



EESTI MAAÜLIKOOL
Veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituut

Stiven Vatin

**PÄEVALILLESEEMNE- JA KANEPISEEMNEVALKUDE
KASUTAMINE VALGUBATOONIDES NING NENDE MÕJU
FÜÜSIKALIS-KEEMILISTELE JA SENSOORSETELE
OMADUSTELE**

**USE OF SUNFLOWER SEED AND HEMP SEED PROTEINS IN
PROTEIN BARS AND THEIR IMPACT ON
PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES**

Magistritöö
Toiduainete tehnoloogia õppekava

Juhendaja: Andres Sats, *PhD*

Tartu 2025

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Stiven Vatin		Õppekava: Toiduainete tehnoloogia	
Pealkiri: Päevalilleaseemne- ja kanepiseemnevalkude kasutamine valgubatoonis ning nende mõju füüsikalise-keemilistele ja sensorsetele omadustele			
Lehekülgi: 45	Jooniseid: 5	Tabeleid: 4	Lisasid: 2
ETIS-e valdkond ja CERCS-i kood: 1.7 ja T430 Juhendaja(d): Andres Sats, <i>PhD</i> Osakond või õppetool: Toiduteaduse ja toiduainete tehnoloogia õppetool Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2025			
<p>Kasvav nõudlus taimsete ja madala süsinikujalajäljega valguallikate järele on suunanud tähelepanu alternatiivsetele valguallikatele, nagu päevalilleaseemne- ja kanepiseemnevalgud. Käesoleva töö eesmärk oli uurida vadakuvalkude asendamise võimalikkust valgubatoonides päevalilleaseemne- ja kanepiseemnevalkudega ning hinnata selle mõju toote kvaliteedile. Uurimistöö käigus valmistati kolm tüüpi valgubatoonid: vadakuvalgu, päevalilleaseemnevalgu ja kanepiseemnevalgu baasil. Valminud batoonide füüsikalise-keemilisi omadusi (nt tekstuuriprofiil, pH) analüüsiti 28-päevase säilitamise käigus (1., 14. ja 28. päeval) ning viidi läbi sensoorne hindamine, et võrrelda erinevate valguallikate mõju batoonide omadustele. Tulemused näitasid, et valguallikas mõjutab oluliselt batoonide kvaliteedinäitajaid ning nende muutusi säilitamisel. Eialgu olid kanepiseemnevalguga batoonid suurima kõvadusega, kuid 28. säilituspäevaks olid hoopis vadakuvalguga batoonid kõige kõvemad. Taimsete valkudega batoonide pH oli madalam ja langes säilitamise jooksul, samas vadakuvalguga batoonide pH püsis kõrgem ja stabiilsem. Sensoorne hindamine kinnitas, et valgutüüp mõjutab batoonide tekstuuri (nt kohesiivsus, kleepuvus) ja maitseomadusi. Uuringu tulemused näitavad, et päevalilleaseemne- ja kanepiseemnevalgud võivad vadakuvalku edukalt asendada valgubatoonides, mis loob võimaluse arendada jätkusuutlikumaid valgurikkaid vahepalasid.</p>			
Võtmesõnad: tekstuur, lõiketakistus, niiskussisaldus, kleepuvus			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006		Abstract of Master's Thesis	
Author: Stiven Vatin		Curriculum: Food Technology	
Title: Use of sunflower seed and hemp seed proteins in protein bars and their impact on physiochemical and sensory properties			
Pages: 45	Figures: 5	Tables: 4	Appendixes: 2
ETIS research field and (CERCS) code: 1.7 and T430 Supervisor(s): Andres Sats, <i>PhD</i> Department / Chair: Chair of Food Science and Technology Place and year of defence: Tartu 2025			
<p>The growing demand for plant-based and low-carbon-footprint protein sources has drawn attention to alternatives such as sunflower-seed and hemp-seed proteins. The aim of this study was to investigate the feasibility of replacing whey protein with sunflower-seed and hemp-seed proteins in protein bars and to evaluate the impact on product quality. Three types of protein bars were prepared using whey protein, sunflower-seed protein, and hemp-seed protein. The bars' physicochemical properties (e.g., texture profile, pH) were analyzed over a 28-day storage period (on days 1, 14, and 28), and a sensory evaluation was conducted to compare the effects of each protein source on bar attributes. The results showed that the protein source significantly influenced key quality parameters and their evolution during storage. Initially, hemp-seed-based bars exhibited the greatest hardness, but by Day 28 the whey-protein bars became the hardest. Bars made with plant proteins had a lower pH that declined over storage, whereas the pH of whey-protein bars remained higher and more stable. Sensory evaluation confirmed that protein type affected texture attributes (e.g., cohesiveness, stickiness) and flavor properties. These findings demonstrate that sunflower-seed and hemp-seed proteins can effectively replace whey in protein bars, offering a pathway to develop more sustainable, protein-rich snack products.</p>			
Keywords: texture, cutting resistance, moisture content, adhesiveness			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. VALGUBATOONIDE KOOSTIS, TEHNOLOOGIA JA KVALITEET	6
1.1. Koostisosad ja nende olulisus	6
1.1.1. Valgupulber	6
1.1.2. Siirup ja suhkur	7
1.1.3. Rasvad ja õlid	8
1.2. Valgubatoonide valmistamine	9
1.3. Valgubatoonide kvaliteet	10
2. VALGUBATOONIDES KASUTATAVAD TAIMSED VALGUD	12
2.1. Kanepiseemnevalk	12
2.2. Päevalilleseemnevalk	12
2.3. Kanepiseemne- ja päevalilleseemnevalkude omadused	14
2.3.1. Lahustuvus	14
2.3.2. Emulgeerivad omadused	16
3. MATERJALID JA METOODIKA	19
3.1. Materjalid	19
3.2. Valgubatoonide valmistamine	19
3.3. Tekstuuri profiili analüüs	19
3.4. Lõiketakistuse analüüs	20
3.5. Niiskussisalduse määramine	20
3.6. pH-väärtuse mõõtmine	21
3.7. Sensoorne hindamine	21
3.8. Statistiline andmetöötlus	22
4. TULEMUSED JA ARUTELU	23
4.1. Tekstuuri profiil	23
4.1.1. Lõiketakistus säilitamisel	24
4.2. pH ja niiskussisaldus säilitamisel	25
4.3. Sensoorse hindamise tulemused säilitamisel	28
4.4. Batoonide kvaliteedinäitajate vahelised seosed	30
KOKKUVÕTE	33
ALLIKALOEND	34
LISAD	41
Lisa 1. Sensoorse hindamise leht	42
Lisa 2. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta	44

SISSEJUHATUS

Tänapäeva teadlik tarbija ootab toiduainetelt mitte üksnes mugavust ja tervislikkust, vaid ka looduslähedust ja jätkusuutlikkust. Taimset päritolu valkude kasutamine inimtoidus võimaldab vähendada toidu tootmise keskkonnamõju, sealhulgas süsinikujalajälge, võrreldes loomse päritoluga valkudega, nagu näiteks vadakuvalk. Lisaks pakuvad taimsed valgud toiduainetööstusele võimalusi arendada uusi ja innovaatilisi tooteid.

Käesolevas töös uuritakse päevalille- ja kanepiseemnetest õli pressimise kõrvalproduktina saadava presskoogi baasil toodetud valgukontsentraate, mille potentsiaali on seni alakasutatud. Terviseteadlikkus, kiire elutempo ning kasvav huvi funktsionaalsete toiduainete vastu on suurendanud nõudlust toodete järele, mida on lihtne tarbida, kuid mis pakuvad samas ka olulisi toitaineid. Üheks selliseks tooteks on kujunenud valgubatoonid, mida hinnatakse eriti sportlaste, dieedipidajate ning aktiivse eluviisiga inimeste seas.

Uurimistöö eesmärk on välja selgitada, kas päevalilleseemne- ja kanepiseemnevalgud võiksid olla sobivaks alternatiiviks laialdaselt kasutatavale vadakuvalgule valgubatoonide koostises. Töö raames seatakse fookus nende taimsete valkude mõjule valgubatoonide füüsikalise-keemilistele ja sensorsetele omadustele.

Täpsemalt püstitatakse uurimistöö raames järgmised eesmärgid:

- Kaardistada valgubatoonide valmistamisel kasutatavad koostisosad, nende funktsioonid ja omavahelised koosmõjud;
- Uurida valgubatoonide kvaliteedinäitajaid ning nende määravaid tegureid;
- Anda ülevaade valgubatoonide valmistamise tehnoloogiast;
- Iseloomustada päevalilleseemne- ja kanepiseemnevalkude omadusi;
- Hinnata, milliseid füüsikalise-keemilisi ja sensorseid muutusi põhjustab vadakuvalgu asendamine päevalilleseemne- ja kanepiseemnevalkudega, keskendudes toote tekstuurile, maitsele, struktuurile ja üldisele kvaliteedile.

Töö eksperimentaalses osas püstitati hüpotees, et päevalilleseemne- ja kanepiseemnevalkude kasutamine valgubatoonides avaldab nende sensorsetele omadustele võrreldes vadakuvalguga positiivset mõju.

1. VALGUBATOONIDE KOOSTIS, TEHNOLOOGIA JA KVALITEET

1.1. Koostisosad ja nende olulisus

Valgubatoonid on kompaktsed batoonikujulised tooted, mis koosnevad kolmest põhikomponendist, milleks on valgupulber, magusaine ja rasvaine (Sparkman ja Joyner 2019; El-Salam ja El-Shibiny 2020). Kuna tegemist on kõrge valgusisaldusega batooniga, siis vastavalt toiduseadusele peab valkudest saadav energia olema vähemalt 20% toote kogu energiasisaldusest. Tootmise seisukohast on valgubatoonid suhteliselt lihtsad valgupulbrite suspensioonid, mis on segatud süsivesikulise ja rasvase osaga (Kelly jt 2016). Koostisosade proportsioon valgubatoonis mõjutab selle mehaanilisi ja tekstuuri omadusi (Kelly jt. 2016) (Tabel 1). Turul olevate valgubatoonide valmistamisel on kasutatud erinevaid koostisosade allikaid ehk varieeruvus hõlmab erinevusi valguallikates, magusainete ja rasvainete tüüpides ning ka muudes valgubatoonides kasutatavates komponentides. Kaalu alusel sisaldavad valgubatoonid tavaliselt 20–50% valku, 10–50% süsivesikuid ja 10–30% rasvu (Banach 2016; El-Salam ja El-Shibiny 2020).

1.1.1. Valgupulber

Koostises kasutatavad valgupulbrid aitavad kaasa struktuuri loomisele, mis võimaldab valgubatoonil säilitada suurust ja kuju (Figoni 2008: 84). Valgupulbrid paksendavad valgubatooni massi ja aitavad säilitada selle kuju ka pärast valmistamist (Figoni 2008: 84). Lisaks mõjutavad need lõpptoote maitset ja värvi, kusjuures need omadused sõltuvad valgupulbri toormest (Figoni 2008: 84; Małeckki jt 2020). Erinevast toormest saadud valgupulbrid, nagu vadakuvalk, kanepiseemnevalk ja päevalilleseemnevalk, omavad erinevaid tehnoloogilisi ja sensoorseid omadusi (Figoni 2008: 85; Małeckki jt 2020). Seetõttu on valgupulbrite valik valgubatoonide valmistamisel oluline, kuna see määrab lõpptootes nii tekstuuri, maitse kui ka toiteväärtuse (Małeckki jt 2020; You jt 2024). Taimsete valkude kasutamine võib suurendada toote jätkusuutlikkust, kuid samas tekitada väljakutseid soovitud tekstuuri ja maitse saavutamisel. Seetõttu on vajalik põhjalik analüüs, et mõista erinevate valgupulbrite mõju ning leida optimaalne lahendus tarbijate ootustele vastava valgubatooni loomiseks.

1.1.2. Siirup ja suhkur

Siirupeid ja suhkruid (Nõukoguse direktiivi 2001/111/EÜ mõistes) näiteks dekstroosisiirup, sahharoos, maltodekstriin, invertsiirup, dekstroos ja fruktoos, kasutatakse laialdaselt valgubatoonides magusainetena ja sideainetena ning nende hügrooskoopsus suurendab lõpptoote pehmust ja niiskust. Teisisõnu toimivad need valgubatoonide stabiilsuse parandajatena säilitamisel (amorfsete suhkrute vett siduva võime tõttu) (Figoni 2008: 161; Wang ja Ryu 2013; Farahnaky jt 2016). Üldiselt annab fruktoos, mis on tavalistest suhkrutest kõige hügrooskoopsem, rohkem niiskust ja pikema säilivusaja kui teised suhkrud. Märkimisväärses koguses fruktoosi sisaldavad siirupid nagu invertsiirup, mesi, kõrge fruktoosisisaldusega maisisiirup ja agaavisiirup (Figoni 2008: 161). Eelnevalt nimetatud magusained annavad rohkem niiskust kui teised siirupid või granuleeritud suhkur (Figoni 2008: 161). Erinevused on eriti märgatavad pärast pikemat lõpptoote säilitamist (Figoni 2008: 161). Li jt (2008) töös olid suhkruisiirupist valmistatud batoonid säilitamise alguses kõvemad kui polüoolide siirupiga või vähendatud suhkruisaldusega segusiirupiga valmistatud batoonid, kuid aja jooksul kõvenesid suhkruisiirupist valmistatud batoonid aeglasemalt ja vähem kui teised. Kõik magusained annavad tootele loomulikult magusust, kuid teatud magusaineid kasutatakse nende erilise maitse tõttu, näiteks mett, vahtrasiirupit, linnasesiirupit, tumedat agaavisiirupit, melassi ja glükoosisiirupit iseloomustab spetsiifiline maitseprofiil (Figoni 2008: 163). Valgubatoonide valmistamisel kasutatakse suhkruid suures koguses, kuna need toimivad säilitusainetena ja takistavad mikroorganismide kasvu (Figoni 2008: 164). Suhkrurikkad taigad, sealhulgas valgubatoonide mass, kõvenevad aeglasemalt kui need, milles on vähem suhkrut (Figoni 2008: 161). Loveday jt (2010) raporteerisid, et valgubatoonis oli glükoosi poolt tekitatud kõrge osmootne rõhk ning tulemused kinnitasid, et valgubatoonide kõvenemine on tingitud vee migratsioonist valgufaasist glükoosifaasi.

Magusainete roll valgubatoonide valmistamisel on mitmetahuline, kuna need ei mõjuta ainult magusust, vaid ka toote tekstuuri, säilivust ja üldist sensorset kvaliteeti. Kuigi suhkrute kasutamine säilitusainetena on tõhus, võib see tekitada väljakutseid terviseteadlike tarbijate jaoks, kes eelistavad madalama suhkruisaldusega tooteid. Seetõttu on oluline leida tasakaal funktsionaalsuse ja tervislikkuse vahel, arvestades samas ka tarbijate ootusi ning toote säilivust ja struktuuri.

1.1.3. Rasvad ja õlid

Rasvad ja õlid toimivad valgubatoonides pehmendajatena ning katavad valgu kontsentradi osakesi, aidates parandada toote tekstuuri (Figoni 2008: 219). Mida pehmem või vedelam on rasv, seda paremini see seguneb ja pehmendab valgubatooni massi, samas kui väga küllastunud rasvad, nagu kakaovõi, võib suurendada valgubatooni murdumisjõudu (Figoni 2008: 220; Mamat jt 2014) (Tabel 1). Mida rohkem rasva või õli lisatakse, seda rohkem katab see struktuuri loovaid valgu kontsentradi osakesi, muutes lõpptoodet tekstuurilt ühtlasemaks (Figoni 2008: 220). Niiskus on iseloomulik kõigile vedelatele koostisosadele ning seda annavad nii vesi kui ka vedel õli, kuid näiteks või lisamine toodetele annab vähem niiskust kui õli (Figoni 2008: 221). Jacquet jt (2025) töös varieerus veeaktiivsus vahemikus 0,24–0,50 ning sellel oli positiivne seos snäki õli sisaldusega. Toote niiskus ja õrnus ei ole identsed omadused, kuid need võivad olla omavahel seotud – näiteks on nätsked toidud sageli niisked, kuid mitte alati pehmed, mis kehtib ka valgubatoonide puhul (Figoni 2008: 221). Kui valgubatooni massile lisatakse rohkem rasvu, tuleb õige konsistentsi saavutamiseks vähendada vee ja muude niisutavate koostisosade kogust ning vastupidisel juhul tuleb suurendada niisutavate ainete hulka (Figoni 2008: 222; Mamat jt 2014; Jacquet jt 2025). Lisaks takistavad rasvad ja õlid suhkrute kristalliseerumist, andes toodetele pehmema tekstuuri (Figoni 2008: 223).

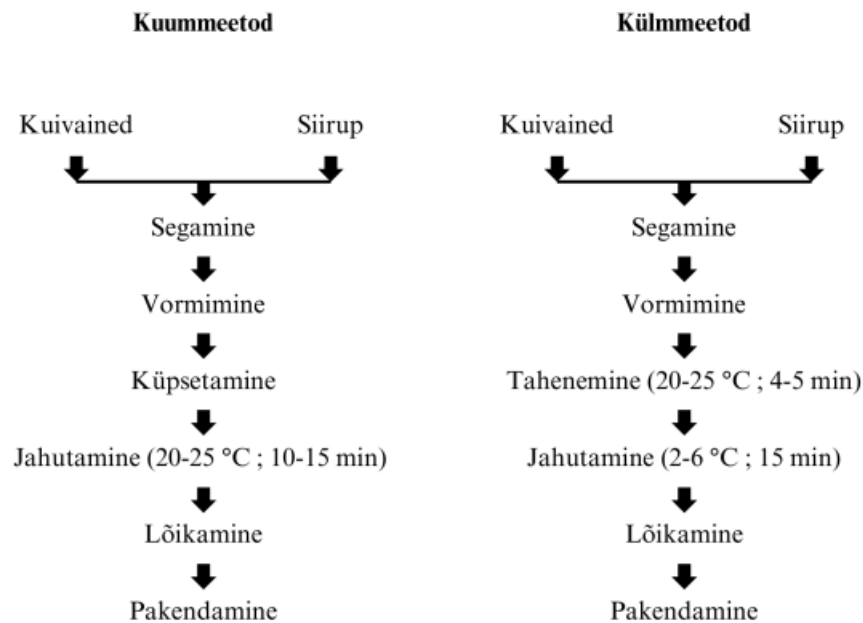
Tabel 1. Koostisosade funktsioon valgubatoonis (Figoni 2008; Wang ja Ryu 2013; Farahnaky jt 2016)

Koostisosa	Funktsioon
Valgupulber	Niiskuse ja nätske tekstuuri saavutamine; Toote kuju ja tekstuuri säilitamine; Mehaanilise stabiilsuse tagamine; Aminohapete taseme tõstmine tootes.
Siirup ja suhkur	Kuivade komponentide kooshoidmine; Soovitud paindlikkuse ja pehmuse saavutamine; Tõstab toote kalorisaldust; Maitse andmine; Nätske tekstuuri saavutamine; Veeaktiivsuse vähendamine.
Rasvad ja õlid	Sideaine/siirupi nõrgendamine; Aitab vältida suhkru kristalliseerumist; Tõstab toote kalorisaldust.

Rasvade ja õlide kasutamine valgubatoonides on tasakaalustamise küsimus, kuna need mõjutavad mitte ainult tekstuuri, vaid ka säilivust ja sensoorset kvaliteeti. Kuigi rasvade lisamine võib parandada toote pehmust ja vähendada kuivust, võib liigne rasvasisaldus muuta toote liiga raskeks ning vähendada selle tehnoloogilisi ja sensoorseid omadusi. Kõik koostisosad täidavad valgubatoonimassis mingit funktsiooni ning selle valmistamisel tuleb koostisosi valida nii, et lõpptulemus oleks vastuvõetavate sensoorsete omadustega. Samuti tuleb arvesse võtta valitud valmistamise meetodit, sest mõned koostisosad ei talu kuumtöötlemist.

1.2. Valgubatoonide valmistamine

Üldiselt on valgubatoonide valmistamiseks palju meetodeid. Igal batoonil on oma valmistusviis, kuid laias laastus võib valmistamismeetodeid jagada kahte klassi (Joonis 1): kuummeetod ja külmmetod (Aggarwal jt 2014).



Joonis 1. Valgubatoonide valmistamise kuum- ja külmmetod (Aggarwal jt 2014).

Kuummeetodi puhul segatakse koostisosad siduva ainega ja küpsetatakse, samas kui külmmetodi korral segatakse koostisosad, vormitakse batoonideks ja hoitakse jahedas (Aggarwal jt 2014). Peamine erinevus seisneb kuumtöötlemises, mis võib mõjutada nii toote säilivust kui ka tekstuuri (Aggarwal jt 2014). Kuummeetodi eelisteks on lõpptoote parem mikrobioloogiline stabiilsus ja pikem säilivusaeg. Samas ei pruugi kuumtöötlemine sobida

kasutatavatele koostisosadele ja kuumtöötlus suurendab tootmise energiakulu. Külmmetodi eeliseks on väiksem energiakulu ning see ei kahjusta kuumustundlikke koostisosi, kuid võib lühendada säilivusaega ja mõjutada batoonide tekstuuride säilitamisel.

1.3. Valgubatoonide kvaliteet

Batoonide sensoorsel hindamisel hinnatakse järgmisi näitajaid: välimus/värv, maitse, lõhn ja tekstuur/suutunne. Enamasti on kõrge valgusisaldusega batoonidel vee aktiivsus (a_w) alla 0,65 ja jääb vahemikku 0,3 – 0,65 (Rajabi 2017). Niiskussisaldus on tavaliselt valgubatoonides 10 – 15 massiprotsenti (Rajabi 2017). Kiired vahepalad ja snäkid peaksid enda olemuselt olema maitsvad ning see kriteerium on valgubatoonide kontekstis olulisem näitaja (Booth 1990). Snäkkimist on defineeritud kui toidu tarbimise sündmust 15-minutilise perioodi ning vahepalasid ja snäkke on üldiselt määratletud kui toitumiseks ja jookideks, mis sisaldavad palju kaloreid. Snäkke tarbitakse kolme peamise söögikorra vahel või väljaspool neid (Piernas ja Popkin 2010; Chaplin ja Smith 2011; Taillie jt 2015). Snäkkide alla kuuluvad näiteks energiabatoonid, puuviljabatoonid, teraviljabatoonid, pähklibatoonid, spordibatoonid, valgubatoonid jne olenevalt kasutatud koostisosadest ning nende lõppkasutusest (Ayad jt 2020). Erinevatel snäkkibatoonidel on erinevad eesmärgid. Kuna näiteks teraviljabatoonid sisaldavad laias valikus koostisosi ja on valmistatud tarbijate toitumisvajaduste rahuldamiseks, on neid väga raske standardiseerida. Snäkkibatoonid võib klassifitseerida toitumiskvaliteedi, tekstuuride, koostise, kasutuse jms põhjal (Thummakomma ja Rajeswari 2020). Valgubatoonid on mõeldud inimestele, kes soovivad valguvajadust rahuldada kiire vahepalaga. Vadakuvalk on üks kõige sagedamini kasutatavatest valkudest valgubatoonides (Degaspari jt 2009). Valgubatoonide maitseid võib tootja valida vastavalt soovile ning maitseid saab ka kombineerida. Populaarsemateks maitseteks on näiteks šokolaad, vanilje, maasika, maapähkli jne. Małecki jt (2022) uurimises hinnati valgubatoonide maitset sensoorselt, kus ülesandeks anti hinnata järgmisi sensoorseid omadusi: värv, lõhn, konsistents ja maitse. Esimene mulje, mis saadakse valgubatoonide välimusest peab olema kooskõlas suus tajutava tekstuuriga või seda eelistatavalt parandama (Booth 1990). Nätskema snäkkibatoonide valmistamisel suurendatakse koostisesuhkrusisaldust kogust, sest see annab pehmema ja niiskema tekstuuride. Krõmpsuvate teraviljabatoonide suhkrusisaldus on umbes 15–20%, kuid nätsketes teraviljabatoonides võib suhkrusisaldus ulatuda 25–30%ni (Booth 1990). Małecki jt (2022) uurimises hinnati ka valgubatoonide tekstuuride, mis oli oluliselt teisel kohal omadus ning Allai jt (2022) töös korreleerusid instrumentaalselt mõõdetud kõvadus ja kleepuvus positiivselt koos sensoorsete omadustega. Uuringute

kohaselt põhjustab valgubatoonides kasutatud valgutüübi vahetus märgatavaid erinevusi aminohapete sisalduses (g/100 g) ja batooni mikrostruktuuris, mis omakorda mõjutab tekstuuri (Małecki jt 2020). Małecki jt (2020) töös raporteeriti õrna sarnasust vadaku- ja päevalilleaseemnevalkudest valmistatud valgubatoonide mikrostruktuuris.

Valgubatooni välimus on esimene meeleline mulje, mille see potentsiaalsele tarbijale või ostjale jätab ning on eriti oluline kiirete vahepalade puhul (Małecki jt 2022). Toote välimus koosneb värvidest, kujust, suurusest, mustritest, tahkusest ja pealispinna tekstuuridest (Booth 1990; Małecki jt 2022). Lõplik valgubatooni maitse, tekstuur ja välimus sõltuvad tootja otsustest, kes valib sobivad koostisosad soovitud sensoorse profiili saavutamiseks. Võimalik on kombineerida nii maitset ja tekstuuri parandavaid koostisosi kui ka visuaalset atraktiivsust suurendavaid lisandeid, näiteks värvaineid või šokolaadikatteid. Kokkuvõttes peab valgubatoon olema meeldiva maitse ja tekstuuriga ning visuaalselt isuäratav. Kuna see on valgurikas toode, sisaldab see suures koguses valgupulbrit, millel on oluline roll nii toote tekstuuri, maitse kui ka välimuse kujundamisel.

2. VALGUBATOONIDES KASUTATAVAD TAIMSED VALGUD

2.1. Kanepiseemnevalk

Kanepiseemnete koostis võib olenevalt sortidest ja põllumajandustavade erineda, kuid üldiselt sisaldavad need umbes 25–30% õli, 25–30% valku ja 30–40% kiudaineid (Callaway 2004; Zajac jt 2019). Kanepiseemnetest õli ekstraheerimisel saadakse kõrvalsaadus, mida nimetatakse pressikoogiks, kui see pärineb mehaanilisest pressimisest või jahuks, kui see pärineb lahustipõhisest rasvatustamisprotsessist. Ühest kilost kanepiseemnetest saadakse külmpressimise käigus 350 g õli ja 650 g presskooki. Kanepiseemne presskook sisaldab umbes 30–40% valku, tänu millele on see muutunud potentsiaalseks toidutööstuses kasutavaks taimse valgu allikaks (Callaway 2004; House jt 2010). Sõltuvalt kasutatavast õli ekstraheerimise tehnikast võib kanepiseemne presskoogi või jahu valgusisaldus varieeruda. Mida rohkem suudetakse õli ekstraheerida, seda suurema valgusisaldusega presskook või jahu saadakse (Malomo jt 2014). Kanepiseemne valgud sisaldavad kõiki inimesele vajalikke asendamatu aminohappeid ja neil on hea seeduvus (~95%) (Farinon jt 2020; Fanesi 2021). Kanepiseemne valgukontsentraadi aminohappeline koostis on välja toodud tabelis 2. Võrreldes näiteks sojavalguga on kanepiseemnevalkudes väga väike kogus trüpsiini inhibiitorit, mida peetakse toitumisvastaseks aineks ning see muudab kanepiseemnevalgu paremini seeditavaks (Park jt 2012; Mamone jt 2019). Kooritud kanepiseemne seeduvus võib taime liigi erinevuse tõttu olla vahemikus 90,8% kuni 97,5%, samas kui piimatoodetes sisalduva kaseiini seeduvus on 97,6% (Wang jt 2008). Kesta eraldamine kanepiseemnetel aitab parandada selle valgu seeduvust ja biosaadavust inimestele. Seda seetõttu, et kiudainete olemasolu piirab valkude seedimist (House jt 2010). Kanepiseemne valgukontsentraat sisaldab vähemalt 65% valku ning sellist tüüpi valguprodukti saadakse tavaliselt pärast kanepiseemne presskoogist mittevalguliste komponentide eemaldamist (Wang jt 2019).

2.2. Päevalilleseemnevalk

Päevalilleseemned sisaldavad ~58% rasvu, ~15% valku ja ~24% süsivesikuid (Prado jt 2020). Päevalilleseemnetest õli ekstraheerimise tulemuseks on kõrvalsaadus, päevalilleseemnekook, mis moodustab umbes 36% töödeldud seemne massist (Yegorov jt 2019). See sisaldab 30–50% valku, mis võib ulatuda isegi 66%-ni sõltuvalt seemnete

koorimise ja rasvatustamise protsesside efektiivsusest (Bau jt 1983; Dorrel jt 1997). Päevalilleseemnekook sisaldab rikkalikult hästi seeditavaid valke ja olulisi asendamatuid aminohappeid, millest peamised on lüsiin, metioniin, tsüsteiin ja trüptofaan (González-Pérez ja Vereijken 2007; Yegorov jt 2019). Etanooliga ekstraheeritud päevalilleseemne valgukontsentratsioon on 63% valku, kuid valgu kontsentratsioon võib varieeruda olenevalt päevalilleseemne sordist ja ekstraheerimise tehnikast (Salgado jt 2010). Päevalilleseemnel on kaks peamist valgutüüpi, milleks on vees lahustuvad albumiinid (päevalillealbumiinid) ja soolas lahustuvad globuliinid (heliantiniin). Need kaks tüüpi valku esinevad vahekorras 2:1, st seemnetes on 60–80% heliantiniine ja 25–30% päevalillealbumiine (González-Pérez ja Vereijken 2007). Tabelis 2 on toodud vadakuvalgu-, kanepiseemnevalgu- ja päevalilleseemnevalgu kontsentratsioonide aminohappeline koostised.

Tabel 2. Vadakuvalgu-, kanepiseemnevalgu- ja päevalilleseemnevalgu kontsentratsioonide aminohappeline koostis (g/100g valgus). Kaldkirjas on näidatud asendamatud aminohapped.

Aminohapped	Vadakuvalgu kontsentratsioon	Kanepiseemnevalgu kontsentratsioon	Päevalilleseemnevalgu kontsentratsioon
Alaniin	4,7	1,8	1,7
Arginiin	3,6	6,9	4,5
Aspargiinhape	11,0	5,0	4,0
Tsüsteiin	1,8	0,7	0,5
Glutamiinhape	16,9	9,2	9,8
Glütsiin	2,0	1,9	2,3
Proliin	5,1	1,8	1,9
Seriin	5,5	2,4	2,0
Türosiin	3,8	1,8	1,3
<i>Histidiin</i>	<i>1,9</i>	<i>1,5</i>	<i>1,3</i>
<i>Isoleutsiin</i>	<i>5,5</i>	<i>1,9</i>	<i>1,7</i>
<i>Leutsiin</i>	<i>12,3</i>	<i>3,2</i>	<i>2,7</i>
<i>Lüsiin</i>	<i>9,4</i>	<i>1,6</i>	<i>1,3</i>
<i>Methioniin</i>	<i>2,2</i>	<i>1,0</i>	<i>0,8</i>
<i>Feniülalaniin</i>	<i>3,5</i>	<i>2,3</i>	<i>1,9</i>
<i>Treoniin</i>	<i>5,2</i>	<i>1,6</i>	<i>1,6</i>
<i>Trüptofaan</i>	<i>2,9</i>	<i>0,8</i>	<i>0,8</i>
<i>Valiin</i>	<i>5,1</i>	<i>2,4</i>	<i>2,2</i>

Aminohappelised koostised on saadud IconFit maitsestatamata vadakuvalgu kontsentratsiooni ja Vegetein kanepiseemnevalgu- ja päevalilleseemnevalgu kontsentratsioonide toodete spetsifikatsioonidelt.

2.3. Kanepiseemne- ja päevalilleseemnevalkude omadused

Valgu profiil ja struktuursed omadused määravad, kuidas valgumolekulid omavahel ja teiste toiduainete olevate komponentidega vastastikku mõjuvad. Valgulised koostisosad mängivad toiduainetes spetsiifilist funktsionaalset rolli, seega uute taimsete valgukoostisosade tõhus lisamine nõuab nende konkreetsete omaduste igakülgselt mõistmist (Ismail jt 2020). Neid peamisi funktsionaalseid omadusi võib liigitada sellisteks, mis hõlmavad valgu-vee vastasmõjusid (lahustuvus, vee sidumisvõime ja vee hoidmise võime), valgu ja valgu vastasmõju (geelistumine) ja pinnaaktiivsust (emulgeerimine ja vahutamine). Valgubatoonides võib vesi esineda kolmes erinevas olekus: seotud vesi, vaba vesi ja vahepealne vesi ning vahepealse vee kogus mängib plastifikaatorina olulist rolli batooni pehmuse määramisel (Gallo-Torres 2003).

Valgubatoonide kontekstis on need omadused kriitilise tähtsusega, kuna need mõjutavad toote tekstuuri, niiskusesisaldust ja stabiilsust. Näiteks valgupulbri lahustuvus ja vee sidumisvõime määravad, kui ühtlane ja niiske on lõpptulemus, samas kui geelistumis- ja emulgeerimisvõime mõjutavad batooni struktuurset sidusust ja suutunnet. Seetõttu on kasutatavatel valgupulbritel suur roll optimaalse tekstuuri ja soovitud omaduste saavutamisel.

2.3.1. Lahustuvus

Valgu vee-siduvus, mis kergendab selle lahustumist, on hädavajalik funktsionaalne omadus, kuna paljude teiste funktsionaalsete võimete (nt emulgeerimisvõime) avaldumine eeldab valgu eelnevat lahustumist vees (Gao jt 2020; Shen jt 2021). Valkude lahustuvus sõltub sisemistest teguritest (molekuli suurus, pinnalaeng ja hüdrofoobsus) ja ka välistest teguritest (pH ja temperatuur) (Gao jt 2020). Valkude lahustuvus on madal isoelektrilise punkti lähedal, kus netolaeng on null, põhjustades valkude agregeerumist, mis on peamiselt tingitud hüdrofoobsete vastasmõjude kaudu, tänu vähenenud molekulidevahelisele tõukejõule (Galves jt 2019). Isoelektrilisest punktist madalama või kõrgema pH väärtuste korral saavad valgud tagasi vastavalt positiivse või negatiivse netolaengu, kutsudes esile elektrostaatilise tõuke ja parema valgu-vee interaktsiooni (Tang jt 2006; Lam jt 2018; Galves jt 2019).

Vee sidumise võime ja vee hoidmise võime kirjeldavad kahte erinevat viisi, kuidas valgud veega reageerivad. Vee sidumine on valgu võime veega keemiliselt seonduda, samas kui vee hoidmine on valgumaatriksi võime vett füüsiliselt kinni hoida (Damodaran 2017). Vee sidumisvõime ei sõltu ainult keskkonnatingimustest, vaid ka aminohappelisest koostisest

kuna laetud jääkide olemasolu suurendab valgu võimet siduda vett. Neutraalse pH juures on kanepivalgul halvem vee sidumisvõime kui näiteks sojavalgul, mis on tõenäoliselt seotud selle madala pinnalaenguga (Tang jt 2006; Galves jt 2019). Vee sidumisvõime on eriti oluline madala kuni mõõduka niiskusega toiduainete puhul, kuna veekadu võib toiduaine muuta kleepuvaks, kuivaks või rabadaks (Singhal jt 2016). Cho (2010) töös näitas valgu lahustuvus tugevat korrelatsiooni valgubatooni tekstuuri kõvadusega. Valgud, mille lahustuvus oli optimaalsest vahemikust kõrgem või madalam, põhjustasid valgubatooni halvemat koospüsimit. Väga madala lahustuvusega valkudel ei pruugi olla piisavalt lahustavat valku ja nendel puudub siduv võime, et tõmmata teisi koostisosi segamisel (Cho 2010). Sarnastest valkudest saadi väga kuiv ja murenev valgubatoonimass, mida oli raske batoonideks vormida (Cho 2010). Teisest küljest tõmbavad kõrge lahustuvusega valgud valgubatoonimassis välja rohkem vett, põhjustades teistel koostisosadel niiskuse puudumist (Cho 2010).

Kanepiseemnevalgul on tüüpiline U-kujuline pH-lahustuvusprofiil, mille isoelektriline punkt on umbes pH 5,0 (Tang jt 2006; Hadnađev jt 2018). Neutraalse pH juures on kanepiseemne valgusolaat üldiselt halvasti lahustuv ja olenevalt rakendatud tsentrifuugimisjõust ning lahustuvuse määramise protokollist jääb selle väärtus vahemikku 8–38% (Tang jt 2006; Malomo ja Aluko 2015; Hadnađev jt 2018). Kanepiseemne valgusolaadi lahustuvus võib tõusta 60% kuni 90% juhul, kui pH on suurem kui 8,0. See viitab sellele, et kanepiseemne valgusolaat on leelilahustuva valgu tüüp (Tang jt 2006; Hadnađev jt 2018). Malomo ja Aluko (2015) läbi viidud uurimises selgus, et ekstraheerimisprotsess mõjutab tugevalt valkude lahustuvust, näidates membraanultrafiltratsiooni teel saadud kanepiseemne valgukontsentraadi kõrgeid väärtusi (>75%) kõigis uuritud pH vahemikus (3,0–9,0). Fanesi (2021) töös saadud kanepiseemne valgukontsentraadi vee lahustuvuse indeksi ja vee sidumise võime väärtused olid võrreldavad gluteeniga, mis viitab sellele, et kanepivalgu koostisosad kujutavad endast paljulubavaid substraate kõrge niiskusega ekstrusiooniks.

Sripad ja Rao (1987) leidsid, et päevalilleseemne valgusolaadi lahustuvus on minimaalne (20–30%) vahemikus pH 4,0–6,5 ja suurim lahustuvus (80–95%) pH 10 juures. Taha jt (1981) töös avastati, et naatriumhüdrosiidi lahus võimaldab päevalilleseemnekoogis kõige suuremat lämmastiku lahustuvust võrreldes vee, naatriumkloriidi ja erinevate naatriumkarbonaadi ja vesinikkarbonaadi puhvritega. Sarnased tulemused saadi ka päevalilleseemne valgusolaadiga. Seos naatriumhüdrosiidi lahustuvuse suurenemise ja

molaarsuse vahel puudus (Taha jt 1981). Salgado jt (2011) uuringus täheldati päevalillesemne valgukontsentraadi- ja isolaadi lahustuvust üle 60% pH 8 juures. Päevalillesemne valgusolaatide veehoidmisvõime tulemuseks said Shchekoldina ja Aider (2014) kogunisti 200%. Valkudel on suur potentsiaal laieneda, dissotsieeruda ja lahti voltida, paljastades rohkem vett siduvaid kohti (Shchekoldina ja Aider 2014). Seega, mida suurem on valgu kontsentratsioon, seda rohkem on vee sidumiseks kohti ning suurem veesidumisvõime (Shchekoldina ja Aider 2014). Salgado jt (2011) sõnul väheneb valkude hüdrofoobsus, kui need interakteeruvad polüfenoolidega, mis tähendab, et nende olemasolu suurendab vett siduvat võimet. Kõigi pH väärtuste juures oli kestatustatud päevalillesemne valgusolaadil suurem vett sidumisvõime kui kestaga päevalillesemne valgusolaadil (Salgado jt 2011). Suurim veesidumisvõime tulemus saadi pH 11 juures, samas kui pH 5 juures oli see madalaim (Malik jt 2017).

Valgubatoonides kasutatava valgu lahustuvus ja vee sidumisvõime on olulise tähtsusega omadused valgubatoonide valmistamisel, kuna need mõjutavad nii toote tekstuuri, niiskussisaldust kui ka vormitavust (Damodaran 2017). Näiteks madala lahustuvusega valgupulbritega võib tekkida kuid ja murenev valgubatoonimass, samas kui liigne veesidumine võib muuta toote kleepuvaks ja sensoorseid omadusi vähem meeldivaks (Cho 2010). Seetõttu on valgubatoonide valmistamise tehnoloogias oluline valida valgupulbrid, mis tagavad tasakaalu koostisosade sidususe, niiskussisalduse ja töötlemisomaduste vahel. Sobivate protsessitingimuste kasutamine võib aidata ületada taimsete valkude lahustuvus- ja tekstuuriprobleeme, muutes need potentsiaalseks alternatiiviks traditsioonilistele loomsetele valkudele.

2.3.2. Emulgeerivad omadused

Emulgaatorid mängivad töödeldud toidu füüsikalises-keemilistes omadustes olulist rolli, mõjutades nende viskoossust, tekstuuri ja suutunnet. Valkude amfiifiilsus võimaldab neil toimida loodusliku emulgaatorina, neeldudes vee-õli emulsioonide ja stabiliseerivate dispersioonide piirpinnal. Emulgeerimisaktiivsus, emulgeerimisvõime ja emulgeerimisstabiilsus jaotus on parameetrid, mida tavaliselt valkude emulgeerivate omaduste hindamiseks kasutatakse (Wang ja Xiong 2019). Emulgeerimisaktiivsus iseloomustab liidetava aine pindala, mida gramm valku suudab emulgeerida (Karaca jt 2011). Emulgeerimisvõime mõõdab õli kogust, mida üks gramm valku suudab emulgeerida, samas kui emulgeerimisstabiilsus hindab, kui vastupidav on emulsioon faaside eraldumisele

teatud aja jooksul (Lam jt 2018). Valkude emulgeerimisvõime aitab tagada tõhusat koostisosade segunemist ja koospüsimist segamisel ning vormimisel (Quiñones-Muñoz jt 2011).

Eckhardt jt (2024) töös ei moodustanud ükski kanepiseemne valgusolaat emulsiooni, kui proovi valmistati pH 7 juures. Selline tulemus on enamasti tingitud selle valgu halvast lahustuvusest neutraalse pH juures ning hübrofoobsete ja laetud jääkide potentsiaalselt kallutatud tasakaalust valgu pinnal. 0,5 M naatriumkloriidi lahuses lahustatuna andsid mõlemad lahused emulsioone, kus kanepiseemne valgusolaadi suurenenud lahustuvus lahuses võimaldas dispergeeritud valgul jõuda õli-vee liideseni, selle asemel, et lahusest välja sadeneda. Kanepivalgu pinnale suurema laendu koormuse andmine soola juuresolekul aitas kaasa emulgeerimisstabiilsuse saadud tulemusele. Soolaga ekstraheeritud kanepiseemne valgusolaat näitas oluliselt kõrgemat emulgeerimisvõimet kui pH-ga ekstraheeritud valgusolaadil. Sarnaselt eeltoodule Dapčević-Hadnađev jt (2019) näitasid, et katses moodustusid soolaga ekstraheeritud kanepiseemne valgusolaadil väiksemad õlitilgad võrreldes muul meetodil saadud isolaadiga, mis viitab soolaga ekstraheeritud isolaadi paremale emulgeerimisvõimele. Eeltoodu põhjal võib järeldada, et kanepivalgu piiratud funktsionaalsus emulgaatorina tuleneb selle halvast lahustuvusest.

Päevalilleseemnejahu, päevalilleseemne valgukontsentraadi- ja isolaadi emulgeerimisvõimet võrreldi Lin jt (1974) töös sojavalgu omadega. Päevalillejahu näitas kõigi uuritud jahude puhul kõrget emulgeerimisaktiivsust. Päevalilleseemne valgusolaatidel ja sojaoa valgusolaatidel saadi sarnased emulgeerivad omadused. Canella jt (1977) töös saadi päevalilleseemne valgusolaadil kõrgema emulsioonivõime tulemuse kui presskoogil, kuid väiksema kui valgukontsentraadi puhul. Päevalilleseemnekoogi valkudel on täheldatud suurimat emulgeerimisvõimet pH 7 juures ja madalamat emulgeerimisvõimet pH 5,2 ja pH 10,8 juures (Huffman 1975). Päevalilleseemnejahu emulsioonivõime saadi Lin jt (1974) töös parem kui päevalilleseemne valgukontsentraadil- ja isolaadil. Pawar jt (2001) saadud tulemuste põhjal saab öelda, et kui päevalilleseemne valgutoodetel vähendada fütaadi ja fenoolühendite kogust, siis nende emulgeerimisaktiivsuse, emulgeerimisvõime ja emulgeerimisstabiilsuse tulemused suurenevad.

Valgubatoonide valmistamisel mõjutab valgupulbri emulgeerimisvõime otseselt toote tekstuuri, niiskusesisaldust ja üleüldist stabiilsust. Eriti oluline on see rasvade ja vee ühtlase jaotumise tagamiseks valgubatoonimassis, mis omakorda võib mõjutada valgubatoon

tekstuuri ja muid kvaliteedinäitajaid. Valgubatoonide tootmisel on oluline mõista kasutatavate valkude omadusi ja vajadusel kohandada tootmisprotsesse või kaaluda lisaainete, nagu näiteks emulgaatorite, lisamist retsepti. Eeltoodu kokkuvõtteks näitavad päevalilleseemnevalgud paremat emulgeerimisvõimet ning võivad aidata kaasa homogeensema ja stabiilsema valgubatoonimassi loomisele.

3. MATERJALID JA METOODIKA

3.1. Materjalid

Proteiiniallikatena kasutati maitsestatamata vadakuvalku (valgusisaldus 80%, IconFit, Eesti), kanepiseemne- (valgusisaldus $68 \pm 2\%$) ja päevalilleseemne (valgusisaldus $60 \pm 5\%$) valke (Vegetein, Eesti). Magustajana kasutati heledat suhkrusiirupit (Dan Sukker, Taani). Šokolaadikomponendina kasutati kuvertüüršokolaadi Belcolade Noir Vietnam 73% (Belcolade, Belgia). Rasvaallikana oli kasutusel orgaaniline *extra virgin* kookosõli (Thai Choice, Tai). Kakao maitse ja värvuse andmiseks kasutati vähendatud rasvasisaldusega 10–12% alkaliseeritud kakaopulbrit (Gemoss, Läti).

3.2. Valgubatoonide valmistamine

Valgupulber (31%) ja kakaopulber (3%) kaaluti ühte anumasse ja segati käsitsi vispli abil kokku. Teise anumasse kaaluti valmis kookosõli (10%), suhkrusiirup (25%) ja vesi (4%). Tumeda šokolaadi kuvertüürid (27%) sulatati vesivannil temperatuurini 40 °C eraldi anumates. Kui šokolaad sai sulatatud, siis tõsteti kõik toorained ümber taigunasegamismasinaga Cooking Chef KM08 (Kenwood, Suurbritannia) anumasse ning segati 4 minutit madalal kiirusel (2) kasutades spiraalotsikut. Valmistatud valgubatoonimassil lasti seista 10 minutit ning seejärel tõsteti ümber vormi suurusega 24 cm × 27 cm × 1 cm. Vormis jaotati mass ühtlaselt kogu vormi ulatuses taigunarulli abil ja vorm koos valgubatoonimassiga viidi koheselt külmkappi temperatuuril 2–6 °C ja jahutati 20 minutit. Aja möödudes võeti see külmkapist välja ja massist lõigati kahe šablooni abil 18 valgubatooni suurusega 4 cm × 9 cm × 1 cm. Valmis valgubatoonid asetati vaakumkottidesse ja vakumeeriti seadmega Vision Pack Srl CP01 (Packaging Factory Holding, Itaalia). Valmis valgubatoone säilitati toatemperatuuril 21–23°C juures päikesevarjulises kohas kuni analüüside ja sensorsete hindamiste läbiviimiseni.

3.3. Tekstuuri profiili analüüs

Tekstruuri profiili analüüsid viidi läbi tekstuurianalüsaatoriga TA.XTplus (Godalming, Inglismaa) kombineerituna tarkvaraga Texture Expert. Enne analüüside läbiviimist säilitati valgubatoonid vaakumkottides üleöö ning vahetult enne analüüsimist lõigati batoonid pooleks. Valgubatoon suruti analüsaatori poolt kaks korda järjest kokku 36 mm läbimõõduga

seadmeotsikuga (SMS P/36R), et saavutada 70% deformatsioon. Selle deformatsioonitaseme juures oli batooni kõrgus kokkusurumispunktis 3 mm. Sondi kahe surumise vaheline intervall oli 5 sekundit ja sondi liikumise kiirus 1 mm/s. Valgubatoonidel hinnati kõvadust, kleepuvust ja koheesiivsust. Analüüsid viidi iga batooni jaoks läbi viies korduses. Kõvaduse väärtus määrati murdetugevuse punktis surve avaldamisel, kus jõud oli jõudnud tippväärtuseni. Kleepuvus arvutati negatiivse pinge-deformatsiooni kõvera pindala põhjal pärast esimest kokkusurumist, mis tähistab tööd mahuühiku kohta. Koheesiivsust määratleti kui teise kokkusurumise kõvera aluse pindala suhet esimese kokkusurumise kõvera aluse pindalaga.

3.4. Lõiketakistuse analüüs

Lõiketakistust mõõdeti TA.XTplus tekstuuranalüsaatori (Godalming, Inglismaa) abil, kasutades Warner-Bratzleri tüüpi lõikekomplekti, mis koosnes noaservaga terast, soonelisest vahetükist ja terahoidikust. Katseks kasutatud tera oli V-kujulise lõikeprofiiliga (60° nurk), mille paksus oli 1,016 mm ning mille servad olid poolümarad, tagades sujuvama lõikeprotsessi. Tera kinnitati terahoidja abil, mis oli omakorda kruvitud tekstuuranalüsaatori seadme külge. Katse käigus asetati valgubatoonid spetsiaalsele plaadile ning tera langetati kiirusega 2 mm/s. Seade registreeris maksimaalse jõu, mis oli vajalik valgubatooni täielikuks läbilõikamiseks, ning salvestas lõikekõvera. Mõõtmised viidi iga batooni puhul läbi viies korduses ning tulemused põhinesid maksimaalsetel jõududel, mis kajastasid nihkepinge mõju.

3.5. Niiskussisalduse määramine

Valgubatoonimassi niiskussisalduse määramiseks kaaluti igast batoonist ligikaudu 2 g analüütilisse kaalunõusse, mis kaeti kaanega ja kaaluti täpsusega 0,0001 g. Iga batooni analüüs viidi läbi viies korduses. Seejärel asetati kaalunõud koos kaantega võimalikult kiiresti kuivatuskappi Binder FED115 (Binder GmbH, Tuttlingen, Saksamaa), kus batoonide proovid kuivatati temperatuuril 103±2 °C üleöö. Pärast kuivatamist kaeti kaalunõud kaantega ning jäeti eksikaatorisse 30 minutiks jahtuma. Lõplik kaalumise viidi läbi täpsusega 0,0001 g. Massiprotsentides niiskussisalduse arvutamiseks kasutati valemit:

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100\%,$$

kus m_0 - kaalunõu ja kaane mass grammides pärast kuivatamist;

m_1 - kaalunõu, kaane ja batooni mass grammides enne batooni kuivatamist;

m_2 - kaalunõu, kaane ja batooni mass grammides pärast batooni kuivatamist.

3.6. pH-väärtuse mõõtmine

algubatoonimassi pH-väärtuse määramiseks kasutati pH-meetrit SevenCompact pH meter S210 (METTLER TOLEDO, Greifensee, Šveits). Analüüsi käigus uuriti kolme erineva valgupulbriga valmistatud valgubatoonimassi, mille pH määrati otsemõõtmise meetodil. Eraldi nõusse kaaluti 10 g valgubatooni proovi ja 10 g destilleeritud vett ning uhmerdati need võimalikult ühtlaseks massiks. Seejärel asetati pH-meetri elektrood ettevaatlikult uhmerdatud massi, tagades võimalikult täpse kontakti analüüsitava materjaliga. Iga batooni pH mõõdeti viiel korral, mille põhjal arvutati keskmine väärtus. Mõõtmiste vahel puhastati elektrood hoolikalt, loputades seda destilleeritud veega, et vältida võimalikke mõõtevigade teket.

3.7. Sensorne hindamine

Sensoorse hindamise läbiviimiseks koostati hindajate paneel, kuhu kuulus kokku 24 inimest – neist 7 olid mehed ja 17 naised vanuserühmas 20–62. Hindajad said eelnevalt põhjalikud juhised toodete hindamiseks ning neile esitati sensoorse hindamise leht, mille põhjal tuli hinnata järgmisi omadusi: tugevus, kohesioon, kleepuvus, niiskus, rasvasus, mõrudsus, järeлмаitse ja üldine meeldivus. Sensorset hindamist viidi läbi vastavalt 1., 14. ja 28. päeval pärast batoonide valmistamist. Hindamisel kasutati 10-pallilist hedoonilist skaalat, millel hinnati ühtlasi omaduse intensiivsust ja meeldivust:

- 1 = omadus on väga nõrk / ei meeldi üldse / väga madal intensiivsus
- 10 = omadus on väga tugev / meeldib väga / väga kõrge intensiivsus

Lisaks pidi iga hindaja tegema suu neutraalseks enne uue batooni testimist (loputades suud teega), et vältida eelmise batooni võimalikku maitsemõju. Batoone esitleti juhuslikus järjekorras ja kodeeritud kujul (1–9), et vältida eelarvamuste teket või batoonide äratundmist. Hindajatel oli võimalus jätta ka vabas vormis märkusi või kommentaare hinnatavate batoonide või omaduste kohta hindamislehe lõppu. Käesoleva töö lisas nr 1 on esitatud täpne hindamisleht, mida paneeli liikmed täitsid.

3.8. Statistiline andmetöötlus

Katsete käigus kogutud andmestiku analüüsimiseks kasutati Microsoft Exceli tarkvara. Batoone valmistati ja mõõtmised viidi läbi viie partiina. Mõõtmiste tulemused väljendati aritmeetilise keskmise ja standard hälbena. Erinevate tunnuste vaheliste seoste tugevust ja suunda hinnati korrelatsioonanalüüsi kaudu. Tulemuste erinevuse ja seoste statistilist olulisust analüüsiti t-testi abil ($p < 0,05$).

4. TULEMUSED JA ARUTELU

4.1. Tekstuuri profiil

Esimesel säilituspäeval sõltusid valgubatoonide tekstuursed omadused selgesti kasutatud valguallikast (Tabel 3). Kanepiseemnevalgust valmistatud batoonidel mõõdeti kõrgeim kõvadus ($383,77 \pm 38,55$ N), päevalilleseemnevalguga batoonidel oli kõvadus $348,88 \pm 24,53$ N ja vadakuvalguga batoonidel $325,20 \pm 12,12$ N. T-test näitas statistiliselt olulist erinevust vaid vadaku- ja kanepiseemnevalguga valmistatud batoonide vahel ($p < 0,05$). Kanepiseemnevalguga batoonide koheesiivsus oli $0,129 \pm 0,008$, ületades nii vadaku- ($0,119 \pm 0,003$) kui päevalilleseemnevalguga ($0,117 \pm 0,004$) batoonide koheesiivsust. Batoonide koheesiivsuse tulemuste erinevused olid statistiliselt olulised nii vadaku- ja kanepiseemnevalguga batoonide vahel ($p < 0,05$), kui ka päevalilleseemne- ja kanepiseemnevalguga batoonide vahel ($p < 0,05$). Küll aga vadakuvalguga ja päevalilleseemnevalguga batoonide koheesiivsuse tulemuste vahel olulist erinevust ei täheldatud ($p > 0,40$). Kleepuvus püsis kõigis batoonides madalal, ent oluliselt suurem (rohkem negatiivne) taimsete valkude batoonides võrreldes vadakuvalguga batoonidega. Statistiline analüüs kinnitas oluliselt erinevat kleepuvust vadaku- ja taimsetest valkudest batoonide vahel ($p < 0,01$).

Tabel 3. Värske batooni tekstuuri profiilianalüüsi tulemused (keskmised \pm standardhälve, $n = 5$). Erinevad tähed veergudes tähistavad statistiliselt olulist erinevust ($p < 0,05$)

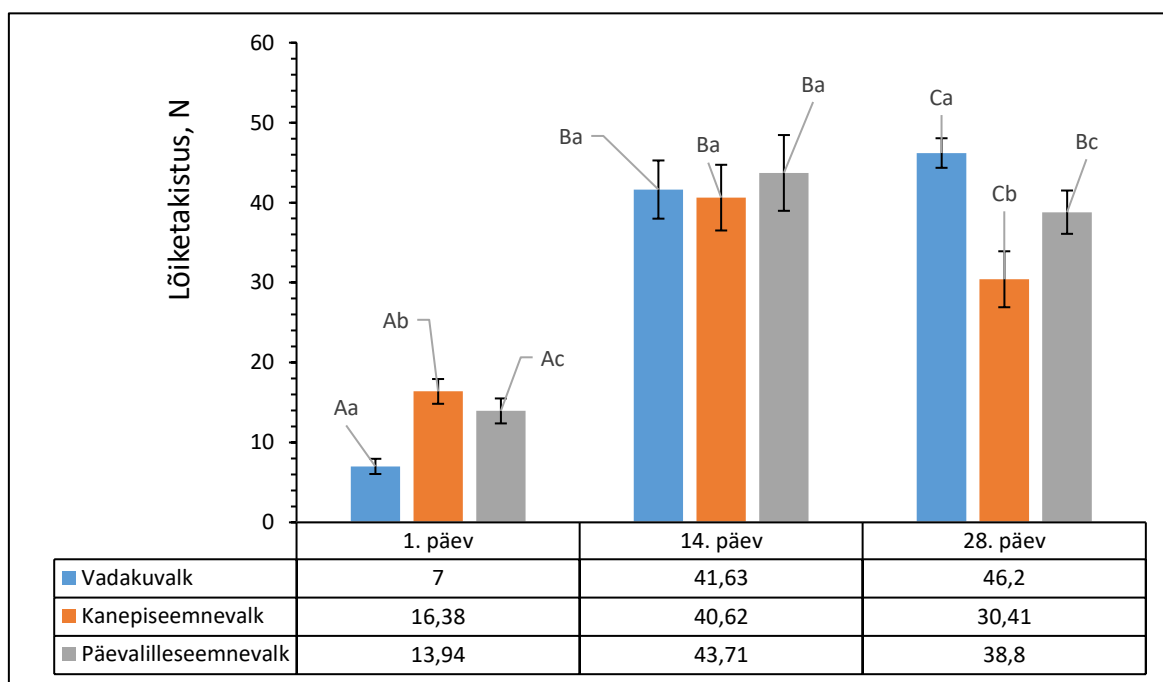
Valgubatooni valmistamisel kasutatud valk	Tekstuuri omadused		
	Kõvadus, N	Kleepuvus, J	Koheesiivsus
Vadak	$325,23^a \pm 12,12$	$-0,002^a \pm 0,0004$	$0,119^a \pm 0,003$
Kanep	$383,77^b \pm 38,55$	$-0,005^b \pm 0,0007$	$0,129^b \pm 0,008$
Päevalill	$348,88^{ab} \pm 24,53$	$-0,006^b \pm 0,0014$	$0,117^c \pm 0,004$

Katsed, mis viidi läbi 14. ja 28. säilituspäeval, ebaõnnestusid kuna batoonide kõvadus ületas tekstuurianalüsaatori anduri mõõtepiiri (50 kg). Samas lõiketakistuse analüüs õnnestus 14. ja 28. säilituspäeval ning ka see iseloomustab valgubatooni tekstuuri. Esimese säilituspäeva tekstuuri profiilianalüüsi tulemustes võib täheldada sarnast seaduspära nagu Banach (2016) uuringus, kus vadakuvalgust valmistatud valgubatoonide madal kõvadus seostus suurema kleepuvuse ja koheesiivsusega. Kokkuvõtlikult näitavad tulemused, et taimsete valkude

suurem struktuurne jäikus ja siduvus tõstsid batoonide kõvadust ja koheesiivsust, samas kui kleepuvus jäi madalale tasemele, kuid oli veidi kõrgem kui vadakuvalgulistel batoonidel.

4.1.1. Lõiketakistus säilitamisel

Batoonide mehaaniline lõiketakistus sõltus nii valguallikast kui ka säilitamisajast (Joonis 2). Esimesel päeval saadud andmed näitasid, et lõiketakistus oli selgelt positiivses vastavuses tekstuuri profiilianalüüsis mõõdetud kõvadusega: kanepiseemnevalgust batoonid esinesid nii kõrgeima kõvaduse ($383,8 \pm 38,6$ N) kui ka suurima lõiketakistusega ($16,38 \pm 1,55$ N), päevalilleaseemnevalguga batoonid saavutasid mõlemas parameetris keskmised väärtused (kõvadus $348,9 \pm 24,5$ N; lõiketakistus $13,94 \pm 1,56$ N) ning vadakuvalguga batoonid olid mõlema näitaja poolest madalaimad (kõvadus $325,2 \pm 12,1$ N; lõiketakistus $7,00 \pm 0,95$ N). Kõik paarvõrdlused olid statistiliselt olulised ($p < 0,05$).



Joonis 2. Erineva valguga valmistatud batoonide lõiketakistus kolmel erineval säilituspäeval. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust ($p < 0,05$). Suured tähed sama batoonivõrdluses päevade lõikes ja väikesed tähed batoonide võrdluses samal päeval.

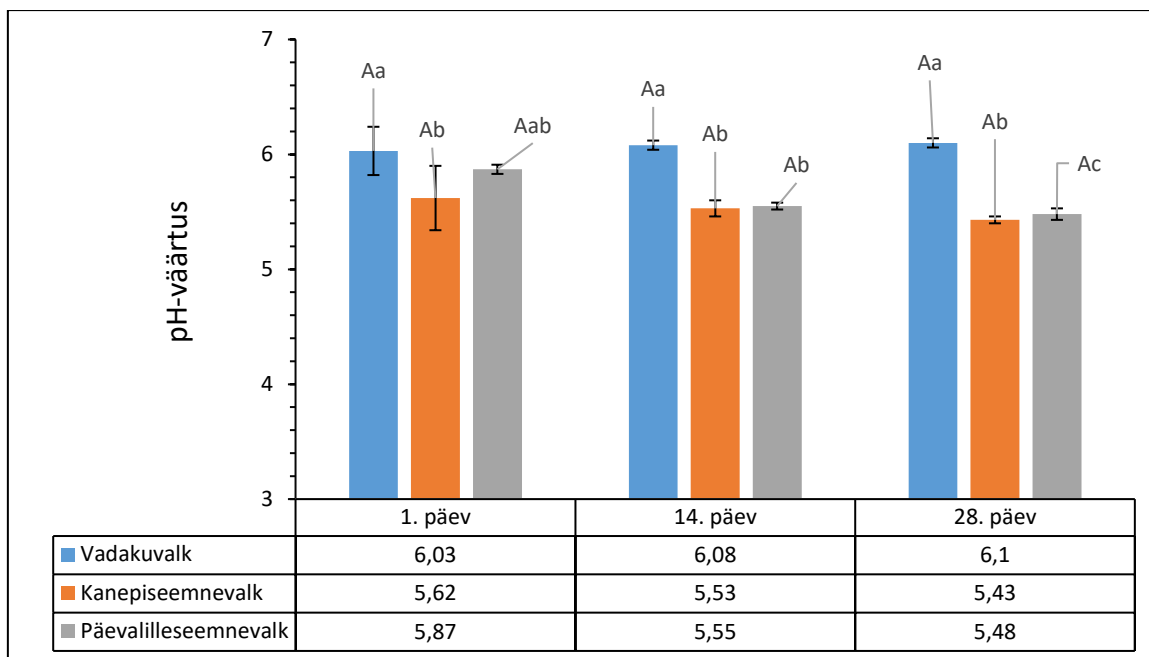
Kõigil kolmel erineval batoonil tõusis lõiketakistus 14. päevaks kuuekordseks, ühtlustudes vahemikku 40–44 N. Vadakuvalguga batoonil $41,63 \pm 3,64$ N, päevalilleaseemnevalguga batoonil $43,71 \pm 4,74$ N ja kanepiseemnevalguga batoonil $40,62 \pm 4,11$ N. Valguallikate statistiliselt olulist erinevust selles etapis enam ei tuvastatud ($p \geq 0,30$ kõigis paarvõrdlustes).

28. päevaks kujunes taas selge valkudevaheline järjestus, kus vadakuvalguga batoonid säilitasid kõrgeima löiketakistuse ($46,20 \pm 1,85$ N), päevalilleaseemnevalguga batoonid olid mõõduka löiketakistusega ($38,80 \pm 2,71$ N) ja kanepiseemnevalguga batoonide löiketakistus langes märkimisväärselt ($30,41 \pm 3,50$ N). Vadakuvalgust valmistatud batoonide löiketakistus kasvas 28. säilituspäevaks veelgi, kuid taimsetest valkudest batoonide löiketakistus langes. Käesolevas töös olid kõikide kolme batoonide võrdlused 28. säilituspäeval statistiliselt olulised ($p < 0,05$). Aja jooksul toimunud muutused sama valguga piires olid samuti olulised: kõikide valkudega batoonide löiketakistus kasvas 1. → 14. päeval ($p < 0,001$), kuid 14. → 28. päev tõusis see veel vadakuvalguga batoonides ($p < 0,05$), jäi päevalilleaseemnevalguga batoonides statistiliselt muutumatuks ($p > 0,30$) ning huvitaval kombel langes kanepiseemnevalguga batoonides oluliselt ($p < 0,05$).

Päevalilleaseemnevalguga batoonide löiketakistus 28. päeval ($38,80 \pm 2,71$ N) võib olla seotud selle valguga sisemise struktuurse sidususega. Sarnane tendents, kus algne valguga struktuur kaotab säilitamise jooksul osa oma tekstuuri kujundavast mõjust, on kooskõlas Banach (2016) ja Cho (2010) järeldustega. Nende uuringute põhjal annavad suuremate osakestega valgupulbrid säilitamisel jäigema struktuuri, samas kui peeneteralised valgud võimaldavad säilitada pehmema tekstuuri. Vadakuvalguga batoonide löiketakistuse tõus oli sarnane Li jt (2008) tulemustega, kus suhkrusiirupiga batoonid kõvenesid alguses rohkem ja hiljem vähem kui teiste siirupitega batoonid. Küll aga ei täheldatud Li jt (2008) töös batoonide kõvaduse langust mingist kindlast säilitamise hetkest.

4.2. pH ja niiskussisaldus säilitamisel

Esimesel säilituspäeval oli vadakuvalguga batoonide pH $6,03 \pm 0,21$, päevalilleaseemnevalguga batoonidel $5,87 \pm 0,04$ ning kanepiseemnevalguga batoonidel $5,62 \pm 0,28$ (Joonis 3). Statistiline analüüs näitas olulist erinevust vadaku- ja kanepiseemnevalguga batoonide vahel ($p < 0,05$), kuid vadaku- ja päevalilleaseemnevalguga batoonide vahel erinevus ei osutunud statistiliselt oluliseks ($p = 0,16$). Mõlemate taimsete valkudega valmistatud batoonide vahel samuti mitte ($p = 0,13$). Samal päeval mõõdeti vadakuvalguga batoonide niiskussisalduseks $13,26 \pm 0,15$ % (Joonis 4), mis erines statistiliselt oluliselt ($p < 0,01$) nii päevalilleaseemne- ($11,16 \pm 0,39$ %) kui kanepiseemnevalguga batoonidest ($11,01 \pm 0,52$ %). Taimsetest valkudest valmistatud batoonide omavaheline niiskussisalduse erinevus jäi mitte oluliseks ($p = 0,63$).

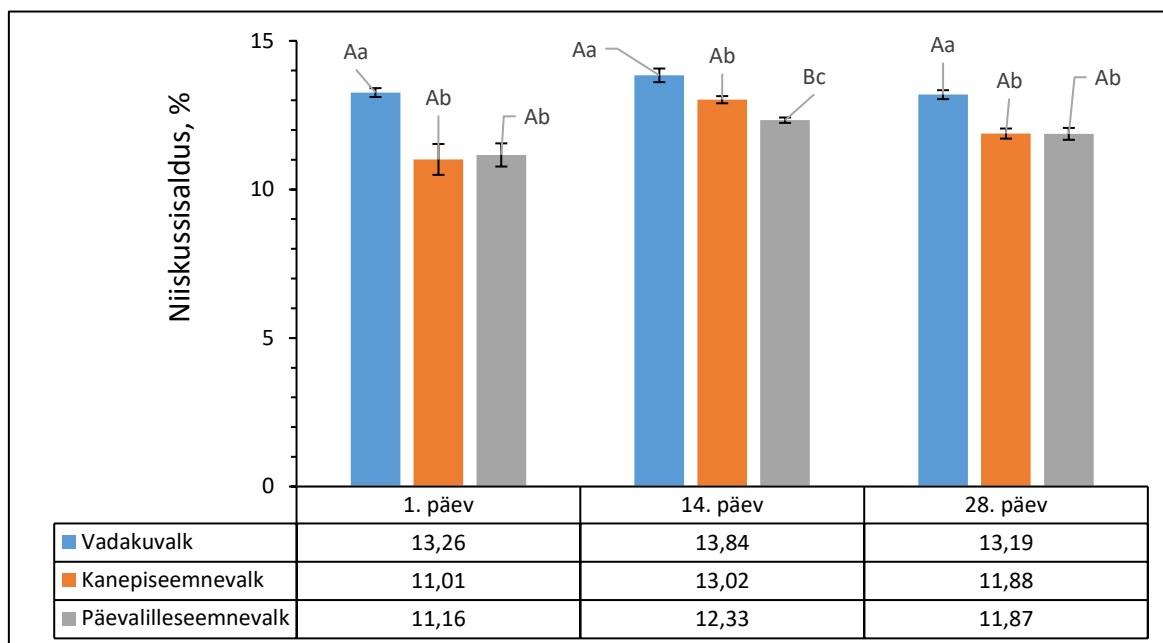


Joonis 3. Erineva valguga valmistatud batoonide pH-väärtus kolmel erineval säilituspäeval. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust ($p < 0,05$). Suured tähed sama batooni võrdluses päevade lõikes ja väikesed tähed batoonide võrdluses samal päeval.

14. säilituspäeval vadakuvalguga batoonide pH säilitas kõrgeima väärtuse ($6,08 \pm 0,04$) ning erines väga oluliselt ($p < 0,01$) nii päevalilleseemne- ($5,55 \pm 0,03$) kui kanepiseemnevalguga batoonide omast ($5,53 \pm 0,07$). Samas, taimsete valkude pH erinevus ei osutunud statistiliselt oluliseks ($p = 0,63$). Vadakuvalguga batoonide niiskussisaldus oli 14. säilituspäeval $13,26 \pm 0,15$ %, mis oli tunduvalt kõrgem kui päevalilleseemne- ($11,16 \pm 0,39$ %) ja kanepiseemnevalguga ($11,01 \pm 0,52$ %) batoonidel. T-test näitas statistiliselt olulist erinevust vadaku ja kummagi taimse valguga batoonide vahel ($p < 0,01$). Taimsetest valkudest valmistatud batoonide niiskussisalduste vahel osutus erinevus samuti statistiliselt oluliseks ($p < 0,05$).

Viimasel ehk 28. säilituspäeval mõõdeti vadakuvalguga batoonide pH väärtuseks $6,10 \pm 0,04$, samal ajal kui päevalilleseemne- ja kanepiseemnevalguga batoonide pH langes vastavalt $5,48 \pm 0,05$ ja $5,43 \pm 0,03$. Erinevus vadakuvalguga batoonide ja taimsete valkudega batoonide vahel osutus statistiliselt oluliseks ($p < 0,01$) mõlema vastu. Päevalilleseemne- ja kanepiseemnevalguga batoonide omavaheline pH erinevus osutus tagasihoidlikuks, kuid siiski statistiliselt oluliseks ($p = 0,035$). Niiskussisaldus stabiliseerus viimaseks säilituspäevaks kõikides batoonides (Joonis 4). Vadakuvalguga ja mõlemast taimsest valgust valmistatud batoonide vahel jäi niiskussisalduste erinevus oluliseks

($p < 0,01$), kuid päevalilleseemne- ja kanepiseemnevalkudest batoonide omavaheline erinevus jäi mitte oluliseks ($p = 0,939$).



Joonis 4. Erineva valguga valmistatud batoonide niiskussisaldus kolmel erineval säilituspäeval. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust ($p < 0,05$). Suured tähed sama batoonivõrdluses päevade lõikes ja väikesed tähed batoonide võrdluses samal päeval.

Kanepiseemnevalguga batoonide pH muutuste olulisust säilitamise jooksul täheldati ainult vahemikus 14. → 28. säilituspäev ($p < 0,05$). Päevalilleseemnevalguga batoonide pH muutused osutusid oluliseks kõikide vahemike lõikes ($p < 0,05$) ja vadakuvalguga batoonide puhul ei täheldatud ühtegi statistiliselt olulist muutust. Säilitusaja jooksul muutus niiskussisaldus märgatavalt eelkõige taimsete valkudega batoonide korral. Päevalilleseemnevalguga batoonides tõusis see oluliselt kõikides vahemikes ($p < 0,05$). Kanepiseemnevalguga ja vadakuvalguga batoonides oli niiskussisalduse muutus statistiliselt oluline ainult vahemikes 1. → 28. päev ja 14. → 28. säilituspäev ($p < 0,05$).

Töös saadud valgubatoonide pH väärtused viitavad, et taimsete valkudega batoonide puhul toimusid niiskuse muutused isoelektrilisele punktile lähedases happelises keskkonnas. Sellises pH vahemikus on kirjanduse järgi valgu lahustuvus ja vee sidumisvõime tavaliselt piiratud – näiteks Sripad ja Rao (1987) ja Malik jt (2017) näitasid, et päevalilleseemne valgu lahustuvus pH 5 juures on madal, ning Tang jt (2006) ja Fanesi (2021) kinnitasid sarnast profiili kanepivalgu puhul. Valgubatoonide niiskussisalduse tulemused (10–15% massiprotsendist) kõikidel analüüsitud päevadel olid kooskõlas varasemas teadusuuringus

toodud väärtustega (Rajabi, 2017), kus batoonide niiskussisaldus jäi samasse vahemikku. Gallo-Torres (2003) uurimisele tuginedes võib valgubatoonides täheldatud niiskussisalduse tõus säilitamise käigus tuleneda vee ümberjaotumisest batoonis maatriksis, kus vahepealse vee liikumine toote struktuuris mõjutab tekstuuri ja niiskussisalduse muutusi. Sarnast olukorda täheldati ka Li jt (2008) töös, kus veeaktiivsuse suurenemisel toimus vee liikumine toote maatriksis, mis võis põhjustada niiskuse kogunemist ja selle mõju batoonis kõvadusele. Seega viitab batoonide säilitamisel täheldatud niiskuse tõus pigem füüsikalisele ümberjaotumisele või maatriksi stabiliseerumisele, mitte suurenenud lahustuvusele. Tulemused näitasid, et vadakuvalk soodustab niiskuse püsimist valgubatoonis maatriksis, samas kui taimsetest valkudest valmistatud valgubatoonid kaotasid osaliselt vett või stabiliseerusid madalama niiskussisaldusega. Gallo-Torres (2003) hüpoteesi kohaselt võib batoonis kõvenemine säilitamise ajal toimuda, kui siirupites olev vesi liigub valkudesse, moodustades molekulaarseid sidemeid. Kirjanduse põhjal iseloomustab kanepivalgu kõrge veesidumisvõime ja struktuurne paindlikkus kõrge niiskussisalduse ja leeliseliste tingimuste juures (Malomo ja Aluko 2015; Fanesi 2021), võib madal pH piirata valgufunktsionaalsust ja soodustada struktuurse võrgustiku osalist relakseerumist säilitamise jooksul, mis omakorda seletab kanepiseemnevalgust valmistatud batoonide lõiketakistuse vähenemist 28. säilituspäeval. Uurimises saadud päevaliliseemne batoonide pH-väärtused viitavad võimalusele, et päevaliliseemnevalgud suudavad säilitada tekstuuri stabiilsuse isegi isoelektrilisele punktile lähedases keskkonnas, kus vee sidumine on piiratud (Joonis 3).

4.3. Sensorse hindamise tulemused säilitamisel

Tugevus (punktiskaala 1–10) erines 1. päeval oluliselt kõigi kolme valgubatoonipari vahel ($p < 0,001$): vadakuvalgubatoon ($2,94 \pm 1,17$) oli pehmem kui kanepiseemnebatoon ($6,83 \pm 1,24$) ja päevaliliseemnebatoon ($5,08 \pm 1,48$) (Tabel 4). 14. päeval erinesid kanepiseemne- ($4,99 \pm 1,65$) ja päevaliliseemnevalguga batoonid ($5,92 \pm 1,81$, $p < 0,001$), ning 28. päeval oli vadakuvalgubatoon ($5,79 \pm 1,52$) tugevam kui päevaliliseemnebatoon ($4,73 \pm 1,75$, $p < 0,05$). Koheesiivsus oli vadaku- (1. päeval $6,00 \pm 1,92$; 28. päeval $7,58 \pm 1,94$) ning kanepiseemne- ($3,80 \pm 1,46 \rightarrow 4,51 \pm 1,76$) ja päevaliliseemnevalguga batoonide ($5,10 \pm 2,16 \rightarrow 4,51 \pm 2,00$) vahel oluliselt erinev kõigil kolmel päeval (igapäeval $p < 0,001$). Kleepuvus osutus 1. päeval kõrgeimaks kanepiseemnebatoonil ja madalaimaks vadakuvalgubatoonil (vastavalt $8,13 \pm 1,85$ ja $4,94 \pm 1,97$; $p < 0,001$); 14. päeval kasvas vadakuvalgubatoonil kleepuvus $6,03 \pm 2,11$ -ni, erinedes päevaliliseemnebatoonist ($5,57 \pm 2,25$, $p < 0,05$), ning 28. päeval oli vadakubatoon ($7,26 \pm 1,90$) oluliselt kleepuvam

kui mõlemad teised ($p < 0,01$). Niiskus erines 1. päeval vadaku ($5,85 \pm 1,28$) ja päevalilleaseemnevalguga batoonil ($4,02 \pm 1,73$, $p < 0,05$), ning 14. ja 28. päeval vadakuvalguga ($6,00 \pm 1,33$ ja $5,50 \pm 1,16$) ja kanepiseemnevalguga batoonil ($4,99 \pm 1,65$ ja $4,35 \pm 1,43$, $p < 0,01$) vahel. Maitseaktsepteeritus osutus 1. päeval kõrgeimaks vadakuvalgubatoonil ($6,74 \pm 1,83$) ja madalaimaks päevalilleaseemnebatoonil; 14. ja 28. päeval säilis vadakuvalguga batoonil eelistus (vastavalt $8,04 \pm 1,05$ vadak, $5,86 \pm 1,89$ ja päevalil $5,02 \pm 1,72$; $p < 0,01$).

Tabel 4. Sensoorse hindamise tulemused säilitamise lõikes ja batoonide võrdluses (keskmised \pm standardhälve)

Sensoorseid näitajad	Vadakuvalguga batoon		
	1. päev	14. päev	28. päev
Tugevus	2,94Aa \pm 1,17	3,95Ba \pm 2,04	5,79Ca \pm 1,52
Kohesioon	6,00Aa \pm 1,92	7,43Ba \pm 1,61	7,58Ba \pm 1,94
Kleepuvus	4,94Aa \pm 1,97	6,47Ba \pm 2,35	7,26Ba \pm 1,90
Niiskus	5,69Aa \pm 1,78	6,00Aa \pm 1,60	5,50Aa \pm 1,23
Rasvasus	3,77Aab \pm 1,56	4,60Aa \pm 1,91	4,80Aa \pm 2,25
Maitse	6,90Aa \pm 1,73	7,35Aa \pm 1,84	7,80Aa \pm 1,54
Mõrudus	3,44Aa \pm 1,76	2,93Aa \pm 1,64	2,94Aa \pm 2,17
Järelmaitse	6,56Aa \pm 2,31	7,42ABa \pm 2,10	8,16Ba \pm 1,38
Üldine meeldivus	6,74Aa \pm 1,83	7,46ABa \pm 1,65	8,04Ba \pm 1,05
	Kanepiseemnevalguga batoon		
Tugevus	6,83Ab \pm 1,24	4,99Ba \pm 1,65	4,97Bab \pm 1,45
Kohesioon	8,30Ab \pm 1,46	5,05Bb \pm 1,85	4,51Bb \pm 1,76
Kleepuvus	8,13Ab \pm 1,85	5,27Bab \pm 1,84	5,55Bb \pm 1,86
Niiskus	4,66Aab \pm 1,92	4,03Ab \pm 1,69	4,35Ab \pm 1,43
Rasvasus	4,77Aa \pm 1,95	4,08Aa \pm 1,99	4,11Aa \pm 1,91
Maitse	6,43Aab \pm 1,53	4,43Bb \pm 1,68	5,62Ab \pm 1,87
Mõrudus	2,59Aa \pm 1,37	4,22Bb \pm 1,72	5,19Bb \pm 1,98
Järelmaitse	6,72Aa \pm 1,86	4,61Bb \pm 1,51	6,03Ab \pm 1,77
Üldine meeldivus	6,45Aab \pm 1,89	5,08Bb \pm 1,72	5,86ABb \pm 1,89
	Päevalilleaseemnevalguga batoon		
Tugevus	5,08Ac \pm 1,48	2,92Ba \pm 1,81	4,73Ab \pm 1,75
Kohesioon	5,10Aac \pm 2,16	5,22Ab \pm 2,52	4,51Ab \pm 2,00
Kleepuvus	5,57Aac \pm 2,25	4,90Ab \pm 2,14	5,34Ab \pm 1,95
Niiskus	4,02Ab \pm 1,73	5,06Aab \pm 1,98	4,96Aab \pm 1,90
Rasvasus	3,58Ab \pm 1,99	4,46Aa \pm 1,73	4,42Aa \pm 1,87
Maitse	5,78Ab \pm 2,05	5,47Ab \pm 2,24	4,94Ab \pm 1,51
Mõrudus	4,60Ab \pm 1,94	4,99Ab \pm 2,51	4,99Ab \pm 2,53
Järelmaitse	6,03Aa \pm 1,82	5,13Ab \pm 2,41	5,24Ab \pm 1,91
Üldine meeldivus	5,60Ab \pm 1,81	5,57Ab \pm 2,23	5,02Ab \pm 1,72

Batoonitüüpide muutustest aja jooksul kajastusid keskmised tulemuste tendentsid järgmiselt. Vadakuvalgubatoon tugevnes märgatavalt 1. päevast 28. päevani ($2,94 \pm 1,17 \rightarrow 5,79 \pm 1,52$, $p < 0,05$), kohesiivsus kasvas $6,00 \pm 1,92$ -lt $7,58 \pm 1,94$ -ni ($p < 0,01$) ja kleepuvus $4,94 \pm 1,97$ -lt $7,26 \pm 1,90$ -ni ($p < 0,01$); maitsepunktid tõusid $6,74 \pm 1,83$ -lt $8,04 \pm 1,05$ -ni ($p < 0,05$). Kanepiseemnebatoon pehmenes (tugevus $6,83 \pm 1,24 \rightarrow 4,97 \pm 1,45$, $p < 0,05$), kohesiivsus ($3,80 \pm 1,46 \rightarrow 5,05 \pm 1,85$) ja kleepuvus ($8,13 \pm 1,85 \rightarrow 5,55 \pm 1,86$) kasvasid 1. ja 14. päeva vahel ($p < 0,01$) ning maitseaktsepteeritus langes $2,59 \pm 1,37$ -lt $5,19 \pm 1,98$ -ni ($p < 0,01$). Päevalilleseemnebatoon näitas maitse aktsepteerituse tõusu 1. ja 14. päeva vahel ($4,02 \pm 1,73 \rightarrow 5,06 \pm 1,98$, $p < 0,05$) ja säilis 28. päeval kõrgemana ($4,96 \pm 1,90$), kuid tekstuuri näitajad (tugevus, kohesiivsus, kleepuvus, niiskus) ei muutunud statistiliselt olulisel määral ($p \geq 0,05$). Sarnaseid tekstuuri muutusi on raporteeritud ka Malecki jt (2020) töös, kus päevalilleseemnevalguga valmistatud batoonide tugevus suurenes oluliselt võrreldes vadakuvalgul põhineva batooniga, paralleelselt kõrgete kleepuvusarvudega. Vadakuvalguga batoon muutus säilitamise käigus oluliselt kõvemaks, nagu ka You jt (2024) aruandes täheldatud, kus säilitusaeg avaldas batooni tekstuuriomadustele tugevat mõju, viidates märkimisväärsele tekstuuri halvenemisele (kõvenemisele) ajas. Seevastu kanepiseemnevalguga batoon pehmenes ajas märgatavalt ning päevalilleseemnevalguga batooni tekstuur püsis kogu säilitusperioodi vältel statistiliselt olulisel määral muutumatuna.

4.4. Batoonide kvaliteedinäitajate vahelised seosed

Tugevad positiivsed seosed ilmnisid maitse ja üldise meeldivuse vahel ($r = 0,82$, $p < 0,001$) ning samuti järelmaitse ja maitse vahel ($r = 0,72$, $p < 0,001$) (Joonis 5). Lisaks ilmnisid mõõdukalt tugevad positiivsed seosed pH ja konsistentsi (kohesiooni) vahel ($r = 0,57$, $p < 0,01$), pH ja maitse vahel ($r = 0,44$, $p < 0,05$), pH ja järelmaitse vahel ($r = 0,41$, $p < 0,05$) ning pH ja üldise meeldivuse vahel ($r = 0,43$, $p < 0,05$). Mõõdukas negatiivne seos leiti pH ja mõruduse vahel ($r = -0,42$, $p < 0,05$). Samuti leiti mõõdukas positiivne seos niiskussisalduse ja sensoorse tugevuse vahel ($r = 0,49$, $p < 0,05$), niiskussisalduse ja kohesiooni vahel ($r = 0,41$, $p < 0,05$) ning niiskussisalduse ja pH vahel ($r = 0,56$, $p < 0,05$). Mõõdukas seos avaldus ka lõiketakistuse ja tugevuse vahel ($r = 0,49$, $p < 0,05$). Olulist seost täheldati ka niiskussisalduse ja kleepuvuse vahel ($r = 0,41$, $p < 0,05$). Sarnaselt on Allai jt (2022) leidnud, et korrelatsioonitulemused näitasid olulist ($p < 0,05$) positiivset seost tekstuurianalüüsi ja sensoorse kõvaduse, vetruvuse ning kleepuvuse vahel ning negatiivset korrelatsiooni instrumentaalse ja sensoorse kohesiivsuse vahel. Säilitamise ajal vaadeldud

sensoorse tugevuse ja üldise meeldivuse muutused näitasid selgeid mustreid, mis sõltusid valgullikast (Tabel 4).

	Säilitamine	Tugevus	Kohesioon	Kleepuvus	Niiskus	Rasvasus	Maitse	Mõrudus	Järelmaitse	Üldine meeldivus	pH	Niiskus, %	Lõiketakistus, N
Säilitamine	1,00												
Tugevus	0,05	1,00											
Kohesioon	-0,16	0,18	1,00										
Kleepuvus	-0,03	0,18	0,26	1,00									
Niiskus	0,03	-0,10	0,33	0,08	1,00								
Rasvasus	0,08	0,08	0,06	0,26	0,38	1,00							
Maitse	-0,05	-0,01	0,30	0,15	0,34	0,16	1,00						
Mõrudus	0,16	0,06	-0,23	-0,24	-0,09	-0,08	-0,25	1,00					
Järelmaitse	0,01	0,09	0,38	0,13	0,35	0,15	0,72	-0,24	1,00				
Üldine meeldivus	0,01	0,04	0,35	0,11	0,34	0,08	0,82	-0,25	0,79	1,00			
pH	-0,25	0,14	0,57	0,35	0,25	0,13	0,44	-0,42	0,41	0,43	1,00		
Niiskus, %	-0,15	0,49	0,41	0,41	-0,02	0,09	0,21	-0,29	0,27	0,21	0,56	1,00	
Lõiketakistus, N	0,20	0,49	-0,02	0,17	-0,24	0,01	-0,15	0,02	-0,05	-0,11	-0,14	0,42	1,00

Joonis 5. Valgubatoonide kvaliteedinäitajate korrelatsioonimaatriks. Paksus kirjas toodud statistiliselt olulised ($p < 0,05$) seosed.

Vadakuvalguga batoon tugevnes sensoorselt järkjärguliselt 1. säilituspäevalt kuni 28. säilituspäevani ($p < 0,05$) ning kohesiivsus kasvas samal ajal ($p < 0,01$), mis viitab batooni tekstuuri stabiliseerumisele ja struktuurimaatriksi tugevnemisele säilituse jooksul. Samal ajal paranes vadakuvalguga batooni üldine meeldivus järk-järgult ($p < 0,05$), näidates, et kõvaduse kasvuga kasvas ka maitse-eelistus. Kanepiseemnevalguga batooni sensoorne tugevus vähenes oluliselt 14. säilituspäevaks ja püsis 28. päeval samal tasemel ($p < 0,05$), mis viitab taimse valgu baasil moodustunud valgubatooni struktuuri nõrgenemisele. Samaaegselt langes selle batooni kleepuvus ($p < 0,01$) ning üldine meeldivus langes ($p < 0,05$), mis kajastab nii tekstuuri kui ka maitse-eelistusega seotud muutusi. Päevalillemnevalguga batoon näitas tugevuse langust ($p < 0,05$) ja taastudes 28. säilituspäevaks ($p < 0,05$). Päevalillemnevalguga batooni üldine meeldivus jäi kogu perioodi jooksul suhteliselt stabiilseks ($p \geq 0,05$), mis viitab sellele, et kuigi tekstuuri muutus, ei avaldanud see oluliselt mõju maitsetajule. Batoonide võrdluses eristus vadakuvalguga batoon oluliselt: süstemaatiliselt kõrgem tugevus ja meeldivus ($p < 0,05$) nii säilitamise algkui ka lõppfaasis näitavad, et selle pH- ja niiskussisalduse (vt peatükk 4.2) kombinatsioon toetab nii struktuurilist vastupidavust kui ka tarbimishetke sensoorset eelistust. Kanepi- ja

päevalilleseemnevalguga batoonid seevastu jagasid sarnaseid iseloomulikke mustreid, milleks olid tugevuse vähenemine ja madalam meeldivus, rõhutades vajadust retseptide optimeerimiseks vastavalt sensorsetele ja füüsikalis-keemilistele ootustele. Edaspidi võiks keskenduda niiskustaseme ja pH täpsemale reguleerimisele, näiteks erinevate niiskust siduvate ning pH-stabiilsust tagavate lisaainete rakendamise kaudu, et maksimeerida tekstuuri pehmust ja maitseelamust säilitades samal ajal batooni tekstuuri stabiilsuse.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärk oli selgitada, milliseid muutusi toovad valgubatoonide tekstuuri- ja sensorsetes omadustes kaasa vadakuvalgu asendamine päevalillesemne- või kanepiseemnevalguga. Tulemused näitasid, et taimsete valkude kasutamine muudab valgubatoonid algselt struktuuraalselt tugevamaks ja tihkemaks, ent säilitamise käigus täheldati erinevaid muutusi: kanepiseemnevalguga batoonid muutusid pehmemaks, samas kui päevalillesemnevalguga batoonide tekstuur püsis suhteliselt muutumatuna. Vadakuvalguga batoonid säilitasid seevastu kõige paremini tajutavat pehmust ja meeldivust ning nende maitseomadused paranesid aja jooksul.

Töö kinnitab, et taimsete valkude lisamine on perspektiivikas lähenemine valgubatoonide tekstuursete omaduste parandamiseks, kuid nõuab samaaegselt toote maitse- ja tekstuuriprofiili hoolikat tasakaalustamist. Praktikas võib olla vajalik kombineerida taimseid valke sobivate rasvade ja niiskust siduvate ühenditega, et vähendada maitse- ja tekstuurimuutuste negatiivset mõju.

Edasistes uuringutes tuleks keskenduda järgmistele suundadele:

- maitseomadusi tasakaalustavate koostisosade (nt magusained või maitseained) valik taimsete valkudega batoonides,
- tekstuurset stabiilsust parandavate rasvade ja niiskust siduvate ühendite (nt sorbitool või glütserool) kasutamine ning nende optimaalne osakaal,
- erinevate taimsete valkude kombinatsioonide mõju sensorsetele ja instrumentaalsetele tekstuuriomadustele.

Need suunad toetavad uute, maitsvate ja tekstuurilt tasakaalustatud, taimse valgu baasil valmistatud valgubatoonide arendamist.

ALLIKALOEND

- Aggarwal, P., Kaur, A., Sharma, C., Singh, B.** (2014). Cereal bars - A healthful choice – *Carpathian Journal of Food Science and Technology*. Vol. 6, No. 2, pp 29-36.
- Allai, F. M., Dar, B. N., Gul, K., Adnan, M., Ashraf, S. A., Hassan, M. I., Pasupuleti, V. R., Azad, Z. R. A. A.** (2022). Development of Protein Rich Pregelatinized Whole Grain Cereal Bar Enriched With Nontraditional Ingredient: Nutritional, Phytochemical, Textural, and Sensory Characterization – *Frontiers in Nutrition*. Vol. 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.870819> (02.06.2024).
- Ayad, A.A., Williams, L.L., Gad El-Rab, D.A., Ayivi, R., Colleran, H.L., Aljaloud, S., Salam, A.I.** (2020). A review of the chemical composition, nutritional and health benefits of dates for their potential use in energy nutrition bars for athletes – *Cogent Food & Agriculture*. Vol. 6, No. 1. <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1809309> (02.06.2024).
- Bau, H. M., Mohtadi-Nia, D. J., Mejean, L., Derby, G.** (1983). Preparation of colorless sunflower protein products: Effect of processing on physicochemical and nutritional properties – *Journal of the American Oil Chemists' Society*. Vol. 60, pp 1141–1148. <https://doi.org/10.1007/BF02671343> (01.05.2024).
- Booth, R.G.** (1990). *Snack Food*. Boston: Springer. 402 lk. (02.06.2024).
- Callaway, J. C.** (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview – *Euphytica*. Vol. 140, No. 1, pp. 65–72. [10.1007/s10681-004-4811-6](https://doi.org/10.1007/s10681-004-4811-6) (01.05.2024).
- Canella, M., Castriotta, G., Sodini, G.** (1977). Functional Properties of Sunflower Products after Extraction of Phenolic Pigments by Acid Butanol – *Rivista Italiana Sostanze Grasse*. Vol. 54, pp 73–76.
- Chaplin, K., Smith, A.P.** (2011). Breakfast and snacks: associations with cognitive failures, minor injuries, accidents and stress – *Nutrients*. Vol. 3, No. 5, pp 515–528. <https://doi.org/10.3390/nu3050515> (02.06.2024).
- Cho, Myong J.** (2020). *Soy Protein Functionality and Food Bar Texture*. Washington: ACS Symposium Series. 412 lk. (03.06.2024).

- Dapčević-Hadnadev, T., Dizdar, M., Pojić, M., Krstonošić, V., Zychowski, L. M., Hadnadev, M.** (2019). Emulsifying properties of hemp proteins: Effect of isolation technique – *Food Hydrocolloids*. Vol. 89, pp 912–920. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.12.002> (01.05.2024).
- Degaspari, C.H., Blinder, E.W., Mottin, F.** (2009). Perfil nutricional do consumidor de barras de cereais – *Visão Acadêmica*. Vol. 9, No. 1. <https://doi.org/10.5380/acd.v9i1.14638> (02.06.2024).
- Eckhardt, L., Bu, F., Franczyk, A., Michaels, T., Ismail, B. P.** (2024). Hemp (*Cannabis sativa* L.) protein: Impact of extraction method and cultivar on structure, function, and nutritional quality – *Current Research in Food Science*. Vol. 8. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100746> (01.05.2024).
- El-Salam, M.H.A., El-Shibiny, S.** (2020). Hardness of high protein nutrition bars based on milk protein concentrates – *Biointerface Research in Applied Chemistry*. Vol. 10, No. 1, pp 4914–4921. <https://doi.org/10.33263/BRIAC101914921> (02.06.2024).
- Fanesi, Bendetta.** 2021. Influence of ingredient quality on the rheological properties and extrudability of hemp proteins. Magistrität. Mache Polytechnic University department of agricultural, food and environmental sciences. Ancona. 62 lk.
- Farinon, B., Molinari, R., Costantini, L., Merendino, N.** (2020). The Seed of Industrial Hemp (*Cannabis sativa* L.): Nutritional Quality and Potential Functionality for Human Health and Nutrition – *Nutrients*. Vol. 12, No. 7. <https://doi.org/10.3390/nu12071935> (01.05.2024).
- Figoni, P.** (2008). How baking works : exploring the fundamentals of baking science – 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. 399 lk. (07.05.2024).
- Gallo-Torres, J. M.** (2003). Raising the bar. Prepared Foods: December 10. (08.05.2025).
- Galves, C., Stone, A. K., Szarko, J., Liu, S., Shafer, K., Hargreaves, J., Siarkowski, M., Nickerson, M. T.** (2019). Effect of pH and defatting on the functional attributes of safflower, sunflower, canola, and hemp protein concentrates – *Cereal Chemistry*. Vol. 96, No. 6, pp 1036–1047. <https://doi.org/10.1002/cche.10209> (01.05.2024).
- Gao, Z., Shen, P., Lan, Y., Cui, L., Ohm, J-B., Chen, B., Rao, J.** (2020). Effect of alkaline extraction pH on structure properties, solubility, and beany flavor of yellow pea protein isolate – *Food Research International*. Vol. 131. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109045> (01.05.2024).

- González-Pérez, S., Vereijken, J. M.** (2007). Sunflower proteins: Overview of their physiochemical, structural and functional properties – *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 87, pp 2173–2191. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr35.c15> (01.05.2024).
- Hadnadev, M., Dapčević-Hadnadev, T., Lazaridou, A., Moschakis, T., Michaelidou, A-M., Popović, S., Biliaderis, C. G.** (2018). Hempseed meal protein isolates prepared by different isolation techniques. Part I. physicochemical properties – *Food Hydrocolloids*. Vol. 79, pp 526–533. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.12.015> (01.05.2024).
- House, J. D., Neufeld, J., Leson, G.** (2010). Evaluating the Quality of Protein from Hemp Seed (*Cannabis sativa* L.) Products Through the use of the Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score Method – *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 58, pp. 11801–1807. <https://doi.org/10.1021/jf102636b> (01.05.2024).
- Huffman, V. L., Lee, C. K., Burns, E. E.** (1975). Selected functional properties of sunflower meal (*Helianthus annuus*) – *Journal of Food Science*. Vol. 40, No. 1, pp 70–74. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1975.tb03738.x> (07.05.2024).
- 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*. Vol. 10, No. 4, pp. 53–63. <https://doi.org/10.1093/af/vfaa040> (01.05.2024).
- Jacquet, N., Plompteux, A., Brostaux, Y., Malumba, P., Danthine, S., Blecker, C.** (2025). Study of the Impact of Operating Parameters and the Addition of Fat on the Physicochemical and Texture Properties of Extruded Snacks – *Foods*. Vol. 14, No. 8. <https://doi.org/10.3390/foods14081307> (20.04.2025).
- Justin Charles Banach.** (2016). Modified milk protein concentrates in high-protein nutrition bars. – *Agricultural and Food Sciences*. <https://doi.org/10.31274/etd-180810-4739> (02.06.2024).
- Karaca, A. C., Low, N., Nickerson, M.** (2011). Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction – *Food Research International*. Vol. 44, No. 9, pp 2742–2750. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.012> (01.05.2024).
- Kelly, P.M., O’Loughlin, I.B., Hogan, S.A.** (2016). Soft matter characterisation of whey protein powder systems – *International Dairy Journal*. Vol. 52, pp 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2015.07.005> (02.06.2024).

- Lam, A. C. Y., Karaca, A. C., Tyler, R. T., Nickerson, M. T.** (2018). Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality – *Food Reviews International*. Vol. 34, No. 2, pp 126–147. <https://doi.org/10.1080/87559129.2016.1242135> (01.05.2024).
- Li, Y., Szlachetka, K., Chen, P., Lin, X., Ruan, R.** (2008). Ingredient Characterization and Hardening of High-Protein Food Bars: an NMR State Diagram Approach – *Cereal Chemistry*. Vol. 85, No. 6, pp 780–786. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-85-6-0780> (08.05.2025).
- Lin, M. J. Y., Humbert, E. S., Sosulski, F. W.** (1974). Certain functional properties of sunflower meal products – *Journal of Food Science*. Vol. 39, No. 2, pp 368–370. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1974.tb02896.x> (01.05.2024).
- Malecki, J., Tomasevic, I., Djekic, I., Sołowiej, B. G.** (2020). The Effect of Protein Source on the Physicochemical, Nutritional Properties and Microstructure of High-Protein Bars Intended for Physically Active People – *Foods*. Vol. 9, No. 10. <https://doi.org/10.3390/foods9101467> (02.06.2024).
- Malecki, J., Terpilowski, K., Nastaj, M., Sołowiej, B. G.** (2022). Physicochemical, Nutritional, Microstructural, Surface and Sensory Properties of a Model High-Protein Bars Intended for Athletes Depending on the Type of Protein and Syrup Used – *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 19, No. 7. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073923> (02.06.2024).
- Malik, M. A., Saini, C. S.** (2017). Polyphenol removal from sunflower seed and kernel: Effect on functional and rheological properties of protein isolates – *Food Hydrocolloids*. Vol. 63, pp 705–715. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.10.026> (01.05.2024).
- Malomo, S. A., Aluko, R. E.** (2015). Conversion of a low protein hemp seed meal into a functional protein concentrate through enzymatic digestion of fibre coupled with membrane ultrafiltration – *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. Vol. 31, pp 151–159. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.08.004> (01.05.2024).
- Malomo, S. A., He, R., Aluko, R. E.** (2014). Structural and functional properties of hemp seed protein products – *Journal of Food Science*. Vol. 79, No. 8, pp. C1512–C1521. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12537> (01.05.2024).
- Mamone, G., Picariello, G., Ramondo, A., Nicolai, M. A., Ferranti, P.** (2019). Production, digestibility and allergenicity of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein isolates – *Food Research*

International. Vol. 115, pp. 562–571. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.017> (01.05.2024).

Nõukogu direktiiv 2001/111/EÜ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/?uri=CELEX%3A02001L0111-20131118&qid=1717145759620>

Park, S-K., Seo, J-B., Lee, M-Y. (2012). Proteomic profiling of hempseed proteins from Cheungnam – *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Proteins and Proteomics*. Vol. 1824, No. 2, pp. 374–382. <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2011.10.005> (01.05.2024).

Pawar, V. D., Paril, J. N., Sakhale, B. K., Agarkar, B. S. (2001). Studies on Nitrogen Extractability of Defatted Sunflower Meal – *ournal of Food Science and Technology*. Vol. 38, No. 3, pp 217–219.
https://www.researchgate.net/publication/279582667_Studies_on_selected_functional_properties_of_defatted_sunflower_meal_and_its_high_protein_products (07.05.2024).

Piernas, C., Popkin, B.M. (2010). Snacking increased among U.S. Adults between 1977 and 2006 – *The Journal of Nutrition*. Vol. 140, No. 2, pp 325–332. <https://doi.org/10.3945/jn.109.112763> (02.06.2024).

Prado, D. M. F., Almeida, A. B., Filho, J. G. O., Cassia, C., Alves, F., Egea, M. B., Lemes, A. C. (2020). Extraction of Bioactive Proteins from Seeds (Corn, Sorghum, and Sunflower) and Sunflower Byproduct: Enzymatic Hydrolysis and Antioxidant Properties – *Current Nutrition & Food Science*. Vol. 17, No. 3, pp 310–320. <https://doi.org/10.2174/1573401316999200731005803> (01.05.2024).

Quiñones-Muñoz, T., Gallegos-Infante, J.A., Rocha-Guzmán, N.E., Ochoa-Martínez, L.A., Morales-Castro, J., González-Laredo, R.F., Medina-Torres, L. (2011). Mixing and tempering effect on the rheological and particle size properties of dark chocolate coatings – *CyTA Journal of Food*. Vol. 9, pp 109–113. <https://doi.org/10.1080/19476337.2010.482748> (01.05.2024).

Rajabi, Fahimeh. (2017). High protein bars based on whey proteins. Magistritöö. Norwegian University of Life Sciences faculty of Chemistry, Biotechnology and Food Science. Ås. 81 lk.

Salgado, P., Ortiz, S. E. M., Petruccelli, S. (2012). Functional Food Ingredients Based on Sunflower Protein Concentrates Naturally Enriched with Antioxidant Phenolic Compounds – *Journal of the American Oil Chemists' Society*. Vol. 89, No. 5, pp 825–836. <https://doi.org/10.1007/s11746-011-1982-x> (01.05.2024).

- Shchekoldina, T., Aider, M.** (2014). Production of low chlorogenic and caffeic acid containing sunflower meal protein isolate and its use in functional wheat bread making – *Journal of Food Science and Technology*. Vol. 51, pp 2331–2343. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0780-2> (01.05.2024).
- Shen, P., Gao, Z., Baochen, F., Rao, J., Chen, B.** (2021). Ferreting out the secrets of industrial hemp protein as emerging functional food ingredients – *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 112, pp 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.022> (01.05.2024).
- Singhal, A., Karaca, A. C., Tyler, R., Nickerson, M.** (2016). Pulse Proteins: From Processing to Structure-Function Relationships – *Grain Legumes*. <http://dx.doi.org/10.5772/64020> (01.05.2024).
- Sparkman, K., Joyner, H.S.** (2019). Impact of formulation of high-protein bar rheological and wear behaviors – *Journal of Texture Studies*. Vol. 50, No. 6, pp 445–455. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31187489/> (02.06.2024).
- Sripad, G., Rao, M. S. N.** (1987). Effect of methods to remove polyphenols from sunflower meal on the physicochemical properties of the proteins – *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 35, No. 6, pp 962–967. <https://doi.org/10.1021/jf00078a025> (01.05.2024).
- Zajac, M., Guzik, P., Kulawik, P., Tkaczewska, J., Florkiewicz, A., Migdal, W.** (2019). The quality of pork loaves with the addition of hemp seeds, de-hulled hemp seeds, hemp protein and hemp flour – *LWT Food Science and Technology*. Vol. 105, pp 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.013> (02.06.2024).
- Taha, F. S., Abbasy, M., El-Nockrashy, A. S., Shoeb, Z. E.** (1981). Countercurrent extraction-isoelectric precipitation of sunflower seed protein isolates – *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 32, No. 2, pp 166–174. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740320212> (01.05.2024).
- Taillie, L.S., Afeiche, M.C., Eldridge, A.L., Popkin, B.M.** (2015). Increased snacking and eating occasions are associated with higher energy intake among Mexican children aged 2–13 years – *The Journal of Nutrition*. Vol. 145, No. 11, pp 2570–2577. <https://doi.org/10.3945/jn.115.213165> (02.06.2024).
- Tang, C-H., Ten, Z., Wang, X-S., Yang, X-Q.** (2006). Physicochemical and functional properties of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein isolate – *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 54, No. 23, pp 8945–8950. <https://doi.org/10.1021/jf0619176> (01.05.2024).

- Thummakomma, K., Rajeswari, K.** (2020). Rice by Products Utilization. New Delhi: AkiNik Publication. 160 lk. (03.06.2024).
- Wang, Q., Xiong, Y. L.** (2019). Processing, Nutrition, and Functionality of Hempseed Protein: A Review – *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 18, No. 4, pp. 936–952. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12450> (01.05.2024).
- Wang, X-S., Tang, C-H., Yang, X-Q., Gao, W-R.** (2008). Characterization, amino acid composition and in vitro digestibility of hemp (*Cannabis sativa* L.) proteins – *Food Chemistry*. Vol. 107, No. 1, pp. 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.064> (01.05.2024).
- Wang, Y-Y., Ryu, G-H.** (2013). Physicochemical and antioxidant properties of extruded corn grits with corn fiber by CO₂ injection extrusion process – *Journal of Cereal Science*. Vol. 58, No. 1, pp 110–116. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.03.013> (07.05.2024).
- Yegorov, B., Turpurova, T., Sharabaeva, E., Bondar, Y.** (2019). Prospects of using by-products of sunflower oil production in compound feed industry – *Food Science and Technology*. Vol. 13, No. 1. <https://doi.org/10.15673/fst.v13i1.1337> (01.05.2024).
- You, X-Y., Ding, Y., Bu, Q-Y., Wang, Q-H., Zhao, G-P.** (2024). Nutritional, Textural, and Sensory Attributes of Protein Bars Formulated with Mycoproteins – *Foods*. Vol. 13, No. 5. <https://doi.org/10.3390/foods13050671> (01.05.2024).

LISAD

Lisa 1. Sensoorse hindamise leht

Kuupäev:

Sugu:

Vanus:

VALGUBATOONIDE HINDAMISLEHT

Käesolev hindamisleht on koostatud eesmärgiga saada ülevaade valgubatoonide tekstuuri- ja maitseomadustest. Saadud hinnangud aitavad hinnata vaatluse alla võetud omadusi.

Palun hinnake kõiki kuut proovi (1–9) üksshaaval, märkides ära vastava proovi tulemuse püstkriipsu/ristiga ning märkides juurde hinnatava proovi numbrit. Enne iga uue proovi hindamist tehke väike paus ja loputage suud teega, et eelneva proovi järelmaitse ei mõjutaks järgmist hindamist.

Iga omaduse kohta on 10-palline skaala, kus:

1 = omadus on väga nõrk / ei meeldi üldse / väga madal intensiivsus

10 = omadus on väga tugev / meeldib väga / väga kõrge intensiivsus

Asetage iga proovi number 1–10 skaalale vastavalt tunnetatud intensiivsusele või meeldivusele.

Hinnatavad omadused

1. Tugevus (pehmus / kõvadus)

1 = väga pehme, lihtne läbihammustada / 10 = väga kõva, raske läbihammustada

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

2. Kohesioon (kooshoidvus / pudenevus)

1 = väga pudenev, ei püsi koos / 10 = hästi kooshoidev, ei lagune

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3. Kleepuvus (jääb hammastele / keelele)

1 = üldse mitte kleepuv / 10 = väga kleepuv

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

4. Niiskus

1 = väga kuiv / 10 = väga niiske

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

5. Rasvasus

1 = üldse mitte rasvane / 10 = väga rasvane

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6. Maitse

1 = ei meeldi üldse / 10 = meeldib väga

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

7. Mõrudus

1 = ei ole üldse mõru / 10 = väga mõru

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

8. Järelmaitse

1 = ei meeldi üldse / 10 = meeldib väga

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

9. Üldine meeldivus

1 = ei meeldi üldse / 10 = meeldib väga

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

10. Lisa märkused või kommentaarid:

Aitäh osalemast!

Lisa 2. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Stiven Vatin,

(autori nimi)

sünniaeg 08.08.1999,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö Päevalilleseemne- ja kanepiseemnevalkude kasutamine valgubatoonides ning nende mõju füüsikalise-keemilistele ja sensorsetele omadustele,
(lõputöö pealkiri)
mille juhendaja(d) on Andres Sats,
(juhendaja(te) nimi)
salvestamiseks säilitamise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi EMU DSpace lisamiseks ja Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates lõputööd reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, üldsusele kättesaadavaks tegemiseks kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni;
2. olen teadlik, et lihtlitsentsiga antavad õigused jäävad alles ka mulle;
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor (allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digitaalallkirjas)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

Juhendaja(d) (allkirjastatud digitaalselt, kuupäev digitaalallkirja)

