EESTI MAAÜLIKOOL

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Kati Ambos

KANEPI VALGUKONTSENTRAADI MÕJU LIHATOODETE FÜÜSIKALIS-KEEMILISTELE JA SENSOORSETELE OMADUSTELE

THE EFFECT OF HEMP PROTEIN CONCENTRATE ON THE PHYSICO-CHEMICAL AND SENSORICAL PROPERTIES OF MEAT PRODUCTS

Magistritöö

Toiduainete tehnoloogia õppekava

Juhendajad: Kristi Kerner, *MSc*

Tanel Kaart, *PhD*

Tartu 2022

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Kati Ambos		Õppekava: Toiduainete tehnoloogia	
Pealkiri: Kanepi valgukontsentraadi mõju lihatoodete füüsikalis-keemilistele ja sensoorsetele omadustele			
Lehekülgi: 69	Jooniseid: 11	Tabeleid: 9	Lisasid: 3
Õppetool: Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetool ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: 1.7. Toiduteadused, Toiduainete ja jookide tehnoloogia T430 Juhendaja(d): Kristi Kerner, *MSc*; Tanel Kaart, *PhD* Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2022			

Liha on inimese toidulaual tähtsal kohal, kuid viimasel ajal on liha tootmine ja tarbimine põhjustanud palju vastukaja ning sellest tulenevalt on hakatud lihatoodete valmistamisel kasutama looduslikke lisandeid ja lisaaineid tõstmaks toodete toiteväärtust ja muutmaks tooted ohutumaks.

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada, kas ja millises ulatuses on võimalik vähendada sealihast valmistatud lihapallide lihasisaldust asendades see kanepi valgukontsentraadiga ning uurida kanepi valgukontsentraadi kasutamise mõju lihapallide füüsikalis-keemilistele ja sensoorsetele omadustele.

Töö eksperimentaalse osa käigus valmistati kontrollsegu ehk ilma lisanditeta lihapallid ning 5%, 10% ja 15% kanepi valgukontsentraadi sisaldusega lihapallid (vastavad tähised: KP5, KP10 ja KP15). Proove säilitati temperatuuril +4 °C kuni 14. päeva. 0., 7. ja 14. päeval viidi läbi füüsikalis-keemilised analüüsid ning 0 päeval teostati sensoorne hindamine. Lihapallidel hinnati keemilist koostist, värvust, pH-d, vee aktiivsust, lõiketugevust, rasvade oksüdatsiooni, kuumtöötlemiskadu ning sensoorseid omadusi.

Töö tulemustest selgus, et kanepi valgukontsentraadi lisamine suurendas lihapallide pH-väärtust, kuna kanepivalgul on teatav puhvertüüpi ühendite sisaldus. Lihapallide vee aktiivsused olid sarnased, ajas toimus teatav langus ehk vaba vee hulk vähenes. Kanepivalgu lisamine põhjustas lihapallide värviparameetrite muutusi, tingituna kanepi valgukontsentraadi iseloomulikust hallikas-rohekas värvusest. Kanepi valgukontsentraadi

kontsentratsiooni suurendes lihapallide L*-väärtused (heledus) vähenesid ning a*- ja b*-väärtused (punasus ja kollasus) suurenesid. Kogu katseperioodi vältel oli madalaima rasvade oksüdatsiooniga segu KP5. Ka segu KP10 näitas väiksemaid või sarnaseid tulemusi võrreldes kontrollseguga, kuid segu KP15 näitas sarnaseid ja isegi kõrgemaid väärtusi kui kontrollsegu. Kanepivalk võib toimida lihatoodetes antioksüdandina ja stabiliseerida rasvade oksüdatsiooni, kuid seda vaid teatud koguse lisamisel. Kuumtöötlemiskaole oli väga suur mõju, kanepi valgukontsentraadi kontsentratsiooni suurenedes oli lihapallide kadu väiksem ehk toodete saagis suurenes, mis tuleneb kanepivalgu suurest veesidumisvõimest. Kanepi valgukontsentraadi kontsentratsiooni suurenedes lihapallide valgu- ja tuhasisaldused suurenesid ning rasva- ja niiskusesisaldused vähenesid. Lihapallide lõiketugevuse osas ühtseid järeldusi teha ei saa, kuna tulemused olid segude vahel ja säilitusperioodi vältel kõikuvad. Sensoorse hindamise käigus saavutas kõrgeimad hinded kontrollsegu, lisandiga lihapallidest näitas parimaid tulemusi KP5. Liiga suur kanepi valgukontsentraadi sisaldus muutis lihapallide maitse ja lõhna taimseks ning tekstuuri ja mahlasuse kehvemaks.

Märksõnad: taimsed valgud, liha kvaliteet, oksüdatsioon, sealiha, lihapall

Estonian University of Life Sciences
Kreutzwaldi 1, Tartu 51006

Abstract of Master's Thesis

Author: Kati Ambos

Curriculum: Food Technology

Title: The effect of hemp protein concentrate on the physico-chemical and sensorical properties of meat products

Pages: 69	Figures: 11	Tables: 9	Appendixes: 3

Chair: Chair of Food Science and Technology

Field of research and (CERC S) code: 1.7. Food Sciences, Food and beverage technology T430

Supervisors: Kristi Kerner, *MSc*; Tanel Kaart, *PhD*

Place and date: Tartu, 2022

Meat is an important part of the human diet, but the production and consumption of meat has recently caused a great deal of repercussions and, as a result, natural additives have been used in the manufacture of meat products to increase their nutritional value and make products safer.

The aim of this master's thesis was to find out whether and to what extent it is possible to reduce the meat content in meatballs by replacing it with hemp protein concentrate and to determine the effect of hemp protein concentrate on the physico-chemical and sensory properties of meatballs.

In the experimental part of the thesis, a control sample was prepared, meatballs without additives, and meatballs with 5%, 10% and 15% hemp protein concentrate (corresponding signs: KP5, KP10 and KP15). Samples were stored at temperature +4 °C up to 14 days. On days 0, 7 and 14 physico-chemical analyzes, and on day 0, sensory evaluations were performed. The chemical composition, color, pH, water activity, shear force, level of lipid oxidation, cooking loss and sensory properties of meatballs were evaluated.

The results showed that the addition of hemp protein concentrate increased the pH of the meatballs because the hemp protein concentrate has a certain amount of buffer-type compounds. The water activities of the samples were similar, there was a certain decrease over time, the amount of free water in the samples decreased. The addition of hemp protein concentrate caused changes in the color parameters of the meatballs due to the

characteristic greyish-green color of the hemp protein concentrate. As the hemp protein concentrate concentration increased, the L* values (lightness) of the meatballs decreased and the a* and b* values (redness and yellowness) increased. Throughout the experiment, the sample with the lowest lipid oxidation was KP5. Sample KP10 also showed lower or similar results compared to the control sample, but sample KP15 showed similar and even higher values than the control sample. Hemp protein concentrate can act as an antioxidant in meat products and stabilize the oxidation of lipids, but only when a certain amount is added. Cooking loss was greatly affected, with higher hemp protein concentrate concentrations cooking loss of meatballs decreased, due to the high water binding capacity of hemp protein concentrate. As the concentration of hemp protein concentrate increased, the protein and ash contents of the meatballs increased and the fat and moisture contents decreased. No uniform conclusions can be drawn regarding the shear force of the meatballs, as the results varied between the samples and during storage period. During the sensory evaluation, control sample obtained the highest scores, from samples with hemp protein concentrate, the sample KP5 showed the best results. Excessive hemp protein concentrate content creates too herbal taste and aroma and affects the texture and juiciness of the meatballs.

Keywords: plant-based proteins, meat quality, oxidation, pork, meatball

SISUKORD

LÜHENDID 8
SISSEJUHATUS 9
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE 11
1.1. Liha tarbimine Eestis ja maailmas 11
1.2. Liha kvaliteedinäitajad 12
1.2.1. Liha pH 12
1.2.2. Liha veehoidmisvõime 13
1.2.3. Liha värvus 14
1.2.4. Liha keemiline koostis 14
1.3. Taimsete lisandite ja lisaainete kasutamise vajadus lihatoodetes 15
1.4. Lihatoodete kvaliteet ja taimsete valkude mõju lihatoodete kvaliteedile 17
1.4.1. Rasvade oksüdatsioon ja antioksüdandid 17
1.4.2. Taimsete valkude mõju lihatoodete tehnoloogilistele ja funktsionaalsetele omadused 20
1.5. Kanep (*Cannabis sativa L.*) ja kanepivalk 21
1.5.1. Kanepi iseloomustus 21
1.5.2. Kanepi valgukontsentraadi iseloomustus 22
1.5.3. Kanepi ja tema saaduste tervist toetav toime 25
1.6. Eelnevalt läbi viidud teadusuuringud kasutades kõrge valgusisaldusega taimseid materjale lihatoodetes 25
2. EKSPERIMENTAALNE OSA 30
2.1. Materjal ja metoodika 30
2.2. Füüsikalis-keemiliste näitajate määramine 32
2.2.1. Tekstuurianalüüs 32
2.2.2. Värvuse analüüs 34
2.2.3. pH-väärtus 34
2.2.4. Vee aktiivsus 34
2.2.5. Rasvade oksüdatsiooni määramine 34
2.2.6. Kuumtöötlemiskadu 35
2.2.7. Valgusisaldus 35
2.2.8. Tuhasisaldus 35

2.2.9. Niiskusesisaldus 36
2.2.10. Rasvasisaldus 36
2.3. Sensoorsete omaduste hindamine 37
2.4. Statistiline analüüs 38
3. TULEMUSED JA ARUTELU 39
3.1. pH, vee aktiivsus ja lõiketugevus 39
3.2. Värvus 41
3.3. Rasvade oksüdatsioon 45
3.4. Kuumtöötlemiskadu 48
3.5. Keemiline koostis 49
3.6. Sensoorne analüüs 51
JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD 54
KOKKUVÕTE 56
KASUTATUD KIRJANDUS 59
LISAD 64
Lisa 1. Kanepi valgukontsentraadi spetsifikatsioon 65
Lisa 2. Sensoorse hindamise leht 67
Lisa 3. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta 68

LÜHENDID

BHA – butüül hüdroksüanisool

BHT – butüülitud hüdroksütolueen

CBD - kannabidiool

CO_2 – süsihappegaas ehk süsinikdioksiid

KO – kontrollsegu

KP5 – segu, mis sisaldab 5% kanepi valgukontsentraati

KP10 – segu, mis sisaldab 10% kanepi valgukontsentraati

KP15 - segu, mis sisaldab 15% kanepi valgukontsentraati

MAP – modifitseeritud atmosfääri pakendamine

MDA – maloondialdehüüd

MDM – mehaaniliselt konditustatud liha (*mechanically deboned meat,* ingl k.)

N_2 - lämmastik

PG - propüülgallaat

TBARS – tiobarbituurhappega reageerivate ainete väärtus, (*thiobarbituric acid reactive substances,* ingl k.)

TBHQ - tert-butüülhüdrokinoon (*tert-butylhydroquinone*, ingl k.)

SISSEJUHATUS

Käesolevas töös antakse ülevaade liha kui toiduaine tarbimisest ja populaarsusest, taimsetest valkudest, nende mõjust lihatoodete kvaliteedile ning kanepist (*Cannabis sativa L.*) ja kanepivalgust. Lisaks käsitletakse eelnevalt läbiviidud uuringutest ja tulemustest seoses taimsete valkude mõjust lihatoodete füüsikalis-keemislistele ja sensoorsetele omadustele. Töö teises pooles selgitatakse katsete metoodikat ja esitatakse saadud tulemusi ning nende põhjal tehtud järeldusi.

Liha on kõrge toiteväärtusega valkude ning mitmete oluliste mikroelementide sisaldusega toiduaine, mis aitab suurendada raua imendumist ning seetõttu väga oluline osa inimese toidulaual (Lorenzo jt 2018). Samas on liha kiirestiriknev ja erinevate toidutekkeliste haiguste põhjustaja. On leitud, et töödeldud liha võib olla kantserogeenne ning antud vastuolulisus põhjustab probleeme nii lihatootjatele kui tarbijatele (Tamkute jt 2019).

Tänapäeval on tarbijate eelistused suuresti muutunud. Soovitakse naturaalset toitu, mis omakorda tekitab vajaduse kasutada enam looduslikke lisandeid ja lisaaineid. Sellest tulenevalt on tekkinud suur huvi taimsete lisandite vastu, kuna sünteetiliste lisandite minimaalses koguses kasutamine on saanud ülemaailmseks trendiks.

Võimalikuks variandiks on kasutada taimseid valke, antud töö puhul kanepi valgukontsentraati. Kanepivalgu eeliseks on see, et oma olemuselt on ta kanepiõli tootmise kõrvalsaadus (Mamone jt 2019) ning teatavasti pööratakse üha rohkem rõhku kõrvalsaaduste efektiivsemale ja suuremale kasutamisele. Samuti saab toodetes liha kogust vähendada ehk kasutada kanepi valgukontsentraati liha asemel ning seeläbi muutub ka keskkonna CO_2 jalajälg väiksemaks, sest liha tarbimine ja tootmine ei ole kuigi jätkusuutlikud (Kristensen jt 2021).

Magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada, kas ja millises ulatuses on võimalik vähendada sealihast valmistatud lihapallide lihasisaldust asendades see kanepi valgukontsentraadiga ning teha kindlaks kanepivalgu kasutamise mõju lihapallide füüsikalis-keemilistele ja sensoorsetele omadustele.

Töö käigus püstitati järgmised hüpoteesid:

1. Kanepi valgukontsentraati on võimalik kasutada liha asendajana ning see ei mõjuta negatiivselt toote kvaliteeti.
2. Toote sensoorsetele omadustele on mõju väikseim madalamate kanepi valgukontsentraadi kontsentratsioonide juures.
3. Toote füüsikalis-keemilistele ja tehnoloogilistele omadustele on mõju suurim kõrgemate kanepi valgukontsentraadi kontsentratsioonide juures.

Antud töös teostati kolm katsepartiid, mille käigus analüüsiti kanepi valgukontsentraadiga rikastatud lihapallide keemilist koostist, värvust, pH-d, vee aktiivsust, lõiketugevust, rasvade oksüdatsiooni, kuumtöötlemiskadu ning teostati kuumtöödeldud lihapallide sensoorne analüüs.

Magistritöö autor soovib tänada töö juhendajaid Kristi Kernerit ja Tanel Kaarti. Lisaks tänatakse Leno Mätast, Siiri Haani ja Maarja Abelit, kes aitasid katsete teostamisel. Samuti soovitakse tänada Eesti Maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetooli üliõpilasi, kes olid nõus osa võtma sensoorsest hindamisest. Tänatakse ka käesoleva töö retsensenti Taavi Torgat.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Liha tarbimine Eestis ja maailmas

Liha on kõrge toiteväärtusega ja sisaldab mitmeid olulisi mikroelemente ning seetõttu inimese toidulaual väga olulisel kohal (Lorenzo jt 2018). Maailma populatsioon on tõusuteel, eeldatakse, et 2050. aastaks on inimeste arv tõusnud 9,7 miljardini ning 2100. aastaks 11 miljardini. See toob kaasa aga 70% nõudluse suurenemise toidu järgi ning eeldatakse, et liha tarbimine tõuseb 80% (Nadathur, Wanasundara, Scanlin 2017).

Siinkohal on kaks võimalikku stsenaariumit:

1. Liha tarbimine tõuseb nagu eeldatud - nõudes suurt hulka ressursse, et loomi pidada ning kõrge kalorsusega toidulaud põhjustab ühe enam terviseprobleeme.
2. Liha tarbimine püsib praegusel tasemel või isegi langeb, kuna toidulaual domineerivad taimsed toiduained ning maa ja ressurss, mis loomakasvatusest üle jääb, kasutatakse taimekasvatuseks. Samuti on uus toidulaud tervist toetavam (Nadathur, Wanasundara, Scanlin 2017).

Liha tarbitakse palju nii Eestis kui ka mujal maailmas. Eestis tarbiti 2020. aastal inimese kohta kokku 78,5 kg liha (tabel 1), seda on 10 kg rohkem kui 2012. aastal. Rekordaastaks oli 2018, kui inimese kohta tarbiti 87,1 kg liha. Populaarseim liha liik on kindlalt sealiha, kuid linnaliha on inimeste toidulaual muutunud aastatega üha levinumaks.

Tabel 1. Liha tarbimine Eestis inimese kohta (kg) aastatel 2012-2020 (Stat 2021).

	2012	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
Liha	68,4	68,9	70,1	77,1	82,2	78,5	87,1	80,7	78,5
Veiseliha	9,7	7,0	7,5	8,1	8,8	9,6	10,0	9,7	9,2
Sealiha	33,7	35,5	37,0	41,8	44,2	40,7	42,8	41,6	40,0
Lamba- ja kitseliha	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5
Linnuliha	22,1	23,2	23,4	24,7	26,1	25,8	31,2	26,8	27,2

Maailmas tarbitakse piirkonniti liha väga erinevates kogustes, juhtivaks piirkonnaks on Põhja-Ameerika, kus tarbitakse keskmiselt ligi 100 kg liha inimese kohta aastas, kõige tagasihoidlikumates kogustes tarbitakse aga Aafrikas, ligikaudu 13 kg inimese kohta aastas

(tabel 2). Maailmas tarbitakse liha kokku inimese kohta aastas keskmiselt 34 kg, ka prognoos 2030. aastaks näitab sama koguselist tendentsi, kuid kuna maailma rahvaarv tõuseb pidevalt, siis peaks ka liha üldine tarbimine lähiaastatel pidevalt kasvama (Statista 2022).

Tabel 2. Liha tarbimine maailmas piirkonniti inimese kohta (kg) aastas keskmiselt aastatel 2018-2020 ja prognoos 2030. aastaks (Statista 2022).

	2018-2020	**2030**
Põhja-Ameerika	97,5	97,98
Okeaania	74,66	72,65
Euroopa	63,51	63,20
Ladina-Ameerika ja Kariibid	60,91	60,83
Aasia	26,61	26,15
Aafrika	13,02	12,73
Maailm kokku	34,44	34,01

Võrreldes Eesti, kogu maailma ja eri piirkondade liha tarbimist, siis oleme üsna esirinnas. Maailma keskmisest tarbib eestlane enam kui kaks korda rohkem liha aastas ning oleme ka Euroopa keskmisest tasemest suuremad tarbijad.

Kuna liha üldine tarbimine on tõusuteel, siis ka lihatööstuse turuväärtus kasvab. Eeldatakse, et 2020. aasta lihatööstuse turuväärtus tõuseb 833 miljardilt USA dollarilt 2025. aastaks üle ühe triljoni USA dollarini. 2021. aastal sai USA suurimat kasu just lihatoodete ja vorstide tootmise pealt (Statista 2022).

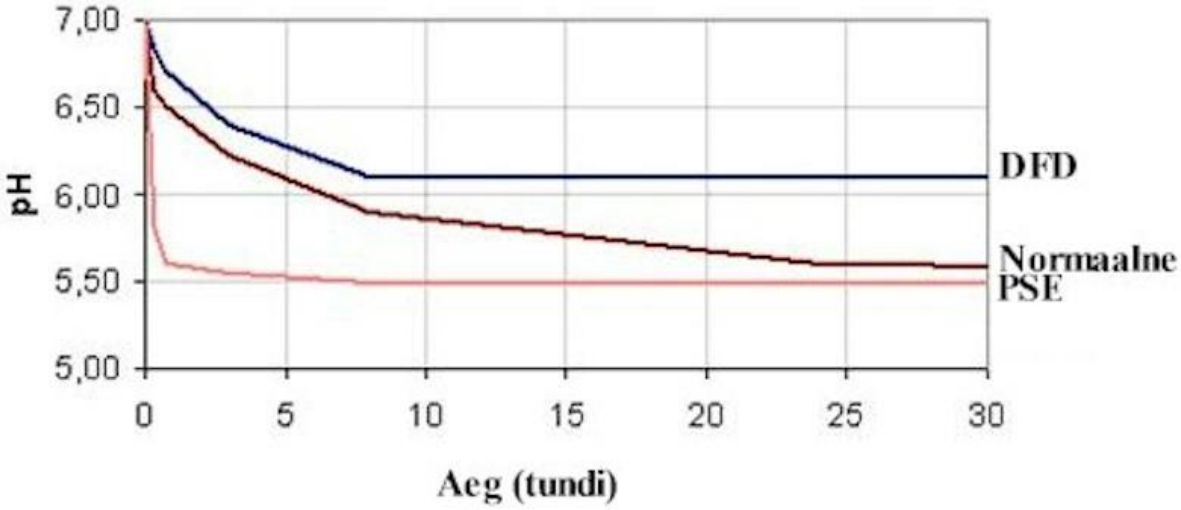
1.2. Liha kvaliteedinäitajad

1.2.1. Liha pH

Liha kvaliteedinäitajad on toiteväärtus (keemiline koostis), organoleptilised (värvus, lõhn, maitse, mahlasus, õrnus) ja tehnoloogilised (pH, veesiduvus) omadused ning hügieeninäitajad (Kerner jt 2013).

pH on keskkonna vesinikioonide kontsentratsiooni negatiivne logaritm ehk näitab keskkonna happesust/aluselisust. Kui pH on 0–6,9, siis keskkond on happeline, pH 7,0 on neutraalne ning pH 7,1–14 on aluseline keskkond (Kerner jt 2013).

Elusa sea liha pH on tavaliselt veidi üle 7. Normaalse liha korral võib pH-väärtus pärast tapmist langeda vahemikku 5,4–5,7 (Tänavots 2022). pH aga näitab ka liha kvaliteedi defekti. Tuntakse kahte: DFD- ja PSE-liha (joonis 1). DFD-liha (*dark* – tume, *firm* – tuim, *dry* – kuiv) pH on 48 tundi pärast tapmist üle 6,2. DFD-liha esineb rohkem veiseliha puhul. PSE-liha (*pale* – kahvatu, hele; *soft* – pehme, *exudative* – vesine) on madala pH-ga, see ei sobi nt kulinaarseks kasutamiseks, äärmisel juhul sobib keedu- ja singitoode valmistamiseks (Kerner jt 2013).



Joonis 1. Liha pH muutus tapajärgselt (Tänavots 2022)

pH väärtus iseloomustab liha kvaliteeti, kuid mõjutab ka mitmeid teisi liha kvaliteedi näitajaid, näiteks värvust, veesidumisvõimet, maitset, õrnust, säilivusaega (Tänavots 2022).

1.2.2. Liha veehoidmisvõime

Liha veehoidmisvõime on liha töötlemise puhul ülioluline kvaliteedi hindamise kriteerium. See ei ole otseselt seotud lihatööstuse kasumlikkusega, vaid määrab ka liha ja lihatoodete sensoorsed omadused. Liha veehoidmisvõime näitab kui suures koguses vett suudab liha endas hoida erinevate protsesside käigus. Liha veehoidmisvõimet mõjutavad geneetika, loomade tapaeelne käitlemine, loomade söötmistase, elektriline stimulatsioon ning rümpade jahutamine. Vesi võib lihast vabaneda tilkumise käigus ning tihti kirjeldatakse vee kadu ka küpsetamise saagise või kaona (Szmanko, Lesiow, Gorecka 2021).

1.2.3. Liha värvus

Liha värvus ei pruugi anda täpset indikatsiooni liha ohutuse ja kvaliteedi suhtes, kuid see on tarbija seisukohalt üks tähtsamaid parameetreid, sest ostuotsus tehakse tihti just selle põhjal, mis värvi ja välimusega toode on. Värske liha värvust mõjutavad enim temperatuur, pakendamistingimused ja rasvade oksüdatsioon ning eelnevalt mainitud pH-väärtuste muutus (Tomasevic jt 2021).

Liha värvuse määrab põhiliselt müoglobiin, mille esmased vormid on deoksümüoglobiin, oksümüoglobiin ja metmüoglobiin. Liha värvus muutub kui desoksümüoglobiin muudetakse pärast hapnikuga seondumist oksümüoglobiiniks ja seejärel oksüdeeritakse edasi metmüoglobiiniks (Liu jt 2021).

1.2.4. Liha keemiline koostis

Liha koosneb suurel määral veest, valkudest, rasvast ja süsivesikutest ning paljudest muudest komponenditest, mida leidub vähemal määral, näiteks vitamiinid, ensüümid, pigmendid ja maitseühendid (Owosu-Ansah jt 2022).

Looma lihaskude koosneb keskmiselt 75% veest, 20% valkudest, 5% lipiididest, 1% süsivesikutest ning 1% vitamiinidest ja mineraalainetest, mida tihti väljendataks ka tuhasisaldusena (tabel 3) (Toldra 2010).

Tabel 3. Lihaskoe keemiline koostis (Toldra 2010).

Koostisosa	% lihase massist
Vesi	75 (65-80)
Valk	18,5 (16-22)
Rasv	3 (1-13)
Süsivesikud	1 (0,5-1,5)
Mittevalgulised lämmastikku sisaldavad ühendid	1,7 (1-2)
Muud mittevalgulised ühendid (vitamiinid, mineraalained)	0,85 (0,5-1)

Liha keemiline koostis on aga üsna kõikuv ning oleneb näiteks liha liigist, looma tõust, looma vanusest, füüsilisest koormusest ning looma toitumusastmest ja söödaratsioonist (Rei 2004).

1.3. Taimsete lisandite ja lisaainete kasutamise vajadus lihatoodetes

Liha liigne tarbimine pole soovitatav, kuna see sisaldab suures koguses kolesterooli, küllastunud rasvu, fosfaate, naatriumi ja polüküllastumata rasvhappeid (Owusu-Ansah jt 2022). Samuti on suhtumine lihasse ja selle mõjust inimese tervisele muutunud viimasel ajal negatiivseks (Zajac jt 2019) ning tarbijate eelistused ja kasvav konkurents soodustavad innovatsiooni ehk tuleb olla uuendusmeelne. Liha ja lihatoodete peamiseks puuduseks on kiudainete puudumine ja küllastunud rasvade sisaldus, sellest tulenevalt on vaja parandada liha kui terviku toiteväärtust, mida saab teha kasutades mitteloomseid koostisosi (Owusu-Ansah jt 2022).

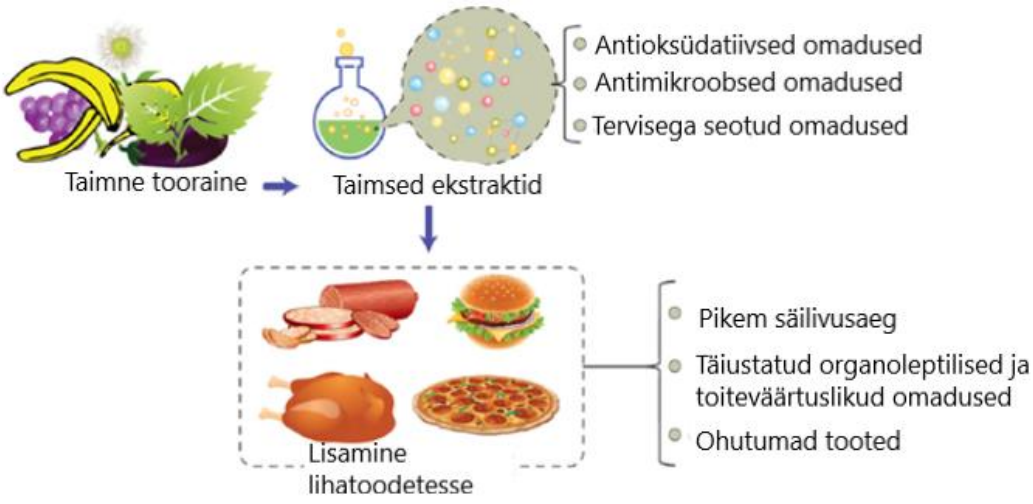
Punase ja töödeldud liha suur tarbimine võib põhjustada suuremat riski haigestuda teise tüübi diabeeti ja teatud tüüpi vähki (Pihlanto jt 2017). Lisaks on liha kõrge kolesterooli, rasva- ja küllastunud rasvhapete sisaldusega, mis omakorda võib põhjustada rasvumist ja südamehaigusi (Zajac jt 2019). Praegune nõudlus toiduvalkude järgi on üha enam tõusmas, kuna maailma rahvaarv tõuseb ennustuslikult 2050. aastaks 9 miljardini ning kuna loomsete valkude kättesaadavus on üha enam piiratud, tuleb leida ja kasutusele võtta taimseid asendusi (Shen jt 2021).

Põhilised valgud, mida toiduainetööstuses kasutatakse, on vadakuvalk, kaseiin, soja, munavalgevalk, želatiin, veise vereseerumi albumiin, kollageen jpm, kuid kuna need on enamjaolt loomset päritolu, on hakatud rohkem tähelepanu pöörama ka taimsetele alternatiividele (Dapčević-Hadnađev jt 2019). Lihatoodete tootearenduses on kätte jõudnud tendents kasutada odavamaid taimset päritolu valguasendajaid (Sha, Xiong 2020). Katsetusi on tehtud näiteks sojast, hernest, riisist, lupiinist ja mungoast saadud kõrge valgusisaldusega koostisosadega (Sha, Xiong 2020; Danowska-Oziewicz, Kurp 2017; Zhang jt 2021).

Maailma populatsiooni suurenemine ja majanduslik kasv tekitavad nõudluse uute ja kõrge toitevääruse toodete vastu, eriti selliste toodete, kus on kombineeritud nii loomsed kui ka taimsed valgud, kuna loomsed on küll kõrge toitevääruse, kuid tootmine on keskkonnale kurnav (Kristensen jt 2021). Lisaks on loomaliha tootmine madala efektiivsusega, liha tarbimisel on negatiivne mõju tervisele, peab olema tagatud loomade heaolu (Sha, Xiong 2020) ja loomsete valkude tarbimine pole jätkusuutlik ning religioosselt ja etniliselt sobilik

(Shen jt 2020). Lisaks on oluline, et lihatoodete rasvasisaldus, mida on võimalik vähendada kasutades taimeõli, taimset valku või kiudu (Kotecka-Majchrzak jt 2020), oleks madalam, mis võib kaasa tuua tootmiskulude kasvu ning toodete sensoorsete omaduste muutused, kuid tarbijad eelistavad tooteid, mis sisaldavad taimset materjali ja on nõus selle eest ka rohkem maksma (Zajac jt 2019).

Pidurdamaks rasvade oksüdatsiooni, üht suurimat lihatoodete kvaliteedi mõjutajat, kasutatakse palju sünteetilisi lisaaineid nagu näiteks BHA, BHT, TBHQ. Kuna tarbijate jaoks on üha enam oluline, et toode oleks nö puhas ja ohutu, peavad tootjad vähendama sünteetiliste lisaainete kasutamist (Nikmaram jt 2018). Sellest tulenevalt on tekkinud suurem huvi taimsete ekstraktide, lisandite ja lisaainete kasutamise ning nende võimaliku antioksüdatiivsuse ja muude tehnoloogiliselt kasulike omaduste vastu, mis peaksid võimaldama toota ohutumaid, paremate toiteväärtuslike ja sensoorsete omadustega lihatooteid (joonis 2) (Nikmaram jt 2018, Pateiro jt 2018).



Joonis 2. Taimsete ekstraktide kasutamine lihatoodetes eesmärgiga parandada nende kvaliteeti. (Nikmaram jt 2018; täiendanud K. Ambos)

On mitmeid erinevaid põhjuseid, miks taimseid valke on senini vähe kasutatud, näiteks madalam toiteväärtus ja kehvem vees lahustuvus võrreldes loomsete valkudega, kuigi üha rohkem tehakse uurimistööd ja tootearendust, et saavutada võimalikult heade omadustega tooteid (Pihlanto jt 2017). Samuti mõjutab taimsete valkude kasutamine toodete tekstuuri ja

sensoorseid omadusi (Shen jt 2021). Eriti olulised on liha mahlasus ja õrnus, mida taimsete valkude kasutamisel on keerukas saavutada (Kamani jt 2019).

Kui taimsete valkude seas on seni olnud populaarseim sojavalk, kuid see on enamasti geneetiliselt muundatud ja allergeen (Mamone jt 2019), siis kolm populaarsemat alternatiivi sojale on lupiin, kinoa ja kanep (Pihlanto jt 2017). Lisaks on kasvanud huvi ka teiste kaunviljalistest, õlitaimedest, seentest, vetikatest ja putukatest saadavate valkude vastu (Kotecka-Majchrzak jt 2020).

Loomsete ja taimsete valkude koos kasutamine annab võimaluse tarbijate vajaduste rahuldamiseks seeläbi, et saavutatakse kõrge toiteväärtusega tooted (Amani, Rigi, Shahrokhisahne 2017).

1.4. Lihatoodete kvaliteet ja taimsete valkude mõju lihatoodete kvaliteedile

1.4.1. Rasvade oksüdatsioon ja antioksüdandid

Rasvad on ühed liha tähtsaimad komponendid aidates kaasa maitse- ja lõhnaomaduste moodustumisele ning liha pehmusele ja mahlakusele (Amaral, da Silva, Lannes 2018). Teisalt on rasvade oksüdatsioon lihatoodete säilitamisel suurimaks probleemiks (Amani, Rigi, Shahrokhisahne 2017).

Rasvade oksüdatsiooni käigus küllastumata rasvhappe membraani fosfolipiidne fraktsioon oksüdeerub ja seda selle tõttu, et fosfolipiidid sisaldavad rohkem küllastumata rasvhappeid kui teised valgud ning just seetõttu on nad hapniku toimele tundlikumad (Nikmaram jt 2018). Oksüdeerumise määr sõltub küllastumatuse astmest ning suureneb kui kaksiksidemete arv tõuseb (Ahmed 2016). Oksüdatiivsed reaktsioonid põhjustavad madala molekulmassiga ühendite ehk radikaalide teket ning see omakorda põhjustab maitse ja sensoorsete omaduste muutusi ning mõjutab ka tarbija tervist negatiivselt (Amani, Rigi, Shahrokhisahne 2017).

Oksüdeerumisprotsessi kiirus ja tekkivad lõpp-produktid sõltuvad liha liigist, ensüümide, rasva ja rasvhapete sisaldusest, hapniku kontsentratsioonist, töötlemisetappidest (Lorenzo jt 2018). Oksüdeerumisprotsess toimub kiiremini siis, kui lihaosakesed on peenemad (näiteks

hakkliha, MDM), kuna hapnik pääseb kõikjale ligi. Peenestamise käigus lõhutakse rakkude ja organellide membraanid ning oksüdeerumist ja hüdrolüüsi soodustavad ensüümid pääsevad kergemini membraani lipiidideni (Püssa 2014).

Liha oksüdeerumist hinnatakse järgmiselt: määratakse rasva peroksiidarv, tiobarbituurhappega reageerivate ainete hulk (TBARS) või mõõdetakse protsessi käigus tekkinud sulfüdrüül- ja karbonüülrühmade hulk (Lorenzo jt 2018). TBARS-väärtuse määramisel leitakse maloondialdehüüdi (MDA) kogus milligrammides kilogrammi proovi kohta. MDAd kirjeldatakse kui väga toksilist ainet. Sellepärast on oluline kontrollida selle taset, mitte ainult sensoorsest või tehnoloogilisest vaatenurgast, vaid just tarbijate tervise seisukohast (Zajac 2019).

Selleks, et pärssida rasvade oksüdeerumist, kasutakse antioksüdante ning nende bioaktiivseid ühendeid, mis lisatakse otse tootesse, toote pinnale või pakkematerjali sisse (Nikmaram jt 2018). Antioksüdandid on ühendid, mis on võimelised loovutama vesiniku radikaale, et seostuda teiste vabade radikaalidega ja seeläbi ära hoida oksüdatsiooniprotsessi käigus toimuvat paljunemisreaktsiooni (Kumar jt 2015). Toiduainetööstuses jagatakse antioksüdandid kaheks: naturaalsed (looduslikest allikatest pärit) ja sünteetilised (BHA, BHT, PG ja TBHQ) (Nikmaram jt 2018).

Kõige levinumad looduslikud antioksüdandid on polüfenoolid ja peptiidid. Bioaktiivsed peptiidid on toidust saadavad valgufraktsioonid, millel on positiivne mõju keha funktsioneerimisele ja toimimisele (Pihlanto jt 2017). Toiduvalgud on olulisimad bioaktiivsete peptiidide allikad ning need omavad mitmeid antioksüdatiivseid, antimikroobseid, antihüpertensiivseid, immunomoduleerivaid ning opioide ja mineraale siduvaid omadusi (Xu jt 2021; Sarmadi, Ismail 2010). Bioaktiivsed peptiidid esinevad loodusliku valgu maatriksis ning neid saab vabastada fermentatsiooni, ensümaatilise seedimise või toidu töötlemise abil ning nad on võimelised seostuma vabade radikaalidega, toimima lipiidide peroksüdatsiooni inhibiitoritena ja metalliioonide kelateerivate agentidena (Pihlanto jt 2017).

Toidus kasutatavad antioksüdandid peavad vastama mitmetele nõuetele:

- ei tohi põhjustada negatiivset mõju toote lõhnale, maitsele, värvile;
- peavad olema efektiivsed madalatel kontsentratsioonidel (0,001-0,01%);
- peavad toiduga ühilduma;

- säilitama stabiilsuse;
- olema majanduslikult tulusad;
- ei tohi olla toksilised suuremate koguste juures kui need, mis tavatoiduga saadakse (Lorenzo jt 2018).

Antioksüdantide efektiivsus sõltub kontsentratsioonist, temperatuurist, pH-st, töötlemistingimustest, molekulaarstruktuurist ja polaarsusest (Nikmaram jt 2018).

Sünteetiliste antioksüdantide üleüldise ohutuse üle tuntakse suurt muret ning kuna teatud uuringutes on need näidanud toksikoloogilisi ja kantserogeenseid tulemusi, siis eelistatakse tänapäeval kasutada naturaalseid antioksüdante (Kumar jt 2015), mis on keskkonnasõbralikumad, jätkusuutlikumad, odavamad ning mittetoksilised (Wen jt 2020). Naturaalseid antioksüdante võib leida erinevatest taimeosadest, näiteks teradest, marjadest, seemnetest, pähklitest, lehtedest, vartest, seemnerüüst, koorest (Kumar jt 2015). Suurem osa naturaalsetest antioksüdantidest sisaldavad fenoolseid koostisosi, mis jagatakse 4 rühma: fenoolhapped (kofeiin-, gallus-, rosmariinhape), fenoolsed diterpeenid (karnosool, karnosiinhape), flavonoidid (kvertsetiin, katehhiin) ja lenduvad õlid (eugenool, tümool, mentool) (Nikmaram jt 2018). Neid lisatakse väga erinevatesse toitudesse eesmärgiga ennetada või aeglustada rasvade oksüdatsiooni ja kõrvallõhnade teket ning parandada värvi stabiilsust (Kumar jt 2015).

Kui organismis puudub tasakaal endogeense antioksüdantse kaitsesüsteemi ja vabade radikaalide vahel, siis see võib põhjustada rakkudes oksüdatiivset stressi ja kahjustada mitmesuguseid rakukomponente (DNA, valgud, membraanilipiidid), mis omakorda võib põhjustada erinevaid kroonilisi haigusi (diabeeti, Alzheimeri tõve, südamehaigusi) (Wen jt 2020).

Häid antioksüdatiivseid omadusi on näidanud kikerherne valgud, hüdrolüsaadid ja peptiidid, omades suurt vabade radikaalide kõrvaldamise võimet ning kelateerivad metalle. Samuti on kikerherne valgud potentsiaalse põletikuvastase ning antimikroobse toimega (Ghribi jt 2018).

1.4.2. Taimsete valkude mõju lihatoodete tehnoloogilistele ja funktsionaalsetele omadused

Valgu kasulikkuse tase sõltub tema funktsionaalsusest ehk sellest, kuidas valk käitub ja toimib ettevalmistuse, töötlemise, säilitamise ja tarbimise hetkel. Valkude funktsionaalsed omadused sõltuvad valguosakeste omavahelisest seosest ning muude koostisosade (vesi, rasv) olemasolust (Wang, Xiong 2019). Toidu kvaliteedi seisukohast on olulised valkude võime siduda vett või rasva, valkude lahustuvus, vahu- ja geeli moodustamisvõime, emulgeerimisvõime, kile moodustamisvõime (Wang, Xiong 2019; Dapčević-Hadnađev jt 2019).

Valkude lahustuvus on üks olulisimaid omadusi, kuna sellest sõltub toote vastuvõetavas tarbijate poolt. Samuti mõjutab lahustuvus ka funktsionaalseid omadusi. Kanepivalgul on küll halvem lahustuvus võrreldes sojavalguga, kuid lahustuvust on võimalik suurendada, kasutades ensümaatilist töötlust. Näiteks on suurem kanepivalgu lahustuvus saavutatud kasutades ensümaatilist hüdrolüüsi trüpsiiniga, tsellulaasiga, hemitselluloosiga (Pap jt 2020).

Valkude emulgeerimisvõime tuleneb sellest, et valkudel on võime moodustada elektrostaatiliselt laetud õhuke liides ja seejuures toimida koos polaarsete ainetega pindaktiivsete ainetena, mis aitavad kaasa vee ja valgu interaktsioonides (Ghumman jt 2021). Valkude amfifiilse (sisaldavad nii hüdrofiilseid kui hüdrofoobseid rühmi) olemuse tõttu on neid palju kasutatud naturaalsete koostisosadena, et moodustada ja stabiliseerida emulsioone. Emulgeerimisvõime sõltub valkude omadustest õli-vee liidesel, sealhulgas nende adsorptsioonikiirusest ja kogusest ning konformatsioonilisest ümberkorraldusest (Shen jt 2021).

Valkude kile moodustamisvõime ja amfifiilse olemuse tõttu kasutatakse neid palju emulsioonide valmistamiseks ja stabiliseerimiseks. Väikse molekulmassiga emulgaatorid emulsiooni moodustamise protsessi hajuvad/valguvad laiali kiiresti, kuid valgud püsivad paremini tänu suurele molekulmassile (Dapčević-Hadnađev jt 2019).

Valkude veehoidmisvõime iseloomustab valkude võimet kinnistada ja hoida vee molekule enda maatriksis toimides seeläbi raskusjõu vastu. Valkude veehoidmisvõime on toidu kvaliteedi jaoks oluline, kuna see vähendab niiskuse kadu, aitab säilitada värskust ja mahlasust ning tagab optimaalse tekstuuri. Sarnaselt veehoidmisvõimele näitab õlihoidmisvõime valkude võimet siduda enda mittepolaarsega osaga õli (Shen jt 2021).

Valkude võime vahtu moodustada ja stabiliseerida määravad ära järgmised tegurid:

- valkude kogus, mis adsorbeeruvad õhu ja vee liideses;
- valgu konformatsioonimuutuste ja ümberkorralduste kiirus ja ulatus liideses;
- liideses moodustunud sidusad viskoelastsed kiled molekulidevaheliste interaktsioonide kaudu.

Lisaks võivad nende vahutamisvõimet mõjutada ka sellised tegurid nagu valkude kontsentratsioon, lahustuvus ja pinna hüdrofoobsus (Shen jt 2021).

1.5. Kanep (*Cannabis sativa L.*) ja kanepivalk

1.5.1. Kanepi iseloomustus

Kanep on üks maailma vanimaid ja laialdasemalt kasvatatavaid kultuure ning see on väärtuslik toit- ja kiudainete allikas (Wang jt 2008). Lisaks toidutööstusele on kanep oluline ka kiu tootmisel (Shen jt 2021). Kuna kanep sisaldab psührotroofseid koostisosi, võib kasvatada vaid tööstuslikku, madala tetrahüdrokannabinoolide sisaldusega sorte (Wang jt 2008). Euroopa Liidus on heaks kiidetud sordid, mille tetrahüdrokannabinoolide sisaldus on kuni 0,2% (Zajac jt 2019). Kanepit kasvatatakse üle kogu maailma eri riikides ning turg on kahekordistunud aastatel 2016-2020 (Shen jt 2021).

Kanepi kasvatamisel on ka mitmeid häid keskkonnamõjusid, näiteks on kanep kiire kasvuga ning seeläbi ka kõrge biomassi tootlikkusega ehk suudab siduda süsinikku suuremates kogustes kui teised põllukultuurid. Samuti suudavad teatud kanepi liigid oma juured sügavale maasse ajada ja tänu sellele pinnast saasteainetest puhastada, sidudes ja kogudes raskmetalle. Kanep on kahjurikindel kultuur ning ei vaja pestitsiidide või herbitsiidide kasutamist ja sellest tulenevalt säilib ka bioloogiline mitmekesisus paremini. Kanepit on täheldatud ka kui taastuvat energiaallikat, suure biomassi ja energia sisalduse tõttu. Biomassi saab lihtsasti kasutada ka biogaasi ja etanooli tootmiseks, samal ajal eraldades vähesel määral väävlit ja tuhka. Näiteks on kanepist võimalik toota soojusisolatsiooniga bioplasti, millel on süsinikku siduv toime (Shen jt 2021).

Küps kanepiseeme (joonis 3) on ümmargune ja tumepruuni värvusega, läbimõõduga 3-5 mm (Shen jt 2021). Kanepiseemned sisaldavad 27-30% õli, 24-28% valku, 20-34% süsivesikuid, 10-15% vees lahustumatut kiudainet ja 5-5,8% mineraalaineid (enim kaltsiumit, magneesiumi, rauda, mangaani, tsinki). Õli sisaldab 80-90% polüküllastumata rasvhappeid (Zajac jt 2019). Kanepiseemnes sisalduvad valgud (peamiselt edestiin ja albumiin) on kõrge asendamatute aminohapete sisaldusega (Wang jt 2008). Põhiline osa seemnes leiduvast valgust on seemne sisemistes osades, kestas sisaldub 8,8-16,3% valgust (Pihlanto jt 2017). Samuti sisaldavad kanepiseemned suurel hulgal fütosteroole ning ω-3 ja ω-6 rasvhappeid (Mamone jt 2019). Kanepis leiduvate erinevate ühendite kontsentratsioon sõltub sordist, kasvutingimustest, koe tüübist, taime vanusest, koristusajast ja säilitustingimustest (Khan jt 2014).

Kanepit ja selle derivaate sisaldavad tooted on eriti populaarsed veganite seas. Samuti on röstitud kanepiseemned populaarne snäkk Hiinas ning kanepiseemne õli kasutatakse Venemaal ja teistes Ida-Euroopa riikides. Turul on üha enam kanepitooteid ja neid kasutatakse lisanditena lihatoodetes, leibades, jogurtites, küpsistes (Zajac jt 2019). Kanepiõli on kõige levinum kanepist toodetav saadus, kuid õlitootmise jäägist, mis on kõrge valgu- ja kiudainete sisaldusega, toodetakse erinevaid pulbreid, jahusid, snäkke jm (Pihlanto jt 2017).

Samuti on viimasel ajal populaarsust kogunud kanepist saadavad fütokannabinoidid, eriti CBD, millel puuduvad psühhoaktiivsed omadused, kuid on terapeutiline potentsiaal mitmete haiguslike nähtude leevendamiseks (Shen jt 2021).

1.5.2. Kanepi valgukontsentraadi iseloomustus

Kanepi valgukontsentraat (joonis 3) ja kanepijahu on õlitootmise kõrvalsaadused, mis on valgurikkad ja mida saab kasutada soja ja -produktide alternatiivina (Zajac jt 2019). Kanepi valgukontsentraati toodetakse kanepiõli tootmisjäägist, kust see ekstraheeritakse välja kasutades enamasti ensümaatilist hüdrolüüsi (Ren jt 2016; Kotecka-Majchrzak jt 2020). Kanepivalk on toiteväärtuslikult võrreldav munavalge ja sojaubade valkudega (Shen jt 2020; Naumova, Lukin, Bitiutskikh 2017; Pihlanto jt 2017).

Joonis 3. Tööstuslik kanepiseeme (A), kooritud kanepiseeme (B), tervest kanepiseemnest valgupulber (C) ja kooritud kanepiseemnest valgupulber (D) (Shen jt 2021).

Kanepi valgukontsentraat koosneb suuresti kahest talletusvalgust, soolas lahustuvast edestiinist, mis moodustab umbes 65% ja veeslahustuvast albumiinist, mis moodustab umbes 25% (Kotecka-Majchrzak jt 2020; Xu jt 2021). Kanepi valgukontsentraadi omadusi mõjutab suuresti viis, kuidas ja mis tüüpi hüdrolüüs läbi viiakse. Näiteks mõjutas trüpsiini poolt indutseeritud limiteeritud ensümaatiline hüdrolüüs oluliselt kanepivalgu isolaadi füsikokeemilisi ja funktsionaalseid omadusi, märkimisväärselt tõusis valgu lahustuvus, kuid vähenesid emulgeerimis-, vahu moodustamis- ja veehoidmisvõime. Võrreldes sojavalgu isolaadiga on kanepivalgu isolaadi omadused kehvemad, mis mõjutab ka viimase laialdasemat kasutamist toidutööstustes (Xu jt 2021).

Kanepi valgukontsentraat on tumerohelise värvusega, mis kindlasti mõjutab tarbijate vastuvõetavust, kuid kanepiseemnete eelneval koorimisel on võimalik saavutada heledama tooniga kanepi valgukontsentraati, mis on tingitud madalamast fenoolsete ühendite ja klorofüllide sisaldusest. Samuti on eelneva koorimisega võimalik saavutada suuremat saagist, valgu-ja rasvasisaldust ning paremat valgulist koostist (Shen jt 2020).

Kanepi valgukontsentraat on hea seeduvusega, mida saab veelgi tõsta näiteks kestade eemaldamisega, kuna seeläbi eemaldatakse mitteseeduvad kiud. Samuti tõstab seeduvust enne ensümaatilist hüdrolüüsi läbi viidav eeltöötlus 100 °C juures 15 - 30 minutit (Shen jt 2021). Kanepivalk sisaldab kõiki asendamatuid aminohappeid, eriti kõrge on arginiini ja glutamiini sisaldus. Näiteks on arginiini sisaldus pea poole suurem kui teistel levinumatel toiduvalkudel (Wang, Xiong 2019). Samuti on kanepivalgu asendamatute aminohapete profiil võrreldav munavalge valkude, kaseiini ja sojavalguga (Shen jt 2021).

Kui kanepil on kerged allergeensed omadused, siis kanepi valgukontsentraadil allergeensus puudub, kuna allergeensed ühendid eemaldatakse tootmisprotsessi käigus (Mamone jt

2019). Mõningad läbi viidud *in vivo* uuringud on näidanud, et kanepiseemne valgud, mida on hüdrolüüsitud seedetrakti ensüümidega, vabastavad tervisele kasulikke bioaktiivseid peptiide, mis omavad antioksüdantset ja antihüpertensiivset toimet (Kotecka-Majchrzak jt 2020). Kanepivalku on viimasel ajal palju uuritud eesmärgiga leida, milliseid bioaktiivseid peptiide oleks võimalik saada, millised oleksid nende omadused ja kuidas neid kasutada. Näiteks saab efektiivsust tõsta, kui peptiide fraktsioneerida, puhastada ja rikastada (Wang, Xiong 2019).

Lisaks on kanepi valgukontsentraadil hea veehoidmisvõime, mis on just seotud valkude võimega vett kinni hoida, kuid see võib paljuski erineda tulenedes ekstraktsiooni meetodist, mida tootmisprotsessi käigus kasutatakse. Kanepi valgukontsentraati võib pidada leelis lahustuvaks valguks, kuna parim lahustuvus on pH juures üle 8. Samuti on kanepivalgul emulsiooni-, vahu- ja geeli moodustamise võime ning ka õlisidumisvõime (Wang, Xiong 2019).

Kanepivalgu tooted erinevad omavahel valgusisalduse ja saamismeetodi poolest. Järgnevalt on esitatud kanepivalgu tooted ja nende lühikirjeldus:

- Kanepijahu (*hemp protein meal*) - purustatud kanepiseemnetest õli välja ekstraheerimisel järelejääv kõrvalsaadus, milles valgusisaldus on vahemikus 30–50%, sõltudes kanepi sordist, ekstraheerimismeetodist ja tõhususest;
- Kanepi valgukontsentraat (*hemp protein concentrate*) - saadakse kooritud ja rasvatustatud kanepiseemnetest või kanepijahust, kui eemaldatakse suurem osa veeslahustuvatest mittevalgulistest komponentidest. Kanepi valgukontsentraadi valgusisaldus on vähemalt 65%. On leitud, et kanepi valgukontsentraadi seeditavus on märkimisväärselt kõrgem kui kanepijahul;
- Kanepivalgu isolaat (*hemp protein isolate*) - saadakse kanepijahust aluselise ekstraktsiooni (pH 9 või 10, mis on kõrgem kui kaunviljadest valgu ekstraheerimisel, kuna kanepiseemne valgud on tihedalt seotud nii omavahel kui ka teiste komponentidega) tulemusel, millele järgneb isoelektriline sadestamine. Sõltuvalt kasutatavast ekstraheerimismeetodist, võib varieeruda ka kanepivalgu isolaadi valgusisaldus, koostis ja lahustuvus. Valgusisaldus kanepivalgu isolaadil on üle 90% (Wang, Xiong 2019; Nadathur, Wanasundara, Scanlin 2017).

Valgu vees lahustuvus on üks olulisimaid näitajaid, kuna enamik funktsionaalseid omadusi (geelimoodustamise võime, emulgeerimisvõime) saavutatakse seeläbi kui valk on täiesti

lahustunud. Kanepivalgu isolaadi lahustuvus sõltub pH-st. Madalaim on lahustuvus pH 5-6 juures ning pH 9 juures on lahustuvus 74-80%, viidates leelises lahustuvale olemusele. Valkude lahustuvus sõltub aminohapete sisaldusest ja omadustest, valgu isoleerimise meetodist, seemnete rasvatustamisest (Shen jt 2021).

Samuti on valgu oluliseks kvaliteediparameetriks termiline stabiilsus. Kanepivalgu denaturatsioon toimub temperatuuril 89-96 °C (Shen jt 2021).

1.5.3. Kanepi ja tema saaduste tervist toetav toime

Mitmeid uuringud on näidanud kanepivalgu hüdrolüsaadi antioksüdatiivset võimet, kuid antioksüdantide võimekus sõltub proteaasi tüübist, hüdrolüüsi astmest, töötlemistingimustest ja peptiidide omadustest. Samuti on hüdrolüsaadil ja sellest tuletatud peptiididel tõestatud vererõhku alandav toime, aitades vähendada kõrgvererõhutõve riski. Lisaks võib olla kolesterooli alandav toime, närvide kahjustumisega seotud haiguste ning hüpoglükeemia riski vähendav toime ja aitab siduda tsinki vähendades tsingi puuduse riski (Shen jt 2021). On leitud ka, et kanepi valgukontsentraadi isolaat aitab parandada teatud neeruhaiguste patoloogilisi sümptomeid (Nadathur, Wanasundara, Scanlin 2017).

Kanepiseemned ja kanepiseemne kõrvalsaadused sisaldavad märkimisväärsel hulgal vitamiine ja mineraale. On leitud, et 100 g kanepiseemnetes sisaldub 90 mg E-vitamiini, 0,4 mg tiamiini, 0,1 mg riboflaviini, 1160 mg fosforit, 859 mg kaaliumi, 483 mg magneesiumi, 145 mg kaltsiumi, 14 mg rauda, 12 mg naatriumi, 7 mg mangaani ja tsinki ning 2 mg vaske (Pihlanto jt 2017).

1.6. Eelnevalt läbi viidud teadusuuringud kasutades kõrge valgusisaldusega taimseid materjale lihatoodetes

Zajac jt (2019) viisid läbi uuringu kasutades erinevaid kanepist valmistatud lisandeid (kanepijahu, kanepi valgukontsentraat, kanepiseemned, kooritud kanepiseemned) sealihast valmistatud pikkpoisis. Kõiki lisandeid lisati 5% liha massist. Leiti, et lisanditel oli mõju värviparameetritele, kuna lisandid ise on tumeda värviga. Kontrollproovid olid heledamad

ja punasemad. Kanepijahu ja kanepi valgukontsentraat vähendasid enim a*-väärtust ehk punasust, kuna on rohelisemad kui teised lisandid. Kanepijahu kasutades suurenes oluliselt b*-väärtus ehk kollasus. Toodete ristlõikes oli näha lisandite tükke ehk peenestamine peaks olema paremini teostatud. Kõigi lisanditega proovide lõiketugevus oli kontrollproovist suurem. Kontrollproovi lõiketugevus oli 18,26 N, lisandiga proovidel aga 20,01-24,45 N. Tekstuuriparameetrite muutused sõltuvad suuresti lisandi hulgast ja tüübist. Samuti täheldati lisandiga proovidel väiksemat küpsetuskadu, mis oli vahemikus 9,67-10,63%, kontrollproovil aga 12,90%. Toodete rasvhappeline koostis muutus märgatavalt kui oli lisatud kanepiseemneid nii koorimata kui kooritud kujul (kanepijahu ja kanepi valgukontsentraat kasutamisel muutusi ei toimunud, kuna need on rasvavabad). TBARS-väärtusetes ei esinenud statistilisi erinevusi esimesel ning 8. päeval, kuid peale 15. päevast säilitamist esines rasvade oksüdatsiooni märgatav tõus kontrollproovil ja kooritud kanepiseemnetega proovil. Tarbijate arvates oli kõigi proovide tekstuur samaväärne, mahlasus ja maitse olid parimad kontrollproovil. Tarbijate hinnang lisandiga proovide suhtes tõusis, kui neile teatati, et antud proovid sisaldavad tervislikku lisandit.

Kerner jt (2021) kasutasid läbi viidud uuringus superkriitilise CO_2 ekstraktsioonimeetodiga rasvatustatud kanepiseemne jahu ja rasvatustamata kanepiseemne jahu ning hariliku lõhnheina ekstrakti (*Hierochloe odorata*) sealihast pihvide lisanditena. Valmistati kontrollproov, proov 2% rasvatustamata kanepiseemne jahuga, proov 2% rasvatustatud kanepiseemne jahuga, proov 0,5% hariliku lõhnheina ekstraktiga ning proov, kus kombineeriti 0,5% hariliku lõhnheina ekstrakti ja 1,5% rasvatustamata kanepiseemne jahu. Leiti, et kontrollproovil ja lisanditega proovidel oli sarnane valgu-, tuha- ja rasvasisaldus. Rasvatustatud jahuga proovide niiskusesisaldus oli kõrgem kui kontrollproovil ning rasvatustamata proovil madalam. Grillimiskadu oli rasvatustamata jahuga pihvidel ligikaudu 4% väiksem (20,89%) ning rasvatustatud jahuga proovil 8% väiksem (14,34%) võrreldes kontrollprooviga (24,20%). pH-väärtused püsisid nii lisandite kui ka säilituperioodi võrdluses stabiilsed jäädes vahemikku 6,1-6,3. Vee aktiivsuse osas ei esinenud märkimisväärseid erinevusi. Proovide punasust (a*) lisandid ei mõjutanud, küll aga oli mõju nii heledusele (L*) kui ka kollasusele (b*), kuna kõik lisandid ise olid rohelise varjundiga. TBARS-väärtuse ehk rasvade oksüdatsiooni osas suurenes antud väärtus nii kontrollproovil kui ka kanepilisandiga proovidel. 21. päevase säilitamise jooksul suurenes kontrollproovi TBARS-väärtus 0,420lt 0,540ni ning rasvatustatud ja rasvatustamata kanepiseemne jahuga proovidel vastavalt 0,197lt 0,297ni ning 0,181lt 0,364ni. Hariliku lõhnheina ekstrakti

kasutamine aga stabiliseeris rasvade oksüdatsiooni täielikult kogu säilivusaja jooksul. Rasvatustamata kanepijahuga proovil oli TBARS-väärtuse tõus kõige suurem, mida ka eeldati. Kanepilisandiga proovid saavutasid ka sensoorsel hindamisel üsna kõrged tulemused nii välimuse, värvi kui ka maitse puhul ning need olid tarbijatele vastuvõetavad.

Kotecka-Majchrzak jt (2021) uurisid kanepijahu mõju lihapallidele. Proovides kasutati lisandit 0,9%, 2,6%, 4,2% ja 7,4%. Leiti, et lisandi kontsentratsiooni tõustes suurenes proovide kuivainesisaldus ning niiskusesisaldus vähenes, kuid valgu- ja rasvasisaldustes statistilist erinevust ei tuvastatud. Proovide pH-le ei avaldanud suurt mõju ei kontsentratsioonide ega ka aja muutus. pH jäi kõikidel proovidel kogu säilivusaja jooksul vahemikku 6,38-6,59. Mõju värvuse parameetritele oli märkimisväärne, kuna kanepijahu ise on rohekas-pruunika alatooniga. Proovide heledus ja punasus vähenesid märgatavalt lisandi kontsentratsiooni suurenedes, mõju kollasusele oli väiksem. Säilitamise jooksul suuri muutusi värvuses ei toimunud ehk aja mõju puudus. Lisandi kontsentratsiooni tõustes vähenes proovide küpsetuskadu, mis kontrollproovil oli 12,72% ning 7,4% kanepijahu sisaldusega lihapallidel 10,71%. Proovide lõiketugevus suurenes lisandiga proovidel ajas võrreldes kontrollprooviga. Kõigis proovides tuvastati rasvade oksüdatsiooni suurenemine 10. säilituspäeval, kuid lisandiga proovide tulemused olid madalamad võrreldes kontrollprooviga ning mida kõrgem oli lisandi kontsentratsioon, seda madalam oli TBARS-väärtus. Sensoorse hindamise käigus selgus, et lisandiga proovid olid parema värvuse intensiivsusega, tekstuurilt teralisemad ning vürtsikama/ürdisema maitsega, kuid lisandi kontsentratsiooni tõustes vähenes mahlasus, liha lõhn ja maitse.

Danowska-Oziewicz ja Kurp (2017) viisid läbi uuringu kasutades lupiinivalku sealihast valmistatud kotlettides, vastavalt 1, 2 ja 3%. Leiti, et toimusid tekstuuriparameetri muutused, lõiketugevus vähenes lisandi kontsentratsiooni suurenedes. Lisandiga proovide pH oli pärast küpsetamist ja säilitamise ajal madalam kui kontrollproovidel, siiski toimus kõigi proovide pH tõus. Algne pH oli vahemikus 5,93-6,09 ning pärast 42. päevast säilitamist jäi vahemikku 6,10-6,20. Lisandiga proovide küpsetuskadu oli väiksem kui kontrollproovil, kuid vaid proovil, kuhu oli lisatud 3% lupiinivalku, oli märkimisväärne küpsetuskao vähenemine võrreldes kontrollprooviga (vastavalt 17,05% ja 20,38%). Lupiinivalgu lisamine ei mõjutanud värskelt küpsetatud toodete vee aktiivsust, säilitamise ajal toimus teatav vee aktiivsuse langus. Proovide valmistamise päeval oli lisandiga proovide TBARS-väärtused märkimisväärselt madalamad võrreldes kontrollprooviga, kuid säilitamise ajal olid väärtused

kõikuvad. Tarbijate hinnangul olid lisandiga proovidel suuremad maitsemuutused, samuti täheldati väiksemat mahlasust ning üleüldine vastuvõetavas oli madalam võrreldes kontrollproovidega.

Serdaroğlu, Yıldız-Turp ja Abrodímov (2005) kasutasid musta oa, kikerherne ja läätse jahu (sisaldavad 21-24% valku) veiselihast lihapallides riivsaia asendajana. Vastavat lisandit lisati 10%. Leiti, et kõik jahud andsid väiksema küpsetuskao kui riivsaia kasutamine ning parim tulemus oli musta oa jahul. Samuti aitas jahude kasutamine paremini rasva tootes kinni hoida, seda suuresti seetõttu, et valke peetakse headeks rasva sidujateks. Proovid musta oa ja läätse jahudega näitasid kõrgemat veesidumisvõimet kui kikerherne jahu ja riivsaiaga proovid ning kõikidel jahudega proovidel oli parem veehoidmisvõime kui riivsaiaga proovil. Teatav erinevus oli lihapallide heleduses ja punasuses, riivsaiaga proov oli heledam ja punasem võrreldes teiste lisanditega proovidega. Riivsaiaga tehtud lihapallid olid aga tekstuurilt pehmemad kui jahudega valmistatud proovid. TBARS-väärtused olid kogu säilivusaja jooksul musta oa ja kikerherne jahuga proovidel veidi madalamad kui läätse jahu ja riivsaiaga proovidel. Sensoorse hindamise käigus selgus, et suuri erinevusi proovide vahel polnud, üldise meeldivuse osas näitasid jahudega proovid veidi paremaid tulemusi kui riivsaiaga proov.

Ghribi jt (2018) kasutasid vastavalt 1,5, 2,5 ja 5% kikerherne valku veise- ja kalkunilihast valmistatud vorstides. Leiti, et kikerherne valgu kontsentratsiooni tõustes tootes suurenes toote valgu- ja rasvasisaldus ning vähenes niiskuse- ja süsivesikute sisaldus. Proovide säilitamise ajal pH ei muutunud oluliselt, mis näitab, et kikerherne valgul on säilitav efekt, kuna tavaliselt lihatoodete pH langeb säilitamisel ajal mikroorganismide, enamjaolt piimhappebakterite, kasvu tõttu. Proovide vee aktiivsust lisandi lisamine ei mõjutanud. Tulenevalt lisandi enda värvist toimusid ka proovide värviparameetrite muutused, nii heledus, kollasus kui punasus vähenesid teataval määral. Kontrollproovi ning 1,5% ja 2,5% kikerherne valguga proovide küpsetuskadu oli sarnane, kuid 5% lisandiga proovide oli küpsetuskadu märgatavalt suurem. Samuti toimusid märkimisväärsed muutused proovide tekstuuris ning ka sensoorsetes omadustes, näiteks pidasid hindajad parimaks 5% lisandiga proovi.

Papavergou, Bloukas ja Doxastakis (1999) viisid läbi uuringu kasutades 2% lupiinivalgu isolaati ja lupiinijahu sea- ja veiselihast valmistatud fermenteeritud vorstides ning leidsid, et lisandi lisamine ei mõjutanud proovide pH-d, niiskusesisaldust ega kaalukadu. Jahu lisamine

ei vähendanud proovide oksüdeerumist, kuid isolaadi lisamisel oli antioksüdatiivne toime. Samuti olid lupiinijahuga proovid tarbijatele vähem vastuvõetavamad kui isolaadiga proovid.

Al-Juhaimi jt (2015) kasutasid *moringa* ehk õli-rõikapuu seemnetest valmistatud jahu, mis on kõrge valgusisaldusega, veiselihast valmistatud kotlettides. Lisandit lisati vastavalt 2, 4 ja 6%. Leiti, et lisandi kontsentratsiooni tõustes proovi niiskusesisaldus toores proovis vähenes ning küpsetatud proovis tõusis. Valgu-, rasva- ja tuhasisaldus tõusis nii toores kui küpsetatud proovis lisandi kontsentratsiooni suurenedes. Suurema lisandi sisalduse juures oli küpsetuskadu väiksem, TBARS- ja pH- väärtused olid madalamad ning suurenes ka proovide heledus ja kollasus, kuid punasus vähenes. Jahu lisamine põhjustas ka proovide suuremat lõiketugevust ning põhjustas maitse, mahlasuse ja üldise vastuvõetavuse langust.

Kamani jt (2019) kasutasid sojavalku, gluteeni ja kikerherne jahu, et valmistada täiesti lihavabad ning 20% ja 60% kanaliha sisaldusega vorstid. Selgus, et lihavaba vorst oli tunduvalt pehmem. Lihavaba ja 20% lihasisaldusega proovid näitasid kõrget emulsiooni stabiilsust, mõlemal proovil oli kogu vedeliku eraldumise protsent 0 ning samuti oli neil proovidel küpsetuskadu 0%. Lihasisalduse vähendamine tootes tõi kaasa heleduse vähenemise ja kollasuse suurenemise ning ka pH tõusu. Sensoorsel hindamisel selgus, et lihavabal proovil oli parem värvus, tekstuur ja vastuvõetavus kui 60% lihasisaldusega proovil, kuid kehvem lõhn ja maitse.

2. EKSPERIMENTAALNE OSA

2.1. Materjal ja metoodika

Antud töö raames viidi läbi katsed Eesti Maaülikooli Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetooli laborites kolmel korral. Katsed teostati perioodil september – november 2021. Teostatavad analüüsid ning vastavad analüüsipäevad on välja toodud tabelis 4.

Tabel 4. Teostatavad analüüsid ning analüüsipäevad

Mõõdetav parameeter	**0. päev**	**7. päev**	**14. päev**	**Metoodika**
pH	+	+	+	Homogeniseeritud proov. pH-meeter Mettler Toledo Seven 2Go™
Vee aktiivsus (a_w)	+	+	+	Tükid homogeniseerimata lihapallidest Aqua Lab seadmesse
Rasvade oksüdatsioon (MDA mg/kg)	+	+	+	Modifitseeritud Pikul *et al*., 1989 põhjal
Tekstuurianalüüs (N)	+	+	+	Tekstuurianalüsaatoriga TA.XTplus, Warner-Bratzler lõiketera
Värvus (L*, a*, b*)	+	+	+	Lõikepinnalt kolmest erinevast kohast. Kolorimeetriliselt fotospektromeetriga X-Rite 964
Kuumtöötlemiskadu	+			Gravimeetriliselt
Sensoorsed näitajad	+			Hedooniline, 9-punktiline ja 7-punktiline skaala
Valgusisaldus (%)	+			AOAC 2001.11 (Kjeldahl meetod)
Rasvasisaldus (%)	+			Gerberi meetod
Tuhasisaldus (%)	+			ISO 936:1998
Niiskusesisaldus (%)	+			EVS-ISO 1442:1999

Märkus:

1. + tähistab analüüsi teostamise päeva

Katsete raames valmistati sealihast lihapallid, mille retseptid on toodud tabelis 5. Valmistati neli erinevat segu: kontrollsegu (KO), kus ei kasutatud lisandeid, 5% kanepi valgukontsentraadi sisaldusega (KP5), 10% kanepi valgukontsentraadi sisaldusega (KP10) ning 15% kanepi valgukontsentraadi sisaldusega (KP15) segu. Kanepivalgu lisamise arvelt muudeti sealiha ja vee sisaldust lihapallides. Lihapallide valmistamiseks kasutati Nõo Lihatööstusest ostetud sea abaliha kamarata ning seapekk. Kanepi valgukontsentraadi päritolumaaks oli Leedu (spetsifikatsioon toodud lisas 1). Sool ja pipar osteti tavapoest.

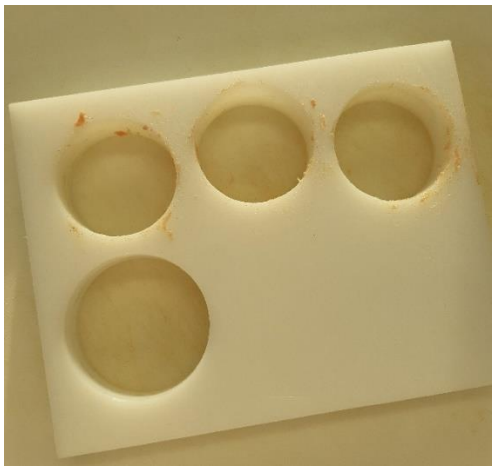
Tabel 5. Katsete raames valmistatud lihapallide retseptid

Koostisosa, %	**Proov**			
	KO	**KP5**	**KP10**	**KP15**
Sea abaliha kamarata	66,2	59,8	53,4	47
Seapekk	16,55	14,95	13,35	11,75
Vesi	16	19	22	25
Sool	1	1	1	1
Pipar	0,25	0,25	0,25	0,25
Kanepi valgukontsentraat	-	5	10	15
Kokku	100	100	100	100

Märkus:

1. KO – kontrollsegu; KP5 – segu, mis sisaldab 5% kanepi valgukontsentraati; KP10 – segu, mis sisaldab 10% kanepi valgukontsentraati; KP15 - segu, mis sisaldab 15% kanepi valgukontsentraati

Lihapallide valmistamiseks tehti esmalt abalihast ja seapekist hakkliha hakklihamasinas (Kenwood Pro 2000 Excel, Suurbritannia), 3mm restiavaga, järgmiseks segati omavahel valmis kaalutud kuivained ja vesi ning lisati hakklihale. Saadud segu töödeldi käsitsi, kuni kõik komponendid olid ühtlaselt segunenud. Lihapallide vormimiseks kasutati spetsiaalset väljatöötatud abivahendit (joonis 4), millega saavutati 4,5 cm diameetri ja 2 cm kõrgusega lihapallid. Vormitud lihapallid kuumtöödeldi eelsoojendatud ahjus Inoxtrend E1 CUA-107E (Via Serenissima, Itaalia) 145 °C juures umbes 15 minutit, toote sisetemperatuuri +72 °C saavutamiseni. Küpsetatud lihapallid jahutati toatemperatuurini umbes 20 minuti vältel ja pakendati MAP pakendusseadmega Vision Pack Srl VP01 (Packaging Factory Holding, Itaalia) kasutades modifitseeritud atmosfääri (70% N_2 ja 30% CO_2) (AS Linde Gas, Eesti). Pakendatud proove säilitati temperatuuril +4 °C kogu säilimisaja jooksul ning iga analüüsipäeva jaoks oli eraldi pakend, mis analüüsipäeval avati ja proovidest teostati vastavad analüüsid.



Joonis 4. Lihapallide vormimise abivahend (K. Ambos)

Kõiki katseid alates hakkliha ja segude valmistamisest ja lihapallide vormimisest ning lõpetades erinevatel päevadel teostatud analüüsidega tehti kolm korda. See tähendab, et uuring viidi läbi kolme katseseeriana.

2.2. Füüsikalis-keemiliste näitajate määramine

2.2.1. Tekstuurianalüüs

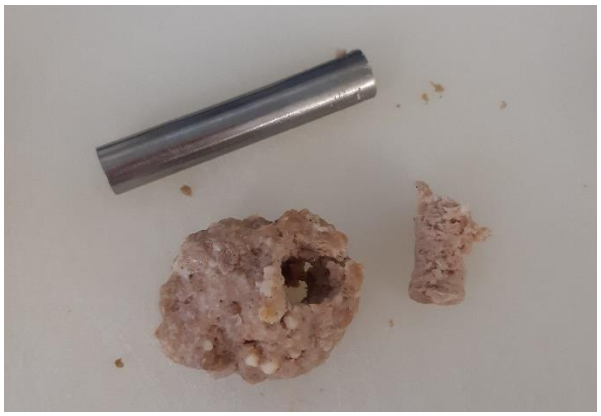
Lihapallide tekstuuri analüüsimiseks mõõdeti proovide lõiketugevust tekstuurianalüsaatoriga TA.XTplus (joonis 5) (Godalming, Inglismaa) kasutades Warner-Bratzler lõiketera.

Warner-Bratzleri lõiketera peab vastama järgnevalt välja toodud nõuetele:

- tera paksus 1,016 mm;
- V-kujuline lõiketera (60° nurk);
- lõiketera servad on poolümarad;
- V-kujulise tera nurk peab olema kumer 2,363 mm läbimõõduga kolmveerandring;
- lõiketera juhtpilud peavad olema 2,0828 mm laiad (Ruiz de Huidobro jt 2005; Põldvere, Tänavots 2021).

Joonis 5. Tekstuurianalüsaator TA.XTplus (K. Ambos)

Antud meetodiga mõõdetakse, kui palju jõudu (N) peab rakendama, et proovi lõigata (Ruiz de Huidobro jt 2005). Analüüsiks võeti proov kuumtöödeldud ja seejärel jahutatud lihapallidest 10 mm läbimõõduga puursüdamikuga (joonis 6).



Joonis 6. Puursüdamikuga lihapallist võetud proov (K. Ambos)

Analüüsi teostamiseks asetatakse proov seadme alusele ning spetsiaalne tera lõikab sellest konstantse kiirusega läbi (liikumiskiirus 120 mm/min), mõõtes samal ajal jõudu, mida tera rakendama peab, et proov läbistada. Tulemused fikseeritakse njuutonites (N). Tulemuseks on lõikepunkt ehk väärtus, milleni jõudmisel algab proovi purustamine (Ruiz de Huidobro jt 2005).

2.2.2. Värvuse analüüs

Proovide värvust analüüsiti kolorimeetriliselt spektrofotomeetriga X-Rite 964 (Grand Rapids, MI, USA) lihapalli lõikepinnalt. Tulemused esitati CIE Lab süsteemis, kus L* tähendab heledust, a* punasust ja b* kollasust. Esmalt kalibreeriti kolorimeeter mustal ja valgel pinnal vastavalt tootja poolt etteantud juhistele. Värvuse mõõtmisel asetati poolitatud lihapall läbipaistva toidukile vahele ning mõõdeti värvuse väärtused lõikepinnalt kolmest erinevast kohast.

2.2.3. pH-väärtus

pH-väärtuse mõõtmine viidi läbi pH-meetriga Mettler Toledo Seven 2Go^{TM}, elektrood InLab Solids Go-ISM (Mettler-Toledo AG Analytical, Šveits). Enne mõõtmisi kalibreeriti seade puhverlahustega standardväärtustel 4,0 ja 7,0. Mõõtmiseks segati 5 g homogeniseeritud proovi 45 ml destilleeritud veega ning homogeniseeriti 1 minuti jooksul (6000 RPM) homogenisaatoriga Retsch GM200 (Retsch Gmbh & Co, Saksamaa). Mõõdetavasse lahusesse asetati elektrood ning registreeriti näit ekraanil. Elektrood puhastati pärast igat mõõtmiskorda destilleeritud veega vältimaks mõõtmisvigade teket.

2.2.4. Vee aktiivsus

Proovide vee aktiivsus (a_w) määrati kuumtöödeldud lihapallist Aqua Lab Model Series 3 TE (Decagon Devices, Inc., Washington, USA) seadmega. Proov oli toatemperatuuril ning lihapallist asetati teatud osa õhukese kihina spetsiaalse plastmasstopsi sisse, mis omakorda asetati seadmesse ja registreeriti näit.

2.2.5. Rasvade oksüdatsiooni määramine

Polüküllastumata rasvhapete sekundaarsete oksüdatsiooniproduktide kontsentratsiooni määramiseks kasutati 2-tiobarbituurhappe (TBA) meetodit (modifitseeritud Pikul jt 1989 põhjal). 5 g proovi lisati 20 ml 4% perkloorhapet ja 0,25 ml butüülitud hüdroksütolueeni

(BHT) ning segu homogeniseeriti Ultra-Turax IKA T18 (IKA, Staufen, Saksamaa) homogenisaatoriga. Saadud segu filtreeriti läbi filterpaberi VWR 415 (Leuven, Saksamaa). Seejärel lisati 5 ml 0,02M TBA lahust 5 ml filtraadile, kuumutati vesivannis 60 min 80 °C juures ning jahutati kraaniveega. Lahuse neelduvus mõõdeti 538 nm juures, kasutades spektrofotomeetrit UV/Vis (AnalytikJena AG, Jena, Saksamaa). Kalibreerimisgraafiku jaoks kasutati 1,1,3,3-tetraetoksüpropaani. Tulemused esitati kui MDA (malonaldehüüdi) mg/kg proovi kohta.

2.2.6. Kuumtöötlemiskadu

Kuumtöötlemiskao määramiseks kaaluti kõik vastava segu lihapallid toorelt ja pärast kuumtöötlemist. Kadu arvutati toore ja küpsetatud toote massierinevuse suhte kaudu tooresse tootesse. Tulemus väljendatakse protsentides.

Kuumtöötlemiskadu leiti järgmise valemiga:

$$Kuumtöötlemiskadu,\ \% = \frac{toore\ lihapalli\ kaal,g - küpsetatud\ lihapalli\ kaal,g}{toore\ lihapalli\ kaal,g}\ x\ 100 \qquad (2.1.)$$

2.2.7. Valgusisaldus

Valgusisalduse määramiseks kasutati AOAC official Method 2001.11 – *„Crude protein in Animal feed, Forage, Grain, and Oilseeds“* ja AACC 46- 13- *„Crude Protein - Kjeldahl method“* metoodikat.

2.2.8. Tuhasisaldus

Tuhasisaldus määrati gravimeetriliselt vastavalt ISO standardile ISO 936: 1998 „*Meat and meat products - Determination of total ash“* (ISO 936: 1998).

Proovi tuhasisaldus (w_a) leiti järgmise valemiga:

$$w_a(\%) = \frac{m2-m0}{m1-m0} \times 100, \text{ kus} \qquad (2.2.)$$

m_0 – tiigli mass, g

m_1 – tiigli ja proovi mass enne tuhastamist, g

m_2 – tiigli ja proovi mass peale tuhastamist, g

2.2.9. Niiskusesisaldus

Niiskusesisalduse määramiseks kasutati standardit EVS-ISO 1442:1999. Liha ja lihatoodete niiskusesisalduse põhimeetod arvutades massikadu.

Proovi niiskusesisaldus (W) leiti järgmise valemiga:

$$W(\%) = \frac{m1-m2}{m1-m0} \times 100,$$ kus (2.3.)

m_0 – büksi mass koos klaaspulga ja liivaga, g

m_1 – büksi mass koos proovi koguse, liiva ja klaaspulgaga enne kuivatamist, g

m_2 – büksi mass koos proovi koguse, liiva ja klaaspulgaga pärast kuivatamist, g

2.2.10. Rasvasisaldus

Rasvasisaldus määrati lihapallides Gerberi meetodil, kus rasv eraldati valkudest väävelhappe lisamisega. Lahustumist kiirendati amüülalkoholi kasutamise ja tsentrifuugimisega. Rasvasisalduse hindamiseks kasutati kalibreeritud butüromeetrit.

Butüromeetrisse lisati 10 ml väävelhapet ja 2,0–2,5 g peenestatud proovimassi. Selle lisamisel tuleb vältida butüromeetri kaelaosa määrdumist. Seejärel lisati 1 ml isoamüülalkoholi ja 5 ml väävelhapet. Butüromeeter suleti kuiva kummikorgiga surudes seda veidi üle poole võrra ava kaela sisse. Butüromeetrit keerutati 2–3 korda ümber ja hoiti vesivannis 65 °C juures 45 minutit. Kui butüromeetri segu oli ühtlustund ja ei olnud näha enam proovitükikesi, viidi butüromeeter tsentrifuugi ning pandi selle gradueeritud osad tsentri poole sümmeetriliselt. Proove tsentrifuugiti 20 minutit kiirusega 1000–1200 p/min ning väljavõtmisel reguleeriti rasvasammas korgi nihutamisega butüromeetri gradueeritud osasse.

Butüromeeter asetati uuesti vesivanni korgiga allapoole. Pärast 10-minutilist soojenemist loeti skaalalt rasvanivoo kõrgus, hoides rasvanivood silma kõrgusel. Korki liigutades viidi rasva alumine nivoo botüromeetri skaala nullini. Tulemus loeti alumise meniski järgi skaala väikseima jaotise täpsusega.

Lihapallide rasvasisaldus leiti järgmise valemiga:

$$Rasva\ \% = \frac{5x näit}{proovi\ kaal\ (g)}\ ,\ kus \qquad (2.4.)$$

näit – loetud rasva nivoo kõrgus.

Kõikide eeltoodud näitajate osas viidi mõõtmisi läbi kolmes korduses: iga parameetri kohta fikseeriti iga katseseeria iga segu ja ajahetke kohta kolm tulemust. Välja arvatud värvuse hindamisel, kus kasutatud tarkvara arvutas ja väljastas juba automaatselt vaid kolme mõõtmise keskmised tulemused.

2.3. Sensoorsete omaduste hindamine

Lihapallidele sensoorse hinnangu andmisel olid degustaatoriteks Eesti Maaülikooli toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetooli toiduainete tehnoloogia õppekava bakalaureuseastme tudengid. Sensoorne hindamine viidi läbi kuumtöödeldud lihapallide valmistamise päeval kahel katseseerial. Hindamisel andsid oma hinnangu täites ankeeti (lisa 2) 21 assessorit. Degustatsioonile eelnevalt tutvustati paneeli liikmetele hindamisprotsessi ning selgitati hindamise metoodikat. Sensoorse analüüsi käigus hinnati tooteid 9-punktilisel (1 - väga halb, 9 - väga hea) ning lihalise ja mitte tüüpilise maitse korral 7-punktilisel hedoonilisel skaalal (1 – mitte tuvastatav, 7 – väga tugev). Lihapallidel paluti hinnata tekstuuri, mahlasust, maitset, lihast maitset, mitte tüüpilist maitset, värvust, lõhna ja üldist vastuvõetavust.

2.4. Statistiline analüüs

Andmetabelid statistilisteks analüüsideks koostati MS Excelis. Proovide pH, vee aktiivsuse, lõiketugevuse ja rasvade oksüdatsiooni analüüsid baseerusid 108-l mõõtmistulemusel (3 kordust * 3 ajahetke * 4 segu * 3 katseseeriat), kuumtöötlemiskao ja keemilise koostise analüüsid 36-l mõõtmistulemusel (3 kordust * 1 ajahetk * 4 segu * 3 katseseeriat) ning värvuse analüüsid 36-l mõõtmistulemusel (1 kolme korduse keskmine * 3 ajahetke * 4 segu * 3 katseseeriat). Sensoorsete andmete statistiline analüüs baseerus 84-l mõõtmistulemusel (21 assessorit * 4 segu).

Tulemused on esitatud keskmistena (± standardviga) segu, ajahetke ning segu ja ajahetke kombinatsiooni kohta. Segude ja ajahetkede erinevuse statistilist olulisust pH, vee aktiivsuse, lõiketugevuse ja rasvade oksüdatsiooni osas testiti kahefaktorilise korduvmõõtmiste dispersioonanalüüsiga, kus võeti täiendavalt arvesse nii sama seeria proovide kui ka sama seeria, segu ja ajahetke kolme korduva mõõtmise võimalik sarnasus; värvuse parameetreid analüüsiti analoogse kahefaktorilise dispersioonanalüüsiga, kus puudu oli vaid kolme korduse võimalikku sarnasust arvestav tegur (värvuse parameetrite kohta oli andmetabelis info juba kolme korduse keskmisena); segude erinevust proovide kuumtöötlemiskao ja keemilise koostise osas testiti ühefaktorilise korduvmõõtmiste dispersioonanalüüsiga. Nii segude kui ka ajahetkede paarikaupa võrdlused viidi läbi Tukey *post-hoc* testiga.

Tulemused loeti statistiliselt oluliseks $p \leq 0,05$ korral. Andmeid kirjeldavad karakteristikud arvutati ja joonised konstrueeriti MS Excelis, modelleerimine ja erinevuste statistilise olulisuse testimine viidi läbi statistikaprogrammis R 4.0.3 (R Foundation for Statistical Computing, Viin, Austria).

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. pH, vee aktiivsus ja lõiketugevus

Tabelis 6 on esitatud lihapallide pH, vee aktiivsuse ja lõiketugevuse väärtused erinevate segude korral erinevatel ajahetkedel.

Tabel 6. Lihapallide pH, vee aktiivsuse ja lõiketugevuse väärtused erinevate segude korral erinevatel ajahetkedel

Segu	Päev			Säilituspäevad kokku	P-väärtused		
	0	7	14		Segu	Päev	Segu*Päev
pH (SE = 0,13)					0,002	0,054	0,115
KO	5,53 $^{a, A}$	5,11 $^{a, A}$	5,35 $^{a, A}$	5,33 ^{A}			
KP5	5,58 $^{a, A}$	5,57 $^{a, AB}$	5,78 $^{a, AB}$	5,63 ^{B}			
KP10	5,54 $^{a, A}$	5,73 $^{a, B}$	5,91 $^{a, B}$	5,73 ^{B}			
KP15	5,47 $^{a, A}$	5,79 $^{a, B}$	5,89 $^{a, B}$	5,72 ^{B}			
Kokku	5,52 ^{a}	5,55 ^{a}	5,73 ^{a}				
a_W (SE = 0,001)					0,446	< 0,001	0,848
KO	0,990 $^{a, A}$	0,984 $^{b, A}$	0,983 $^{b, A}$	0,986 ^{A}			
KP5	0,991 $^{a, A}$	0,986 $^{b, A}$	0,983 $^{b, A}$	0,987 ^{A}			
KP10	0,990 $^{a, A}$	0,986 $^{ab, A}$	0,984 $^{b, A}$	0,987 ^{A}			
KP15	0,990 $^{a, A}$	0,986 $^{b, A}$	0,985 $^{b, A}$	0,987 ^{A}			
Kokku	0,990 ^{a}	0,985 ^{b}	0,984 ^{b}				
Lõiketugevus (N) (SE = 0,26)					0,509	0,513	0,405
KO	1,46 $^{a, A}$	1,79 $^{a, A}$	1,89 $^{a, A}$	1,72 ^{A}			
KP5	2,20 $^{a, A}$	1,64 $^{a, A}$	2,02 $^{a, A}$	1,95 ^{A}			
KP10	1,89 $^{a, A}$	2,02 $^{a, A}$	2,07 $^{a, A}$	1,99 ^{A}			
KP15	2,39 $^{a, A}$	1,72 $^{a, A}$	1,88 $^{a, A}$	1,99 ^{A}			
Kokku	1,99 ^{a}	1,79 ^{a}	1,97 ^{a}				

Märkused:

1. KO – kontrollsegu; KP5 – segu, mis sisaldab 5% kanepi valgukontsentraati; KP10 – segu, mis sisaldab 10% kanepi valgukontsentraati; KP15 - segu, mis sisaldab 15% kanepi valgukontsentraati
2. Samas reas/veerus ülaindeksis sama väike-/suurtähte mitte sisaldavad keskmised on omavahel statistiliselt oluliselt erinevad ($p \leq 0,05$)
3. Suurus SE on segude ja ajahetkede kombinatsioonidele vastavate keskmiste standardviga

Liha ja lihatoodete pH on oluline kvaliteediparameeter, mille kaudu on võimalik saada infot toodete ohutuse ning tehnoloogiliste ja sensoorsete omaduste kohta (Das jt 2020). Antud

uuringu tulemustest selgus, et erinevast hakklihasegust valmistatud lihapallide pH-väärtused on statistiliselt oluliselt erinevad ($p = 0,002$) - kui kontrollsegu korral on pH-tase keskmiselt üle kõigi ajahetkede 5,33, siis lisandiga segude korral 5,63-5,73. Lisandiga segude kõrgem pH võib tuleneda sellest, et kanepis leidub teatavaid puhvertüüpi ühendeid.

Aja (ehk säilitamise) mõju toodete pH tasemele ei ole statistiliselt oluline ($p = 0,053$), nagu ei ole statistiliselt oluline ka aja ja segu koosmõju ($p = 0,115$). Siiski võib täheldada, et keskmiselt üle kõigi segude toodete pH tase ajas tõusis, samas kui segude kaupa analüüsist ilmnes, et kontrollsegus pH tase säilitamisel isegi pisut langes, aga kõigi kanepivalguga segude puhul (ja eriti suurema koguse kanepivalguga segude puhul) pH tase säilitamisel kasvas. Siiski ei ole need muutused ajas statistiliselt olulised ka ühegi segu korral eraldi võetuna (kõik $p > 0,05$).

Võrreldes erinevaid segusid säilituspäevade kaupa, selgus, et 0 päeval ehk valmistamise päeval segude vahelised erinevused puuduvad ($p > 0,05$), kuid nii 7. kui ka 14. säilituspäeval erineb kontrollsegu (pH vastavalt 5,11 ja 5,35) statistiliselt oluliselt nii segust KP10 (pH vastavalt 5,73 ja 5,91) kui ka segust KP15 (pH vastavalt 5,79 ja 5,89), kõik $p < 0,05$. Ghribi jt (2018) uuringus, kus kasutati kikerherne valku „Merguez“ tüüpi vorstides, ei olnud lisandil ega ka säilivusajal proovide pH-le mõju, kuid Kerner jt (2021) leidsid samuti, et kanepilisandid tõstsid teatud määral proovide pH-d, kuid pH oli kogu katseperioodi jooksul stabiilsem ja kõrgem jäädes vahemikku 6,1-6,3. Käesolevas uuringus oli pH katseperioodi vältel vahemikus 5,1-5,9.

Toiduainete vee aktiivsus määrab ära vastuvõtlikkuse keemilistele reaktsioonidele ja mikroorganismide kasvule ning on sellest tulenevalt toiduainete säilivuse stabiilsuse seisukohalt oluline faktor (Danowska-Oziewicz ja Kurp 2017). Käesolevas uuringus esines lihapallide vee aktiivsusele statistiliselt oluline aja mõju ($< 0,001$). Keskmiselt üle kõigi segude olid 0 päeva tulemused statistiliselt erinevad ($p < 0,05$) võrreldes 7. ja 14. päevaga (tulemused vastavalt 0,990, 0,985 ja 0,984). Sama selgub ka kõiki segusid säilituspäevade kaupa eraldi vaadeldes, erandiks on vaid segu KP10, mille puhul on statistiliselt oluline erinevus 0. ja 14. säilituspäeva vahel. Seega ajas toimub kõigil segudel, k.a. kontrollsegul teatav lihapallide vee aktiivsuse langus ehk vaba vee hulk väheneb, mis on aga hea, kuna mida suurem vaba vee hulk, seda parem on antud keskkond mikroorganismide arenguks. Liha toorainena on loomupäraselt kõrge vaba vee hulgaga ehk iga viis, millega vee aktiivsust vähendada, toob positiivset mõju.

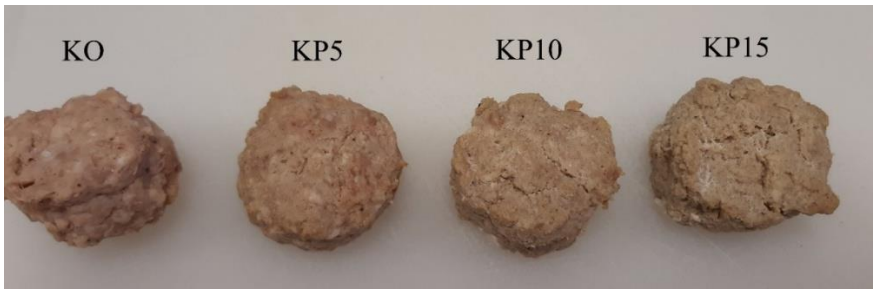
Lihapallide vee aktiivsusele segude erinevusest tulenev mõju ($p = 0,446$) nagu ka aja ja segu koosmõju ($p = 0,848$) ei osutunud statistiliselt oluliselt erinevaks. Keskmiselt üle kõigi ajahetkede oli kontrollsegu vee aktiivsus 0,986 ning kõigil lisandiga segudel 0,987. Danowska-Oziewicz ja Kurp (2017) leidsid lupiinivalguga läbi viidud uuringus samuti, et kõikide proovide, k.a. kontrollproovi vee aktiivsus langes säilivusaja jooksul, kuid Ghribi jt (2018) ei tuvastanud kikerherne valgul mõju lihatoodete vee aktiivsusele.

Lihapallide tekstuuriparameetrile ehk lõiketugevusele (N) ei ole segude erinevusest ja ajast tulenev mõju ning ka aja ja segu koosmõju statistiliselt oluline (vastavad p-väärtused: $p = 0,509$, $p = 0,513$, $p = 0,405$). Keskmiselt üle kõigi ajahetkede oli küll kontrollsegu tulemus väiksem (1,72 N) kui lisandiga segude tulemused (vahemikus 1,95-1,99 N), kuid ei esinenud statistiliselt olulist erinevust ($p > 0,05$), mida oleks võinud eeldada, kuna kanepivalk seob suurel hulgal vett ja peaks seeläbi lihapalli konsistentsi muutma. Just seda leidsid Kotecka-Majchrzak jt (2021), kes tuvastasid, et kanepijahu kontsentratsiooni suurendamine ja ka säilitamine põhjustas proovide tugevamaks muutumise.

Kui vaadelda tulemusi eraldi säilituspäevade ning segude lõikes, siis tulemused olid pigem kõikuvad (vahemikus 1,5-2,4 N) ja ühtset tendentsi välja ei joonistu. See võib olla tingitud asjaolust, et mõõtmisi takistasid teataval määral liha kiud. Samuti oleks ehk paremad tulemused saavutatud, kui mõõtmisi oleks igal analüüsipäeval teostatud ühest ja samast lihapallist.

3.2. Värvus

Värvus on lihatoodete oluline kvaliteediparameeter just tarbija seisukohast mõjutades ostueelistusi. Antud uuringus kasutatud kanepi valgukontsentraadil on hallikas-rohekas iseloomulik värvus, mis mõjutas ka tulemusi, seda oli näha ka lihapallide visuaalsel vaatlusel (joonis 7), kontrollsegu lihapall on võrreldes lisandiga lihapallidega punakam.



Joonis 7. Lihapallide visuaalne erinevus (K. Ambos)

Tabelis 7 on esitatud lihapallide värviparameetrite (L*, a* ja b*) väärtused erinevate segude korral erinevatel ajahetkedel

Tabel 7. Lihapallide värviparameetrite (L*, a* ja b*) väärtused erinevate segude korral erinevatel ajahetkedel

Segu	Päev			Säilituspäevad kokku	P-väärtused		
	0	7	14		Segu	Päev	Segu*Päev
L* (SE = 1,37)					< 0,001	<0,001	0,146
KO	83,3 $^{a, A}$	84,2 $^{a, A}$	84,7 $^{a, A}$	84,1 ^{A}			
KP5	80,8 $^{a, B}$	82,8 $^{b, A}$	83,6 $^{b, AB}$	82,4 ^{B}			
KP10	79,3 $^{a, B}$	82,9 $^{b, A}$	83,2 $^{b, AB}$	81,8 ^{BC}			
KP15	79,2 $^{a, B}$	82,6 $^{b, A}$	81,4 $^{b, B}$	81,1 ^{C}			
Kokku	80,6 ^{a}	83,1 ^{b}	83,2 ^{b}				
a* (SE = 1,84)					< 0,001	< 0,001	0,492
KO	7,06 $^{a, A}$	5,85 $^{a, A}$	5,55 $^{a, A}$	6.15 ^{A}			
KP5	11,15 $^{a, B}$	8,43 $^{ab, A}$	7,35 $^{b, AB}$	8.98 ^{B}			
KP10	12,53 $^{a, B}$	8,20 $^{b, A}$	8,20 $^{b, AB}$	9.58 ^{B}			
KP15	12,59 $^{a, B}$	8,71 $^{b, A}$	10,32 $^{ab, B}$	10.54 ^{B}			
Kokku	10,83 ^{a}	7,80 ^{b}	7,80 ^{b}				
b* (SE = 1,00)					< 0,001	< 0,001	0,826
KO	41,2 $^{a, A}$	39,3 $^{a, A}$	39,7 $^{a, A}$	40,1 ^{A}			
KP5	43,3 $^{a, AB}$	41,3 $^{a, A}$	41,0 $^{a, AB}$	41,9 ^{AB}			
KP10	44,4 $^{a, AB}$	41,3 $^{b, A}$	41,8 $^{ab, AB}$	42,5 ^{B}			
KP15	45,4 $^{a, B}$	41,4 $^{b, A}$	43,1 $^{ab, B}$	43,4 ^{B}			
Kokku	43,6 ^{a}	40,9 ^{b}	41,4 ^{b}				

Märkused:

1. KO – kontrollsegu; KP5 – segu, mis sisaldab 5% kanepi valgukontsentraati; KP10 – segu, mis sisaldab 10% kanepi valgukontsentraati; KP15 - segu, mis sisaldab 15% kanepi valgukontsentraati
2. Samas reas/veerus ülaindeksis sama väike-/suurtähte mitte sisaldavad keskmised on omavahel statistiliselt oluliselt erinevad ($p \leq 0,05$)
3. Suurus SE on segude ja ajahetkede kombinatsioonidele vastavate keskmiste standardviga

Tulemustest selgub, et erinevast hakklihasegust valmistatud lihapallide L*-väärtused on statistiliselt oluliselt erinevad ($p < 0,001$). Kõikide säilituspäevade keskmisi võrreldes oli kontrollsegu (84,1) statistiliselt oluliselt erinev ($p < 0,05$) kõigist lisandiga segudest ning segu KP5 (82,4) oli statistiliselt oluliselt erinev ka segust KP15 (81,1).

Samuti oli aja mõju lihapallide L*-väärtustele statistiliselt oluline ($p < 0,001$). Kõikide segude keskmine 0 päeval (80,6) oli statistiliselt oluliselt erinev ($p < 0,05$) 7. ja 14. päeva tulemustest (vastavalt 83,1 ja 83,2). Sama tulemust näitasid ka eraldi vaatlusel segud KP5, KP10 ja KP15. Kontrollsegul toimus samuti ajas L*-väärtuse suurenemine, kuid see polnud statistiliselt oluline.

Säilituspäevade kaupa eraldi tulemusi vaadeldes selgub, et 0 päeval olid kanepivalguga segud statistiliselt oluliselt erinevad ($p < 0,05$) (tulemused vahemikus 79,2-80,8) võrreldes kontrollseguga (83,3). 7. säilituspäeval segude vahel statistiliselt olulisi erinevusi ei esinenud, kuid kontrollsegu oli siiski kõrgema L*-väärtusega (84,2) kui kanepivalguga segud (tulemused vahemikus 82,6-82,9). 14. säilituspäeval oli jällegi kontrollsegu suurima L*-väärtusega (84,7), kuid see tulemus oli statistiliselt oluliselt erinev vaid võrreldes seguga KP15 (81,4). Aja ja segu koosmõju lihapallide L*-väärtustele statistiliselt oluliseks ($p = 0,146$) ei osutunud.

Zajac jt (2019) leidsid samuti, et kanepijahu ja kanepivalgu kasutamine muutis proovide L*-väärtused väiksemaks võrreldes kontrollprooviga (tulemused vastavalt 55,55, 57,64 ja 61,45). Antud uuringus aja mõju ei hinnatud.

Lisandiga segud olid võrreldes kontrollseguga väiksemate L*-väärtustega ehk tumedamad, mis on igati loogiline, kuna kanepi valgukontsentraat on iseloomuliku hallikas-roheka värvusega. Samas toimus ajas kõikide segude L*-väärtuse suuremine ehk lihapallid muutusid heledamaks. Toodete helenemine säilitamisel võib olla tingitud pakendamisel kasutatud süsihappegaasi mõjust toodete värvusele, kuna see põhjustab liha värvuse muutumist heledamaks.

Erinevast hakklihasegust valmistatud lihapallide a*-väärtused on statistiliselt oluliselt erinevad ($p < 0,001$) - kui kontrollsegu korral on a*-väärtus keskmiselt üle kõigi ajahetkede 6,15, siis lisandiga segude korral 8,98-10,54.

Lihapallide a*-väärtusetele esineb statistiliselt oluline aja mõju ($p < 0,001$), kuid puudub aja ja segu koosmõju ($p = 0,492$). Kõikide segude keskmine 0 päeval oli (10,83) statistiliselt

oluliselt erinev ($p < 0,05$) 7. ja 14. päeva tulemustest (mõlemal päeval keskmine tulemus 7,80). Samuti oli segul KP10 0 päeva tulemus statistiliselt oluliselt erinev ($p < 0,05$) 7. ja 14. päeva tulemustest. Segul KP5 esines statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,05$) 0. ja 14. päeva tulemuste vahel ning segul KP15 0. ja 7. päeva tulemustes. Kontrollsegu a*-väärtused vähenesid ajas, kuid erinevused polnud statistiliselt olulised. Kõikide segude a*-väärtused vähenesid ajas, suuremad muutused olid 0. ja 7. säilituspäeva vahel, millest võiks järeldada, et säilivusaja jooksul lihapallide punasus stabiliseerub.

Säilituspäevade lõikes segusid eraldi vaadeldes selgub, et kanepivalgu lisamine suurendab lihapallide a*-väärtusi. Kuid jällegi on suurimad erinevused kontrollsegu ja lisandiga segude vahel 0 päeval. 7. säilituspäeval segude vahel statistiliselt olulisi erinevusi ei esine ning 14. päeval on statistiliselt oluline erinevus kontrollsegu ja segu KP15 vahel, mis viitab taas lihapallide punasuse stabiliseerumisele säilivusaja jooksul.

Zajac jt (2019) leidsid aga, et kanepijahu ja kanepivalgu kasutamine muutis proovide a*-väärtused väiksemaks võrreldes kontrollprooviga, mis on vastupidine tulemus võrreldes käesoleva uuringuga. Kerner jt (2021) aga ei tuvastanud a*-väärtustes olulisi erinevusi ei proovide ega ka aja mõju osas. Tulemused püsisid kogu säilivusaja jooksul stabiilsed.

Lihapallide b*-väärtused nagu ka eelnevad L*- ja a*-väärtused on mõjutatud segude erinevustest ($p < 0,001$). Kõikide säilituspäevade keskmisi võrreldes oli kontrollsegu (40,1) statistiliselt oluliselt erinev ($p < 0,05$) segudest KP10 ja KP15 (tulemused vastavalt 42,5 ja 43,4) ning ka segu KP5 b*-väärtus osutus suuremaks (41,9) kui kontrollsegul.

Lihapallide b*-väärtustele esineb statistiliselt oluline aja mõju ($p < 0,001$). Kõikide segude keskmine 0 päeval oli (43,6) statistiliselt oluliselt erinev ($p < 0,05$) 7. ja 14. päeva tulemustest (tulemused vastavalt 40,9 ja 41,4). Kontrollsegu ja segu KP5 b*-väärtused vähenesid ajas, kuid erinevused polnud statistiliselt olulised. Samas segudel KP10 ja KP15 oli 0. ja 7. päeva tulemuste vahel statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,05$) ja b*-väärtused langesid, kuid 14. päeval toimus väärtuste uuesti suurenemine. Säilituspäevade lõikes segusid eraldi vaadeldes selgub, et kanepivalgu lisamine suurendab lihapallide b*-väärtusi, kuid statistiliselt olulised erinevused ($p < 0,05$) esinevad vaid kontrollsegu ja segu KP15 vahel 0. ja 14. säilituspäeval. Aja ja segu koosmõju lihapallide b*-väärtustele statistiliselt oluliseks ($p = 0,826$) ei osutunud.

Ka Kerner jt (2021) leidsid, et kanepivalgu kasutamine suurendas b*-väärtusi, samas Zajac jt (2019) tuvastasid, et kanepijahu kasutamine suurendas proovide b*-väärtusi, kuid kanepivalguga proovide tulemused olid sarnased kontrollproovile.

3.3. Rasvade oksüdatsioon

Rasvade oksüdatsioon põhjustab erinevaid kvaliteediprobleeme, näiteks värvimuutust, rääsumist, lühemat säilivusaega, suurenenud terviseriske ning seetõttu tuleb seda ennetada (Jiang, Xiong 2016). Tabelis 8 on esitatud lihapallide TBARS-väärtused (MDA mg/kg) erinevate segude korral erinevatel ajahetkedel.

Tabel 8. Lihapallide TBARS-väärtused (MDA mg/kg) erinevate segude korral erinevatel ajahetkedel

Segu	Päev			Säilituspäevad kokku	P-väärtused		
	0	7	14		Segu	Päev	Segu*Päev
TBARS (SE = 0,05)					< 0,001	0,912	0,618
KO	0,502 $^{a, A}$	0,533 $^{a, A}$	0,414 $^{a, AB}$	0,483 ^{AB}			
KP5	0,299 $^{a, B}$	0,291 $^{a, B}$	0,316 $^{a, A}$	0,302 ^{C}			
KP10	0,429 $^{a, AB}$	0,429 ^{a,AB}	0,440 $^{a, AB}$	0,433 ^{A}			
KP15	0,564 $^{a, A}$	0,523 $^{a, A}$	0,569 $^{a, B}$	0,552 ^{B}			
Kokku	0,448 ^{a}	0,444 ^{a}	0,435 ^{a}				

Märkused:

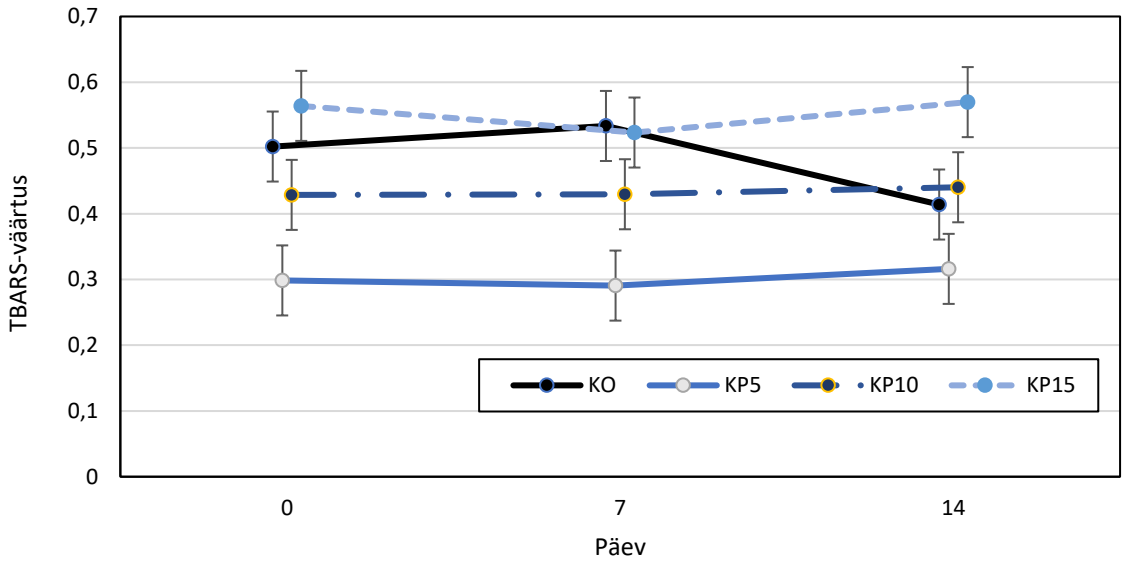
1. KO – kontrollsegu; KP5 – segu, mis sisaldab 5% kanepi valgukontsentraati; KP10 – segu, mis sisaldab 10% kanepi valgukontsentraati; KP15 - segu, mis sisaldab 15% kanepi valgukontsentraati
2. Samas reas/veerus ülaindeksis sama väike-/suurtähte mitte sisaldavad keskmised on omavahel statistiliselt oluliselt erinevad ($p \leq 0,05$)
3. Suurus SE on segude ja ajahetkede kombinatsioonidele vastavate keskmiste standardviga

Tulemustest selgub, et erinevast hakklihasegust valmistatud lihapallide TBARS-väärtused on statistiliselt oluliselt erinevad ($p < 0,001$), kuid kõikide segude TBARS-väärtused olid ajas muutlikud ning ühtset tendentsi hästi välja ei joonistu. Kontrollsegul toimus 7. päeval TBARS-väärtuse tõus (0,533 mg/kg) võrreldes 0 päevaga (0,502 mg/kg), kuid 14. säilituspäeval oli tulemus märgatavalt langenud (0,414 mg/kg). Segudel KP5 ja KP10 olid 0. ja 7. päeva tulemused sarnased ning 14. säilituspäeval oli toimunud väike TBARS-

väärtuse tõus, mis näitab, et oli toimunud siiski rasvade oksüdatsiooni stabiliseerumine. Sarnast tulemust oleks eeldanud ka segult KP15, kuid antud juhul toimus 0. ja 7. päeva vahel TBARS-väärtuse langus (algselt 0,564 mg/kg pärast 0,523 mg/kg) ning 14. päeval (0,569 mg/kg) hoopiski taas suurenemine. Samas ei toimunud ühelgi segul ajas selliseid muutusi, mis oleksid olnud statistiliselt oluliselt erinevad ($p < 0,05$).

Aja mõju toodete TBARS-väärtustele ei ole statistiliselt oluline ($p = 0,912$), nagu ei ole statistiliselt oluline ka aja ja segu koosmõju ($p = 0,618$). Samas võib täheldada, et keskmiselt üle kõigi segude lihapallide TBARS-väärtused ajas vähesel määral langesid. Säilituspäevade lõikes segusid eraldi vaadeldes selgub, et 0. ja 7. päeval esines statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,05$) kontrollsegul ja segul KP15 võrreldes seguga KP5. 14. säilituspäeval olid statistiliselt oluliselt erinevad ($p < 0,05$) segud KP5 ja KP15. Võttes kõikide segude erinevate aegade tulemused keskmiselt kokku, selgub, et madalaimat TBARS-väärtus omab segu KP5 (0,302 mg/kg), järgneb segu KP10 (0,433 mg/kg) ning kontrollsegul (0,483 mg/kg) on ka madalam tulemus kui segul KP15 (0,552 mg/kg) ehk kõik lisandiga segud on omavahel statistiliselt oluliselt erinevad ($p < 0,05$) ning kontrollsegu on statistiliselt oluliselt erinev ($p < 0,05$) võrreldes seguga KP5.

Tulemused ei kinnita hüpoteesi, kuna oleks arvanud, et kõik lisandiga segud suudavad pidurdada rasvade oksüdatsiooni. Nagu ka joonisel 8 näha on, siis segu KP5 ja teatud määral ka segu KP10 annavad paremad tulemused kui kontrollsegu, kuid segu KP15 andis võrreldes kontrollseguga kehvemad tulemused. Samas ei toimunud kontrollsegul ajas järsku TBARS-väärtuse suurenemist ning lisandiga segud vähemalt stabiliseerivad rasvade oksüdatsiooni. Siit järeldub, et kanepivalgu lisamine võib lihatoodetes omada teatavat antioksüdantset mõju vaid kindla doseeringu korral.



Joonis 8. Lihapallide keskmise (± standardviga) TBARS-väärtuse muutus ajas erinevate segude korral (ΔMDA mg/kg).

Märkused:

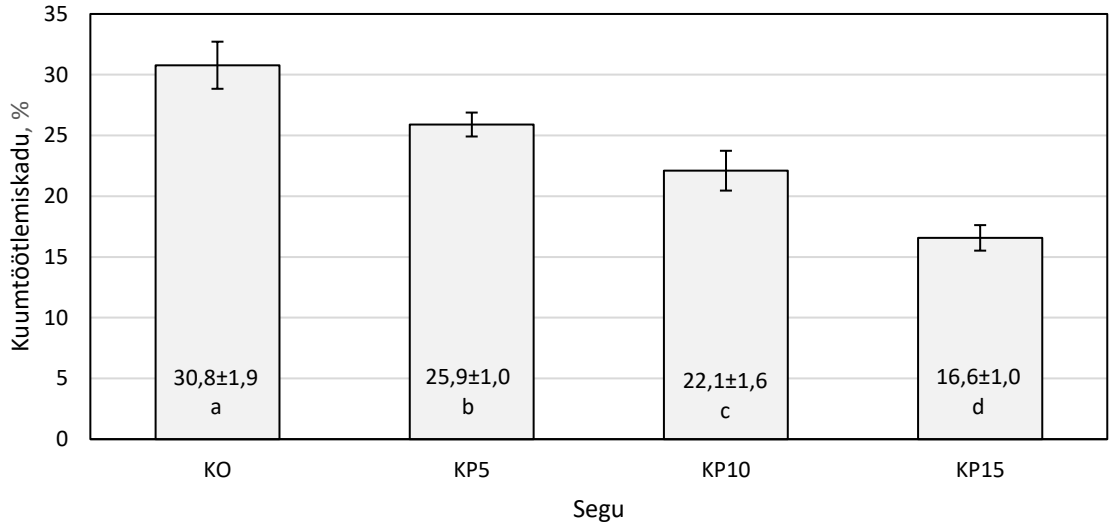
1. KO – kontrollsegu; KP5 – segu, mis sisaldab 5% kanepi valgukontsentraati; KP10 – segu, mis sisaldab 10% kanepi valgukontsentraati; KP15 - segu, mis sisaldab 15% kanepi valgukontsentraati

Sarnaseid tulemusi antud uuringule said ka Zajac jt (2019), kes leidsid, et kanepijahu ja -valguga proovid näitasid säilitusperioodi jooksul stabiilseid TBARS-väärtuseid, ei toimunud märgatavat väärtuste tõusu ega langust, kuid kontrollproovil toimus ajas suur TBARS-väärtuse tõus. Samas Kerner jt (2021) leidsid, et TBARS-väärtus suurenes nii kontrollproovil kui ka kanepilisandiga proovidel 21. päevase säilitamise jooksul. Kontrollproovi TBARS-väärtus oli 0,420 mg/kg ja tõusis 0,540 mg/kg ning rasvatustatud ja rasvatustamata kanepiseemne jahuga proovidel oli tõus vastavalt 0,1 ja 0,18 ühikut ehk lisandiga proovid olid siiski madalamate väärtustega ja pidurdasid rasvade oksüdatsiooni võrreldes kontrollprooviga. Kotecka-Majchrzak jt (2021) uurisid kanepijahu mõju ning tuvastasid kõigis proovides rasvade oksüdatsiooniastme suurenemise 10. säilituspäeval, kuid lisandiga proovide tulemused olid märgatavalt madalamad võrreldes kontrollprooviga ning mida kõrgem oli lisandi kontsentratsioon, seda madalam oli TBARS-väärtus.

3.4. Kuumtöötlemiskadu

Liha küpsetamine toob endaga kaasa valkude denaturatsiooni ning põhjustab müofibrillide ja kollageenivalkude kokkutõmbumist. Küpsetamise ajal tekkiv kadu sisaldab vedelike tilkumisest ja lenduvatest ühenditest tulenevat kadu. Küpsetuskadu määrab, milline on toodete saagis ning mõjutab ka sensoorseid omadusi nagu mahlasust ja õrnust (Cao jt 2016).

Kolme seeria iga segu kõigi lihapallide alg- ja lõppkaal määrati toatemperatuuril ja massikadu väljendati protsentides. Tulemused on esitatud joonisel 9. Madalaim kuumtöötlemiskadu oli segul KP15 (16,6%) ning suurim kadu kontrollsegul (30,8%). Samuti näitasid märkimisväärselt väiksemat kuumtöötlemiskadu segud KP5 (25,9%) ja KP10 (22,1%) võrreldes kontrollseguga. Kanepi valgukontsentraadi lisamisest tulenevat väiksemat kuumtöötlemiskadu saab selgitada asjaoluga, et kanepivalk seob suurel määral vett tingituna suurest valgusisaldusest.



Joonis 9. Lihapallide keskmine (± standardviga) kuumtöötlemiskadu valmistamise päeval erinevate segude korral

Märkused:

1. KO – kontrollsegu; KP5 – segu, mis sisaldab 5% kanepi valgukontsentraati; KP10 – segu, mis sisaldab 10% kanepi valgukontsentraati; KP15 - segu, mis sisaldab 15% kanepi valgukontsentraati
2. Sama väiketähte mitte sisaldavad keskmised on omavahel statistiliselt oluliselt erinevad ($p \leq 0,05$)

Al-Juhaimi jt (2015) kasutasid *moringa* ehk õli-rõikapuu seemnetest valmistatud jahu, mis on kõrge valgusisaldusega ning leidsid samuti, et lisandi lisamine suurendas saagist. Märgatavad erinevused ilmnesid juba 2% lisandi kasutamisel ning kontsentratsiooni

suurenedes suurenes ka saagis. Shen jt (2022) uurisid hernevalgu mõju veiselihast pihvidele ja selgus samuti, et pihvide küpsetuskadu vähenes. Muutused esinesid juba 2,5% lisandi kasutamisel, kuid statistiliselt olulised erinevused oli 5% lisandi kasutamisel. Ka Zajac jt (2019) leidsid, et erinevad kanepilisandid (k.a kanepivalk) vähendavad küpsetuskadu, kuid eeldati, et kanepivalk ja kanepijahu vähendavad suuremal määral küpsetuskadu kui kanepiseemned (nii koorimata kui kooritud). Tulemused olid aga kõigil proovidel sarnased.

Kõikide segude vahel esines statistiliselt oluline erinevus ($p \leq 0,05$). Saadud tulemused näitavad, et sealihast lihapallidele kanepi valgukontsentraati lisades on võimalik vähendada kuumtöötlemiskadu ning mida suurem on lisatav kogus, seda väiksem on kadu.

3.5. Keemiline koostis

Igast partiist määrati kõikidel lihapallidel valmistamise päeval keemiline koostis. Tulemused on esitatud tabelis 9.

Tabel 9. Lihapallide valgu-, tuha-, rasva- ja niiskusesisaldused valmistamise päeval, %

	KO	KP5	KP10	KP15	SE	P-väärtus
Valgusisaldus	19,5 ^{A}	20,8 ^{B}	23,0 ^{C}	24,3 ^{D}	0,66	< 0,001
Tuhasisaldus	1,55 ^{A}	2,04 ^{B}	2,57 ^{C}	2,99 ^{D}	0,039	< 0,001
Rasvasisaldus	21,0 ^{A}	20,3 ^{AB}	18,4 ^{BC}	17,2 ^{C}	1,79	< 0,001
Niiskusesisaldus	56,5 ^{A}	55,3 ^{AB}	54,5 ^{B}	53,9 ^{B}	0,98	< 0,001

Märkused:

1. KO – kontrollsegu; KP5 – segu, mis sisaldab 5% kanepi valgukontsentraati; KP10 – segu, mis sisaldab 10% kanepi valgukontsentraati; KP15 - segu, mis sisaldab 15% kanepi valgukontsentraati
2. Samas reas ülaindeksis sama suurtähte mitte sisaldavad keskmised on omavahel statistiliselt oluliselt erinevad ($p \leq 0,05$)
3. Suurus SE on proovide keskmiste standardviga

Tulemustest selgub, et segude erinevusest tulenev mõju oli valgusisalduse tulemustele statistiliselt oluline ($p < 0,001$). Lihapallide valgusisaldus suurenes kui kanepivalgu sisaldus tootes suurenes. 5% kanepivalgu kontsentratsiooni tõus tõi kaasa umbes 1,5-2% valgusisalduse tõusus tootes, olles kontrollsegul 19,5%, segul KP5 20,8%, segul KP10 23,0% ja segul KP15 24,3% ning kõikide segude vahel esines statistiliselt oluline erinevus

($p < 0,05$). Tulemused on igati loogilised, kuna kanepi valgukontsentraat on suure valgusisaldusega. Ka Ghribi jt (2018) uuringus, kus kasutati kikerherne valku „Merguez“ tüüpi vorstides, tulid välja erinevused kasutades vastavalt 1,5%, 2,5% ja 5% lisandit ning valgusisaldused jäid vahemikku 21,22-27,02%. Samas Kotecka-Majchrzak jt (2021) uurisid kanepijahu mõju lihapallidele ning viisid lisandi kontsentratsiooni kuni 7,4%ni, kuid proovide valgusisaldused suurenesid väga vähesel määral ja statistiliselt olulisi erinevusi ei esinenud.

Lihapallide tuhasisaldus suurenes samuti kanepivalgu kontsentratsiooni suurendes. Segude erinevustest tulenev mõju oli tuhasisalduse tulemustele statistiliselt oluline ($p < 0,001$). 5% kanepivalgu kontsentratsiooni tõus tõi kaasa umbes 0,5% tuhasisalduse tõusu. Madalaim tuhasisaldus oli kontrollsegul (1,55%) ja suurim segul KP15 (2,99%). Kotecka-Majchrzak jt (2021) ei leidnud proovide tuhasisalduste vahel statistiliselt olulisi erinevusi, tulemused jäid vahemikku 2,11-2,35%. Ghribi jt (2018) uuringus selgus, et kontrollproov, 2,5% ja 5% lisandiga proovid olid sarnaste tuhasisaldustega, kuid 1,5% lisandiga proovi tuhasisaldus oli märgatavalt väiksem.

Lihapallide rasvasisaldus vähenes kanepivalgu sisalduse tõustes, mis võib tuleneda segude valgu- ja tuhasisalduse tõusust. Retseptides asendati liha kanepi valgukontsentraadiga ehk rasvast toorainet asendati kõrge valgusisaldusega toorainega. Kontrollsegu rasvasisaldus oli 22,2%, segul KP5 20,2%, segul KP10 18,4% ning segul KP15 17,1%. Segude erinevusest tulenev mõju oli rasvasisalduse tulemustele statistiliselt oluline ($p < 0,001$). Segusid omavahel vaadeldes esines statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,05$) kontrollsegul võrreldes segudega KP10 ja KP15. Kotecka-Majchrzak jt (2021) uuringus selgus aga, et lisandi kontsentratsiooni tõustes proovide rasvasisaldus tõusis veidi, kuid statistiliselt olulisi erinevusi ei esinenud.

Lihapallide niiskusesisaldusele oli segude erinevusest tulenev mõju statistiliselt oluline ($p < 0,001$). Lihapallide niiskusesisaldus vähenes kanepivalgu kontsentratsiooni suurenedes, olles suurim kontrollsegul (56,5%) ja madalaim segul KP15 (53,9%). Statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,05$) esines kontrollsegul võrreldes segudega KP10 ja KP15. Ka Ghribi jt (2018) uuringus kikerherne valguga „Merguez“ tüüpi vorstides vähenes proovide niiskusesisaldus lisandi kontsentratsiooni suurenedes.

3.6. Sensoorne analüüs

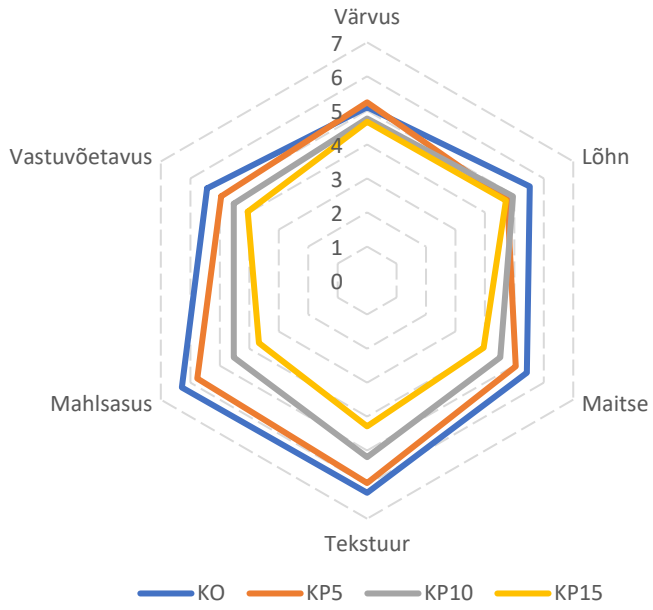
Katsete käigus viidi läbi kuumtöödeldud lihapallide sensoorne analüüs 0 päeval ehk lihapallide valmistamise päeval, et mõista, kas ja kuidas mõjutab kanepivalgu lisamine lihatoodete vastuvõetavust ja muid sensoorseid parameetreid ning kui suures koguses üldse oleks mõistlik kanepi valgukontsentraati lihatoodetesse lisada.

Joonisel 10 on toodud värvuse, lõhna, üldise maitse, tekstuuri, mahlasuse ja üldise vastuvõetavuse tulemused. Antud tunnuseid hinnati 9-punktilisel (1 - väga halb, 9 - väga hea) hedoonilisel skaalal.

Lihapallide värvust hinnati kõige paremaks lihapallil KP5 ning kõige kehvemaks lihapallil KP15, tulemused vastavalt 5,24 ja 4,67. Naumova, Lukin, Bitiutskikh (2017) uuringus pidasid hindajad värvuse poolest parimaks kontrollproovi. Sellest tulenevalt oleks võinud eeldada, et kõrgeima skoori saab kontrollsegu, aga järelikult teatava koguse kanepivalgu lisamine võib avaldada toote värvusele hoopis positiivset mõju.

Lõhna peeti parimaks kontrollsegul (keskmine 5,52), kuid lihapall KP10 saavutas veidi üllatuslikult kõrgema skoori kui lihapall KP5, tulemused vastavalt 4,95 ja 4,76.

Nii maitse, tekstuuri, mahlasuse kui ka vastuvõetavuse puhul oli selge tendents, et mida suuremaks läheb lisandi kogus, seda madalamaks muutub ka skoor, mis on tingitud kanepivalgu enda omapärast. Samade tulemusteni jõuti ka Danowska-Oziewicz ja Kurp (2017) ning Al-Juhaimi jt (2015) uuringutes. Suuremad erinevused segude vahel olid tekstuuri ja mahlasuse osas, mis on põhjendatav sellega, et kanepivalk seob suures koguses vett ning retseptide koostamisel tuleks sellega arvestada.

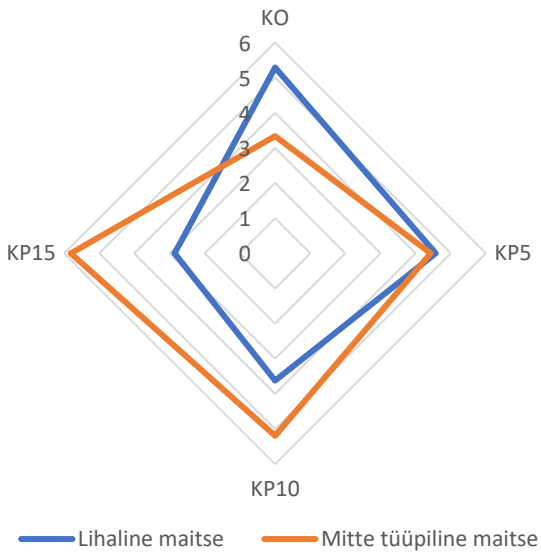


Joonis 10. Kuumtöödeldud lihapallide sensoorse hindamise tulemused valmistamise päeval

Märkused:

1. KO – kontrollsegu; KP5 – segu, mis sisaldab 5% kanepi valgukontsentraati; KP10 – segu, mis sisaldab 10% kanepi valgukontsentraati; KP15 - segu, mis sisaldab 15% kanepi valgukontsentraati

Joonisel 11 on toodud lihalise ning mitte tüüpilise maitse tulemused. Antud tunnuseid hinnati 7-punktilisel (1 – mitte tuvastatav, 7 – väga tugev) hedoonilisel skaalal. Kontrollsegul oli hindajate meelest lihane maitse kõige tugevam, sama leiti ka Kotecka-Majchrzak jt (2021) uuringus ning mitte tüüpilist maitset esines kontrollsegul kõige vähem. Lihapallil KP15 oli vastupidiselt kõige tagasihoidlikum lihane maitse ja kõige enam toodi esile mitte tüüpiline maitse. Lihalise ja mitte tüüpilise maitse osas oli segude vahel pöördvõrdeline seos.



Joonis 11. Kuumtöödeldud lihapallide lihalise ning mitte tüüpilise maitse tulemused valmistamise päeval

Märkused:

1. KO – kontrollsegu; KP5 – segu, mis sisaldab 5% kanepi valgukontsentraati; KP10 – segu, mis sisaldab 10% kanepi valgukontsentraati; KP15 - segu, mis sisaldab 15% kanepi valgukontsentraati

Kommentaaridena toodi välja, et lisandiga lihapallide maitses oli tunda mõru järelmaitset, kõrvalmaitset, spetsiifilist maitset. Lihapallide tekstuur oli kuiv, „liivane“, rabe, saepurune ning esines tugev taimne lõhn.

Selleks, et kanepi valgukontsentraati lihatoodetes kasutada, tuleks saavutada väga hea vahekord kanepivalgu, toote niiskusesisalduse ja erinevate maitseainete/lisandite vahel.

JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Antud tööst selgunud olulised tulemused ja järeldused:

- Kanepi valgukontsentraadi lisamine suurendas lihapallide pH-väärtust, kuna taimsel kõrge valgusisaldusega materjalil on puhverdav toime.
- Ajas toimus kõigil segudel, k.a. kontrollsegul teatav vee aktiivsuse langus ehk vaba vee hulk vähenes, kuid kanepi valgukontsentraadi lisamine olulisi muutusi võrreldes kontrollseguga kaasa ei toonud.
- Kanepi valgukontsentraadi lisamine põhjustas lihapallide värviparameetrite muutusi.
- Kogu katseperioodi vältel oli madalaima rasvade oksüdatsiooniga segu KP5, mis tähendab, et kanepi valgukontsentraat võib toimida lihatoodetes antioksüdandina vaid teatud koguse lisamisel.
- Kanepi valgukontsentraadi lisamine avaldas olulist mõju lihapallide kuumtöötlemiskaole.
- Kanepi valgukontsentraadi kontsentratsiooni suurenedes lihapallide valgu- ja tuhasisaldused suurenesid ning rasva- ja niiskusesisaldused vähenesid.
- Sensoorsel hindamisel meeldis hindajatele enim kontrollsegu, lisandiga segudest meeldis enim 5% kanepi valgukontsentraadiga lihapall.
- Liigne kanepi valgukontsentraadi sisaldus avaldab negatiivset mõju toote sensoorsetele omadustele.
- Kanepi valgukontsentraadi kontsentratsiooni suurendamine alandab toodete lihalist maitset ning suurendab mitte tüüpilist maitset.

Töö koostamisel tekkinud ettepanekud edasipidisteks uuringuteks:

- Uurida kanepi valgukontsentraadi mõju lihatoodetele pikema säilivusaja jooksul.
- Uurida kanepi valgukontsentraadi mõju lihatoodetele madalamate lisandi kontsentratsioonide juures.

- Uurida kanepi valgukontsentraadi mõju lihatoodetele kasutades erinevaid säilitusmeetodeid (nt sügavkülmutamine, vaakumpakendamine).
- Uurida kanepi valgukontsentraadi mõju kuumtöötlemata lihapallide omadustele.
- Uurida, kuidas kanepi valgukontsentraadi kasutamine mõjutab lihatoodete mikrobioloogilisi omadusi.
- Uurida teiste taimsete kõrge valgusisaldusega lisandite mõju lihatoodete kvaliteedile.

KOKKUVÕTE

Antud magistritöös anti ülevaade liha tarbimisest, liha kvaliteedinäitajatest, taimsete lisandite (valkude) kasutamise vajadusest ning mõjust lihatoodete kvaliteedile. Samuti iseloomustati kanepit (*Cannabis sativa* L.) ja kanepivalku ning vaadeldi ka eelnevaid sarnasel teemal läbi viidud uuringuid. Töö teises pooles selgitati katsete metoodikat ja esitleti saadud tulemusi ning nende põhjal tehtud järeldusi.

Käesoleva töö eesmärgiks oli erialase kirjanduse läbitöötamise ja eksperimentaalse osa abil uurida, kas ja millises mahus on võimalik kanepi valgukontsentraati kasutades vähendada lihatoodete lihasisaldust ning teha kindlaks, kuidas kanepivalk mõjutab valmistoote füüsikalis-keemilisi ja sensoorseid omadusi. Töö käigus valmistati kontrollsegu ehk ilma lisanditeta lihapallid ning 5%, 10% ja 15% kanepi valgukontsentraadi sisaldusega lihapallid. Proove säilitati +4 °C juures 14. päeva jooksul ning kindlatel päevadel viidi läbi erinevad füüsikalis-keemilised analüüsid, määrati lihapallide pH, a_w, lõiketugevus, värviparameetrid, rasvade oksüdatsioon, kuumtöötlemiskadu, keemiline koostis ning viidi läbi sensoorne hindamine.

Töö käigus selgus, ja seeläbi said kinnitust ka kaks hüpoteesi kolmest, et kanepi valgukontsentraati on võimalik kasutada liha asendajana ning see ei mõjuta toote kvaliteeti negatiivselt ning kui kasutada kanepivalgu madalamaid kontsentratsioone, on mõju toote sensoorsetele omadustele väikseim. Viimane püstitatud hüpotees sai osaliselt kinnitust. Nimelt eeldati, et toote füüsikalis-keemilistele ja tehnoloogilistele omadustele on mõju suurim kõrgemate kanepi valgukontsentraadi kontsentratsioonide juures, mis osade määratud tunnuste puhul pidas paika, kuid oli ka erandeid.

Proovide pH muutused ilmnesid nii ajas kui ka segude vahel. Suurema kanepivalgu kontsentratsiooni korral oli lihapallide pH suurem, mis võib tuleneda kanepis leiduvatest puhvertüüpi ühenditest. Samuti suurenes lisandiga proovide pH ka säilitusperioodi jooksul.

Lihapallide vee aktiivsuse näitajad olid valmistamise päeval samasugused, kuid kõikide segude tulemused langesid ajas veidi. Kontrollsegu ja lisandiga segude vahel olulisi erinevusi ei esinenud, mida samas oleks võinud eeldada, kuna kanepivalk seob suurel hulgal

vett ja võiks seeläbi ka vaba vee hulka vähendada. Samas on kõikide segude vee aktiivsuse langus hea, kuna mida väiksem vaba vee hulk, seda kehvem keskkond mikroorganismide arenguks.

Tekstuuriparameetri ehk lihapallide lõiketugevuse tulemused olid segude ja säilituspäevade lõikes muutlikud, kontrollsegu näitas üldjoontes väiksemaid väärtusi ehk lihapallid olid pehmemad, kuid erinevused ei olnud statistiliselt olulised ($p \leq 0,05$). Tulemusi mõjutas ka lihast tulenev lihapallide kiuline struktuur.

Lihapallide värviparameetrites toimusid muutused, kuna kanepi valgukontsentraat ise on iseloomuliku hallikas-roheka värvusega. Kanepivalgu kontsentratsiooni suurenedes lihapallide L*-väärtused vähenesid ehk lisandiga segud olid tumedamad kui kontrollsegu. Samas ajas toimus kõikide segude L*-väärtuse suuremine ehk lihapallid muutusid heledamaks, mis võib olla tingitud pakendamisel kasutatud süsihappegaasi mõjust toodete värvusele. Lihapallide a*- ja b*-väärtused suurenesid kui kanepivalgu kontsentratsiooni suurenes, säilitusperioodi jooksul aga antud väärtused vähenesid.

Rasvade oksüdatsiooni tulemustest selgus, et segu KP5 näitas kogu säilitusperioodi jooksul paremaid tulemusi kui teised segud. Segude KP5 ja KP10 tulemused olid kõige stabiilsed ehk toimus rasvade oksüdatsiooni stabiliseerumine. Oleks võinud eeldada, et kõik lisandiga segud suudavad rasvade oksüdatsiooni stabiliseerida ning ka pidurdada ja et suurema kanepivalgu kontsentratsiooni juures on ka mõju suurem. Saadud tulemuste põhjal võiks öelda, et kanepivalgul on rasvade oksüdatsiooni stabiliseeriv toime, kuid parima tulemuse saavutamiseks peab olema määratud kindel doseering.

Märkimisväärsed muutused esinesid kuumtöötlemiskao tulemustes. Kanepi valgukontsentraadi kontsentratsiooni suurenedes lihapallide kuumtöötlemiskadu vähenes oluliselt, kuna kanepivalk seob suurel määral vett, tänu oma suurele valgusisaldusele ehk kanepivalgu kasutamine lihatoodetes aitab kaasa suurema saagise saavutamisele.

Töös teostatud keemilise koostise analüüsidest selgus, et kanepi valgukontsentraadi kontsentratsiooni suurendes lihapallide valgu- ja tuhasisaldused suurenesid, mis on tingitud asjaolust, et retseptis asendati liha kanepivalguga, mis on kõrge valgusisaldusega. Valgu- ja tuhasisaldused olid kõikide segude vahel statistiliselt oluliselt erinevad ($p \leq 0,05$). Lihapallide rasva- ja niiskusesisaldused näitasid aga vastupidist tendentsi ehk tulemused vähenesid kanepivalgu kontsentratsiooni suurendes. See tuleneb asjaolust, et retseptides asendati liha ehk rasvast ja veerikast toorainet kanepi valgukontsentraadiga, mis on kõrge

valgusisaldusega, kuiv ja pulbriline tooraine. Rasva- ja niiskusesisaldustes ilmnes statistiliselt oluline erinevus ($p \leq 0,05$) kontrollsegul võrreldes segudega KP10 ja KP15.

Sensoorselt hinnati kõige paremaks kontrollsegu, vaid 5% kanepi valgukontsentraadi sisaldusega lihapall saavutas värvuse osas parimad tulemused. Mida suurem oli lisatava kanepivalgu sisaldus, seda vähem hindajatele lihapallid meeldisid. Kanepi valgukontsentraadi kasutamiseks lihatoodetes tuleb saavutada õige tasakaal, et maitse ja lõhn ei oleks liiga taimsed ning et püsiks hea tekstuur ja mahlasus.

KASUTATUD KIRJANDUS

Ahmed, M., Pickova, J., Ahmad, T., Liaquat, M., Farid, A., Jahangir, M. (2016). Oxidation of lipids in foods. – *Sarhad Journal of Agriculture*. Vol 32(3), pp. 230-238

Al-Juhaimi, F., Ghafoor, K., Hawashin, M.D., Alsawmahi, O.N., Babiker, E.E. (2015). Effects of different levels of Moringa (*Moringa oleifera*) seed flour on quality attributes of beef burgers. - *CyTA – Journal of Food*. Vol. 14-1, pp. 1-9

Amani, H., Rigi, S., Shahrokhisahne, B. (2017). Processed meat products: health issues and attempts toward healthier food. – *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine.* Vol.5

Amaral, A.B., da Silva, M.V., Lannes, S.C. (2018). Lipid oxidation in meat: mechanisms and protective factors – a review. – *Food Science and Technology*

AOAC official Method 2001.11 – „Crude protein in Animal feed, Forage, Grain, and Oilseeds " ja AACC 46–13- „Crude Protein- Kjeldahl method"

Cao, L., Rasco, B. A., Tang, J., Niu, L., Lai, K., Fan, Y. (2016). Effects of freshness on the cook loss and shrinkage of grass carp (Ctenopharyngodon idellus) fillets following pasteurization. – *International Journal of Food Properties.* Vol. 19, pp. 2297-2306

Danowska-Oziewicz, M., Kurp, L. (2017). Physicochemical properties, lipid oxidation and sensory attributes of pork patties with lupin protein concentrate stored in vacuum, modified atmosphere and frozen state. – *Meat Science.* Vol. 131, pp. 158-165

Dapčević-Hadnađev, T., Dizdar, M., Pojić, M., Krstonošić, V., Zychowski, L.M., Hadnađev, M. (2019). Emulsifying properties of hemp proteins: Effect of isolation technique. – *Food Hydrocolloids*. Vol. 89, pp. 912-920

Das, A.K., Nanda, P.K., Madane, P., Biswas, S., Das, A., Zhang, W., Lorenzo, J.M. (2020). A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods. - *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 99, pp. 323–336

EVS-ISO 1442:1999. Liha ja lihatooted: niiskusesisalduse määramine. Tallinn: Eesti Standardikeskus

Ghribi, A.M., Amira, A.B., Gafsi, I.M., Lahiani, M., Bejar, M., Triki, M., Zouari, A., Attia, H., Besbes, S. (2018). Toward the enhancement of sensory profile of sausage "Merguez" with chickpea protein concentrate. – *Meat Science*. Vol. 143, pp. 74-80

Ghumman, A., Mudgal, S., Singh, N., Ranjan, N., Ranjan, B., Kaur, A., Rana, J.C. (2021). Physicochemical, functional and structural characteristics of grains, flour and protein isolates of Indian quinoa lines. - *Food Research International*. Vol. 140

ISO 936: 1998. „Meat and meat products - Determination of total ash“. Tallinn: Eesti Standardikeskus

Jiang, J., Xiong, Y.L. (2016). Natural antioxidants as food and feed additives to promote health benefits and quality of meat products: A review. - *Meat Science*. Vol. 120, pp. 107–117

Kamani, M.H., Meera, M.S., Bhaskar, N., Modi, V.K. (2019). Partial and total replacement of meat by plant-based proteins in chicken sausage: evaluation of mechanical, physico-chemical and sensory characteristics. – *Journal of Food Science and Technology*. Vol. 56(5), pp. 1-10

Kerner, K., Jõudu, I., Tänavots, A., Venskutonis, P, R. (2021). Application of raw and defatted by supercritical CO_2 hemp seed press-cake and sweet grass antioxidant extract in pork burger patties. – *Foods.* Vol. 10(8)

Kerner, K., Luht, K., Lüdikainen, K., Soidla, R., Tepper, M. (2013). Lihatehnoloogia praktilised tööd. Õppematerjal

Khan, B, A., Warner, P., Wang, H. (2014). Antibacterial properties of hemp and other natural fibre plants: A review. – *Bioresources.* Vol. 9, pp. 3642-3659

Kotecka-Majchrzak, K., Kasalka-Czarna, N., Spychaj, A., Mikolajczak, B., Montowska, M. (2021). The effect of hemp cake (Cannabis sativa L.) on the characteristics of meatballs stored in refrigerated conditions. – *Molecules.* Vol. 26

Kotecka-Majchrzak, K., Sumara, A., Fornal, E., Montowska, M. (2020). Oilseed proteins – properties and application as a food ingredient. – *Trends in Food Science and Technology.* Vol. 106, pp. 160-170

Kristensen, H.T., Denon, Q., Tavernier, I., Gregersen, S.B., Hammershøj, M., Van der Meeren, P., Dewettinck, K., Dalsgaard, T.K. (2021). Improved food functional properties of pea protein isolate in blends and co-precipitates with whey protein isolate. – *Food Hydrocolloids*. Vol. 113

Kumar, Y., Yadav, D.N., Ahmad, T., Narsaiah, K. (2015). Recent trends in the use of natural antioxidants for meat and meat products. - *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol.14

Liu, Q., Long, Y., Zhang, Y.F., Zhang, Z.Y., Yang, B., Chen, C.Y., Huang, L.S., Su, Y. (2021). Phenotypic and genetic correlations of pork myoglobin content with meat colour and other traits in an eight breed-crossed heterogeneous population. – *Animal.* Vol. 15

Lorenzo, J.M., Pateiro, M., Domínguez, R., Barba, F., Putnik, P., Kovačević D. B., Shpigelman, A., Granato, D., Franco, D. (2018). Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. – *Food Research International.* Vol. 106, pp. 1095-1104

Mamone, G., Picariello, G., Ramondo, A., Nicolai, M.A., Ferranti, P. (2019). Production, digestibility and allergenicity of hemp (Cannabis sativa L.) protein isolates. - *Food Research International.* Vol. 115, pp. 562-571

Nadathur, S.R., Wanasundara, J.P.D., Scanlin, L. (2017). Sustainable protein sources. Academic Press

Naumova, N., Lukin, A., Bitiutskikh K. (2017). Organoleptic evaluation of the quality of the enriched chopped semi-finished meat products. - *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. Vol. 10

Nikmaram, N., Budaraju, S., Barba, F., Lorenzo, J., Cox, R., Mallikarjunan, K., Roohinejad, S. (2018). Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products. - *Meat Science.* Vol. 145, pp. 245-255

Owosu-Ansah, P., Besiwah, E.K., Bonah, E., Amagloh, F.K. (2022). Non-meat ingredients in meat products: a scoping review. – *Applied Food Research.* Vol. 2

Pap, N., Hamberg, L., Pihlava, J-M., Hellström, J., Mattila, P., Eurola, M., Pihlanto, A. (2020). Impact of enzymatic hydrolysis on the nutrients, phytochemicals and sensory properties of oil hemp seed cake (*Cannabis sativa* L. FINOLA variety). – *Food Chemistry*. Vol. 320

Papavergou, E.J., Bloukas, J.G., Doxastakis, G. (1999). Effect of lupin seed proteins on quality characteristics of fermented sausages. – *Meat Science*. Vol. 52

Pateiro, M., Vargas, F.C., Chincha, A.A.I.A., Sant'Ana, A.S., Strozzi, I., Rocchetti, G., Barba, F.J., Domínguez, R., Lucini, L., do Amaral Sobral, P.J., Lorenzo, J.M. (2018). Guarana seed extracts as a useful strategy to extend the shelf life of pork patties: UHPLC-ESI/QTOF phenolic profile and impact on microbial inactivation, lipid and protein oxidation and antioxidant capacity. - *Food Research International.* Vol. 114, pp. 55-63

Pihlanto, A., Mattila, P., Mäkinen, S., Pajari, A.-M. (2017). Bioactivities of alternative protein sources and their potential health benefiits. – *The Royal Society of Chemistry. Food and Function*. Vol. 8, pp. 3443-3458

Pikul, J., Leszczynski, D.E., Kummerow, F.A. (1989). Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. - *J. Agric. Food Chem.* Vol. *37*, pp. 1309–1313

Põldvere, A., Tänavots, A. (2021). Liha kvaliteedi määramine: Warner-Bratzleri lõikejõu test. [veebileht] http://www.eau.ee/~alo/liha/maaramine/?%C3%95rnuse_m%C3%A4%C3%A4ramine/Warner-Bratzleri_l%C3%B5ikej%C3%B5u_test (31.03.2022)

Püssa, T. (2014). Liha oksüdatsiooni mehhanismid ning mõju toodete ohutusele ja kvaliteedile. Agraarteadus. Vol. 1, pp. 39-47

Rei, M. (2004). Lihatehnoloogia teaduslikud alused. Tartu : Halo Kirjastus

Ren, Y., Liang, K., Jin, Y., Zhang, M., Chen, Y., Wu, H., Lai, F. (2016). Identification and characterization of two novel α-glucosidase inhibitory oligopeptides from hemp (Cannabis sativa L.) seed protein. – *Journal of Functional Foods*. Vol. 26, pp. 439-450

Ruiz de Huidobro, F., Miguel, E., Blázquez, B., Onega, E. (2005). A comparison between two methods (Warner–Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat. – Meat Science. Vol. 69, No. 3, pp. 527–536.

Sarmadi, B., Ismail, A. (2010). Antioxidative peptides from food proteins: A review. – *Peptides*. Vol. 31, pp. 1949-1956

Serdaroğlu, M., Yıldız-Turp, G., Abrodímov, K. (2005). Quality of low-fat meatballs containing Legume flours as extenders. – *Meat Science*. Vol. 70, pp. 99-105

Sha, L., Xiong, Y.L. (2020). Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. - *Trends in Food Science and Technology*. Vol. 102, pp. 51-61

Shen, P., Gao, Z., Xu, M., Ohm, J-B., Rao, J., Chen, B. (2020). The impact of hempseed dehulling on chemical composition, structure properties and aromatic profile of hemp protein isolate. – *Industrial Crops and Products*. Vol. 145

Shen, P., Gao, Z., Fang, B., Rao, J., Chen, B. (2021). Ferreting out the secrets of industrial hemp protein as emerging functional food ingredients. – *Trends in Food Science and Technology*. Vol. 112, pp. 1-15

Shen, Y., Hong, S., Du, Z., Chao, M., O'Quinn, T., Li, Y. (2022). Effect of adding modified pea protein as functional extender on the physical and sensory properties of beef patties. - LWT – Food Science and Technology. Vol. 154

Statista. Global meat Industry – statistics and facts. [veebileht] https://www.statista.com/topics/4880/global-meat-industry/#dossierKeyfigures (21.02.2022)

Statistikaamet. Liha ressurss ja kasutamine. [veebileht] https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus__pellumajandus__pellumajandussaaduste-tootmine__pellumajandussaaduste-ressurss-ja-kasutamine/PM42/table/tableViewLayout2 (08.01.2022)

Szmanko, T., Lesiow, T., Gorecka, J. (2021). The water-holding capacity of meat: A reference analytical method. – *Food Chemistry*. Vol. 357

Zając, M., Guzik, P., Kulawik, P., Tkaczewska, J., Florkiewicz, A., Migdał, W. (2019). The quality of pork loaves with the addition of hemp seeds, de-hulled hemp seeds, hemp protein and hemp flour. – *LWT – Food Science and Technology*. Vol. 105, pp. 190-199

Zhang, T., Dou, W., Zhang, X., Zhao, Y., Zhang, Y., Jiang, L., Sui, X. (2021). The development history and recent updates on soy protein-based meat alternatives. - *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 109, pp. 702–710

Tamkutė, L., Gil, B.M., Carballido, J.R., Pukalskienė, M., Venskutonis, P.R. (2019). Effect of cranberry pomace extracts isolated by pressurized ethanol and water on the inhibition of food pathogenic/spoilage bacteria and the quality of pork products. – *Food Research International*. Vol. 120, pp. 38-51

Toldra, F. (2010). Handbook of meat processing. Blackwell Publishing

Tomasevic, I., Djekic, I., Font-i-Furnols, M., Terjung, N., Lorenzo, J.M. (2021). Recent advances in meat color research. – *Current Opinoin in Food Science.* Vol. 41, pp. 81-87

Tänavots, A. (2022). Liha pH väärtus. Liha kvaliteet. [veebileht] http://www.eau.ee/~alo/liha/kvaliteet/?Tehnoloogilised_n%C3%A4itajad/Liha_pHv%C3%A4%C3%A4rtus (08.02.2022)

Wang, X-S., Tang, C-H., Yang, X-Q., Gao, W-R. (2008). Characterization, amino acid composition and in vitro digestibility of hemp (*Cannabis sativa* L.) proteins. – *Food Chemistry*. Vol. 107, pp. 11-18

Wang, Q., Xiong, Y,L. (2019). Processing, nutrition, and functionality of hempseed protein: A review. – *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* Vol.18, pp. 936-952

Wen, C., Zhang, J., Zhang, H., Duan, Y., Ma, H. (2020). Plant protein-derived antioxidant peptides: Isolation, identification, mechanism of action and application in food systems: A review. - - *Trends in Food Science and Technology.* Vol. 105, pp. 308-322

Xu, Y., Li, J., Zhao, J., Wang, W., Griffin, J., Li, Y., Bean, S., Tilleys, M., Wang, D. (2021). Hempseed as a nutritious and healthy human food or animal feed source: a review. – *International Journal of Food Science and Technology.* Vol. 56, pp. 530-543

LISAD

Lisa 1. Kanepi valgukontsentraadi spetsifikatsioon

eurofins | Dr. Specht Laboratorien

Eurofins Dr. Specht Laboratorien GmbH
Am Neuländer Gewerbepark 2
DE-21079 Hamburg
GERMANY

Tel: +49 40881 448 700
Fax:

specht-laboratorien@eurofins.de
www.eurofins.de

Eurofins Dr. Specht Laboratorien GmbH · Am Neuländer Gewerbepark 2 · DE-21079 Hamburg

Person in charge: Mr. D. Ludszuweit

UAB Agropro
attn. Mr. Tadas Brazdauskas
Raudondvario 131B
47191 Kaunas
LITAUEN

Hamburg, 13.12.2019

Analytical report **AR-19-ZP-060686-01**

Sample Code **209-2019-00962895**

Order from:	05.12.2019
Reception date time:	06.12.2019
Sample name:	Hemp Protein 75 %, Good Hemp, Braham & Murray Ltd
Client sample code:	Batch No: CPC8674
Organic:	Yes
Start analysis:	06.12.2019
End analysis:	13.12.2019

Allergens	Result	MRL	RL	Unit
JJ604 Detection of gluten				
Method: r-biopharm Test-Combination R7001:2015-10, mod., PV 01193, ELISA [Sandwich ELISA]				
(Modification: apply also on equipment and commodities from the food production as well as cleaning water)				
Subcontracted to Eurofins Analytik GmbH, Hamburg, which is accredited for this test.				
Gluten	<5		5	mg/kg

General Analysis	Result	Unit
EF027 Protein		
Method: DIN EN ISO 8968-1:2014-06, mod., N01_02ME_v07, Kjeldahl (titrimetry)		
Subcontracted to Eurofins CLF Specialised Nutrition Testing Services GmbH, Friedrichsdorf, which is accredited for this test.		
Nitrogen (Kjeldahl)	11.691	g/100 g
Protein	73.07	g/100 g

MRL = Maximum Residue Level
* = below indicated quantification level

RL = Reporting Limit

The results of examination refer exclusively to the checked samples.
Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.
Eurofins Dr. Specht Laboratorien GmbH · Am Neuländer Gewerbepark 2 · DE-21079 Hamburg
General Manager: Sascha Brunow
HRB 91731 AG Hamburg
UniCredit Bank AG 7000000950
(BLZ 207 300 17)
IBAN DE71 2073 0017 7000 0009 50
BIC-/SWIFT-Code HYVEDEMME17
DE238466739

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx, shall apply.

Analytical Service Manager (Daniel Ludszuweit)

The results of examination refer exclusively to the checked samples.
Duplicates - even in parts - must be authorized by the test laboratory in written form.
Eurofins Dr. Specht Laboratorien GmbH · Am Neuländer Gewerbepark 2 · DE-21079 Hamburg
General Manager: Sascha Brunow
HRB 91731 AG Hamburg
UniCredit Bank AG 7000000950
(BLZ 207 300 17)
IBAN DE71 2073 0017 7000 0009 50
BIC-/SWIFT-Code HYVEDEMME17
DE238466739

Our General Terms & Conditions, available upon request and online at http://www.eurofins.de/lebensmittel/kontakt/avb.aspx, shall apply.

Lisa 2. Sensoorse hindamise leht

KÜPSETATUD PIHVIDE HINDAMISLEHT

Hindaja:

Kuupäev:

9 – ülihea; 8 – väga hea; 7 – hea; 6 – üsna hea; 5 – rahuldav; 4 – üsna halb; 3 – halb; 2 – väga halb; 1 – mitte rahuldav

Lihalise ja mitte tüüpilise maitse skaala: 7 – väga tugev; 6 – tugev; 5 – üsna tugev; 4 – mõõdukas; 3 – tuvastatav; 2 – kergelt tuvastatav; 1 – mitte tuvastatav

Proovi nr	**Hinnatavad omadused**								**Kokku**	**Märkused**
	Värvus	Lõhn	Üldine maitse	Lihane maitse	Mitte tüüpiline maitse	Tekstuur	Mahlasus	Üldine vastu-võetavus		

Lisa 3. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Kati Ambos,

sünniaeg 08.08.1998,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

Kanepi valgukontsentraadi mõju lihatoodete füüsikalis-keemilistele ja sensoorsetele omadustele,

mille juhendaja(d) on Kristi Kerner, Tanel Kaart,

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 _____

allkirjastatud digitaalselt

Tartu, 26.05.2022

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Kristi Kerner_____ 26.05.2022

allkirjastatud digitaalselt

Tanel Kaart_____ 26.05.2022

allkirjastatud digitaalselt