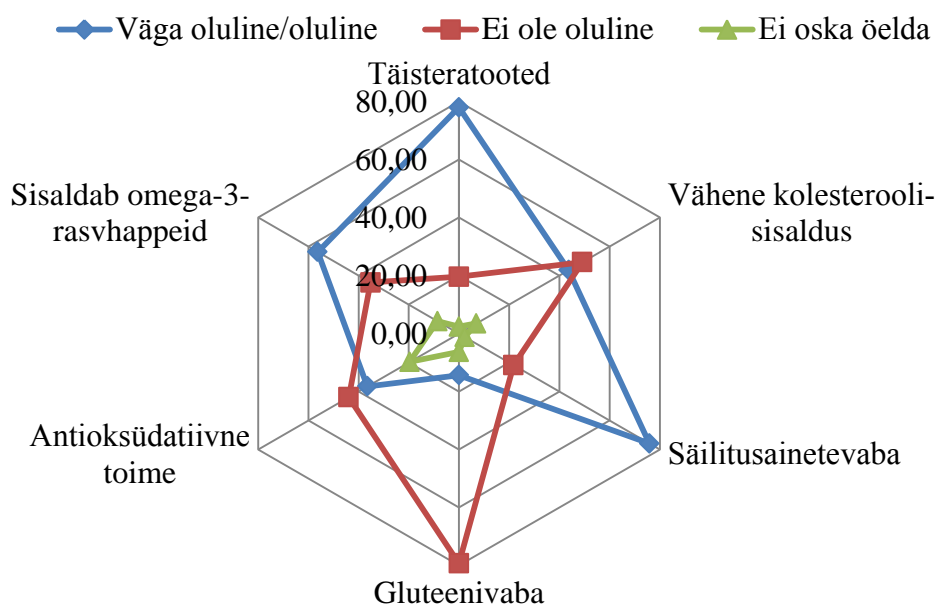
2015. aasta märtsis ja aprillis viidi 551 inimese seas läbi tarbijaküsitlus, mille näidis on toodud lisas 1, et uurida, mida nad ostes enam jälgivad ning kas nad oleksid huvitatud tammetõrjajahu kasutamisest toidu valmistamisel. 68,06% vastanutest olid naised ning 31,94% olid mehed. Kõige rohkem oli vastajaid vanusegrupis 21–30 eluaastat, kes moodustasid kogu valimist 55,00% (joonis 5).



Joonis 5. Vastajate jaotus vanusegruppide põhiselt.

37,59% kõigist vastanutest jälgib toitu ostes kõige rohkem maitse-eelistust, millele järgneb 26,27% tervislikkuse aspekt. Kui vaadata tulemusi vanusegrupi põhiselt on selge, et vanusega muutuvad toidu ostmise põhimõtted ($p < 0,05$). Näiteks vanuses 20–30 eluaastat, on peale maitse-eelistuse väga oluline ka hind, kuid mida vanemaks inimene saab, seda vähem toote maksumus loeb. Noorema elanikkonna hinnatundlikkus on tingitud sellest, et nende seas on palju tudengeid, kes on majanduslikumalt vähemkindlustatud.

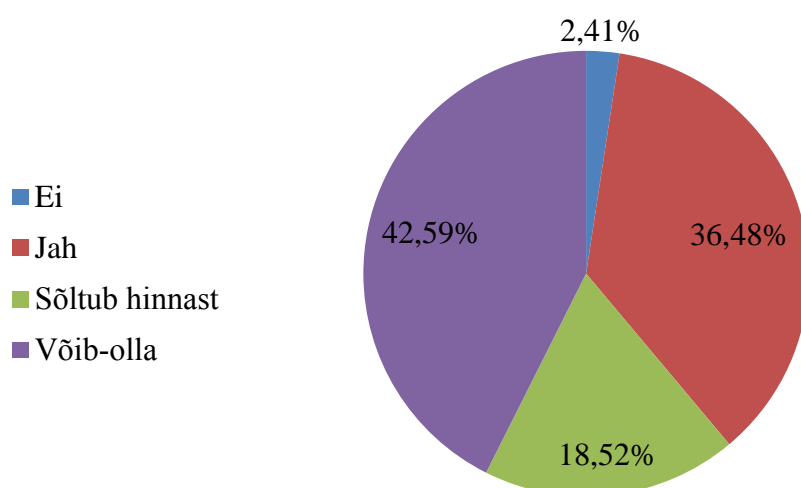
Lisaks kõige olulisemale faktorile, milleks oli maitse-eelistus, paluti vastajatel hinnata, kui oluline on nende jaoks toote täisterasisaldus, vähene kolesteroolisisaldus, säilitusainete ja gluteeni puudumine, antioksüdatiivsed omadused ja omega-3-rasvhapete sisaldus. Tarbijatele oluliste väidete jaotuvus on toodud joonisel 6.



Joonis 6. Jaotuskeem tarbijate jaoks oluliste väidete kohta

Kõige tähtsamaks peavad tarbijad seda, et tarbitav toit oleks suure täisterasisaldusega (78,04%) ja säilitusainetevaba (75,86%), mis on sarnane Sabrin (2009) poolt läbi viidud uuringuga. Suuremale osale tarbijaskonnast ei ole oluline, et toit oleks gluteenivaba (79,31%) ning samuti omas vähem tähtsust antioksüdatiivsete omaduste olemasolu, olles ebaoluline 43,92% juhtudest ning 20% vastanuist ei osanud arvamust avaldada. See on erinev Sabrin (2009) poolt avalikustatud andmetest, kust selgus, et 93% vastanute seas oli oluline toidu suur antioksüdantide sisaldus.

Kõige sobilikum hinnavaheemik lisandväärtusega jahule on tarbijate arvates 2,00–2,99 €/kg. Jahu ei oleks nõus tarbima 7,26% kõikidest vastanutest, kellest 57,5% on mehed. Küsimusele, kas tarbija oleks nõus tarbima tammetõrujahu teades selle kasulikkusest, vastas 36,48% jaatavalt ning 42,59% ei olnud valikus kindel (joonis 7). Positiivseks üllatuseks oli see, et ainult 2,41% vastanutest ei kasutaks antud toodet üldse, mis viitab sellele, et Eestis on turgu lisandväärtusega jahule.



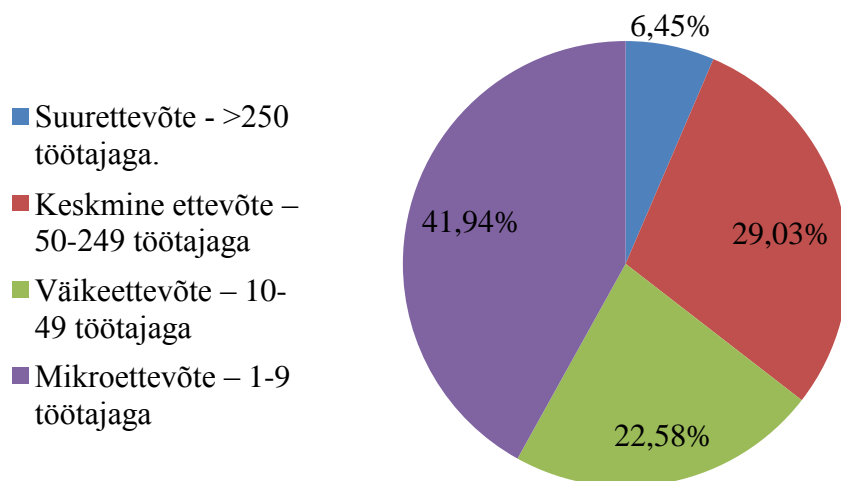
Joonis 7. Tarbijate vastused küsimusele, kas nad oleksid nõus tarbima tammetõrujahu

Tulemustest võib järeldada, et nii lisandväärtustega toodete kui ka tammetõrujahu tarbimine sõltub vanusest ($p < 0,01$) ning soost ($p < 0,05$), mis tähendab, et põhiliseks tarbijaskonnaks on naised.

3.1.4. Ettevõtte küsitluse analüüs

Ettevõtetele mõeldud küsitlus saadeti laiali 120 Eesti pagari- ja/või kondiitriettevõttele, neist vastas ainult 31, kelle seas oli 2 suurettevõtet, 9 keskmise suurusega ettevõtet, 7 väikeettevõtet ning 13 mikroettevõtet (joonis 8). 51,6% vastanute seast olid pagari- ja kondiitritööstused, 19,4% pagariärid, 16,1% kondiitritööstused ning 12,9% tegelesid

toitlustamisega. Kõik ettevõtted toodavad siseturule ning kuus nende seast ekspordivad välisurule. Küsimustiku näide on toodud lisis 2.



Joonis 8. Küsitlusele vastanud ettevõtete suurusjaotus

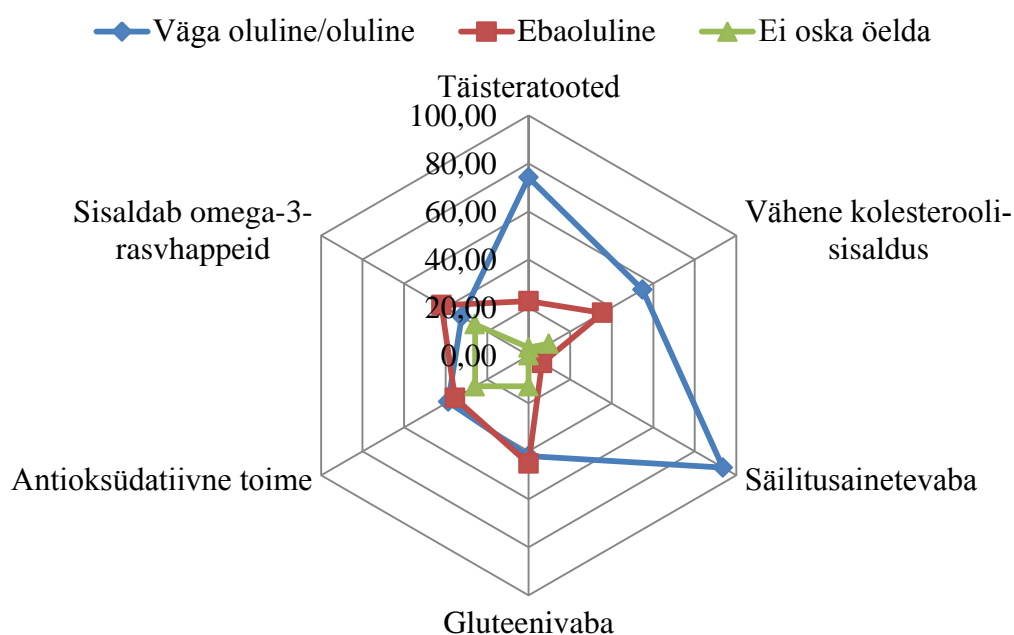
77,42% vastanute jaoks on oluline põhitoorainete (jahu ja piimatooted) kodumaisus ning 23,58% leidsid, et see on ebaoluline. Tooraine olulisus ja ettevõtte suurus ei ole statistiliselt omavahel seotud ($p>0,05$).

Ainult ühe ettevõtte arvates ei ole turgu tammeterujahule kui lisandväärtusega tootele ning 67,74% vastanute arvates on lisandväärtusega tooraine oluline või väga oluline. 77,41% ettevõtetest oleks nõus kasutama lisandväärtusega jahu ka oma toodete valmistamisel ning selle hind võiks jääda vahemikku 0,3–0,6 €/kg või 1,0–1,2 €/kg, sõltumata ettevõtte suurusest ($p>0,05$).

45,16% ettevõtete arvates jälgivad tarbijad toitu ostes enam hinda, see-eest 37,48% arvates on määravaks teguriks maitse-eelistus, ainult 3% pidas oluliseks tervislikkust. Antud tulemused erinevad tarbijate küsitlusest saadud vastustest, kuna tarbijate jaoks on hind alles kolmandal kohal ning toodete tervislikkus on lausa 26,27% vastanute jaoks esimesel kohal.

Ettevõtetele paluti hinnata, kui olulised on nende arvates tarbija jaoks toote täisterasisaldus, vähene kolesteroolisisaldus, säilitusainete puudumine, gluteeni puudumine,

antioksidatiivsed omadused ja omega-3-rasvhapete sisaldus. Ettevõtete arvates on tarbijatele oluline, et toit oleks säilitusainetevaba (93,55%) ning suure täisterasisaldusega (67,74%) mis on sarnane läbiviidud tarbijaküsitlusega. Kui gluteenivaba toit ei olnud suuremale osale tarbijaskonnast (79,31%) oluline, siis 41,94% ettevõtete arvates on see tarbijatele väga oluline või oluline. Antioksidatiivsete omaduste seisukohalt tarbijate ja ettevõtete seisukohad ühtivad. Ettevõtete arvamuste jaotus tarbijatele oluliste väidete kohta on toodud joonisel 9.

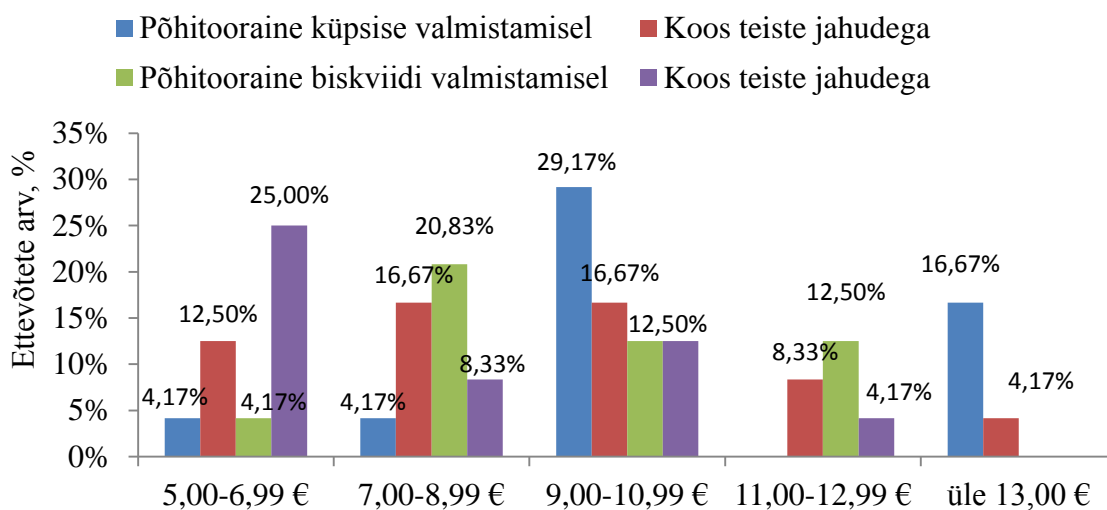


Joonis 9. Ettevõtete arvamuste jaotuskeem tarbijate jaoks oluliste väidete kohta

91,67% vastanute seast arvas, et tammetõrujahu kasutamine on toodetes õigustatud, kui sel on tervisele kasulikke omadusi. Kindlasti oleks nõus tammetõrujahu oma toodete valmistamisel kasutama 21,74% ning seda võimalust kaaluks 69,57%. Neist 79,16% kasutaks tammetõrujahu koos mõne muu jahusordiga ning ainult 16,66% põhitoorainena, kellest üks kasutaks seda ilma kergitusaineteta. Eelnevatest uuringutest on ka selgunud, et kõige paremate omadustega toode saadakse, kui jahu kasutatakse koos teiste jahusortidega (Rashid *et al.* 2014: 246–247; Sabrin 2009: 101).

Ettevõtetele paluti hinnata küpsise ja biskviidi kilogrammi maksumust, kui nende valmistamisel on kasutatud tammetõrujahu kas põhitoorainena või koos teiste jahudega. Küpsise kilogramm, mille valmistamisel on kasutatud tammetõrujahu põhitoorainena,

maksaks 29,16% tootjate hinnangul 9,00–10,99 €/kg ning küpsise kilogramm, mille valmistamisel on seda kasutatud lisandina, maksaks 16,67% hinnangul 7,00–8,99 €/kg või 9,00–10,99 €/kg (joonis 10). Biskviidi kilogramm, kus tammetõrujahu on kasutatud nisujahu asemel ehk põhitoorainena, maksaks 20,83% arvates 7,00–8,99 €/kg ning koos nisujahuga kasutades arvas 25,00%, et hind võiks olla 5,00–6,99 €/kg. 41,67–50,00% ettevõtetest ei osanud vastata küsimusele, milliseks võiks kujuneda toodete hinnad, kui valmistamisel on kasutatud tammetõrujahu kas põhi- või lisatoorainena.



Joonis 10. Ettevõtete hinnangud küsimusele, milliseks võiks kujuneda küpsise ja biskviidi kilogrammi maksumus sõltuvalt tammetõrujahu kasutamisest lisa- või põhitoorainena

Ettevõtete poolt pakutud hinnad tammetõrujahust valmistatud küpsetistele, ei ole võrreldes poodides hetkel müügil olevate toodetega palju kõrgemad.

KOKKUVÕTE

Tammetõrusid ning neist valmistatud toite on ajaloo jooksul kasutatud laialdaselt kogu maailmas, moodustades mõnes kultuuris lausa 50% päevasest toidukogusest. Tänapäeval on nende kasutamine toiduna praktiliselt olematu.

Antud töö eesmärgiks oli uurida, kas tarbijad ja ettevõtted oleksid huvitatud tammetõrujahust ja sellest valmistatud toodete tarbimisest ning uurida olemasolevate tehnoloogiate mõju jahu füüsikalise-keemilistele näitajatele.

Keemilise koostise poolest on tammetõrujahu puhul tegemist väga väärtusliku toiduainega, mis sisaldab lisaks põhitoitainetele veel polüfenoolseid ühendeid, mis organismis toimivad kui antioksüdandid, sidudes endaga vabu radikaale, vähendades nii lipiidide oksüdatsiooni ja aeglustades rakkude vananemisprotsessi. Lisaks antioksüdatiivsetele omadustele on tammetõrudes leiduvatest rasvhapetest 80% küllastumata, sisaldades asendamatuid α -linoolhapet ja linoolhapet, mille tarbimine vähendab kolesterooli taset.

Jahu valgusisaldus on väike, nagu selgus kirjandusallikatest ja autori poolt teostatud analüüsides, jäädes keskmiselt vahemikku 4,23 kuni 5,63%. Tootest puudub gluteen, mistõttu võivad tammetõrujahust küpsetatud tooted olla madalamad ja vähem õhulised kui nisujahust valmistatud tooted (Sabrin 2009: 66; Pinna 2013: S73). Lisaks on tammetõrujahu sobilik inimestele, kellel on gluteenitalumatus (k.a tsöliaakia).

Töös kasutatud tehnoloogiad on aja- ning energimahukad, kuid nende abil on võimalik efektiivselt vähendada tammetõrudes leiduvaid tanniine. Analüüsides erinevatel tehnoloogiatel valmistatud tammetõrujahu füüsikalise-keemilisi näitajaid leiti, et lisaks tanniinide sisaldusele väheneb ka niiskuse- ja mineraalainete sisaldus, kuid suureneb valgu-, rasva- ja süsivesikute sisaldus.

Kõige rohkem muutusi toimus tammetõrujahu töötlemisel külma meetodiga, mõjutades enim tanniinide sisaldust (12,95%-lt 3,71%-ni), mistõttu oleks antud tehnoloogia tanniinide eemaldamiseks parim. Samaaegselt väheneb ka mineraalainete sisaldus (2,26%-lt 0,20%-ni), mis on tugevas seoses tanniinide sisaldusega ($r=0,999$). Kuna tammetõrujahu rasv

sisaldab üle 80% küllastumata rasvhappeid on see palju vastuvõtlikum oksüdatsiooniprotsessile, mistõttu on toote säilivusaeg lühem.

Tarbijauuringust selgus, et 96,51% Eesti tarbijatest oleks nõus tammetõrujahu ja sellest valmistatud toodeteid proovima ja tarbima, kui nende maitse osutuks tarbijate jaoks vastuvõetavaks. Sellest tulenevalt võiks tarbijaskonna seas läbi viia sensoorse hindamise, mida piisava tooraine puudumise tõttu käesoleva töö raames läbi viia ei saanud. Lisaks on tarbijatele väga oluline, et tarbitav toit, ei sisaldaks säilitusaineid ning oleks suure täisterasisaldusega, see tähendab, et toode on vitamiinide ja mineraalainete rohke. Seetõttu on oluline välja töötada tehnoloogia, millega tammetõrujahu valmistamisel mineraalainete sisaldus ei väheneks.

Ettevõtete uuringust selgus, et nende arvates on turgu lisandväärtusega toodetele ning tammetõrujahu kasutaks oma toodete valmistamisel 21,74% ning seda võimalust kaaluksid 69,57% ettevõtetest. Pigem nähakse selle kasutamist lisandina, kui põhitoorainena ning seetõttu ei oleks antud toote hind teistest samalaadsetest toodetest oluliselt kallim.

Võttes arvesse tarbijate ja ka ettevõtete huvi tammetõrujahu vastu, tuleks põhjalikumalt uurida Eestis kasvavate tammetõrude rasv- ja aminohappelist koostist, kuna nende sisaldus varieerub sõltudes kliimast (Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 344) ning seetõttu ei saa teiste autorite poolt leitud tulemustele väga toetuda. Lisaks tuleks lähemalt uurida tõrude polüfenoolset koostist, kuna nende ainete sisaldus mõjutab toote antioksüdatiivseid omadusi. Uurida võiks ka seda, kas on teisi tehnoloogiaid, mille abil saaks eemaldada mõruained ja mis oleks vähem aja- ja energiamahukad ning ei vähendaks märkimisväärselt mineraalainete sisaldust.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et Eestis oleks turgu tammetõrujahule ja sellest valmistatud toodetele, kui maitse oleks tarbijatele meelepärane. Hetkel on autor arvamusel, et antud töös kirjeldatud tehnoloogiatega ei ole mõttekas tõrudest jahu toota, kuna töötlemine on väga energia- ja ajamahukas ning selle käigus tekkivad kaod on suured.

KASUTATUD KIRJANDUS

- AACC 08-01.01. Teraviljade tuhasisalduse määramine (1999). AACC International Approved Methods of Analysis. [WWW] <http://methods.aaccnet.org/summaries/08-01-01.aspx> (14.10.2014).
- AACC 44-15.02. Teraviljade niiskusesisalduse määramine (1999). AACC International Approved Methods of Analysis. [WWW] <http://methods.aaccnet.org/summaries/44-15-02.aspx> (14.10.2014).
- Alemzadeh, I., Vossoughi, M., Maghsoodi, V.** (2000). An investigation of chemical and physical properties of kordestan (iran) acorn. - *Journal of Agricultural Science and Technology*. Nr 2, lk 225–228.
- Al-Rousana, W. M., Ajoa, R. Y., Al-Ismailb, K. M., Attleec, A., Shakerd, R. R., Osailid, T. M.** (2013). Characterization of acorn fruit oils extracted from selected mediterranean *Quercus* species.- *Grasas y Aceites*. Nr 64 (5), lk 554–560.
- Ammonia determination in nuts. (2015). BÜCHI Labortechnik AG. [WWW] <http://www.buchi.com/gb-en/node/1443> (14.10.2104).
- Arapitsas, P.** (2012). Hydrolyzable tannin analysis in food. - *Food Chemistry*. Nr. 135 (3), lk 1708–1717.
- Bainbridge, D.** (1987). Multi-purpose tree crops for dry lands. - *2nd International Permaculture Conference*, Olympia, Washington. lk 1–18. [WWW] http://www.academia.edu/3810517/1987_b2_Multipurpose_trees (15.03.2015)
- Basic Report:12060, Nuts, acorn flour, full fat** - *United States Department of Agriculture Agricultural Research Service. USDA*, [WWW] <http://ndb.nal.BasicReport.gov/ndb/foods/show/3666?fgcd=Nut+and+Seed+Products&manu=&format=&offset=0&sort=> (13.10.2014).
- Cappai, M. G., Wolf, P., Pinna, W., Kamphues, J.** (2013). Pigs use endogenous proline to cope with acorn (*Quercus pubescens* willd.) combined diets high in hydrolysable tannins. - *Livestock Science*, Nr. 155 (2–3), lk 316–322.
- Carbonero, M. D., Fernández, A., Blázquez, A., Navarro, R., Fernández, P.** (2006). Acorn quality depending on pruning, botanic variety and harvest date.- *Sustainable Grassland Productivity: Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation*, Badajoz, Spain. pp. 583–585.

- Charef, M., Yousfi, M., Saidi, M., Stocker, P.** (2008). Determination of the fatty acid composition of acorn (*Quercus*), *Pistacia lentiscus* seeds growing in Algeria.- *Journal of Oil & Fat Industries*. Nr 85, lk 921–924.
- Chen, S. C., Chung, K. T.** (2000). Mutagenicity and antimutagenicity studies of tannic acid and its related compounds. - *Food and Chemical Toxicology*. Nr 38 (1), lk 1–5.
- Chung, H., Cho, S., Chung, J., Shin, T., Son, H., Lim, T.** (1998c). Physical and Molecular Characteristics of Cowpea and Acorn Starches in Comparison with Corn and Potato Starches. - *Food Science and Biotechnology*. Nr 7 (4), lk 269–275.
- Chung, K. T., Lu, Z., Chou, M. W.** (1998a). Mechanism of inhibition of tannic acid and related compounds on the growth of intestinal bacteria. - *Food and Chemical Toxicology*. Nr 36 (12), lk 1053–1060.
- Chung, K. T., Wei, C., Johnson, M. G.** (1998b). Are tannins a double-edged sword in biology and health?- *Trends in Food Science & Technology*. Nr 9 (4), lk 168–175.
- Correia, P. R., Beirão-da-Costa, M. L.** (2012). Starch isolation from chestnut and acorn flours through alkaline and enzymatic methods.- *Food and Bioproducts Processing*. Nr 90 (2), lk 309–316.
- Correia, P. R., Nunes, M. C., Beirão-da-Costa, M. L.** (2013). The effect of starch isolation method on physical and functional properties of Portuguese nut starches. II. *Q. rotundifolia* Lam. and *Q. suber* Lam. acorns starches.- *Food Hydrocolloids*. Nr 30 (1), lk 448–455.
- Custódio, L., Patarra, J., Alberício, F., Neng, N. R., Nogueira, J. M. F., & Romano, A.** (2013). Extracts from *Quercus* sp. acorns exhibit *in vitro* neuroprotective features through inhibition of cholinesterase and protection of the human dopaminergic cell line SH-SY5Y from hydrogen peroxide-induced cytotoxicity.- *Industrial Crops and Products*. Nr 45, lk 114–120.
- Dénes, A., Papp, N., Babai, D., Czúcz, B., Molnár, Z.** (2012). Wild plants used for food by Hungarian ethnic groups living in the Carpathian basin. - *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. - Nr 81 (4), lk 381-396.
- Entsik-Grünberg, T.** (2014). Vask - uskumatu mõjutaja!. [WWW] <https://www.arst.ee/et/Uudised-ja-artiklid/Nadala-teemad/46428/vask-uskumatu-mojutaja> (15.04.2015).
- Ferraz de Oliveira, M. I., Machado, M., Cancela d'Abreu, M.** (2012). Acorn chemical composition depending on shedding date and *Quercus* species. - *Options Méditerranéennes*, Córdoba, Spain. pp 229–234.
- Galván, J. V., Valledor, L., Cerrillo, R. M. N., Pelegrín, E. G., Jorrín-Novo, J. V.** (2011). Studies of variability in Holm oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota* [Desf.] samp.) through acorn protein profile analysis.- *Journal of Proteomics*. Nr 74 (8), lk 1244–1255.
- Gea-Izquierdo, G., Cañellas, I., Montero, G.** (2006). Acorn production in Spanish holm oak woodlands. - *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*. Nr 15 (3), lk 339–354.

- Gribko, L. S., Jones, W. E.** (1995). Test of the float method of assessing northern red oak acorn condition. - *Tree Planters' Notes*. Nr 46 (4), lk 143–147.
- Hoeche, U., Kelly, A., Noci, F.** (2014). Acorn: Staple food from the past or novel food for the future? - An investigation into the desirability and acceptability of acorn flour products.- *Dublin Gastronomy Symposium 2014*, Dublin, Ireland. pp. 1–14.
- Kalle, R., Sõukand, R.** (2012). Historical ethnobotanical review of wild edible plants of Estonia (1770s–1960s). - *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. Nr 81 (4), lk 271–281.
- Kalle, R., Sõukand, R.** (2013). Eesti looduslikud toidutaimed. Tallinn. Kirjastus Varrak.
- Khan, N. S., Ahmad, A., Hadi, S. M.** (2000). Anti-oxidant, pro-oxidant properties of tannic acid and its binding to DNA. - *Chemico-Biological Interactions*. Nr 125 (3), lk 177–189.
- Kim, T. J., Silva, J. L., Kim, M. K., Jung, Y. S.** (2010). Enhanced antioxidant capacity and antimicrobial activity of tannic acid by thermal processing. - *Food Chemistry*. Nr 118 (3), lk 740–746.
- Kim, W. W., Yoo, B.** (2011). Rheological and thermal effects of galactomannan addition to acorn starch paste. - *LWT - Food Science and Technology*. Nr 44, lk, 759–764.
- Kobs, L.** (2008). Dietary polyphenolic intake from acorns and acorn meal. (Magistritöö). University of Georgia. [WWW] https://getd.libs.uga.edu/pdfs/kobs_lisa_m_200805_ms.pdf (01.10.2014). Athens, Georgia.
- Kokassaar, U., Zilmer, M.** (2007). Mineraalained, mida peab teadma mineraalainetest? Harjumaa: AS Ajakirjade Kirjastus.
- Kokassaar, U., Vihalemm, T., Zilmer, M.** (2012). Õige toit. - *Allergialaps*. [e-ajakiri] <http://allergialapstoitteamised.blogspot.com/2012/12/oige-toit-urmas-kokassaar-tiiu-vihalemm.html> (14.04.2015).
- Konishi, T.** (2009). Brain Oxidative Stress as Basic Target of Antioxidant Traditional Oriental Medicines. - *Neurochemical Research*. Nr 34, lk 711–716
- Laas, E., Tamm, Ü.** (1998). Tammed laiast maailmast. – *Eesti Loodus*. Nr 8 [e-ajakiri] http://www.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/EL/vanaweb/9808/tammed.html (20.01.2015).
- Larrosa, M., García-Conesa, M. T., Espín, J. C., Tomás-Barberán, F. A.** (2010). Ellagitannins, ellagic acid and vascular health. - *Molecular Aspects of Medicine*. Nr 31 (6), lk 513–539.
- Łuczaj, L., Adamczak, A., Duda, M.** (2014). Tannin content in acorns (*Quercus spp.*) from Poland. – *Dendrobiology*. Nr 72, lk 103–111.
- Masing, V.** (1998). Tammetõru ja pasknäär. – *Eesti Loodus*. Nr 9. [e-ajakiri] http://www.loodusajakiri.ee/eesti_loodus/EL/vanaweb/9809/pasknaar.html (10.04.2015).
- Menendez-Baceta, G., Aceituno-Mata, L., Tardi'ó, J., Reyes-García, V., Pardo-de-Santayana, M.** (2011). Wild edible plants traditionally gathered in Gorbeialdea (Biscay, Basque country). - *Genet Resour Crop Evol* Nr 59 (7), lk 1329–1347.

- Mešalkina, L.** (2003). Tanniinide kvantitatiivse määramise meetodite võrdlus ning rakendamine gallide analüüsil. (Bakalaureusetöö). Tartu Ülikooli farmaatsia intsituut. Tartu
- Meyers, K. J., Swiecki, T. J., Mitchell, A. E.** (2006). Understanding the ative Californian diet: Identification of condensed and hydrolyzable tannins in tanoak acorns. - *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Nr 54 (20), lk 7686–7691.
- Meyers, K. J., Swiecki, T. J., Mitchell, A. E.** (2007). An exploratory study of the nutritional composition of Tanoak (*Lithocarpus densiflorus*) acorns after potassium phosphonate treatment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Nr 55 (15), lk 6186–6190.
- Mägi, M.** (2011). Sort ja sertifitseeritud seeme kvaliteedikavades – *Seemnetootajate koolituse ettekanded*. Toila, Eesti. [WWW] http://www.seemneliit.ee/wp-content/uploads/2011/12/LISA9_TartuMill_Marin-M%C3%A4gi.pdf (29.04.2015).
- Nikiolic, N.; Orlovic, S.; Krstic, B.; Kerešan, Ž.** (2006). Variability of acorn nutrient concentrations in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) genotypes. – *Journal of Forest Science*. Nr 52 (2), lk 51–60.
- Nieto, R., Rivera, M., García, M. A., Aguilera, J. F.** (2002). Amino acid availability and energy value of acorn in the Iberian pig.- *Livestock Production Science*. Nr 77 (2–3), lk 227–239.
- Okuda, T.** (2005). Systematics and health effects of chemically distinct tannins in medicinal plants. – *Phytochemistry*. Nr 66 (17), lk 2012–2031.
- Pignone, D., Laghetti, G.** (2010). On sweet acorn (*Quercus* spp.) cake tradition in Italian cultural and ethnic islands. - *Genet Resour Crop Evol*. Nr 57, lk 1261–1266.
- Pinna, C.** (2013). Acorn bread: A traditional food of the past in Sardinia (Italy) - *Journal of Cultural Heritage*. Nr.14, lk S71–S74.
- Pinna, W., Cappai, M. G., Sogos, I., Nieddu, G., Picciau, M.** (2012). Acquired Pigmentation of Porcine Lymph Nodes: Dietary Polyphenolic Compounds as Biological Markers?- *Food and Nutrition Sciences*. Nr 3 (12), lk 1703–1709.
- Raal, A.** (2012). Seitse tervendavat puud : kadakas, tamm, kask, pihlakas, mänd, pärn ja paju. Tartu. Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Rakić, S., Petrović, S., Kukić, J., Jadranin, M., Tešević, V., Povrenović, D., Šiler-Marinković, S.** (2007). Influence of thermal treatment on phenolic compounds and antioxidant properties of oak acorns from Serbia. - *Food Chemistry*, Nr 104 (2), lk 830–834.
- Rakić, S., Povrenović, D., Maletić, R., Živković, M.** (2005). Drying of the aqueous extract of acorn *Quercus robur* in a spout-fluid bed. - *Journal of Agricultural Sciences*. Nr 50 (2), lk 173–182.
- Rakić, S., Povrenović, D., Tešević, V., Simić, M., Maletić, R.** (2006). Oak acorn, polyphenols and antioxidant activity in functional food. - *Journal of Food Engineering*. Nr 74 (3), lk 416–423.

- Rakić, S., Radojka, M., Marija, P., Gordana, S.** (2004). Influence of thermal treatment on tannin content and antioxidation effect of oak acorn *Quercus cerris* extract. - *Journal of Agricultural Sciences*. Nr 49 (1), 97–107.
- Rashid, R. M. S., Sabir, D. A., Hawramee, O. K.** (2014). Effect of sweet acorn flour of common oak (*Quercus aegilops* L.) on locally Iraqi pastry (kulicha) products.- *Journal of Zankoy Sulaimani*. Nr 16 (Special), lk 244–249.
- Relve, H.** (2007). Puude juurde. Tartu: Eesti Loodusfoto. lk 171–184
- Sabrin, M. D.** (2009). Characterization of acorn meal. (Magistritöö). The University of Georgia. [WWW] https://getd.libs.uga.edu/pdfs/sabrin_michael_d_200908_ms.pdf (01.10.2014). Athens, Georgia
- Saffarzadeh, A., Vincze, L., Csapo, J.** (1999). Determination of the chemical composition of acorn (*Quercus branti*), *Pistacia atlantica* and *Pistacia khinjuk* seeds as non-conventional feedstuffs.- *Acta Agraria Kaposvariensis*. Nr 3 (3), lk 59–69.
- Salajpal, K., Karolyi, D., Beck, R., Kiš, G., Vickovic´, I., Đikic´, M., Kovačić, D.** (2004). Effect of acorn (*Quercus robur*) intake on faecal egg count in outdoor reared Black Slavonian Pig. - *Acta Agriculturae Slovenica*. Nr 1, lk 173–178.
- Zilmer, M., Karelson, E., Vihalemm, T., Rehema, A., Zilmer, K.** (2010). Inimorganismi biomolekulid ja nende meditsiiniliselt olulisemad ülesanded. Inimorganismi metabolism, selle häired ja haigused. Tartu: Avita.
- Zilmer, M., Kokassar, U., Vihalemm, T.** (2004). Normaalse söömine. Tallinn: Avita Kirjastus.
- Zeng, L., Ma, Z., Zhao, Y., Zhang, L., Li, R., Wang, J., Zhang, P., Yan, D., Li, Q., Jiang, B., Pu, S., Lü, Y., Xiao, X.** (2013). The protective and toxic effects of rhubarb tannins and anthraquinones in treating hexavalent chromium-injured rats: The Yin/Yang actions of rhubarb. - *Journal of Hazardous Materials*. Nr 246–247, lk 1–9
- Tadayoni, M., Sheikh-Zeinoddin, M., Soleimani-Zad, S.** (2015). Isolation of bioactive polysaccharide from acorn and evaluation of its functional properties. - *International Journal of Biological Macromolecules*. Nr 72, lk 179–184.
- Tejerina, D., García-Torres, S., Cabeza de Vaca, M., Vázquez, F. M., Cava, R.** (2011). Acorns (*Quercus rotundifolia* Lam.) and grass as natural sources of antioxidants and fatty acids in the “montanera” feeding of Iberian pig: Intra- and inter-annual variations. - *Food Chemistry*. Nr 124 (3), 997–1004.
- Tervise Arengu Instituut. (2015). Vitamiinid. [WWW] <http://www.toitumine.ee/vitamiinid/> (29.04.2015).
- Timber Team International AS.** (2014). Oak. [WWW] <http://timberteam.com/wp-content/uploads/2014/10/oak.pdf> (29.04.2015).

- Tushingham, S., Bettinger, R. L.** (2013). Why foragers choose acorns before salmon: Storage, mobility, and risk in aboriginal California. - *Journal of Anthropological Archaeology*. Nr 32 (4), lk 527–537.
- Wang, Q., Li, Y., Sun, F., Li, X., Wang, P., Sun, J., Zeng, J., Wang, C., Hu, W., Chang, J., Chen, M., Wang, Y., Li, K., Yang, G., He, G.** (2015). Tannins improve dough mixing properties through affecting physicochemical and structural properties of wheat gluten proteins. - *Food Research International*. Nr 69, lk 64–71.
- Özcan, T.** (2006). Total protein and amino acid compositions in the acorns of Turkish *Quercus* L. taxa. - *Genetic Resources and Crop Evolution*. Nr 53, lk 419–429.
- Özcan, T.** (2007). Characterization of Turkish *Quercus* L. taxa based on fatty acid compositions of the acorns. - *Journal of the American Oil Chemists' Society*. Nr 84, lk 653–662.
- Özcan, T., Baycu, G.** (2005). Some elemental concentrations in the acorns of Turkish *Quercus* L. (Fagaceae) taxa. - *Pakistan Journal of Botany*. Nr 37 (2), lk 361–371.

THE IMPLEMENTATION OF DIFFERENT TECHNOLOGIES ON ACORN MEAL AND THEIR INFLUENCE ON ITS PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS

The Thesis for applying the Bachelor's Degree in Food Technology

Liisa Truu

Estonian University of Life Sciences
Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences
Department of Food Science and Technology

Summary

KEY WORDS: acorn, acorn meal, tannins, chemical composition, *Quercus robur*

People are paying more attention to their nutrition, therefore food industries are constantly developing new functional products that are innovative and healthy by adding minerals, vitamins or probiotics to have a more beneficial effect on human physiology. Another way is to take a look into the wild and retrieve forgotten foodstuffs, which are very diverse in their composition and contain many bioactive compounds. One such substance is acorn, which has had a very important role in human diet, providing in some Native American cultures as much as 50% and in Mediterranean countries up to 25% of daily food intake (Kobs 2008: 35; Rakic *et al.* 2006: 174; Bainbridge 1987:1; Saffarzadeh *et al.* 1999:60). Nowadays they are consumed during food scarcity in most of the world (Łuczaj *et al.* 2014: 103), but they are widely used in Asian and Native American cultures (Pignone, Laghetti 2010: 1262; Hoeche *et al.* 2014: 1; Meyers *et al.* 2007: 6186). Additionally, acorns are used in medicine due to their high content of tannins - a group of polyphenols, which have antimutagenic, anticarcinogenic, antioxidative, fungicidal and antihemorrhagic properties (Rakic *et al.* 2004: 98; Rakic *et al.* 2007: 830; Tadayoni *et al.* 2015: 179).

The aim of this study is to show how different acorn meal production technologies influence its physical and chemical parameters. Additionally, to find out if Estonian

people, bakery and confectionary companies are interested in using acorn meal and to give an overview of the chemical composition of *Quercus robur* acorn and its influence on organisms physiological functions.

Acorns have a high content of hydrolysable tannins, which is the major factor inhibiting their use in modern diet, because they make food bitter and are harmful in large amounts due to their protein- and mineral-binding properties. On the other hand, phenolic compounds are beneficial to our organism, because they affect many biological processes such as aging, free radical scavenging and the growth of harmful microorganisms such as *E.coli* (Chung *et al.* 1998b: 172; Konishi 2009: 711; Rakic *et al.* 2006: 417).

In addition to polyphenols, acorns are rich in carbohydrates (more than 55%) (Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 344; Al-Rousana *et al.* 2013: 554; Saffarzadeh *et al.* 1999: 60; Bainbridge 1986: 5; Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 344) and in some species fat (1,1–31,3%) (Bainbridge 1986: 5), which consist of 80% unsaturated fatty acids, including essential α -linoleic acid and linoleic acid, which reduces cholesterol levels. (Sabrin 2009: 68; Charef *et al.* 2008: 923; Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 346; Al-Rousana *et al.* 2013: 557; Meyers *et al.* 2007: 6188).

Although protein content (4–6%) is lower than in widely used cereals (wheat, corn, sorghum etc.) (Gea-Izquierdo *et al.* 2006: 344; Al-Rousana *et al.* 2013: 554; Saffarzadeh *et al.* 1999: 60), their protein profile provides an adequate level of all essential amino acids for adults, except for sulphur containing methionine (Özcan 2006: 422; Saffarzadeh *et al.* 1999: 68). Furthermore, acorns do not contain gluten, which makes acorn flour suitable for people with gluten intolerance (Sabrin 2009: 66; Pinna 2013: S73).

The micronutrient content of acorn is rather insignificant with few exceptions. Oak fruits have a high potassium (0,83%) and calcium (0,1) content, and significant iron, zinc and copper content, which are physiologically very important elements (Rakic *et al.* 2006: 421; Hoeche *et al.* 2014: 2; Nikolic *et al.* 2006: 53; Rashid *et al.* 2014: 244; Özcan, Baycu 2005: 366; Rakic *et al.* 2005: 365).

Due to its nutritious composition acorns were pounded into flour, which was used to make different pastry products, soups, porridge etc. (Pignone, Laghetti 2010: 1262; Tushingham, Bettinger 2013: 530; Sabrin 2009: 9). According to Sabrin (2009: 86–89) and Hoeche *et al.* (2014: 8–10), acorn meal could be nowadays used as an addition to other flours in bakery

products if tannin content is reduced. Therefore, two technologies described by Sabrin, (2009), Kobs (2008) and Hoeche *et al.* (2014) were used to observe physical and chemical changes in *Quercus robur* acorn meal. The flour making technology includes various stages of production: acorn gathering, drying, preservation, shelling, leaching, grinding or grinding and then leaching, drying, grinding and preservation. Two technologies differ from each other by leaching process temperature, which in one is +4 °C and in the other is +80 °C.

The results indicate that water treatment lowers tannin content from 12,95% to 3,71% using cold method and to 5,00% using hot method, but at the same time mineral content decreases significantly. In unprocessed flour the ash content was 2,26%, which decreased during processing to 0,20% or 0,41% depending on technology. According to statistical analysis, tannin and ash content are very strongly correlated ($r=0,999$). Fortunately, the content of other nutrients increased during processing, especially fat content which increased from 2,46% to 4,00%. Due to the fact that cold processed flour contained the least amount of tannins, it would be the best way to remove them, but taking into account the amount of minerals, a new technology should be developed, which could remove the bitter substances, would be less time and energy consuming and would not reduce the mineral content as significantly.

In addition to the chemical analyses of acorn meal, a consumer survey among 551 persons and company survey among 31 bakery and confectionary companies were carried out to learn whether general population is interested in using acorn flour.

According to consumer survey 97,51% would use it, if it had a pleasant taste and health beneficial properties. Also the results indicate that women would consume acorn flour or any other flour that would have an additional value more likely than men ($p<0,01$). While taste preference and healthiness are priorities to Estonians in all age groups, younger people between the age of 21–30 years are more price sensible than others, which may be because of they are less economically disadvantaged. Consumers pointed out that it is very important that the product does not contain preservatives and has a high content of whole grains, which suggests that the buyer wants to get higher micronutrient content of products.

The company survey showed that 21,74% of bakery and/or pastry companies would definitely use acorn flour and 69,57% would consider it. It is more likely that acorn flour would be used with other flours than independently, due to its baking properties.

All in all, consumer and business survey revealed that Estonia would have the market for acorn flour and the products manufactured from it. Unfortunately the author feels that a new technology should be developed for it to pay off, because the technologies currently investigated are time and energy consuming and also significantly reduce the mineral content of the flour.

LISAD

Lisa 1. Tarbijaküsitluse ankeet

1. Sugu

Naine

Mees

2. Vanus

kuni 20

21-30

31-40

41-50

51-60

61-70

vanem
 kui 70
aastat

Lisa 1 järg

3. Kui olulised on Teie jaoks järgmised väited, kui ostate toitu?

	Väga oluline	Oluline	Pole oluline	Ei oska öelda
Täisteratooted	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vähene kolesteroolisisaldus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Säilitusainete vaba	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gluteenivaba	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Antioksidatiivne toime	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sisaldab omega-3-rasvhappeid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Mida jälgite toitu ostes kõige enam?

- Hinda
- Tervislikkust
- Maitse-eelistust
- Kodumaisust
- Muu

Lisa 1 järg

5. Kui oluline on Teie jaoks, et toode oleks kodumaine?

Väga oluline

Oluline

Ebaoluline

Oleneb tootest

6. Mis hinnavahemikus oleksite nõus ostma lisandväärtusega jahu (kg/eur)?

1,00-1,99 €

2,00-2,99 €

3,00-3,99 €

4,00-4,99 €

5,00-5,99 €

üle 6,00 €

ei ostakski

Lisa 1 järg

7. Kas kasutaksite toidu valmistamisel tammetõrujahu, kui teaksite, et see on tervisele kasulik?

Jah

Ei

Võib-olla

Sõltub hinnast

Palun põhjendage eemist vastust!

Lisa 2. Ettevõtteküsitluse ankeet

1. Kui suur on teie ettevõte?

Mikroettevõte – 1-9
töötajaga

Väikeettevõte – 10-49
töötajaga

Keskmise ettevõtte – 50-
249 töötajaga

Suurettevõtte - >250
töötajaga.

2. Milline on teie peamine tegevusvaldkond?

Kondiiter

Pagar

Pagar-Kondiiter

Muu

3. Mis turule te toodate?

Siseturule

Välisturule

Täpsusta

Lisa 2 järg

4. Kui oluline on teie ettevõtte jaoks, et tooraine oleks kodumaine?

Väga oluline

Oluline

Ebaoluline

Sõltub toorainest (tooge mõni näide)

5. Kui oluline on teie ettevõtte jaoks, et tooraine oleks lisandväärtusega?

Väga oluline

Oluline

Ebaoluline

6. Kas teie arvates on turgu lisandväärtusega tootele?

Ei

Jah

Võib olla

Lisa 2 järg

7. Mida jälgib tarbija toitu ostes enim?

Hinda

Tervislikkust

Maitse-eelistust

Kodumaisust

Muu

8. Kui olulised on teie, kui ettevõtte arvates järgmised toote omadused tarbijale?

Väga oluline Oluline Ei oluline Ei ole Ei oska öelda

Täisteratooted

Vähene kolesteroolisisaldus

Säilitusainete vaba

Gluteenivaba

Antioksidatiivne toime

Sisaldab omega-3-rasvhappeid

Lisa 2 järg

9. Kas oleksite nõus oma toodete valmistamisel kasutama lisandväärtusega jahu?

Jah

Ei

10. Kui vastasite eelmisele küsimusel „jah“, siis mis hinnavahele oleksite nõus ostma lisandväärtusega jahu (kg/eur)?

0,3-0,6 €

0,7-0,9 €

1,0-1,2 €

1,3-1,5 €

1,5-1,7 €

1,8-2,0 €

11. Arvestades, et tammeterõujahu on intensiivse pruunika värvusega, kas selle kasutamine tootes on õigustatud, teades selle tervisele kasulikke omadusi?

Jah

Ei

Võib-olla

Lisa 2 järg

12. Arvestades, tammetõrujahu tagasihoidlikke kerkimisomadusi, kas te oleksite nõus kasutama tammetõrujahu toodete valmistamisel?

Jah, põhitoorainena, ilma kergitusainega

Jah, põhitoorainena, koos kergitusainega

Jah, kuid mitte põhitoorainena (koos teiste jahusortidega)

Ei

13. Milliseks võiks kujuneda tammetõrujahust valmistatud küpsise kilogrammi hind, kui antud jahu kasutatakse põhitoorainena?

5,00-6,99 €

7,00-8,99 €

9,00-10,99 €

11,00- 12,99 €

üle 13,00 €

Ei oska öelda

Lisa 2 järg

14. Milliseks võiks kujuneda tammetõrujahust valmistatud küpsise kilogrammi hind, kui antud jahu kasutatakse koos nisujahuga?

5,00-6,99 €

7,00-8,99 €

9,00-10,99 €

11,00- 12,99 €

üle 13,00 €

Ei oska öelda

15. Milliseks võiks kujuneda tammetõrujahust valmistatud biskviidi kilogrammi hind, kui antud jahu kasutatakse põhitoorainena koos kergitusainega?

5,00-6,99 €

7,00-8,99 €

9,00-10,99 €

11,00- 12,99 €

üle 13,00 €

Ei oska öelda

Lisa 2 järg

16. Milliseks võiks kujuneda tammetõrujahust valmistatud biskviidi kilogrammi hind, kui antud jahu kasutatakse koos nisujahuga?

5,00-6,99 €

7,00-8,99 €

9,00-10,99 €

11,00- 12,99 €

üle 13,00 €

Ei oska öelda

17. Kas oleksite huvitatud tammetõrujahu kasutamisest oma toodete valmistamisel?

Jah

Ei

Võib-olla

Kommentaariid ja tekkinud küsimused

Lisa 3. Jahu tootmise etapid



Joonis 11. Tammetõrujahu külmal meetodil, enne esimest vee vahetust (Autor: L.Truu)



Joonis 12. Tammetõrujahu külmal meetodil, enne nõrutamist (Autor: L.Truu)

Lisa 3 järg



Joonis 13. Tammetõrujahu külmal meetodil pärast 24 tundi kuivatamist (Autor: L.Truu)



Joonis 14. Tammetõrujahu külmal meetodil enne jahvatamist (Autor: L.Truu)



Joonis 15. Tammetõrujahu külmal meetodil pärast jahvatamist ja sõelumist (Autor: L.Truu)

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, _____ Liisa Truu _____,
(*autori nimi*)

sünniaeg 05.02.1993 _____,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
Erinevate tehnoloogiate rakendamine tammetõrujahu valmistamisel ja nende mõju jahu
füüsikalis-keemilistele näitajatele. _____,
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on _____ Raili Saar _____,
(*juhendaja nimi*)

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(*allkiri*)

Tartu, _____
(*kuupäev*)

Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

(*kuupäev*)