



EESTI MAAÜLIKOOL

Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Triinu Võsu

**KESKKONNA pH MÕJU ERINEVATE TAIMSETE VALKUDE
KONTSENTRAATIDE JA ISOLAATIDE OMADUSTELE NING
SOBIVUS VEGANPROTEIINISMUUTIDES KASUTAMISEKS**

EFFECT OF pH ON THE PROPERTIES OF DIFFERENT PLANT
PROTEIN CONCENTRATES AND ISOLATES, AND THEIR
SUITABILITY FOR USE IN VEGAN PROTEIN SMOOTHIES

Magistritöö

Toiduainete tehnoloogia õppekava

Juhendaja: professor Ivi Jõudu, *PhD*

Tartu 2024

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Triinu Võsu		Õppekava: Toiduainete tehnoloogia	
Pealkiri: Keskkonna pH mõju erinevate taimsete valkude kontsentratsioonide ja isolaatide omadustele ning sobivus veganproteiinismuutides kasutamiseks			
Lehekülgi:77	Jooniseid:14	Tabeleid:16	Lisasid:3
Osakond / Õppetool: Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetool ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: 1.7. Toiduteadused, Toiduainete ja jookide tehnoloogia T430 Juhendaja: professor Ivi Jõudu, <i>PhD</i> Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2024			
<p>Maailma rahvastik on kasvamas ja seoses sellega on suurenenud nõudlus valkude (ka taimsete) järele. Antud magistritöö eesmärgiks oli selgitada välja keskkonna pH-mõju erinevate taimsete valkude isolaatide/kontsentratsioonide lahustuvusele, vee absorptsioonivõimele ja valkude emulgeerimisomadustele ning hinnata taimsete valkude sobivust kasutamiseks veganproteiinismuutide retseptides. Magistritöö eksperimentaalses osas hinnati kuue erineva taimsest allikast pärit valgu omadusi. Valikusse kuulusid: hernevalguisolaat, põldoavalguisolaat, sojaavalguisolaat, kanepivalgukontsentratsioon, rapsivalgukontsentratsioon ja linavalgukontsentratsioon. Uuriti valkude vee absorptsioonivõimet, valkude lahustuvust, valkude emulgeerimisvõimet ja emulsiooni stabiilsust erineva keskkonna pH (3,9; 5,0; 6,5) juures. Lisaks valmistati taimsetest valkudest koos õunamahla ja puuviljapüreega veganproteiinismuutid, millest osad kuumtöödeldi. Katsepartiidest hinnati toodete pH-d, viskoossust, sensoorseid omadusi, toote kihistumist 24 tunni ja 7 päeva jooksul. Kõige parema vee absorptsioonivõime ja emulsiooni stabiilsusega oli sojaavalguisolaat. Kõige paremini lahustus rapsivalgukontsentratsioon. Linavalgukontsentratsioon oli hea emulgeerimisvõime ja emulsiooni stabiilsuse näitajatega. Sojaavalguisolaadiga valmistatud veganproteiinismuutid olid kõige madalama viskoossusega. Tänu kõrgele emulgeerimisvõimele ja emulsioonistabiilsusele oli linavalgukontsentratsiooniga valmistatud proteiinismuutid kõrge viskoossuse ja säilitamisel 24 tundi ja 7 päeva ei esinenud tootel praktiliselt ka kihistumist. Segamiskatsel segunesid kõik tooted välja arvatud linavalgukontsentratsiooniga valmistatud toode, mis ei segunenud ühelgi juhul (omadus on tingitud toote kõrge viskoossusest). Veganproteiinismuutide sensoorsel hindamisel osutus kõige sobivamaks veganproteiinismuutide valmistamiseks soja-isolaat. Soja-isolaadiga valmistatud toode sai kõige paremad sensoorsed hinnangud kõikide näitajate osas. Toote maitset hinnati kõige ebasobivamaks rapsivalgukontsentratsiooniga valmistatud toodet, hindajad täheldasid tugevat ebameeldivat maitset. Tekstuurilt oli kõige ebasobivamaks hinnatud linavalgukontsentratsiooniga valmistatud toodet, toode tekstuurilt liiga paks ja ebasobiv veganproteiinismuutidele.</p> <p>Kõik magistritöös kasutatud valgukontsentratsioonid/isolaadid omavad postiivseid omadusi, mida saab kasutada edasistes uuringutes, kas siis eraldi või omavahelistes kombinatsioonides teiste taimsete valkudega, et välja töötada sobiv veganproteiinismuutid retsept. Linavalgukontsentratsioon võiks leida kasutust viskoossemate toodete arenduses.</p>			
Märksõnad: taimsed valgud, valgusisolaadid, valgukontsentratsioonid, veganproteiinismuutid			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstracy of Master's Thesis	
Author: Triinu Võsu		Curriculum: Food technology	
Title: Effect of pH on the properties of different plant protein concentrates and isolates, and their suitability for use in vegan protein smoothies			
Pages:77	Figures:14	Tables:16	Appendixes:3
Department / Chair: Chair of Food Science and Technology Field of research and (CERC S) code: 1.7 Food Sciences, Food and drink technology T430 Supervisor: professor Ivi Jõudu, <i>PhD</i> Place and date: Tartu 2024			
<p>The world's population is growing, and the demand for protein (also for plant-based) is increasing. The aim of this Master's thesis was to find out the effect of pH on the solubility, water absorption capacity and emulsification properties of various plant based protein isolates/concentrates, and to evaluate the suitability of plant based proteins for use in vegan protein smoothie recipes. In the experimental part of the Master's thesis, the properties of six proteins from different plant sources were evaluated. The selection included: pea protein isolate, faba bean protein isolate, soy protein isolate, hemp protein concentrate, rapeseed protein concentrate and flax seed protein concentrate. The water absorption capacity of proteins, the solubility of proteins, the emulsification capacity of proteins and the stability of the emulsion at different environmental pH (3.9; 5.0; 6.5) were investigated. In addition, vegan protein smoothies were prepared from plant proteins together with apple juice and fruit puree, some of smoothies were heat-treated. The pH, viscosity, layering (within 24 hours and 7 days) of the product were evaluated, and also sensory evaluation was performed.</p> <p>Soy protein isolate had the best absorption capacity and emulsion stability. Rapeseed protein concentrate had the best solubility. Flax protein concentrate had good emulsification capacity and emulsion stability indicators. Vegan protein smoothie with the lowest viscosity was made with soy protein isolate. Due to its high emulsifying capacity and emulsion stability, the protein smoothie made with flax seed protein concentrate had a high viscosity, and when stored for 24 hours and 7 days, the product practically did not layer. In the shaking test, all products got mixed well except the product made with flax seed concentrate, which did not mix in any case (due to the high viscosity of the product). In the sensory evaluation of vegan protein smoothies, soy isolate turned out to be the most suitable for making vegan protein smoothies. The product made with soy isolate received the best scores for all indicators. In terms of product taste, the product made with rapeseed protein concentrate was rated as the most unsuitable, the evaluators noted a strong unpleasant taste. In terms of texture, the product made with flax protein concentrate was rated as the most unsuitable, the product was too thick in texture and unsuitable for a vegan protein smoothie. All protein concentrates/isolates used in the Master's thesis have positive properties that can be used in further research, either individually or in combination with other plant proteins, to develop a suitable vegan protein smoothie recipe. Flax seed protein concentrate could be used in the development of more viscous products.</p>			
Keywords: plant proteins, protein isolates, protein concentrates, vegan protein smoothie			

SISUKORD

LÜHENDID	6
SISSEJUHATUS	7
1 . KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	9
1.1. Valkude üldiseloomustus.....	9
1.1.1. Valkude tarbimine ja trendid	9
1.1.2. Valkude ehitus ja funktsioon organismis.....	11
1.1.3. Valgud toitumise osana.....	14
1.2. Taimsete ja loomsete valkude võrdlus.....	15
1.3. Taimsete valguallikate iseloomustus	22
1.3.1. Herne iseloomustus	22
1.3.2. Põldoa iseloomustus	23
1.3.3. Rapsi iseloomustus	24
1.3.4. Kanepi iseloomustus	25
1.3.5. Soja iseloomustus	26
1.3.6. Lina iseloomustus	29
1.4. Valgud toiduainetetööstuses	29
2. EKSPERIMENTAALNE OSA	31
2.1. Valkude omaduste hindamine	31
2.1.1. Analüüsimaterjalid.....	31
2.1.2. Katseskeem	32
2.1.3. Valkude analüüsimeetodid.....	33
2.2. Veganproteiinismuuti omaduste hindamine	35
2.2.1. Veganproteiinismuuti retseptide koostamise põhimõtted ja valmistamine	35
2.2.2. Proteiinismuutide katseplaan	36
2.2.3. Veganproteiinismuutide analüüsimeetodid.....	36
2.3. Statistilised meetodid.....	38
3. TULEMUSED JA ARUTELU	39
3.1. Valgukontsentraatide/isolaatide omadused	39
3.1.1. Valkude vee absorptsioonivõime.....	39
3.1.2. Valkude lahustuvus.....	40
3.1.3. Valkude emulgeerimisvõime ja emulsiooni stabiilsus.....	42
3.1.4. Valkude omaduste omavahelised seosed	44
3.2. Veganproteiinismuuti omadused	45
3.2.1. Veganproteiinismuuti viskoossus	45
3.2.2. Veganproteiinismuuti pH.....	47
3.2.3. Veganproteiinismuuti kihistumiskatse tulemused	48
3.2.4. Veganproteiinismuuti segamiskatse tulemused	52
3.2.5. Veganproteiinismuuti omaduste omavahelised seosed.....	52
3.2.6. Veganproteiinismuuti sensoorne hindamine.....	53

KOKKUVÕTE	58
KASUTATUD KIRJANDUS	62
LISAD	72
Lisa 1. Veganproteiinismuuti retseptid.....	73
Lisa 2. Sensorse hindamise tabel.....	75
Lisa 3. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta	77

LÜHENDID

Per capita – inimese kohta

FAO - Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni Toidu- ja Põllumajandus organisatsioon

ÜRO – Ühinenud Rahvaste Organisatsioon

U.S. National Academy of Sciences – Ameerika Ühendriikide rahvuslik Teaduste Akadeemia

PDCAAS - indikaator valgu kvaliteedi hindamiseks võime järgi rahuldada inimorganismi aminohappelisi nõudmisi

SPC – sojavalgu kontsentraat

SPI – sojavalgu isolaat

DSM - Dutch State Mines

RDA - Päevane soovitatav kogus

SISSEJUHATUS

Käesolevas magistritöös antakse ülevaade valkudest. Käsitletakse valkude tarbimise trende maailmas ja kirjeldatakse valkude tarbimise suurenemise trendide põhjuseid, valkude tähtsust toitumise osana ja valkude koostist ning toimimismehhanisme. Põhjalikumalt kirjeldatakse taimseid valke, nende allikaid ja toiteväärtust üldiselt. Lisaks on käsitletud valkude kasutamist toiduainetetööstuses ning millised erinevad taimsete valkude vormid (jahud, kontsentraadid, isolaadid) on kasutusel toiduainetetööstus.

Maailma rahvastiku kasvust tulenevalt on tekkinud suurem nõudlus valkudele. Lisaks rahvastiku kasvule mõjutab valkude tarbimise suurenemist ka valgu rolli teadvustamine nii toitumises kui ka tervisliku vananemise juures. Prognoositakse lisaks loomse valgu tarbimise kasvule ka taimsete valkude tarbimise olulist suurenemist. Prognoositav number aastaks 2027 on 17,8 miljardit USA dollarit versus 10,3 miljardit aastal 2020. Kasvu suuruseks prognoositakse rohkem kui 7 miljardit USA dollarit (Shahbandeh 2022).

Kvaliteetsed valguallikad, mis sisaldavad kõiki asendamatu aminohappeid, on loomset päritolu toidud. Heaks (10-19% päevasest vajadusest portsjoni kohta) või väga heaks (>20% päevasest vajadusest portsjoni kohta) valguallikaks on ka mõned taimsed toidudained. Toidusedelisse lisavad valke oad, herned, teraviljad, pähklid, seemned ja köögiviljad, mis annavad lisaks ka vitamiine, mineraalaineid ja fütotoitaineid. Tera- ja köögiviljade puuduseks valguallikatena on aga asjaolu, et nad üksikult ei sisalda kõiki asendamatu aminohappeid (Spano *et al.* 2018).

Erinevatest allikatest pärinevatel valkudel on tavaliselt erinevad struktuursed ja funktsionaalsed omadused ning pH. Käesolevas magistritöös uuriti erinevate taimsete valkude lahustuvust, vee absorptsioonivõimet, emulgeerimisvõimet ja emulsiooni stabiilsust erineva keskkonna pH juures. Näiteks valkude lahustuvus mõjutab taimsete valkude erinevaid funktsionaalseid omadusi, eriti nende emulgeerimis- ja vahutamisomadusi, kuna see mõjutab nende liikumist õli-vee või õhu-vee piirpinnale (Johnston *et al.* 2014).

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli luua ülevaade kirjanduse baasil taimsetest valkudest sealhulgas:

1. Taimsete valkude omadustest ja kasutamise võimalustest ning nende funktsionaalsetest omadustest.
2. Millised taimsed valgud sobiksid kõige paremini veganproteiinismuuti tootmiseks.

Proteiinismuuti on puuvilja-marjapüreel põhinev täistaimne toode, millele on lisatud valgusisalduse tõstmise eesmärgil taimsete valkude kontsentraati või isolaati. Toode on mõeldud sportlastele abiks treeningkoormusest kiiremaks taastumiseks ja valguvajaduse taastamiseks harrastussportlastele/sportlastele, kes jälgivat toitumisel vegan põhimõtteid.

Magistritöö eksperimentaalne osa viidi läbi kahes osas.

Esimese osa eesmärgiks oli selgitada välja keskkonna pH-mõju erinevate taimsete valkude isolaatide/kontsentraatide lahustuvusele, vee absorptsioonivõimele ja valkude emulgeerimisomadustele.

Töö **teises osa eesmärgiks** oli hinnata taimsete valkude sobivust kasutamiseks veganproteiinismuutide retseptides - kogustes, mis võimaldavad toitumisalaste väidete esitamist veganproteiini pakendi märgistusel.

1 . KIRJANDUSE ÜLEVAADE

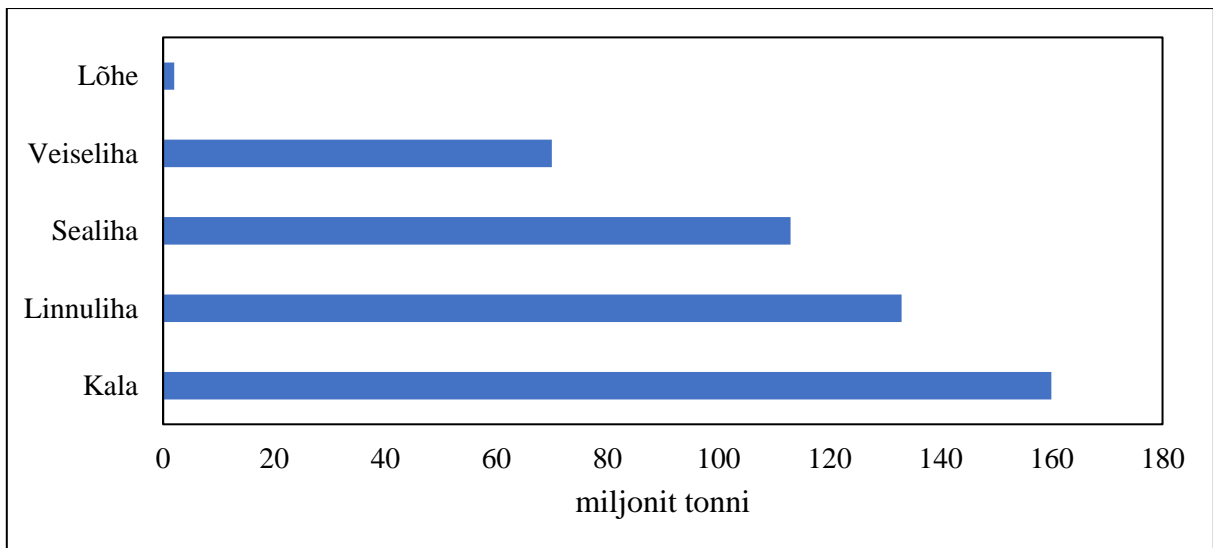
1.1. Valkude üldiseloostus

1.1.1. Valkude tarbimine ja trendid

Maailma rahvastiku kasv koos sellise teguriga nagu muutuv sotsiaaldemograafia, avaldab suuremat survet pakkuda rohkem ja erinevaid toidu tüüpe. Eeldatakse, et suurenenud nõudlusel loomsete valkude järele on negatiivne keskkonnamõju, tekitades kasvuhoone gaase, nõudes rohkem vett ja maad (Henchion *et al.* 2017).

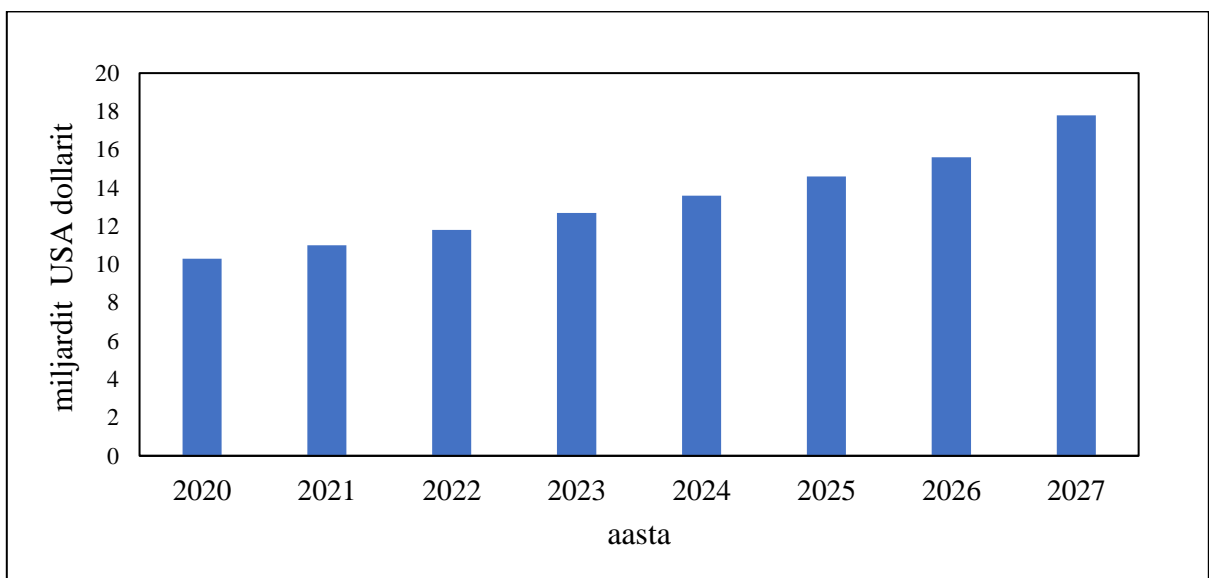
Lisaks rahvastiku kasvust tulenevale suurenenud valkude tarbimisele on globaalse valgu nõudluse suurenemise põhjuseks ka sotsiaalmajanduslikud muutused, nagu sissetulekute kasv, linnastumine ja elanikkonna vananemine. Samuti hinnatakse üha enam valkude panust tervislikku vananemisse (Delgado 2003; Popkin *et al.* 2012) ja valgu rolli tervislikus toitumises. Majandusareng ja suurenenud linnastumine toovad kaasa suuri muutusi elanikkonna toitumisharjumustes eelkõige madala ja keskmise sissetulekuga riikides, nii et suurem osa ülemaailmsest nõudluse kasvust loomse päritoluga toiduainete järele toimub arengumaades (Popkin *et al.* 2012).

Joonisel 1 on toodud hinnanguline loomsete valkude ülemaailmne tarbimine 2021. aastal, mis baseerub loomsete valkude liikidel (miljonit tonni). See statistika näitab hinnangulist loomsete valkude tarbimist kogu maailmas 2021. aastal liikide kaupa. FAO (ÜRO Toidu- ja Põllumajandus organisatsioon) hinnangul tarbiti sel aastal kogu maailmas näiteks 133 miljonit tonni linnuliha (küpsetusvalmis) (Shahbandeh 2022).



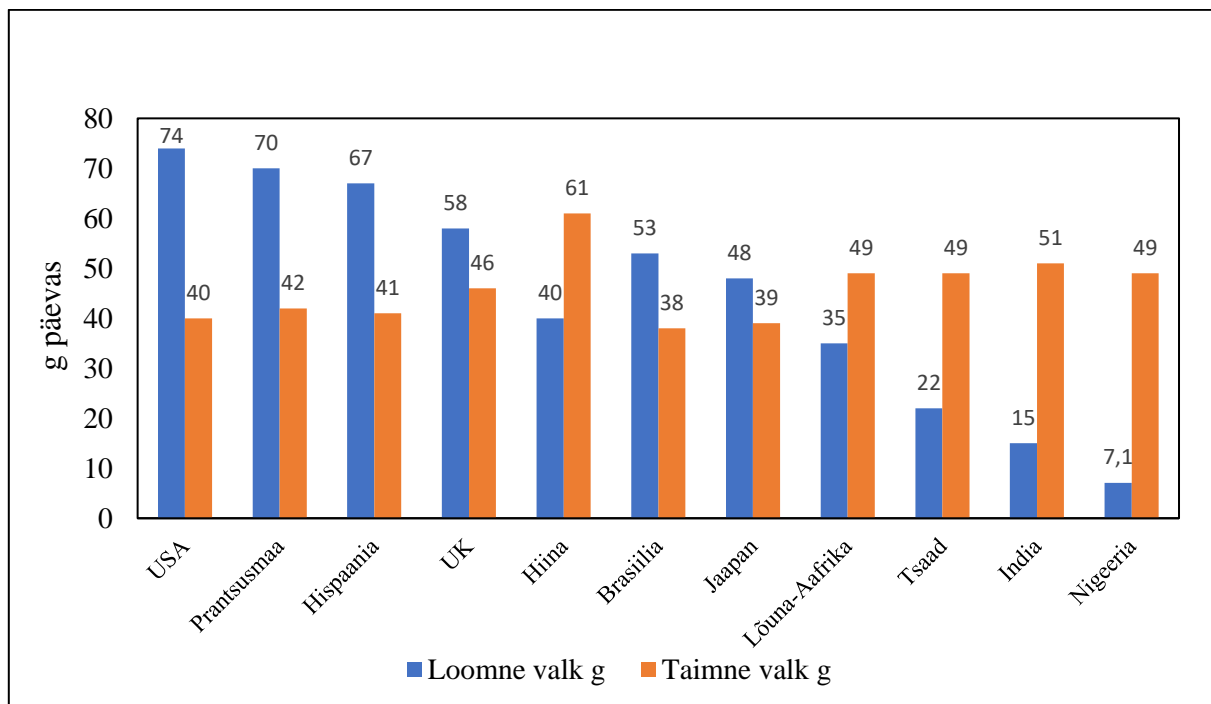
Joonis 1. Loomsete valkude ülemaailmne tarbimine (miljonit tonni) 2021.aastal (Shahbandeh 2022)

Joonisel 2 on näha taimsete valkude prognoositavat turuväärtust kogu maailmas aastaks 2027. Prognoositav number on 17,8 miljardit USA dollarit versus 10,3 miljardit aastal 2020. Kasvu suuruseks prognoositakse rohkem kui 7 miljardit USA dollarit (Shahbandeh 2022).



Joonis 2. Taimsete valkude turuväärtus kogu maailmas aastatel 2020- 2027 (miljardites USA dollarites) (Shahbandeh, 2022)

Joonisel 3 on toodud loomsete ja taimsete valkude päevane tarbimine aastal 2017. Päevast valgu tarbimist *per capita* mõõdetakse grammides ühe päeva kohta. Loomse päritoluga valk hõlmab valke kõikidest tarbitavatest lihatoodetest, muna- ja piimatoodetest ning kalast ja mereandidest (Our World in Data 2022).



Joonis 3. Loomsete ja taimsete valkude päevane tarbimine aastal 2017 *per capita* grammi päevas (Our World in Data 2022)

1.1.2. Valkude ehitus ja funktsioon organismis

Valgud ehk proteiinid on mitmekesised biomolekulid/ biopolümeerid. Valgud koosnevad 20-st eri tüüpi ehituskividest- *aminohapetest*, mis moodustavad omavahel peptiidsidemete vahendusel seostudes pikki hargnemata polümeere. Valgu molekulid võtavad täpseteks ruumilisteks struktuurideks, mis kannavad mitmesuguseid elutähtsaid funktsioone. Need moodustavad näiteks virgatsaineid ehk signaalmolekule (nende hulka kuulub ka hormoon insuliin) ja nende retseptoreid, mõjutades signaali-retseptori reaktsiooni kaudu kogu elutegevust (insuliini puhul veresuhkru kättesaadavust rakkudele). Ühed valgud toetavad organelle,

organeid ja organismi, teised tagavad liikumist ning kolmandad (nt. antikehad) kaitsevad meid võõrtegurite kahjustava toime eest. Eriti olulised valgud on ensüümid- biokatalüsaatorid, mis mõjutavad keemilisi reaktsioone ilma reagentideta püsivaid seoseid moodustamata. Elussüsteemides toimuvad kõik reaktsioonid ensüümide osalusel (Tymoczko *et al.* 2016).

Aminohapetest sünteesitakse valke ning valgud on kõigi taimsete ja loomsete kudede koostisosade seas vee järel teisel kohal (Spano *et al.* 2018).

Valgud on keerukad molekulid, mis võivad erinevate stiimulite mõjul muutuda. Kehaomaseid valke lagundatakse pidevalt ning enamust selle tulemusena vabanevatest aminohapetest kasutatakse uute kehaomaste valkude sünteesimiseks. Taasringlusse suunatud aminohappeid kasutatakse uute kehavalkude sünteesimiseks rohkem kui toidust omastatavaid aminohappeid. See on peamine põhjus, miks me vajame toidus suhteliselt vähe valke, kui meie kehalise aktiivsuse tase on mõõdukas ning füsioloogilise stressi tase on minimaalne. Sellegipoolest on toiduvalgud äärmiselt olulised, kuna nende vähesuse korral muutub kehavalkude lagundamine (katabolism) intensiivsemaks, et tagada aminohapete piisav kättesaadavus ning see võib viia kudede kõhetumisele (Spano *et al.* 2018).

Inimese toitumise kontekstis on aminohapete klassifitseerimise peamiseks aluseks nende võime valke moodustada. Aminohappeid, mis kuuluvad valkude koostisesse nimetatakse proteinogeenseteks (Spano *et al.* 2018). Proteinogeenide aminohappeid, millest inimorganism sünteesib erinevaid valke, on 20. Inimkeha valkudes sisalduva 20 aminohappe puhul on oluline see, kas aminohape on asendamatu (saadav üksnes toidust) või suudab keha seda ise sünteesida. Asendatavate aminohapete toidusedelist puudumise korral toodab keha neid teistest aminohapetest või lihtsamatest lähteainetest. Mitme aminohappe sünteesimiseks aga puudub organismis vastav sünteesirada. Neid nimetatakse asendamatuteks aminohapeteks (Spano *et al.* 2018).

Inimese toidusedel sisaldab 9 asendamatu aminohapet, millest 8 on asendamatu ka täiskasvanute jaoks. Histidiin - on asendamatu imikutele ja arvatakse, et teatud määral ka täiskasvanutele, kuid tervete täiskasvanute puhul pole see siiski kinnitust leidnud (Spano *et al.* 2018). Asendamatutel aminohapetel on täita mitmeid elutähtsaid rolle inimorganismis (Tabel 1). Välja võiks tuua näiteks vereloome seisukohalt olulised histidiini ja isoleutsiini. Histidiinil

on oluline roll punaste ja valgete vereliblede tootmise juures ja isoleutsiinil hemoglobiini moodustumise juures (Nehete *et al.* 2013).

Tabel 1. Asendamatud aminohapped ja nende rollid inimorganismis (Nehete *et al.* 2013)

Aminohape	Roll
Isoleutsiin	Hemoglobiini moodustumine, hoiab ära lihaste kurnatuse nõrgestatud inimestel
Leutsiin	Soodustab naha ja luumurdude paranemist, vähendab lihasvalkude lagunemist
Valiin	Mõjutab teiste neurotransmitter prekursorite (trüptofaan, fenüülalaniin ja türosiin) omastamist ajus
Histidiin	Punaste ja valgete vereliblede tootmine, aneemia ravi
Lüsiin	Inhibeerib viiruseid, herpes simplex ravi. Lüsiin ja C-vitamiin moodustavad koos L-karnitiiniga biokeemilise aine, mis võimaldab lihaskoel hapnikku tõhusamalt kasutada, pidurdades väsimust.
Metioniin	Suurendab antioksidantide taset (glutatioon), vähendab vere kolesteroolitaset
Fenüülalaniin	Kollageeni tootmine, türosiini prekursor, parandab õppimist, mälu, meeleolu ja erksust
Treoniin	Takistab rasvade moodustumist maksas
Trüptofaan	Takistab rasvade moodustumist maksas, peamise neurotransmitteri serotoniini prekursor, millel on rahustav toime

Poolasendamatuid aminohappeid sünteesitakse tavaliselt piisavas koguses, aga nende varu väheneb, kui keha vajaduste rahuldamiseks pole saadaval piisaval hulgal lähteaineid (Spano *et al.* 2018). Tabelis 2 on toodud inimkeha valkudes sisalduvad asendatavad ja poolasendatavad aminohapped. Kokkuvõttes suudab inimorganism normaalses tingimustes sünteesida 11 asendatavat aminohapet (sh. neid mida loetakse poolasendamatuteks) (Spano *et al.* 2018).

Tabel 2. Inimkeha valkudes sisalduvad asendatavad ja poolasendatavad aminohapped (Spano *et al.* 2018)

Asendatavad aminohapped	Poolasendatavad aminohapped *
Alaniin	Arginiin
Asparagiin	Tsüsteiin
Asparagiinhape	Glutamiin
Glutamiinhape	Glütsiin
Seriin	Proliin
	Türosiin

* Poolasendamatud aminohapped stressi, haiguse või vigastuse korral (Spano *et al.* 2018)

Valgud on energiaallikana kasutatavad, kuid nende peamine ülesanne organismis on toetada rakkude ja kudede kasvu ning säilitada nende struktuurset terviklikust. Lisaks on peaaegu kõik ensüümid ning osad hormoonid valgulise koostisega. Valgud osalevad aktiivselt antikehade tootmises ja tagavad organismi tugeva ning toimiva immuunsüsteemi, samuti osalevad nad paljude ühendite transpordil (Tervise Arengu Instituut 2015).

1.1.3. Valgud toitumise osana

Kvaliteetsed valguallikad, mis sisaldavad kõiki asendamatuid aminohappeid on loomset päritolu toidud. Heaks (10-19% päevasest vajadusest portsjoni kohta) või väga heaks (>20% päevasest vajadusest portsjoni kohta) valguallikaks on ka mõned taimsed toiduained. Toidusedelisse lisavad valke oad, herned, teraviljad, pähklid, seemned ja köögiviljad, mis annavad lisaks ka vitamiine, mineraalaineid ja fütotoitaineid. Tera- ja köögiviljade puuduseks valguallikatena on aga asjaolu, et nad üksikult ei sisalda kõiki asendamatuid aminohappeid (Spano *et al.* 2018).

Valkude poolt saadav toiduenergia 1 grammi kohta on 4 kcal ja valkudest saadav energia võiks anda 10-20% päevasest toiduenergiast. Päevas 2000 kcal vajav inimene peaks päevas tarbima 50 -100 g valke. Kui tarbida valke pikemat aega liigses koguses, võib see koormata neerusid ja maksa, põhjustada podagrat ja suurendada allergiate tekkimise riski (Tervise Arengu Instituut 2015).

Valkude omastatavus on tihedalt seotud taimsetes valkudes sisalduvate antitoitainetega. Antitoitained on taimedes loomulikult esinevad ühendid, mis võivad väärtuslikud toitained enda külge siduda ja kehast välja viia. Antitoitained võivad põhjustada soolestiku põletikulisi protsesse või kõhulahtisust, mis ongi märgid sellest, et organism vajalikke toitaineid ei omistanud (Männi 2022).

Antitoitained on näiteks proteaasi inhibiitorid nt. Bowmani-Birki trüpsiini inhibiitor sojaubades (Birk *et al.* 1985), mis inhibeerivad trüpsiini, pepsiini ja muid proteaase soolestikus, takistades seedimist ja valkude ja aminohapete imendumist (Astley *et al.* 2016).

Antitoitained kaitsevad taimi lindude ja loomade eest (tanniinid, saponiinid) või varuvad seemne idanemise jaoks vajalikke elemente (fütaadid). Fütaadid sisalduvad näiteks täisteraviljades, kaunviljades ja kliides ning nõrgendavad raua, tsingi ja kaltsiumi imendumist (Männi 2022).

Paljud traditsioonilised valmistamismeetodid (nt kääritamine) vähendavad antitoitaineid, nagu fütiinhape, ja suurendavad seeläbi taimse toidu toiteväärtust ning kvaliteeti. Neid meetodeid kasutatakse laialdaselt ühiskondades, kus teraviljad ja kaunviljad moodustavad olulise osa toidust (Reddy *et al.* 1994). Näiteks kääritatakse maniokki, et vähendada nii toksiinide kui ka antitointainete taset (Prakash *et al.* 2014). Antitointainete kontsentratsioon suurem just valgukonsentraatides/isolaatides, mida kasutatakse erinevate taimsetel valkudel põhinevate toodete valmistamiseks (Männi 2022).

1.2. Taimsete ja loomsete valkude võrdlus

Köögiljad, kaunviljad ja puuviljad on head valguallikad. Kaunviljades on suurem valgusisaldus kui juur- ja puuviljades (Creighton 1992). Tabelis 3 on kirjeldatud erinevaid taimi, mis on valgu allikateks.

Tabel 3. Taimed kui valgu allikad (koos näidetega) (Nehete *et al.* 2013)

Taimed valguallikana	Näited
Kaunviljad	Kikerhersed, kidney oad, läätsed, võioad, valged herneoad, sojaoad, kollased herned
Teraviljad	Oder, pruun riis, tatar, hirss, kinoa, rukis, nisu, metsik riis
Köögiljad	Brokkoli, spinat, spargel, artišokid, kartulid, bataadid, rooskapsad
Puuviljad	Õunad, banaanid, melon, viinamarjad, greipfruut, apelsinid, papaia, virsikud, pirnid, ananass, maasikad, mandariinid, arbuus
Pähklid ja seemned	Mandlid, India pähklid, metspähklid, kanepiseemned, maapähklid, kõrvitsaseemned, seesamiseemned, päevalilleseemned, kreeka pähklid

Kvaliteetne valk annab piisava koguse asendamatuid aminohappeid, mida saab kergesti seedida ja kasutada valkude sünteesiks (Mattila *et al.* 2018). Aminohappeline koostis on kõige olulisem valkude kvaliteeti määrav tegur. Erinevatest taimsetest allikatest pärit valgud sisaldavad erinevaid aminohapete profiile, millel on erinevad omadused ja kasulik toime tervisele. Teraviljadest, seemnetest, kaunviljadest, pähklitest, ja köögiviljadest saadud taimsetes valkudes on enamasti vähe või puuduvad teatud asendamatud aminohapped, nagu lüsiin, väävlit sisaldavad aminohapped (tsüsteiin ja metioniin) ja treoniin. Kuigi sojavalke nimetatakse mõnikord "täielikeks" valkudeks, on nende üldine asendamatu aminohapete sisaldus suhteliselt madal (85% madalam kui piimas) (Wilson *et al.* 2006).

Loomsete valkude toiteväärtus on kõrgem kui taimsetel valkudel. See arvamus põhineb loomsete valkude aminohappelisel koostisel, seeduvuse omadustel ja võimele transportida teisi olulisi toitaineid nagu kaltsium ja raud. Lisaks on loomsetele valkudele omistatud positiivsemaid tehnoloogilisi omadusi võrreldes taimsete valkudega nagu tarretamisvõime, emulgeerimisvõime ja vahustatavus, mis annavad toidule soovitava tekstuuri ja sensoorsed omadused (Kim *et al.* 2020).

Erinevate taimsete ja loomsete valkude sisaldus (%), aminohapete sisaldus (g/100 g valgus) ja asendamatu aminohapete sisaldus kokku (g/100 g valgus) on toodud tabelis 4. Vastavalt tabelis 4 toodud andmetele on näha, et kõige väärtuslikum taimne toiduaine valgu sisalduse järgi on soja ja samuti ka kaunviljad (lupiin, hernes, läätsed). Asendamatu aminohapete (isoleutsiin, leutsiin ja valiin) sisalduselt on tabelis 4 toodud andmete järgi kõige väärtuslikumad taimedest läätsed ja õlikultuuridest raps. Histidiini, treoniini ja lüsiini sisaldus on samuti kõige kõrgem rapsil, samas ka metioniini sisaldus on üks kõrgemaid (taimedest teisel kohal). Fenüülalaniini sisaldus on kõige kõrgem kaeral. Tabelisse 4 on toodud võrdluseks ka muna, piim ja veiseliha ehk loomse valgu allikad. Tabeli kokkuvõtivatest andmetest on näha, et loomse valgu allikate asendamatu aminohapete sisaldus on oluliselt kõrgem kui taimse valgu allikatel ja sellest lähtuvalt on need ka väärtuslikumad inimorganismi toitumise seisukohalt.

Tabel 4. Erinevate taimsete ja loomsete valkude sisaldus kuivaines (%), aminohapete sisaldus (g/100 g valgus) ja asendamatute aminohapete sisaldus kokku (g/100 g valgus)

Taim/vili	Soja ¹	Lu- piin ¹	Her- nes ¹	Läät- sed ¹	Mais ¹	Nisu ¹	Kaer ²	Raps ³ ****	Lina ⁴	Veiseliha ^{6 7 9}	Piim ^{6 7 10}	Munad ^{6 7 11}
Treoniin	2.3	1.6	2.5	3	1.8	1.8	3.3	4.27	3.66	4.7	5.1	5.0
Metioniin	0.3	0.2	0.3	0.8	1.1	0.7	2.9	1.94	2.13	3.6*	3.2*	5.1*
Fenüülalaniin	3.2	1.8	3.7	4.5	3.4	3.7	5.3	4.06	4.31	9.1**	10.5**	10.4**
Histidiin	1.5	1.2	1.6	2.5	1.1	1.4	2.2	3.39	1.89	4,4	2.8	2.3
Lüsiin	3.4	2.1	4.7	7.3	1	1.1	3.8	5.92	3.90	8,9	8.3	7.2
Valiin	2.2	1.4	2.7	4.5	2.1	2.3	5.5	4.97	3.48	5,3	6.8	7.4
Isoleutsiin	1.9	1.5	2.3	3.8	1.7	2	3.9	3.47	2.68	5.0	6.4	6.9
Leutsiin	5	3.2	5.7	7.8	8.8	5	7.3	6.19	6.15	7.9	9.3	8,2
Trüptofaan	N/A	N/A	N/A	1.2	N/A	N/A	N/A	1.33	0.8	1.4	1.4	1.6
Seriin	3.4	2.5	3.6	3.5	2.9	3.5	4.2	4.0	5.83	3.8	3.25	6.82
Glütsiin	2.7	2.1	2.8	3.6	1.6	2.4	4.9	4.92	7.15	2.9	2.28	3.04
Glutamiinhape	12.4	12.4	12.9	21.4	13.1	26.9	22.6	18.14	24.14	14.4	19.8	12.03
Proliin	3.3	2	3.1	4.9	5.2	8.8	6.1	5.97	6.16	5.4	10.4	3.61
Tsüsteiin	0.2	0.2	0.2	0.7	0.3	0.7	2.3	2.29	0.83	1.4	0.50	1.14
Alaniin	2.8	1.7	3.2	4.7	4.8	1.8	4.7	4.36	5.58	6.4	3.16	5.09
Türosiin	2.2	1.9	2.6	3.3	2.7	2.4	3.3	2.5	2.66	3.2	4.63	3.70
Arginiin	4.8	5.5	5.9	7.6	1.7	2.4	6.7	6.62	9.57	6.6	2.28	5.48
Asparagiinhape	N/A	N/A	N/A	13.7	N/A	N/A	8.3	7.25	9.09	8.8	7.25	9.24
Kokku asendamatute aminohapete osakaal g/100 g-s valgus*****	19.8	13	23.5	34.2	21	18	34.2	34.21	28.02	48.6	52.4	52.5
Valgu sisaldus kuivaines (%)	39.4– 44.4	39–55	23.1– 30.9	10.5– 36.4	9–11	9.3– 12.33	27.1	19.6– 23.5	20.3 ⁵	84.1*** ⁸	27.0 ⁸	53.1 ⁸

*Metioniin sh. tsüsteiin ; **Fenüülalaniin sh.türosiin; *** Veiseliha keskmiselt; **** Rapsikook ehk rapsiõli pressimisjääk; ***** v.a trüptofaan; N/A andmed ei ole saadaval ¹ (Kumar *et al.* 2022); ² (Pomeranz *et al.* 1973); ³ (Wanasundra *et al.* 2016); ⁴ (Kraievskaja *et al.* 2017); ⁵ (Priyanka *et al.* 2014); ⁶ (Friesland *et al.* 2007); ⁷ (FAO *et al.* 2007); ⁸ (Tervise Arengu Instituut, Toidu koostise andmebaas); ⁹ (Mazhangara *et al.* 2019);¹⁰ (Medhammar *et al.* 2012); ¹¹(Attia *et al.* 2020)

Tabelis 5 on toodud erinevate loomsete ja taimsete toiduainete asendamatute aminohapete kogused 100 ml-s/100 g-s toidus. Andmetest on näha, et asendamatute aminohapete sisaldus 100 g toidu kohta on kõrgem veiselihas, munades ja sojaubades..

Tabel 5. Asendamatute aminohapete sisaldus erinevates loomsetes ja taimsetes toiduainetes 100 g või ml toote kohta (Tessari *et al.* 2016)

Asendamatud aminohapped (mg)	RDA*	Muna	Piim	Veise-liha	Sojaoad	Herned	Nisu	Mais
		12.1 g valku	3.3 g valku	22 g valku	38.9 g valku	5.5 g valku	11 g valku	8.7 g valku
Lüsiin	2100	1001	272	2002	3047	348	239	258
Histidiin	700	322	93	849	1170	85	228	251
Treoniin	1050	674	164	898	1843	310	310	334
Tsüsteiin+metioniin	1050	740	118	871	1183	95	454	307
Valiin	1820	896	233	1063	2176	226	452	472
Isoleutsiin	1400	741	192	950	2222	201	403	350
Leustiin	2730	748	355	1892	3689	342	741	1028
Fenüülalaniin	1750	1242	318	1677	3970	345	855	761
Trüptofaan	280	228	50	246	618	54	116	61
Asendamatud aminohapped kokku	12880	6597	1795	10448	19918	4816	3798	3822

* Päevane soovitatav kogus 70 kg inimese kohta

Tabelis 6 on välja toodud toidu kogused, mis on vajalikud asendamatute aminohapete koguhulga ($\approx 12,9$ g) saamiseks ja mis vastavad kogu asendamatute aminohapete soovitatavale päevasele kogusele (RDA) 70 kg kaaluva mehe jaoks. See kogus ei ole kohandatud iga asendamatu aminohappe individuaalsele vajadusele, vaid seda väljendatakse nende diferentseerimata koguvajadusena. Toidukogused on väljendatud toidu söödavate osade kogusena (Tessari *et al.* 2016).

Tabel 6. Toidu kogused, mis on vajalikud asendamatute aminohapete koguhulga ($\approx 12,9$ g) saamiseks ja mis vastavad kogu asendamatute aminohapete soovitatavale päevasele kogusele (RDA) 70 kg kaaluva mehe jaoks (Tessari *et al.* 2016)

Asendamatud aminohapped (mg)	RDA ¹	Muna ²	Piim	Veise-liha	Sojaoad	Herned	Nisu	Mais
		206 g	718 ml	123 g	65 g	642 g	339 g	337 g
Lüsiin	2100	1786	1952	2468	1970	2234	811	869
Histidiin	700	573	667	1047	757	546	773	846
Treoniin	1050	1212	1177	1107	1192	1990	1051	1126
Tsüsteiin+metioniin	1050	1519	847	1074	765	610	1540	1035
Valiin	1820	1652	1672	1310	1407	1451	1533	1591
Isoleutsiin	1400	1328	1378	1171	1437	1291	1367	1179
Leustiin	2730	2046	2547	2332	2385	2196	2513	3464
Fenüülalaniin	1750	2376	2282	2067	2567	2215	2900	2565
Trüptofaan	280	389	359	303	399	347	393	206
Asendamatud aminohapped kokku	12880	12880	12880	12880	12880	12880	12880	12880

¹ Päevane soovitatav kogus 70 kg inimese kohta; ² Kogus vastab 3,74 muna söödavale osale

Tabelis 7 on toodud toidu kogused, mis on vajalikud asendamatute aminohapete koguhulga tagamiseks, mis vastab iga asendamatute aminohapete soovitatavale päevasele kogusele 70 kg kaaluva mehe jaoks. Tabelis toodud kogus on kohandatud iga asendamatute aminohapete individuaalsele vajadusele. Toidukogused on väljendatud toidu söödavate osade kogusena.

Tabelites 6 ja 7 põhinevatel andmetel on näha, et asendamatute aminohapete sisalduselt lähtuvalt on loomsed toiduained (muna, veis, piim) ja soja kõrgema toiteväärtusega kui teised tabelites välja toodud taimsed toiduained. Et saada vajalikku asendamatute aminohapete kogust näiteks munadest on see 275 g (5 muna) aga hernestest 1105 g.

Tabel 7. Toidu kogused, mis on vajalikud asendamatute aminohapete koguhulga tagamiseks, mis vastab iga asendamatu aminohappe soovitatavale päevasele kogusele (RDA) 70 kg kaaluva mehe jaoks (Tessari *et al.* 2016)

Asendamatud aminohapped (mg)	RDA¹	Muna²	Piim	Veise-liha	Sojaoad	Herned	Nisu	Mais
		275 g	890 ml	171 g	89 g	1105 g	879 g	814 g
Lüsiin	2100	2383	2420	3428	2703	3846	2100	2100
Histidiin	700	764	828	1454	1038	939	2003	2043
Treoniin	1050	1617	1459	1537	1636	3426	2724	2719
Tsüsteiin+metioniin	1050	2027	1950	1491	1050	1050	3989	2499
Valiin	1820	2205	2073	1820	1930	2498	3972	3842
Isoleutsiin	1400	1773	1708	1627	1972	2222	3541	2849
Leustiin	2730	2730	3159	3239	3273	3780	6511	8367
Fenüülalaniin	1750	3171	2830	2871	3523	3813	7513	6194
Trüptofaan	280	519	445	421	548	597	1019	497
Asendamatud aminohapped kokku	12880	17189	15972	17888	17674	22172	33372	31109

¹ Päevane soovitatav kogus 70 kg inimese kohta; ² Kogus vastab 5 muna söödavale osale

Valkude kvaliteedi hindamiseks on aastate jooksul välja töötatud erinevaid meetodeid, kuid praegu soovivad *FAO* ja *U.S. National Academy of Sciences* aminohapete hindamist (Institute of Medicine of the National Academies, 2005; Boye *et al.* 2012). Valgu toiteväärtuse kvaliteedi määrab valgu asendamatute aminohapete sisaldus, valkude seeduvus, valgu netokasutus, bioloogiline väärtus ja valkude seeduvuse järgi korrigeeritud aminohapete skoor (PDCAAS) (FAO 1991). PDCAAS on indikaator valgu kvaliteedi hindamiseks võime järgi rahuldada inimorganismi aminohappelisi nõudmisi (FAO 1991).

Loomsed valgud on paremini seeduvaid, omavad suuremat netokasutuse %, bioloogilist väärtust ja paremat PDCAAS %, kui taimsed valgud (Berrazaga *et al.* 2019). Taimsete valkude madalam PDCAAS võib olla tingitud madalamast seeduvuse %-st ja teatud aminohapete vähesusest, mida on vaja, et inimkeha toimimiseks (Berrazaga *et al.* 2019).

Tabelis 8 on kirjeldatud erinevate valkude kvaliteedi näitajad ja tulemusest on näha, et loomsed valgud on nii seeduvuse näitaja kui ka bioloogilise väärtuse ja netokasutuse osalt

kvaliteetsemad. Eriti kvaliteetseks võib pidada muna. Taimsete valkude osalt on sojavalgu isolaat kõrgemate näitajatega kui teised tabelis toodud taimsed valgud.

Tabel 8. Loomsete ja taimsete valkude kvaliteedinäitajad (Ismail *et al.* 2020)

Valgu tüüp	Valgu seeduvus %	Bioloogiline väärtus %	Valgu netokasutus %	PDCAAS
Loomsed valgud				
Veiseliha	92	80	73	0.92
Kana	95	79	80	0.91
Muna	98	100	94	1
Piim	96	91	82	1
Vadakuvalgud	100	104	92	1
Taimsed valgud				
Sojajahu	80	N/A	N/A	0.93
Sojavalgu isolaat	98	74	61	1
Purustatud kollane hernes	88	N/A	N/A	0.64
Hernevalgu konsentraat	99	65	N/A	0.89
Kikerhernes	89	N/A	N/A	0.74
Nisu	91	56–68	53–65	0.51
Nisugluteen	85–95	64	67	0.25

N/A- ei ole saadaval

Tabelis 9 on välja toodud erinevate taimsete valkude PDCAAS väärtused (Hertzler *et al.* 2020). Tabelis toodud PDCAAS väärtuste allikad ja meetodikad hindamiseks on erinevad (Hertzler *et al.* 2020).

Tabel 9. Taimsete valkude kvaliteet (Hertzler *et al.* 2020)

Taimne valk	PDCAAS ¹	PDCAAS ²	PDCAAS ³	PDCAAS ⁴
Soja	0.99	1.00	0.93	1.00
Raps	0.88	1.00	0.93	1.00
Kartul	0.87	1.00	0.87	1.00
Hernes	0.83	0.84	0.78	0.91
Kinoa	0.78	0.89	0.77	0.84
Kikerhernes	0.77	0.85	0.71	0.71
Läätsed	0.73	0.73	0.68	0.80
Kidney oad	0.68	0.68	0.63	0.74
Pölduba	0.63	0.65	0.60	0.67
Oder	0.63	0.71	0.64	0.76
Pinto oad	0.61	0.61	0.57	0.66
Riis	0.53	0.60	0.54	0.64
Kaer	0.51	0.59	0.52	0.62
Maapähkel	0.46	0.52	0.47	0.55
Nisu	0.45	0.51	0.46	0.54
Mais	0.41	0.47	0.42	0.50

¹FAO FN Paper 51 1989, ages 2–5 year, AA ref standard (mg/g protein); ²IOM 2002/2005, ages 1+ year, AA ref standard (mg/g protein); ³FAO FN Paper 92 2011, ages 0.5–3 year, AA ref standard (mg/g protein); ⁴FAO FN Paper 92 2011, older child, adolescent, adult, AA ref standard (mg/g protein) (Hertzler *et al.*, 2020) .

1.3. Taimsete valguallikate iseloomustus

1.3.1. Herne iseloomustus

Käesolevas peatükis käsitletakse kaunvilja - hernest (*Pisum sativum*) kui valgu allikat. Põhiliselt hernest kultiveerivateks maadeks on: Kanada, Prantsusmaa, Hiina, Venemaa ja Ameerika Ühendriigid (Philips *et al.* 2011). Herne koostisosade osakaal on järgmine: valku 21-25%; tärklis 55-68%; kiudaineid 3.3-6.5%; rasva 1% ja tuhasisaldus 2.4% (Philips *et al.* 2011). Tabelis 10 on toodud välja kaunviljade sh. herne toiteväärtus. Hernestes sisalduvatest süsivesikutest (60-65%) on põhilised monosahhariidid, disahhariidid, oligosahhariidid ja polüsahhariidid. Põhiline süsivesikute fraktsioon hernestes on tärklis (amüloos 25-45% ja amülopektiin 55-75%). Herneste rasvasisaldus on väike (1,2-1,8%) ja 25% rasvhapetest koosneb oleiinhappest (18:1) ja 50% linoleenhappest (18:2). Sõltuvalt herneste madalast rasvasisaldusest ei ole täheldatud rasvade oksüdatsiooni ja säilivuse probleeme herne toodetes (Nadathur *et al.* 2016). Hersed on mineraalide ja vitamiinide rikkad. Lisaks on hersed rikkad

ka foolhappe, niatsiini, tiamiini, riboflaviini, püridoksamiini, püridoksaali ja püridoksiini sisalduselt (Nadathur *et al.* 2016). Hernes sisalduvad antitoitained vähendavad toitute toiteväärtust alandades nende seeduvust ja bioloogilist kättesaadavust. Bioloogiline kättesaadavus on toitaine (valgud, tärklised, mineraalid jne.) kogus, mis imendub seedetraktis peale selle tarbimist. Herned ja hernestest toodetud koostisosadel on unikaalne maitse ja lõhna profiil, mis on põhjustatud neile omastest komponentidest ning need võivad mõjutada nendest valmistatud toodete lõhna, maitset ja toodete üldist aksepteeritavust. Nende faktorite peamiseks kontrolli all hoidmiseks on hernekoostisosade lisamiskogus tootesse (Nadathur *et al.* 2016).

Hernevalgust toodetud toote koostisosadel on sarnaselt sojavalgust toodetud koostisosadega funktsionaalne toime, mis mõjutavad kuidas valgud toimivad koos veega, õhu, rasvade ja teiste valkudega. Nendeks toimete all mõeldakse valkude lahustuvust, emulgeerimisvõimet, vahustuvust, geeli moodustumise võimet ja kile moodustumise võimet, jne. (Philips *et al.* 2011). Hiljutised hernevalgu funktsionaalsuse uuringud on avastanud hernevalgul unikaalseid omadusi võrreldes soja Valkudega (Nadathur *et al.* 2016). Hernest valkude isoleerimine teeb võimalikuks nende valkude kasutamise erinevate toodete tootmisel (Philips *et al.* 2011). Isoleeritud valkudel on rida positiivseid tervist mõjutavaid omadusi nagu kõrge seeditavus ja madal allergeensus (Avila 2008).

1.3.2. Põldoa iseloomustus

Kaunviljad sh. läätsed, kikerhersed ja oad pälvivad suur huvi tänu oma suure toitumisalase, majandusliku ja keskkonnaalase kasu tõttu (Erbersdobler, *et al.* 2017). Kuivatatud põldoad koosnevad peamiselt tärklisest, valkudest ja kiudainetest, Põldoa valgu sisaldus on suurem kui enamikul kaunviljadel (nagu näiteks hernestel, kikerhernestel, läätsedel ja ubadel) (Raikos, *et al.* 2014; Chaves-Murillo *et al.* 2018). Tabelis 10 on toodud välja kaunviljade sh. põldoa toiteväärtus võrreldes sojaubadega. Põldoad on vitamiinide ja mineraalaineterikkad ning madala rasvasisaldusega. Sarnaselt teistele kaunviljadele sisaldab põlduba antitoitaineid nagu näiteks: tanniine, fütiinhapet, seedeensüümide inhibiitoreid, oksalaate ja lektiine, mis võivad vähendada valkude ja mineraalide imendumist seedimisprotsessi käigus ning kutsuda esile

toksilisi toimeid (Mattila *et al.* 2018). Põldoa eripäraks on vitsiini ja konvitsiini esinemine, mis võivad põhjustada favismi. (Shi *et al.* 2017; Shi *et al.* 2018). Favism väljendub hemolüüsis (punaliblede lagunemine). Vitsiini ja konvitsiini esinemine on oluliseks takistuseks põldoa kasutamisel (Chiremba *et al.* 2018).

Põldoa tasakaalustatud aminohapete profiil on sarnane hernele ja sojaoale ning sisaldab suures koguses lüsiini, leutsiini, isoleutsiini, treoniini, histidiini ja aromaatsaid aminohappeid (Millar *et al.* 2019; Świątkiewicz *et al.* 2018). Väävlit sisaldavad aminohappeid (metioniin ja tsüsteiin) ning trüptofaani on aga väiksemas koguses kui sojas (Świątkiewicz *et al.* 2018). Kasvatamise ajal esinevad keskkonnatingimused mõjutavad märkimisväärselt põldoa aminohappelise profiili (Barlóg *et al.* 2019).

Põlduba on teiste kaunviljadega võrreldes suurepärase leutsiini allikana. Põldoal on ka suhteliselt madal lipiidide sisaldus, mistõttu on see madala rasvasisaldusega toit. Ubadel on ka antioksüdantsed, põletikuvastased, antimikroobsed, seerumi glükoosisisaldust reguleerivad ja muud bioloogilised omadused. Antitoitained, nagu puriinid, glükosiidid, tanniinid ja fütaadid, võivad takistada toitainete täielikku imendumist. Ubade erinevad töötlemismeetodeid, nagu idandamine, leotamine, kiiritamine, kääritamine, mikrolainetega kuumutamine ja ensümaatilise töötlemine võivad vähendada antitoitainete sisaldust ja aidata kaasa bioaktiivsete ühendite sisalduse tõusule. Arvukad uuringud on näidanud, et põldoast tehtud toidu koostisosi saab edukalt kasutada paljude erinevate toitude valmistamisel, et parandada nende toodete toiteväärtust ja funktsionaalseid omadusi (Badjona *et al.* 2023).

1.3.3. Rapsi iseloomustus

Rapsi (*Brassica napus*) kasvatatakse peamiselt võime pärast säilitada rasvu õli vormis. Aga lisaks õlile sisaldab raps ka tähelepanuväärses koguses valku, mis jääb pressjääki peale õli eraldamist (Philips *et al.* 2011). Rapsiseemned sisaldavad 17-26% valku (XU *et al.* 1994).

Üks omadustest, mis teeb rapsi valgu atraktiivseks inimtoidus kasutamiseks on valgu hästi tasakaalustatud aminohappeline koostis. Näiteks sisaldavad kommertsiaalsed valgutooted lüsiini, mille sisaldus on madal teraviljades ja väävlit sisaldavaid aminohappeid, mille sisaldus

kipub olema väike kaunviljast toodetud valgutoodetes (Philips *et al.* 2011). Tabelis 4 on toodud rapsi valgu sisaldus (%), aminohapete sisaldus (g/100 g valgus) ja asendamatute aminohapete sisaldus kokku (g/100 g valgus) ning lüsiini sisalduseks rapsil on 5.92 g/100 g-s valgus. Toiduks kasutatava valgu puhul hõlmab mõiste “kvaliteet” nii toiteväärtust kui ka tehnilisi ja funktsionaalseid parameetreid, mis on nii valku sisaldava toote ja kui ka tarbija jaoks olulised (Wanasundara *et al.* 2017). Rapsi valgu kasutamisel on oluline lisaks kõrgele valgu sisaldusele ja minimaalsele antitoitainete sisaldusele ka toote funktsionaalsed omadused nagu lahustuvus ning vee siduvus, vahustuvus, emulgeerimisvõime ning rasva sidumine, geeli moodustumise võime jne (Philips *et al.* 2011).

Positiivseks teguriks rapsi valkude kasutamiseks toiduainetetööstuses on valgu tasakaalustatud aminohappeline koostis. Samas on rapsiõli pressimisjääkides on palju antitoitaineid, mis on tekitanud väljakutse, et seda väärtuslikku valguallikat efektiivselt kasutada. Valguisolaatide tootmise arendamine ei anna tulemuseks mitte ainult väärtuslikku kontsentreeritud valgufraktsiooni vaid lisaks on kõrvaldatud tänu valkude isoleerimisele ka rida muid probleeme, mis olid seotud rapsiõli pressjäädiga. Selle protsessi tulemusena on rapsi valk positsioneeritud heaks ja väärtuslikuks koostisosaks toidus kasutamiseks (Philips *et al.* 2011).

DSM-il on välja töötatud toode nimetusega CanolaPRO™, mis oma olemuselt on rapsivalgust toodetud isolaat (valgu sisaldus >90%). Toode on funktsionaalne, neutraalse maitse, kõrge lahustuvusega (ka madalalatel pH väärtustel), kõrge vahustuvuse ja emulgeerimisvõimega ning lisaks on toode vaba antitoitainetest (Anderson 2017).

1.3.4. Kanepi iseloomustus

Kanepi (*Cannabis sativa ssp. sativa*) seemned on ümmargused, värvilt tumepunased või pruunid ja läbimõõduga 3-5 mm. Kanepi seemned sisaldavad umbes 18-23% valku, 25-30% õli, 30-40% kiudaineid ja 6-7% niiskust (Leonard *et al.* 2020; Citti *et al.* 2018). Erinevad uuringud on välja toonud, et umbes 181 erinevat valku on identifitseeritud kanepiseemnetest, millest põhilised on edestiin ja globuliin (67-75% ulatuses) ja globulaarne albumiin (25-37% ulatuses) (Aiello *et al.* 2016). Kanepivalgu isolaat on üheksa asendamatut aminohapet allikas ja kõrge arginiini ja

glutamiinhappe sisaldusega ning sisaldab mõõdukas koguses väävlit sisaldavaid aminohappeid (Wu *et al.* 2009). Kanepi seemned sisaldavad erinevaid anti-toitumisalaseid faktoreid, mis omavad koostoimet toitumisel nagu näiteks trüpsiini inhibiitorid ja fütiinhape (Pojic *et al.* 2014).

1.3.5. Soja iseloomustus

Sojaubadel, on Aasias pikk kasvatamise ajalugu ja juba eelmise sajandi 90-ndate alguses olid sojaoad tuntud oma valgurikka koostise ja muude toiteväärtuste poolest. Sojaoad erinevalt enamikust kaunviljadest on kõrge valgu kvaliteediga, mistõttu on sojaoad ja nendest valmistatud toiduained suurepäraseid taimsed valguallikad (Chatterjee *et al.* 2018). Sojaoad sisaldavad ~35–40% valku, ~20% lipiide, ~9% kiudaineid ja ~8,5% niiskust küpsete toorete sojaubade kuivkaalust (Michelfelder 2009).

Tänapäeval toodavad toidutootjad sojaubadest väga erinevaid toiduaineid ning ülemaailmne sojaubade tootmine on viimastel aastakümnetel märkimisväärselt kasvanud (Pan *et al.* 2019). Sojavalgutoodete tootmisprotsessid on hästi välja kujunenud. Arendatud on tehnoloogilisi meetodeid, mille eesmärk on parandada sojavalgu kvaliteeti ja mis hõlmavad valgu lagundamist väiksemateks peptiidideks ja valkude seedimist segavate ühendite (antitoidainete) hävitamist, suurendades seega valkude seeduvust (Qin *et al.* 2022).

Sojavalgutooted on muutunud üha populaarsemaks nende madala hinna, kõrge toiteväärtuse ja mitmekülgsede funktsionaalsete omaduste tõttu. Kaks olulist sojavalgu toodet on sojavalgu kontsentraat (SPC) ja sojavalgu isolaat (SPI). SPC on määratletud kui sojavalgukontsentraat, mille valgusisaldus on vähemalt 65% kuivkaalust, samas kui SPI on toode mille valgu sisaldus on vähemalt 90% kuivkaalust (Wang *et al.* 2004).

Kõrge valgusisaldus koos madalama süsivesikute sisaldusega iseloomustab sojaube kui ainulaadset taimset valguallikat võrreldes teiste kaunviljadega (Hoffman *et al.* 2004). Mõnede kaunviljade, sealhulgas sojaubade toidainete koostis on kokku võetud tabelis 10 (Rizzo *et al.* 2017). On teada, et sojavalgust tehtud koostisosadel on sobiv funktsionaalne toime toidu tootmiseks ning klientide poolt on nende kasutamine toiduainete tootmisel heaks kiidetud.

Sojavalgu funktsionaalse toime tekitavad füüsikalised-keemilised omadused, mis mõjutavad valgukäitumist toidu ettevalmistamisel, töötlemisel, säilitamisel ja tarbimisel. Need funktsionaalsed omadused ei ole tähtsad mitte ainult lõpptoote kvaliteedi määratlemisel vaid on väga olulised ka protsessi parameetrite parendamisel ja efektiivsuse tõstmisel. Näiteks võiks tuua küpsiste taigna käideldavuse masindoseerimisel või lihatoodete lõikamise viilutusmasinaga. Füüsikalised-keemilised funktsioonid, mida sojaavalgu valmistised täidavad on (Avila 2008) andmetel: 1) Lahustuvus; 2) Vee imamine ja sidumine; 3)Viskoossuse tõstmine; 4) Tarretumine; 5) Kohesioon/adhesioon; 6) Elastsuse tekitamine; 7) Emulgeerimine; 8) Rasva imendumine; 9) maitsete sidumine; 10) Vahustuvus; 11) Värvikontroll.

Sojavalgutooteid kasutatakse väga laialdaselt erinevates toitudes. Näidetena võiks tuua: salatikastmed, supid, batoonid, liha asendustooted, joogipulbrid, juustud, piima mittesisaldavad valgendavad lisandid (kohvile), külmutatud desserdid, vahutatud kreemid, imikutoidud, leivad, hommikusöögihelbed, pasta ja loomatoit. Näiteks SPI valikul konkreetse lõpptoote jaoks tuleb lähtuda selle omadustest. SPI-d on erinevalt töödeldud ja modifitseeritud, et see saaks täita esitatud funktsionaalseid nõudeid. Näiteks tugeva geeli moodustumisvõimega SPI valitakse, et parandada tekstuuri ja asendada liha peenpurustusega vorstimassis. Sama funktsionaalsusega SPI ei toimi hästi näiteks dumbleeritud/marineeritud broileri rinnafileelega. Selline toode vajab osaliselt hüdrolüüsitud SPI-id, mis on madalama viskoossusega ja madala geeli moodustumisvõimega (Nadathur *et al.* 2016).

Sojavalgu toodete maitse parendamiseks on viimastel aastatel võetud ette mitmeid samme, et eemaldada võimalikult palju õli ekstraheerimisel, et vähendada lipolüütilisi protsesse ja seoses sellega tagada parem maitse ja pikaajalisem maitse stabiilsus (Nadathur *et al.* 2016).

Sojavalgu puhul on tootjal kohustus märkida see pakendil allergeenseid reaktsioone tekitava toidu koostisosana vastavalt Euroopa Liidu direktiivile ((EL) 1169/2011). Viimastel aastatel on sojaallergiast saanud rahvatervise probleem ja selle esinemine on suurenenud tänu sojatoodete tarbimise kasvule. Sojaallergia tüüpilisteks sümptomiteks on iiveldus, oksendamine, kõhulahtisus, nohu, kõha, vilistav hingamine, nõrkus, seedetrakti häired, hingeldus, südameveresoonekonna, nahaga seotud probleemid ning muud ebamäärased sümptomid. Ka võib sojaallergia väljenduda anafülaktilise šokina, mis võib osutada ka eluohtlikuks (Mulapele *et al.* 2021).

Tabel 10. Kaunviljade ja sojaubade toiteväärtus (Rizzo *et al.* 2017)

	Energiat kcal/100 g-s	Valke g/100 g-s	Süsivesikuid g/100 g-s	Rasvu g/100 g-s	Kiudaineid g/100 g-s	Polüküllas- tamata rasvhappeid g /100 g-s	Rauda mg/kg-s	Kaltsiumi mg/kg-s
Adzuki oad	329	19.87	62.9	0.53	12.7	0.113	4.98	66
Põldoad	341	26.12	58.29	1.53	25	0.627	6.7	103
Kikerherned	378	20.47	62.95	6.04	12.2	2.731	4.31	57
Rohelised herned	352	23.82	63.74	1.16	25.5	0.495	4.82	37
Kidney oad	333	23.58	60.01	0.83	24.9	0.457	8.2	143
Läätsed	352	24.63	63.35	1.06	10.7	0.526	6.51	35
Valgeod	338	21.46	36.38	0.69	19	0.309	7.51	81
Lupiin	371	36.17	40.37	9.74	18.9	2.439	4.36	176
Mungoad	341	25.21	58.99	1.64	18.3	1.071	7.51	138
Bostoni oad	337	22.33	60.75	1.50	15.3	0.873	5.49	147
Maapähklid	567	25.80	16.13	49.24	8.5	15.558	4.58	92
Pinto oad	347	21.42	62.55	1.23	15.5	0.407	5.07	113
Sojaoad	446	36.49	30.16	19.94	9.3	11.255	15.7	277

1.3.6. Lina iseloomustus

Lina (*Linum usitatissimum* L.) on taim, mida kasvatatakse õliseemnete või linakiu tootmiseks. Linaseemneid on kasutatud peamiselt õli tootmiseks, ülejäänud kõrvalsaadused on rasvatustatud linaseemnejahu või õlikook, mida kasutakse loomatoiduna (Goyal *et al.* 2014; Oomah *et al.* 2020). Toiduna kasutatavad linaseemnetooted on terved, jahvatatud või purustatud linaseemned, ekstraheeritud õli või kummi (kasutatakse paksendajana jne.) (Kajla *et al.* 2015). Linaseemneid on inimeste toidus kasutatud toiteväärtuse tõttu, mille määravad peamiselt kvaliteetsed rasvad ja valgud ning kõrge lahustumatute ja lahustuvate kiudainete sisaldus (Goyal *et al.* 2014). Koos fütoöstrogeenide suure sisaldusega lignaanidena on need linaseemnete ühendid seotud tervisele kasulikke toimetega (Parikh *et al.* 2019). Linaseemnete funktsionaalsus toiduna on oluline tänu märkimisväärsele polüsahhariidide ja funktsionaalsete omadustega valkude sisaldusele (Kajla *et al.* 2015). Linaseemnete potentsiaali maksimeerimiseks inimeste toidus näib aga selle vorm olevat otsustava tähtsusega. Võrreldes tervete või purustatud seemnetega on jahvatatud linaseemnetest saadud lignaanidel parem biosaadavus (Kuijsten, *et al.* 2005). Linaseemned sisaldavad 37–41% rasva, 28–29% kiudaineid, 20% valku, 6,5–7,7% niiskust ja 2,4–3,4% tuhka (Kajla *et al.* 2015; Morris 2007). Linaseemneõlis on tasakaalustatud küllastumata rasvhapete suhe, peamiselt α -linoleenhape, mis moodustab ligikaudu 40–60% linaseemneõli sisaldusest (traditsiooniliste linakultuuride puhul), millele järgnevad oleiin- ja linoolhape (Goyal *et al.* 2014). Kiudained koosnevad lahustuvatest ja lahustumatutest kiudainetest, kusjuures valdav osa (60–80% kiudainete koguhulgast) esindab lahustumatuid kiudaineid (Singh *et al.* 2011) nagu ligniin, hemitselluloos ja tselluloos (Rubilar *et al.* 2010). Linaseemnevalgu aminohappeline profiil on sarnane sojavalgule. Linaseemnevalgus on ligikaudu 34.3% asendamatuid aminohappeid, mis annab suure potentsiaalse võimaluse kasutada linaseemneid ühe valgullikana. Linaseemne valk sisaldab rohkelt hargnenud ahelaga aminohappeid (valiin ja leutsiin) ja aromaatsaid aminohappeid (türosiin ja fenüülaaniin) (YE *et al.* 2022).

1.4. Valgud toiduainetetööstuses

Toiduainetetööstuses on kasutusel paljud erinevatest allikatest pärit valgud, mida on kasutatud juba pikemat aega ja samuti on turule tulnud järjest enam ka uutest allikatest (nii

loomsetest kui taimstest) pärit valke. Järgnevas loetelus on toodud erinevate valkude kasutamise võimalused toiduainetetööstuses:

- 1) piimavalgud (kaseiin ja vadaku valgud), mida kasutatakse toote viskoossuse suurendamiseks ja stabiliseerimiseks;
- 2) munavalge valk, mida kasutatakse toiduainete vahustamise ja kuumutamise stabiilsuse tagamiseks;
- 3) lihaste valgud (müofibrillaarsed, sarkoplasmaatilised ja stromaalsed), mida kasutatakse erinevatest toidumatriksites alates geelistumise tagamiseks kuni värvuse andmiseks;
- 4) soja- ja hernevalgud, mida kasutatakse laialdaselt tänu oma suurepärasele funktsionaalsetele omadustele, nagu veesiduvus, tarretumine, rasvade imamine ja emulgeeriv toime;
- 5) teraviljaterades leiduvad valgud (gluteen), gluteenil on siduvad ja viskoelastsed omadused, mis võivad moodustada kiulisi-valgu võrgustikke ja mida kasutatakse näiteks alternatiivsetes liha asendustoodetes;
- 6) õliseemnevalgud (raps ja kanep), mida üha enam kasutatakse taimsetel valkudel põhinevate toodete koostisosadena. Nendel valkudel on emulgeerimis- ja vahutamisomadused ning geeli moodustamise võime;
- 7) läätsed, lupiin, kikerhernes, munguba ja põlduba on kaunviljad, milledest saadavate valkude füüsikalisi-keemilisi omadusi nagu vahu stabiliseerimise, emulgeerimis ja geeli moodustumise võimet on samuti uuritud (Ismail *et al.* 2020).

Viimastel aastatel on leitud ja teaduslikult tõestatud erinevatest toidumaterjalidest saadud bioaktiivsete proteiinide ja peptiidide tervisele kasulikkust. Valguisolaatide ja -konsentraatide saamiseks vähendatakse mittevalgulisi komponente tootes, (näiteks: süsivesikud, lahustuvad mineraalid, antitoidained ja mõned madala molekuli massiga lämmastikku sisaldavad komponendid), et saada kõrgema valgusisaldusega lõpptoode, (Solorio *et al.* 2020)

Taimseid valke toodetakse erinevates vormides ja erineva valgu sisaldusega. Näiteks on saadaval jahud, kontsentraadid ja isolaadid. Valgud võivad olla nii pulbri kujul kui samuti ka tekstureeritud (näiteks kontsentraadid), et anda võimalus toota erinevaid lõpptooteid.

Kaubanduslikult on taimsed valgud saadaval kolmes põhilises vormis:

- 1) jahud (valgu sisaldus 20-30%);
- 2) kontsentraadid (valgu sisaldus 50-80%);
- 3) isolaadid (valgu sisaldus >90%) (McClements *et al.* 2021).

2. EKSPERIMENTAALNE OSA

Magistritöö eksperimentaalne osa viidi läbi kahes osas:

1. Esimese osa eesmärgiks oli selgitada välja keskkonna pH-mõju erinevate taimsete valkude isolaatide/kontsentraatide lahustuvusele, vee absorptsioonivõimele ja valkude emulgeerimisvõimele ning emulsiooni stabiilsusele;
2. Teises osa eesmärgiks oli katsetada veganproteiinismuuti retseptis valgukontsentraate/isolaate kogustes, mis võimaldavad toitumisalase väite kasutamist.

Väite, et toit on valgullikas, ja iga väite, millel on tarbija jaoks tõenäoliselt sama tähendus, võib esitada ainult siis, kui valk annab vähemalt 12 % toidu energiasisaldusest ja väite, et toit on kõrge valgusisaldusega, ja iga väite, millel on tarbija jaoks tõenäoliselt sama tähendus, võib esitada ainult siis, kui valk annab vähemalt 20 % toidu energiasisaldusest ((EÜ) nr 1924/2006).

2.1. Valkude omaduste hindamine

2.1.1. Analüüsimaterjalid

Analüüside läbi viimiseks kasutati: 1) Eesti päritoluga rapsi kontsentraati, linavalgu kontsentraati ja mahekanepi kontsentraati (tootja Vegetein), 2) sojavalgu isolaati (Hiina) 3) hernevalgu isolaati (Hiina) ja 4) põldoavalguisolaati (UK). Magistritöö eksperimentaalse osa jaoks valitud taimsete valkude isolaatide ja kontsentraatide koostisnäitajad on toodud tabelis 11. Valgukontsetraate/isolaate säilitati jahedas ja pimedas keskkonnas, et tagada analüüsimaterjalide omadused.

Tabel 11. Magistritöö eksperimentaalses osas kasutatud analüüsimaterjalide toitumisalane teave ja selle päritolu allikas

Toote nimetus	100 g-s tootes			Allikas
	Rasvad g	Valgud g	Süsivesikud g	
Rapsivalgu kontsentraat	0.50	50.00	8.80	Toote pakend
Linavalgu kontsentraat	0.20	47.00	7.60	Toote pakend
Mahekanepivalgu kontsentraat	1.70	70.00	5.60	Toote pakend
Sojavalgu isolaat	0.10	92.10	0.10	Toote sertifikaat
Hernevalgu isolaat	5.00	80.00	3.20	Toote sertifikaat
Põldoavalgu isolaat	7.00	80.00	10.00	Toote sertifikaat

2.1.2. Katseskeem

Kõikide valgukontsentraatide/isolaatide puhul uuriti vee absorbeerimisvõimet, valkude lahustuvust ning emulgeerimisvõimet/emulsiooni stabiilsust. Kõiki neid omadusi uuriti kolme erineva keskkonna pH juures (keskkonna pH väärtused olid 3,9; 5,0 ja 6,5) ning vastavalt analüüsitud parameetritele kas kahes või kolmes korduses. Erineva keskkonna pH väärtuste saamiseks valmistati kolm erinevat puhverlahust, mille koostised olid järgnevad:

1. 0,2 M Atsetaatpuhver pH 3,9 (875 ml 0.2 M äädikhappe lahust, 1,97 g naatriumatsetaati ja 1000 ml täideti kolb veega);
2. 0,2 M Atsetaatpuhver pH 5,0 (365 ml 0.2 M äädikhappe lahust, 10,4 g naatriumatsetaati ja 1000 ml täideti kolb veega);
3. 0,2 M Atsetaatpuhver pH 6,5 (20 ml 0.2 M äädikhappe lahust, 16,07 g naatriumatsetaati ja 1000 ml täideti kolb veega).

2.1.3. Valkude analüüsimeetodid

Valkude vee absorptsioonivõime määramine

Valgu vee absorptsioonivõime hindamine põhineb toote poolt imatud vee (lahuse) koguse määramisel. Analüüs viidi läbi kolme erineva keskkonna pH-väärtuse juures (pH 3,9; 5,0 ja 6,5), toatemperatuuril ja kolmes korduses.

Meetodi kirjeldus (Köhn *et al.* 2015) :

1. Eelnevalt kaalutud tsentrifuugitavasse katseklaasi (mahuga 50 ml) kaaluti 5 g proovi ja 32 g puhverlahust.
2. Katseklaasi segati Vortex segajaga 1 minut.
3. Katseklaasid jäeti seisma toatemperatuurile 10 minutiks.
4. Katseklaase tsentrifuugiti 25 minutit 2900 g juures.
5. Supernatant eemaldati.
6. Katseklaasid kaaluti.
7. Arvutati 1 g valgu vee absorptsioonivõime C, st. kui palju vett seob 1 g valke. Arvutamiseks kasutati valemit:

$$C = \frac{\text{katseklaasi kogukaal (puhverlahus ja valk)} - \text{katseklaasi tühikaal}}{5}$$

Valkude lahustuvuse määramine

Valkude lahustuvusena käsitletakse lämmastiku osakaalu valgus, mis on teatud tingimustel lahustuvus olekus. Analüüs viidi läbi kolme erineva keskkonna pH-väärtuse juures (pH 3,9; 5,0 ja 6,5), toatemperatuuril ja kahes korduses. McDonough *et al.* (1974) poolt kirjeldatud meetodit rakendati vee absorptsioonivõime määramise käigus valmistatud lahustes, mis võimaldasid samasid lahuseid kasutada nii vee absorptsioonivõime kui ka lahustuvuse määramiseks:

1. Valkude vee absorptsioonivõime määramisel tekkivat supernatanti kasutati katsematerjalina (edaspidi proov);
2. Selget supernatanti analüüsiti lämmastiku sisaldusele Kjeldahli (ISO 1871: 2009) meetodit kasutades;

3. Lahustunud valgu sisaldus väljendati %-des – supernatandi valgu (lahustunud valk) osakaal kogu valgu sisaldusest.

Valkude emulgeerimisvõime ja emulsiooni stabiilsuse määramine

Valkude emulgeerivaid omadusi hinnati (Chapparro *et al.* 2014) meetodika järgi. Meetodikasse olid siiski sisse viidud mõningad muudatused (Noyola-Altamirano *et al.* 2022). Analüüs viidi läbi kolme erineva keskkonna pH-väärtuse juures (pH 3,9; 5,0 ja 6,5), toatemperatuuril ja kahes korduses.

1. Gradueeritud katseklaasi kaaluti 0,70 g proovi ja lisati 10 ml puhverlahust;
2. Proovi segati 30 sekundit kasutades madala intensiivsusega ultraheli impulsse (22 KHz, 200 W) ja moodustati homogeenne suspensioon;
3. Homogeensele suspensioonile lisati 10 ml neitsioliivõli ja segati Vortex segajaga 1 minut;
4. Saadud emulsioon jaotati kahte gradueeritud katseklaasi;
5. Esimest katseklaasi tsentrifugeeriti 450 x g ja 15 minutit. Saadud emulsiooni maht mõõdeti ja arvutati proovi emulgeerimisvõime (EC) valemi 1 abil;
6. Teist katseklaasi kuumutati vesivannil 30 minutit 80 ° C juures ja seejärel jahutati jääveevannis 15 °C juurde. Teist katseklaasi tsentrifugeeriti 450 x g ja 15 minutit;
7. Saadud emulsiooni maht mõõdeti ja arvutati proovi emulsiooni stabiilsus (ES) valemi 2 abil.

Valem 1

$$EC (\%) = \frac{\text{Emulsiooni kihi kõrgus}}{\text{kogu kõrgus}} \times 100$$

Valem 2

$$ES (\%) = \frac{\text{Emulsiooni kihi kõrgus peale kuumutamist}}{\text{kogu kõrgus}} \times 100$$

2.2. Veganproteiinismuuti omaduste hindamine

2.2.1. Veganproteiinismuuti retseptide koostamise põhimõtted ja valmistamine

Retseptide koostamisel lähtuti sellest, et tootel oleks võimalik kasutada toitumisalast väidet „kõrge valgusisaldusega“ ning sellest tulenevalt pidi veganproteiinismuutis sisalduv valk andma vähemalt 20% toote toiduenergiasisaldusest. Näiteks rapsivalgu kontsentradi lisandiga retseptis oli valgulisandi doseering 8,4% ja kogu smuuti energiasisaldusest andis valk 29,02% toiduenergiasisaldusest. Retseptid sisaldasid kõikide valgulisandite korral 47% Bonne troopilist püreed (tootja: Bonne Juomat Oy; koostis 100% puuviljapüree (banaan, mango, guajaav)) ja 44,4 - 48,7% õunamahla (tootja: VD-Group Oy). Tabelis 12 on toodud retseptid veganproteiinismuutile erinevate valgulisanditega. Veganproteiinismuuti retseptide täielikud arvutused on toodud Lisas 1.

Tabel 12. Veganproteiinismuuti retseptid

Valgulisand	Bonne troopiline püree %	Õunamahl %	Valgulisandi %	Valgu osakaal energiasisaldusest %
Rapsivalgu kontsentraat	47	44,6	8,4	29,02
Linavalgu kontsentraat	47	44,4	8,6	28,59
Mahekanepivalgu kontsentraat	47	46,5	6,5	30,66
Sojavalgu isolaat	47	48,7	4,3	28,73
Hernevalgu isolaat	47	47,9	5,1	28,08
Põldoavalgu isolaat	47	47,5	5,5	28,38

Veganproteiinismuutide valmistamiseks kasutati blenderit firmalt Kenwood. Blenderi kannu kaaluti: õunamahl, troopiline püree ja valgulisand. Kaalumise toimus eelnevalt nimetatud järjekorras, kuna selline lisamise järjekord aitas toote koostisosadel kõige paremini seguneda. Segamine toimus blenderi kiirusel nr. 1 ja 60 sekundit. Pooled toodetest läbisid ka termilise töötuse. Termilise töötuse käigus tõsteti toote temperatuur 80 ° C-ni. Veganproteiinismuuti näidiseid säilitati külmkapis temperatuuril +2...+6 ° C.

2.2.2. Proteiinismuutide katseplaan

Proteiinismuutide analüüsid viidi läbi kolmes korduses ja kahel viisil valmistatud veganproteiinismuutist. Ühel juhul kuumutati veganproteiinismuuti koostisosi 80° C-ni ja teisel juhul segati koostisosad kokku ilma kuumutamata. Tabelis 13 on toodud veganproteiinismuutide katseplaan, kus on näidatud millisel ajal ja millisest tootest analüüse sooritati. Analüüsid viidi läbi kolmes korduses va sensoorne hindamine, mis viidi läbi ühel korral.

Tabel 13. Veganproteiinismuutide analüüside katseplaan

Kuumutamata toode		Kuumutatud toode		Kuumutamata ja kuumutatud toode
Valmistamise päev	Säilitamine +2...+6 C ja 24 tundi	Valmistamise päev	Säilitamine +2...+6 C ja 24 tundi	Säilitamine +2...+6 C ja 7 päeva
pH	Kihistumine cm	pH	Kihistumine cm	Kihistumine cm
Viskoossuse mõõtmine	Segamise katse	Viskoossuse mõõtmine	Segamise katse	
	Sensoorne hindamine		Sensoorne hindamine	

2.2.3. Veganproteiinsimuutide analüüsimeetodid

Viskoossuse määramine

Toote viskoossuse määramiseks kasutati viskosimeetrit Brookfield DV-III ULTRA. Mõõtmised viidi läbi lineaarsuspiirkonnas ja seetõttu kasutati viskoossuse määramiseks erinevaid spindleid ja spindlitele anti ette erinevad pöörlemiskiirused. Parameetrite erinevus oli tingitud toodete erinevast konsistentsist. Kuna osad veganproteiinismuutidest olid väga tiheda konsistentsiga ning osad vedelamad, siis kasutati RV-2; RV-3; RV-5; RV-6 ja LV-1 tüüpi spindleid. Viskoossust mõõdeti koheselt peale toote kokkusegamist.

pH määramine

Veganproteiinismuuti pH määramiseks kasutati pH- meetrit SevenCompact, mis oli varustatud elektroodiga InLab® Expert Pro (Mettler Toledo) ja jälgiti seadme kasutajuhendis ettenähtud kalibreerimis- ja analüüsi läbiviimise nõudeid.

Toote kihistumiskatse

Toodet säilitati temperatuuril +2...+6 °C, vastavalt 24 tundi ja 7 päeva, et selgitada välja kuidas toode säilitamisel käitub. 24 tunni möödudes hinnati visuaalselt, kas toode oli kihistunud ja kui palju vedelamat osa oli toote säilitusanumasse tekkinud. Visuaalselt hinnati ka millisesse ossa oli tekkinud kihistumine, kas pinnale põhja või keskele. Kui tootele oli tekkinud vedelam osa, siis mõõdeti seda cm-s ning arvutati protsent millise osa moodustab vedelam osa kogu tootest olles eelnevalt mõõtnud pudelis oleva toote samba kõrguse.

Toote segamiskatse

Toodet säilitati temperatuuril +2...+6 °C, 24 tundi. Pärast säilitamist raputati toote pudelit intensiivselt 10 sekundit ning hinnati toote segunemist visuaalselt, kas toode segunes või mitte.

Toote sensoorne hindamine

Sensoorsete omaduste hindamiseks viidi läbi lihtne katse toote omaduste hindamiseks ja nende omaduste intensiivsuse hindamiseks. Katse läbiviimiseks oli välja töötatud meetodiline tabel, kus paluti hindajatel hinnata toote välimust, tekstuuri ja maitset. Tooteid hinnati skaalal 1-5 ja igale hindele oli toodud kirjeldus, mille järgi toodet hinnata. Lisaks paluti hindajatel anda tootele ka üldhinne ning kirjeldada milline toode meeldis kõige rohkem ja kõige vähem ning paluti ka ära tuua põhjendus. Toodete sensoorse hindamise tabel on toodud lisas 2. Sensoorse hindamine viidi läbi ühekordselt ja hindamisel osales 10 hindajat.

2.3. Statistilised meetodid

Katsete käigus kogutud tulemuste analüüsimiseks kasutati programmi Microsoft Office Excel. Katsetulemuste omavahelise erinevuse hindamiseks arvutati vastavalt analüüsile aritmeetiline keskmine, leiti standardhälve. Keskmiste erinevuste statistilise olulisuse hindamiseks kasutati t-testi; keskmised loeti statistiliselt oluliselt erinevateks kui p-väärtus oli väiksem kui 0,05. Erinevate omaduste omavaheliste seoste leidmiseks ja hindamiseks viidi läbi korrelatsioonianalüüs.

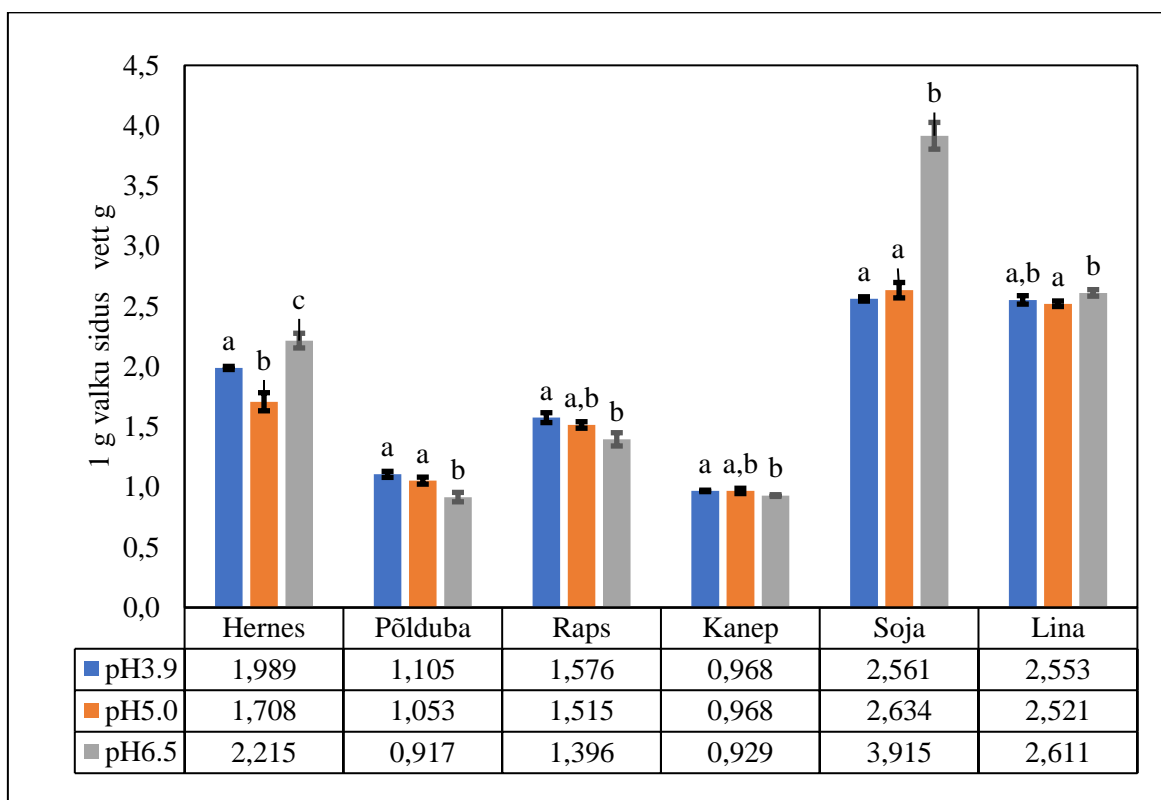
3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Valgukontsentratsioonide/isolaatide omadused

3.1.1. Valkude vee absorptsioonivõime

Kõige madalama vee absorptsioonivõimega olid põldoavalguisolaat ja kanepivalgukontsentraat, see omadus avaldus kõigi kolme keskkonna pH väärtuse juures (joonis 4). Kõige parema vee absorptsioonivõimega olid sojaavalguisolaat ja linavalgukontsentraat, mis sidusid enam vett pH 6,5 juures. Kõige enam sidus vett sojaavalguisolaat keskkonna pH 6,5 juures (3,915 g). Kõigi kolme keskkonna pH juures sidusid vett kõige stabiilsemalt kanepivalgukontsentraat ja linavalgukontsentraat. Keskkonna pH ei avaldanud kindlasuunalist mõju valgupreparaatide veesidumisvõimele; pH langedes rapsi ja põldoa valkude veesidumisvõime suurenes, sojaavalgu veesiduvus vähenes ja teiste valkude puhul ei olnud pH mõju statistiliselt oluline või puudus kindlasuunaline muutus.

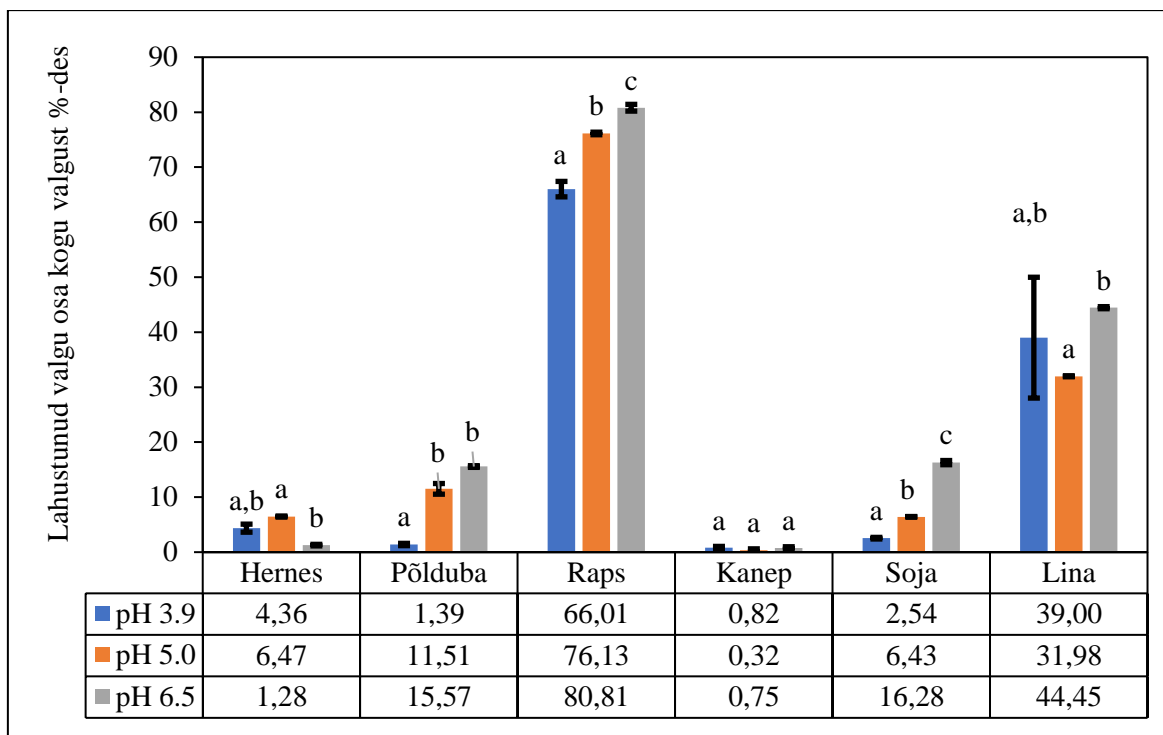
Linavalgu vee ja rasva absorptsiooni võime on isegi parem kui sojaavalgul ja želatiinil (Ye *et al.* 2022), mis kajastus ka antud magistritöö tulemustes. Sojaavalgu ja linavalgu vee sidumisvõime olidki parimad võrreldes teiste taimsete valkudega. Uuringute tulemused on näidanud, et valgu isolaadil on tüüpiliselt tugevam vee sidumisvõime, kui kontsentratsioonil. Kõrgem valgusisaldus suurendab vee sidumisvõimet, mõned mittevalgulised komponendid võivad mõjuda barjäärina vee sidumisel, näiteks nagu tärklise graanulid, kiudained ja rasvad. Näiteks on kirjeldatud, et läätsavalgu isolaadil on parem veeabsorptsioonivõime kui läätses jahudel (Ma *et al.* 2022). Sojaavalgu hea vee absorptsioonivõime versus teised isolaadid (hernes, põlduba) võis olla tingitud ka sojaavalgu kõrgemast valgusisaldusest. Sojaavalguisolaadil oli valgu sisaldus 92,1% ja herneavalgu- ning põldoavalguisolaadil 80%. Valkude vee sidumisvõime sõltub ka taimse valgu tüübist (soja > kikerhernes > hernes > läätses valk), mis võib olla tingitud nende pinna hüdrofoobsusest (Ma *et al.* 2022). Sojaavalgu hea veesidumisvõime, mis kajastusid ka magistritöös võivad olla tingitud valgu tüübist ja valgu pinna hüdrofoobsusest.



Joonis 4. Valkude vee absorptsioonivõime erinevate keskkonna pH väärtuste juures. Erinevad väikeses kirjas tähed tulpade kohal tähistavad statistiliselt olulist erinevust ($p < 0,05$) antud valgupreparaadi korral. Vertikaaljoontega on joonisel tähistatud standardhälve.

3.1.2. Valkude lahustuvus

Analüüside tulemustest lähtuvalt olid kõige parema lahustuvusega rapsivalgukonsentraat ja linavalgukonsentraat (joonis 5). Kõige paremini lahustus rapsivalgukonsentraat, sõltuvalt keskkonna pH-st oli kõige parem lahustuvus pH 6,5 juures (80,81 %). Kõige madalama lahustuvusega oli kanepivalgukonsentraat, mille lahustuvus oli kõige madalam pH 5,0 juures (0,32 %). Kanepivalgukonsentraadi lahustuvuse tulemused jäid vahemikku 0,32 – 0,82%.



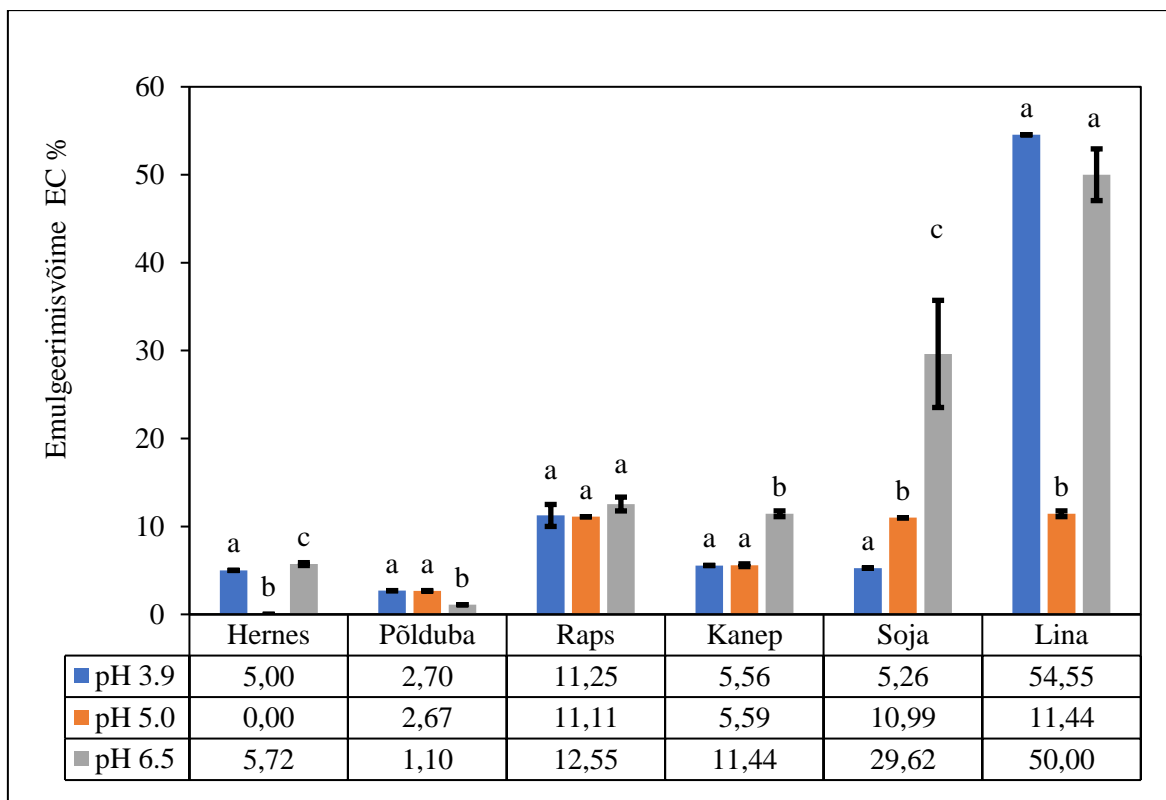
Joonis 5. Valkude lahustuvus erinevate keskkonna pH väärtuste juures. Erinevad väikses kirjas tähed tulpade kohal tähistavad statistiliselt olulist erinevust ($p < 0,05$) antud valgupreparaadi korral. Vertikaaljoontega on joonisel tähistatud standardhälve.

Paljud faktorid mõjutavad naturaalsest allikatest isoleeritud taimsete valkude funktsionaalsust, näiteks nagu: kasvatamise meetod, ekstraktsiooni meetodid ja kuivatamise meetodid. Üldiselt on taimsete valkude vees lahustuvus madalaim ($< 20\%$) vahemikus pH 4–6. Taimsete valkude lahustuvus tavaliselt suureneb, kui pH eemaldub nende isoelektrilisest punktist, kuna see suurendab nende laengut. Näiteks on soja-, kikerherne-, oa-, herne- ja läätsvalkudel suhteliselt kõrge vees lahustuvus ($> 80\%$) pH 8 juures ja mõõdukalt kõrge vees lahustuvus (40–60%) pH 3 juures (Ma *et al.* 2022). Magistritöö raames tehtud analüüsid olid läbi viidud pH vahemikus 3,9–6,5. Keskkonna pH ei avaldanud kindlasuunalist mõju valgupreparaatide lahustuvusele, pH langeses 5,0-lt 3,9-le lina ja kanepi valkude lahustuvus suurenes, sojavalgu, rapsivalgu, põldoavalgu ja hernevalgu lahustuvus vähenes. pH 6,5 juures oli kõikide valkude lahustuvus paranenud välja arvatud hernevalguisolaadil ja kanepivalgukonsentraadil. Erinevate valkude lahustuvus kõikus väga laiades piirides, ulatudes 0,32%-st kuni 80,81%-ni, mis näitab selgelt kui oluline on õige taimse valgu valik lähtuvalt soovitud toote omadustest ja töötlemisviisist. Valkude lahustuvuse seosele

sõltuvalt keskkonna pH-st kindlasuunalist järeldust teha ei saa, see sõltub taimsete valkude päritolust, omadustest ning taimsete valkude tootmiseks kasutatud meetoditest.

3.1.3. Valkude emulgeerimisvõime ja emulsiooni stabiilsus

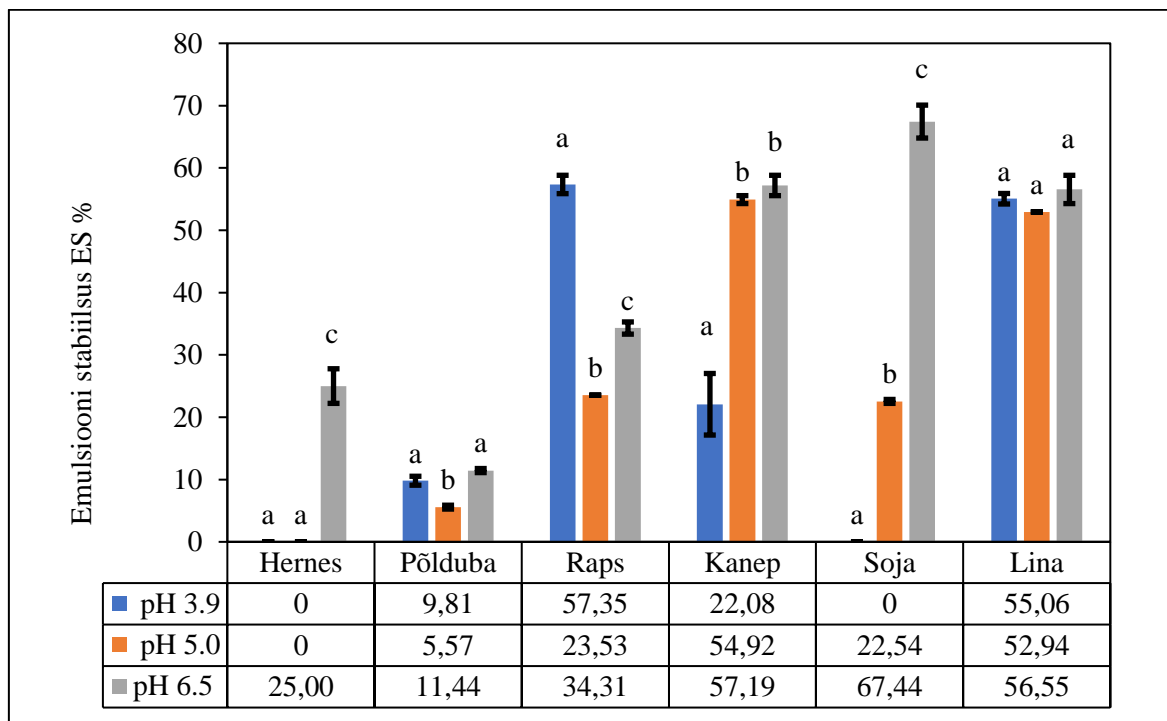
Valkude emulgeerumisomadusi kirjeldatakse tavaliselt nende võime järgi moodustada ja stabiliseerida emulsioone. Valkude emulgeerumisomadused on mõjutatud mitmetest faktoritest nagu valgu molekulide suurus, kuju, elastsus, laeng, hüdrofoobsus ja agregatsiooni olek (Ma *et al.* 2022). Kõige tugevamat emulgeerimisvõimet näitas linavalgukonsentraat, keskkonna pH 3,9 ja keskkonna pH 6,5 juures (joonis 6). Keskkonna pH 3,9 juures oli linavalgukonsentraadi emulgeerimisvõime (54,55%) ja pH 6,5 juures (50,00 %), pH 5,0 juures oli linavalgu emulgeerimisvõime ainult (11,44%), mis näitas et linavalgul on kõige paremad emulgeeruvad omadused madalama ja kõrgema uuritud pH juures. Linavalgukonsentraadi kõrgemad emulgeerimisomadused on tingitud kõrgemast süsivesikute sisaldusest võrreldes teiste valgukonsentraatidega, mis stabiliseerib emulsiooni efektiivsemalt (Tirgar *et al.* 2017). Kõige madalama emulgeerimisvõimega oli hernevalguisolaat, mille tulemus oli 0% keskkonna pH 5,0 juures. Nii hernevalk kui linavalg kätitudid sarnaselt madala ja kõrgema uuritud pH juures, omades tugevamat emulgeerimisvõimet just nende pH-de juures. Rapsivalgu emulgeerimisvõime oli kõige ühtlasem kolme erineva pH väärtuse juures ning varieerus vahemikus 11,11 kuni 12,55 %. Kõige vähem avaldas keskkonna pH muutus mõju rapsivalgule, mille puhul oli emulgeerimisvõime muutus kõige minimaalsem. Keskkonna pH 6,5 juures on valkude emulgeerimisvõime parem kui keskkonna pH 5,0 juures, siin oli täheldatav kindlasuunaline mõju. pH tõustes 5,0-lt 6,5-le valkude emulgeerimisvõime paranes, ainult põldoavalgu isolaadi emulgeerimisvõime vähenes. Kirjanduse andmetel on hernevalguisolaadi (valgu sisaldus 83,6%) emulgeerimisvõime olnud 21% (Mae *et al.* 2022) ja vastav tulemus magistritöös oli hernevalguisolaadil (valgu sisaldus 80%) pH 6,5 juures 5,72 %.



Joonis 6. Valkude emulgeerimisvõime erinevate keskkonna pH väärtuste juures. Väikeses kirjas tähed tulpade kohal tähistavad statistiliselt olulist erinevust ($p < 0,05$) antud valgupreparaadi korral. Vertikaaljoontega on joonisel tähistatud standardhälve.

Valkude emulsiooni stabiilsuse analüüside tulemusel andis kõige stabiilsema emulsiooni läbivalt linavalgu konsentraat, mille tulemused olid vastavalt 52,94 kuni 56,55 % (joonis 7). Kõige kõrgema emulsiooni stabiilsusega oli sojavalgu isolaat pH 6,5 juures 67,44%. Kõige madalama emulsiooni stabiilsusega oli hernevalk pH 3,9 ja pH 5,0 juures ning sojaisolaat pH 3,9 juures. Tulemused nii herneisolaadi kui sojaisolaadi puhul oli 0% ehk siis emulsioon ei olnud stabiilne. Keskkonna pH muutus 5,0-lt 6,5-le avaldas kindlasuunalist mõju valgupreparaatide emulsiooni stabiilsuse moodustamise võimele; pH tõustes emulsiooni stabiilsus kasvas. Keskkonna pH muutus 3,9-lt 5,0-le valkude emulsiooni stabiilsus soja ning kanepi puhul suurenes ja rapsi puhul vähenes. Uuringutes kirjeldatud emulsiooni stabiilsuse analüüsid on näidanud, et taimsete valkude emulgeerivad omadused sõltuvad taimse valgu päritolust ja konsentratsioonist (Ma *et al.* 2022). Kirjanduse andmetel on hernevalguisolaadi (valgu sisaldus 83,6%) emulsiooni stabiilsus olnud 43,2% (Mae *et al.* 2022) ja vastav tulemus magistrیتöös oli hernevalguisolaadil (valgu sisaldus 80%) pH 6,5 juures 25 %. Sojavalguisolaadi puhul on kirjanduse andmetel olnud sojavalguisolaadi (valgu sisaldus 92,4 %) emulsiooni stabiilsus 70% (Mae *et al.* 2022) ja vastav tulemus magistrیتöös

oli sojavalguisolaadil (valgu sisaldus 92,1%) pH 6,5 juures 67,44 %. Kirjanduse andmed olid võrreldavad töös esitatatud tulemustega keskkonna pH 6,5 juures.



Joonis 7. Valkude emulsiooni stabiilsus erinevate keskkonna pH väärtuste juures. Väikeses kirjas tähed tulpade kohal tähistavad statistiliselt olulist erinevust ($p < 0,05$) antud valgupreparaadi korral. Vertikaaljoontega on joonisel tähistatud standardhälve.

3.1.4. Valkude omaduste omavahelised seosed

Valkude omaduste omavaheliste seoste väljatoomiseks kasutati korrelatsioonimaatrikseid (tabel 14). Valkude lahustuvuse ja vee absorptsioonivõime vaheline seos oli väga nõrk kõikide uuritud pH väärtuste juures. Valkude lahustuvuse ja emulgeerimisvõime vahel täheldati, et suurema lahustuvusega kaasnes ka parem emulgeerimisvõime ja seda eriti madalamatel pH väärtustel. Keskkonna pH 3,9 juures täheldati tugevat seost valkude lahustuvuse ja emulsiooni stabiilsuse vahel. Samas pH 5,0 ja 6,5 juures seda seost ei olnud. Mida suurem oli valkude vee absorptsioonivõime, seda suurem oli ka valkude emulgeerimisvõime ning seda kõikide keskkonna pH väärtuste juures. Emulsiooni stabiilsuse ja absorptsioonivõime vahel oli keskmine seos ainult keskkonna pH 6,5 juures.

Emulgeerimisvõime ja emulsiooni stabiilsuse vahel täheldati keskmist seost kõikide keskkonna pH-de juures, mida kõrgem oli valgu emulgeerimisvõime, seda stabiilsem oli ka tekkinud emulsioon.

Tabel 14. Valkude omavaheliste seoste korrelatsioonimaatriksid erinevate lahuse pH väärtuste juures. Tärnid numbrite juures tähistavad statistiliselt olulisi erinevusi (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$) ja # numbri juures tähistab statistilist olulist erinevust ($\# < 0,1$).

pH 3,9	Lahustuvus	Absorbtsiooni- võime	Emulgeerimis- võime (%)
Absorbtsioonivõime	0,175	1	
Emulgeerimisvõime (%)	0,478	0,542 [#]	1
Emulsiooni stabiilsus (%)	0,899***	0,050	0,674*

pH 5,0	Lahustuvus	Absorbtsiooni- võime	Emulgeerimis- võime (%)
Absorbtsioonivõime	0,061	1	
Emulgeerimisvõime (%)	0,550 [#]	0,591	1
Emulsiooni stabiilsus (%)	0,054	0,135	0,569 [#]

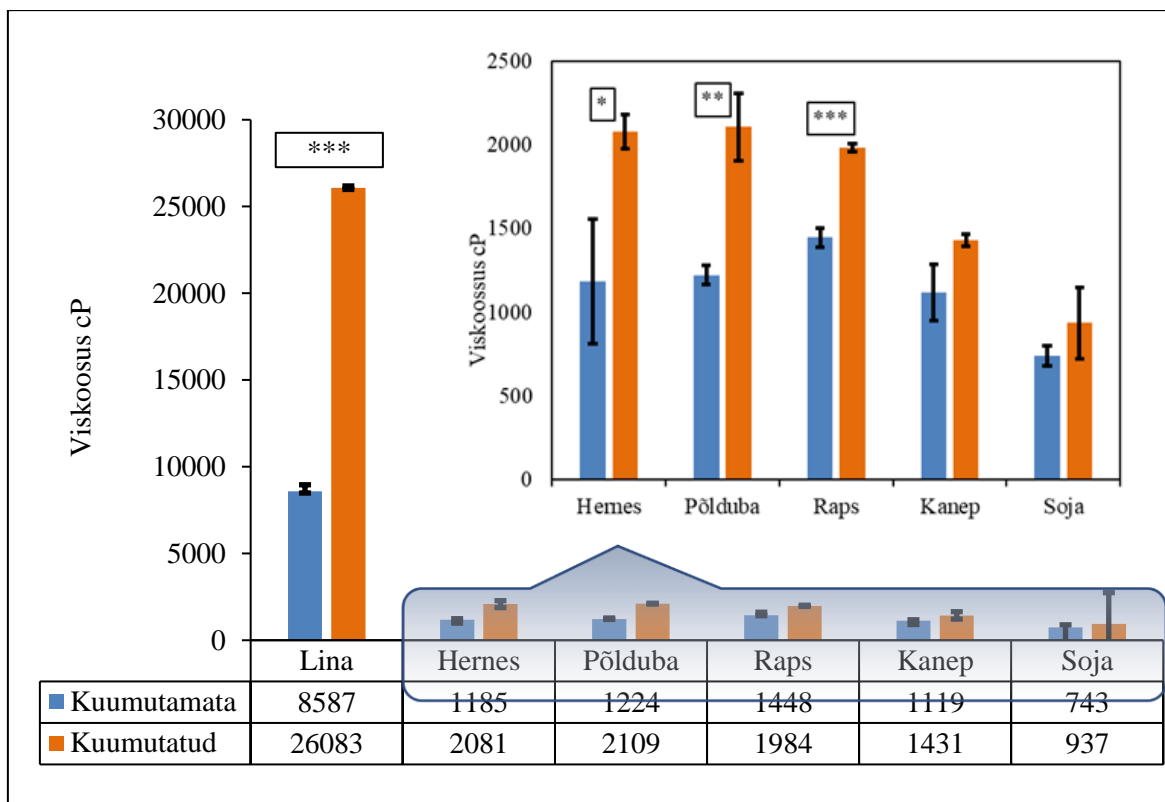
pH 6,5	Lahustuvus	Absorbtsiooni- võime	Emulgeerimis- võime (%)
Absorbtsioonivõime	-0,041	1	
Emulgeerimisvõime (%)	0,291	0,638*	1
Emulsiooni stabiilsus (%)	-0,013	0,595*	0,719**

3.2. Veganproteiinismuuti omadused

3.2.1. Veganproteiinismuuti viskoossus

Veganproteiinismuuti viskoossuse mõõtmisel osutus kõige viskoossemaks linavalgukonsentraadiga valmistatud toode (joonis 8). Linavalgukonsentraadiga valmistatud kuumutamata toote viskoossus oli 7,5 korda kõrgem ja kuumutatud toote viskoossus oli 15 korda kõrgem kui teiste valgulisanditega valmistatud proteiinismuutidel. Kõige madalama viskoossuse näitajatega oli nii kuumutamata kui kuumutatud toode, milles oli kasutatud sojaisolaati, need tulemused jäid vahemikku 743-937 cP. Herneisolaadi, põldoaisolaadi,

rapsikonsentraadi ja kanepikonsentraadiga valmistatud veganproteiinismuuti viskoossused olid vahemikus 1119-1448 cP (kuumutamata toote puhul) ja 1431-2081 cP (kuumutatud toote puhul). Kuumutamata ja kuumutatud veganproteiinismuutide valgurühmade siseselt esines statistiliselt olulisi erinevusi hernevalgusolaadiga ($p < 0,05$), põldoavalgusolaadiga ($p < 0,01$) ja rapsivalgukonsentraadi- ning linavalgusolaadiga valmistatud toodetel ($p < 0,001$). Linavalgukonsentraadiga valmistatud toote viskoossus oli kõige kõrgem ning samuti oli linavalgul kõige kõrgem kiudainete sisaldus (32 g/100 g). Kanepivalgu konsentraadil oli kiudainete sisaldus 17g/100 g ja rapsi valgukonsentraadil 25,1 g/100 g. Valgusolaatide kiudainete sisaldus oli madal jäädes vahemikku 0,5-3,0 g/100 g. Linaseemned sisaldavad umbes 30% kiudaineid, millest üks kolmandik on viskoossed ja suurem osa linaseemnete vees-lahustuvatest kiudainetest (lima) kuulub heterogeensete polüsahhariidide gruppi. Need polüsahhariidid esinevad väljaspool seemnekesta ning neid iseloomustatakse kui kõrge viskoossusega (Naran, et al. 2008). Linaseemned sisaldavad viskoossust/lima tekitavaid kiudaineid/polüsahhariide, millega võib seostada linaseemnevalguga valmistatud toodete kõrgeid viskoossuse näitajaid. Linavalguga valmistatud nii kuumutamata kui kuumutatud veganproteiinismuutil oli võrreldes kõigi teiste valkudega (hernes, põlduba, raps, kanep, soja) valmistatud veganproteiinismuutidega statistiliselt oluliselt ($p < 0,001$) kõrgem toote viskoossus. Võrreldes kuumutatud ja kuumutamata veganproteiinismuuti toodete viskoossust omavahel täheldati selgelt, et kuumutamine lisas tootele viskooskust. Eriti suur tõus oli linavalgukonsentraadiga valmistatud proteiinismuuti viskoossusel, vastavalt 8587 cP (kuumutamata toode) ja 26083 cP (kuumutatud toode). Teiste valgulisandite puhul oli viskoossuse kasv vähem märgatav, kuid herne- põldoa- ja rapsivalgu kasutamisel oli see statistiliselt oluline.



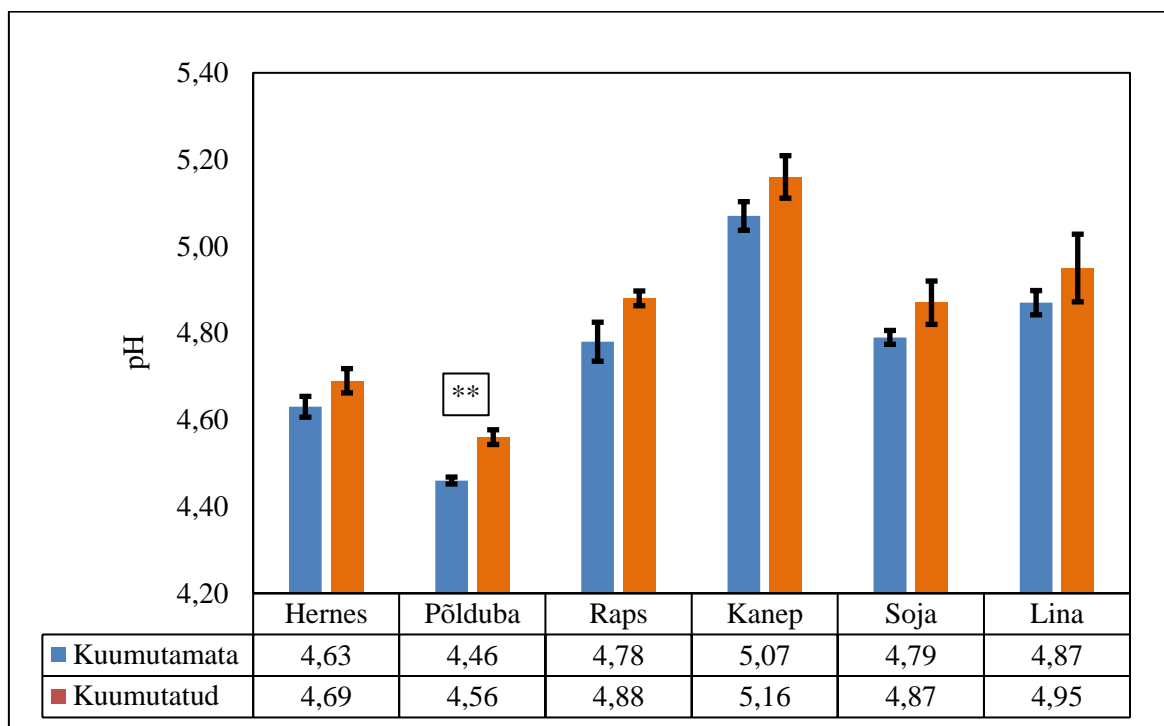
Joonis 8. Kuumutamata ja kuumutatud veganproteiinismuuti viskoossus. Tärnid tulpade kohal tähistavad statistiliselt olulisi erinevusi (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$) antud valgupreparaadi kuumutatud ja kuumutamata smuuti korral. Vertikaaljoontega on joonisel tähistatud standardhälve.

3.2.2. Veganproteiinismuuti pH

Kuumutamata veganproteiinismuuti toote pH oli kõige kõrgem kanepivalgukonsentraadiga valmistatud tootel pH 5,07 (joonis 9). Ka kuumutatud toodetest oli pH kõige kõrgem kanepivalgukonsentraadiga valmistatud kuumutatud tootel, vastavalt pH 5,16. Põldoakonsentraadiga valmistatud toodete pH (4,46 ja 4,56) oli kõige madalam võrreldes kõigi teiste valkudega (hernes, põlduba, raps, kanep, soja) valmistatud veganproteiinismuutide pH väärtustega.

Kui võrreldi kuumutatud ja kuumutamata veganproteiinismuutide pH-d, siis oli selgelt näha, et pH on kõrgem kuumutatud tootel ja see tõuseb 0,06-0,1 ühikut võrreldes kuumutamata tootega. Statistiliselt oluline ($p < 0,01$) erinevus ilmnis kuumutamata ja kuumutatud veganproteiinismuutil vaid põldoaisolaadiga valmistatud toote pH väärtustes.

Veganproteiinismuutide erinevaid pH väärtusi võib põhjendada valkude erineva päritoluga, valgu erineva doseeringu ja valgupreparaatide erineva algse valgu sisaldusega.



Joonis 9. Kuumutamata ja kuumutatud veganproteiinismuuti pH. Tärnid tulpade kohal tähistavad statistiliselt olulisi erinevusi (** $p < 0,01$;) antud valgupreparaadi kuumutatud ja kuumutamata smuuti korral. Vertikaaljoontega on joonisel tähistatud standardhälve.

3.2.3. Veganproteiinismuuti kihistumiskatse tulemused

Veganproteiinismuutist viidi läbi kihistumise katsed 24 tundi ja 7 päeva peale valmistamist ja seda nii kuumutatud kui kuumutamata toodetest.

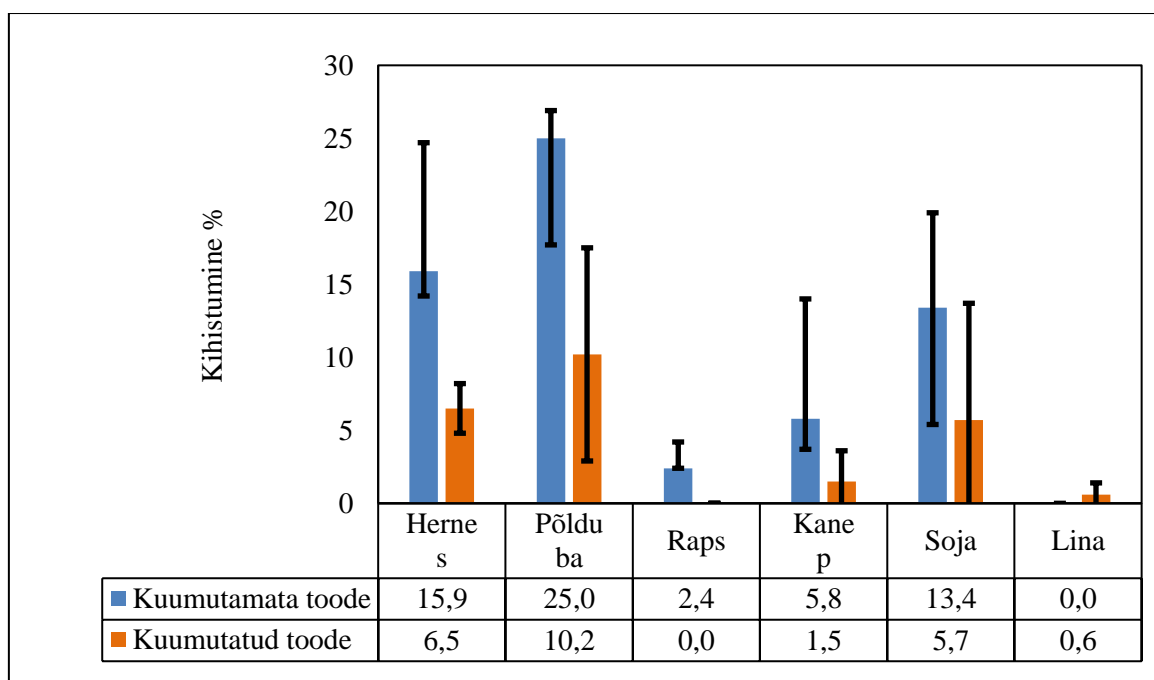
Kuumutamata veganproteiinismuuti säilitamisel 24 tundi temperatuuril $+2...+6^{\circ} \text{C}$ kihistusid kõige enam hernevalguisolaadi, põldovalguisolaadi ja sojavalguisolaadi baasil tehtud tooted (joonis 10). Vedeliku osa tekkis põldoaisolaadi puhul 25% toote mahust. Ka rapsivalgukonsentraadi ja kanepivalgukonsentraadiga valmistatud kuumutamata tootel esines kihistumist. Linavalgukonsentraadiga valmistatud kuumutamata tootel kihistumist ei esinenud.

Statistiliselt oluliselt rohkem kihistus kuumutamata veganproteiinismuutidest põldoavalguga valmistatud toode kui rapsi- ($p=0,0003$), lina- ($p=0,0001$) ja kanepivalguga

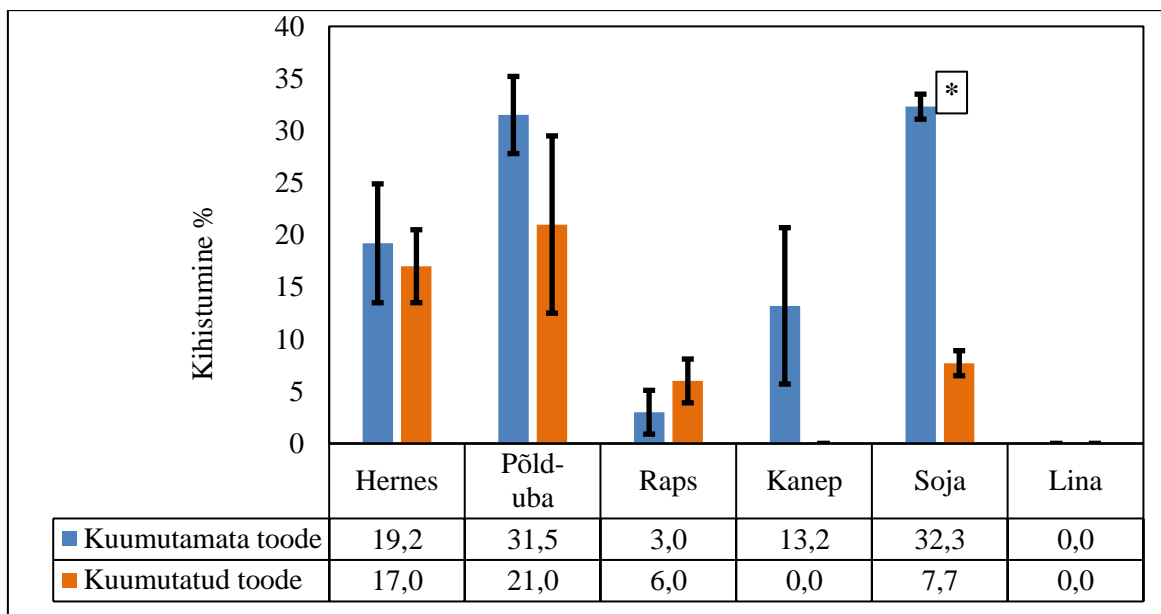
($p=0,032$) valmistatud tooted. Ka kuumutamata sojavalguga valmistatud veganproteiinismuuti kihistumise tulemustes oli statistiliselt oluline erinevus võrreldes kuumutamata linavalgust valmistatud veganproteiinismuutiga ($p=0,043$).

Kuumutatud veganproteiinismuuti säilitamisel 24 tundi temperatuuril $+2...+6^{\circ}\text{C}$ kihistusid kõige enam hernevalguisolaadi ja põldoalguaisolaadi baasil tehtud tooted. Vedeliku osa tekkis põldoaisolaadiga valmistatud kuumutatud tootel 10,2% toote mahust. Hernevalguga valmistatud toodete võrdlemisel rapsi- ja linavalguga valmistatud toodetega ilmnedid statistiliselt olulised erinevused ($p=0,006$ -raps; $p=0,012$ -lina). Ka kuumutatud sojavalguga valmistatud veganproteiinismuuti kihistumise tulemustes oli statistiliselt oluline erinevus võrreldes kuumutatud linavalgust valmistatud veganproteiinismuutiga ($p=0,049$).

Kuumutamata ja kuumutatud veganproteiinismuuti kihistumise võrdluses peale 24 tunnist säilitamist oli näha, et kuumutamata toode kihistub kergemini ja seda kõikide kasutatud valgulisandite osas välja arvatud linavalgukonsentraadiga valmistatud toode. Rapsivalgukonsentraadiga valmistatud kuumutatud veganproteiinismuuti ei kihistunud peale 24 tunnist säilitamist, seevastu kuumutamata tootes esine kihistumine. Siit võis järeldada, et kuumutamine parandab valkude omadusi ning aitab tootes vett kinni hoida ja muudab toote kvaliteedi säilitamisel stabiilsemaks.



Joonis 10. Kuumutamata ja kuumutatud veganproteiinismuuti kihistumine 24 tundi peale valmistamist. Vertikaaljoontega on joonisel tähistatud standardhälve.



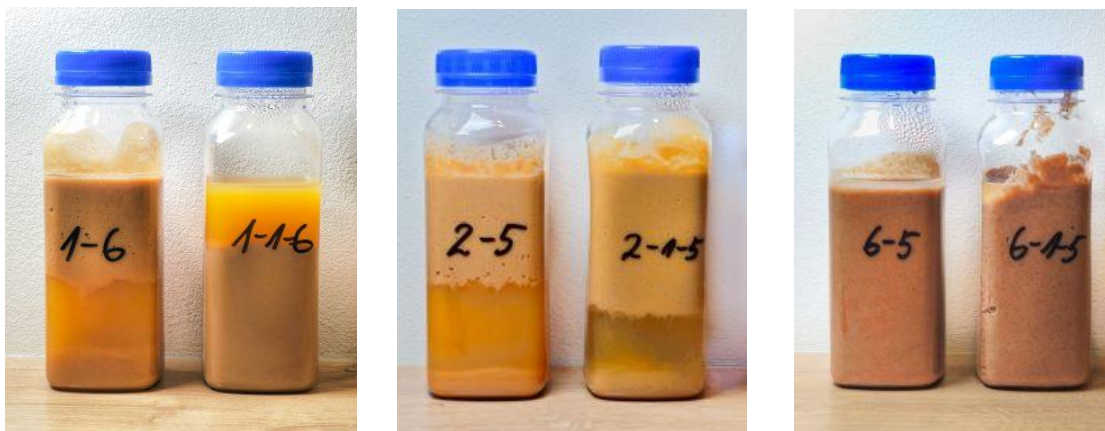
Joonis 11. Kuumutamata ja kuumutatud veganproteiinismuuti kihistumine 7 päeva peale valmistamist. Tärnid tulpade kohal tähistavad statistiliselt olulisi erinevusi (* $p < 0,05$) antud valgupreparaadi kuumutatud ja kuumutamata smuuti korral. Vertikaaljoontega on joonisel tähistatud standardhälve.

Kuumutamata veganproteiinismuuti säilitamisel 7 päeva peale valmistamist olid enam kihistunud herneisolaadi-, põldoaisolaadi- ja sojavalguisolaadiga valmistatud tooted (joonis 11). Vedelama osa kogus oli sojavalguisolaadiga valmistatud kuumutamata tootel näiteks 32,3%. Linavalgukonsentraadiga valmistatud tootel kihistumist ei esinenud ka peale 7 päevast säilitamist ja seda tõenäoliselt tänu oma suurele viskoossusele. Kuumutamata ja kuumutatud veganproteiinismuutide valgurühmade siseselt esines statistiliselt olulisi ($p < 0,05$) erinevusi sojavalguisolaadiga valmistatud tootel. Kuumutamata toodete võrdluses omavahel esines statistiliselt olulisi ($p < 0,001$) erinevusi sojavalgu ja rapsivalguga toodetes, sojavalguga toode kihistus rohkem kui rapsivalguga toode. Sama oluline ($p = 0,0001$) statistiline erinevus ilmnes ka linavalgu ja sojavalgu ning linavalgu ja põldoavalguga valmistatud kuumutamata toodete katsetulemuste omavahelisel võrdlemisel.

Kuumutatud veganproteiinismuutidest peale 7 päevast säilitamist kihistusid kõige enam hernevalguisolaadi ja põldoavalguisolaadiga valmistatud tooted. Näiteks põldoavalguisolaadiga valmistatud toode vedelama osa kogus oli 21%. Kanepivalgukonsentraadiga ja linavalgukonsentraadiga valmistatud kuumutatud toodetel ei esinenud kihistumist ka peale 7 päevast säilitamist. Kuumutatud toodete võrdluses omavahel esines statistiliselt olulisi ($p = 0,0009$) erinevusi sojavalgu ja kanepivalguga toodetes ning

sojavalgu ja linavalguga toodetes. Sojavalguga toode kihistus rohkem kui linavalguga toode ja kanepivalguga toode. Oluline statistiline erinevus ($p < 0,01$), ilmnes ka linavalguga ja hernevalgu ning kanepivalgu ja hernevalguga valmistatud kuumutamata toodete kihistumise katse tulemuste omavahelisel võrdlemisel. Kuumutamata ja kuumutatud veganproteiinismuuti võrdluses peale 7 päevast säilitamist ilmnes, et kuumutamata toode oli kõikidel juhtudel (v.a rapsivalgukonsentraadiga valmistatud toode) rohkem kihistunud võrreldes kuumutatud tootega ning linavalguga valmistatud toode ei kihistunud ühelgi juhul.

Toodete säilitamisel toimus kihistumine erinevatesse toote osadesse. Osadel juhtudel tekkis see pudelis oleva toote pinnale, osadel juhtudel keskele ning põhja. Fotol on näha erinevad kihistumise variandid peale 24 tunnist säilitamist (joonis 12). Näiteks näidisel 1-6 (hernevalguisolaadiga valmistatud kuumutamata toode) on tekkinud kihistumine pudeli põhja, seevastu 1-6-1 (hernevalguisolaadiga valmistatud kuumutatud toode) on tekkinud kihistumine pudelis oleva toote pinnale. Näidistel 6-5 (linavalgukonsentraadiga valmistatud kuumutamata toode) ja 6-1-5 (linavalgukonsentraadiga valmistatud kuumutatud toode) ei ole kihistumist tekkinud ühelgi juhul.



Joonis 12. Veganproteiinismuutide kihistumine peale 24 tunnist säilitamist, kus 1-6 hernevalguisolaadiga valmistatud kuumutamata ja 1-1-6 kuumutatud toode, 2-5 põldoavalguisolaadiga valmistatud kuumutamata ja 2-1-5 kuumutatud toode, 6-5 linavalgukonsentraadiga valmistatud kuumutamata ja 6-1-5 kuumutatud toode.

3.2.4. Veganproteiinismuuti segamiskatse tulemused

Segamiskatse eesmärgiks oli selgitada, kuidas säilitamisel kihistunud tooted lihtsal raputamisel segunevad ja kas veganproteiinismuutit oleks võimalik valmistada ning kasutada ilma täiendavaid lisaaineid lisamata. Paljud tootjad annavad sarnastele toodetele soovitusena pakendil, et toodet loksutada enne tarvitamist, kuna tootel esineb naturaalsele tootele omast kihistumist. Katse viidi läbi nii kuumutamata kui kuumutatud veganproteiinismuuti näidistest. Veganproteiinismuutidest läbi viidud segamiskatse tulemusel segunesid peale 10 sekundilist intensiivset segamist kõik tooted välja arvatud linavalgukonsentraadiga valmistatud toode, mis ei segunenud raputamisel ühelgi juhul.

3.2.5. Veganproteiinismuuti omaduste omavahelised seosed

Tabelis 15 on toodud veganproteiinismuutide omaduste omavahelised seosed. Kuumutamata ja kuumutatud toodete pH ja viskoossuse vahel oli nõrk seos; mida kõrgem pH seda viskoossem on toode. Madalama pH ja väiksema viskoossusega tooted kihistusid rohkem, kusjuures kuumutatud toodetel oli selgelt pH mõju tugevam kui viskoossuse mõju. Kihistumise omavaheliste seoste analüüsimisel selgus, et kui toode oli kihistunud 24 tundi peale säilitamist +2...+6 °C juures oli ta ka kihistunud 7 päeva peale säilitamist +2...+6 °C juures.

Tabel 15. Kuumutamata (sinise taustaga) ja kuumutatud (punaka taustaga) toodete omaduste omavahelised seosed. Tärnid numbrite juures tähistavad statistiliselt olulisi erinevusi (*p<0,05; **p<0,01; *** p<0,001) ja # numbri juures tähistab statistiliselt olulist erinevust (#<0,1).

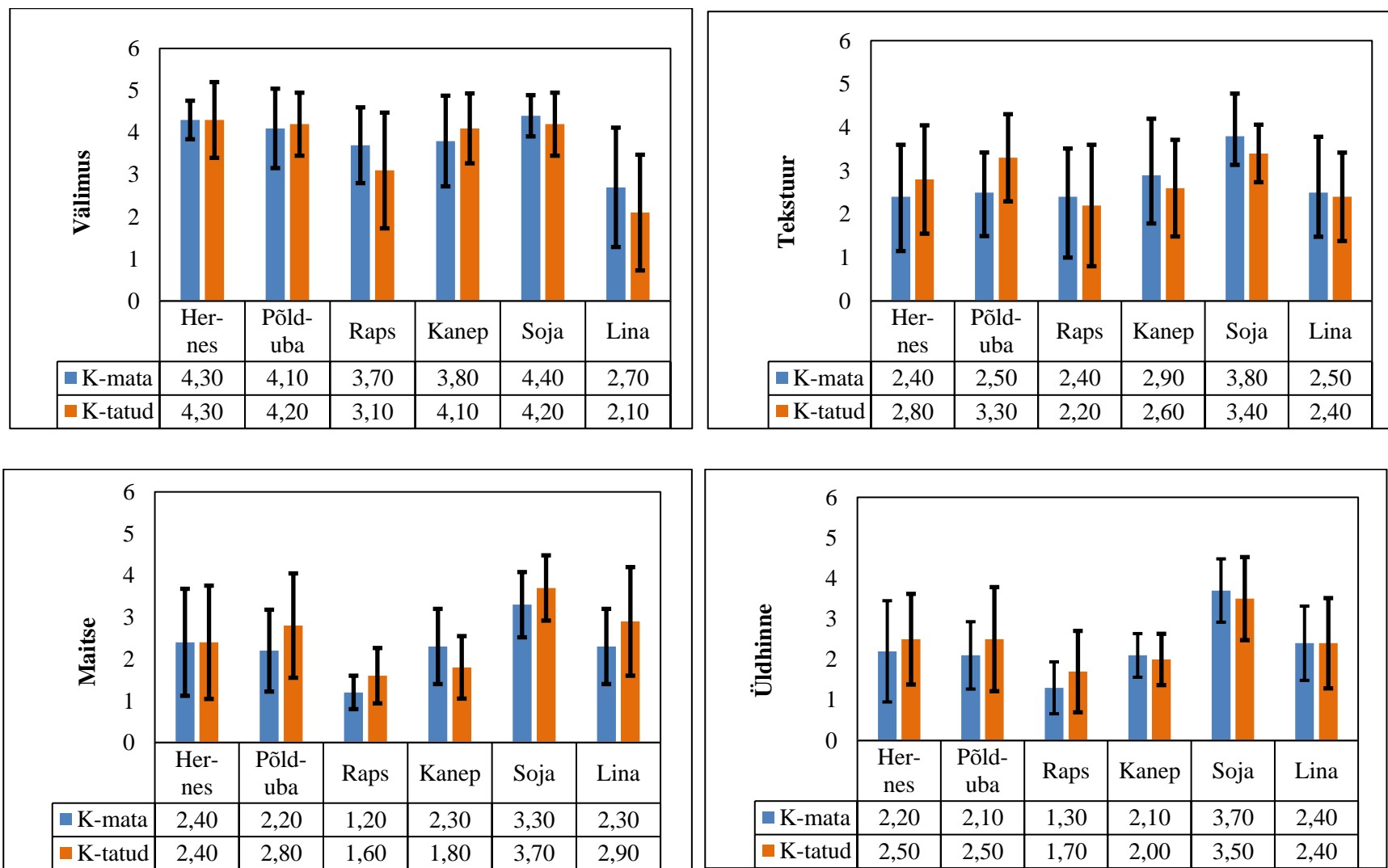
	pH	Viskoossus cP	Kihistumine %, +24h	Kihistumine %, +7p
pH	1	0,205	-0,809***	-0,943***
Viskoossus cP	0,343	1	-0,414#	-0,460*
Kihistumine %, +24h	-0,783***	-0,554*	1	0,896***
Kihistumine %, +7p	-0,523*	-0,630**	0,886***	1

3.2.6. Veganproteiinismuuti sensoorne hindamine

Hernevalguisolaadi, põldoavalguisolaadi, kanepivalgukonsentraadi ja sojavalguisolaadiga valmistatud veganproteiinide puhul ei täheldatud suuri erinevusi kuumutamata ja kuumutatamata toote välimuses (joonis 13). Selgelt sai madalamad välimuse hinded kuumutamata ja kuumutatud linavalguisolaadiga valmistatud proteiinismuuti, vastavalt hinne 2,7 (kuumutamata) ja 2,1 (kuumutatud). Selget trendi hindamisel välja ei kujunenud, milline versioon toodetest hindajatele paremini sobib, kas kuumutamata või kuumutatud, see olenes pigem sellest millise valguga oli toode valmistatud. Toote kuumutamine ei avaldanud tähelepanuväärset ja kindlasuunalist mõju toote välimuse hinnetele. Kuumutamata toodete omavahelises välimuse võrdluses esines olulisi statistilisi erinevusi linavalguga ja hernevalguga valmistatud toodete ($p=0,005$), linavalgu ja põldoavalguga valmistatud toodete ($p=0,24$) ning linavalgu ja sojavalguga ($p=0,0032$) valmistatud toodete vahel. Sarnased statistiliselt olulised erinevused olid ka linavalguga valmistatud kuumutatud toodete puhul, lisandus linavalgu ja kanepivalguga valmistatud toodete võrdluses oluline erinevus ($p=0,002$).

Kuumutamata ja kuumutatud toodete tekstuuri hindamise võrdlemisel oli näha, et kõige paremini hinnati sojavalguisolaadiga valmistatud kuumutamata toodet (hinne 3,80; joonis 13). Kõige madalam tekstuuri hinne anti rapsivalgukonsentraadiga valmistatud kuumutatud proteiinismuutile (hinne 2,20). Kaks kuumutatud toodet kuuest sai paremad tekstuuri hinded kui kuumutamata tooted, millest võib järeldada, et toodete kuumutamine ei andnud tulemuseks kõrgemaid tekstuuri hindeid toote hindamisel. Kuumutamata toodete omavahelises tekstuuri võrdluses esines olulisi statistilisi erinevusi sojavalguga ja hernevalguga valmistatud toodete ($p=0,014$), sojavalgu ja põldoavalguga valmistatud toodete ($p=0,010$), sojavalgu ja rapsivalguga ($p=0,0011$) ning sojavalgu ja linavalguga ($p=0,03$) valmistatud toodete vahel. Kuumutatud toodete puhul, oli statistiliselt oluline erinevus sojavalgu ja linavalguga ($p=0,024$) ning sojavalgu ja rapsivalguga ($p=0,032$) valmistatud toodete võrdluses.

Maitse hindamisel sai kuumutatud toode paremad tulemused, ainult kanepivalgukonsentraadiga valmistatud veganproteiinismuuti hinded olid kuumutatud tootel madalamad kui kuumutamata tootel (joonis 13).

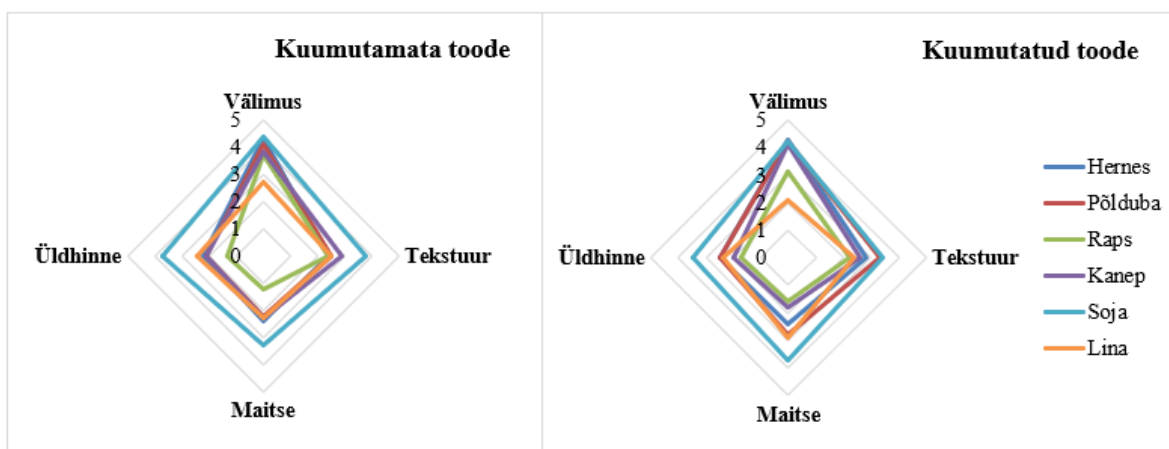


Joonis 13. Kuumutamata (K-mata) ja kuumutatud (K-tatud) veganproteiinismuuti sensoorse hindamise tulemused. Vertikaaljoontega on joonisel tähistatud standardhälve.

Hernevalguisolaadiga valmistatud toode sai hindamisel võrdsed tulemused nii kuumutamata kui kuumutatud toote puhul. Kuumutamata toodete maitse hinded jäid vahemikku 1,2-3,3. Kuumutatud toodete maitse hinded olid vahemikus 1,6-3,7. Nii kuumutamata kui kuumutatud rapsivalguga valmistatud tootele antud maitse hinded olid kõige madalamad, põhjenduseks toodi toote selgelt väljendunud ebameeldiv maitse. Kuumutamata toodete omavahelises maitse võrdluses esines olulisi statistilisi erinevusi rapsivalguga ja kõikide teiste valkudega valmistatud toodete vahel (vahemik $p < 0,001-0,015$). Kuumutatud toodete maitse puhul olid olulised statistilised erinevused rapsivalguga ja sojavalguga valmistatud toodete ($p < 0,001$), sojavalgu ja hernevalguga valmistatud toodete ($p = 0,023$); linavalgu ja kanepivalguga ($p = 0,041$) valmistatud toodete; kanepivalgu ja sojavalguga valmistatud toodete ($p < 0,001$) vahel.

Kuumutamata ja kuumutatud toodete üldhinde hindamisel sai kõige paremad hinded sojavalguga valmistatud tooted (joonis 13). Kõige kõrgema üldhinde sai sojavalguisolaadiga valmistatud kuumutamata toode (hinne 3,70) ja kõige madalama üldhinde sai rapsivalgukonsentraadiga valmistatud kuumutamata toode (hinne 1,30).

Kuumutamata toodete sensoorse hindamisel sai kõige paremad tulemused toodete välimus (joonis 14). Ainult linavalgukonsentraadiga valmistatud kuumutamata toode, sai madalamad hinded ka välimuse osas. Kuumutatud toodete puhul hinnati enam lisaks välimusele ka tekstuuri, siin said teistest toodetest selgelt madalamad tulemused rapsivalgukonsentraadiga ja linavalgukonsentraadiga valmistatud tooted. Kõige stabiilsemad olid tulemused nii kuumutamata kui kuumutatud toote puhul sojavalguga valmistatud tootel.



Joonis 14. Kuumutamata ja kuumutatud toote sensoorse hindamise tulemused

Tabelis 16 on toodud kuumutamata ja kuumutatud toodete sensoorsete omaduste omavahelised seosed. Kuumutamata ja kuumutatud veganproteiinismuuti välimuse hinnet mõjutas enim toote tekstuur, mida ühtlasem tekstuur seda kõrgemad olid sel juhul ka välimuse hinded. Kuumutamata ja kuumutatud veganproteiinismuutide tekstuur mõjutas tugevalt ka toote maitsele ja üldhindele antud hinnanguid, mida kõrgemad olid tekstuurile antud hinded, seda kõrgema maitse hinnangu ja üldhinde toode sai. Toote üldhinnet mõjutas enim maitse, mida paremini toode maitses, seda kõrgem üldhinne tootele anti.

Hindajatele esitati ka küsimus, milline toode meeldis kõige rohkem ja milline toode kõige vähem. Kuumutamata vegaproteiinismuutide puhul meeldis hindajatele kõige rohkem sojaisolaadiga valmistatud veganproteiinismuuti, seda eelistas 7 hindajat 10-st. Kommentaaridena toodi välja, et sojavalguga valmistatud toote maitse oli magus ja mahe ning tootel oli hinnatud toodetest kõige parem maitse.

Tabel 16. Kuumutamata (sinise taustaga) ja kuumutatud (punaka taustaga) toodete sensoorsete omaduste omavahelised seosed. Tärnid numbrite juures tähistavad statistiliselt olulisi erinevusi (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$).

	Välimus	Tekstuur	Maitse	Üldhinne
Välimus	1	0,684*	0,092	0,341
Tekstuur	0,408	1	0,745**	0,820**
Maitse	0,355	0,781**	1	0,947***
Üldhinne	0,298	0,865***	0,961***	1

Kõige vähem meeldinud toodeteks hinnati kuumutamata rapsivalgukonsentraadi ja linavalgukonsentraadiga valmistatud veganproteiinismuutid, vastavalt 2 hindajat 10-st ja 2 hindajat 10-st. Kommentaaridena toodi välja toodete ebameeldiv maitse ja tekstuur. Kuumutatud vegaproteiinismuuti puhul meeldis hindajatele kõige rohkem sojaisolaadiga valmistatud veganproteiinismuuti, seda eelistas 6 hindajat 10-st. Kommentaaridena toodi välja, et maitse oli kõige meeldivam ja tootes oli kõige vähem häirivat fraktsiooni. Kuumutatud smuutidest hinnati kõige madalamalt rapsivalgukonsentraadi ja linavalgukonsentraadiga valmistatud veganproteiinismuutit, vastavalt 3 hindajat 10-st ja 3 hindajat 10-st.

Kommentaaridena toodi välja toodete kibe ja ebameeldiv maitse ning tugev, liiga paks ja ebameeldiv tekstuur.

KOKKUVÕTE

Maailma rahvastik on tõusutrendis ja seoses suureneva tarbimisega on tekkinud suurem nõudlus valkudele. Lisaks loomsete valkude tarbimise kasvule prognoositakse ka taimsete valkude tarbimise olulist kasvu. Kõige väärtuslikumad valguallikad on loomsed valgud, mis sisaldavad kõiki asendamatuid aminohappeid. Head taimse valguga allikad on oad, herned, teraviljad, pähkliid, seemned ja köögiviljad. Erinevatest allikatest pärinevatel taimsetel valkudel on erinevad struktuurid ja funktsionaalsed omadused.

Käesolevas magistritöös anti põhjalik ülevaade valkude tarbimise trendidest maailmas, valkude tähtsusest toitumise osana ja valkude koostisest ning toimimismehhanismidest. Põhjalikumalt kirjeldati taimseid valke, nende allikaid ja toiteväärtust üldiselt. Lisaks käsitleti valkude kasutamist toiduainetetööstuses. Taimsete valkude omadused ja nende kasutamise võimalused on oluline suund toidutehnoloogias, mis annab võimaluse võtta kasutusele uusi valguallikaid ning kasutada neid tootearenduses.

Magistritöö eksperimentaalse osa esimeses pooles hinnati kuut erinevat taimset allikast pärit valgu omadusi. Valikusse kuulusid: hernevalguisolaat, põldoavalguisolaat, sojaavalguisolaat, kanepivalgukonsentraat, rapsivalgukonsentraat ja linavalgukonsentraat. Uuriti valkude vee absorptsioonivõimet, valkude lahustuvust, valkude emulgeerimisvõimet ja emulsiooni stabiilsust erineva keskkonna pH (3,9; 5,0; 6,5) juures. Magistritöö eksperimentaalse osa teises pooles valmistati taimsetest valkudest koos õunamahla ja puuviljapüreega veganproteiinimuutid, millest osad kuumtöödeldi. Taimseid valke kasutati kogustes, mis võimaldasid toitumisalaste väidete esitamist veganproteiini pakendi märgistusel. Katsepartiides hinnati toodete pH-d, viskoossust, toote kihistumist 24 tunni ja 7 päeva jooksul ning teostati sensoorne hindamine.

Valkude omaduste hindamisel saadi järgmised tulemused:

1. Vee absorptsioonivõime oli kõige parem sojavalgusolaadil keskkonna pH 6,5 juures (1 g valku sidus 3,92 g vett). Kõige madalama vee absorptsioonivõimega oli põldoaisolaat keskkonna pH 6,5 juures (1 g valku sidus 0,92 g vett).
2. Kõige parema lahustuvusega oli rapsivalgukonsentraat keskkonna pH 6,5 juures (lahustunud valgu osa koguvalgust oli 80,81%). Kõige madalama lahustuvusega oli kanepivalgukonsentraat keskkonna pH 5,0 juures (lahustunud valgu osa koguvalgust oli 0,32%)
3. Valkude emulgeerimisvõimelt oli kõige paremate omadustega linavalgukonsentraat keskkonna pH 3,9 juures (54,55%). Kõige madalam oli emulgeerimisvõime oli herneisolaadil keskkonna pH 5,0 juures (0%).
4. Valkude emulsiooni stabiilsuse hindamisel oli kõige stabiilsem sojaisolaat keskkonna pH 6,5 juures (67,44%) ja kõige madalamat emulsiooni stabiilsust täheldati sojavalgusolaadil keskkonna pH 6,5 juures (0%), hernevalgusolaadil keskkonna pH 3,9 ja pH 6,5 juures (0%).

Valkude omaduste hindamisel täheldati et suurema lahustuvusega kaasnes ka parem emulgeerimisvõime ja seda eriti madalamatel pH väärtustel. Keskkonna pH 3,9 juures täheldati tugevat seost valkude lahustuvuse ja emulsiooni stabiilsuse vahel. Mida suurem oli valkude vee absorptsioonivõime, seda suurem oli ka valkude emulgeerimisvõime ning seda kõikide keskkonna pH väärtuste juures. Mida kõrgem oli valgu emulgeerimisvõime, seda stabiilsem oli ka tekkinud emulsioon.

Veganproteiinismuutide omaduste hindamisel saadi järgmised tulemused:

1. Veganproteiinismuutide viskoosuse hindamisel täheldati selget trendi, et kuumutamine lisas toodetele viskoossust. Linavalgukonsentraadiga valmistatud kuumutamata toote viskoossus oli 7,5 korda kõrgem ja kuumutatud toote viskoossus oli 15 korda kõrgem kui teiste valgulisanditega valmistatud proteiinismuuti. Kõige madalama viskoosusega oli sojavalgusolaadiga valmistatud kuumutamata veganproteiinismuuti (743 cP).

2. pH hindamisel oli kõige kõrgemate väärtustega kanepivalgukontsentratsiooniga valmistatud veganproteiinismuuti (kuumutamata pH 5,07 ja kuumutatud pH 5,16) ning kõige madalamate väärtustega põldoisolaadiga valmistatud smuuti (kuumutamata pH 4,46 ja kuumutatud pH 4,56).
3. Linavalgukontsentratsiooniga valmistatud veganproteiinismuuti praktiliselt ei kihistunud 24 tundi ja 7 päeva peale säilitamist. Kõige rohkem kihistus 24 tundi peale säilitamist põldoavalguisolaadiga valmistatud kuumutamata smuuti (25%) ja peale 7 päevast säilitamist sojaisolaadiga valmistatud kuumutamata smuuti (32,3%). Üldjuhul kihistusid kuumutatud tooted vähem ja rapsivalguga valmistatud smuuti.
4. Veganproteiinismuuti segamiskatsel segunesid kõik tooted välja arvatud linavalgukontsentratsiooniga valmistatud proteiinismuuti, mis ei segunenud ühelgi juhul.

Veganproteiinismuutide sensoorsete omaduste hindamise tulemused:

1. Kõige madalamad välimuse hinded sai linavalgukontsentratsiooniga valmistatud toode, kuna toode oli väga viskoossne (kuumutamata toode 2,7 ja kuumutamata toode 2,1). Kõige kõrgemalt hinnati sojavalguisolaadiga valmistatud kuumutamata veganproteiinismuuti välimust (4,4).
2. Tekstuuri hindamisel hinnati enim sojavalguisolaadiga valmistatud kuumutamata (3,8) ja kuumutatud proteiinismuutit (3,4). Kõige madalamad tekstuuri hinded sai rapsivalgukontsentratsiooniga valmistatud kuumutatud veganproteiinismuuti (2,2).
3. Veganproteiinismuutidest hinnati maitset kõige paremaks sojaisolaadiga valmistatud kuumutatud (3,3) ja kuumutatud (3,7) toode. Kõige madalamalt hinnati rapsivalgukontsentratsiooniga valmistatud kuumutamata toodet (1,3).
4. Üldhinde andmisel eelistati kõige enam sojaisolaadiga valmistatud toodet ja kõige vähem rapsivalgukontsentratsiooniga valmistatud veganproteiinismuutit.

Kõige paremad hinded kõikide näitajate osas sai sojavalguisolaadiga valmistatud toode, mis ühtlasi hinnati hindajate poolt ka enam meeldinuks tooteks. Kõige madalamad maitse hinded sai hindajatel rapsivalgukontsentratsiooniga valmistatud toode, hindajad tõid välja toote

ebameeldiva kõrvalmaitse. Kuumtöötlemata tooteid ei eelistatud kuumtöödeldud toodetele, siin ei kujunenud välja selget seaduspärasust, toodete sensoorsed omadused sõltusid pigem valkude omadustest (maitse jne.) mitte kuumtöötlemisest.

Võttes arvesse ülalpool toodud magistritöö tulemusi võib kokku võtta, et kasutatud taimsed valgud sobivad mõõndustega veganproteiinismuuti valmistamiseks. Kõikidel analüüsitud valkudel oma eelised ja puudused ning sellest lähtuval saab planeerida järgnevaid uuringuid, et leida sobiv kombinatsioon veganproteiinismuuti tootmiseks. Hernevalguisolaadil ja põldoavalguisolaadil oli madal lahustuvus ning emulgeerivad omadused samas nende isolaatidega valmistatud toodetel oli viskoossus, mis sobiks smuutide valmistamiseks. Sojaisolaadil oli kõrge vee absorptsioonivõime ning sellega valmistatud tootel sobilik viskoossus. Lisaks oli sojavalguisolaadiga valmistatud toode konkurentsitult parim oma sensorsetelt omadustelt. Rapsivalgu konsentraat oli hea lahustuvuse, emulsiooni stabiilsuse ning sellest valmistatud toode sobiva viskoossusega, samas oli rapsivalgukonsentraadiga valmistatud toode kõige madalama sensoorse hindamise tulemustega (toote toodi välja ebameeldiv kõrvalmaitse). Linavalgukonsentraat oli hea vee absorptsioonivõime ja lahustuvusega ning ka heade emulgeerivate omadustega. Linavalguga valmistatud proteiinismuuti oli seevastu väga viskoosne ja sobimatu proteiinismuuti valmistamiseks magistritöös kasutatud retseptiga. Edaspidistes uurimistöodes võiks kasutada linavalgukonsentraadiga toote valmistamiseks retsepti ilma puuviljapüreeta, retseptis võiks kasutada ainult mahla, kuna linavalgukonsentraat ise tekitab viskoosse tekstuuri. Puuviljapüree hind on reeglina kallim ja ainult mahla kasutamine retseptis võib avaldada positiivset mõju toote retsepti hinnale. Kanepivalgukonsentraat oli madala vee absorptsioonivõime ja lahustuvusega ning ka emulgeerimisvõime oli madal. Sensorsete omaduste poolest oli kanepivalgukonsentraadiga valmistatud toode pigem meeldiva välimuse ja tekstuuriga. Täpsemate järelduste tegemiseks oleks vaja teha lisauuringuid ja laiendada uuritavate valkude nomenklatuuri ning uurida, millised taimsete valkude vormid oleksid kõige sobivamad veganproteiinismuutide tootmiseks, selleks peaks kaasama uuringutesse lisaks erinevatest allikatest pärinevaid taimseid valke ning erinevaid valkude vorme. Lisaks võiks uurida ka erineva päritoluga taimsete valkude kombinatsioonide kasutamist veganproteiinismuutide valmistamiseks võttes aluseks antud magistritöös analüüsitud valkude sobivad omadused.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aiello, G., Fasoli, E., Boschini, G., Lammi, C., Zanoni, C., Citterio, A., & Arnoldi A.** (2016). Proteomic characterization of hempseed (*Cannabis sativa* L.). *J. Proteom.* 2016;147, 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.05.033>
- Anderson, D.** (2017). DSM, Canola PRO™. Clean Label Conference, p. 1-11.
- Astley, S., & Finglas, P.** (2016). Nutrition and Health. Reference Module in Food Science. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03425-9>
- Attia, Y. A., Al-Harhi, M.A., Korish, A. M., & Shiboob, M. H.** (2020). Protein and Amino Acid Content in Four Brands of Commercial Table Eggs in Retail Markets in Relation to Human Requirements. *Animals*, 10 (3), 406. <https://doi.org/10.3390/ani10030406>
- Avila, R.** (2008). Compositions of consisting of blended vegetarian products. US patent Application Number 00 206 430 A1.
- Badjona, A., Bradshaw, R., Millman, C., Howarth, M., & Dubey, B.** (2023). Faba Bean Processing: Thermal and Non-Thermal Processing on Chemical, Antinutritional Factors, and Pharmacological Properties. *Molecules*, 28 (14), 5431. <https://doi.org/10.3390/molecules28145431>
- Barlóg, P., Grzebisz, W., & Łukowiak, R.** (2019). The Effect of Potassium and Sulfur Fertilization on Seed Quality of Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Agronomy*, 9 (4), 209. <https://doi.org/10.3390/agronomy9040209>
- Berrazaga, I., Micard, V., Gueugneau, M., & Walrand, S.** (2019). The Role of the Anabolic Properties of Plant- versus Animal-Based Protein Sources in Supporting Muscle Mass Maintenance: A Critical Review. *Nutrients* 2019, 11 (8), 1825. <https://doi.org/10.3390/nu11081825>
- Birk, J.** (1985) The Bowman-Birk inhibitor. Trypsin-and chymotrypsin-inhibitor from soybeans. *Int. J. Pept. Protein Res.*, 25 (2), 113-131. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3011.1985.tb02155.x>

- Boye, J., Wijesinha-Bettoni, R., & Burlingame, B.** (2012). Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *Br. J. Nutr.* 2012;108 (2):S183–S211. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002309>
- Chaparro, S. P., Tavera, M. L., Martínez, J. J., & Gil, J. H.** (2014). Functional properties of flour and protein isolates from *Annona muricata* seeds. *Rev. U. D. C.A Act. & Div. Cient.* 17 (1), 151-159.
- Chatterjee, C., Gleddie, S., & Xiao, C.W.** (2018). Soybean bioactive peptides and their functional properties. *Nutrients*, 10 (9), p. 1211. <https://doi.org/10.3390/nu10091211>
- Chavez-Murillo, C. E., Veyna-Torres, J., Cavazos-Tamez, L. M, de la Rosa-Millan, J., & Serna-Saldivar, S. O.** (2018). Physicochemical characteristics, ATR-FTIR molecular interactions and in vitro starch and protein digestion of thermally treated whole pulse flours. *F. Res. Intern;* 105, 371–383. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.029>
- Chiremba, C., Vandenberg, A., Smits, J., Samaranayaka, A., Lam, R., & Hood-Niefer, S.** (2018). New opportunities for faba bean. *Cereals Food World* ; 63; 5, 221–222. <https://doi.org/10.1094/CFW-63-5-0221>
- Citti, C., Pacchetti, B., Vandelli, M.A., Forni, F., & Cannazza, G.** (2018). Analysis of cannabinoids in commercial hemp seed oil and decarboxylation kinetics studies of cannabidiolic acid (CBDA) *J. Pharm. Biomed. Anal*, 149, 532–540. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2017.11.044>
- Creighton, T. E.** (1992) *Proteins: Structures and Molecular Properties*. Published by W. H. Freeman. 507 lk.
- Delgado, C. L.** (2003). Rising consumption of meat and milk in developing countries has created a new food revolution 1,2. *The J. of Nutr.*; Volume 133, Issue 11, p. 3907S-3910S. <https://doi.org/10.1093/jn/133.11.3907S>
- Erbersdobler, H.F., Barth, C.A., & Jahreis G.** (2017). Legumes in human nutrition: Nutrient content and protein quality of pulses. *Ernaehrungs Umsch.*; 64 (9), 134–139; 64 (10), 140-144. <https://doi.org/10.4455/eu.2017.034>

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu Määrus (EL) nr 1169/2011, 25. oktoober 2011, milles käsitletakse toidualase teabe esitamist tarbijatele ning millega muudetakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrusi (EÜ) nr 1924/2006 ja (EÜ) nr 1925/2006 ning tunnistatakse kehtetuks komisjoni direktiiv 87/250/EMÜ, nõukogu direktiiv 90/496/EMÜ, komisjoni direktiiv 1999/10/EÜ, Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiiv 2000/13/EÜ, komisjoni direktiivid 2002/67/EÜ ja 2008/5/EÜ ning komisjoni määrus (EÜ) nr 608/2004. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169&qid=1712402869708>

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu Määrus (EÜ) nr 1924/2006, 20. detsember 2006, toidu kohta esitatavate toitumis- ja tervisealaste väidete kohta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1924-20141213&from=ET>

FAO/WHO. (1991). Protein quality evaluation. Report of Joint FAO/WHO expert consultation. FAO Food Nutr. Pap. 51:1–66.

FAO/WHO/UNU Expert Consultation (2007). Expert consultation on protein and energy requirements. Protein and amino acid requirements in human nutrition. WHO Technical Report Series nr. 935; 1-265.

Friesland Campina Institute for Dairy Nutrition and Health. Amino acids and protein quality of milk. Aminoacids and protein quality of milk. [veebileht] <https://www.frieslandcampinainstitute.com/article/amino-acids-and-protein-quality-of-milk/> (31.12.2022)

Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., & Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: An ancient medicine & modern functional food. J. Food Sci. Technol. 51, 1633–1653. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>

Henchion, M., Hayes, M., Mullen, A. M., Fenelon, M., & Tiwari, B. (2017). Future Protein Supply and Demand: Strategies and Factors Influencing a Sustainable Equilibrium. Foods, 6 (7), 53. <https://doi.org/10.3390/foods6070053>

Hertzler, S. R., Lieblein-Boff, J. C., Weiler, M., & Allgeier, C. (2020). Plant Proteins: Assessing Their Nutritional Quality and Effects on Health and Physical Function. Nutrients, 12 (12), 3704. <https://doi.org/10.3390/nu12123704>

Hoffman, J. R., & Falvo, M. J. (2004). Protein- which is best? *International Society of Sports Nutrition Symposium*, June 18-19, 2005, Las Vegas NV, USA - Symposium - Macronutrient Utilization During Exercise: Implications For Performance And Supplementation. *Journal of Clinical Nutrition* 68 (suppl), 1437S- 1443S.

Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. (2005). The National Academies Press, Washington, D.C., USA. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine of the National Academies.1359 p.

Ismail, B. P., Senaratne-Lenagala, L., Stube, A., & Brackenridge, A. (2020). Protein demand: review of plant and animal proteins used in alternative protein product development and Production. *Animal Frontiers*, Volume 10, Issue 4, October 2020, 53–63.

ISO 1871: 2009 Food and feed products – General Guidelines for the determination of nitrogen by the Kjeldahl method. International standard.

Johnston, S.P., Nickerson, M.T., & Low, N.H. (2014). The physicochemical properties of legume protein isolates and their ability to stabilize oil-in-water emulsions with and without genipin. *J. Food Sci. Technol.*; 52, 4135–4145. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1523-3>

Kajla, P., Sharma, A., & Sood, D.R. (2015). Flaxseed—A potential functional food source. *J. Food Sci. Technol.*, 52, 1857–1871. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1293-y>

Kim, W., Wang, Y., & Selomulya, C. (2020). Dairy and plant proteins as natural food emulsifiers. *Trends in Food Science & Technology*. Volume 105, 261-272. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.012>

Kraievska, S., Stetsenko, N., & Korol, O. (2017). Comparing Between the amino acid composition of flax seeds before and after germination. *Agrobiodiversity*, 253–257. <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.253-257>

Kuijsten, A., Arts, I.C.W., van't Veer, P., & Hollman, P.C.H. (2005). The relative bioavailability of enterolignans in humans is enhanced by milling and crushing of flaxseed. *J. of Nutr.* 135 (12), 2812–2816. <https://doi.org/10.1093/jn/135.12.2812>

Kumar, M., Tomar, M., Punia, S., Dhakane-Lad, J., Dhumal, S., Changan, S., Senapathy, M., Berwal, M. K., Sampathrajan, V., Sayed, A. A. S., Chandran, D., Pandiselvam, R., Rais, N.,

- Mahato, D. K., Udikeri, S. S., Satankar, V., Anitha, T., Reetu, Radha, Singh, S., Amarowicz R., & Kennedy, J. F.** (2022). Plant-based proteins and their multifaceted industrial applications. *LWT*, 154, 112620. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112620>
- Köhn, C.R., Fontoura, A.M., Kempka, A.P., Demiate, I.M., Kubota, E.H. & Prestes, R.C.** (2015). Assessment of different methods for determining the capacity of water absorption of ingredients and additives used in the meat industry. *IFRJ* 22(1), 356-362.
- Leonard, W., Zhang, P., Ying, D., & Fang, Z.** (2020). Hempseed in food industry: Nutritional value, health benefits, and industrial applications. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 19 (1), 282–308. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12517>
- Ma, K.K., Greis, M., Lu, J., Nolden, A.A., McClements, D.J. & Kinchla, A.J.** (2022). Functional performance of plant proteins. *Foods*, 11(4), 594. <https://doi.org/10.3390/foods11040594>
- Mattila, P., Mäkinen, S., Eurola, M., Jalava, T., Pihlava, J-M., Hellström, J., & Pihlanto, A.** (2018). Nutritional Value of Commercial Protein-Rich Plant Products. *Pl. Foods for Human Nutr.*, 73, 108–115. <https://doi.org/10.1007/s11130-018-0660-7>
- Mattila P. H., Pihlava, J.-M., Hellström, J., Nurmi, M., Eurola, M., Mäkinen, S., Jalava, T., Pihlanto, A.** (2018). Contents of phytochemicals and antinutritional factors in commercial protein-rich plant products. *Food Qual. and Saf.*, 2 (4), 213–219. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyy021>
- Mazhangara, I.R., Chivandi, E., Mupangwa, J. F., & Muchenje, V.** (2019). The Potential of Goat Meat in the Red Meat Industry. *Sustainability*, 11 (13), 3671; <https://doi.org/10.3390/su11133671>
- McClements, D. J., Grossmann, L.** (2021). The science of plant-based foods: Constructing next-generation meat, fish, milk, and egg analogs. *Compr.Rev.Food.Sci and Food Saf.*, 20 (4), 4049–4100. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12771>
- McDonough, F.E., Hargrove, R.E., Mattingly, W.A., Posati, L.P., Alford, J.A.** (1974). Composition and Properties of Whey Protein Concentrates from Ultrafiltration. *J. Dairy Sci.*, 57 (12), 1438-1443.

- Medhammar, E., Wijesinha-Bettoni, R., Stadlmayr, B., Nilsson, E., Charrondiere, U. R., & Burlingame, B.** (2012). Composition of milk from minor dairy animals and buffalo breeds: a biodiversity perspective. *J Sci Food Agric*, 92 (3), 445-474. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4690>
- Michelfelder, A.J.** (2009). Soy: a complete source of protein. *Am. Fam. Physician*, 79 (1) (2009), 43-47.
- Millar, K.A., Gallagher, E., Burke, R., McCarthy, S., & Barry-Ryan, C.** (2019). Proximate composition and anti-nutritional factors of fava-bean (*Vicia faba*), green-pea and yellow-pea (*Pisum sativum*) flour. *J. of Food Comp. and Anal.*, 82, 103233. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103233>
- Morris, D.H.** (2007). *Flax: A Health and Nutrition Primer*. Flax Council of Canada. 140 p.
- Mulapele, L.T., & Xi J.** (2021). Detection and inactivation of allergens in soybeans: A brief review of recent research advantages. *Grain & Oil Scienc. and Techn.* 4 (4), 191–200. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaost.2021.11.001>
- Männi, M.** (22.04.2022) Eesti teadlased aitavad vegantoitu tervislikumaks muuta. - <https://novaator.err.ee/1608573346/eesti-teadlased-aitavad-vegantoitu-tervislikumaks-muuta>
- Nadathur, S. R., Wanasundara, J. P.D., & Scanlin, L.** (2016) *Sustainable Protein Sources*. Academic Press; 1st edition (November 1, 2016), 456 p.
- Naran, R., Chen, G., & Carpita, N. C.** (2008). Novel Rhamnogalacturonan I and Arabinoxylan Polysaccharides of Flax Seed Mucilage. *Plant Physiol*, 148 (1), 132-141. <https://doi.org/10.1104/pp.108.123513>
- Nehete, J.Y., Bhambar, R. S., Narkhede, M. R., & Gawali, S. R.** (2013). Natural proteins: Sources, isolation, characterization and applications. *Pharmacognosy Reviews* , 7 (14), 107-116. <http://doi.org/10.4103/0973-7847.120508>
- Noyola-Altamirano, B., Méndez-Lagunas, L. L., Rodríguez-Ramírez, J., Sandoval-Torres, S., Aquino-González, L. V., & Barriada-Bernal, L. G.** (2022). Techno-functional properties and antioxidant capacity of the concentrate and protein fractions of *Leucaena* spp. seeds. *Arch. Latinoam. Nutr.*, 72 (3), 196-204. <https://doi.org/10.37527/2022.72.3.005>

- Oomah, B.D.** (2020). Flaxseed by-products. In *Food Wastes and By-Products: Nutraceutical and Health Potential*; Campos-Vega, R., Oomah, B.D., Vergara-Castaneda, H.A., Eds.; John Wiley & Sons Ltd.: Hoboken, NJ, USA, 2020; pp. 267–289. <https://doi.org/10.1002/9781119534167.ch9>
- Our World in Data.** Daily protein supply from animal and plant-based foods 2017 [veebileht]. <https://ourworldindata.org/> (25.11.2022)
- Pan, Z., Zhang, R., & Zicari, S.** (2019). *Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products*. Academic Press, USA. 452 p.
- Parikh, M., Maddaford, T.G., Austria, J.A., Aliani, M., Netticadan, T., & Pierce, G.N.** (2019). Dietary flaxseed as a strategy for improving human health. *Nutrients*, 11 (5), 1171. <https://doi.org/10.3390/nu11051171>
- Philips, G.O., & Williams, P.A.** (2011) *Handbook of food proteins. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*. 464 p.
- Pojic, M., Misan, A., Sakac, M., Hadnadev, T.D., Saric, B., Milovanovic, I., & Hadnadev, M.** (2014). Characterization of byproducts originating from hemp oil processing. *J. Agric. Food Chem.*, 62(51), 12436–12442. <https://doi.org/10.1021/jf5044426>
- Pomeranz, Y., Youngs, V.L., & Robbins G.S.** (1973). Protein content and Amino Acid Composition of Oat Species and Tissues. *American Association of Cereal Chemists, Inc.*, Vol. 50, 703-707.
- Popkin, B. M., Adair, L. S. & Wen, NG., S.** (2012). Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews*, 70 (1), 3–21. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00456.x>
- Prakash, D., & Gupta, C.** (2014). *Phytochemicals of Nutraceutical Importance*. Chapter: Glucosinolates: the phytochemicals of nutraceutical importance. Edited by Prakash, D.& Sharma, G. Gabi, 132-147.
- Priyanka, K., Alka, S., & Sood, D.S.** (2014). Flaxseed—a potential functional food source. *J. Food. Sci. Technol.*, 52(4), 1857–1871. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1293-y>

- Raikos, V., Neacsu, M., Russell, W., & Duthie G.** (2014). Comparative study of the functional properties of lupin, green pea, fava bean, hemp, and buckwheat flours as affected by pH. *Food Science & Nutrition*; 2 (6), 802–810. <https://doi.org/10.1002/fsn3.143>
- Reddy, N.R., & Pierson, M.D.** (1994). Reduction in antinutritional and toxic components in plant foods by fermentation. *Food Res. Intern.*, 27 (3), 281-290. [https://doi.org/10.1016/0963-9969\(94\)90096-5](https://doi.org/10.1016/0963-9969(94)90096-5)
- Rizzo, G., & Baroni, L.** (2017) Soy, Soy Foods and Their Role in Vegetarian Diets. *Nutrients* 2018, 10 (1), 43; <https://doi.org/10.3390/nu10010043>
- Rubilar, M., Gutiérrez, C., Verdugo, M., Shene, C., & Sineiro, J.** (2010). Flaxseed as a source of functional ingredients. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 10 (3), 373–377. <http://doi.org/10.4067/S0718-95162010000100010>
- Qin, P., Wang, T., & Luo, Y.** (2022) A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development. *Journal of Agriculture and Food Research* 7, 100265. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100265>
- Shahbandeh, M.** (2022). Estimated animal protein consumption worldwide in 2021, by source (*in million metric tons*). [veebileht]. <https://www.statista.com/> (25.11.2022).
- Shahbandeh, M.** (2022). Global plant protein market value 2020–2027 (*in billion U.S. dollars*) [veebileht]. <https://www.statista.com/> (25.11.2022).
- Shi, L., Arntfield, S.D., & Nickerson M.** (2018). Changes in levels of phytic acid, lectins and oxalates during soaking and cooking of Canadian pulses. *Food Res. Int.*, 107, 660–668. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.056>
- Shi, L., Mu, K., Arntfield, S.D., & Nickerson, M.T.** (2017). Changes in levels of enzyme inhibitors during soaking and cooking for pulses available in Canada. *J. Food Sci. Technol.*, 54, 1014–1022. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2519-6>
- Singh, K.K., Mridula, D., Rehal, J., & Barnwal, P.** (2011). Flaxseed: A potential source of food, feed and fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51 (3), 210–222. <http://dx.doi.org/10.1080/10408390903537241>

- Solorio, A. C., Aguilar, M. G., & Toro, V.** (2020). Science within Food: Up-to-date Advances on Research and Educational Ideas. Nutritional and functional properties of protein concentrate and protein isolates of foods. Formatex, Research center. Spain. Food Science Series N° 1, 176-184.
- Spano, M. A., Kruskall, L. J., & Thomas D. T.** (2018) Toitumine, treening ja tervis. Originaali tiitel: Nutrition for sport, exercise and health. Human Kinetics. TLÜ Kirjastus. 484 lk.
- Świątkiewicz, M., Księżak, J., & Hanczakowska, E.** (2018). The Effect of Feeding Native Faba Bean Seeds (*Vicia faba* L.) to Sows and Supplemented With Enzymes to Piglets and Growing Pigs. Ann. Anim. Sci., 18 (4), 1007-1027. <https://doi.org/10.2478/aoas-2018-0039>
- Tervise Arengu Instituut** (2015) Uuenenud toitumissoovitused: menüü olgu vaheldusrikas [veebileht]. <https://toitumine.ee/artiklid/uuenenud-toitumissoovitused-menuu-olgu-vaheldusrikas> (23.11.2015)
- Tervise Arengu Instituut.** [veebileht]. Toidu koostise andmebaas, versioon 12.0. <https://tka.nutridata.ee/et/>
- Tessari, P., Lante, A., & Mosca, G.** (2016) Essential amino acids: master regulators of nutrition and environmental footprint? Scientific Reports, 6, 26074, <https://doi.org/10.1038/srep26074>
- Tirgar, M., Silcock, P., Carne, A., & Birch, E. J.** (2017). Effect of extraction method on functional properties of flaxseed protein concentrates. Food Chemistry, 215, 417-424. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.08.002>
- Tymoczko, J. L., Berg, J. M., & Stryer, L.** (2016) Biokeemia. Lühikursus. Õpik kõrgkoolidele. TTÜ kirjastus. 832 lk.
- Wanasundara, J.P.D., McIntosh, T.C. & Mupondwa, E.** (2017) Protein Products from Canola. Saskatoon Research & Development Centre, Agriculture and Agri-Food Saskatoon SK Canada. GCIRC Meeting, May 09-11, 2017. Bulletin 28, 2017.
- Wanasundara, J. P. D., McIntosh, T. C., Perera, S. P., Withana-Gamage, T. S., & Mitra, P.** (2016). Canola/rapeseed protein-functionality and nutrition. OCL, 23 (4), D407; 15 p. <https://doi.org/10.1051/ocl/2016028>

- Wang, H., Johnson, L.A., & Wang T.** (2004). Preparation of Soy Protein Concentrate and Isolate from Extruded-Expelled Soybean Meals. *JAOCS*, 81 (7), 713-717. <https://doi.org/10.1007/s11746-004-966-8>
- Wilson, J., & Wilson, G.J.** (2006). Contemporary issues in protein requirements and consumption for resistance trained athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 3 (1) , 7-27.
- Wu, G., Bazer, F.W., Davis, T.A., Kim, S.W., Li, P., Rhoads, J.M., Satterfield, C. M., Smith, S. B., Spencer, T. E., & Yin Y.** (2009). Arginine metabolism and nutrition in growth, health and disease. *Amino Acids*, 37(1), 153–168. <https://doi.org/10.1007/s00726-008-0210-y>
- XU, L., & Diosady, L. L.** (1994). The Production of Chinese rapeseed protein isolates by membrane processing. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 71 (9), 935-939. <https://doi.org/10.1007/BF02542257>
- Ye, X-P., Xu, M-F., Tang, Z-X., Chen, H-J., Wu, D-T., Wang, Z-Y., Songzhen, Y-X., Hao, J., Wu, L-M., & Shi, L-E.** (2022). Flaxseed protein: extraction, functionalities and applications. *Food Sci. Technol, Campinas*, v42, e22021. <https://doi.org/10.1590/fst.22021>

LISAD

Lisa 1. Veganproteiinismuuti retseptid

	Koostisosa % tootes	Rasva 100 g- s	Rasva tootes % järgi	Rasva kalorid % järgi	SV 100 g-s	SV tootes % järgi	SV kalorid % järgi	Valgud 100 g-s	Valgud tootes % järgi	Valgud kalorid % järgi	Kokku 100 g-s valmistootes kalorid
Bonne troopiline püree	47	0,30	0,14	1,27	11,80	5,55	22,18	0,50	0,24	0,94	24,39
Õunamahl	44,6	0,00	0,00	0,00	9,80	4,37	17,48	0,20	0,09	0,36	17,84
Rapsi kontsentraat	8,4	0,50	0,04	0,38	8,80	0,74	2,96	50,00	4,20	16,80	20,13
Kokku	100	0,80	0,18	1,65	30,40	10,66	42,62	50,70	4,52	18,10	62,37
Rapsivalgu kontsentraadiga vegan proteiinismuuti on kõrge valgusisaldusega, sest valk annab vähemalt tootes vähemalt 20 % toidu energiasisaldusest											29,02
Bonne troopiline püree	47	0,30	0,14	1,27	11,80	5,55	22,18	0,50	0,24	0,94	24,39
Õunamahl	44,4	0,00	0,00	0,00	9,80	4,35	17,41	0,20	0,09	0,36	17,76
Linavalgu kontsentraat	8,6	0,20	0,02	0,15	7,60	0,65	2,61	47,00	4,04	16,17	18,94
Kokku	100	0,50	0,16	1,42	29,20	10,55	42,20	47,70	4,37	17,46	61,09
Linavalgu kontsentraadiga vegan proteiinismuuti on kõrge valgusisaldusega, sest valk annab vähemalt tootes vähemalt 20 % toidu energiasisaldusest											28,59
Bonne troopiline püree	47	0,30	0,14	1,27	11,80	5,55	22,18	0,50	0,24	0,94	24,39
Õunamahl	46,5	0,00	0,00	0,00	9,80	4,56	18,23	0,20	0,09	0,37	18,60
Mahekanepivalgu kontsentraat	6,5	1,70	0,11	0,99	5,60	0,36	1,46	70,00	4,55	18,20	20,65
Kokku	100	2,00	0,25	2,26	27,20	10,47	41,87	70,70	4,88	19,51	63,64
Mahekanepivalgu kontsentraadiga vegan proteiinismuuti on kõrge valgusisaldusega, sest valk annab vähemalt tootes vähemalt 20 % toidu energiasisaldusest											30,66

	Koostisosa % tootes	Rasva 100 g-s	Rasva tootes % järgi	Rasva kalorid % järgi	SV 100 g-s	SV tootes % järgi	SV kalorid % järgi	Valgud 100 g-s	Valgud tootes % järgi	Valgud kalorid % järgi	Kokku 100 g-s valmistootes kalorid
Bonne troopiline püree	47	0,30	0,14	1,27	11,80	5,55	22,18	0,50	0,24	0,94	24,39
Õunamahl	48,7	0,00	0,00	0,00	9,80	4,77	19,10	0,20	0,10	0,39	19,48
Sojavalgu isolaat	4,3	0,10	0,00	0,04	0,10	0,00	0,02	92,10	3,96	15,84	15,90
Kokku	100	0,40	0,15	1,31	21,70	10,32	41,29	92,80	4,29	17,17	59,77
Sojavalguisolaadiga vegan proteiinismuuti on kõrge valgusisaldusega, sest valk annab vähemalt tootes vähemalt 20 % toidu energiasisaldusest											28,73
Bonne troopiline püree	47	0,30	0,14	1,27	11,80	5,55	22,18	0,50	0,24	0,94	24,39
Õunamahl	47,9	0,00	0,00	0,00	9,80	4,69	18,78	0,20	0,10	0,38	19,16
Hernevalgu isolaat	5,1	5,00	0,26	2,30	3,20	0,16	0,65	80,00	4,08	16,32	19,27
Kokku	100	5,30	0,40	3,56	24,80	10,40	41,61	80,70	4,41	17,64	62,82
Hernevalgu isolaadiga vegan proteiinismuuti on kõrge valgusisaldusega, sest valk annab vähemalt tootes vähemalt 20 % toidu energiasisaldusest											28,08
Bonne troopiline püree	47	0,30	0,14	1,27	11,80	5,55	22,18	0,50	0,24	0,94	24,39
Õunamahl	47,5	0,00	0,00	0,00	9,80	4,66	18,62	0,20	0,10	0,38	19,00
Põldoavalgu isolaat	5,5	7,00	0,39	3,47	10,00	0,55	2,20	80,00	4,4	17,60	23,27
Kokku	100	7,30	0,53	4,73	31,60	10,75	43,00	80,70	4,73	18,92	66,66
Põldoavalgu isolaadiga vegan proteiinismuuti on kõrge valgusisaldusega, sest valk annab vähemalt tootes vähemalt 20 % toidu energiasisaldusest											28,38

Lisa 2. Sensoorse hindamise tabel

Hindaja:

Toode: Vegan proteiinismuuti

Kuupäev:

Toote kirjeldus: Vegan proteiinismuuti valmistamiseks on kasutatud puuvilja püreed, õunamahla ja erinevaid taimsete valkude kontsentraate ja isolaate (raps, lina, kanep, soja, põlduba, hernes).

Hindamiseks on esitatud 6 veganproteiinismuuti proovi. Ülesanne: Testige proove järjest, alustades proovist nr.1. Tõmmake rist sellesse lahtrisse, mis osutab teie hinnangule iga proovi kohta.

Välimus:

Hinne	1	2	3	4	5
Hinde kirjeldus	Välimus väga ebauhtlane, väga tugev kalgend, suur kihistumine	Välimus ebauhtlane, tugev kalgend, kihistunud	Välimus ebauhtlane, kalgendunud	Kerged kõrvalekalded, veidi ebauhtlane välimus	Ilus ühtlane sile välimus
Proovi number					
1-1					
2-1					
3-1					
4-1					
5-1					
6-1					

Tekstuur, konsistents

Hinne	1	2	3	4	5
Hinde kirjeldus	Väga ebameeldiv konsistents. Väga tugev jahusus/graanulite esinemine	Ebameeldiv konsistents. Tugev jahusus/graanulite esinemine	Keskmine jahusus/graanulite esinemine	Üldiselt sile tekstuur, väike jahusus/graanulite esinemine	Ühtlane tekstuur
Proovi number					
1-1					
2-1					
3-1					
4-1					
5-1					
6-1					

Maitse:

Hinne	1	2	3	4	5
Hinde kirjeldus	Väga tugeva kõrvalmaitsega	Tugevalt tuntava kõrvalmaitsega	Keskmiselt tuntava kõrvalmaitsega	Väga nõrga, vaevu tuntava kõrvalmaitsega	Puhas, ilma segava kõrvalmaitseta
Proovi number					
1-1					
2-1					
3-1					
4-1					
5-1					
6-1					

Üldhinne:

Hinne	1	2	3	4	5
Hinde kirjeldus	Toode on tarbimiseks kõlbmatu	Toode halb- ei ole meeldivate omadustega	Toode on tarbitav mööndustega	Toode enam-vähem heade omadustega	Toode väga hea, meeldib
Proovi number					
1-1					
2-1					
3-1					
4-1					
5-1					
6-1					

Millist toode kõige eelistaksid kõige rohkem ja miks?

Number.....

Miks.....

Mis meeldis kõige vähem ja miks?

Number.....

Miks.....

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

Mina, Triinu Võsu,
sünniaeg 25.12.1972

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

Keskkonna pH mõju erinevate taimsete valkude kontsentratsioonide ja isolaatide omadustele ning sobivus veganproteiinismuutides kasutamiseks,

mille juhendaja on Ivi Jõudu *phD*,

- 1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,
- 1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja
- 1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 20.05.2024

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Ivi Jõudu

20.05.2024

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)