

# **TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL**

**KEEMIA- JA MATERJALITEHNOLOOGIA TEADUSKOND  
TOIDUAINETE INSTITUUT**

## **Gluteen ja sellega seotud tervisehäired – gluteenivabade toodete retseptide väljatöötamine**

**Magistritöö**

**ANNA HANSMAN**

Juhendaja:

Ene Viiard, PhD

AS Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus, Toiduteaduse  
osakonna juhataja

Kaasjuhendaja:

Anna Traksmäe, PhD

Tallinna Tehnikaülikool, Toiduainete instituut, Toidutehnoloogia õppetool,  
Vanemteadur

Toidutehnika ja tootearendus õppekava KATM02/11

TALLINN 2015

**TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

FACULTY OF CHEMICAL AND MATERIALS TECHNOLOGY

DEPARTMENT OF FOOD PROCESSING

**Gluten and Gluten-related Health Problems – Developing  
Gluten-free Recipes**

**Master thesis**

**ANNA HANSMAN**

Supervisor:

Ene Viiard, PhD

Competence Center of Food and Fermentation Technologies, Food Science  
Department Manager

Co-Supervisor:

Anna Traksmaa, PhD

Tallinn University of Technology, Department of Food Processing, Chair of  
Food Technology, Senior Research Scientist

Food engineering and product development curriculum KATM02/11

TALLINN 2015

Deklareerin, et käesolev magistritöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli magistrikraadi taotlemiseks ja et selle alusel ei ole varem taotletud akadeemilist kraadi.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud või (avaldamata tööde korral) toodud autorlus välja põhitekstis.

Autor: Anna Hansman

.....

(allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood: 121823KATM

Töö vastab kehtivatele nõuetele:

Juhendaja: Ene Viiard  
AS Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus,  
Toiduteaduse osakonna juhataja

.....

(allkiri ja kuupäev)

Kaasjuhendaja: Anna Traksmäe  
Tallinna Tehnikaülikool, Toiduainete instituut, Toidutehnoloogia  
õppetool, Vanemteadur

.....

(allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud "....." ..... 201.....a.

Toiduteaduse õppetooli juhataja professor Raivo Vokk

.....

Mina, Anna Hansman (sünnikuupäev: 04.06.1990),

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Gluteen ja sellega seotud tervisehäired – gluteenivabade toodete retseptide väljatöötamine“,

mille juhendaja on Ene Viiard,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas TTÜ raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas TTÜ raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

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

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

\_\_\_\_\_ (allkiri)

\_\_\_\_\_ (kuupäev)

# ANNOTATSIOON

Gluteeni tarbimisega on seotud kolm tervisehäiret: allergia, tsöliaakia ja gluteenitalumatus. Tsöliaakia ja gluteenitalumatuse korral on ainsaks raviks eluaegne range gluteenivaba dieet, milles välditakse nisu, rukist ja otra ning mittesertifitseeritud kaera sisaldavaid toite, tooteid ning jooke. Antud magistritöö eesmärgiks on gluteenivabade toodete retseptide väljatöötamine neljale tootele: pizzapõhi, tordipõhi (biskviit), küpsised ja kreekerid.

Töö koosneb neljast põhiosast: teoreetilises osas antakse ülevaade gluteeni olemusest, selle tehnoloogilistest omadustest ja gluteeni võimalikest asendajatest, peale selle antakse ülevaade gluteeniga seotud tervisehäirete olemusest, sümptomitest, diagnoosimisest ning ravist; praktilises osas toimub gluteenivabade retseptide väljatöötamine, väljatöötatud toodete meeldivusdegusteerimine ning toodete energia- ja toitainete sisalduse analüüs, lisaks ka toorainete puhtuse kontroll ELISA meetodil baseeruva kiirtestiga; tulemuste ja järelduste all on kokku võetud töö tähtsamad tulemused.

Katsetöö tulemusena töötati välja kuus gluteenivaba retsepti: pizzapõhi, tordipõhi (biskviit), šokolaadiküpsised, tatraküpsised ning tomati-basiiliku ja küüslaugu-sibula kreekerid. Energia- ja toitainete sisalduse analüüsimisel jõuti järeldusele, et gluteenivabade ja nisujahuga toodete peamine erinevus seisneb valgusisalduses. ELISA meetodil baseeruva kiirtesti tulemused kinnitasid, et ilma gluteenivaba logota teoreetiliselt gluteenivabad jahud võivad sisaldada gluteeni.

Töö koosneb 62 leheküljest, 24 joonisest, 5 tabelist ja 6 lisast.

## **ABSTRACT**

Three pathologies are associated with gluten intake: food (wheat) allergy, coeliac disease (prevalence up to 3%) and non-coeliac gluten sensitivity. In case of coeliac disease and non-coeliac gluten sensitivity the only available treatment is a strict lifelong gluten-free diet that avoids foods and beverages containing wheat, rye, barley and non-certified oats. The aim of this thesis is to develop four gluten-free products: pizza base, sponge cake base, biscuits and crackers.

The thesis contains of four parts: theoretical part provides an overview of gluten, its technological characteristics and of gluten substitutes, moreover it gives an overview of causes, symptoms, diagnosis and treatment of gluten-related health problems; in the experimental part the main goal was to work out four gluten-free products that have been evaluated by the sensory evaluation panel, also some products' nutritional content has been analysed and some of the used raw materials have been controlled using an ELISA based test; the main results are given in the conclusions.

There were six gluten-free products developed as a result of the experimental part: pizza base, sponge cake base, chocolate biscuits, buckwheat biscuits, tomato-basil crackers and garlic-onion crackers. The main difference between gluten-free and wheat products is in protein content. The ELISA based test showed that uncertified gluten-free flours may contain gluten as a result of cross-contamination.

The thesis contains of 62 pages, 24 figures, 5 tables and 6 appendixes.

# SISUKORD

TÄHISTE JA LÜHENDITE LOETELU .....	3
SISSEJUHATUS .....	4
TEOREETILINE OSA .....	5
I.1 GLUTEEN JA SELLE TEHNOLOOGILISED OMADUSED .....	5
I.2 TALUMATUSE LIIGID .....	7
I.3 SÜMPTOMID .....	11
I.4 DIAGNOOSIMINE .....	13
I.4.1 Tsöliaakia diagnoosimine .....	13
I.4.2 Gluteenitalumatuse diagnoosimine .....	15
I.4.3 Nisuvalguallergia diagnoosimine .....	16
I.5 SEADUSANDLUS .....	17
I.6 GLUTEENIVABA DIEET .....	18
I.6.1 Lubatud-keelatud toidud .....	20
I.7 GLUTEENIVABAD JAHUD JA TÄRKLISED .....	23
I.8 HÜDROKOLLOIDID .....	26
I.9 GLUTEENIVABADE TOODETE KÄTTESAADAVUS .....	28
I.9.1 Müügikohad Eestis .....	28
I.9.2 Söögikohad Eestis .....	30
PRAKTILINE OSA .....	32
II. MATERJALID JA MEETODID .....	32
II.1 Kasutatud toorained .....	32
II.2 Toorainete puhtuse kontroll ELISA-l põhineva kiirtestiga .....	33
II.3 Gluteenivabade toodete retseptide väljatöötamine .....	34
II.4 Gluteenivabade toodete toiteväärtused .....	34
II.5 Gluteenivabade toodete degusteerimine .....	35
II.5.1 Küpsiste ja kreekerite degusteerimine .....	35
II.5.2 Pizzapõhjade ja tordipõhjade degusteerimine .....	35
II.6 Degusteerimise tulemuste töötlemine .....	36
III. TULEMUSED .....	37
III.1 Toorainete puhtuse kontrolli tulemused .....	37
III.2 Gluteenivabade toodete retseptid .....	38
III.2.1 Gluteenivaba pizzapõhja retsept .....	38

III.2.2 Tomati-basiiliku gluteenivabade kreekerite retsept .....	40
III.2.3 Küüslaugu-sibula gluteenivabade kreekerite retsept.....	41
III.2.4 Gluteenivaba tordipõhja retsept .....	42
III.2.5 Gluteenivabade šokolaadiküpsiste retsept.....	43
III.2.6 Gluteenivabade tatraküpsiste retsept .....	44
III.3 Gluteenivabade toodete toiteväärtused .....	45
III.4 Degusteerimise tulemused .....	46
III.4.1 Kreekerite degusteerimise tulemused.....	46
III.4.2 Küpsiste degusteerimise tulemused .....	48
III.4.3 Pizzapõhjate degusteerimise tulemused .....	50
III.4.4 Tordipõhjate degusteerimise tulemused .....	51
IV. JÄRELDUSED.....	53
KOKKUVÕTE .....	54
SUMMARY .....	56
KASUTATUD KIRJANDUS .....	57
LISAD .....	62



# TÄHISTE JA LÜHENDITE LOETELU

AGA - *anti-gliadin antibodies* - gliadiini-vastased antikehad

DGP - *deamidated gliadin peptide antibodies* - deamideeritud gliadiini antikehad

ELISA - *Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay* - ensüüm-immuunsorptsioonmeetod

EMA - *endomysium antibodies* - endomüüsiumi antikehad

ESPGHAN - *European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition* -

Euroopa Pediaatrilise Gastroenteroloogia, Hepatoloogia ja Toitumise Ühing

Gln - *glutamine* - glutamiin (aminohape)

HLA - *human leucocyte antigens* - inimese leukotsüüdi antigeenid (geenide kompleks, mis paikneb 6. kromosoomis)

HLA-DQ2 / HLA-DQ8 - HLA antigeenidest DQ2 / DQ8 haplotüüp

IgA / IgG / IgM - *immunoglobulin A / G / M* - immunoglobuliin A / G / M (antikehad)

Pro - *proline* - proliin (aminohape)

Ser - *serine* - seriin (aminohape)

tTGA - *tissue transglutaminase antibodies* - koe transglutaminaasi antikehad

# SISSEJUHATUS

Gluteen on terviljavalk, mida leidub nisus, rukkis, odras ja kaeras. Tänu oma omadustele annab gluteen küpsetistele atraktiivse väljanägemise – iseloomuliku poorsuse, suurema mahu ja pehmuse. Gluteeni tarbimisega on seotud kolm tervisehäiret: allergia, tsöliaakia ja gluteenitalumatus. Tsöliaakia on krooniline autoimmuunne ja päriliku eelsoodumusega haigus, mille puhul gluteeni toimet hakkab organism ise tootma enda rakkude vastaseid antikehi. Gluteenitalumatuse puhul on aga tegev kaasasündinud immuunmehhanism ning puuduvad autoimmuunsuslikud antikehad [1; 2]. Tsöliaakiahaigeid on maailmas üldrahvastikust kuni 3% [3; 4; 5 ; 6; 7]. Haigusele iseloomulikuks histoloogiliseks leiuks on peensoole limaskestast hattude atroofia, mistõttu kujunevad tsöliaakiahaigel välja toitainete imendumise häired, mis omakorda põhjustavad toitainete vaegust ja viivad näteks osteoporoosi või rauavaegusaneemia tekkeni [8; 9; 10; 11; 12; 13]. Ligikaudu pooltel haigetel esineb aga varjatud haigusvorm atüüpiliste sümptomitega, mistõttu palju patsiente võib jääda õigeaegse diagnoosita. Tsöliaakia ja gluteenitalumatuse korral on ainsaks raviks eluaegne range gluteenivaba dieet, milles välditakse nisu, rukist ja otra ning mittesertifitseeritud (gluteeni sisaldavate terviljadega ristsaastatud) kaera sisaldavaid toite, tooteid ning jooke. Gluteenivaba dieediga saavutatakse sümptomite ja peensoole limaskestast kahjustuse taandumine [2; 8; 9].

Lõputöö teoreetilise osa eesmärgiks on ülevaate andmine tsöliaakia ja gluteenitalumatuse olemusest, sümptomitest, diagnoosimisest ning ravist. Peale selle antakse ülevaade gluteeni olemusest, selle tehnoloogilistest omadustest ning gluteenivabadest jahudest ja gluteeni võimalikest asendajatest. Lisaks uuritakse gluteenivabade toodete kättesaadavust Eesti müügikohtades ning spetsiaalselt märgistatud gluteenivabade roogade valikut Eesti söögikohtades.

Lõputöö praktilise osa eesmärgiks on gluteenivabade retseptide väljatöötamine neljale tootele: pizzapõhi, tordipõhi (biskviit), küpsised ja kreekerid. Väljatöötatud gluteenivabade toodete meeldivust hindas degusteerimiskomisjon (8 - 10 AS TFTA-i töötajat), hindamise käigus võrreldi gluteenivaba toodet samaväärse gluteeni sisaldava tootega. Gluteenivabade toodete energia- ja toitainete sisalduse analüüsiks kasutati NutriData Toitumisprogrammi, selle abil võrreldi gluteenivaba ja samaväärse gluteeni sisaldava toote toitainelisi väärtusi. Kasutatud toorainete puhtust kontrolliti ELISA meetodil baseeruva kiirtestiga.

# TEOREETILINE OSA

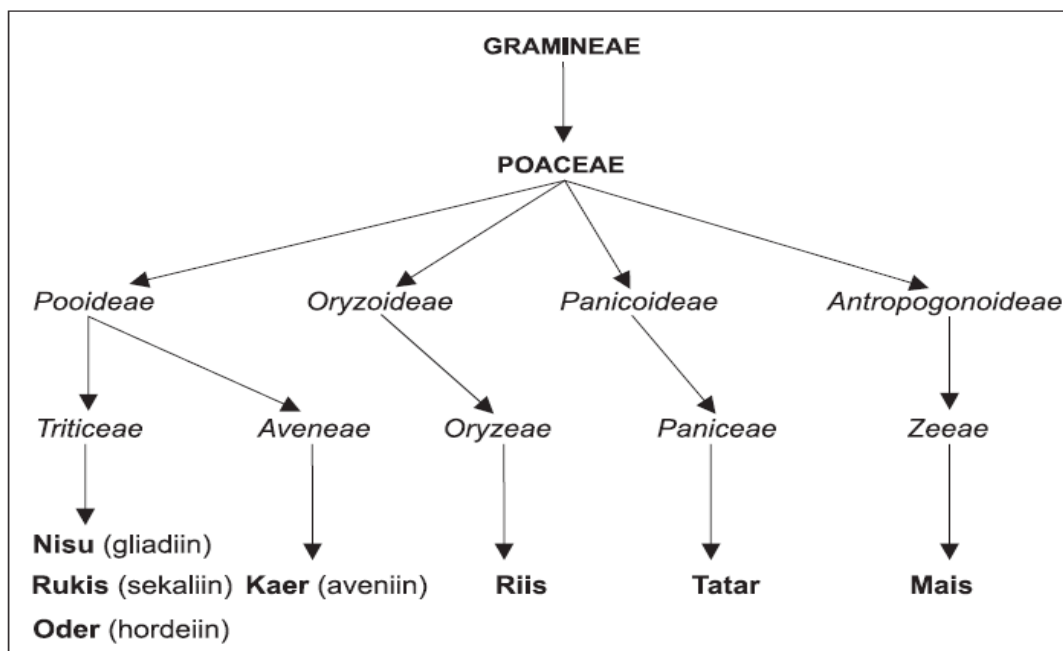
## I.1 GLUTEEN JA SELLE TEHNOLOOGILISED OMADUSED

Gluteen ehk kleepvalk on teraviljavalk, mida leidub nisus, rukkis, odras ja kaeras ja mis koosneb teraviljavalku prolamiini ja gluteliini fraktsioonist. Sõltuvalt teraviljast nimetatakse prolamiine erinevalt: nisus on gliadiinid, rukkis sekaliinid, odras hordeiinid ja kaeras on aveniinid [9; 14; 15]. Need valgud sisaldavad proliini- ja glutamiinirikkaid peptiidijärjestusi *Pro-Ser-Gln-Gln*<sup>1</sup> ja *Gln-Gln-Gln-Pro* [16]. Just selliseid aminohappelisi järjestusi peetakse toksilisteks ja nad avaldavad kahjulikku toimet tsöliaakiahaige peensoole limaskestale. Ülalnimetatud proliini- ja glutamiinirikkad peptiidijärjestused muudavad gluteeni valgud seedeensüümidele vastupidavamaks võrreldes teiste toidus olevate valkudega, sest pärast proliini ensümaatilist lõhustamist tekib mao ja pankrease ensüümide puudus. Nisus leiduv gluteen koosneb gliadiinidest ja gluteniinidest, kusjuures gliadiin on tsöliaakiahaigetele toksiline, aga gluteniin toksilist mõju ei avalda [1; 9]. Gliadiinid lahustuvad vee-alkoholi lahustes (nt 60% etanoolis), aga gluteniinid on lahustamatud. Lisaks jaguneb gliadiin omakorda  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ja  $\omega$  gliadiinideks [1; 8]. Vaadates nisu, rukki ja odra fülogeneetilist puud (Joonis 1), selgub, et need teraviljad on omavahel lähimad sugulased ja pärinevad *Triticeae* hõimkonnast. Oma teadusartiklis „Tsöliaakia - kliiniline kameeleon“ [9] kirjeldavad Krista Ress ja Oivi Uibo tsöliaakiat vallandate teraviljade sugulust: „On kindlaks tehtud nisuvalgu  $\alpha$ -gliadiini peptiidi osa p31–43 (aminohappeline järjestus LGQQQPFPPQQPY<sup>2</sup>), millega reageerivad T-lümfotsüüdid peensoole epiteelis, käivitades järgneva protsessi kuni peensoole limaskesta atroofiani ehk kuni täieliku kaoni. Rohkelt prolamiine sisaldav nisu (gliadiini sisaldus 70 mg / g), kuid ka rukkis (sekaliini sisaldus 6 mg / g) ja oder (hordeiini sisaldus 1 mg / g) põlvnevad *Triticeae* hõimkonnast ning on omavahel lähedalt seotud. Seevastu kaer, sisaldades oluliselt vähem „mürgiseid“ valke (aveniini sisaldus 0,5 mg / g), pärineb teisest hõimkonnast *Aveneae* [9].“

---

<sup>1</sup> Aminohapped: *Pro* - proliin, *Ser* - seriin, *Gln* - glutamiin

<sup>2</sup> Aminohapped: L - leutsiin, G - glütsiin, Q - glutamiin, P - proliin, F - fenüülalaniin, Y - türosiin



Joonis 1. Teraviljade põlvnemine [9]

Kleepvalgu omadused määravad ära jahust valmistatud taigna küpsetamisomadused ning küpsetamise seisukohalt on kleepvalgu sisaldus ja kvaliteet üks põhilisi jahu kvaliteedi näitajaid. Nisus sisalduvad gluteeniinid annavad taignale elastsuse ja tugevuse ning gliadiinid vastutavad viskoossuse eest, seega suurem gluteeniisisaldus tagab tugeva elastse taigna, mis vajab rohkem segamist, kuid annab lõpuks suurema mahu [1; 17]. Veega kokku puutudes kleepvalgud paisuvad (nad on võimelised imama oma kaalust kaks korda rohkem vett), toimub gliadiinide ja gluteeniinide interaktsioon, mille tulemusena tekib viskooselastne võrgustik. Taigna kerkimisel ja küpsetamisel moodustunud võrgustik püüab pärmide poolt produtseeritud süsihappegaasi kinni, tänu millele valmistoode on poorne ja pehme. Samuti annavad need valgud kalgendudes küpsetisele struktuuri hoidva karkassi ning tihke kooriku. Kokkuvõtteks gluteen on valk, mis mängib suurt rolli lõpptoodete tekstuuri ja välimuse kujundamisel. Tänu gluteeni veesidumisvõimele ja teistele omadustele suureneb küpsetatud toote väljatulek, pehmus ning pikeneb toote säilivusaeg. Gluteeniisisaldus määrab ära taigna viskoelastsed omadused, vastupanu segamisele ning taigna gaasihoidmisvõime [3; 15; 18; 19; 20; 21; 22].

Gluteenivabadest jahudest valmistatud küpsetised (eriti leivad-saiad) on madala kvaliteediga, väikse mahuga, kõva koorikuga, halbade tekstuurseste ning organoleptiliste omadustega ega maitse hästi võrreldes gluteeni sisaldavate toodetega, lisaks nende säilivusaeg on tunduvalt lühem. Gluteenita taigen on tavaliselt vedel ja raskesti vormitav [3; 17; 21; 23; 24; 25]. Kui

gluteenivabad pagaritooted ei ole kunstlikult rikastatud, siis need ei sisalda reeglina piisavalt vitamiine, mineraalaineid ega kiudaineid, et rahuldada tsöliaakiahaigete toitumisvajadusi [21; 25]. Seega gluteeni asendamine jääb üheks kõige keerulisemaks ülesandeks toidutehnoloogide ja teadlaste jaoks. Selleks, et tagada vastuvõetava kvaliteediga gluteenivabad tooted, tehakse muudatusi retseptides asendades rukki- ja nisujahu alternatiivsete jahude ning tärklistega ja kasutatakse lisakomponente nagu hüdrokolloidid, emulgaatorid, rasvained, munad, piimavalgud, teised taimse päritoluga valgud ja ensüümid, mis kõik on võimelised imiteerima gluteeni omadusi [3; 17; 18; 21; 23]. Magusate gluteenivabade küpsiste tootmine ei ole nii keeruline võrreldes gluteenivabade leibade tootmisega, sest magusate küpsiste tekstuuri määrab ära pigem tärglise geelistumine ning protsessid suhkruga kui valk-tärglis interaktsioon [15]. Gluteenivabade toodete valmistamiseks on võimalik kasutada näiteks kastani-, maisi-, riisi-, tatra-, herne-, amarandi- ning kinoajahu, samas ka maisi-, kartuli- ja tapiokitärglist [3; 17; 18; 23; 24; 25].

## **I.2 TALUMATUSE LIIGID**

Nisu, oder, kaer ja rukis mängivad suurt rolli inimese dieedis olles põhilised energiaallikad. Teraviljade põhiliseks komponendiks on tärglis, aga need sisaldavad ka valke, ca 80% valkudest on gluteenivalgud. Vastavalt EL määrusele nr 41/2009 on gluteen nisus, rukkis, odras, kaeras või nende ristandites sisalduv valgufraktsioon ja selle derivaadid, mida osa inimestest ei talu ning mis on vees ja 0,5 M naatriumkloriidi lahuses lahustumatu [26]. Gluteen on keeruline valkude segu (prolamiinid ja gluteliinid) - gliadiinid ja gluteniinid nisus ja samaväärsed valgud odras, kaeras ja rukkis [14]. Need mängivad suurt rolli toidutehnoloogia poole pealt, kuid gluteeni valkudel võib olla ka negatiivne mõju inimeste tervisele, mis puudutab allergiat ja talumatust [10; 14; 15; 18]. Toiduallergia ja toidutalumatuse erinevad mõisted. Allergia on organismi ülitundlikkus mingi aine suhtes (tavaliselt valgulise aine vastu), ülikiire reaktsioon, mida vahendavad B-lümfotsüüdid<sup>3</sup> [27]. Allergia kujutab endast organismi immuunsüsteemi liigtugevat kaitset mingi tegelikult ohutu aine või teguri vastu. Allergeeni vastu tekivad organismis antikehad (enamasti immunoglobuliin E tüüpi ehk IgE antikehad), mida toodavad B-lümfotsüüdid või sensibiliseeritud (tundlikuks muutunud) lümfotsüüdid. Allergia võib avalduda erinevate haigusnähtudena: astma, allergiline nohu (riniit), allergiline silma sidekestapõletik, atoopiline dermatiit, nõgestõbi või

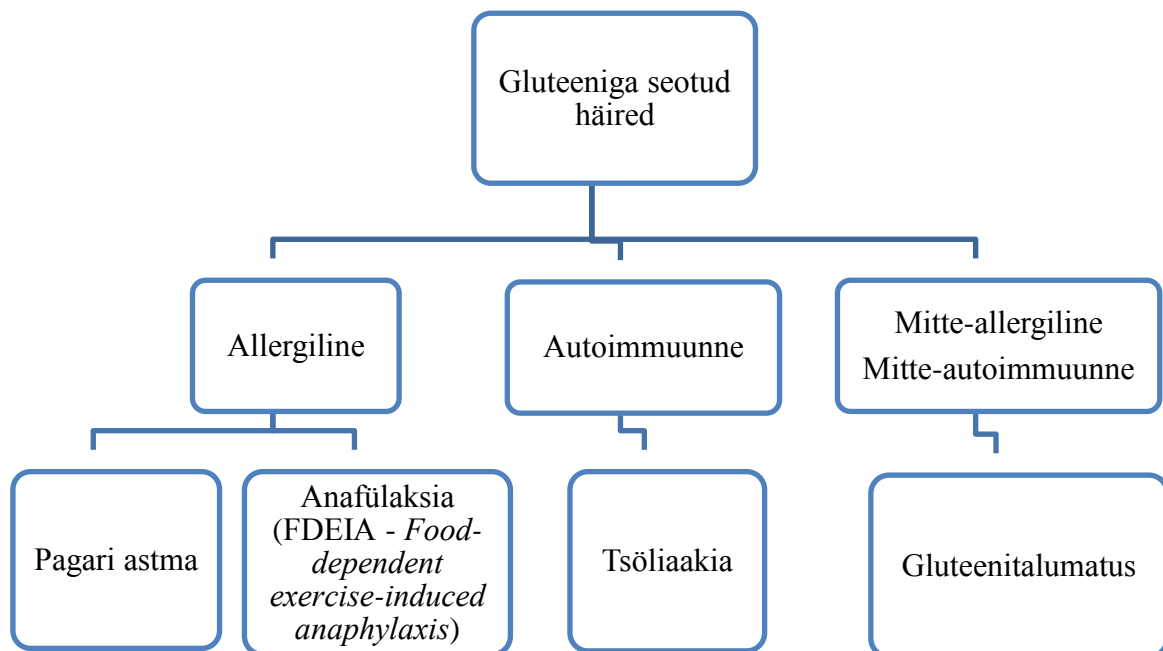
---

<sup>3</sup> B-lümfotsüüdid on leukotsüütide hulka kuuluvad omandatud immuunsuse kaitserakud

anafülaksia<sup>4</sup>. Anafülaksia on kiire allergiline reaktsioon, mis võib tekkida mõne minuti jooksul pärast isegi väga väikese koguse allergeeni organismi sattumist [27]. Toidutalumatus puhul kutsub mõni toiduaine või toidu komponent esile haigustunnuseid, kuid need ei teki immuunreaktsiooni tagajärjel (ei teki antikehasid). Näiteks laktoositalumatus tekib laktaasi (laktoosi hüdroolüüsiva ensüümi) puudumise tõttu inimese peensooles. Toidutalumatus korral on allergiatestid enamasti negatiivsed [27]. Toidutalumatus avaldub sagedamini seedehäiretena: kõhuvalu, kõhulahtisus või -kinnisus, kõhupuhitus, oksendamine [27].

Gluteeni tarbimisega on seotud kolm patoloogiat (Joonis 2) [2; 14; 28]:

- 1) **toiduallergia** (nisuvalguallergia), mida põeb 0,2 - 0,5% maailma elanikkonnast, selle puhul toimub ülereageering välise ärritaja suhtes ning see ei ole vastureaktsioon keha enda rakkude suhtes;
- 2) **tsöliaakiat** aktiveerib autoimmuunmehhanism, mis on tugevalt mõjutatud mingis immuunsüsteemi osas toimuvast kohandumisreaktsioonist;
- 3) **gluteenitalumatuse** puhul on tegev kaasassündinud immuunmehhanism, puuduvad autoimmuunsuslikud antikehad ja esineb võimalik, kuid minimaalne soolestiku kahjustus, mis taandub gluteenivaba dieediga (nagu ka kõik sümptomid).



Joonis 2. Gluteeniga seotud häired [14]

<sup>4</sup> Anafülaksia on järsku tekkinud eluohtlik allergiline reaktsioon

**Nisuvalgallergia** on gliadiini poolt valdavalt IgE kaudu määratav seisund, mis tekitab raskusi peamiselt hingamiselundite puhul (pagari astma) või on anafülaktiline. Diagnoos põhineb enamasti torketestidel ja spetsiifilisel RAST-testil<sup>5</sup> (kindla allergeeniga) [8; 27].

**Tsöliaakia** on krooniline, autoimmuunne ja päriliku eelsoodumusega haigus, mille puhul gluteeni toimet hakkab organism ise tootma enda rakkude vastaseid antikehi [2; 9]. Tsöliaakia peamiseks geneetilisteks markeriteks on 6. kromosoomis HLA süsteemi haplotüüpide HLA-DQ2 ja HLA-DQ8 esinemine, mis päranduvad perekondlikult ja mida on leitud vähemalt 95% patsientidel. Retseptorid, mida kodeeritakse nende geenide poolt, seonduvad gliadiiniga oluliselt tugevamini kui ülejäänud retseptorite isovormid. HLA haplotüüpide puudumine aitab välistada tsöliaakia esinemist, kuid ainuüksi nende olemasolu tuvastamine ei ole piisav haiguse diagnoosimiseks. Tuginedes sellele, et HLA-DQ2 haplotüüp esineb kuni 40%-l rahvastikust, on tsöliaakia tekkega ilmselt seotud veel mitmed muud geenid [2; 8; 9]. Tsöliaakiaga kaasneb spetsiifiliste seroloogiliste markerite avaldumine, eriti A-tüüpi transglutaminaasi antikehade (IgA anti-tTG), endomüüsiumi antikehade (EMA) ja G-tüüpi deamideeritud gliadiini antikehade (IgG anti-DGP) avaldumine [2].

On kindlaks tehtud, et tsöliaakia patogeneesis on oma roll nii loomulikul kui ka omandatud immuunvastusel [9]. Peensooles lagundatakse teraviljavalgud proteolüütiliste ensüümide toimet väiksemateks juppideks ning moodustub 33-meerne rohkelt proliini ja glutamiini sisaldav peptiid. Oma teadusartiklis „Tsöliaakia - kliiniline kameeleon“ [9] kirjeldavad Krista Ress ja Oivi Uibo tsöliaakia tekkemehhanismi: „Patofüsioloogilised protsessid saavad alguse peensoole limaskestast barjäärifunktsiooni häirumisest, sellele järgneb toksiliste peptiidide liikumine *lamina propria*’sse<sup>6</sup>, kus ensüüm koe transglutaminaas deamideerib glutamiinijäägid glutamaadiks. Selle tulemusena vabanevad mitmed proinflammatoorsed (põletikueelsed) tsütokiinid<sup>7</sup>, mis vallandavad ka autoreaktiivsete B-lümfotsüütide kloonide suurenemise ja plasmarakkude tekke. Plasmarakud produtseerivad gliadiini (AGA - *anti-gliadin antibodies*), endomüüsiumi (EMA - *endomysium antibodies*) ja koe transglutaminaasi (tTGA - *tissue transglutaminase antibodies*) IgA-, IgG- või IgM-tüüpi antikehasid [9].“ Pärast

---

<sup>5</sup> RAST - *radioallergosorbent test* - vereanalüüs, mis määrab milliste ainete suhtes inimene on allergiline. See erineb nahatorketestidest, mis põhinevad reaktsioonil inimese naha ja uuritavate allergiliste ainete vahel

<sup>6</sup> *lamina propria* - sidekoekiht

<sup>7</sup> Tsütokiinid on polüpeptiidid, mida vabastatakse erinevate aktiveeritud immuun- ja mitte-immuunrakkude poolt, mis reguleerivad peremehe kaitsereaktsioone

seada algab lümfotsüütide liikumine peensoole epiteeli ning aktiveeritud lümfotsüütide, makrofaagide ja plasmarakkude infiltreerumine<sup>8</sup> *lamina propria*'sse [9].

Seega võib põletikueelsete tsütokiinide vabanemine viia peensoole krüptide<sup>9</sup> suurenenud proliferatsioonini<sup>10</sup> (tingitud peamiselt limaskesta põletikust) ja lõpuks peensoole limaskesta atroofia kujunemiseni (ehk kuni täieliku kaoni) [8; 9; 14]. Just peensoole limaskesta hattude kaudu imenduvad organismi kõik toitained – valgud, lipiidid, süsivesikud, vitamiinid, mineraalained ja mikroelemendid. Seetõttu kujunevad kahjustunud peensoole limaskestaga haigel toitainete imendumise häired, mis omakorda põhjustavad toitainete vaegust [10; 11; 12; 13]. Kõige sagedamini areneb raua, kaltsiumi, folaatide ja rasvlahustuvate vitamiinide vaegus [5; 11; 18], mis võib viia aneemia, osteoporoosi, naiste viljatuse, kilpnäärme kahjustuse ning neuroloogiliste ja psühhiaatriliste haiguste tekkeni [11; 15; 18; 29]. Tsöliaakiahaige ainus ravivõimalus on eluaegne gluteenivaba dieet, mille puhul toidust kõrvaldatakse gluteeni sisaldavad nisu-, odra-, rukki- ja kaerajahutooted. Kui patsient peab täpset ja ranget dieeti siis paraneb peensoole limaskest täielikult ja haige vaevused taanduvad. Gluteenivaba dieedi rikkumisega tulevad tagasi endised haigusnähud ning peensoole limaskest kahjustub taas, mis omakorda võib soodustada pahaloomulise kasvaja teket [4; 5; 8; 10; 13; 18; 29].

Tsöliaakiat loeti harvaesinevaks haiguseks kuni 1990-date aastateni, haigust avastati vähem kui 0,1% lastest [7]. Andmed olid saadud erinevatest riikidest kliinilisele kahtlusele tuginenud diagnoosimisel. Viimaste aastate uuringud (k.a. sõeluuringud) on aga näidanud, et tsöliaakiat esineb tunduvalt sagedamini. Uus statistika on saadud tänu sellele, et üha enam tehakse kliinilisi teste ja avastatakse see haigus. Tsöliaakiahaigeid on maailmas üldrahvastikust kuni 3% (Euroopas 0,3% kuni 2% [30], Soomes 1 – 2,4% [2]) ja üha sagedamini diagnoositakse seda haigust ka vanemas eas inimestel. Haigusjuhtudest peaaegu pooled on varjatud või ebatüüpilise kliinilise pildiga, mille tõttu jäävad tihti õigeaegselt diagnoosimata [7]. Nagu mujal riikides on ka Eestis tsöliaakiat peetud kaua aega harvaesinevaks haiguseks. Krista Ressi ja Oivi Uibo retrospektiivse analüüsi tulemusel [9] selgus, et aastatel 1976 – 1989 diagnoositi tsöliaakiat Eesti lastel kokku vaid 13 isikul 14 aasta jooksul (0,04 uut juhtu 1000 elusalt sündinu kohta). Ajavahemikul 1990 – 1994 Oivi Uibo ja kaasautorite poolt korraldatud

---

<sup>8</sup> Infiltreerumine on rakkude ja vedelike imbumine kudedesse

<sup>9</sup> Peensoole krüptid on torujad epiteeli süvendid, mis ei ole eriti sügavad, koosnevad paljudest rakkudest ja avanevad hattude vahele

<sup>10</sup> Proliferatsioon - raku pooldumine



teadusuuringu käigus diagnoositi tsöliaakiat Eestis 0,37 uut juhtu 1000 elusalt sündinu kohta ehk 10 korda sagedamini [9]. 2014. aastal välja antud doktoritöös uuris Tartu Ülikooli doktorant Krista Ress lapseea tsöliaakiat Eestis [7]. Oma doktoritöös jõudis ta järgmisele järeldusele: „Hinnates tsöliaakia haigestumust kogu Eestis diagnoositud lastel, selgub enam kui 30-kordne haigestumuskordaja tõus 35-aastase uuringuperioodi jooksul – aastatel 1976 – 1980 diagnoositi vaid 0,10 juhtu 100 000 inimaasta kohta, seevastu aastatel 2006 – 2010 diagnoositi 3,14 juhtu 100 000 inimaasta kohta. Samas on aastate lõikes täheldatav nii märkimisväärne keskmise vanuse tõus diagnoosimisel kui ka haiguse kliinilise pildi varieeruvus – kui uuringu algaastatel diagnoositi kõik tsöliaakiajuhud alla kaheaastastel tüüpiliste seedetrakti kaebustega lastel, siis uuringu viimastel aastatel diagnoositi enamus juhte atüüpilise või asümptomaatilise väljendusega lastel, kellel vanust üle viie aasta [7].“ Lähtudes Krista Ressi uuringu tulemustest võib väita, et tsöliaakia esineb Eestis oluliselt sagedamini kui varasemalt arvatud (vähemalt 0,34%) ning väljendub üha sagedamini atüüpiliste kaebustega või asümptomaatiliselt [7; 9; 31].

Kui tsöliaakiat aktiveerib autoimmuunmehhanism, mis on tugevalt mõjutatud mingis immuunsüsteemi osas toimuvast kohandumisreaktsioonist, siis **gluteenitalumatuse** puhul on tegev kaasasündinud immuunmehhanism ning mille puhul soolestiku biopsia näitab, et soolestiku limaskest on suures osas tavapärase. See häire esineb enamasti täiskasvanutel ning on iseloomustatav gastroenteroloogiliste sümptomitega nagu näiteks puhitus, kõhulahtisus ja kõhuvalu, kuid esinevad ka soolestikuga mitteseotud sümptomid nagu vaimse segasuse tunne, peavalud, kurnatus, lihasvalu ja aeg-ajalt ka jäsemete tundetus. Sümptomid kaovad gluteenivaba dieedi pidamisel ning taastekivad gluteeni tarbimisel. Gluteenitalumatusega patsientidel puuduvad koe transglutaminaasi vastased (tTG) antikehad, endomüüsiumi antikehad (EMA) ning on välistatud allergiline mehhanism (torkestid ja spetsiifilised IgE negatiivsed) [2].

### **I.3 SÜMPTOMID**

**Tsöliaakia** võib esineda igas vanuses, lapsepõlvest täiskasvanueani. Mida nooremas eas tsöliaakia avaldub, seda tüüpilisem võib olla haiguse kulg. Osa tunnuseid ja sümptomeid on põhjustatud toitainete imendumishäirest. Tüüpilised ja atüüpilised ehk „varjatud“ tsöliaakia sümptomid on [2; 8; 9; 10]:

- seedeprobleemid: korduv kõhuvalu, kõhukrambid, gaasid ja puhitus, kõhulahtisus, oksendamine, kõhukinnisus;

- kaalulangus vaatamata normaalsele toitumisele;
- üldine väsimus ja haiglane enesetunne, kurnatus, vaimne segasus;
- rauavaegus, sellest tingituna kehvveresus;
- foolhappevaegus, sellest tingituna menstruaaltsükli häired, iseeneslikud abordid, viljatus, väikese sünnikaaluga enneaegne laps;
- osteoporoos;
- liigesevaevused (artriit);
- jäävhammaste emaili ja struktuuri muutused (hammaste sinine värvus);
- lisaks peensoole kahjustusele võivad esineda muutused ka organismi muudes kudedes, näiteks närvisüsteemis ja nahal (*dermatitis herpetiformis*);
- puberteedi hilinemine.

**Gluteenitalumatuse** sümptomid on tsöliaakia sümptomitega väga sarnased [2]:

- seedeprobleemid: korduv kõhuvalu, kõhukrambid, gaasid ja puhitus, kõhulahtisus, oksendamine, kõhukinnisus;
- peavalu, üldine väsimus, depressioon;
- rauavaegus, sellest tingituna kehvveresus;
- ekseem / nahalööve;
- liigesevaevused.

**Toiduallergia** puhul võib reaktsioon gluteenile tekkida kas kohe pärast gluteeni sisaldava toidu tarbimist või hilinemisega (vahemikus mitmest tunnist kahe päevani). Kohesed sümptomid on [8]:

- nõgestõbi;
- anafülaksia;
- iiveldus;
- oksendamine;
- kõhulahtisus;
- riniit;
- bronhide obstruktsioon ehk bronhide ahenemine.

Haigete vaevused taanduvad ja peensoole limaskestast hatud taastuvad täielikult siis, kui haige järgib rangelt gluteenivaba dieeti, lisaks kaovad ka seerumis olevad antikehad [2, 8, 9, 10]. Dieet ongi tsöliaakia, gluteenitalumatuse ja allergia ainus ravi, mida inimene peab järgima

väga rangelt kogu elu [2, 8, 9, 10], kuid erinevalt tsöliaakiast ja gluteenitalumatusest ei ole alati allergia elukestav, eriti lastel [8].

## I.4 DIAGNOOSIMINE

### I.4.1 Tsöliaakia diagnoosimine

Tsöliaakia seroloogiline diagnoosimine põhineb gliadiini (AGA), endomüüsiumi (EMA) ja koe transglutaminaasi antikehade (tTGA) testidel [2; 8; 9]. IgA-tüüpi EMA ja IgA-tüüpi tTGA tundlikkus ning spetsiifilisus on väga suured (>96%) nii lastel kui ka täiskasvanutel. EMA spetsiifilisus on väga kõrge (98-100%), nii et seda uuringut peetakse spetsiifiliseks tsöliaakia diagnoosimisel. Seevastu IgA- ja IgG-tüüpi AGAd on mõõdukalt tundlikud (80 – 90%), kuid oluliselt vähem spetsiifilised (60 – 75%). Teisest küljest aga on kirjeldatud juhtumeid, mille puhul seerumis esinesid tTG antikehade madalad kontsentratsioonid ja haigus ei olnud seotud tsöliaakiaga (muud autoimmuunhaigused, vähk, maksahaigused ja nakkuslikud haigused). Üldiselt need positiivsed tulemused ei ole seotud positiivse EMA tulemusega ja see selgitab EMA testi kõrgema spetsiifilisuse võrreldes anti-tTG määramisega. Tsöliaakia suhtes suure spetsiifilisuse ja tundlikkusega uuringuks soovitatakse IgA-tüüpi tTGA või IgA-tüüpi endomüüsiumi antikehade määramist koos seerumi üld-IgA taseme määramisega. Juba teadaoleva IgA-puudulikkuse korral on võimalik määrata nii IgG-tüüpi tTGA-sid kui ka IgG-tüüpi AGAsid. Gliadiini antikehasid (AGAsid) soovitatakse määrata vaid alla 2-aastastel lastel, sest nende vanuse tõttu ei pruugi endomüüsiumi ja koe transglutaminaasi antikehad olla veel organismi tekkinud [2; 8; 9].

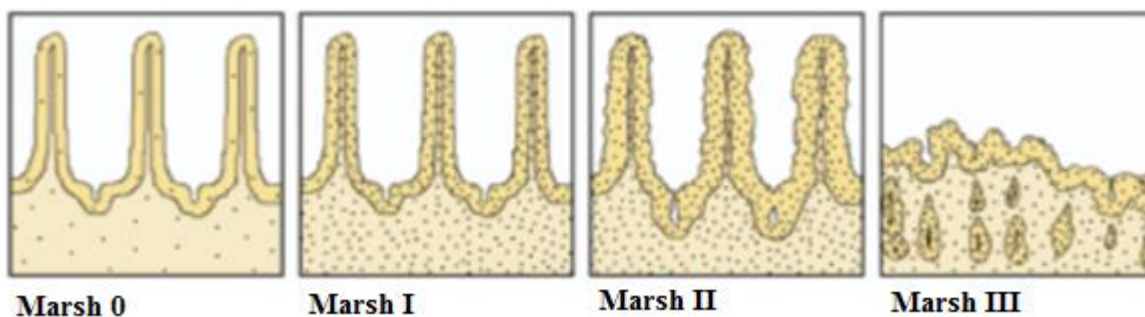
Tsöliaakia diagnoosimine ainult sõeltestide tulemuste alusel ei ole kindlasti õige ega üldtunnustatud. Diagnoosi kinnitamiseks on järgmine samm peensoole biopsia. Selle uuringuga võetakse peensoole limaskestalt proovitükk kas spetsiaalse kapsliga või gastrooskoobi kaudu. Materjal võetakse kaksteistsõrmiksoole teisest / kolmandast osast [2; 8]. Peensoole limaskesta kahjustus kujuneb järk-järgult normaalsest limaskestast hattude atroofia ja krüptide hüperplaasiani<sup>11</sup> [2; 8; 9]. Juhul kui tsöliaakiat ei ravita, esineb peensoole limaskestas hattude atroofia, krüptide hüperplaasia, krooniline lümfotsüütide infiltratsioon koos plasmarakkude ning lümfotsüütide arvu suurenemisega epiteelis ja *lamina propria*'s (>20 raku 100 epiteeliraku kohta) [9].

---

<sup>11</sup> Hüperplaasia - suurenemine, vohamine

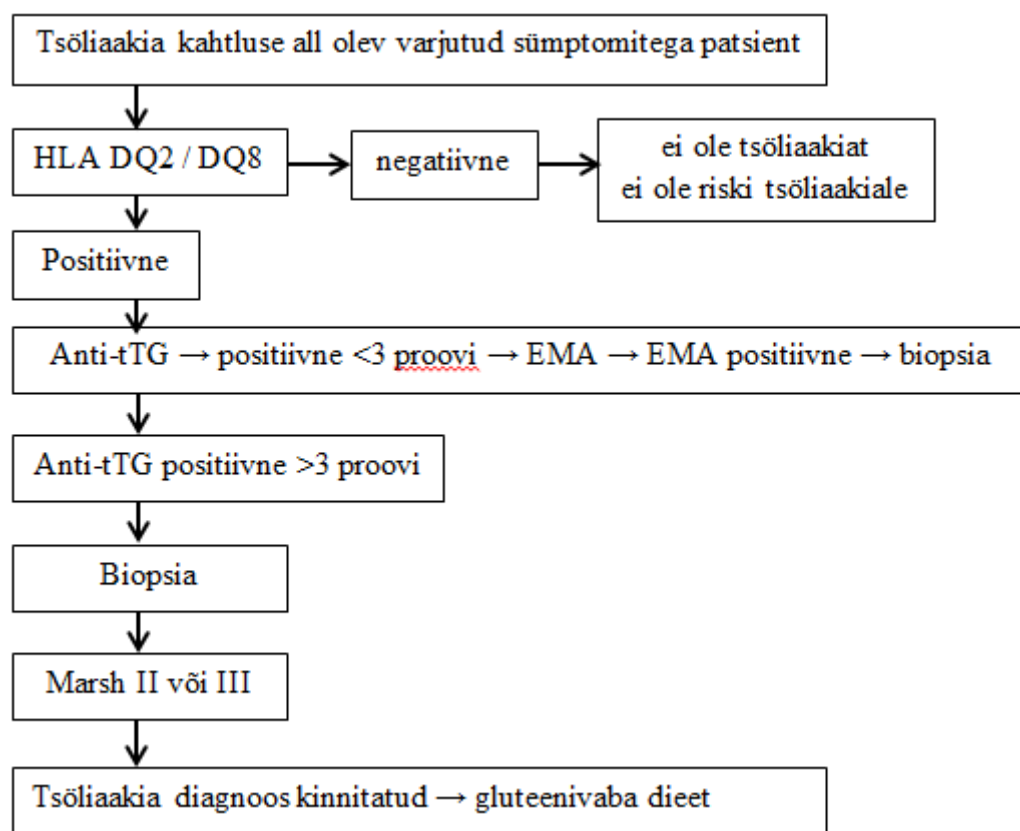
Peensoole kahjustuse astme kirjeldamiseks kasutatakse Marsh-Obernuber klassifikatsiooni (Joonis 3) [2; 9]:

0. Marsh 0 - normaalne peensoole limaskest, hattude kõrgus suurem, kui krüptide sügavus;
1. Marsh I (infiltratiivne) - plasmarakkude ja lümfotsüütide infiltratsioon *lamina propria*'s (>30 intraepiteliaalse lümfotsüüdi 100 enterotsüüdi kohta);
2. Marsh II (hüperplastiline) - plasmarakkude ja lümfotsüütide infiltratsioon *lamina propria*'s, hattude paksenemine, krüptide hüperplaasia;
3. Marsh III (destruktiivne) - plasmarakkude ja lümfotsüütide infiltratsioon *lamina propria*'s, krüptide hüperplaasia, hattude atroofia:
  - 3.a – osaline atroofia - hatud on paksenenud ning lühenenud, krüptide hattude suhe <1:1,
  - 3.b – subtotaalne atroofia – hatud atroofilised, kuid eristatavad,
  - 3.c – totaalne atroofia – hatud puuduvad, limaskest meenutab jämesoolt.



Joonis 3. Peensoole limaskesta kahjustuse klassifikatsioon Marsh-Obernuberi järgi [9]

ESPGHAN (*European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition*) töögrupp on välja töötanud algoritmi (Joonis 4), mille järgi võib toimuda tsöliaakia diagnoosi kinnitamine varjutud sümptomitega patsientidel [2].



Joonis 4. Algoritm tsöliaakia diagnoosimiseks varjutud sümptomitega patsientidel [2]

Tsöliaakia diagnoos peetakse lõplikuks kui pärast ranget gluteenivaba dieeti pidamist toimub täielik sümptomite taandumine ning paraneb peensoole limaskest koos antikehade hulga vähenemisega veres. Kindlalt püstitatud tsöliaakia diagnoosi korral ei ole ka provokatsioonitest gluteeni sisaldava toiduga enam vajalik. Provokatsiooniteste soovitatakse vaid nendele patsientidele, kellel jääb diagnoos ebaselgeks ka pärast gluteenivaba dieedi järgimist [8; 9].

#### I.4.2 Gluteenitalumatuse diagnoosimine

Gluteenitalumatuse diagnoosimiseks on vajalik haigusloophine lähenemine. Nagu eespool mainitud, võivad gluteenitalumatuse sümptomid kergesti tsöliaakia omadega kattuda. Seega tuleb esimese sammuna läbi viia uuringud, mis välistavad tsöliaakia (puuduvad autoimmuunsuslikud antikehad) ja nisuvalgu allergia. Järgmine samm on läbi viia biopsia ja otsida gliadiinivastaseid antikehasid. Gluteenitalumatuse puhul on võimalik minimaalne soolestiku kahjustus (Marshi klassifikatsioon 0 - I), mis taandub gluteenivaba dieediga. Gliadiini antikehad ei ole gluteenitalumatusespetsiifilised, kuid need on olemas nii tsöliaakiahaigetel kui ka ilma selle haiguseta patsientidel. Juhul kui biopsiaga ei selgitata välja

mingit patoloogiat (sh tsöliaakiat), siis vaatamata sellele oleks tarvilik jätkata katseperioodiks gluteenivaba dieediga. Kokkuvõttes võib öelda, et kui patsiendi haiguslugu koos kliiniliste analüüsidega välistavad nisuallergia ja tsöliaakia, siis võib diagnoosina kaaluda gluteenitalumatust. Enne gluteenitalumatuse diagnoosi kinnitamist peavad olema täidetud alljärgnevad kriteeriumid [2]:

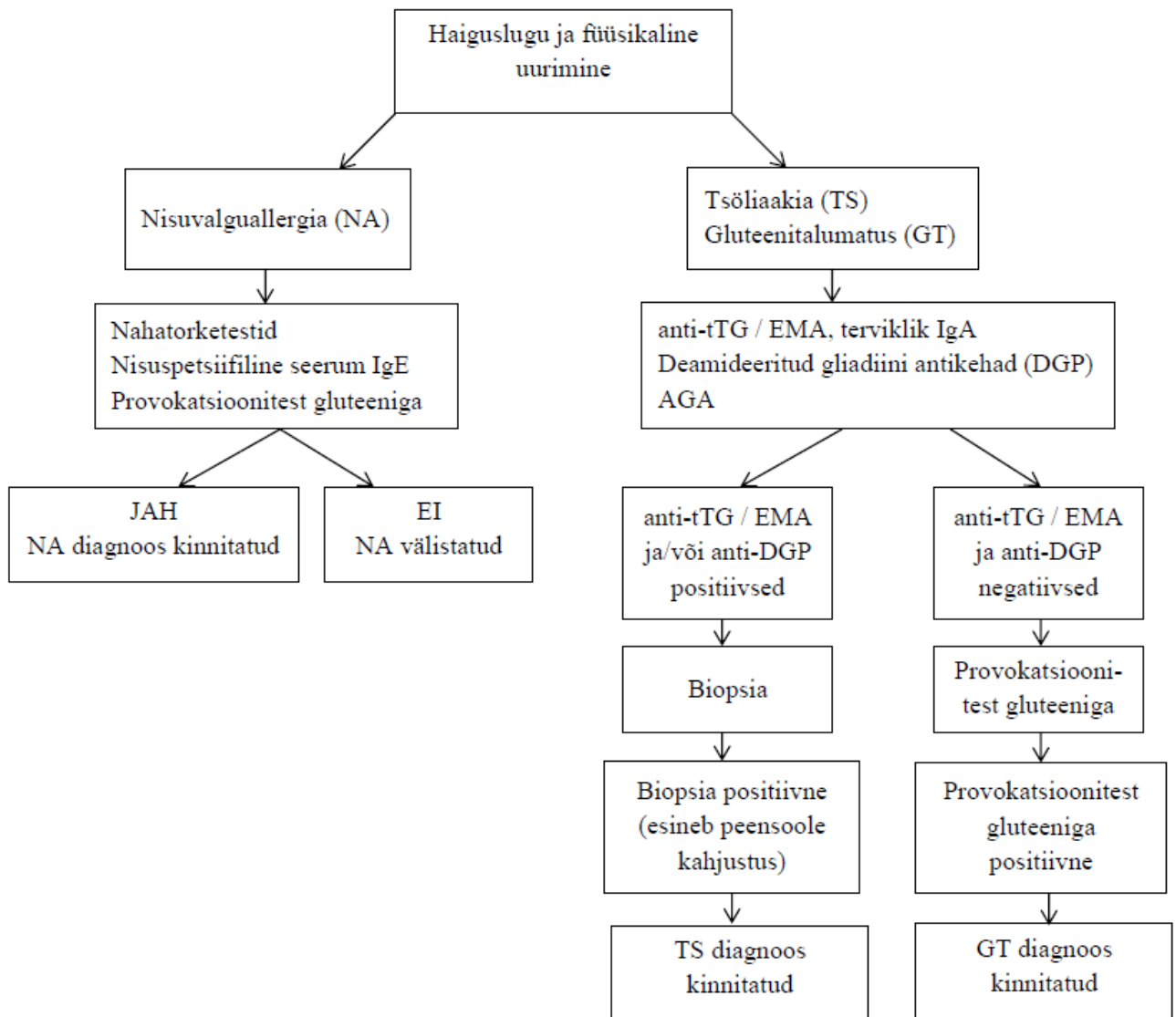
- Nisuvalguallergia on välistatud (IgE antikehad negatiivsed);
- Tsöliaakia on välistatud (seroloogilise tTg / EMA / dAGA antikehade testi ja IgA puudulikkuse testi tulemused on negatiivsed);
- Seedeelundite biopsia ei viita hattude atroofiale;
- Uuritud on võimalike seerumis esinevate IgA- ja / või IgG-tüüpi gliadiini antikehade (AGA) olemasolu;
- Ei ole HLA-piiratud – HLA-DQ2 ja HLA-DQ8 puudumisel saab tsöliaakia põhimõtteliselt välistada, kuid on oluline ära märkida, et HLA-DQ2 või HLA-DQ8 esinemine ei tähenda alati tsöliaakiat;
- Sümptomid on pärast gluteenivaba dieedi alustamist leevenenud;
- Positiivsed provokatsioonitestid gluteeniga.

Nende kriteeriumite täitmisel võib patsiendile panna gluteenitalumatuse diagnoosi ja ravida teda gluteenivaba dieediga. Üldjuhul gluteeni dieedist eemaldamisel kaebused ja sümptomid taanduvad [2].

### **I.4.3 Nisuvalguallergia diagnoosimine**

Allergia diagnoosimine tugineb kliinilistel vaatlustel, provokatsioonitestidel gluteeni sisaldava toiduga ning nahatorketestidel. Tuleb märkida, et ravi on sama olenemata sellest, kas tegu on nisuvalguallergia, tsöliaakia või gluteenitalumatusega – kõikidel juhtudel tuleb toitumisel gluteenist loobuda. Erinevus seisneb selles, et allergia puhul on gluteeni vältimine ajutine, sest tavaliselt ei ole allergia elukestev. Tsöliaakia ja gluteenitalumatuse puhul on gluteeni vältimine eluaegne [2; 8].

Kokkuvõtteks on joonisel 5 välja toodud esialgne algoritm kolme peamise gluteenireaktsiooni kategooria eristamiseks.



Joonis 5. Algoritm allergia, tsöliaakia ja gluteenitalumatuse eristamiseks [2]

## I.5 SEADUSANDLUS

Vastavalt 2012.a Eestis kehtima hakanud EL määrusele nr 41/2009 defineeritakse toodete gluteenisaldust järgnevalt [26]:

- gluteenivaba toode – gluteenisaldus alla 20 mg / kg. Valmistatakse gluteenivabadest teraviljadest ja toiduainetest, töödeldud nisutärklisest või gluteenivabast kaerast;
- väga madala gluteenisaldusega toode – gluteenisaldus võib olla vahemikus 21 – 100 mg / kg.

Väite „gluteenivaba“ kasutamine tavatoidu kohta on käitlejale vabatahtlik. Väidete "gluteenivaba" ja "väga madala gluteenisaldusega" kasutamine on kohustuslik järgmiste toitumise puhul:

1. toit on spetsiaalselt mõeldud tarbimiseks gluteenitalumatusega inimesele ja sellele viidatakse toote turustamisel;
2. imiku- ja väikelapsetoidud alla 6.kuu vanustele imikutele, mis ei sisalda gluteeni.

Määruse nr 41/2009 nõuetele vastava toidu märgistusel on lubatud kasutada üksnes väljendeid „gluteenivaba“ ja „väga madala gluteenisaldusega“. Seega keelatakse väljendite nagu „madala gluteenisaldusega“ (lubatud on „väga madala gluteenisaldusega“), „vähendatud või alandatud gluteenisaldusega“ jms kasutamine [26].

Lisaks Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus nr 1169/2011 sätestab [32], et allergiat põhjustada võivad koostisosad esitatakse märgistusel alati nii, et oleks üheselt viidatud selle koostisosa nimetusele. Allergeenid tuleb esitada koostisosade loetelus rõhutatuna kirjastiili, kirjasuuruse või taustavärvi abil. Esitamisele kuuluvad selhulgas gluteeni sisaldavad teraviljad (s.o nisu, rukis, oder, kaer, speltanisu, kamut või nende hübriidliinid) ja neist valmistatud tooted, välja arvatud [32]:

- nisul põhinevad glükoosisiirupid, sealhulgas glükoos (ja nendest valmistatud tooted, kui ameti hinnangul on ebatõenäoline, et töötlemisel nende allergeensus võrreldes vastavate algtoodetega suureneb);
- nisul põhinevad maltodekstriinid (ja nendest valmistatud tooted, kui ameti hinnangul on ebatõenäoline, et töötlemisel nende allergeensus võrreldes vastavate algtoodetega suureneb);
- odral põhinevad glükoosisiirupid;
- teraviljad, millest valmistatakse põllumajandusliku päritoluga destillaati, sealhulgas etüülalkoholi.

## **I.6 GLUTEENIVABA DIEET**

Tsöliaakia ja gluteenitalumatuse korral on ainsaks raviks eluaegne range gluteenivaba dieet, milles välditakse nisu, rukist, otra ning mittesertifitseeritud (saastatud) kaera sisaldavaid toite, tooteid ning jooke. Dieedi järgimisel on alati oluline teada toidu koostist. Erilist tähelepanu tuleb pöörata nn „peidetud“ gluteeniga toidule (nt kastmed, liha- ja kalatooted), ravimitele ja vitamiimipreparaatidele, sest gluteeni kasutatakse sageli lisaainena (stabilisaatorid, mahuained



jne). Samuti on tsöliaakiahaigetele keelatud kõik joogid, mis on valmistatud nisust, rukkist, odrast või kaerast, näiteks kali, õlu ja nisuviin. Range gluteenivaba dieedi tulemusena soolestik paraneb ning enamik sümptome kaob täielikult [2; 8; 9; 10]. Kuna tsöliaakiahaigetel võib esineda peensoole limaskesta kahjustusest tingituna ka sekundaarne laktaasipuudulikkus, on neil soovitatav vältida kuus kuud kuni aasta ka piima ja laktoosi sisaldavaid piimatooteid [9]. Gluteenivaba dieeti järgivaid tsöliaakiahaigeid tuleb jälgida regulaarselt - esimese kahe aasta jooksul määratakse seroloogilisi sõeluuringuid iga kuue kuu järel, edaspidi regulaarselt kord aastas või vähemalt kord iga kahe aasta tagant [9].

„Mürgiste“ teraviljavalkude ehk prolamiinide uurimisel on selgunud, et nendes valkudes esinevad sarnased korduvad aminohappelised järjestused, millest kahjulikku toimet avaldavad peamiselt proliini ja glutamiini sisaldavad antigeensed osad. Kaeravalgu aveniini suhtes puudub ühtne arvamus: osa maailma uurijatest peab ka kaeravalku aveniini tsöliaakiahaigetele ohtlikuks, osa aga mitte [9]. Teada on aga, et kaera töötlemise käigus on oht nisu, rukki ja odraga ristsaastumisele, kuna sageli käideldakse kaera ühes tehases ning samade seadmetega, millega töödeldakse teisi teravilju, seega ohutud on vaid saastumata (sertifitseeritud) kaeratooted [8; 9; 14]. Tsöliaakiahaigetele ohutud teraviljad nagu riis, tatar, hirss, teff ja mais põlvnevad aga nisust, rukkist, odrast ning kaerast erinevatest alamperekondadest (Joonis 1) ega sisalda peensoole limaskesta jaoks „mürgiseid“ valke [9; 14]. Samuti on ohutud nn pseudo-teraviljad: tatar, amarant, kinoa [33].

Võimalik on ka kasutada spetsiaalseid gluteenivabasid jahusegusid või tooteid, mis on müügil paljudes riikides - makaronitooted, pagari- ja kondiitritooted, gluteenivabad joogid. Need toidudained ja tooted on märgistatud gluteenivaba toote sümboliga (Joonis 6).



Joonis 6. Gluteenivaba toote sümbol [9]

## I.6.1 Lubatud-keelatud toidud

Allolevas tabelis 1 on välja toodud erinevad toiduained ja valmistooted, mis on lubatud ja keelatud gluteenivabas dieedis. Nimekiri on koostatud kasutatud kirjandusallikate põhjal ning tegemist ei ole ammendava nimekirjaga.

Tabel 1. Tsöliaakia- ja gluteenitalumatushaigetele lubatud ja keelatud toiduained ja valmistooted

TOIDUAINED / TOODE	LUBATUD (va juhtudel, kui toimus ristsaastumine keelatud teraviljadega)	KEELATUD (va juhtudel, kui need on gluteenivaba määrgiga)
KAUNVILI, TERAVILI JA TERAVILJA-TOOTED	<ul style="list-style-type: none"> <li>• riis ja sellest valmistatud toidud ja tooted (riisileivad ja riisivahvlid, paisutatud riis, riisinuudlid)</li> <li>• metsik riis</li> <li>• tatar ja sellest valmistatud toidud ja tooted</li> <li>• hirss ja sellest valmistatud toidud ja tooted</li> <li>• mais ja sellest valmistatud toidud ja tooted (gluteenivabad maisihelbed, maisileivad, popcorn)</li> <li>• kartuli- ja maisitärklis</li> <li>• aroruut (maranta)</li> <li>• tapiok (maniokitärklis)</li> <li>• saago (tähtlase taoline aine, mis on saadud Saago palmide võrsetest)</li> <li>• soja, sojajahu ja sellest valmistatud tooted (va sojakaste ja sojakastmepulber, mis sisaldavad nisujahu)</li> <li>• gluteenivabad jahud, pastatooted, leivad-saiad, küpsetised jne</li> <li>• herned, oad, läätsed</li> <li>• amarant, kinoa, sorgo, teff</li> <li>• gluteenivaba kaer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nisu (ka speltanisu, couscous, bulgur, durum-jahu, graham-jahu, kamut) ja sellest valmistatud toidud ja tooted</li> <li>• rukis ja sellest valmistatud toidud ja tooted</li> <li>• oder ja sellest valmistatud toidud ja tooted</li> <li>• kaer ja sellest valmistatud toidud ja tooted</li> <li>• tritikale</li> <li>• manna, mannavormid, mannavaht</li> <li>• leib, leivasupp, leivavorm</li> <li>• sepik, sai, saivorm</li> <li>• küpsetised: saiakesed, koogid</li> <li>• pirukad, küpsised, kringlid, tordid jt</li> <li>• kõrsikud</li> <li>• hamburgerid</li> <li>• kõik pastatooted (makaronid, nuudlid, spagetid jt)</li> <li>• müsli</li> <li>• kliid</li> <li>• idud</li> <li>• linnased</li> <li>• linnastega maisihelbed</li> </ul>

Tabel 1, järg. Tsöliaakia- ja gluteenitalumatushaigetele lubatud ja keelatud toiduained ja valmistooted

<b>TOIDUAINNE / TOODE</b>	<b>LUBATUD (va juhtudel, kui toimus ristasaastumine keelatud teraviljadega)</b>	<b>KEELATUD (va juhtudel, kui need on gluteenivaba märgiga)</b>
<p>PIIM JA PIIMATOOTED</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• piim (keelatud ~6 - 12 kuu jooksul alates tsöliaakia diagnoosi kinnitamisest)</li> <li>• hapupiimatooted: keefir, pett, hapupiimajook</li> <li>• jogurtid, mis ei sisalda nisu, rukist, otra ja kaera</li> <li>• kohupiim, kodujuust, juust</li> <li>• jäätis ilma vahvlita</li> <li>• hapukoor, rõõsk koor</li> <li>• imikutele mõeldud piimasegud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jogurtid, mis sisaldavad nisu, rukist, otra ja kaera</li> <li>• vahvlit või küpsiseid sisaldav jäätis, jäätisetort</li> <li>• lahjad määrdajuustud</li> <li>• osa imikutele mõeldud purgitoite ja putrusid</li> </ul>
<p>LIHA, KALA, KANA JA NENDEST VALMISTATUD TOOTED</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• liha</li> <li>• kala</li> <li>• linnuliha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• paneeritud liha, kala või kana</li> <li>• (jahu)kastmes liha, kala või kana</li> <li>• keedu- ja suitsuvorstid, mis sisaldavad gluteeni</li> <li>• täidetud liha- või vormiroad</li> <li>• kotletid, frikadellid, pelmeenid</li> <li>• verikäkid</li> <li>• verivorstid, tanguvorstid</li> <li>• grillvorstid</li> <li>• lihakonservid, mis sisaldavad keelatud teraviljadest valmistatud jahu</li> <li>• liha-, linnuliha- ja kalapallid</li> <li>• kalapulgad ja -burgerid</li> <li>• pikkpoiss</li> <li>• viinerid, sardellid</li> <li>• pasteedid</li> </ul>
<p>MUNAD</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keedetud muna, praetud muna</li> <li>• ilma jahuta valmistatud toidud munast</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• munatoidud, mille valmistamiseks on kasutatud keelatud teraviljade jahu</li> </ul>
<p>KARTUL JA KARTULI-TOOTED</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keedetud kartulid</li> <li>• kartulipuder</li> <li>• ahjukartulid</li> <li>• puhtast kartulijahust valmistatud tooted (nt kartulikrõpsud)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kartulitooted, mis sisaldavad keelatud teravilju (näiteks kartulipudru pulbrid)</li> <li>• kartulivahvlid</li> <li>• osa friikartuleid</li> </ul>

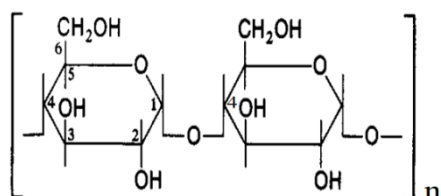
Tabel 1, järg. Tsöliaakia- ja gluteenitalumatushaigele lubatud ja keelatud toiduained ja valmistooted

<b>TOIDUAINE / TOODE</b>	<b>LUBATUD (va juhtudel, kui toimus ristasaastumine keelatud teraviljadega)</b>	<b>KEELATUD (va juhtudel, kui need on gluteenivaba märgiga)</b>
KÖÖGIVILI JA KÖÖGIVILJAMAHLAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kõik toored, keedetud ja küpsetatud köögiviljad</li> <li>• kõik köögiviljamahlad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• paneeritud ja/või jahukastmes köögiviljad (nt mõned külmutatud köögiviljad)</li> </ul>
PUUVILI JA PUUVILJAMAHLAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kõik puuviljad ja puuviljamahlad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• marjapudrud, mis sisaldavad keelatud teravilju</li> </ul>
RASVAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• või, margariinid</li> <li>• taimeõlid</li> <li>• koor</li> <li>• osa majoneese ja salatikastmeid, mis on gluteenivabad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osa salatikastmeid ja majoneese, mis sisaldavad gluteeni</li> <li>• väikese rasvasisaldusega määrded</li> </ul>
JOOGID	<ul style="list-style-type: none"> <li>• või, margariinid</li> <li>• tee</li> <li>• oakohv</li> <li>• kakao</li> <li>• mahlad</li> <li>• mineraalvesi</li> <li>• põllumajandusliku päritoluga destillaat, selahulgas mitmekordse destilleerimisega puhastatud etüülalkohol ja selle baasil valmistatud alkohoolsed joogid (nt viski)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• viljakohv</li> <li>• lahustuv kohv, mis sisaldab otra</li> <li>• kodukali</li> <li>• õlu</li> <li>• nisuviin</li> <li>• pulbriest valmistatavad kakao- ja šokolaadijoogid</li> <li>• osa spordijooke</li> </ul>
MAIUSTUSED	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suhkur</li> <li>• mesi</li> <li>• tarretis</li> <li>• glükoosisiirupid</li> <li>• ilma lisanditeta šokolaad</li> <li>• gluteenivabadest jahudest valmistatud küpsetised</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lagrits</li> <li>• vahvel</li> <li>• küpsised</li> <li>• koogid</li> <li>• kamatahvel</li> <li>• šokolaadivõi / -kreem</li> <li>• batoonikesed</li> <li>• osa närimiskumme</li> </ul>
MUUD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• želatiin, sooda</li> <li>• kuivpärm, värske pärm</li> <li>• puhtad maitseained (ürdid ja vürtsid)</li> <li>• pähklid</li> <li>• seemned (nt linaseemned, päevalilleseemned)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• küpsetuspulber</li> <li>• koogikaunistused</li> <li>• purgisupid, pakisupid</li> <li>• puljongikuubikud</li> <li>• linnaseädikas</li> </ul>

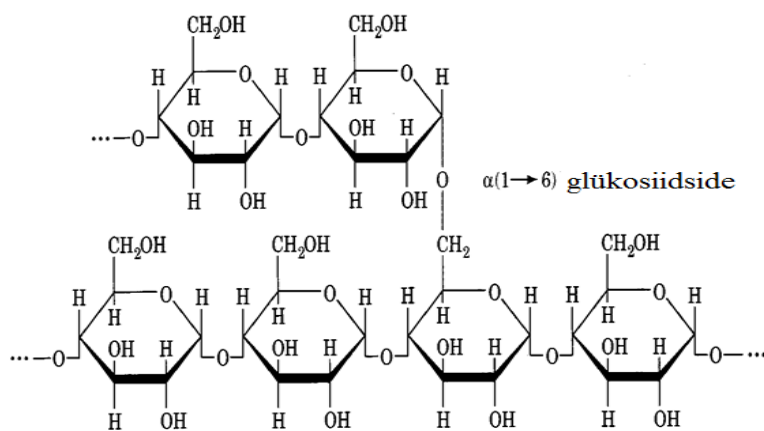
## I.7 GLUTEENIVABAD JAHUD JA TÄRKLISED

Erinevad jahud on erinevate omadustega, mistõttu jahude valik sõltub konkreetsest tootest. Allpool on toodud mõnede gluteenivabade jahude ja tärkliste lühikirjeldused ja / või eriomadused, millest sõltub nende kasutusala.

1) **Tärklised.** Tärklis on looduslik polüsahhariid, mis koosneb  $\alpha$ -glükoosi molekulide jääkidest. Tärklis on puhtal kujul vees lahustumatu, lõhnatu ja maitsetu valge pulber, aga toiduainetööstuses seda kasutatakse paksendaja, stabilisaatori, veesiduja ja täiteainena [34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42]. Tärklis koosneb kahest glükoosipolümeerist: amüloosist ja amülopektiinist (enamasti on nende suhe 20:80 või 30:70, amüloosisisaldus sõltub taimeliigist). Näiteks vahatärklised (ingl. k. *waxy starches*) sisaldavad alla 15% amüloosi ja kõrge amüloosisisaldusega tärklised (ingl. k. *high-amylose starches*) sisaldavad üle 40% amüloosi. Amüloos (Joonis 7) on  $\alpha(1\rightarrow4)$ -glükosiidsidemetega seotud, D-glükoosi molekuli jäägist koosnev lineaarne, hüdrofiilne polümeer. Amülopektiin (Joonis 8) on hargnenud struktuuriga, D-glükoosi molekuli jääki sisaldav, soojas vees punduv polümeer. Lineaarses osas  $\alpha(1\rightarrow4)$ -, hargnemispunktides  $\alpha(1\rightarrow6)$ -glükosiidsidemed [34; 35; 38; 39; 40; 41; 42].



Joonis 7. Amüloosi ehitus ( $\alpha(1\rightarrow4)$ -glükosiidside) [38]



Joonis 8. Amülopektiini ehitus ( $\alpha(1\rightarrow4)$ - ja  $\alpha(1\rightarrow6)$ -glükosiidsidemed) [38]

Amüloos lahustub vees ning sellel on hea geelimumoodustamisvõime, kuid aga amüloosile on iseloomulik retrogradatsioon: kohe pärast pagaritoote ahjust välja võtmist on tärkliis amorfse struktuuriga, kuid jahtumisel ja säilimisel tekivad amorfsest tärkliisest uued kristallid, amüloos retrogradeerub minutitest mitme tunnini, mis põhjustab pagaritoodete vananemist [35; 40; 41; 42]. Kusjuures kartulitärkliisel on suurem kalduvus retrogradatsiooniks võrreldes maisi-, riisi- ja nisutärkliisega [35]. Amülopektiin vees kuumutamisel ja järgneval jahutamisel moodustab kõrge viskoossusega kolloidlahuse (kliistri), mis on liimjalt veniv, kleepuv, mistõttu seda kasutatakse paksendajana või stabiliseerijana [34; 40; 41; 42]. Amülopektiini retrogradatsioon toimub aeglasemalt - tundidest mitme päevani [40]. Kokkuvõtteks võib öelda, et tärkliis ei lahustu külmas vees, kuid seob vett. Tärkliiseterad punduvad, nende maht kasvab. Enamuste tärkliste kliisterdumine algab temperatuuril 60 - 80°C [40], polümeeriahelad moodustavad kolmemõõtmelise „võrkstruktuuri“ sidudes enam vett kui pundunud tärkliiseterad, suureneb viskoossus, järgneval jahutamisel moodustub kliister [34; 35; 36; 37; 39; 40; 41; 42].

Toiduainetööstuses on väga levinud vahatärkliste (ingl. k. *waxy starches*) ning kõrge amüloosisisaldusega (ingl. k. *high-amylose starches*) tärkliste kasutamine. Vahamaisitärkliis sisaldab <1% amüloosi, mistõttu ta geelistub kergesti andes selge pasta, mistõttu seda kasutatakse stabilisaatorina ja paksendajana ning emulgaatorina salatikastmetes [39]. Kõrge amüloosisisaldusega tärkliise võimet moodustada kilesid rakendatakse praetud toodete puhul - kuumtöötlemisel väheneb rasva imendumine tootesse ning need tooted jäävad krõbedaks [39].

Enim kasutatavad tärkliiseallikad on kartul, mais, nisu, riis ja tapiokk. Kusjuures erinevatest taimsetest allikatest saadud tärkliise geomeetrilised omadused sõltuvad taime genotüübist ja kasvatustingimustest, erinevused tärkliisegraanulite suuruses ja kujus on bioloogilise päritoluga [4; 35; 39; 40; 43]. Näiteks mugulatest saadud tärkliistel on suuremad graanulid ja madalam lipiidide ja proteiinide sisaldus võrreldes teraviljadest saadud tärkliisega [39]. Mugulatärkliised moodustavad selged maheda maitsega kliistrid [39]. Kartulitärkliis on nõ unikaalne tänu oma morfoloogilistele ja füüsikalistele omadustele. Unikaalsus seisneb tema graanuli suurtes mõõtmetes, suhteliselt pikas amüloosi ja amülopektiini ahelas, fosfaatstrite olemasolus - see kõik annab kartulitärkliisele suure pundumisvõime ja stabiilsed geeliomadused [35; 39; 43].

Kartulitärkliisel on üks kõige suurematest veesidumisvõimetest (võrreldes teiste tärkliiseliikidega) ehk keskmine veesidumisvõime on 10.44 g H<sub>2</sub>O / g. Sellega võrreldes

maisitärklise veesidumisvõime on ainult 7.92 g H<sub>2</sub>O / g, aga tapiokitärklise veesidumisvõime on sarnane kartulitärklisega - 10.06 g H<sub>2</sub>O / g ning nisitärklisel on kõige madalam veesidumisvõime [35; 43].

Viskoossuse stabiilsust happe, nihkepinge ja kuumuse suhtes on oluline uurida, et saada aru, kuidas pikaajaline kuumutamine ja madal pH mõjutavad kliistri omadusi. Selgus, et kõige parem stabiilsus kuumuse ja happe suhtes on maisitärklisel, mis tähendab, et maisitärklis talub kõige kõrgemat temperatuuri ja kõige madalamat pH-d, ilma et viskoossus muutuks võrreldes kartuli- ja tapiokitärklisega. Kõige parem stabiilsus nihkepinge suhtes on aga kartulitärklisel [43].

Erinevad tärklise kliistrid omavad erinevaid tekstuuriomadusi. Näiteks kartulitärklise kliistril on kõige suurem kohesiooni<sup>12</sup>, kleepuvuse- ning kummissusenäitaja võrreldes maisi- ja tapiokitärklise kliistriga. Kusjuures maisitärklise kliister on rabedam, tugevam ja kõrgeima vetruvusega, aga tapiokitärklise kliister on pehmem, vähem vetruv ja vähem kummine [43].

2) **Valge riisijahu.** Riis on kõrreliste sugukonda kuuluvate taimede perekond [44]. Tärklis moodustab kõige suurema osa (ca 80%) riisi koostisest [44]. Amüloosi sisaldus riisis võib varieeruda alates <1%-st vahariisis (ingl. k. *waxy rice*) kuni >10%-ni. Amüloosisisaldus määrab ära geelistumistemperatuuri ja viskoelastsed omadused, näiteks vahariisi geelistumistemperatuur on madalam (61 - 62 °C) [44]. Rohkem amüloosi annab vähem kleepuva geeli, samas kui suurem amülopektiini sisaldus tagab kleepuvama geeli. Suurema amüloosisisaldusega geelid on ka jahtudes kõvemad, mille pärast sobivad näiteks riisinuudlite valmistamiseks [45]. Võrreldes nisujahuga nõuab riisijahu suuremat kogust vett, et moodustuks sobiva konsistentsiga taigen (geel) [19]. Tänu oma mahedale maitsele ja heledale värvile on riisijahu väga hea nisujahu asendaja. Teisest küljest ei ole riisivalgud võimelised moodustama võrgustikku süsinikdioksiidi kinnihodmiseks, mille tulemusena toote erimaht on madal ja koorik on tihke / kõva. Riisijahust küpsetatud toodete kvaliteedi parendamiseks soovitatakse lisada hüdrokolloide, mis lisaks pikendavad säilivusaega, ja mune [3; 14; 44; 19; 46]. Ji-Myoung Kim ja Malshick Shin uurimise käigus selgus [29], et riisijahu osakeste suurus mõjutab lõpptoote kvaliteeti, nimelt tassikookide kvaliteeti. Katses kasutati jahu osakeste suurusel <180 µm, <120 µm, <95 µm, <75 µm. Kõige suurema mahuga

---

<sup>12</sup> Kohesioon – toote sisemiste sidemete tugevus

tassikoogid olid valmistatud <95 µm jahust. Tassikookide kõvadus, vetruvus ja pooride suurus vähenesid osakeste suuruse vähenemisega [29].

3) **Maisijahu.** Maisil on kõige suuremad terad teraviljade hulgast. Lähtuvalt sordist terade värvus võib varieeruda kollasest, valgest ja punasest kuni siniseni. Maisitera koostise peamised komponendid on valgud ja tärklis, valkudest suurema osa moodustavad prolamiinid (zeiinid) [47]. Isoleeritud zeiinid on võimelised moodustama viskoelastse taigna kui on segatud kõrgematel temperatuuridel [47]. Dexter ja Matsuo uuringus selgus [45], et mida väiksem on maisitärklise amüloosisisaldus, seda kehvem on maisinuudlite kvaliteet. Tam *et al.* katsete järgi [45] maisinuudlite tootmiseks optimaalne maisitärklise amüloosisisaldus on 26 - 28%. Kusjuures De la Hera *et al.* uuringus [14] jõuti järelduseni, et jämedamad maisijahud (>180 µm) tagavad suurema mahuga ja pehmema koorikuga leivad tänu suuremate osakeste võimele süsinikdioksiidi kinni hoida.

4) **Tatrajahu.** Tatar koosneb 67 - 70% süsivesikutest, millest 54,5% moodustab tärklis [33]. Kuna amüloosi ja amülopektiini suhe on 1:1, siis tatratarklise omadused erinevad teistest tärklisest, näiteks geelistumine toimub kõrgemal temperatuuril. Samas tatratarklise veesidumisvõime on kõrgem kui maisi- või nisutarklisel. Tatar on hea kiudaineallikas – võrreldes kinoa ja amarandiga tatar sisaldab palju rohkem kuidaineid [33]. Schoenlechner *et al.* [5] katsetasid küpsiste tegemist amarandi-, kinoa- ning tatrajahust, kusjuures tatraküpsised osutusid kõige krõbedamateks ning said kõige rohkem tarbijate paneeli hääli meeldivusdegusteeringu käigus [5]. Torbica *et al.* [19] katsetasid leiva tegemist riisi-tatrajahu segust (vahekorras 90:10, 80:20 ja 70:30), kusjuures kasutati nii kooritud kui ka koorimata tatrajahu. Kokkuvõtteks leibadel, mis olid valmistatud koorimata tatrajahust, oli suurem veesidumisvõime, madalam stabiilsus ning nõrgem valguvõrgustik võrreldes kooritud tatrajahust valmistatud leibadega. Üldiselt mõlema tatrajahu osa suurendamisega kasvas ka taina valmistamisaeg, valguvõrk läks nõrgemaks ning leivad läksid kõvemaks, teisest küljest aga tärklise retrogradatsioon aeglustus, mis suurendas leibade säilivusaega. Organoleptilised omadused olid mõjutatud jahutüübist - koorimata tatrajahu põhjustas lõpptoote kibedama maitse [19].

## I.8 HÜDROKOLLOIDID

Kuna gluteenivabadel pagaritoodetel (eriti leibadel) on kehvemad füüsikalised ja tekstuursed omadused võrreldes nisujahust valmistatud pagaritoodetega, siis lisaainete kasutamine jääb



vältimatuks osaks gluteenivabade toodete kvaliteedi parendamisel. Lisaainetena kasutatakse väga tihti hüdrokolloide [21; 23]. Hüdrokolloidid on lisaained, mis stabiliseerivad toodet läbi emulsioonide, suspensioonide ja vahtude stabiliseerimise, ning mis on võimelised paksendama toodet või tekitama geeli ehk nende ülesandeks on toidus oleva vee sidumine, mille tulemusel suureneb toidu viskoossus [3; 12; 17; 18; 23; 48]. Struktuurilt on hüdrokolloidid põhiliselt polüsahhariidid [15]. Nendel on tavaliselt kõrge funktsionaalsus juba madalatel doseeringutel [45]. Lisaks pikendavad hüdrokolloidid pagaritoodete säilivusaega (aeglustavad tärglise retrogradatsiooni) ja annavad suurema mahu / väljatuleku [21; 48; 49].

Hüdrokolloidide hulka kuuluvad näiteks karrageen E407, ksantaankummi E415, guarkummi E412, jaanileivapuujuhu E410, tarakummi E417, pektiin E440, alginaadid E401, karboksümetüülselluloos E466 (CMC), hüdroksüpropüülmetüülselluloos E464 (HPMC), gellankummi E418 [3; 12; 21; 23; 25; 48; 49]. Näiteks CMC-d kasutatakse niiskuse kinnihoidmiseks pagaritoodetes, samuti kasutatakse seda kombinatsioonis teiste stabilisaatorite ja kummidega tänu tema kõrgele veesidumisvõimele [23]. Ksantaankummi pseudoplastilised omadused on olulised taigna valmistamisel (taigna lahtirullimine, sõtkumine). Ksantaankummi ja teiste polüsahhariidide koosmõju võib anda sünergilise efekti, nt suurenenud viskoossus või geelistumiseefekt reageerimisel galaktomannaanide ja glükomannaanidega [23].

Lazaridou, Duta, Papageorgiou *et al.* [12] eesmärgiks oli uurida, kuidas erinevad hüdrokolloidid kontsentratsioonis 1% kuni 2% (nimelt pektiin, karboksümetüülselluloos (CMC), agaros, ksantaankummi, kaera  $\beta$ -glükaan) mõjutavad gluteenivaba taigna reoloogilisi omadusi ning sellest taignast valmistatud leiva kvaliteediomadusi. Taigen oli valmistatud riisijahu, maisitärklise ja naatriumkaseinaadi segust. Üldiselt suurenes leiva maht hüdrokolloidide lisamisel v.a. ksantaankummi, aga kui hüdrokolloidide kontsentratsioon oli tõstetud 1%-st 2%-ni, siis leiva maht muutus väiksemaks v.a. pektiiniga leib. Kõige suurem poorsus oli omane proovidele, mis sisaldasid 1% CMC-d või 1%  $\beta$ -glükaani või 2% pektiini (3 erinevat leiba), kusjuures kooriku suurema elastsuse tagasid 2% CMC-d, 2% pektiini ja 2% ksantaankummi (3 erinevat leiba, mitte hüdrokolloidide segu). Leibade organoleptilisel hindamisel (meeldivusdegusteerimine) andis tarbiajate paneel kõige rohkem häält leivale, mis oli valmistatud 2% CMC-ga. Lõppkokkuvõtteks uurijad jõudsid järeldusele, et läbiviidud katse raames kasutatud hüdrokolloidide hulgast tagasid kõige parema tulemuse 1% CMC-d ja 2% pektiini (kaks erinevat leiba) [12].

## I.9 GLUTEENIVABADE TOODETE KÄTTESAADAVUS

### I.9.1 Müügikohad Eestis

Gluteenivabade toiduainete kättesaadavus paraneb Eestis pidevalt. Kuna on kasvanud kinnitatud diagnoosiga tsöliaakiahaigete hulk, siis on ka nõudlus vastavate eritoodete järele suurenenud. Spetsiaalsed gluteenivabad toiduained ja valmistooted on peamiselt imporditud, kuna Eestis kasvatatakse just kõrge gluteenisaldusega teravilju. Tabelis 2 on toodud osaline nimekiri Eesti suurematest müügikohtadest ja / või tootjatest ning nende pakutavatest gluteenivabadest toodetest, mille pakendite peal on gluteenivaba logo. Tuleb märkida, et sertifitseeritud gluteenivabad toiduained on mitu korda kallimad, kui samaväärsed tavalised toiduained.

Tabel 2. Gluteenivabad tooted Eesti kaubandusvõrgust

Ettevõtte / müügikoht	Gluteenivaba toode	Bränd
PRISMA	Gluteeni- ja laktoosivaba saiapulber 1 kg	Schär
	Fin Mix jahusegu 500 g	Semper
	Gluteenivaba jahu 1 kg	Sunnuntai
	Gluteenivaba pannkoogijahu 300 g	Farina
	Gluteenivaba täisterakaerajahu 400 g	Provena
	Gluteenivabad kaerahelbed 500 g	Semper
	Jämedad kaerahelbed 500 g	Provena
	Gluteenivabad Fusilli makaronid 250 g	Melissa
	Gluteenivabad lasanjeplaadid 250 g	Semper
	Gluteenivabad Tagliatelled 250 g	Semper
	Oanuudlid 200 g	Thai Choice
	Batoon jõhvicate ja kõrvitsaseemnetega 85 g	Semper
	Helbed marjadega 300 g	Semper
	Vita Flakes maisihelbed 225 g	Schneekoppe
	Munaasendaja	Orgran
	Maisihelbed paneerimiseks 300 g	Organ
	Gluteenivaba sai 250 g	Glutago
	Gluteenivabad šokolaadiküpsised 130 g	Glutago
	Gluteenivabad seesamiküpsised 130 g	Glutago
	Tatranäkileivad 125 g	Orgran
	Gluteenivaba sojakaste 150 ml	Rainbow
	Šokolaadikrõpsudega šokolaadiküpsised	Gullon
	Petit võiküpsis 150 g	Schär
	Quadritos vahvel šokolaadiga 40 g	Schär
	Biscotti šokolaadiga küpsised 150 g	Schär

Tabel 2, järg. Gluteenivabad tooted Eesti kaubandusvõrgust

Ettevõtte / müügikoht	Gluteenivaba toode	Bränd
PRISMA	Vaniljeküpsised 150 g	Semper
	Sorrise küpsised kakaotäidisega 250 g	Schär
	Vahvlid vaniljetäidisega 125 g	Schär
	Gluteenivaba õlu Daura 5,4% 330 ml	Estrella
	Caesar, Balsamic, BBQ ja muud kastmed	Walden Farms
	Mini-baguette, pitsapõhjad	Semper
	Pitsapõhjad	Semper
	Tatranküpsised	Glutago
	Sügavkülmutatud seemneleib	Fria
	Sügavkülmutatud kaneelisaiaid	Fria
	Sügavkülmutatud šokolaadikook	Fria
	Jäätis	Ingman
	Tempura jahu paneerimiseks	Japanese Choice
	Sügavkülmutatud leivad	Garbo
	Pitsakaste	Mutti
	Kuivatatud liha	Jamondor
	Erinevad singid ja vorstid	Elpozo
ATRIA EESTI	Gluteenivaba verivorst riisiga seasooles	Maks&Moorits
SELVER / SELVER GURMEE	Valmis gluteenivaba pannkoogitaigen	Balticovo
	Küpsised: tumeda šokolaadi kattega, kolme šokolaadiga ja digestive küpsised šokolaadiga	Prewett's
	Kinoajahu	BioFair
	Gluteenivaba tärklis	Clearspring
	Riisijahu	Doves Farmi
	Isekerkiv jahu	Doves Farmi
	Valge jahusegu	Doves Farmi
	Porgandipulgad, õuna-riisi ja banaani riisikoogid	Organix Brands Ltd.
	Jasmiiniriis kõõgiviljadega (kiirtoit)	MAMA
	Pesto basiilikuga	Gustoparty Mont.
LOODUSVÄGI OÜ	Mahe mandli-rosina küpsis	Loodusvägi OÜ
	Mahe mustika-ingveri küpsis	Loodusvägi OÜ
	Hõrgud piparkoogid	Loodusvägi OÜ
SOLARIS	Kakaopadjakesed	Bezgluten
	Erinevad küpsised	Bezgluten
	Sügavkülmutatud koogid	Almondy
MARKS&SPENCER	Soolased küpsised	Marks&Spencer
	Spagetid	Marks&Spencer
RIMI	Tomatikaste	Le conserve della nonna
PAGARIPOISID OÜ	Gluteenivaba Kadrioru tort 800 g	Pagaripoisid
	Gluteenivaba Helle kook	Pagaripoisid
	Gluteenivaba Meloodia tort 1 kg	Pagaripoisid

Tabel 2, järg. Gluteenivabad tooted Eesti kaubandusvõrgust

Ettevõtte / müügikoht	Gluteenivaba toode	Bränd
BIO4YOU (www.bio4you.eu)	Kolmevilja kotletid	Bauckhof
	Batoon mõru šokolaadi-riisi 23g	Baule Volante
	Erinevad limonaadid	Ecor
	Suupiste pizza maitsega	Fior di Loto
	Falafeli jahu kikerhernega	Bauckhof
	Erinevad galetid	Felicia
	Erinevad galetid	Fior di Loto
	Hommikusöök krõbe puuviljamüsli	Bauckhof
	Gluteenivaba maisi- ja kartulitärklis	Bauckhof
	Kiir-leivatainas	Bauckhof
	Erinevad jahud ja jahusegud	Bauckhof
	Erinevad makaronitooted / pastad	Fior di Loto
	Erinevad makaronitooted / pastad	Felicia
	Erinevad pestod	Alce Nero
	Teff jahu	Bauckhof
LOODUSPERE OÜ (www.looduspere.ee)	Näkileivad juurvilja 100 g	Amisa
	Täistera paisutatud helbed agaavisiirupiga	Amisa
	Kaerahelbepuder 325 g	Amisa
	Paisutatud tatra-, kinoa-, riisi- ja hirsiterad	Werz
	Riisipallid kookose ja kakaoga 250 g	Ma vie sans gluten
	Erinevad pastatooted	Ma vie sans gluten
	Erinevad jahud ja jahusegud	Werz
	Guaarkummijahu 100 g	Werz
NECTARIUS OÜ (www.mahekauplus.eu)	Riisi- ja maisijahu Fusilli	Alb Gold
KARUSPORT OÜ (www.cocobello.ee)	Erinevad pastatooted maisijahust	Le Veneziane
	Erinevad kastmed	Le Veneziane
	Erinevad küpsised	Le Veneziane
	Kollane maisijahu	Le Veneziane
ÖKOSAHVER OÜ (www.sahver.ee)	Amarant, hirss, kinoa, maisimanna, tatar	Rapunzel
	Hirsimanna, tatramanna	Wertz
	Amarandi-täisterajahu	Govinda
	Teffihelbed	Govinda

## I.9.2 Söögikohad Eestis

Kui gluteenivabade toiduainete valik Eesti poodides muutub aina suuremaks, siis söögikohtade valik, kus pakutakse spetsiaalse gluteenivaba märgiga roogasid, jääb siiski tagasihoidlikuks. Väljas einestamisel peab tsöliaakiahaige olema teadlik ja tähelepanelik ka võimalikust "peidetud" gluteenist toidus, näiteks salatikastmetes, külmutatud friikartulites või sojakastmes. Tuleb silmas pidada, et ohutud on vaid saastumata road. Sageli võib toit ristsaastuda, kui seda käideldakse samas ruumis ning samade seadmetega, millega töödeldakse tavalist toitu. Järgnevas nimekirjas on välja toodud mõned toitlustusasutused,

mille menüüs spetsiaalsed gluteenivabadest toiduainetest road on vastavalt märgistatud (nt, G - gluteenivaba):

- „MAMO“, Tallinn <http://www.mamo.ee/>
- „Bliss“, Tallinn [www.blissest.com/](http://www.blissest.com/)
- Restoran „Peppersack“, Tallinn [www.peppersack.ee](http://www.peppersack.ee)
- Restoran „Aed“, Tallinn <http://www.vonkrahle.ee/aed/>
- „Pizzapoisid“, Tallinn [www.pizzapoisid.ee](http://www.pizzapoisid.ee)
- „Kivi, Paber, Käärid“ (täiesti gluteenivaba köök), Tallinn <https://www.facebook.com/kivipaberkaarid>
- Taimetoidurestoran Inspiratsioon, Tallinn <http://www.inspiratsiooncatering.ee/>
- Restoran „Senso“, Tallinn <http://www.restoransenso.ee>
- Restoran „Amarillo“, Tallinn <http://www.amarillo.ee>
- „Platz“, Tallinn <http://www.platz.ee>
- Eduard Vilde tervisekohvik, Tartu (eritellimused) [www.tervisekohvik.ee](http://www.tervisekohvik.ee)
- Kohvik-pood „Rohujuur“, Tabasalu (eritellimused) <http://www.rohujuur.ee/>

# PRAKTIINE OSA

Lõputöö praktilise osa eesmärgiks on gluteenivabade retseptide väljatöötamine neljale tootele: pizzapõhi, tordipõhi (biskviit), küpsised ja kreekerid. Väljatöötatud gluteenivabade toodete meeldivust hindas degusteerimiskomisjon (8 - 10 AS TFTA-i töötajat), hindamise käigus võrreldi gluteenivaba toodet samaväärse gluteeni sisaldava tootega. Gluteenivabade toodete energia- ja toitainete sisalduse analüüsiks kasutati NutriData Toitumisprogrammi, selle abil võrreldi gluteenivaba ja samaväärse gluteeni sisaldava toote toitainelisi väärtusi. Kasutatud toorainete puhtust kontrolliti ELISA meetodil baseeruva kiirtestiga.

## II. MATERJALID JA MEETODID

### II.1 Kasutatud toorained

Tabelis 3 on välja toodud gluteenivabade toodete retseptide väljatöötamiseks kasutatud toorained.

Tabel 3. Gluteenivabade toodete retseptide väljatöötamiseks kasutatud toorained

Tooraine	Bränd ja lisainfo	Tooraine päritolumaa
Riisijahu	Veski Mati; tootjariik: Saksamaa; pakkija: Balti Veski AS, Eesti	
Maisijahu	Veski Mati; tootjariik: Saksamaa; pakkija: Balti Veski AS, Eesti	
Tatrajahu	Veski Mati; tootjariik: Leedu; pakkija: Balti Veski AS, Eesti	
Maisitärklis	Müller's Mühle; pakkija: Müller's Mühle GmbH, Saksamaa	Prantsusmaa
Kartulitärklis	Rainbow; valmistaja: Finnamyl Oy, Soome; maaletooja: Prisma Peremarket AS, Eesti	
Tapiokitärklis	Farmer Brand; maaletooja: Piprapood OÜ, Eesti	Tai
Gluteenivaba logoga tatrajahu	Ma vie sans gluten; tootja: Primeal, Prantsusmaa; maaletooja: OÜ Via Naturale, Eesti	Prantsusmaa
Gluteenivaba jahusegu	Sunnuntai; tootjariik: Soome; maaletooja: Prisma Peremarket AS, Eesti	
Küpsetuspulber	X-tra; tootjariik: Läti; maaletooja: Prisma Peremarket AS, Eesti	
Guarkummi E 412	maaletooja: Piprapood OÜ, Eesti	
Ksantaankummi E 415	maaletooja: Piprapood OÜ, Eesti	
Kanamunad (suurus M)	Tallegg; tootja: AS HKScan Estonia, Eesti	Eesti
Sool	Taproban; tootja: Artemsol, Ukraina; maaletooja: Taproban AS, Eesti	Ukraina

Tabel 3, järg. Gluteenivabade toodete retseptide väljatöötamiseks kasutatud toorained

Tooraine	Bränd ja lisainfo	Tooraine päritolumaa
Suhkur	Dan Sukker; tootja: Suomen Sokeri Oy, Soome; maaletooja: OÜ Montemar, Eesti	
Küpsetusmargariin R80%	Vilma; tootjariik: Leedu; maaletooja: AS Põltsamaa Felix, Eesti	
Hele suhkruisrup	Dan Sukker; tootja: Nordic Sugar A/S, Rootsi; maaletooja: OÜ Montemar, Eesti	
Kooritud purustatud maapähklid	Germund; tootjariik: Argentiina; pakkija: Germund Kaup OÜ, Eesti	Argentiina
Kuivatatud magustatud jõhvikad	Rainbow; pakkija: System Frugt A/S, Taani; maaletooja: Prisma Peremarket AS, Eesti	
Piimašokolaad	Kalev; tootja: AS Kalev, Eesti	
Kuivpärm	Veski Mati; tootjariik: Soome; pakkija: Balti Veski AS, Eesti	
Toiduõli	Olivia Rapsiõli; tootja: AS Scanola Baltic, Eesti	Eesti
Erinevad maitseained	Santa Maria; pakkija: AS Santa Maria, Eesti	
Riivitud juust	Saaremaa; tootja: Saaremaa Piimatööstus AS, Eesti	Eesti
Tomatipasta	Merysa; tootja: CTS Contraship S.r.l., Itaalia; maaletooja: Praline OÜ, Eesti	Itaalia

## II.2 Toorainete puhtuse kontroll ELISA-l põhineva kiirtestiga

ELISA on ensüüm-immuunsorptsioonil baseeruv meetod (ingl. k. *Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay*). See on analüütiline biokeemiline test, mis põhineb antigeen-antikeha spetsiifilisel reaktsioonil [14]. ELISA üldine tööpõhimõte on järgmine: proovis olevad antigeenid seonduvad tahkele pinnale kinnitatud antikehadega. Seondumata antigeenid pestakse välja ja lisatakse ensüümiga märgistatud antikehad, mis moodustavad kompleksi. Ensüümiga märgistatud seondumata antikehad pestakse välja pärast inkubatsiooni. Seondunud kompleksi inkubeeritakse substraadiga, mille tulemusena tekib värvi muutusega reaktsioon. Reaktsioon peatatakse ja mõõdetakse reaktsiooni intensiivsust [14; 51].

Toorainete kvalitatiivseks kontrolliks (kas sisaldab gluteeni või ei sisalda) kasutati R-Biopharm-i RIDA®QUICK Gliadin testribasid, mille põhimõte põhineb R5-ELISA RIDASCREEN® Gliadin meetodil. Testribade tundlikkus on 5 mg / kg gluteeni (2,5 mg / kg gliadiini). R5 antikeha tunneb ära pentapeptiidi glutamiin–glutamiin–proliin–fenüülalaniin–proliin (QQPPF), mis esineb nisu gliadiinides, rukki sekaliinides ja odra hordeiinides. Selline aminohappeline järjestus esineb ülalnimetatud prolamiinides [50; 51].

Katse käigus kontrolliti retseptide väljatöötamiseks kasutatud riisi-, tatra- ja maisijahu; maisi-, kartuli- ja tapiokitärklis ning sertifitseeritud gluteenivaba tatrajahu (tootjaid vt II.1). Lisaks sellele kontrolliti ka sertifitseeritud gluteenivaba kaerajahu (Provena; tootja: Raisio Nutrition LTD., Soome; maaletootja: AS Kaupmees & KO; päritolumaa: Soome).

Töö käik:

- 1) Kaaluda 1 g uuritavat materjali katseklaasi ja lisada 10 ml 60% etanooli.
- 2) Segada vortexil minimaalselt 30 sekundit.
- 3) Tsentrifugida 10 minutit 2500 rpm toatemperatuuril (20 – 25 °C).
- 4) Pipeteerida kitis olevasse puhtasse katseklaasi 500 µl kitis olevat lahust.
- 5) Pipeteerida 50 µl proovist eraldunud vedelikku lahuse hulka.
- 6) Segada korraks, panna testriba katseklaasi ja lasta reaktsioonil toimuda täpselt 5 minutit.
- 7) Lugeda tulemus:
  - positiivne tulemus: testriba peal on 2 värvilist triipu (sinine ja punane);
  - negatiivne tulemus: testriba peal on 1 värviline triip (ainult sinine).

### **II.3 Gluteenivabade toodete retseptide väljatöötamine**

Gluteenivabade toodete väljatöötamise käigus katsetati erinevate gluteenivabade jahudega, kuni saavutati soovitud kvaliteedi ja organoleptiliste omadustega toode. Aluseks olid võetud klassikalised retseptid, millest nisujahu asendati gluteenivabade toorainetega.

### **II.4 Gluteenivabade toodete toiteväärtused**

Gluteenivabade toodete energia- ja toitainete sisalduse analüüsiks kasutati NutriData Toitumisprogrammi [52], tulemused kuvatakse 100 g valmistoidu kohta. NutriData toitumisprogramm võimaldab analüüsida menüü energia- ja toitainete sisalduse vastavust riiklikele ea- ja soopõhiste tootumissoovitustele. Kasutaja võib lisada menüüsid päevade ja toidukordade kaupa, kasutades andmebaasis olevaid toiduaineid ja roogi ning kasutaja enda poolt lisatud roogi. Retseptides arvestab programm vitamiinide ja vee kadu kuumtöötusel ning toorainete külmtöötuse kadusid [52; 53].



## **II.5 Gluteenivabade toodete degusteerimine**

### **II.5.1 Küpsiste ja kreekerite degusteerimine**

Gluteenivabade küpsiste (tatraküpsised ja šokolaadiküpsised) ja kreekerite (tomati-basiiliku ja küüslaugu-sibula kreekerid) sensorsete omaduste hindamine (meeldivusdegusteerimine) toimus AS TFTA-i (AS Toidu- ja Fermentatsioonitehnoloogia Arenduskeskus) sensorikaruumis, degusteerimises osalesid 10 AS TFTA-i töötajat. Ruumis on loodud spetsiaalsed tingimused: individuaalsed hindamiskabiinid; seinad, lagi ja põrand heledat neutraalset värvi (minimaalne segav mõju); varjudeta valgustus; kontrollitud õhk 20 – 22 °C, 45 - 55% suhteline õhuniiskus ja ülerõhk; arvutid; mugavad istmed; eraldatus ettevalmistusruumist. Hindamine oli individuaalne ajavahemikus 11.00 - 15.00 ning sobiva kellaaja sai vabalt valida. Igale osalejale jagati ankeet (vt Lisa 1 ja 2), kus olid kirjas kõik hinnatavad kriteeriumid ja hindamiskaala, mille järgi tuleb tooteid hinnata. Kreekerite sensoorsel analüüsil hinnati toodete üldist meeldivust, aroomi meeldivust, kõrvalaroomi, kõvadust, rasvasust, soolasust, maitset ning kõrvalmaitset. Küpsiste sensoorsel analüüsil hinnati toodete üldist meeldivust, aroomi meeldivust, kõrvalaroomi, pudenevust, kõvadust, rasvasust, magusust, maitset ning kõrvalmaitset. Kreekerid ja küpsised olid samal päeval valmistatud ning erinevad sordid olid pakitud eraldi individuaalsesse minigrip kilekotti, et vältida kõrvallõhnade imendumist ning niiskuse ja aroomi eraldumist. Kilekotid olid tähistatud numbrikoodiga. Hindajatel ei olnud teada, mis toorainetest on küpsised ja kreekerid valmistatud.

### **II.5.2 Pizzapõhjade ja tordipõhjade degusteerimine**

Gluteenivabade pizzapõhjade ja tordipõhjade sensorsete omaduste hindamine (meeldivusdegusteerimine) toimus samas AS TFTA-i sensorika ruumis, degusteerimises osalesid 8 AS TFTA-i töötajat. Hindamine oli individuaalne, kuid seekord paluti kõiki täpselt kell 11.30 kohale tulla. Igale osalejale jagati ankeet (vt Lisa 3 ja 4), kus olid kirjas kõik hindamiskriteeriumid ja hindamiskaala, mille järgi tuleb tooteid hinnata. Pizzade sensoorsel analüüsil hinnati toodete üldist meeldivust, aroomi meeldivust, servade krõbedust, näritavust, sisu niiskust, maitset ning kõrvalmaitset. Tordipõhjade meeldivusdegusteerimisel hinnati toodete üldist meeldivust, aroomi meeldivust, pehmust, pudenevust, näritavust, magusust, maitset ning kõrvalmaitset. Pizzad ja tordipõhjad olid samal päeval valmistatud. Esimesena pakuti kaks sooja tomati-juustu pizdat - üks nendest oli valmistatud gluteenivabal põhjal ja

teine nisujahust põhjal, kuid hindajad ei teadnud seda vahet. Kohe pärast pizzade degusteerimist pakuti tordipõhjad. Üks tordipõhi oli gluteenivaba ja teine oli valmistatud nisujahust, kuid hindajad samamoodi ei teadnud seda vahet. Tordipõhjad olid pakitud eraldi individuaalsesse minigrip kilekotti, et vältida kõrvallõhnade imendumist ning niiskuse ja aroomi eraldumist.

## **II.6 Degusteerimise tulemuste töötlemine**

Degusteerimise käigus kogutud tulemused kanti MS Office Excelisse, kus viidi läbi andmete analüüs. Andmete töötlemisel arvutati igale parameetrile välja aritmeetiline keskmine, mis kajastub graafikutel.

Samuti on graafikutel välja toodud standardhälve, mis näitab, kui palju degusteerimiskomisjoni hinded erinevad keskmisest väärtusest.

### III. TULEMUSED

#### III.1 Toorainete puhtuse kontrolli tulemused

Katse käigus selgus, et ilma gluteenivaba logota riisi-, tatra- ja maisijahu sisaldavad gluteeni üle 5 mg / kg, sest testriba peal ilmusid 2 värvilist joont (Joonis 9). Antud tulemus kinnitab, et sageli võib looduslikult gluteenivaba tooraine ristsaastuda, kui seda käideldakse samas ruumis ning samade seadmetega, millega töödeldakse gluteeni sisaldavat toitu / tooraineid.



Joonis 9. Veski Mati riisi-, tatra- ja maisijahu testi tulemused

Erinevalt jahudest ükski kontrollitud tärklisest ei sisaldanud gluteeni, kuna ilmus ainult sinine kontrolltriip (Joonis 10).



Joonis 10. Kartuli-, maisi- ja tapiokitärklise testi tulemused

Sertifitseeritud tatrajahu testi tulemus vastas väitele, et jahu on gluteenivaba ja ohutu tsöliaakiahaigetele (Joonis 11).



Joonis 11. Gluteenivaba logoga tatrajahu testi tulemused

Sertifitseeritud kaerajahu testi tulemus samuti vastas väitele, et jahu on gluteenivaba ja ohutu tsöliaakiahaigetele (Joonis 12).



Joonis 12. Gluteenivaba logoga kaerajahu testi tulemused

## III.2 Gluteenivabade toodete retseptid

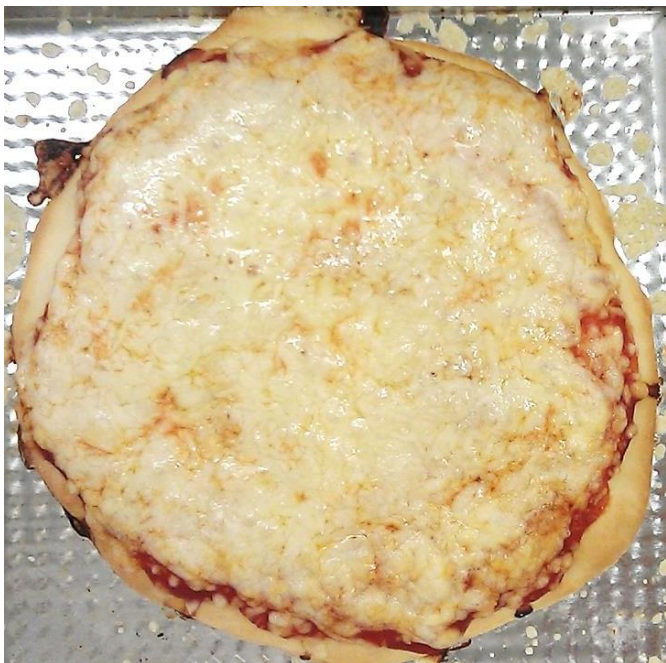
Katsetöö tulemusena on välja töötatud 6 retsepti: pizzapõhi, tordipõhi (biskviit), küpsised ja kreekerid.

### III.2.1 Gluteenivaba pizzapõhja retsept

Tooraine	Kogus
Kartulitärklis	30 g
Tapiokitärklis	15 g
Maisijahu	15 g
Ksantaankummi (E 415)	0,5 g
Guarkummi (E412)	0,5 g
Sool	½ tl (~2 g)
Küpsetuspulber (koostis: kergitusained (naatriumpürofosfaat E450, naatriumvesinikkarbonaat E500), kartulitärklis)	½ tl (~2 g)
Suhkur	½ tl (~3 g)
Vesi	45 ml
Kuivpärm	1 tl
Toiduõli	1 sl
<b>Kokku</b>	<b>Ca 119 g</b>

Valmistamise lühikirjeldus:

1. Lisada kuivpärm ja suhkur leigele veele, segada läbi ning jätta mõneks minutiks seisma.
2. Segada omavahel maisijahu, tärklised, ksantaan- ja guaarkummi, küpsetuspulber ning sool. Lisada seisnud pärm-veeseegu ning segada kuni kõik on segunenud.
3. Sõtkuda tainast ning jätta seejärel tainas 30-ks minutiks kaetult sooja (30 °C) seisma.
4. Määrida kerkinud tainas õliga ning rullida tainas kettaks ja tõsta küpsetuspaberiga kaetud plaadile.
5. Lasta tainal kaetuna kerkida umbes 15 minutit.
6. Eelküpsutada pizzapõhi eelkuumutatud ahjus 180 °C juures 10 minutit.
7. Aseta peale sobiv kate (jätta pizza äär umbes 1 cm ulatuses vabaks) ning küpsutada 180 °C juures seni, kuni juust on pealt sulanud ning pizza on kuldne ja krõbe (Joonis 13).



Joonis 13. Gluteenivabal pizzapõhjal valmistatud pizza

### III.2.2 Tomati-basiiliku gluteenivabade kreekerite retsept

Tooraine	Kogus
Riisijahu	30 g
Ksantaankummi (E 415)	0,1 g
Guarkummi (E412)	0,1 g
Sool	½ tl (~2 g)
Küpsetuspulber (koostis: kergitusained (naatriumpürofosfaat E450, naatriumvesinikkarbonaat E500), kartulitärklis)	0,1 g
Vesi	2,5 sl
Toiduõli	1 sl
Tomatipulber	3 sl
Granuleeritud sibul	1 sl
Rosmariin, kuivatatud, jahvatatud	1 sl
Basiilik, kuivatatud, hakituna	1 sl
<b>Kokku</b>	<b>Ca 98 g</b>

Valmistamise lühikirjeldus:

1. Segada omavahel riisijahu, ksantaan- ja guaarkummi, küpsetuspulber ning sool. Sõeluda segu kaussi.
2. Lisada tomatipulber, granuleeritud sibul, rosmariin ja basiilik.
3. Lisada vesi ja õli ning segada kõik koostisosad omavahel ühtlaseks massiks. Jätta tainas 10-15 minutiks seisma.
4. Rullida taigen õhukeselt lahti kahe küpsetuspaberilehe vahel, vormida kreekerid.
5. Asetada kreekerid ettevalmistatud küpsetusplaadile ja küpsetada eelkuumutatud ahjus 180°C juures 6 - 8 minutit kuni kuldsed (Joonis 14).
6. Jahutada restil enne serveerimist.



Joonis 14. Tomati-basiiliku gluteenivaba kreeker



### III.2.3 Küüslaugu-sibula gluteenivabade kreekerite retsept

Tooraine	Kogus
Riisijahu	30 g
Ksantaankummi (E 415)	0,1 g
Guarkummi (E412)	0,1 g
Sool	½ tl (~2 g)
Küpsetuspulber (koostis: kergitusained (naatriumpürofosfaat E450, naatriumvesinikkarbonaat E500), kartulitärklis)	0,1 g
Vesi	2,5 sl
Toiduõli	1 sl
Granuleeritud sibul	2 sl
Granuleeritud küüslauk	1 sl
<b>Kokku</b>	<b>Ca 86 g</b>

Valmistamise lühikirjeldus:

1. Segada omavahel riisijahu, ksantaan- ja guarkummi, küpsetuspulber ning sool. Sõeluda segu kaussi.
2. Lisada granuleeritud sibul ja küüslauk.
3. Lisada vesi ja õli ning segada kõik koostisosad omavahel ühtlaseks massiks. Jätta tainas 10-15 minutiks seisma.
4. Rullida taigen õhukeselt lahti kahe küpsetuspaberilehe vahel, vormida kreekerid.
5. Asetada kreekerid ettevalmistatud küpsetusplaadile ja küpsetada eelkuumutatud ahjus 180°C juures 6 - 8 minutit kuni kuldsed (Joonis 15).
6. Jahutada restil enne serveerimist.



Joonis 15. Küüslaugu-sibula gluteenivaba kreeker

### III.2.4 Gluteenivaba tordipõhja retsept

Tooraine	Kogus
Riisijahu	42 g
Maisitärklis	18 g
Muna (suurus M)	2 tk
Küpsetuspulber (koostis: kergitusained (naatriumpürofosfaat E450, naatriumvesinikkarbonaat E500), kartulitärklis)	1,8 g
Suhkur	75 g
Vesi	3 tl
<b>Kokku</b>	<b>Ca 262 g</b>

Valmistamise lühikirjeldus:

1. Eraldada munavalged munakollastest. Vahustada munavalged 25 g suhkruga tugevaks vahuks. Vahustada eraldi kausis munakollased 50 g suhkruga.
2. Ühendada omavahel jahu,itärklis ja küpsetuspulber. Sõeluda jahusegu munakollaste vahu hulka ja vahustada ühtlaseks massiks. Lisada massi juurde 3 tl sooja vett.
3. Segada munakollase-jahumassi juurde munavalge-suhkruvaht.
4. Kallata tainas määratud küpsetusvormi ja küpsetada eelkuumutatud ahjus 180 °C juures umbes 15 minutit. Lasta jahtuda ja seejärel eraldada vormist (Joonis 16).



Joonis 16. Gluteenivaba tordipõhi



### III.2.5 Gluteenivabade šokolaadiküpsiste retsept

Tooraine	Kogus
Sunnuntai gluteenivaba jahusegu [koostis: nisutärklis, suhkur, paksendajad (guar-kummi E412, karboksümetüül-tselluloos E466), kergitusained (glükoondetalaktoon E575, naatriumvesinikkarbonaat E500), raud, niatsiin, tiamiin, riboflaviin, B6-vitamiin]	47,5 g
Küpsetusmargariin, R 80%	22 g
Suhkur	4 g
Hele suhkrusiirup	10 g
Kuum vesi	1,5 sl
Piimašokolaad	56 g
<b>Kokku</b>	<b>Ca 162 g</b>

Valmistamise lühikirjeldus:

1. Vahustada munad suhkruga.
2. Sulatada margariin ning sõeluda gluteenivaba jahusegu margariiniga kaussi, lisada suhkur, segada ühtlaseks.
3. Lisada hulka hele suhkrusiirup ja kuum vesi, segada ühtlaseks massiks.
4. Lisada purustatud piimašokolaad ja segada kuni šokolaad sulab ära.
5. Vormida sobiva suurusega küpsised ja asetada need ettevalmistatud küpsetusplaadile. Küpsetada eelkuumutatud ahjus 180 °C juures 8 - 10 minutit (Joonis 17).



Joonis 17. Gluteenivaba šokolaadiküpsis

### III.2.6 Gluteenivabade tatraküpsiste retsept

Tooraine	Kogus
Tatrajahu	78,6 g
Küpsetusmargariin, R 80%	46 g
Suhkur	17 g
Küpsetuspulber [koostis: kergitusained (naatriumpürofosfaat E450, naatriumvesinikkarbonaat E500), kartulitärklis]	0,6 g
Hele suhkrusiirup	12 g
Muna (suurus M)	1 tk
Jõhvikad, kuivatatud, magustatud	25 g
Maapähklid, kooritud, purustatud	35 g
<b>Kokku</b>	<b>Ca 270 g</b>

Valmistamise lühikirjeldus:

1. Vahustada munad suhkruga.
2. Sulatada margariin. Segada omavahel tatrajahu ja küpsetuspulber ning sõeluda margariiniga kaussi, segada ühtlaseks. Segada margariini-jahumassi juurde muna-suhkrumass.
3. Lisada hulka hele suhkrusiirup, tükeldatud jõhvikad ja purustatud maapähklid, segada ühtlaseks massiks.
4. Jätta tainas üheks tunniks toatemperatuuril seisma.
5. Vormida sobiva suurusega küpsised ja asetada need ettevalmistatud küpsetusplaadile. Küpsetada eelkuumutatud ahjus 180 °C juures 8 - 10 minutit (Joonis 18).



Joonis 18. Gluteenivaba tatraküpsis

### III.3 Gluteenivabade toodete toiteväärtused

Alljärgnevat tabelites 4a ja 5a on välja toodud gluteenivabade pizza- ja tordipõhja osaline toitaineline koostis, tulemused kuvatakse 100 g valmistoidu kohta. Võrdluseks tabelites 4b ja 5b on toodud samade retseptide toitaineline koostis, kus gluteenivabad toorained asendati nisujahuga samas vahekorras ning võeti kummid välja.

Tabel 4a. Gluteenivaba pizzapõhja toitaineline koostis 100 g kohta

Toitaine	Kogus
Energia (sh kiudained), kcal	294
Rasvad, g	11.7
Valgud, g	2.66
Süsivesikud, kokku, g	44.5
Kiudained, g	2.17
Küllastunud rasvhapped, g	1.69
Kolesterool, mg	0
Naatrium, mg	843
Kaltsium, mg	28.9
Raud, mg	1.1
Vitamiin A, RE	3.07
Folaadid, µg	25

Tabel 4b. Nisujahuga pizzapõhja toitaineline koostis 100 g kohta

Toitaine	Kogus
Energia (sh kiudained), kcal	281
Rasvad, g	12.2
Valgud, g	6.07
Süsivesikud, kokku, g	36.8
Kiudained, g	1.69
Küllastunud rasvhapped, g	1.74
Kolesterool, mg	0
Naatrium, mg	839
Kaltsium, mg	27.2
Raud, mg	0.882
Vitamiin A, RE	0.0562
Folaadid, µg	31

Tabel 5a. Gluteenivaba tordipõhja toitaineline koostis 100 g kohta

Toitaine	Kogus
Energia (sh kiudained), kcal	260
Rasvad, g	4.1
Valgud, g	6.09
Süsivesikud, kokku, g	49.6
Kiudained, g	0.392
Küllastunud rasvhapped, g	1.07
Kolesterool, mg	139
Naatrium, mg	137
Kaltsium, mg	32.5
Raud, mg	1.27
Vitamiin A, RE	101
Folaadid, µg	20

Tabel 5b. Nisujahuga tordipõhja toitaineline koostis 100 g kohta

Toitaine	Kogus
Energia (sh kiudained), kcal	253
Rasvad, g	4.38
Valgud, g	7.22
Süsivesikud, kokku, g	46.2
Kiudained, g	0.837
Küllastunud rasvhapped, g	1.09
Kolesterool, mg	139
Naatrium, mg	137
Kaltsium, mg	33.9
Raud, mg	1.22
Vitamiin A, RE	101
Folaadid, µg	23

Nagu tabelitest 4a / 4b ja 5a / 5b on näha, siis gluteenivabade ja nisujahuga toodete peamine erinevus seisneb valgusisalduses. Gluteenivabad jahusegud (eriti kui koosnevad ainult tärklisest) sisaldavad tavaliselt väga palju süsivesikuid ja on valguvaesed, mistõttu võivad oluliselt vähendada valgukogust tsöliaakiahaigete dieedis. Sellel põhjusel paljud uuringud on keskendatud gluteenivabade pagaritoodete rikastamisele valkudega, mis ka mängivad rolli

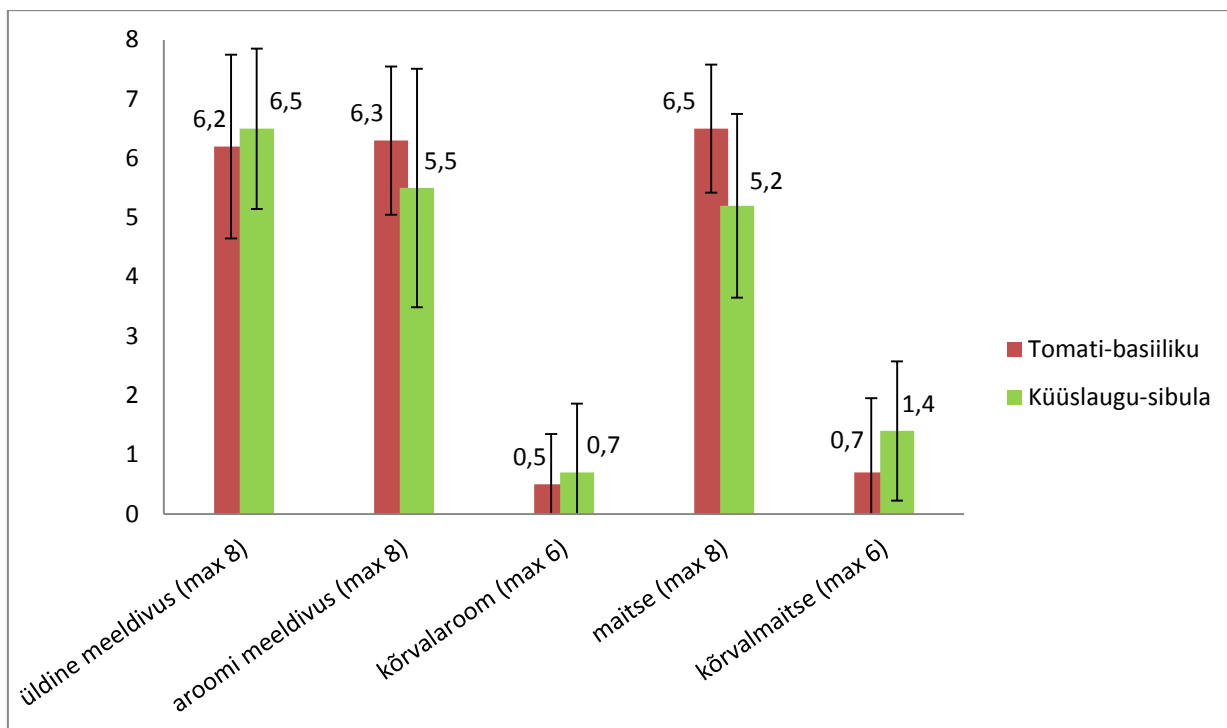
toodete tekstuursete ja struktuursete omaduste parendamises. Rikastamisel on võimalik kasutada gluteenivabu teraviljajahusid, pseudo-teraviljajahusid ning kaunviljajahusid, lisaks ka taimse / loomse / mikrobioloogilise päritoluga proteiinide isolaate ja kontsentraate. Nende hulgas on näiteks albumiinid, kollageen, herne- ja sojaproteiinid, piimavalgud ja vadakuvalgud [13; 14; 15; 54].

### **III.4 Degusteerimise tulemused**

#### **III.4.1 Kreekerite degusteerimise tulemused**

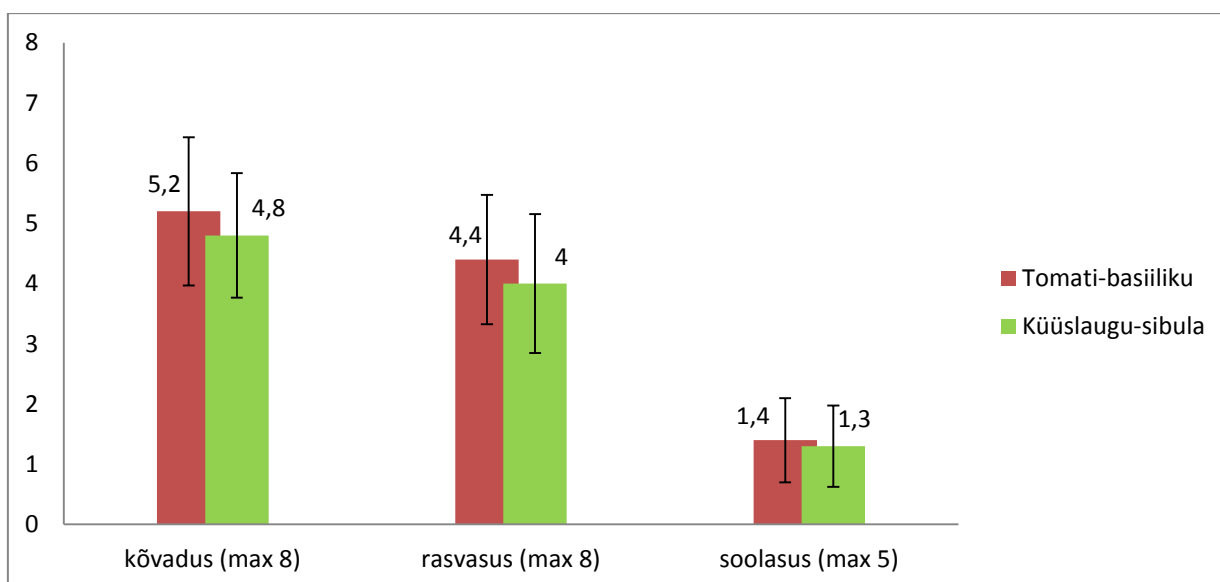
Joonisel 19 on toodud kreekerite degusteerimise tulemused, mis väljendavad toodete üldist meeldivust, aroomi ja maitse meeldivust ning kõrvalaroomi ja kõrvalmaitse olemasolu. Mõlema kreekerisordi üldist meeldivust hinnati päris kõrgelt - 6,2 ja 6,5 (max 8) vastavalt tomati-basiiliku kreekeril ja küüslaugu-sibula kreekeril. Saadud punktid jäävad hinnangu „keskmiselt meeldiv“ ja „väga meeldiv“ vahele. Üks assessor lisaks numbrilisele hindele jättis ka kommentaari „ilus värv ja meeldiv paksus“ tomati-basiiliku kreekeri puhul ja „ilus kuld kollane“ küüslaugu-sibula kreekeri puhul. Aroomi meeldivuse hindamisel said tomati-basiiliku kreekerid rohkem punkte (6,3 8-st) kui küüslaugu-sibula kreekerid (5,5 8-st). Kuna küüslaugu-sibula kreekerid on palju intensiivsema aroomiga võrreldes tomati-basiiliku kreekeritega (lisaks on aroom väga omapärane), siis võib eeldada, et sellised kreekerid maitsevad ainult nendele inimestele, kes tarbivad küüslauku ja / või sibulat. Inimesed, kes ei söö neid toiduaineid, annavad üldjuhul väiksemaid hindeid. Mõlema kreekerisordi hindamisel ei tundnud enamass assessoritest kõrvalaroomi, saadud punktid (0,5 ja 0,7 6-st vastavalt tomati-basiiliku ja küüslaugu-sibula kreekerid) jäävad hinnangu „äärmiselt nõrk“ ja „ei ole kõrvalaroomi“ vahele. Üks assessor jättis kommentaari, et ta tundis metallilist kõrvalaroomi küüslaugu-sibula kreekeritel.

Maitselt said tomati-basiiliku kreekerid rohkem punkte (6,5 punkti 8-st) võrreldes küüslaugu-sibula kreekeritega (5,2 punkti 8-st), kusjuures hinne 6,5 jääb „keskmiselt meeldiv“ ja „väga meeldiv“ vahele ning hinne 5,2 vastab hinnangule „natuke meeldiv“. Mis puudutab kõrvalmaitset, siis assessorite arvates oli küüslaugu-sibula kreekeritel kaks korda tugevam kõrvalmaitse (1,4 punkti 6-st) kui tomati-basiiliku kreekeritel (0,7 punkti 6-st). Kõrvalmaitse hindamisel lisaks numbrilisele hindele jäeti ka kommentaarid „hapu kõrvalmaitse“ tomati-basiiliku kreekeri puhul ja „pisut kõrbenud mõru maitse“, „jahune“ küüslaugu-sibula kreekeri puhul.



Joonis 19. Kreekerite degusteerimise tulemused: üldine meeldivus, aroomi meeldivus, kõrvalaroom, maitse, kõrvalmaitse

Kreekerite kõvaduse hindamisel osutusid tomati-basiiliku kreekerid natuke kõvemateks võrreldes küüslaugu-sibula kreekeritega, proovid said vastavalt 5,2 ja 4,8 punkti 8-st (Joonis 20). Enamus assessoritest vastas, et mõlemad kreekerid on parajalt rasvased ja parajalt soolased (Joonis 20).



Joonis 20. Kreekerite degusteerimise tulemused: kõvadus, rasvasus, soolasus

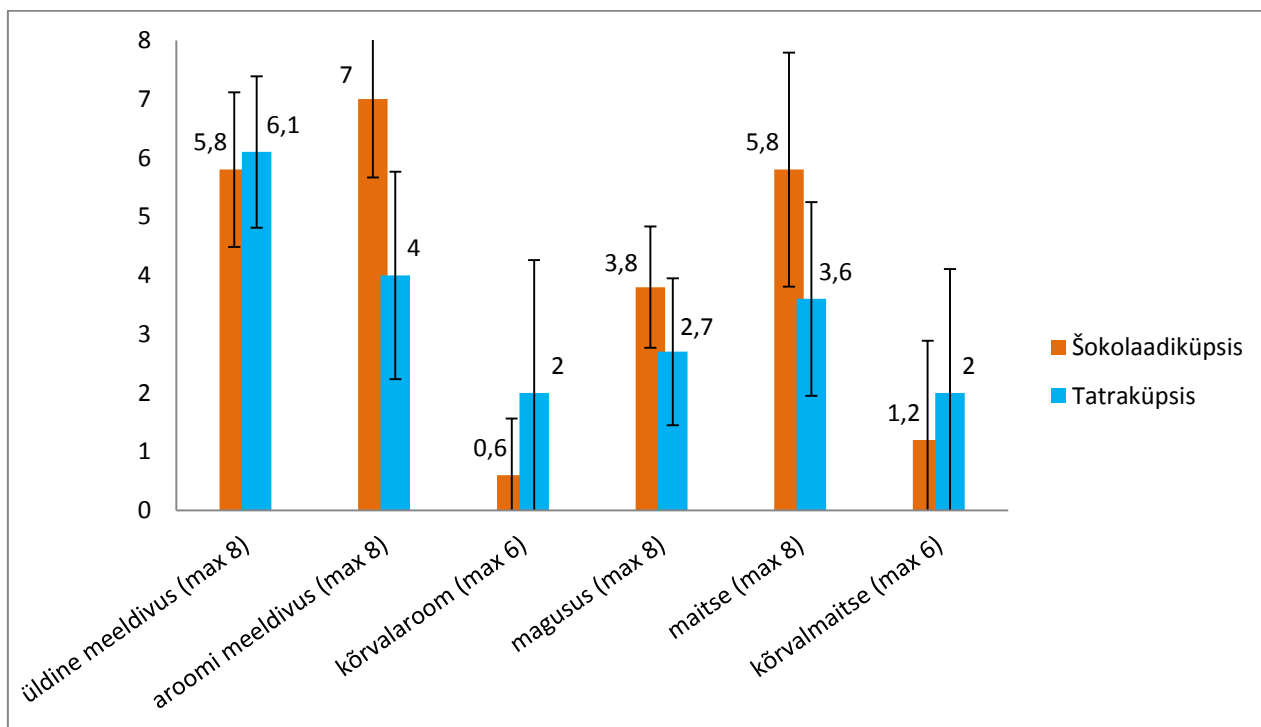
Kokkuvõtteks, nagu juba oli mainitud, on küüslaugu-sibula kreekerid omapärase aroomi ja maitsega ja tagasiside meeldivuse kohta sõltub inimese toitumisharjumustest (kas tarbib küüslauku / sibulat või mitte), mistõttu küüslaugu-sibula kreekerid jäävad eritooteks kindla sihtrühma jaoks. Tomati-basiiliku kreekerid on mahedama aroomi ja maitsega ning sobivad laiemale tarbijagrupile.

### **III.4.2 Küpsiste degusteerimise tulemused**

Joonisel 21 on toodud küpsiste degusteerimise tulemused, mis väljendavad toodete üldist meeldivust, aroomi ja maitse meeldivust, magusust ning kõrvalaroomi ja kõrvalmaitse olemasolu. Mõlema küpsisesordi üldist meeldivust hinnati suhteliselt kõrgelt - 5,8 ja 6,1 (max 8) vastavalt šokolaadiküpsistel ja tatraküpsistel, saadud punktid vastavad hinnangule „keskmiselt meeldiv“, kusjuures assessorite arvamusel on tatraküpsised pisut atraktiivsema väljanägemisega. Šokolaadiküpsiste aroomi hinnati „väga meeldiv“ (7 punkti 8-st), aga tatraküpsiste aroom on „neutraalne“ (4 punkti 8-st). Šokolaadiküpsiste hindamisel ei tundnud enamassessoritest kõrvalaroomi, saadud punktid (0,6 6-st) jäävad hinnangu „äärmiselt nõrk“ ja „ei ole kõrvalaroomi“ vahele, kusjuures tatraküpsistel on tugevam kõrvalaroom (2 6-st, mis vastab hinnangule „nõrk“) võrreldes šokolaadiküpsistega. Üks assessor jättis kommentaari, et ta tundis tatra kõrvalaroomi (assessoritel ei olnud teada, mis toorainetest küpsised on valmistatud). Sellest võib teha järelduse, et ilmselt assessorid lugesid tatraaroomi kõrvalaroomiks, kuid tegelikult on see tatraküpsistele iseloomulik aroom, mida ei tohi lugeda aroomiks, mis ei kuulu värskete tatraküpsiste koosseisu ehk kõrvalaroomiks. Iseloomuliku tugeva lõhna tõttu maitsevad tatraküpsised ainult nendele inimestele, kes tarbivad tatart. Inimesed, kes ei söö tatart, annavad üldjuhul väiksemaid hindeid.

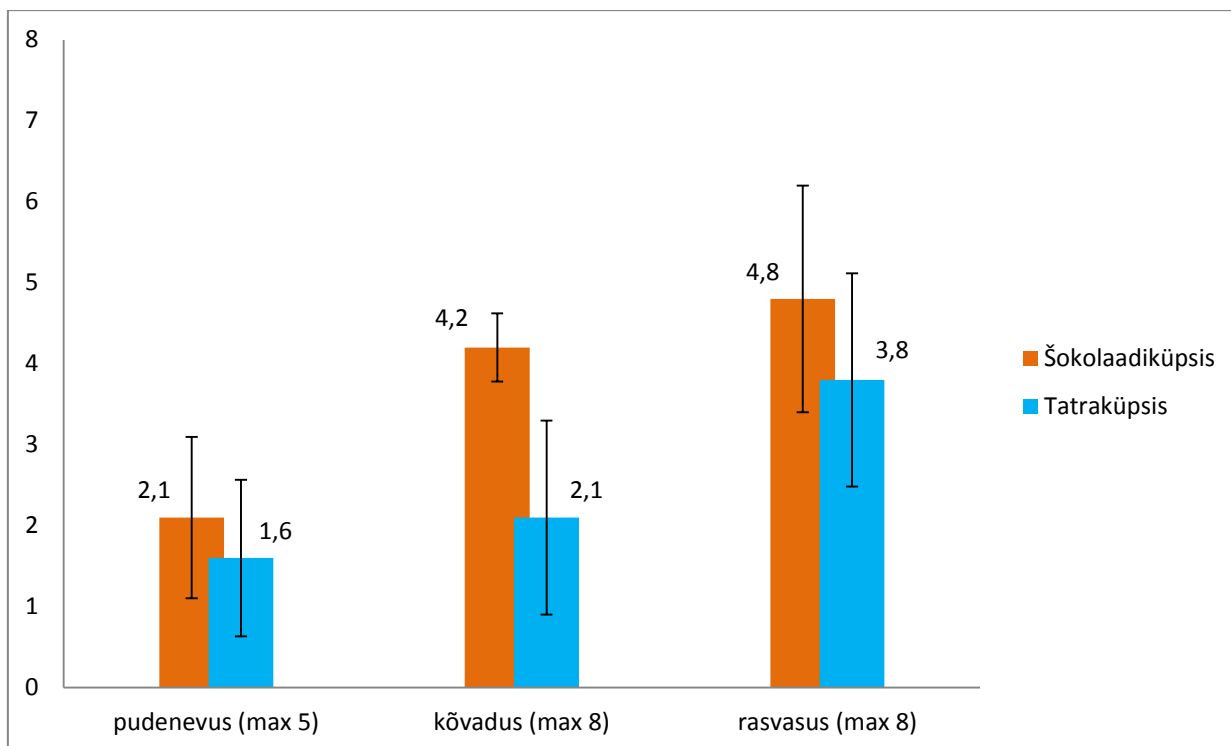
Assessorite arvamusel ei ole mõlemad küpsise sordid väga magusad, kusjuures šokolaadiküpsised on tatraküpsistest magusamad. Šokolaadiküpsised said 3,8 punkti 8-st, mis jääb hinnangu „natuke nõrk“ ja „paras“ vahele, aga tatraküpsised said 2,7 punkti 8-st, mis jääb hinnangu „keskmiselt nõrk“ ja „natuke nõrk“ vahele. Maitset meeldisid šokolaadiküpsised assessoritele palju rohkem kui tatraküpsised, šokolaadiküpsised said hinnangu „keskmiselt meeldiv“ (5,8 punkti 8-st) ja tatraküpsiste maitse hinnang (3,6 punkti 8-st) jääb „natuke ebameeldiv“ ja „neutraalne“ vahele. Mis puudutab kõrvalmaitset, siis assessorite arvamusel oli tatraküpsistel peaaegu kaks korda tugevam kõrvalmaitse (2 punkti 6-st) kui šokolaadiküpsistel (1,2 punkti 6-st). Kõrvalmaitse hindamisel jäeti lisaks numbrilisele hindele ka kommentaarid „soolane“, „puine“, „hapu järelmaitse“ šokolaadiküpsiste puhul ja „tatra

kõrvalmaitse“ tatraküpsiste puhul. Nagu juba oli mainitud, ei olnud teada assessoritel, mis toorainetest on küpsised valmistatud, ehk tatraküpsiste puhul ei saa lugeda tatra maitset kõrvalmaitseks.



Joonis 21. Küpsiste degusteerimise tulemused: üldine meeldivus, aroomi meeldivus, kõrvalaroom, magusus, maitse, kõrvalmaitse

Küpsiste pudenevuse hindamisel said mõlemad küpsisesordid hinnangu „natuke pudenev“ ehk umbes 2 punkti 5-st (Joonis 22). Küpsiste kõvaduse hindamisel osutusid šokolaadiküpsised kaks korda kõvemateks võrreldes tatraküpsistega, proovid said vastavalt 4,2 ja 2,1 punkti 8-st (Joonis 22). Enamus assessoritest vastas, et tatraküpsised on parajalt rasvased (3,8 punkti 8-st), aga šokolaadiküpsised on natuke rasvased (4,8 punkti 8-st) (Joonis 22).



Joonis 22. Küpsiste degusteerimise tulemused: pudenevus, kõvadus, rasvasus

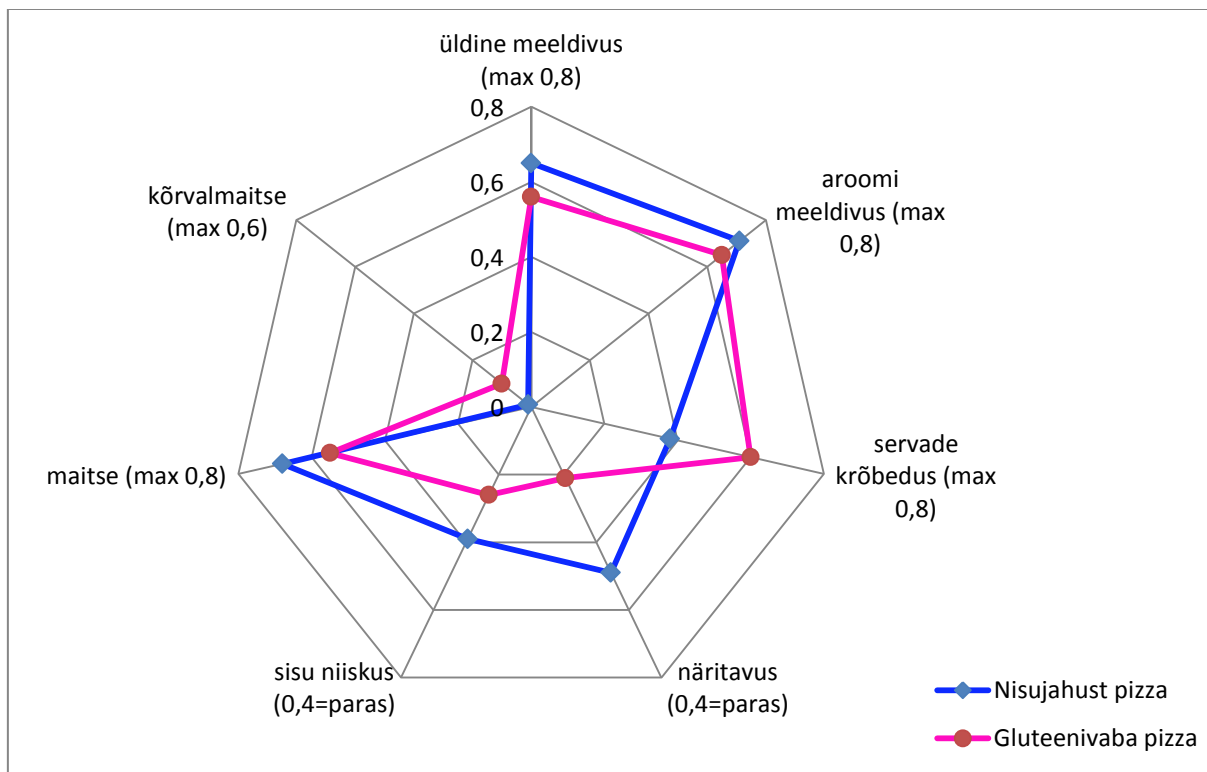
Kuna tatraküpsised on omapärase tatra aroomi ja maitsega, siis tagasiside meeldivuse kohta sõltub inimese toitumisharjumustest (kas tarbib tatart või mitte), mistõttu tatraküpsised jäävad eritooteks kindla sihtrühma jaoks. Tuginedes degusteerimise tulemustele tuleks tatraküpsiste retseptuuris suurendada suhkru kogust, et küpsised oleksid parajalt magusad. Šokolaadiküpsised on valmistatud neutraalsetest toorainetest ning on mahedama aroomi ja maitsega, mistõttu sobivad laiemale tarbijagrupile.

### III.4.3 Pizzapõhjade degusteerimise tulemused

Joonisel 23 on toodud kõigi meeldivusdegusteerimisel hinnatud pizzapõhjade omaduste võrdlus ämblikdiagrammi kujul. Lisas 5 on toodud samade omaduste võrdlus tulpdigrammi kujul koos standardhäveteaga. Jooniselt 23 on näha, et mõlema pizza üldine meeldivus (0,65 ja 0,56 punkti 0,8-st vastavalt nisujahust pizzal ja gluteenivabal pizzal) ja aroomi meeldivus (0,71 ja 0,65 punkti 0,8-st vastavalt) on peaaegu samaväärselt hinnatud assessorite poolt. Gluteenivaba pizzapõhja servad on palju krõbedamad võrreldes nisujahust pizzapõhjaga. Hinnates sisu niiskust vastasid assessorid, et tavaline pizzapõhi on parajalt niiske, aga gluteenivaba pizzapõhi on niiskem võrreldes nisujahust valmistatud pizzapõhjaga. Sellest tuleneb ka see, et nisujahust pizzapõhi on kergesti näritav (0,5 punkti 0,7-st), aga gluteenivaba pizzapõhi on keskmiselt nätske (0,21 0,7-st). Mis puudutab maitset, siis nisujahust pizza



maitset hinnati nagu „väga meeldiv“ (0,68 punkti 0,8-st), aga gluteenivaba pizza maitse jääb hinnangu „natuke meeldiv“ ja „keskmiselt meeldiv“ vahele (0,55 punkti 0,8-st). Assessorite arvamusel puudub tavalisel pizzal kõrvalmaitse, aga gluteenivabal pizzal esineb äärmiselt nõrk kõrvalmaitse.



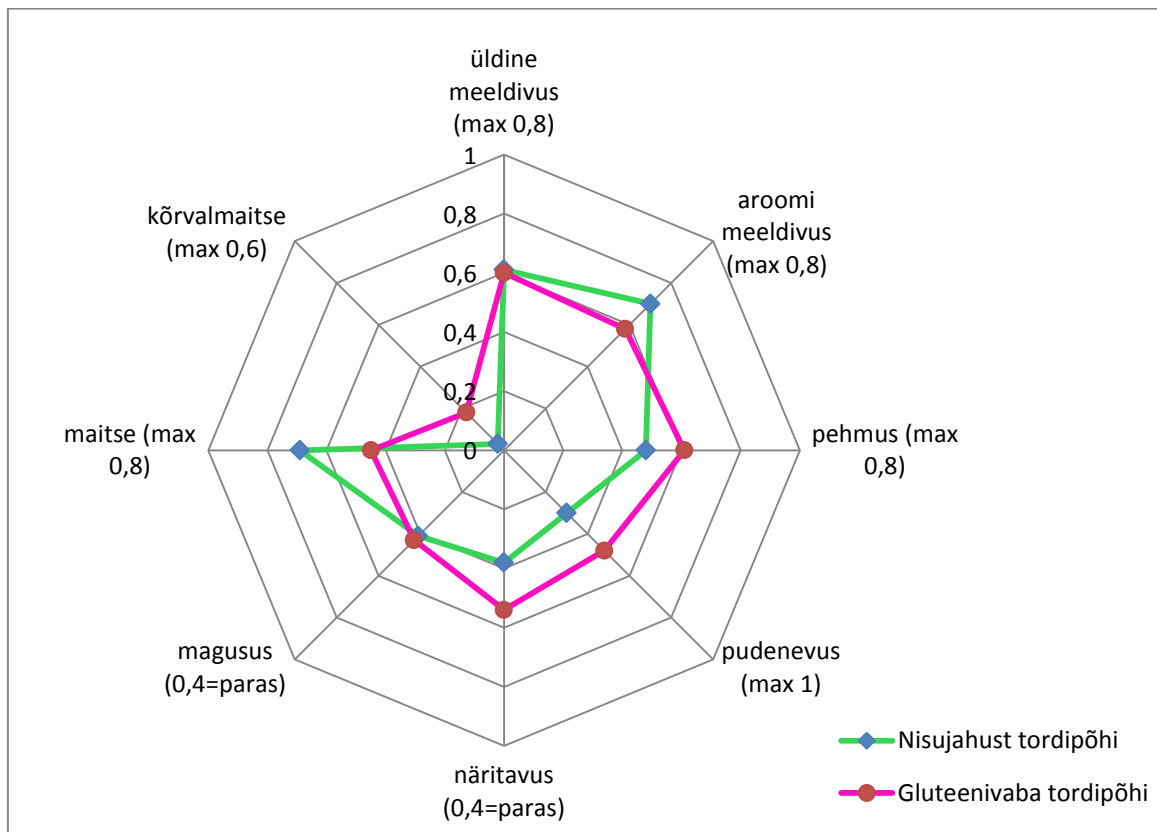
Joonis 23. Pizzapõhjade meeldivusdegusteerimine: kahe pizzapõhja omaduste võrdlus

Kokkuvõtteks said gluteenivabal põhjal valmistatud pizza sensoorsed omadused hea hinnangu assessorite poolt. Tuginedes degusteerimise tulemustele nõuab arendamist parameeter „sisu niiskus“, et gluteenivaba pizzapõhi oleks vähem nätske.

### III.4.4 Tordipõhjade degusteerimise tulemused

Joonisel 24 on toodud kõigi meeldivusdegusteerimisel hinnatud tordipõhjade omaduste võrdlus. Lisas 6 on toodud samade omaduste võrdlemine tulpdiagrammi kujul koos standardhävetega. Jooniselt 24 on näha, et mõlema tordipõhja üldine meeldivus assessorite poolt hinnatud samaväärselt (0,6 punkti 0,8-st), kuid nisujahust valmistatud tordipõhja aroom meeldis assessoritele natuke rohkem (0,7 punkti 0,8-st) kui gluteenivaba tordipõhja aroom (0,58 punkti 0,8-st). Gluteenivaba tordipõhi on võrreldes tavalise tordipõhjaga pehmem, pudenevam ning seda on kergemini närida. Mõlemad tordipõhjad on parajalt magusad. Mis puudutab maitset, siis nisujahust tordipõhja maitset hinnati nagu „väga meeldiv“ (0,69 punkti 0,8-st), aga gluteenivaba tordipõhja maitse jääb hinnangu „neutraalne“ ja „natuke meeldiv“

vahele (0,45 punkti 0,8-st). Hindajate arvamusel tavalisel tordipõhjal puudub kõrvalmaitse, aga gluteenivabal tordipõhjal esineb nõrk kõrvalmaitse.



Joonis 24. Tordipõhjade meeldivusdegusteerimine: kahe tordipõhja omaduste võrdlus

Kokkuvõtteks said gluteenivaba tordipõhja sensoorsed omadused hea hinnangu assessorite poolt. Kuna tordipõhjasid tavaliselt ei sööda ilma katteta, siis tuleb arvestada ka seda, et tortide valmistamisel mängivad rolli ka teised retsepti koostisosad (nt täidised, kreemid, puuviljad, puisted jne), mis annavad põhimaitse.

## IV. JÄRELDUSED

- Sertifitseeritud gluteenivabade toiduainete (gluteenivaba logoga) kättesaadavus paraneb Eestis pidevalt, need on võimalik saada nii jäekaubandusest kui ka internetipoodidest. Spetsiaalsed gluteenivabad toiduained ja valmistooted on peamiselt imporditud.
- Söögikohti, kus pakutakse spetsiaalse gluteenivaba märgiga roogasid, on Eestis suhteliselt vähe. Väljas einestamisel peab tsöliaakiahaige olema teadlik ja tähelepanelik ka võimalikust "peidetud" gluteenist.
- ELISA meetodil baseeruva kiirtesti tulemused kinnitasid, et ilma gluteenivaba logota teoreetiliselt gluteenivabad jahud võivad sisaldada gluteeni, sest sageli võib looduslikult gluteenivaba tooraine ristsaastuda, kui seda käideldakse samas ruumis ning samade seadmetega, millega töödeldakse gluteeni sisaldavat toitu / tooraineid.
- Paljud gluteenivabad tooted sisaldavad väga palju tärklisi, mistõttu see võib oluliselt vähendada valgukogust tsöliaakiahaigete dieedis.
- Katsetöö tulemusena oli välja töötatud 6 gluteenivaba retsepti: pizzapõhi, tordipõhi (biskviit), šokolaadiküpsised, tatraküpsised ning tomati-basiiliku ja küüslaugu-sibula kreekerid.
- Omapärase aroomi ja maitse tõttu küüslaugu-sibula kreekerid ja tatraküpsised jäävad eritooteks kindla sihtrühma jaoks.
- Tatraküpsiste retseptuuris tuleks suurendada suhkru kogust.
- Pizzapõhja parameeter „sisu niiskus“ nõuab arendamist, et gluteenivaba pizzapõhi oleks vähem nätske.

## KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli anda ülevaade tsöliaakia ja gluteenitalumatuse olemusest, sümptomitest, diagnoosimisest ning ravist, lisaks anda ülevaade gluteeni tehnoloogilistest omadustest ning gluteenivabadest jahudest. Lõputöö praktilise osa eesmärgiks oli gluteenivabade retseptide väljatöötamine neljale tootele: pizzapõhi, tordipõhi (biskviit), küpsised ja kreekerid, mille meeldivust hindas degusteerimiskomisjon (8 - 10 AS TFTA-i töötajat). Samuti analüüsiti väljatöötatud gluteenivabade toodete energia- ja toitainete sisaldust. Kasutatud toorainete puhtust kontrolliti ELISA meetodil põhineva kiirtestiga.

Gluteen ehk kleepvalk on teraviljavalk, mida leidub nisus, rukkis, odras ja kaeras ja mis koosneb teravilja valgu prolamiini ja gluteliini fraktsioonist. Sõltuvalt teraviljast nimetatakse prolamiine erinevalt: nisus on gliadiinid, rukkis sekaliinid, odras hordeiinid ja kaeras on aveniinid. Need valgud sisaldavad proliini- ja glutamiinirikkaid peptiidi järjestusi, mis avaldavad kahjulikku toimet tsöliaakiahaige peensoole limaskestale. Gluteen annab küpsetistele atraktiivse väljanägemise - poorsuse, suurema mahu, pehmuse. Ilma gluteenita valmistatud küpsetised (eriti leivad-saiad) on madala kvaliteediga, väikse mahuga, kõva koorikuga, halbade tekstuursete ning organoleptiliste omadustega ega maitse hästi võrreldes gluteeni sisaldavate toodetega, lisaks nende säilivusaeg on tunduvalt lühem.

Gluteeni tarbimisega on seotud kolm tervisehäiret: allergia, tsöliaakia ja gluteenitalumatus. Tsöliaakia on krooniline, autoimmuunne ja päriliku eelsoodumusega haigus, mille puhul gluteeni toime hakkab organism ise tootma enda rakkude vastaseid antikehi, gluteenitalumatuse puhul on aga tegev kaasasündinud immuunmehhanism ning puuduvad autoimmuunsuslikud antikehad. Tsöliaakiahaigeid on maailmas üldrahvastikust kuni 3%. Tsöliaakiale iseloomulikuks histoloogiliseks leiuks on peensoole limaskesta hattude atroofia, mistõttu kujunevad tsöliaakiahaigel toitainete imendumise häired, mis omakorda põhjustavad toitainete vaegust ja viivad näteks osteoporoosi või rauavaegusaneemia tekkeni. Nisuvalguallergia on organismi ülitundlikkus gluteeni suhtes, allergeeni vastu tekivad organismis antikehad. Tsöliaakia ja gluteenitalumatuse korral on ainsaks raviks eluaegne range gluteenivaba dieet, milles välditakse nisu, rukist, otra ning mittesertifitseeritud (saastatud) kaera sisaldavaid toite, tooteid ning jooke.

Katsetöö tulemusena töötati välja 6 gluteenivaba retsepti: pizzapõhi, tordipõhi (biskviit), šokolaadiküpsised, tatraküpsised ning tomati-basiiliku ja küüslaugu-sibula kreekerid. Lähtudes degusteerimise tulemustest omapärase aroomi ja maitse tõttu küüslaugu-sibula kreekerid ja tatraküpsised jäävad eritooteks kindla sihtrühma jaoks. Tatraküpsiste retseptuuris tuleks suurendada suhkru kogust. Pizzapõhja parameeter „sisu niiskus“ nõuab arendamist, et gluteenivaba pizzapõhi oleks vähem nätske.

Väljatöötatud gluteenivabade pizza- ja tordipõhja osalist energia- ja toitainete sisaldust analüüsiti NutriData Toitumisprogrammis. Gluteenivabade ja nisujahuga toodete peamine erinevus seisneb valgusisalduses. Gluteenivabad jahusegud (eriti kui koosnevad ainult tärklistest) sisaldavad tavaliselt väga palju süsivesikuid ja on valguvaesed, mistõttu võivad oluliselt vähendada valgukogust tsöliaakiahaigete dieedis.

Toorainete puhtust kontrolliti ELISA meetodil põhineva kiirtestiga. Katse käigus selgus, et ilma gluteenivaba logota riisi-, tatra- ja maisijahu sisaldavad gluteeni. Antud tulemus kinnitab, et sageli võib looduslikult gluteenivaba tooraine ristsaastuda, kui seda käideldakse samas ruumis ning samade seadmetega, millega töödeldakse gluteeni sisaldavat toitu / tooraineid. Sertifitseeritud (gluteenivaba logoga) tatra- ja kaerajahu testi tulemus vastas väitele, et jahu on gluteenivaba ja ohutu tsöliaakiahaigetele.

## SUMMARY

The title of this master thesis is „Gluten and Gluten-related Health Problems - Developing Gluten-free Recipes“. The aim of the thesis was to give an overview of causes, symptoms, diagnosis and treatment of coeliac disease and non-coeliac gluten sensitivity. In addition to give an overview of gluten-free cereals and gluten substitutes. In the experimental part the main goal was to work out four gluten-free products: pizza base, sponge cake base, biscuits and crackers. Developed gluten-free products have been evaluated by the sensory evaluation panel (8 - 10 workers of CCFST) during the degustation. An Internet-based diet program NutriData was used to analyse these products nutritional content. Some of the used raw materials have been controlled using an ELISA based test.

Gluten is a complex mixture of proteins (prolamins) found in wheat, barley, rye and oats. In wheat the prolamins are called gliadins and glutelins, in rye secalins, in barley hordeins and in oats avenins. Gluten plays a significant role in the texture and appearance of final products such as bread because of its share in visco-elasticity, mixing resistance, dough spread-ability and gas holding capacity.

Three pathologies are associated with gluten intake: coeliac disease (prevalence up to 3%), non-coeliac gluten sensitivity and food (wheat) allergy. Coeliac disease is a chronic, immune-mediated gut disorder triggered by the ingestion of gluten in genetically susceptible individuals. People suffering from coeliac disease react with inflammation of the small intestine and villous atrophy, leading to malabsorption of several important nutrients including iron, folate and calcium. At present the only available treatment is a strict lifelong gluten-free diet. Non-coeliac gluten sensitivity is characterized by gastrointestinal or extraintestinal symptoms with no specific immunological mechanisms or serological markers. Wheat allergy is an adverse reaction to the ingestion of wheat-containing food caused by an immunological mechanism.

There were six gluten-free products developed as a result of the experimental part: pizza base, sponge cake base, chocolate biscuits, buckwheat biscuits, tomato-basil crackers and garlic-onion crackers. An Internet-based diet program NutriData was used to analyse these products nutritional content. Some of the used raw materials were controlled by the ELISA based test. The test showed that uncertified gluten-free flours contain gluten as a result of cross-contamination. However all certified (with a gluten-free logo) flours do not contain gluten.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Wieser, H. Chemistry of gluten proteins. - *Food Microbiology*, 2007, 24, p. 115 – 119.
2. Tonutti, E., Bizzarob, N. Diagnosis and classification of celiac disease and gluten sensitivity. - *Autoimmunity Reviews*, 2014, 13, p. 472 - 476.
3. Pongjaruvat, W., Methacanon, P., Seetapan, N., Fuongfuchat, A., Gamonpilas, C. Influence of pregelatinised tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice breads. - *Food Hydrocolloids*, 2014, 36, p. 143 - 150.
4. Wolter, A., Hager, A-S., Zannini, E., Arendt E. K. *In vitro* starch digestibility and predicted glycaemic indexes of buckwheat, oat, quinoa, sorghum, teff and commercial gluten-free bread. - *Journal of Cereal Science*, 2013, 58, p. 431 - 436.
5. Alvarez-Jubetea, L., Arendtb, E. K., Gallagher, E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. - *Trends in Food Science & Technology*, 2010, 21, p. 106 - 113.
6. Moroni, A. V., Iametti, S., Bonomi, F., Arendt, E. K., Dal Bello, F. Solubility of proteins from non-gluten cereals: A comparative study on combinations of solubilising agents. - *Food chemistry*, 2010, 121, p. 1225 - 1230.
7. Ress, K. Childhood coeliac disease in Estonia, prevalence in atopic dermatitis and immunological characterisation of coexistence. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, 2014, p. 46 - 50.
8. Catassi, C., Fasano, A. Celiac disease. - *Gluten-free cereal products and beverages*, 2008, I, p. 1 - 22.
9. Ress, K., Uibo, O. Tsöliaakia – kliiniline kameeleon. - *Eesti Arst*, 2007, 86 (2), p. 121 - 132.
10. Patsiendi infoleht: Tsöliaakia. Tallinn: Ida-Tallinna Keskhaigla, 2008, p. 2 - 6.
11. Yazynina, E., Johansson, M., Jägerstad, M., Jastrebova, J. Low folate content in gluten-free cereal products and their main ingredients. - *Food CPhemistry*, 2008, 111, p. 236 - 242.

12. Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., Biliaderis, C. G. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. - *Journal of Food Engineering*, 2007, 79, p. 1033 - 1047.
13. Korus, J., Witzak, M., Ziobro, R., Juszczak, R. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. - *Food Hydrocolloids*, 2009, 23, p. 988 - 995.
14. Rosell, C. M., Barro, F., Sousa, C., Mena, M. C. Cereals for developing gluten-free products and analytical tools for gluten detection. - *Journal of Cereal Science*, 2014, 59, p. 354 - 364.
15. Gallagera, E., Gormleya, T. R., Arendtb, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. - *Trends in Food Science & Technology*, 2004, 15, p. 143 - 152.
16. Sabbatella, L., Vetrano, S., Di Tola, M., Casale, C., Anania, M. C., Picarelli, A. Effects of rye and barley in coeliac disease. - *The Gluten Proteins*, 2004, 295, p. 398 - 400.
17. Mariotti, M., Pagani, M. A., Lucisano, M. The role of buckwheat and HPMC on the breadmaking properties of some commercial gluten-free bread mixtures. - *Food Hydrocolloids*, 2013, 30, p. 393 - 400.
18. Mohammadi, M., Azizi, M. H., Neyestani, T. R., Hosseini, H., Mortazavian, A. M. Development of gluten-free bread using guar gum and transglutaminase. - *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2015, 21, p. 1398–1402.
19. Torbica, A., Hadnadev, M., Dapcevic, T. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. - *Food Hydrocolloids*, 2010, 24, p. 626 - 632.
20. Day, L., Augustina, M. A., Batey, I. L., Wrigley, C. W. Wheat-gluten uses and industry needs. - *Trends in Food Science & Technology*, 2006, 17, p. 82 - 90.
21. Demirkesen, I., Kelkar, S., Campanella, O. H., Sumnu, G., Sahin, S., Okos, M. Characterization of structure of gluten-free breads by using X-ray microtomography. - *Food Hydrocolloids*, 2014, 36, p. 37 - 44.



22. Curti, E., Carini, E., Tribuzio, G., Vittadini, E. Bread staling: Effect of gluten on physico-chemical properties and molecular mobility. - *LWT - Food Science and Technology*, 2014, 59, p. 418 - 425.
23. Mohammadi, M., Sadeghnia, N., Azizi, M-H., Neyestani, T.-R., Mortazavian, A. M. Development of gluten-free flat bread using hydrocolloids: Xanthan and CMC. - *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2014, 20, p. 1812 - 1818.
24. Miñarro, B., Albanell, E., Aguilar, N., Guamis, B., Capellas, M. Effect of legume flours on baking characteristics of gluten-free bread. - *Journal of Cereal Science*, 2012, 56, p. 476 - 481.
25. Cappa, C., Lucisano, M., Mariotti, M. Influence of Psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality. - *Carbohydrate Polymers*, 2013, 98, p. 1657 - 1666.
26. Komisjoni määrus (EÜ) nr 41/2009 gluteenitalumatuslega inimestele sobiva toidu koostise ja märgistamise kohta, 20. jaanuar 2009.
27. Mitt, K., Luts, K., Lehtmets, A., Jürisson, M., Plado, S., Julge, K., Kokassaar, U. Brošüür: Toit & allergia. Tallinn: Eesti Allergialiit, 2008, p. 6 -31.
28. Sapone, A., Lammers, K. M., Casolaro, V., Cammarota, M., Giuliano, M. T., De Rosa, M., Stefanile, R., Mazzarella, G., Tolone, C., Russo, M. I., Esposito, P., Ferraraccio, F., Carteni, M., Riegler, G., Magistris, L., Fasano, A. Divergence of gut permeability and mucosal immune gene expression in two gluten-associated conditions: celiac disease and gluten sensitivity. - *BMC Medicine*, 2011, 9, p. 23.
29. Kim, J.-M., Shin, M. Effects of particle size distributions of rice flour on the quality of gluten-free rice cupcakes. - *LWT - Food Science and Technology*, 2014, 59, p. 526 - 532.
30. de la Hera, E., Rosell, C. M., Gomez, M. Effect of water content and flour particle size on gluten-free bread quality and digestibility. - *Food Chemistry*, 2014, 151, p. 526 - 531.
31. Uibo, O., Mitt, K. Tsöliaakia ehk gluteenenteropaatia: patsiendiinfo. Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus, 2012, p. 3 - 38.
32. Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrus (EL) nr 1169/2011, 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, 25. oktoober 2011.

33. Schoenlechner, R., Siebenhandl, S., Berghofer, E. Pseudocereals. - *Gluten-free cereal products and beverages*, 2008, I, p. 149 - 176.

34. Alvani, K., Qi, X., Tester, R.F., Snape, C.E. Physico-chemical properties of potato starches. - *Food Chemistry*, 2011, 125, p. 958 - 965.

35. Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Sodhi, L.S., Gill, B.S. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. - *Food Chemistry*, 2003, 81, p. 219 - 231.

36. Kaur, L., Singh, N., Sodhi, N.S. Some properties of potatoes and their starches II: Morphological, thermal and rheological properties of starches. - *Food Chemistry*, 2002, 79, p. 183 - 192.

37. Nodaa, T., Takigawaa, S., Matsuura-Endoa, C., Kima, S-J., Hashimotob, N., Yamauchia, H., Hanashiroc, I., Takeda, Y. Physicochemical properties and amylopectin structures of large, small, and extremely small potato starch granules. - *Carbohydrate Polymers*, 2005, 60, p. 245 - 251.

38. Tester, R. F., Karkalas, J., Qi, X. Starch - composition, fine structure and architecture. - *Journal of Cereal Science*, 2004, 39, p. 151 - 165.

39. Jobling, S. Improving starch for food and industrial applications. - *Plant Biology*, 2004, 7, p. 210 - 218.

40. Copeland, L., Blazek, J., Salman, H., Tang, M. C. Form and functionality of starch. - *Food Hydrocolloids*, 2009, 23, p. 1527 - 1534.

41. Hoover, R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. - *Carbohydrate Polymers*, 2001, 45, p. 253 - 267.

42. Sandhu, K. S., Singh, N. Some properties of corn starches II: Physicochemical, gelatinization, retrogradation, pasting and gel textural properties. - *Food Chemistry*, 2007, 101, p. 1499 - 1507.

43. Mishra, S., Rai, T. Morphology and functional properties of corn, potato and tapioca starches. - *Food Hydrocolloids*, 2006, 20, p. 557 - 566.
44. Rosefl, C. M., Marco, C. Rice. - *Gluten-free cereal products and beverages*, 2008, I, p. 81 - 96.
45. Marti, A., Pagani, M. A. What can play the role of gluten in gluten free pasta? - *Trends in Food Science & Technology*, 2013, 31, p. 63 - 71.
46. Nic Phiarais, B. P., Arendt, E. K. Malting and brewing with gluten-free cereals. - *Gluten-free cereal products and beverages*, 2008, I, p. 347 - 365.
47. Schober, T. J., Bean, S. R. Sorghum and maize. - *Gluten-free cereal products and beverages*, 2008, I, p. 101 - 113.
48. Rojas, J. A., Rosell, C. M., Benedito de Barber, C. Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. - *Food Hydrocolloids*, 1999, 13, p. 27 - 33.
49. Guarda, A., Rosell, C. M., Benedito, C., Galotto, M. J. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. - *Food Hydrocolloids*, 2004, 18, p. 241 - 247.
50. R-biopharm-i kodulehekülg. [WWW] <http://www.r-biopharm.com/products/food-feed-analysis/allergens/gliadin-gluten/item/ridascreen-gliadin> (12.01.2015).
51. Kanerva, P. M., Sontag-Strohma, T. S., Ryöppy, P. H., Alho-Lehto, P., Salovaara, H. O. Analysis of barley contamination in oats using R5 and  $\omega$ -gliadin antibodies. - *Journal of Cereal Science*, 2006, 44, p. 347 - 352.
52. Pitsi, T., Kambek, L. Nutridata toitumise analüüsi programm. Tallinn: Tervise Arengu Instituut, 2010. Veebileht: [www.nutridata.ee](http://www.nutridata.ee)
53. Pitsi, T. Internetipõhise toitumisprogrammi tutvustus. - 53. konverentsi ettekannete kogumik (Viljandimaa, Olustvere, 31.08 - 01.09.2007). Tallinn: Eesti Tervisekaitse Selts, 2007, p. 58.
54. Ziobroa, R., Witczak, T., Juszczak, L., Korus, J. Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. - *Food Hydrocolloids*, 2013, 32, p. 213 - 220.

# LISAD

# LISA 1

## Gluteenivabade kreekerite hindamisleht

### Gluteenivabade kreekerite hindamisleht

PROOV: \_\_\_\_\_

HINDAJA: \_\_\_\_\_

Esmalt palun vaadake proovi välimust. Valige järgnevale küsimusele vastused märkides sobivaima valiku juurde proovi number.

1. Kui palju Teile **MEELDIB** proov **ÜLDISELT**?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	1	2	3	4	5	6	7	8

Palun nuusutage proovi ja hinnake arooni meeldivust. Valige järgnevatele küsimustele vastus märkides sobivaima valiku juurde proovi number.

2. Kui väga Teile **MEELDIB** proovi **AROOM**?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	1	2	3	4	5	6	7	8

3. Hinnates proovi **KÕRVALAROOMI**, kas Te ütleksite, et see on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt tugev	Väga tugev	Keskmiselt tugev	Natuke tugev	Nõrk	Äärmiselt nõrk	Ei ole kõrvalaroomi
6	5	4	3	2	1	0

Palun maitske proovi ning hinnake proovi struktuuri ja maitse meeldivust. Valige järgnevatele küsimustele vastus märkides sobivaima valiku juurde proovi number.

4. Hinnates proovi **KÕVADUST**, kas Te ütleksite, et proov on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt kõva	Väga kõva	Keskmiselt kõva	Natuke kõva	Paras	Natuke pehme	Keskmiselt pehme	Väga pehme	Äärmiselt pehme
8	7	6	5	4	3	2	1	0

# LISA 1, JÄRG

## Gluteenivabade kreekerite hindamisleht

### Gluteenivabade kreekerite hindamisleht

5. Hinnates proovi RASVASUST, kas Te ütleksite, et proov on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt rasvane	Väga rasvane	Keskmiselt rasvane	Natuke rasvane	Paras	Natuke väherasvane	Keskmiselt väherasvane	Väga väherasvane	Äärmiselt väherasvane
8	7	6	5	4	3	2	1	0

6. Hinnates proovi SOOLASUST, kas Te ütleksite, et proov on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt soolane	Väga soolane	Keskmiselt soolane	Natuke soolane	Parajalt soolane	Ei ole soolane
5	4	3	2	1	0

PALUN MAITSKE PROOVI UUESTI!

7. Kui väga Teile MEELDIB proovi MAITSE?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	1	2	3	4	5	6	7	8

8. Hinnates proovi KÕRVALMAITSET, kas Te ütleksite, et see on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt tugev	Väga tugev	Keskmiselt tugev	Natuke tugev	Nõrk	Äärmiselt nõrk	Ei ole kõrvalmaitset
6	5	4	3	2	1	0

## Gluteenivabade küpsiste hindamisleht

## Gluteenivabade küpsiste hindamisleht

PROOV: \_\_\_\_

HINDAJA: \_\_\_\_\_

Esmalt palun vaadake proovi välimust. Valige järgnevale küsimusele vastused märkides sobivaima valiku juurde proovi number.

1. Kui palju Teile **MEELDIB** proov **ÜLDISELT**?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	1	2	3	4	5	6	7	8

Palun nuusutage proovi ja hinnake aroomi meeldivust. Valige järgnevatele küsimustele vastus märkides sobivaima valiku juurde proovi number.

2. Kui väga Teile **MEELDIB** proovi **AROOMI**?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	1	2	3	4	5	6	7	8

3. Hinnates proovi **KÕRVALAROOMI**, kas Te ütleksite, et see on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt tugev	Väga tugev	Keskmiselt tugev	Natuke tugev	Nõrk	Äärmiselt nõrk	Ei ole kõrvalaroomi
6	5	4	3	2	1	0

Palun maitse proovi ning hinnake proovi struktuuri ja maitse meeldivust. Valige järgnevatele küsimustele vastus märkides sobivaima valiku juurde proovi number.

4. Hinnates proovi **PUDENEVUST**, kas Te ütleksite, et proov on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt pudenev	Väga pudenev	Keskmiselt pudenev	Natuke pudenev	Paras	Ei pudene
5	4	3	2	1	0

# LISA 2, JÄRG

## Gluteenivabade küpsiste hindamisleht

### Gluteenivabade küpsiste hindamisleht

5. Hinnates proovi KÕVADUST, kas Te ütleksite, et proov on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt kõva	Väga kõva	Keskmiselt kõva	Natuke kõva	Paras	Natuke pehme	Keskmiselt pehme	Väga pehme	Äärmiselt pehme
8	7	6	5	4	3	2	1	0

6. Hinnates proovi RASVASUST, kas Te ütleksite, et proov on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt rasvane	Väga rasvane	Keskmiselt rasvane	Natuke rasvane	Paras	Natuke väherasvane	Keskmiselt väherasvane	Väga väherasvane	Äärmiselt väherasvane
8	7	6	5	4	3	2	1	0

7. Hinnates proovi MAGUSUST, kas Te ütleksite, et see on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt tugev	Väga tugev	Keskmiselt tugev	Natuke tugev	Paras	Natuke nõrk	Keskmiselt nõrk	Väga nõrk	Äärmiselt nõrk
8	7	6	5	4	3	2	1	0

### PALUN MAITSKE PROOVI UUESTI!

8. Kui väga Teile MEELDIB proovi MAITSE?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	1	2	3	4	5	6	7	8

9. Hinnates proovi KÕRVALMAITSET, kas Te ütleksite, et see on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt tugev	Väga tugev	Keskmiselt tugev	Natuke tugev	Nõrk	Äärmiselt nõrk	Ei ole kõrvalmaitset
6	5	4	3	2	1	0



## Pizzapõhjade hindamisleht

## Pizzapõhja hindamisleht

PROOV: \_\_\_\_\_

HINDAJA: \_\_\_\_\_

Esmalt palun vaadake proovi välimust.

1. Kui palju Teile **MEELDIB** proov **ÜLDISELT**?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

Palun nuusutage proovi ja hinnake aroomi meeldivust.

2. Kui väga Teile **MEELDIB** proovi **AROOM**?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

Palun maitske proovi ning hinnake proovi struktuuri ja maitse meeldivust.

3. Hinnates proovi **SERVADE KRÕBEDUST**, kas Te ütleksite, et need on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt krõbedad	Väga krõbedad	Keskmiselt krõbedad	Natuke krõbedad	Ei ole krõbedad
0,8	0,6	0,4	0,2	0

4. Hinnates proovi **NÄRITAVUST**, kas Te ütleksite, et proov on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt nätske	Väga nätske	Keskmiselt nätske	Natuke nätske	Paras	Kergesti näritav	Väga kergesti näritav	Äärmiselt kergesti näritav
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7

# LISA 3, JÄRG

## Pizzapõhjade hindamisleht

### Pizzapõhja hindamisleht

5. Hinnates proovi SISU NIISKUST, kas Te ütleksite, et see on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt niiske	Väga niiske	Keskmiselt niiske	Natuke niiske	Paras	Natuke kuivanud	Keskmiselt kuivanud	Väga kuivanud	Äärmiselt kuivanud
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

PALUN MAITSKE PROOVI UUESTI!

6. Kui väga Teile MEELDIB proovi MAITSE?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

7. Hinnates proovi KÕRVALMAITSET, kas Te ütleksite, et see on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt tugev	Väga tugev	Keskmiselt tugev	Natuke tugev	Nõrk	Äärmiselt nõrk	Ei ole kõrvalmaitset
0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0

## Tordipõhjade hindamisleht

## Tordipõhja hindamisleht

PROOV: \_\_

HINDAJA: \_\_\_\_\_

Esmalt palun vaadake proovi välimust.

## 1. Kui palju Teile MEELDIB proov ÜLDISELT?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

Palun nuusutage proovi ja hinnake aroomi meeldivust.

## 2. Kui väga Teile MEELDIB proovi AROOM?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

Palun maitske proovi ning hinnake proovi struktuuri ja maitse meeldivust.

## 3. Hinnates proovi PEHMUST, kas Te ütleksite, et proov on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt kõva	Väga kõva	Keskmiselt kõva	Natuke kõva	Paras	Natuke pehme	Keskmiselt pehme	Väga pehme	Äärmiselt pehme
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

## 4. Hinnates proovi PUDENEVUST, kas Te ütleksite, et proov on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt pudenev	Väga pudenev	Keskmiselt pudenev	Natuke pudenev	Paras	Ei pudene
1	0,8	0,6	0,4	0,2	0

# LISA 4, JÄRG

## Tordipõhjade hindamisleht

### Tordipõhja hindamisleht

5. Hinnates proovi NÄRITAVUST, kas Te ütleksite, et proov on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt nätske	Väga nätske	Keskmiselt nätske	Natuke nätske	Paras	Kergesti näritav	Väga kergesti näritav	Äärmiselt kergesti näritav
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7

6. Hinnates proovi MAGUSUST, kas Te ütleksite, et see on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt tugev	Väga tugev	Keskmiselt tugev	Natuke tugev	Paras	Natuke nõrk	Keskmiselt nõrk	Väga nõrk	Äärmiselt nõrk
0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0

PALUN MAITSKE PROOVI UUESTI!

7. Kui väga Teile MEELDIB proovi MAITSE?

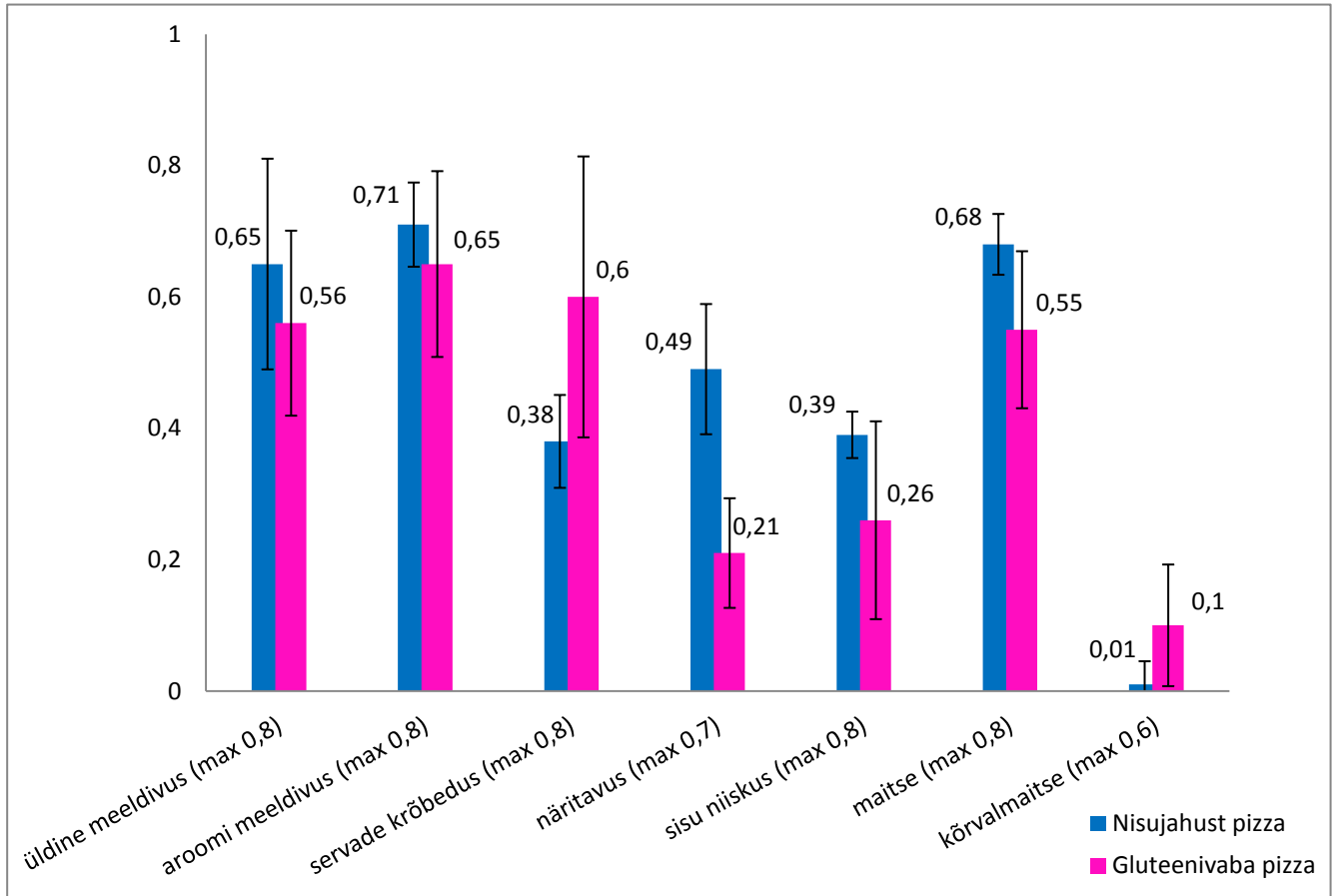
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt ebameeldiv	Väga ebameeldiv	Keskmiselt ebameeldiv	Natuke ebameeldiv	Neutraalne	Natuke meeldiv	Keskmiselt meeldiv	Väga meeldiv	Äärmiselt meeldiv
0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

8. Hinnates proovi KÕRVALMAITSET, kas Te ütleksite, et see on:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Äärmiselt tugev	Väga tugev	Keskmiselt tugev	Natuke tugev	Nõrk	Äärmiselt nõrk	Ei ole kõrvalmaitset
0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0

# LISA 5

## Pizzapõhjade meeldivusdegreerimine: kahe pizzapõhja omaduste võrdlus



# LISA 6

## Tordipõhjade meeldivusdegusteerimine: kahe tordipõhja omaduste võrdlus

