



## **HAPENDATUD TOIDUD JA NENDE TOOTMINE EESTIS**

Bakalaureusetöö

Üliõpilane: Eva Liisa Oks

Juhendaja: Signe Adamberg, Tallinna Tehnikaülikool, vanemteadur

Kaasjuhendaja: Kaarel Adamberg, Tallinna Tehnikaülikool, vanemteadur

Õppekava: Rakenduskeemia ja geenitehnoloogia, toidutehnoloogia spetsialiseerumine

Tallinn 2023

## Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Eva Liisa Oks

09.01.2023

Töö vastab bakalaureusetööle/magistritööle esitatavatele nõuetele.

Juhendajad: Signe Adamberg ja Kaarel Adamberg

[allkiri ja kuupäev]

Töö on lubatud kaitsmisele.

Kaitsmiskomisjoni esimees: [nimi]

[allkiri ja kuupäev]

# Sisukord

Autorideklaratsioon.....	2
Sissejuhatus.....	4
1. Teoreetiline osa .....	5
1.1. Fermenteeritud toitude ajalugu .....	5
1.1.1. Fermenteerimise ajalooline taust .....	5
1.1.2. Fermenteeritud toitude ajalugu ja traditsioonid Eestis.....	5
1.2. Fermentatsiooni põhitõed.....	6
1.2.1. Fermentatsioonist üldiselt.....	6
1.2.2. Fermentatsiooni liigid.....	7
1.2.3. Fermenteeritud toodete organoleptilised omadused ja säilivus .....	9
1.2.4. Ohud ja väljakutsed fermenteerimisel .....	10
1.3. Fermenteeritud toidu tarbimise seosed tervisega .....	11
1.3.1. Fermenteeritud toidu positiivne mõju tervisele ja toitainete biosaadavus .....	11
1.3.2. Laktoosi lagundamine, antioksidantide ja põletikuvastaste ühendite roll ning fermenteerimise mõju antitoitainetele ja toksilistele ühenditele.....	12
1.3.3. Vaimse tervise ja fermenteeritud toidu seos .....	13
2. Praktiline osa .....	14
2.1. Eesmärgid .....	14
2.2. Meetodid.....	14
2.2.1. Tootmisandmete kogumine.....	14
2.2.2. Nädalamenüü koostamine .....	15
2.3. Tulemused ja arutelu.....	18
2.3.1. Tootmismahdade andmed ja analüüs.....	18
2.3.2. Nädalamenüü ja selle analüüs.....	21
Järeldused .....	27
Kokkuvõte.....	28
Summary .....	29
Kasutatud kirjandus.....	30
Lisad.....	33

## Sissejuhatus

Fermenteeritud ehk hapendatud ja kääritatud toidud on olnud inimkonna toidulaul sajandeid, pakkudes mitte ainult praktilist lahendust toidu säilitamiseks, vaid ka toitumise eeliseid. Tänapäeval tähtsustatakse järjest rohkem tervisliku toitumise olulisust ja seoses sellega on hakatud taas rohkem tähelepanu pöörama ka toidu fermenteerimisele. Eestis on see trend samuti märgatav, kus fermenteeritud toidud ei ole mitte ainult osa kultuuripärandist, vaid ka kaasaegsest terviseteadlikust eluviisist. Kääritatud toidul on positiivne mõju jätkusuutlikkusele ja toidu kasutamisele ning kääritamistehnoloogia võib aidata kaasa toidujäätmete vähendamisele ja toiduohutuse tagamisele.

Antud bakalaureusetöö praktiliseks eesmärgiks on anda panus PIMENTO (Promoting Innovation of ferMENTed fOods) projekti, mis keskendub fermenteeritud toiduainete rollile Euroopa dieedis ja nende potentsiaalsele mõjule inimeste tervisele. PIMENTO projekti pikaajaline eesmärk on toetada Euroopas fermenteeritud toiduainete innovatsiooni, edendades tervist, piirkondlikku mitmekesisust ja kohalikku tootmist erinevatel tasanditel. Fermenteeritud toiduained on oluline osa kõigis Euroopa dieetides, pakkudes strateegilist väärtust nii toitumise, jätkusuutlikkuse, innovatsiooni, kultuuripärandi kui ka tarbija huvi osas. Antud töös on uuritud, milliseid fermenteeritud tooteid ja millistes kogustes Eestis toodetakse. See on osa PIMENTO projekti tegevusest, mis kajastab fermenteeritud toiduainete rolli erinevate Euroopa riikide dieedis. Antud tööle lisab praktilist väärtust tasakaalustatud nädalamenüü hapendatud toitudega, mis lisaks Eesti toitumis- ja liikumissoovitustele jälgib ka hapendatud toitudest saadud kasulikke elusate bakterite arvu.

Töö teoreetilises osas käsitletakse fermenteeritud toitude ajaloolist tausta üldiselt ja Eesti traditsioone kajastades. Järgnevalt käsitletakse fermenteerimise protsessi, alates selle põhimõtetest, seosest mikrobioloogiaga, erinevatest meetoditest, kasutatavatest seadmetest ja tehnoloogiast kuni fermenteeritud toodete säilivuse, organoleptiliste omaduste ning toiduohutusele. Kirjanduse ülevaate viimasel osas analüüsitakse fermenteeritud toidu tarbimise mõju tervisele. Siin käsitletakse fermenteeritud toitu kui tervisetoitu, probiootikumide ja soolestiku mikroobioomi seoseid, vitamiinide ja mineraalainete kättesaadavust, antioksüdantide ja põletikuvastaste ühendite olemasolu ning fermenteerimise mõju erinevatele toitainetele ja toksilistele ühenditele. Lisaks kirjeldatakse vaimse tervise ja fermenteeritud toidu potentsiaalset seost.

Käesoleva töö koostamisel tuli arvestada teatud piirangutega. Informatsiooni kogumisel tootjatelt lähtuti eelkõige meili teel suhtlemisest. Kui mõni tootja ei olnud nõus oma tootmisandmeid jagama või ei vastanud koostöösoovile, jäid nende andmed tööst välja. Seetõttu võib töö tulemus kajastada Eesti fermenteeritud toiduainete tootmist osaliselt. Kontrollina kasutati Eesti Statistikaameti andmeid.

Autori isiklik motivatsioon antud teemaga tegelemiseks pärineb fermenteeritud toitude positiivsetest mõjudest tervisele ja heaolule, olles ise teadlik fermenteeritud toitude tarbija. Samuti meeldib autorile olla kursis toidumaailma erinevate trendidega. Turule ilmub pidevalt uusi ja innovaatilisi fermenteeritud tooteid, mis rikastavad meie menüüd ja pakuvad uusi maitseelamusi. Lisaks on meedias aina rohkem kajastusi fermenteerimise protsessist, selle ajaloolisest taustast ning toodete kasulikest omadustest. See kõik näitab, et fermenteeritud toidud ei ole pelgalt mööduv trend, vaid oluline osa kaasaegsest toidukultuurist, rohkem kui kunagi varem.

# 1. Teoreetiline osa

## 1.1. Fermenteeritud toitude ajalugu

### 1.1.1. Fermenteerimise ajalooline taust

Fermenteeritud toidud, mis tõenäoliselt tekkisid toiduainete säilitamisel, on olnud inimeste toidulaul olulised juba aastatuhandeid. Need toidud mitte ainult ei pakkunud pikemat säilivusaega, vaid olid sageli ka ohutumad ja maitsvamad kui nende hapendamata alternatiivid. Fermenteerimise kunst arenes sõltumatult kogu maailmas, vanad tsivilisatsioonid nagu egiptlased ja babüloomlased valdasid leiva, õlle ja veini tootmist juba 3000-4000 eKr. Fermenteeritud toitade tarbimine ja tootmine mängisid olulist rolli nende tsivilisatsioonide kasvus. Sumerid, kes hapendasid viinamarjalehti, ja vanad roomlased, kes säilitasid kapsast soolvees, annavad tunnistust sellest, kuidas hapendamine on olnud kesksel kohal toiduvalmistamisel ja säilitamisel. Läbi ajaloo on fermenteeritud toidud oluliselt mõjutanud inimkonna toitumuslikku, kultuurilist ja sotsiaalset evolutsiooni, olles lahutamatu osa erinevatest maailma köökidest ja religioossetest kommetest (Hutkins, 2018).

Mikroorganismide avastamisega 1665. aastal algas fermentatsiooni sisuline uurimine ja seda edendas Louis Pasteuri töö 1800. aastate keskel. Pasteur tõestas veenvalt, et fermentatsioon ei olnud lihtsalt spontaanne, vaid bioloogiline protsess mikroorganismide osalusel. Tema põhjalikud katsed näitasid, et konkreetset mikroobid, nagu pärm, muundasid suhkrud alkoholi. Pasteur arendas välja kuumtöötlusprotsessi, mille eesmärk oli hävitada toidus ja jookides leiduvaid kahjulikke mikroorganisme. Seda protsessi, mida tänaseks tuntakse pastöriseerimisena, rakendati algselt veini ja õlle soovimatute käärimisprotsesside ja riknemise ärahoidmiseks. Täna on see maailmas standardne meetod paljude toitade ohutuse ja säilimise tagamiseks. Kuigi Pasteur tuvastas kahjulikke mikroobe, rõhutas ta ka kasulike mikroorganismide tähtsust. Tema uuringud sillutasid teed mikroobide sihipärasele kasutamisele fermenteeritud toidu tootmisel, parandades nende maitset, tekstuuri ja toiteväärtust. Tööstusrevolutsioon andis tõuke suuremahulistele fermentatsiooniprotsessidele, et rahuldada kasvava linnarahvastiku vajadusi. (Keith, 2007; Ray & Didier, 2014)

### 1.1.2. Fermenteeritud toitade ajalugu ja traditsioonid Eestis

Fermentatsioon on olnud osa Eesti toidukultuurist juba aastasadu. Esimesed dokumenteeritud andmed 16. sajandist mainivad Muhu ordumõisas kapsapeade kasvatamist ning nende hapendamist. Hapendamist on soodustanud Eesti geograafiline asukoht, kus talved on pikad ja külmad, mistõttu värske toidu saamine aastaringselt pole võimalik. Toidu säilitamiseks talvekuudeks kasutati soolamist, suitsutamist, marineerimist, hapendamist, kuivatamist ja külmutamist. 18. sajandil levis hapukapsa valmistamine ja selle talvine säilitamine üha enam Eesti talupoegade seas, pakkudes toitainerikast ja maitsvat toiduvalikut karmide talvekuude jooksul. Hapendatud toite, eriti hapukapsast, tarbiti traditsiooniliselt ka olulistel tähtpäevadel, nagu tõnisepäev (17. jaanuar), mihklipäev (29. september) ja kadripäev (25. oktoober), mil need olid pidulaua keskmes. Hapendamisprotsess ise hõlmas erinevaid tehnikaid ja maitseainete lisamist, millest on saanud osa Eesti toidukultuuri rikkalikust pärandist. Populaarseteks fermenteeritud toitadeks 13.-16. sajandil Liivimaal olid hapukapsas, hapupiim, kali, leib, mõdu. Leivateo kultuur Eestis on olnud mitmekesine,

alates juuretiseiga kergitatud leivast kuni õllepärmiga kergitatud leivani, mida tehti erilistel puhkudel. Haputaina rukkileib kujunes aastasade jooksul talurahva peatoiduks (Liivimaa Maitsed; Niiberg, 2016).

Teraviljade baasil valmistatud traditsioonilised fermenteeritud toidud on rukkileib, õlu, kali, taar, hapusai, kiisel ja ka äädikas. Kali on traditsiooniline Eesti jook, mis on valmistatud teravilja, enamasti rukki, kääritamisel. Kali on magus, kergelt hapukas ja madala alkoholisisaldusega (tavaliselt alla 2.5%) jook. Taar on traditsiooniline jook, mis on valmistatud kaerast või muudest teraviljadest. Sellel on kergelt hapukas maitse ja see on madala alkoholisisaldusega. Eestis kasvatatud teraviljadest, nagu oder ja rukis, valmistati ka kanget alkoholi, millest omakorda äädikat toodeti (Kuldjärv, 2023).

Fermenteeritud köögiviljadest on läbi aegade olnud kõige populaarsemad hapukapsas ja hapukurk. Hapukapsas on traditsiooniline eestlaste jõulutoit koos verivorstide, sealiha ja kartulitega. Tänapäeval hapendatakse ka muid köögivilju nagu peet, redis, porgand, kuid võrreldes hapukapsa ja hapukurgiga on nende kogused marginaalsed (Kuldjärv, 2023).

Puuviljadest ja marjadest tehakse siidrit, äädikat, veini. Hapukapsaste hulka võib lisada ka õunu või marju, nt jõhvikaid, või ka õunamahla. Mõdu on meeveest kääritatud alkoholne jook, millele enamasti lisatakse ka pärm. Eestis oli mõdu enne 13. sajandit üks levinumaid alkoholseid jooke, kuid ristisõdijate tuleku järel tõrjus selle välja õlu ning muinaseestlaste mõduvalmistamise üksikasju tänapäeval ei teata (Kuldjärv, 2023).

Piimast valmistati hapupiima, petti, hapukoort ja juustu. Erinevalt hapupiimast on keefir ja eriti jogurt oluliselt uuemad toidud, muutudes laiemalt populaarseks alles 1990. aastatel. Eestlastele oli keefir tuntud 19. sajandi lõpul, esimene seda jooki tutvustav eestikeelne kirjutis ilmus 1889. aastal. Eesti talumajapidamistes kasutati hapupiima toiduna, näiteks joodi hapupiima pudru ja leiva kõrvale. Hapupiimast valmistati vedelat jahukörti, tihti lasti kõrdi ja hapupiima segul edasi hapneda. Hapupiima söödi koos kamaga, teatud juhtudel lasti ka segul hapneda, mille järel pealmine pinnakihi hapnenud vedelik kasutati toiduks ja paksemat osa kasutati näiteks leiva või kookide küpsetamisel, suppide ja kastmete paksendamisel või söödi iseseisva toiduna. Samuti on hapupiima kasutatud leivatainas hapnemist soodustava lisandina (Eesti Piimaliit, 2010).

Ahtalehelise pödrakanepi lehtedest ja õisikutest saadakse fermenteerimise tulemusena aromaadne tee. Kaladest on eestlastele traditsiooniline fermenteeritud toode vürtsikilu. Tänapäeval poest saadav vürtsikilu ei pruugi olla üldse fermenteeritud, vaid kalad on esmalt fileeritud ja alles seejärel maitsestatud, fermentatsiooniprotsessi läbimata. Traditsiooniliselt tehakse fermenteeritud vürtsikilu sügisest kilust kõrgema ensüümide aktiivsuse tõttu, mis toetavad vürtsikilu valmimist ja iseloomulike maitseüansside moodustumist (Kuldjärv, 2023).

## **1.2. Fermentatsiooni põhitõed**

### **1.2.1. Fermentatsioonist üldiselt**

Fermentatsiooniprotsesside sügavam mõistmine on kriitilise tähtsusega toiduainetööstuse biokeemilistes rakendustes. Biokeemias on fermentatsioon kui "energiat tootvate reaktsioonide jada, kus orgaaniline molekul toimib elektronide aktseptorina". See definitsioon keskendub peamiselt anaeroobsetele glükolüütilistele radadele, kus püruvaat või atseetaldehüüd aktsepteerivad elektrone, moodustades vastavalt piimhappe või etanooli. (Marco et al., 2017). Seda

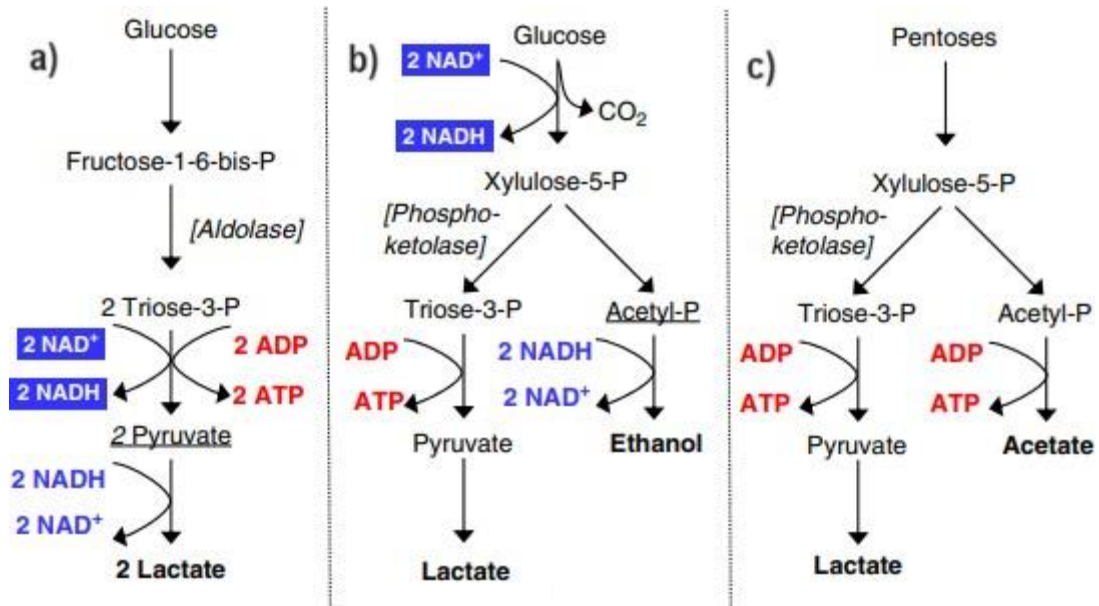
protsessi viivad läbi mikroorganismid, sealhulgas bakterid, pärmid ja hallitusseened, mis parandavad toidu tekstuuri, maitset ja aroomi, samuti suurendavad toiteväärtust (Sudalyandi & Jeyakumar, 2022).

Fermentatsioonil läbiviivateks mikroorganismideks võivad olla bakterid, pärmid ja seened. Mikroobide ainevahetusproduktid määravad fermenteeritud toitade füüsikalise-keemilised ja organoleptilised omadused. Sõltuvalt protsessi läbiviiva(te)st organismi(de)st, võib fermentatsiooni liigitada alkohoolseks fermentatsiooniks, piimhappe fermentatsiooniks, võihappe fermentatsiooniks, propioonhappe fermentatsiooniks, äädikhappe fermentatsiooniks ja segafermentatsiooniks. Fermentatsiooni tüübile ja selles osalevatele mikroorganismidele saadakse soovitud fermenteeritud lõpptoode. Alkoholi fermentatsiooni puhul pärmidest, näiteks *Saccharomyces cerevisiae*, saadakse veini, õlu ja hapusaia. Piimhappe fermentatsioonil piimhappebakteritest, näiteks *Lactobacillus*, *Leuconostoc* ja *Pediococcus*, saab fermenteeritud piimatooted, -köögivilju ja -lihatooteid. Propioonhappe fermentatsioonil võivad osaleda *Propionibacterium spp.*, *Veilonella spp.* ja *Bacteroides spp.*, saades fermenteeritud piimatooted. Äädikhappe fermentatsioonil osalevateks bakteriteks võivad olla *Acetobacter spp.*, *Gluconobacter spp.* ja *Bacillus subtilis*, mille lõpp-produktiks on äädikhappe, millel on erinevaid kasutusvaldkondi. (Voidarou et al., 2020)

Mikroorganismidele on fermentatsioon vajalik energia tootmiseks ja rakkude homeostaasi säilitamiseks. Nad kasutavad seda protsessi, et toota ATP-d, mis on vajalik raku funktsioonide toetamiseks, nagu toitainete transport ja biosüntees. Toiduainetööstuse jaoks on aga oluline eristada mikroorganismide ainevahetuse soovitud ja ebasoovitavaid tulemusi. Fermentatsiooniprotsesside mõistmine molekulaarsel tasemel võimaldab optimeerida toidu tootmist, tagades toodete kõrge kvaliteedi ja stabiilsuse. (Hutkins, 2018)

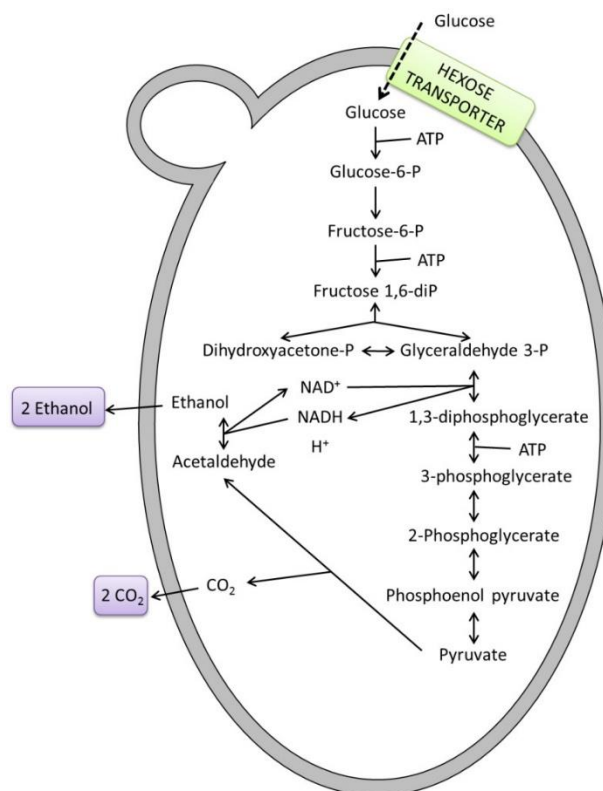
### 1.2.2. Fermentatsiooni liigid

**Piimhappelise** fermentatsiooni puhul kasutatakse piimhappebaktereid süsivesikute muundamiseks piimhappeks, mille tulemusena toodetakse erinevaid fermenteeritud tooteid, nagu jogurt, juust ja hapukapsas. Piimhappebakterite fermentatsiooni kasutatakse toiduainetetööstuses laialdaselt piima- ja köögiviljapõhiste toodete tootmiseks (Madigan et al., 2018). Piimhappebaktereid, nagu *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Weissella* ja *Streptococcus thermophilus*, kasutatakse tavaliselt piimatoodetes, näiteks jogurti ja juustu valmistamisel, kus nad konverteerivad laktoosi piimhappeks, andes hapupiimatoodetele omase maitse ja pikema säilivusaja (Nabil et al., 2023). Piimhappebakterid on rangelt fermentatiivsed ja neil puuduvad funktsionaalsed heemiga seotud elektronide transpordiahelad ja funktsionaalne Krebsi tsüklid, nad saavad energiat substraadi tasemel fosforüülimise kaudu (Montet, Loiseau, & Zakhia-Rozis, 2006). Piimhappebaktereid saab süsivesikute ainevahetuse põhjal jagada kaheks erinevaks rühmaks: homo- ja heterofermentatiivsed piimhappebakterid. Homo-fermentatiivne rühm koosneb *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Streptococcus* ja mõnedest laktobatsillidest, mis muundavad 1 mol glükoosi 2 mol laktaadiks. (vt Joonis 1.) Hetero-fermentatiivsed bakterid toodavad glükoosist võrdseid koguseid laktaati, CO<sub>2</sub> ja etanooli (Caplice & Fitzgerald, 1999).



Joonis 1. a) homofermentatiivne, b)heterofermentatiivne ja c)pentooside fermentatsioon heterofermentatiivsetes bakterites (Gänzle, 2015)

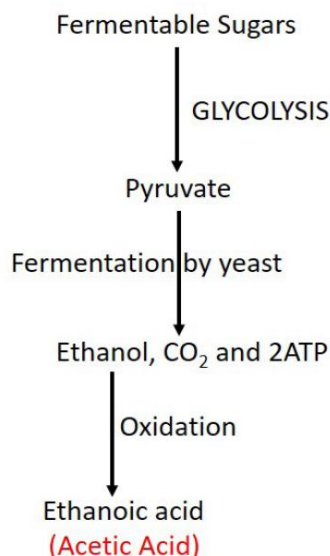
**Pärmidega kääritamine** on võtmeprotsessiks alkoholsete jookide nagu õlle, veini ja siidri toomisel. Peamiselt osaleb protsessis *Saccharomyces cerevisiae*, kes kääratab viinamarjamahla veiniks, õunamahla siidriks või eelnevalt hüdrolüüsitud teravilja tärklise etanooliks õlles. Fermentatsiooni käigus konverteerivad erinevad pärmikultuurid tooraines leiduvad suhkrud alkoholiks ja süsihappegaasiks (Joonis 2), luues sellega erinevaid maitseid ja aroome lõpptootes. (Torres-Guardado et al., 2021; Lewis & Bamforth, 2006)



Joonis 2. Pärmis kasvatatud toimuv etanooli tootmine glükoosist (Maicas, 2020)



**Äädikhappefermentatsioonis** oksüdeeritakse etanool äädikhappeks äädikhappebakterite abil. (Joonis 3) Peamisteks äädikat tootvateks bakteriteks on *Acetobacter* ja *Gluconobacter*. Need mikroorganismid on vastutavad äädika iseloomuliku hapu maitse ja aroomi eest ning on kriitilise tähtsusega traditsioonilises äädika fermentatsiooniprotsessis. (Gullo & Giudici, 2008)



Joonis 3. Äädikhappe saamine fermenteeritavatest suhkrutest (Mushtaq, Zaman, & Jafri, 2021)

Segafermentatsioon viitab fermentatsiooniprotsessile mitme mikroorganismi, nagu bakterid ja pärmid osalusel. Seda protsessi kasutatakse laialdaselt erinevate fermenteeritud toitude ja jookide tootmisel. Erinevate mikroorganismide kombinatsioon aitab kaasa lõpptoote ainulaadsetele maitsetele, aroomidele ja tekstuuridele. Segafermentatsiooni toodete näideteks on keefir, kombucha, mõdu ning teatud tüüpi õlled ja veinid, samuti rukkileib. (Lewis & Bamforth, 2006)

### 1.2.3. Fermenteeritud toodete organoleptilised omadused ja säilivus

Parem säilivus ja ohutus oli kahtlemata peamised põhjused, miks fermenteeritud toidud on olulised pea kõigis kultuurides ja maailmajagudes. Pikem säilivusaeg on tingitud mitmetest teguritest. Fermentatsiooni käigus toodavad mikroorganismid orgaanilisi happeid, peamiselt piimhapet. See muudab toidu pH happelisemaks, luues ebasoodsa keskkonnaenamikele patogeensetele ja riknemist põhjustavatele mikroorganismidele. Mõned fermenteerimisel osalevad mikroorganismid toodavad spetsiifilisi antimikroobseid aineid, nagu bakteriotsiinid, etüülalkohol ja vesinikperoksiid. Need ained pärsvad teiste mikroorganismide kasvu. Fermentatsiooni käigus võib toimuda ka vee sidumine, mis vähendab vee kättesaadavust mikroorganismidele, piirates nende kasvu ja paljunemist. Fermenteerimisel aktiivsed mikroorganismid tarbivad toidus olevaid toitaineid, jättes vähem ressursse teistele mikroorganismidele, kes võiksid toitu rikkuda (Ray & Didier, 2014).

Fermenteerimisprotsess mängib olulist rolli toidu tekstuursete omaduste kujundamisel. Tekstuur viitab toidu füüsikalisele omadusele ja sellele, milline on selle suutunne. Fermenteeritud toiduainete puhul võib tekstuur varieeruda sõltuvalt kasutatavatest mikroorganismidest, toorainest ja fermenteerimise kestusest. Näiteks kapsa hapendamisel muutub toore kapsa tekstuur pehmemaks, kuid samal ajal säilib kapsale omane krõmps tunne närimisel. Samuti mõjutavad fermenteerimisel tekkivad gaasid, nagu süsinikdioksiid, mida toodavad mõned pärmid ja bakterid, toidu tekstuursete omadusi. Need gaasid võivad põhjustada mullide teket, nagu leivas või kääritatud jookides, andes neile iseloomuliku poorse struktuuri või kihiseva efekti. Lisaks võivad

fermenteerimisel tekkida erinevad aromaatsed ühendid, nagu eeterlikud õlid, aldehüüdid, esterid ja ketoonid, mis annavad toidule rikkaliku ja keeruka lõhnaprofiili. (Hutkins, 2018) (Ray & Didier, 2014).

Fermentatsioon võib märkimisväärselt mõjutada toidu värvi, olenevalt kasutatavatest mikroorganismidest, toorainest ja fermentatsiooni tingimustest. Fermenteerimisel võivad tekkida biokeemilised reaktsioonid, mis põhjustavad pigmentide lagunemist või teket. Näiteks võib piimhappebakterite toimel kääritatud piimas tekkida kollakas toon, kuna valgud denatureeruvad ja peegeldavad valgust erinevalt. Teisalt võivad mõned fermenteeritud köögiviljad, nagu kapsas või peet, intensiivistada oma loomulikke värvi, kuna fermentatsioon vabastab neis sisalduvaid pigmente. Mõned fermenteeritud joogid, nagu kombucha, võivad olla kergelt pruunikad või kuldset tooni, sõltuvalt kasutatavast teest ja fermentatsiooniastmest (Hutkins, 2018; Ray & Didier, 2014). Hapendamisel muutub ka kurkide värvus, roheline toon võib muutuda tuhmimaks või kergelt kollakaks. See on tingitud kurkides oleva klorofüllil lagunemise tõttu hapendamise käigus piimhappebakterite poolt. (McMurtrie & Johanningsmeier, 2018)

#### **1.2.4. Ohud ja väljakutsed fermenteerimisel**

Toitude ja jookide fermentatsioonil võib esineda mitmeid ohte, probleeme ja väljakutseid. Näiteks võib fermentatsioon kulgeda liiga aeglaselt või üldsegi mitte toimuda, selle põhjuseks võivad olla mitmed tegurid, nagu ebasobiv temperatuur, kehv tooraine kvaliteet, puudulik hügieen või sobimatu õhuga kokkupuude. Hapendamise õnnestumiseks on oluline ka tooraine suhkrusisaldus, mistõttu peaks eelistama võimalikult värsket ja optimaalsetel keskkonna tingimustel (piisavalt toitaineid ja päikesevalgust.) kasvatatud toorainet. Ilma suhkruta piimhappebakterid ei saa vajalikku energiat, et läbi viia hapendamisprotsessi. Samuti peab hapendamisel jälgima, et tooraine (nt köögiviljad) ei puutuks kokku õhuga, vaid oleksid soolveega üleni kaetud, et vältida soovimatute bakterite, pärmide ja hallituste paljunemist. Oluline oleks, et hapendamis anum ei oleks päris suletud, kuna piimhappebakterid eritavad hapnemisprotsessi alguses süsihappegaasi, mis peab välja pääsema. (Bojs, 2016)

Köögiviljade hapendamiskeskkonna loomisel tuleb jälgida, et soolasisaldus oleks 1,5-2,2%, et tagada piimhappebakteritele sobiv keskkond. See takistab soovimatute mikroobide paljunemise. Vee-soola lahuse peaks tegema soolaga, millele pole lisatud joodi, sest jood hävitab keskkonnas kõik bakterid sh ka piimhappebakterid. Hapendamisel on oluline ka optimaalse temperatuuri säilitamine. Soojas toimub hapnemine kiiremini, mistõttu valmistoode on hapum, maitset tagasihoidlikum ja lühema säilivusajaga. Madalamal temperatuuril on hapnemisprotsess aeglasem ja maitse värvikum, kuid liiga madalatel temperatuuridel hapnemist ei toimu. (Bojs, 2016) Hapendamise pidurdamiseks ja hapendatud toiduaine säilitamiseks sobib selle viimine madala temperatuuriga keskkonda. Temperatuuri optimum mikroorganismidele on 20-30°C. Soojas keskkonnas on mikrobioloogilise saastumise oht, kus võõrmikrobioota võib hakata lagundama piimhapet, selle sisaldus väheneb, selle konserveerivad omadused nõrgenevad ning lõpuks hapendatud toidudained pehmenevad ja riknevad. Lisaks temperatuurile on oluline ka hapendamise kestus, mida kauem hapendusprotsess kestab, seda rohkem moodustub piimhapet ja seda vähem on lõpp-produktis suhkruid. (Niiberg, 2016)

Äärmisel oluline on hapendamise puhul hügieeninõuete järgimine, mis hõlmab endas nii isikliku hügieeni, hapendamisnõude puhtust, tooraine puhtust ja õiget käitlemisoskust. Näiteks kui hapukurgi valmistamisel on kurgid ja kasutatavad nõud halvasti pestud, muutuvad hapukurgid libedaks, pehmeks ja halvamaitseliseks. Samuti ka hapendamiskeskkonnaks kasutatava vee koostise

puhtus mängib rolli mittesoovivate protsesside kujunemisel. Näiteks liiga pehme vee (vähe lupja sisaldava) või kloori olemasolu vees on mittesoodne piimhappebakterite paljunemisele. Ka nõudepesuvahendi jäägid kasutatavates anumates võivad piimhappebaktereid kahjustada. Tooraine või tooraine keskkonna saastumine võõrmikrobiotaga viib soovitud bakterid konkurentsi olukorda toitainete pärast. (Niiberg, 2016; Bojs, 2016)

### **1.3. Fermenteeritud toidu tarbimise seosed tervisega**

#### **1.3.1. Fermenteeritud toidu positiivne mõju tervisele ja toitainete biosaadavus**

Fermenteeritud toidud ja joogid on tuntud oma mitmekülgse positiivse mõju poolest tervisele (Cuamatzin-García et al., 2022; Shah jt, 2023). Fermenteerimine muudab toidu keemilist koostist, suurendab toitainete biosaadavust ja toetab probiootilisi ning prebiootilisi funktsioone. See tõstab toidu toiteväärtust ja toetab tervist, aidates kaasa näiteks normaalse kehakaalu säilitamisele, südame-veresoonkonna haiguste riski vähendamisele, diabeedi ennetamisele, veresuhkru ja -lipiidide taseme optimeerimisele ning immuunsüsteemi tugevdamisele. (Shah jt, 2023)

Probiootikumid elusad mikroorganismid, mida leidub fermenteeritud toidus, annavad piisavas koguses tarbimisel mitmeid tervisele kasulikke mõjusid. Kuid mitte kõiki hapendavaid baktereid ei tohi probiootikumideks nimetada, need peavad olema registreeritud probiootiliste omadustega bakterid, ning neid peab olema toidus piisavalt, et toitu probiootiliseks nimetada. Need mikroorganismid aitavad tasakaalustada soolestiku mikrobiomi, mis on oluline ainevahetuse, immuunvastuse, keha koostise, vererõhu ja vaimse tervise jaoks (Shah et al., 2023). Prebiootikumid on toitained, enamasti polüsahhariidid, mis soodustavad kasulike bakterite kasvu ja aktiivsust soolestikus. Fermenteeritud toitude regulaarne tarbimine on seotud soolestiku mikrobiota mitmekesisuse ja tasakaalu positiivsete muutustega. Lisaks sisaldavad fermenteeritud toidud sageli polüfenoole ja kiudaineid, mis aitavad hoida soolekoosluse tasakaalus ja pärsivad kahjulike bakterite tegevust (Shah jt, 2023). Regulaarsetel fermenteeritud toitude tarbijatel on täheldatud positiivseid muutuseid soolemikrobiota koostises. Suurenenud on piimhappebakterite osakaal, nagu *Lactobacillus acidophilus*, *Lactococcus lactis*, *Leuconostoc* ja mitmed teised *Lactobacillus* tüved ja vähenenud on kahjulike patogeensete bakterite osakaal nagu *Clostridium spp.* ja *Bilophila wadsworthia* (Nabil et al. 2023).

Vitamiinide piisav tarbimine toidust on oluline, et vältida vitamiinipuudust, vitamiine inimese organism ei tooda. Toidu töötlemine ja kuumutamine vähendavad toidus leiduvate vitamiinide hulka, mistõttu on vaja alternatiivseid lahendusi, eriti kuna inimeste toit koosneb üha enam töödeldud toidust. Fermentatsioon suurendab toidus mitmete vitamiinide hulka. Näiteks on mikroobne fermentatsioon saanud tähelepanu kui väärtuslik meetod loodusliku foolhappe (vitamiin B<sub>9</sub>) tootmiseks. Teatud *Bifidobacteria* spp. ja piimhappebakterid võivad sünteesida foolhappeid (vitamiin B<sub>9</sub>) fermenteeritud piimas. Arvestatav hulk batsille, sealhulgas *Lactobacillus*, *Carnobacterium* ja *Enterococcus* perekondade liigid, ning kokkide liigid *Lactococcus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* ja *Streptococcus* perekondadest, on spetsialiseerunud vitamiin K<sub>2</sub> tootmisele. Fermentatsioon võib suurendada piimatoodetes leiduva vitamiin B<sub>12</sub> sisaldust kuni 10 korda. Hiljutised uuringud on näidanud, et fermentatsioon võimaldab rikastada taimset päritolu toite vitamiin B<sub>12</sub>-ga, mis on eriti oluline veganitele. Näiteks tempeh, mis on kõrge

vitamiin B<sub>12</sub> sisaldusega, on veganitele huvipakkuv. Fermentatsioon võimaldab ka teraviljatooteid loomulikult rikastada aktiivse B<sub>12</sub>-ga. (Shah jt, 2023)

### **1.3.2. Laktoosi lagundamine, antioksidantide ja põletikuvastaste ühendite roll ning fermenteerimise mõju antitoitainetele ja toksilistele ühenditele**

Fermenteeritud toodete tarbimisel on oluline mõju laktoosi seeduvusele, antioksidantide ja põletikuvastaste ühendite kättesaadavusele ning antitoitainete ja toksiliste ühendite vähendamisele toidus. Inimestel, kes ei tooda ensüümi laktaasi, võivad laktoosi tarbimisel tekkida seedehäired nagu puhitus ja kõhulahtisus. Siiski võivad fermenteeritud piimatooted nagu jogurt, mida toodetakse piimhappebakterite abil, lagundada laktoosi ja vähendada neid sümptomeid. Piimhappebakterid fermenteerivad laktoosi, muutes ensüümi laktaasiga seedimata laktoosi glükoosiks ja galaktoosiks, mis parandab laktoosi seedimist ja vähendab laktoositalumatuse sümptomeid. Tänu nendele omadustele on hapendatud piimatooted sageli paremini talutavamad laktoositalumatusega inimestele, vähendades laktoositalumatusega kaasnevaid sümptomeid. (Ibrahim et al., 2021)

Fermenteeritud toidud on ka rikkad antioksidantide poolest, mis kaitsevad keha oksüdatiivse stressi eest ning on seotud paljude haiguste ennetamisega (Shah jt, 2023). Oksüdatiivse kahjustused on seotud seotud paljude vanuse- ja dieediga seotud krooniliste haiguste tekkega. Oksüdatsiooni kõrvalproduktid on vabad radikaalid, mis põhjustavad kehale oksüdatiivset kahju. Inimkeha kaitseb end oksüdatiivse kahjustuse eest kasutades mitteensümaatilisi antioksidante nagu C-vitamiin.

Piimal on madalam antioksidantne aktiivsus kui jogurtitel ja muudel fermenteeritud piimatoodetel. Fermenteeritud piimas vabanevad piimavalkude proteolüüsil bioaktiivsed peptiidid. Fermenteeritud piima antioksidatiivset aktiivsust võivad mõjutada mitmed tegurid, nagu piima päritolu, piima rasvasisaldus ja mikroobitüved. (Melini, Melini, Luziatelli, Ficca, & Ruzzi, 2019) On leitud, et rasvavabas jogurtis on antioksidantne aktiivsus kõrgem kui poolrasvastes ja täisrasvastes jogurtites (Tavakoli, Habibi Najafi, & Mohebbi, 2019). Fermenteerimisprotsess suurendab fenoolsete ühendite sisaldust taimsetes toitudes, mis on tuntud oma antioksidantsete omaduste poolest (Shah jt, 2023).

Lisaks aitab fermentatsioon vähendada antitoitainete, nagu fütaaside ja tanniinide, kontsentratsiooni taimses toidus, mis võivad takistada toitainete imendumist. Antitoitained on looduslikult esinevad ühendid paljudes taimedes, eriti teraviljades, kaunviljades, pähklites ja seemnetes. Kuigi neil võib olla kaitsefunktsioon taimedele, võivad nad piirata mõnede toitainete imendumist organismis. (Nurul et al., 2023) Fermentatsiooniprotsessid võivad suurendada vabade aminohapete ja bioaktiivsete molekulide hulka, samal ajal lagundades antitoitaineid, muutes fermenteeritud toidud potentsiaalseks tervislike toitainete allikaks (Tatulli et al., 2023). Samuti on täheldatud, et fermentatsiooni käigus võivad toidus väheneda toksilised ühendid nagu aldehüüdid ja ketoonid (Anand et al., 2018; Reddy & Pierson, 1994).

Seega mängib fermenteerimine kesksel rollil toitainete bioaadavuse suurendamises ja tervist toetavate ühendite pakkumises, aidates samal ajal vähendada toidus leiduvate võimalike kahjulike ühendite mõju. Fermenteeritud toiduained kujutavad endast mitte ainult toitainerikkaid valikuid, vaid ka funktsionaalseid toite, mis toetavad seedetrakti tervist ning aitavad ennetada ja leevendada paljusid terviseprobleeme.

### 1.3.3. Vaimse tervise ja fermenteeritud toidu seos

Vaimse tervise ja seedesüsteemi vaheline seos, mida tuntakse soole-aju teljena, on viimastel aastatel saanud palju tähelepanu teadusmaailmas. Uuringud näitavad, et soole mikroobioomi tasakaalustatuse ja mitmekesisuse parandamine, mida sageli seostatakse fermenteeritud toitude tarbimisega, võib avaldada positiivset mõju vaimsele tervisele (Galland, 2014; Slyepchenko et al., 2017).

Regulaarne fermenteeritud toitude tarbimine on seostatud sotsiaalse ärevuse sümptomite vähenemisega eriti kõrge neurootilisusega inimestel ning samuti on täheldatud stressi vähenemist (Nabil et al., 2023). Lisaks on fermenteeritud toidud rikkad gamma-aminovõihape (*Gamma-aminobutyric acid, GABA*) poolest, mis on tuntud oma rahustava toime poolest ning aitab leevendada unetust ja depressiooni (Nabil et al., 2023).

Depressiivsete häirete korral on täheldatud soolestiku mikroobioomi koostise muutumist, kus kasulike bakterite hulga vähenemine võib soodustada düsbioosi ehk negatiivse mõjuga bakterite ülekaalu sooles. Fermenteeritud toitude, nagu jogurti ja teiste piimhappebakteritega rikastatud toodete tarbimine, võib aidata tasakaalustada soolestiku mikroobioomi ning toetada vaimset heaolu (Nabil et al., 2023).

Fermenteeritud toiduainete, eriti nende, mis on rikkad probiootikumide poolest, tarbimine võib osutada väärtuslikuks strateegiaks mitte ainult füüsilise tervise edendamisel, vaid ka vaimse tervise seisundi parandamisel. Toiduainete, nagu tempeh ja teatud juustuliigid, fermentatsiooni käigus toimuvad biokeemilised muutused võivad suurendada nende positiivset mõju kognitiivsetele funktsioonidele, aidates ennetada kognitiivset langust ja toetada üldist neuroloogilist tervist (Ano et al., 2015).

Fermenteeritud toitude lisamine menüüsse toetab soolestiku mikroobioomi mitmekesisust ja tasakaalu, mis omakorda võib parandada vaimset tervist ja heaolu, vähendades selliseid seisundeid nagu ärevus, stress ja depressioon. Sellest tulenevalt on fermenteeritud toiduainete tarbimine kasulik mitte ainult seedetrakti tervisele, vaid võib ka positiivselt mõjutada vaimset tervist, pakkudes holistilist lähenemist tervise edendamisse.

## 2. Praktiline osa

### 2.1. Eesmärgid

Antud lõputöö eesmärkideks oli:

- Koostada ülevaade fermenteeritud toitade omadustest, tervisemõjudest ja tootmisest.
- Välja selgitada milliseid fermenteeritud toite ja millistes kogustes toodeti Eestis 2022. aastal.
- Koostada nädalamenüü, mis sisaldaks fermenteeritud tooteid, et päevane elusate bakterite arv toidust oleks rohkem kui  $10^{11}$  bakterit ja vastaks Tervise Arengu Instituudi 2017. aasta Eesti toitumissoovitustele.

### 2.2. Meetodid

#### 2.2.1. Tootmisandmete kogumine

Antud lõputöö praktilise osa andmed Eestis fermenteeritud toodete kohta koguti kolmes etapis. Esimesena prooviti tuvastada kõik Eestis toodetud fermenteeritud tooted ja nende tootjad, kasutades selleks internetiotsinguid, poodides käimist ja juhendaja abi. Seejärel koostati e-kiri, mis seletas lahti, mis eesmärgil andmeid kogutakse ja mis andmeid täpsemalt soovitakse (kirja näidis Lisa 4), ning saadeti see tootjatele. Tootjatele lubati et kasutatakse ainult toodangu andmeid ja neid ei esitata seotuna ettevõttega. Kui ettevõtte ei vastanud esimesele kirjale, saadeti neile ka teine e-kiri. Mõnede ettevõtetega võeti ühendust telefoni teel.

Eestis toodetud fermenteeritud tooted jaotati üheksasse erinevasse kategooriasse:

1. Fermenteeritud piimatooted
2. Fermenteeritud köögiviljad
3. Fermenteeritud teraviljatooted
4. Fermenteeritud kalatooted
5. Fermenteeritud lihatooted
6. Fermenteeritud (mittealkohoolsed) joogid
7. Fermenteeritud tee
8. Äädikas
9. Alkohoolsed joogid

Fermenteeritud piimatoodete gruppi kuuluvad jogurt, keefir, pett, hapupiim, hapukoor, kohupiim (sh kodujuust, toorjuust) ja juust. Fermenteeritud köögiviljad on hapukapsas, hapukurk, kimchi jm fermenteeritud köögiviljad. Fermenteeritud teraviljatooted on rukkileib, hapusai ja sepik, kuid Euroopa kontekstis arvestatakse siin ka pärmiga valmistatud teraviljatooted. Alkohoolsete jookide alla kuuluvad õlu, siider, vein ja kali. Fermenteeritud mittealkohoolsete jookide alla kuulub kombucha, hapendatud kasemahl jt hapendatud mahlad. Äädikana on arvestatud traditsioonilisel viisil valmistatud (fermenteerimisprotsessi läbinud) äädikat. Fermenteeritud tee hulka arvestati fermenteeritud ja kuivatatud taimed tee joomise eesmärgil, nt fermenteeritud põdrakanep. Fermenteeritud kalatoodete alla kuulub vürtsikulu ja fermenteeritud lihatoodete alla salaami.

Kokku leiti ja saadeti päring 94 fermenteeritud tooteid tootvale ettevõttele. Nendest 14 olid fermenteeritud piimatoodete tootjad, 15 olid fermenteeritud taimsete toodete tootjad, 18 olid fermenteeritud teraviljabaasil põhinevate toodete tootjad, 39 alkoholsete jookide tootjad, 4 fermenteeritud (mittealkohoolsete) jookide tootjad, 3 äädika tootjad, 3 fermenteeritud tee tootjad, 3 fermenteeritud kalatoodete tootjat ja 1 fermenteeritud lihatoodete tootja.

Vastused saadi 22 tootjalt, millest 20 tootjalt saadi 2022 aasta andmed fermenteeritud toodete kohta. Vastanutest kaks tootjat ei avaldanud enda tootmisandmeid. Vastanutest olid 6 fermenteeritud piimatoodete tootjad, 7 olid fermenteeritud taimsete toodete tootjad, 1 olid fermenteeritud teraviljal põhinevate toodete tootjad, 4 alkoholsete jookide tootjad, 1 mittealkohoolsete jookide tootjad, 2 äädika tootjad, 1 fermenteeritud tee tootjad, 1 fermenteeritud kalatoodete tootja ja 1 fermenteeritud lihatoodete tootja.

Võrdlusena kasutati Eesti Statistikaameti andmebaasist saadud samadesse kategooriatesse kuuluvate toodete tootmiskoguseid.

### 2.2.2. Nädalamenüü koostamine

Praktilise tööna koostati tasakaalustatud nädalamenüü, mis sisaldaks igapäevaselt minimaalselt 10<sup>11</sup> elusbakterirakku, mis on saadud hapendatud toitudest. Menüü koostamisel võeti aluseks Tervise Arengu Instituudi 2015. aasta Eesti toitumis- ja liikumissoovitused. Menüü koostati toitumisprogrammis NutriData (tap.nutridata.ee), mis võimaldab toitumise kohta analüüsida enda poolt sisestatud toidupäevikute ja menüüde energiat ning toitainete, vitamiinide ja mineraalainete sisaldust. Programm analüüsib menüüde energia- ja toitainete sisalduse vastavust riiklikele ea- ning soopõhiste toitumissoovitustele. Kuna programm võtab arvesse toitude külma- ja kuumtöötlemisel tekkivat kadu on põhitoitainete, vitamiinide ja mineraalainete näitajad väga täpsed.

Nädalane menüü koostati 18-30 aastasele naisele, kelle päevane energiavajadus on 2000 kcal ja kelle keheline aktiivsus on suurema osa ajast istuva loomuga, vabal ajal liigub vähe. Arvestatud on, et menüü tarbija ei ole rase ega imetav naine, samuti on kliiniliselt terve ega piira ise oma toitumist. Eesti toitumis- ja liikumissoovituste kohaselt peaks päevane energia jaotuma toidukordade vahel järgmiselt: hommikusöök 20-25%, lõunasöök 25-35%, õhtusöök 25-30% ja ooted kokku kuni 25%. Nendele vahemikele põhinedes koostas antud menüü vastavalt tabel 1 näidatule. (Pitsi, Zilmer, Vaask et al., 2017)

Tabel 1. Energia jaotumine toidukordadele

Toidukord	Osakaal päevasest energiatarbimisest	Energiavajadus toidukorral
Hommikusöök	25%	500 kcal
Lõunasöök	30%	600 kcal
Õhtusöök	25%	500 kcal
Vahesöögid	20%	400 kcal

Makrotoitainete ja rasvhapete päevase osakaalu aluseks on võetud Eestis kehtestatud soovituslik osatähtsuse protsent (tabel 2). Kiudainete optimaalne soovitus täiskasvanutele Eesti toitumis- ja liikumissoovituste põhjal on naistel minimaalselt 25 ja meestel minimaalselt 35 grammi päevas,

sõltuvalt päevasest energiavajadusest (ca 13 g kiudaineid 1000 kcal kohta). Antud menüüs on aluseks võetud minimaalseks kiudainete sisalduseks 25g.

Tabel 2. Makrotoitainete ja rasvhapete osatähtsuste soovitusel soovituslikust energiast (Pitsi, Zilmer, Vaask et al., 2017)

Toitained, rasvhapped	Keskmine soovitus
<b>Valgud</b>	10–20 %E
<b>Rasvad</b>	25–35 %E
Küllastunud rasvhapped	<i>max</i> 10 %E
Monoküllastumata rasvhapped	10–20 %E
Polüküllastumata rasvhapped, sh	5–10 %E
Oomega-3-rasvhapped	<i>min</i> 1 %E
Transrasvhapped	võimalikult vähe
<b>Süsivesikud</b>	50–60 %E

Tabelis 3 on toodud vitamiinide ja mineraalainete soovitatud päevased kogused 18-30-aastastele Eesti toitumissoovituste alusel. Kõikide vitamiinide ja mineraalainete (va naatrium ja fosfor) puhul lähtutakse minimaalsest päevasest soovitusel kuna mitmekülgse toitumise korral on vitamiine ja mineraalaineid vähetõenäoline üle tarbida. Naatriumi ja fosfori puhul on toodud päevas maksimaalselt lubatud kogus kuna neid võib kergesti üle soovitusliku koguse saada.

Tabel 3. Vitamiinide ja mineraalainete väikseimad soovituslikud tarbimiskogused päeva kohta (va naatrium) naistele vanuses 18–30 aastat (Pitsi, Zilmer, Vaask et al., 2017)

Vitamiin	Kogus
Vitamiin A, RE	700
Vitamiin D, µg	10
Vitamiin E, mg	8
Vitamiin B1, mg	1,1
Vitamiin B2, mg	1,3
Niatsiin, NE	15
Vitamiin B6, mg	1,5
Folaadid, µg	400
Vitamiin B12, µg	3
Vitamiin C, mg	100
Mineraalained	Kogus
Kaltsium, mg	800
Kaalium, g	3,1
Magneesium, mg	320
Raud, mg	15
Tsink, mg	9
Vask, mg	0,9
Jood, µg	150
Seleen, µg	50
Naatrium, (maksimaalne päevane kogus) mg	2400



Fosfor (maksimaalne päevane kogus) mg	3000
---------------------------------------	------

Menüü koostamisel arvestati, et soovituslike portsjonite arv nädalases menüüs oleks kooskõlas Eesti toitumis- ja liikumissoovitustes tooduga.

Tabel 4. Portsjonite arvud ühe päeva keskmiselt toidugrupiti 2000 kcal päevasele energiavajadusele (Pitsi, Zilmer, Vaask et al., 2017)

	2000
<b>Tärkliserikkad toidud:</b>	
<b>teraviljatooted ja kartul</b>	7–9
leib, sepik (sai)	3–4
puhrud, riis, makaronid jt	2–4
kartul	1–2
<b>Puu- ja köögiviljad, marjad</b>	6–8
köögiviljad	3–5
puuviljad, marjad	2–3
<b>Piim ja piimatooted</b>	2–3
<b>Kala, linnuliha, muna, liha ja nendest valmistatud tooted</b>	3–4
kala ja kalatooted	1–2
liha, linnuliha (sh rupskid) ja nendest valmistatud tooted	1–2
muna ja munatooted	0,5
<b>Lisatavad toidurasvad, pähklid, seemned ja õliviljad</b>	6–7
seemned, pähklid jm	1–2
õliviljad, õlid, võiderasvad	5
<b>Suhkur, magusad ja soolased näksid</b>	≤ 4

Nädala menüüs hapendatud toodetest saadud bakterite hulk arvestati ainult elusbakterite kohta ehk hapendatud toitade kohta, mis ei ole kuumtöödeldud (nt täisteraleib ja sepik). Hapendatud piimatoodete (keefir, hapupiim, maitsestatamata jogurt, kohupiim, kodujuust, kreeka jogurt, juust, hapukoor) ja hapendatud köögiviljade (nt hapukapsas, hapukurgid) puhul võeti kõigi jaoks keskmine nendes sisalduvate bakterite arv, milleks oli kõigi puhul  $5 \cdot 10^8$  bakterit 1 ml või 1 g kohta.

Kuna menüü koostati NutriData keskkonnas, mis sisaldab ainukese hapendatud köögiviljana hapukapsast. Kuid tegelikkuses võib hapukapsa asemel süüa ükskõik mis muud hapendatud köögivilja (nt kurk, tomat, porgand, peet, lillkapsas) samas koguses, kuna hapendatud köögiviljade energiasisaldused on kõik piisavalt madalad, et mitte menüüd tasakaalust välja viia. Menüüsse ei lisatud ka toiduaineid, mis on probiootiliste bakteritega rikastatud ega muid probiootilisi toidulisandeid.

## 2.3. Tulemused ja arutelu

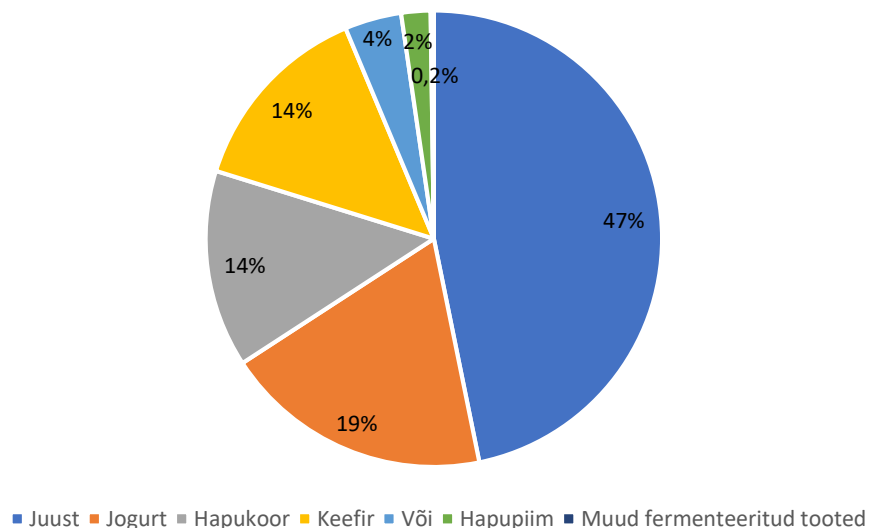
### 2.3.1. Tootmismahutude andmed ja analüüs

Antud ajagraafikus (oktoober – detsember 2023) oli tootjatelt fermenteeritud toitude tootmise kohta andmete saamine puudulik. Otse tootjatelt saadud 2022. aastal toodetud fermenteeritud toitude tootmismahutude kokkuvõtvad andmed on toodud tabelis 5. Äädikas, alkohoolsed ja fermenteeritud (mittealkohoolsed) joogid on hektoliitrites ja ülejäänud kategooriad on tonnides. Kõige suurem tootjate käest saadud fermenteeritud toodete kogus on fermenteeritud piimatoodete toodetud kogus, millele järgnevad fermenteeritud köögiviljad. Lisaks tootjate käest saadud infole on tabelist 5 välja toodud võrdluseks Eesti Statistikaameti andmed vastavate kategooriate kohta. Andmed on võetud Eesti Statistikaameti statistika andmebaasist TO66: Tööstustoodang tööstustoodete loetelu (TTL) järgi, näitajaks on müüdüd tööstustoodangu kogus ja vaatlusperioodiks 2022. (Lisa 5) Antud andmebaasis puudusid andmed fermenteeritud lihatoodete, fermenteeritud kalatoodete, fermenteeritud (mittealkohoolsed) jookide ja fermenteeritud tee kohta. Puudulikud olid ka andmed fermenteeritud köögiviljade kohta, millest olemas oli ainult hapukapsa andmed.

Tabel 5. Eestis toodetud fermenteeritud toodete kogused 2022. aastal

Fermenteeritud toidu kategooria	Info tootjalt	Tootjaid kokku	Eesti Statistikaamet	Tootjaid kokku hinnanguliselt
Fermenteeritud piimatooted, t	66900,4	6	108852,2	25
Fermenteeritud köögiviljad, t	2229,00	7	218,2	15
Fermenteeritud teraviljatooted, t	432,00	1	812194,5	18
Fermenteeritud kalatooted, t	430,435	1	-	3
Fermenteeritud lihatooted, t	40,00	1	-	1
Fermenteeritud (mittealkohoolsed) joogid, hl	60,68	1	-	4
Fermenteeritud tee, t	0,03	1	-	3
Äädikas, hl	100,00	2	838	5
Alkohoolsed joogid, hl	11559,00	4	66475,5	50

Eestis toodetud fermenteeritud piimatoodete kogus Statistikaameti andmeil oli 108852,2 tonni, millest otse tootjatelt saadud kogused moodustavad umbes 61,5%. Sinna alla on arvestatud nii maitsestatamata kui ka maitsestatud keefir, hapupiim, jogurt, hapupiimajoogid, hapukoor, või, erinevad juustud ja muud fermenteeritud piimatooted. Kõige suurema osakaaluga nendest olid juustud 46,8%, jogurtid 19%, hapukoor 14%, keefir 13,9% ning ülejäänud moodustasid 6,3%. (Joonis 4)

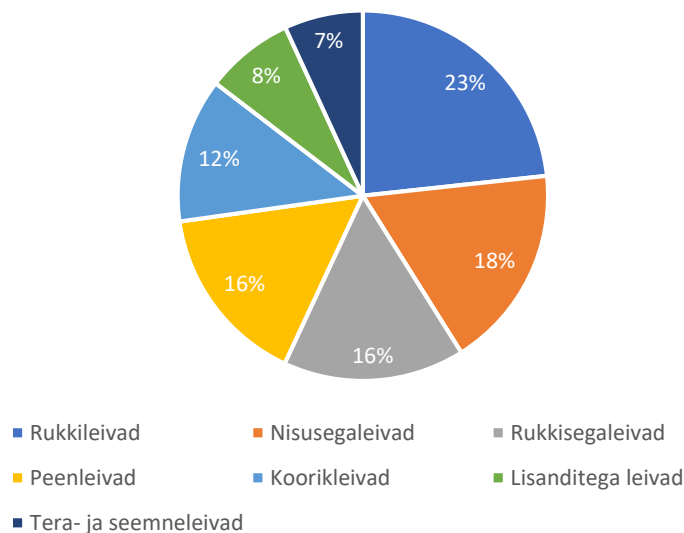


Joonis 4. Fermenteeritud piimatoodete tootmine Eestis 2022. aastal Eesti Statistikaameti andmeil.

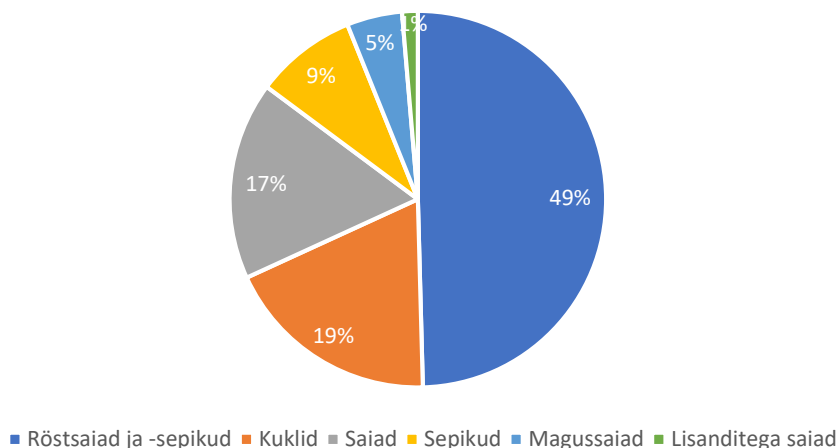
Fermenteeritud piimatoodetest 28883,9 tonni on tootjate andmeil mahepiimatooded, mis moodustab fermenteeritud piimatoodete osakaalust 43,2%. Mahepiimatoodete alla kuuluvad juustud 28780,8 tonni, kohupiim 45,8 tonni, jogurt 39,9 tonni ja keefir 17,4 tonni. Teistes fermenteeritud toitude kategooriates mahtetooteid ei olnud.

Fermenteeritud köögiviljade kogus oli 2229 tonni, mille alla kuulusid hapukapsas, hapukurk ja kimchi. Muid hapendatud taimsete toodete koguseid ei õnnestunud tootjatelt saada. Hapukapsa osakaal sellest oli 93,4%, hapukurgi osakaal 6,4% ja kimchi 0,2%. Eesti Statistikaameti andmetes leidis tootmiskoguste infot ainult hapukapsaste kohta. Hapukurgi, kimchi ja muude fermenteeritud köögiviljade kohta vastav info puudus. Eesti Statistikaameti andmeil toodeti hapukapsat 2022. aastal kokku 218,2 tonni. Sinna alla kuuluvad äädikata või äädikhappeta konserveeritud hapukapsas ja külmutamata ja äädikata pool- ja valmistooded hapukapsast.

Fermenteeritud teraviljatooteid saadi andmete kogumise käigus kokku 432 tonni, mille alla kuulusid leivad ja saiad. Antud kategooria kogus on seetõttu nii väike, et ainult üks ettevõtte avaldas enda eelmise aasta tootmismahud. Eesti Statistikaameti (2022) andmete põhjal toodeti Eestis leiba kokku 28755,6 tonni ja saia 37677,6 tonni. (Joonis 5, joonis 6) Saia toodeti 31% rohkem kui leiba. Leiva alla kuulusid rukkileivad, rukkisegaleivad, peenleivad, lisanditega leivad, tera- ja seemneleivad, koorikleivad ja nisusegaleivad. Saiade alla kuulusid sepikud, saiad, lisanditega saiad, kuklid, röstsaid ja röstsepikud. Eelküsetatud pagaritooteid ja magusaid saiakesi toodeti kokku 15761,3 tonni.



Joonis 5. Leivatoodete tootmine 2022. aastal Eesti Statistikaameti andmeil



Joonis 6. Saiatoodete tootmine 2022. aastal Eesti Statistikaameti andmeil

Fermenteeritud kalatoodete kohta saadi infot ainult vürtsikilu kohta, mille 2022. aastal toodetud koguseks oli 430,435 tonni, mis kajastab ainult ühe tootja andmeid. Eesti Statistikaametist vastavat kategooria infot ei leitud.

Fermenteeritud lihatoodetest toodeti Eestis 2022. aastal kogutud andmete põhjal 40 tonni, selle koguse moodustas ainult salaami toodang. Eesti Statistikaameti andmebaasidest vastavat infot võrdluseks ei leitud.

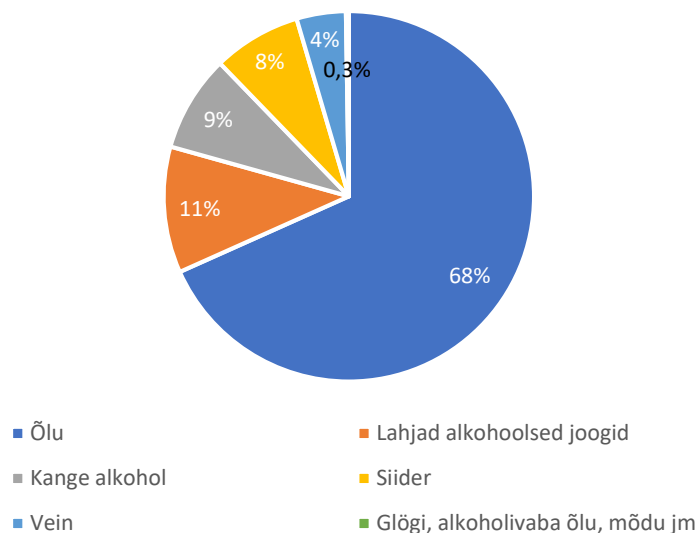
Otse toojate käest kogutud mittealkohoolsete jookide andmed saadi ainult kombucha kohta, mille toodetud kogus 2022. aastal oli kokku 60,7 tonni. Eesti Statistikaameti andmebaasist fermenteeritud mittealkohoolsete jookide kohta infot ei leitud.

Eestis 2022. aastal fermenteeritud tee koguseks oli 30kg, ning ka siin polnud Eesti Statistikaametist võrdlust vastavast kategooriast võtta.

Toojate käest kogutud äädika tootmiskoguste info põhjal saadi 2022. aastal toodetud äädikakoguseks 100 hektoliitrit. Eesti Statistikaameti andmebaasidest 2022. aasta äädika müüdüd

tööstustoodangu kogus oli 838 hektoliitrit, mis on tootjate käest saadud infost rohkem kui kaheksa korda suurem.

Kogutud alkoholsete jookide andmetest toodeti 11599 hektoliitrit, ning Eesti Statistikaameti (2022) andmete põhjal oli see 1978910 hektoliitrit. Eesti Statistikaameti andmete põhjal (joonis 7) sellest 68,3% oli õlu, seejärel oli 11% lahjad alkohoolsed joogid, 8,4% kange alkohol, 7,7% siider, 4,3% vein, 0,3% moodustasid glögi, alkoholivaba õlu, mõdu jm alkohoolsed joogid.



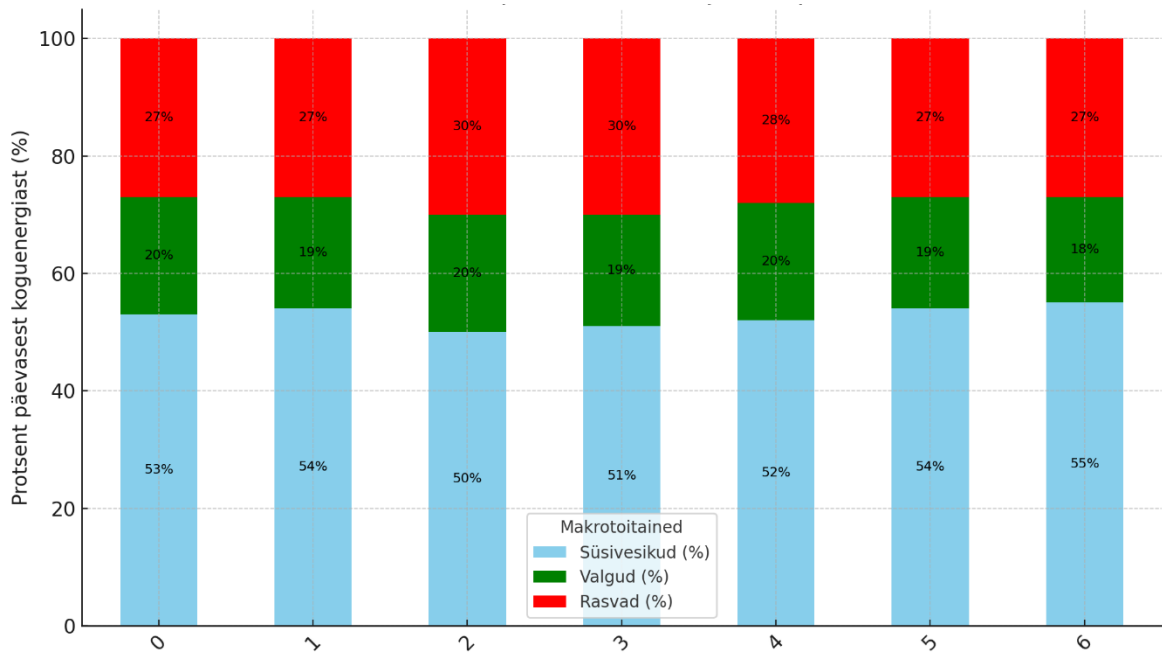
Joonis 2. Alkohoolsete jookide tootmine 2022. aastal Eesti Statistikaameti andmeil

Suurimad fermenteeritud toitade kategooriad Eestis on piimatooted ja teraviljatooted, mis moodustavad suure osa põhitoidust. Kui piimatooted süüakse üldjuhul kuumutamata, siis leivatooted on küpsetatud. Mõlemas rühmas on põhiohk piimhappelisel fermentatsioonil, milles tekivad orgaanilised happed, peamiselt piimhape, äädikhape, süsinikdioksiid ja erinevad aroomiühendid.

Antud töös ei ole arvestatud toiduainete ekspordi ja impordiga, seega ei kajasta toodangu kogused nende toitade tarbimiskoguseid.

### 2.3.2. Nädalamenüü ja selle analüüs

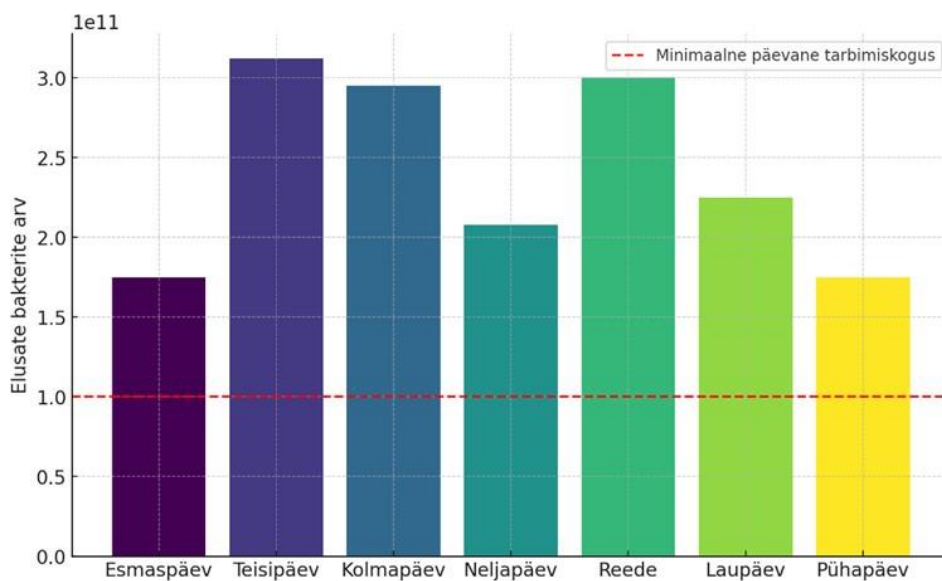
Koostatud tasakaalus nädalamenüü koos hapendatud toitudega on toodud lisa 1. Tulpdiagramm (Joonis 8) illustreerib koostatud menüü makrotoitainete - süsivesikute, valkude ja rasvade - protsentuaalset jaotust igapäevases koguenergia tarbimises. Iga tulp esindab erinevat nädalapäeva, mille jooksul on värvikoodidega diferentseeritud kolme makrotoitaine protsentuaalne osakaal: sinine süsivesikute, roheline valkude ja punane rasvade jaoks. Tulbad on jagatud sektsioonideks, mis kajastavad igas päevas tarbitud süsivesikute, valkude ja rasvade osakaalu päevasest tarbitud energiast. Tulpdiagrammilt (joonis 6) on näha, et tarbitud süsivesikute, valkude ja rasvade osakaal päevasest tarbitud energiast nädala lõikes on stabiilne. Süsivesikute kõikumine nädala jooksul on 5,1 protsendipunkti, valkudel 1,9 protsendipunkti ja rasvadel 3,4 protsendipunkti. Nädala keskmine tarbitud süsivesikute osakaal kogu tarbitud energiast on 52,8%, rasvadel 28,0% ja valkudel 19,1%. (vt Lisa 2) Menüü koostamisel aluseks võetud makrotoitainete osakaalu eesmärk on täidetud.



Joonis 8. Makrotoitainete protsentuaalne jaotus päeva kohta (kcal)

Menüü energiasalduse analüüs (Lisa 2) näitab nädala lõikes stabiilset tarbimist tasemel 2000 kcal päevas, kõikumisega vaid 0,94 kcal. Nädalamenüü keskmine tarbitud kiudainete kogus on 54,6 g, mis on minimaalsest tarbimissoovituse kogusest rohkem kui kaks korda suurem.

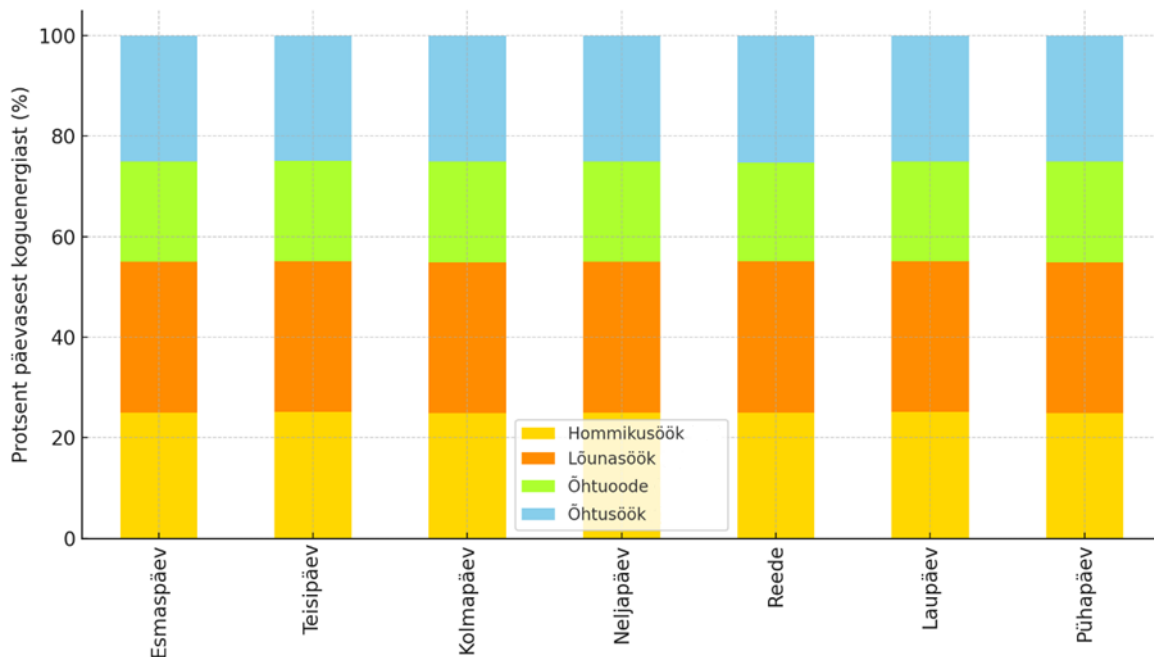
Eesmärgiks oli saada toidust võimalikult mitmekesine mikroorganismide hulk koguses üle  $10^{11}$  bakteri päevas. Lisas 9 ja joonisel 7 on näha hapendatud toodetest saadud bakterite arvud. Hapendatud tooteid, mis sisaldavad elusaid baktereid on tarbitud 18 toidukorral. Nädala lõikes on keskmiselt päevas tarbitud elusbakterite arvuks  $2,4 \cdot 10^{11}$ . Peamised baktereid sisaldavad toidud on fermenteeritud piimatooted, fermenteeritud köögiviljad ja fermenteeritud teraviljatooted.



Joonis 9. Nädala jooksul tarbitud elusate bakterite arv koostatud menüü alusel.

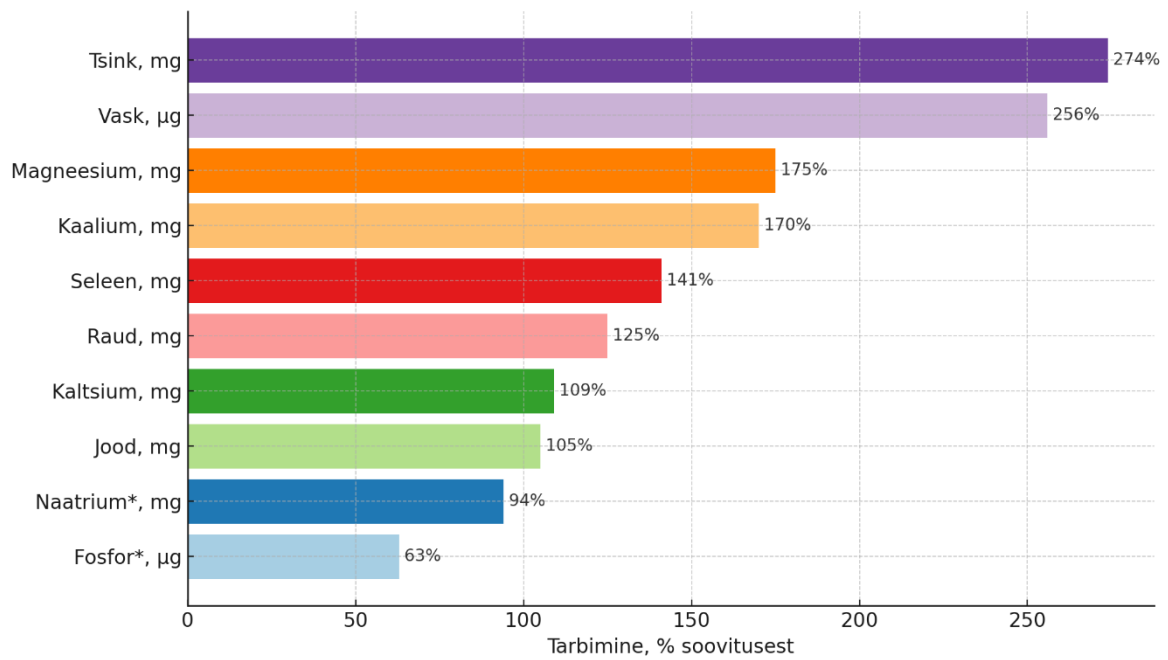
Rasvhapete osakaal tarbitud energiast keskmiselt nädalamenüüs on 28%, millest küllastunud rasvhapped moodustavad 7,4%, monoküllastamata rasvhapped 11,2% ja polüküllastamata rasvhapped 6,6%. Transrasvhappeid on ainult 0,38g. Antud rasvhapete osakaalud on vastavuses ka Eesti toitumis- ja liikumissoovitustega.

Jooniselt 10 on näha energia jaotumist toidukordadele, mis on väga stabiilne. Mõlemad nii hommiku- kui ka õhtusöök annavad päevasest energiavajadusest 25%, lõunasöök 30% ja vahepalad ülejäänud 20%. Stabiilsete energiasisaldustega toidukorrad hoiavad ka stabiilset täiskõhu tunnet. Vahepalade puhul pole vajalik kõike menüü toiduaineid korraga tarbida, vaid võib ka süüa mingi osa varem või hiljem, vastavalt enesetundele.



Joonis 10. Energia jaotumine toidukordadele protsentuaalselt

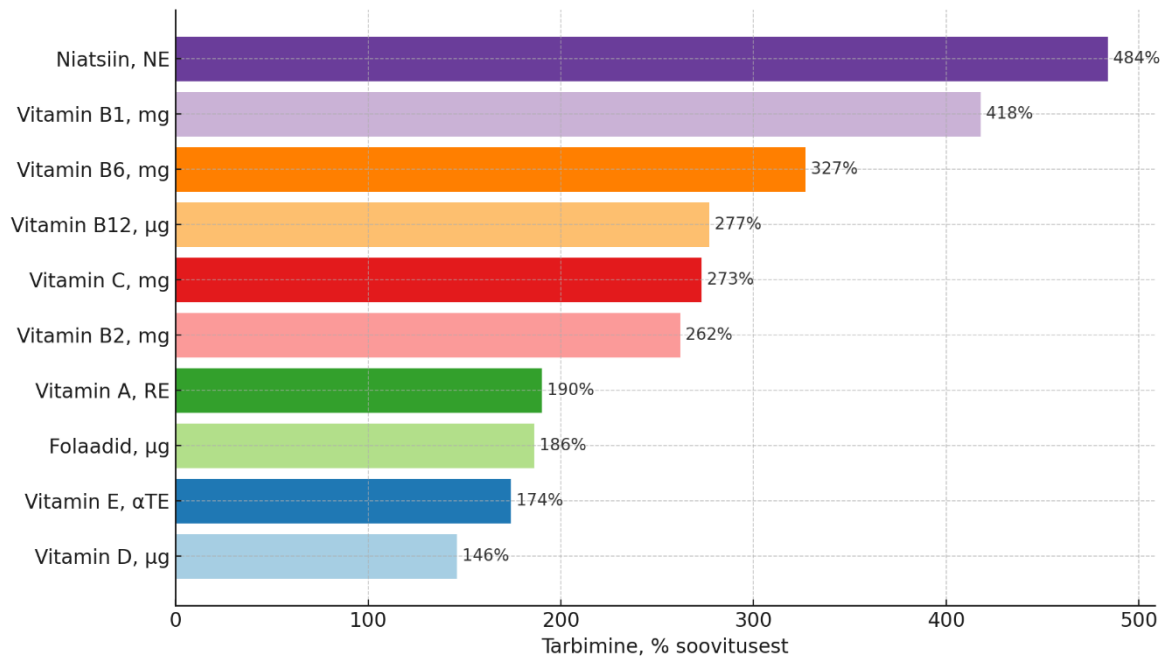
Joonis 11 kajastab menüü mineraalainete protsentuaalset sisaldust menüüs, arvestades, et minimaalne soovituslik kogus on 100%. Naatriumi ja fosfori puhul 100% näitab maksimaalset soovituslikku kogust. Joonise 5 põhjal saab öelda, et antud menüü katab ära kõik mineraalainete vajadused, ning naatriumi ja fosforit pole üle tarbitud. Tsingi ja vase peaaegu kolmekordselt suurem kogus minimaalsest soovitusel on tingitud sellest, et menüü sisaldab rikkalikult neid mineraale sisaldavaid toiduaineid. Tsinki leidub kalkunilihas, pähklites ja seemnetes (kreeka pähkel, mandlid, kõrvitsaseemned), täisteratoodetes (täisteraleib, täisterapasta, täisterariis), maitsepärmis ja keefiris. Vaske leidub samuti pähklites ja seemnetes, täisteratoodetes ja köögiviljades (spinat, kartul, seemned).



Joonis 11. Mineraalainete sisaldus (% minimaalsest soovituselt) 2000 kcal menüüs. \*100% on soovituslik tarbitav maksimum

Joonis 12 näitab nädala menüü keskmist vitamiinide sisaldust soovituselt. Kõik vitamiinide soovituslikud kogused on kaetud. Niatsiini ehk B<sub>3</sub>-vitamiini allikaks on menüüs kalkuniliha, täisteraleib ja -pasta ning pähklid, eriti mandlid ja kreeka pähklid. B<sub>1</sub>-vitamiini ehk tiamiini leidub rohkelt täisteratoodetes, lihas ja pähklites. B<sub>6</sub>-vitamiini allikateks on liha, täisteratooted, banaanid ja kõögiviljad. Olulised B<sub>12</sub>-vitamiini allikad menüüs on loomset päritolu tooted nagu liha ja piimatooted. C-vitamiini leidub menüüs puu- ja kõögiviljades, eriti apelsinides ja mustikates. Riboflaviini ehk B<sub>2</sub>-vitamiini allikateks on piimatooted, liha kui ka munad. A-vitamiini leidub porganides ja muud beeta-karoteeni sisaldavates kõögiviljades, mis organismis muunduvad A-vitamiiniks. Folaadid leidub rohelistest lehtkõögiviljadest ja täisteratoodetest. E-vitamiini allikateks on peamiselt pähklid ja seemned ning taimeõlid. Kuigi D-vitamiini on menüüs saadud kalade, piimatoodete ja munade kaudu, on Eesti kliimas D-vitamiini puudus üsna levinud, mistõttu soovitatakse D-vitamiini lisatarbimist toidulisandina, eriti talvekuudel, kui päikesevalgusest saadava D-vitamiini hulk on minimaalne. Antud menüüs pole ühtegi vitamiini tarbitud ebasoovituslikult kõrges koguses, kuid vitamiinide ületarbimisel võivad olla ohud ja negatiivsed mõjud sõltuvalt vitamiini liigist kui ka inimese individuaalsetest tervisenäitajatest. Rasvlahustuvad vitamiinid (A, D, E ja K) akumuleeruvad kehas ja nende liig võib viia terviseprobleemideni. Vesilahustuvad vitamiinid (C ja B-grupi vitamiinid) erituvad üldiselt organismist uriiniga ja nende üleannustamist esineb harvem.





Joonis 12. Vitamiinide sisaldus (% minimaalsest soovitusel) 2000 kcal menüüs

Tabelis 6 on näidatud soovitusliku portsjonite arvu toidugrupiti 2000 kcal energiavajadusega päeva kohta, koos menüüs olevate vastavate nädala keskmiste portsjonite arvuga. Näha on, et täisterarikkaid toite, nagu teraviljad ja kartuleid, on menüüs soovitude kohaselt. Samuti soovitudele vastavalt menüüs piima ja piimatooted ning kana, kala, liha ja muna portsjonid. Suhkru, magusate ja soolaste näkside portsjonid on soovitudest oluliselt madalamad (3,4 portsjonit), kuid selle asemel on kõrgemad köögiviljade, puuviljade ja marjade ning lisatavate toidurasvade, pähklite, seemnete ja õliviljade portsjonid, mis tegelikult on parem versioon portsjonite jaotusest. Mõistlikum on magusavajadust rahuldada hoopis puuviljade ja marjadega, ning soolaste näkside isu tekib vähem, kui süüa kõhtu täitvaid köögivilju ja häid rasvaallikaid nagu pähklid ja seemned. Selleks, et saada seemnetest vajalikud toitained kätte, tuleks neid närida täiesti peeneks.

Koostatud menüüsse on lisatud mitmel korral maitsepärmi, et anda toidule juurde maitset, vähendades soola lisamise vajadust. Soola soovituslik maksimaalne tarbimise kogus päevas nii meestel kui naistel on 6g, mistõttu saab päevane soola kogus kiiresti täis, sest soola leidub ka muudes toiduainetes (nt leib ja sai). Maitsepärm on inaktiveeritud kuivpärm helveste kujul, millel on pähkline ja juustune maitse. Maitsepärmi ei tohiks kuumtöödelda, vaid lisada toidule pärast toidu valmimist. Lisaks omapärasele maitsele, on maitsepärmis palju B-grupi vitamiine ja tsinki.

Tabel 6. Soovitusliku portsjonite arv toidugrupiti 2000 kcal energiavajadusega päeva kohta ja menüüs oleva portsjonite arvud vastava toidugrupi kohta

Toiduainete tarbimine toidugruppidest portsjosüsteemi alusel	Vajadus 2000 kcal korral	Menüüs
<b>Täisterarikkad toidud: teraviljatooted ja kartul</b>	7-9	9,0
leib, sepik (sai)	3-4	3,0
puudrud, riis makaronid jt.	2-4	3,5
kartul	1-2	1,8
<b>Puu-ja köögiviljad, marjad</b>	6-7	13,5
köögiviljad	3-5	8,6
puuviljad, marjad	2-3	4,8
<b>Piim- ja piimatooted</b>	2-3	2,0
<b>Kana, kala, liha, muna</b>	3-4	3,1
kala	1-2	2,3
kana, liha, maks	1-2	0,6
muna	0,5	0,2
<b>Lisatavad toidurasvad, pähklid, seemned ja õliviljad</b>	6-7	8,0
seemned, pähklid jm	1-2	3,7
õliviljad, õlid, võiderasvad (õli)	5	4,3
<b>Suhkur, magusad ja soolased näksid</b>	kuni 4	0,6

## Järeldused

Antud uurimistöö saab järeldada järgnevat:

- Eesti tootmisvõimekus pakub eestlastele laialdast juurdepääsu kohapeal toodetud fermenteeritud toitule. Tootmismahd on küllaldane ja tootevalik piisavalt mitmekesine, et pakkuda tarbijatele erinevaid valikuid. Selle tulemusena on eestlastel suurepärane võimalus integreerida oma igapäevasesse toitumisse kohalikke fermenteeritud toiduaineid, mis toetavad nii kohalikku majandust kui ka rahvatervist.
- Fermenteeritud toodete sortiment on Eestis lai. Toodetakse fermenteeritud piimatooteid, teraviljatooteid, köögiviljatooteid, kala- ja lihatooteid, fermenteeritud teed, alkohoolseid jooke, fermenteeritud (mittealkohoolseid) jooke ja äädikat. Nendest kõige enam toodetakse fermenteeritud teraviljatooteid, fermenteeritud piimatooteid ja alkohoolseid jooke.
- Menüü mitmekesistamine fermenteeritud ja elusmikroorganisme sisaldavate toitudega on jõukohane ülesanne igale inimesele. Tarbides päevas vähemalt 200g, kas fermenteeritud piimatooteid või köögivilju, saab toidust kätte vähemalt  $10^{11}$  elusat bakterit.

## Kokkuvõte

Fermenteeritud toite, mis tõenäoliselt tekkisid toiduainete säilitamisel, on söödud aastatuhandeid. Traditsioonilisteks Eesti hapendatud ja kääritatud toitudeks on hapukapsas, hapupiim, kali, leib, mõdu, hilisemal ajal ka hapukurgid, kohupiim, kasemahl ja juust.

Biokeemiliselt on fermentatsioon mikroorganismide osalusel toimuv süsivesikute lagundamine orgaanilisteks hapeteks, süsihappegaasiks, etanooliks ja aroomiühenditeks. Käärimine on alkoholi teke peamiselt pärmide osalusel. Hapendamine on peamiselt piimhappebakterite poolt piimhappe teke. Äädikhappe puhul eristatakse anaeroobset suhkrutest tekkivat äädikhappelist hapendamist ja etanooli oksüdatsioonist tulenevat äädikhappe teket. Fermentatsioonil saame uue kvaliteediga toidud, mis säilivad kauem, on kaitstud patogeenide ja roisubakterite tegevuse eest, on organoleptilistelt omadustelt rikkamad, kõrgema toiteväärtusega ja organismis hästi omastuvad. Fermenteeritud kuumtöötlemata toitudes sisalduvad mikroorganismid rikastavad ka sööja soolemikrobiootat ning läbi selle toetavad immuunsüsteemi ja sooletervist.

Antud lõputöö praktiliseks eesmärgiks oli välja selgitada milliseid fermenteeritud toite ja millistes kogustes Eestis toodetakse ja koostada nädalamenüü, mis sisaldaks fermenteeritud toite elusbakterite arvuga vähemalt  $10^{11}$  pmü päevas.

Fermenteeritud toitade tootmiskogused saadi nii otse tootjatelt või statistikaameti kodulehelt. Andmeid analüüsiti 9 toidugrupina. Kõige enam toodeti 2022 aastal fermenteeritud piimatooteid ja teraviljapõhiseid tooteid (leivad ja saiad), millele järgnesid fermenteeritud köögiviljad. Jookidest olid suurima tootmismahuga õlu, lahjad alkohoolsed joogid ja kange alkohol. Fermenteeritud köögiviljade, liha- ja kalatoodete hulk oli väiksem, kuid nende kogused menüüs on samuti väiksemad.

Koostatud nädalamenüüs olid elusbakterite peamiseks allikateks järgmised toidud: fermenteeritud piimatooted (keefir, jogurt, kohupiim, juust ja kodujuust) ja hapendatud köögiviljad (hapukapsas).

Käesolev lõputöö annab soovitusi, kuidas rikastada menüüd fermenteeritud toitudega. Oluline on, et inimesed teadvustaksid elusmikroobe sisaldavate toitade tähtsust tervisele ja tarbiks neid regulaarselt.

## Summary

Fermented foods, which likely originated from the preservation of foodstuffs, have been consumed for millennia. Traditional Estonian fermented foods include sauerkraut, fermented milk, kvass, bread, mead, and in later times, pickles, cottage cheese, birch sap, and cheese.

Biochemically, fermentation is the breakdown of carbohydrates into organic acids, carbon dioxide, ethanol, and aroma compounds by microorganisms. There are three main fermentation types. Alcohol fermentation is carried out by yeasts. Lactic fermentation by lactic acid bacteria yields mostly in lactic acid if homofermentative and lactic acid plus acetic acid, ethanol and carbon dioxide in heterofermentative and bifido pathways. Two ways of acetic fermentation comprise anaerobic fermentation from sugars and oxidation of ethanol. Fermentation results in foods of new quality and organoleptical properties, prolonged shelf life due to inhibition of pathogenic and spoilage bacteria, improved nutritional value, and better absorption. Fermented foods containing live microorganisms also enrich the consumers gut microbiota, thereby supporting the immune system and gut health.

The practical aim of this thesis was to find out which fermented foods are produced in Estonia and in what quantities, and to compile a weekly menu that includes fermented foods with at least  $10^{11}$  CFU of live bacteria per day.

The production quantities of fermented foods were obtained either directly from producers or from the website of Statistics Estonia (Eesti Statistikaamet). Data were analyzed in nine food groups. The most produced in 2022 were fermented dairy products and cereal-based products (ryebreads and wheatbreads), followed by fermented vegetables. The drinks with the highest production volumes were beer, light alcoholic beverages and strong alcohol. The amount of fermented vegetables, meat, and fish products was smaller, but their quantities in the menu are also smaller.

The main sources of live bacteria in the compiled weekly menu were fermented dairy products (kefir, yogurt, cottage cheese, cheese, and curd cheese) and fermented vegetables (sauerkraut).

This thesis provides recommendations on how to enrich the diet with fermented foods. It is important that people are aware of the importance of foods containing live microbes for health and consume them regularly.

## Kasutatud kirjandus

- Ano, Y., Ozawa, M., Kutsukake, T., Sugiyama, S., Uchida, K., Yoshida, A., & Nakayama, H. (2015). Preventive effects of a fermented dairy product against Alzheimer's disease and identification of a novel oleamide with enhanced microglial phagocytosis and anti-inflammatory activity. PLOS ONE. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118512>
- Anand, S., Kumari, S., Nout, M. J. R., & Sarkar, P. K. (2018). Preparation of antinutrients-reduced dhokla using response surface process optimisation. *Journal of Food Science and Technology*, 55(6), 2048–2058. <https://doi.org/10.1007/S13197-018-3119-9>
- Bojs, K. (2016). Hapendame hõrgutisi. Tänapäev.
- Caplice, E., & Fitzgerald, G.F. (1999). Food fermentations: Role of microorganisms in food production and preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 50(1-2), 131–149.
- Cuamatzin-García, L., Rodríguez-Rugarcía, P., El-Kassis, E. G., Galicia, G., Meza-Jiménez, M. L., Baños-Lara, M. D. R., Zaragoza-Maldonado, D. S., & Pérez-Armendáriz, B. (2022). Traditional Fermented Foods and Beverages from around the World and Their Health Benefits. *Microorganisms*, 10(6), 1151. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061151>
- Eesti Piimaliit. <http://www.piimaliit.ee/>
- Galland, L. (2014). The gut microbiome and the brain. *Journal of Medicinal Food*, 17(12), 1261–1272. <https://doi.org/10.1089/jmf.2014.7000>
- Giuseppina, Tatulli., Laura, Ruth, Cagliani., Francesca, Sparvoli., Milena, Brasca., Roberto, Consonni. (2023). NMR-Based Metabolomic Study on Phaseolus vulgaris Flour Fermented by Lactic Acid Bacteria and Yeasts. *Molecules*, 28(12):4864-4864. doi: 10.3390/molecules28124864
- Gullo, M., & Giudici, P. (2008). Acetic Acid Bacteria in the Food Industry: Systematics, Characteristics and Applications. *Food Technology and Biotechnology*, 46(4), 355–367. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6117990/>
- Gänzle, M. G. (2015). Lactic metabolism revisited: metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Current Opinion in Food Science*, 2, 106–117. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.03.001>
- Hutkins, R. W. (2018). *Microbiology and Technology of Fermented Foods*. Wiley-Blackwell.
- Ibrahim, S., Gyawali, R., Awaisheh, S., Ayivi, R., Silva, R., Subedi, K., ... & Krastanov, A. (2021). Fermented foods and probiotics: An approach to lactose intolerance. *Journal of Dairy Research*, 88(3), 357-365. <https://doi.org/10.1017/S0022029921000625>
- Keith, L., Manchester. (2007). Louis Pasteur, fermentation, and a rival. *South African Journal of Science*,
- Kuldjärv, R. (2023). Hapendamise aabits. Kirjastus Pegasus.
- Lewis, M.J. & Bamforth, C.W. (2006). *Essays in Malting and Brewing Science*. Springer.
- Liivimaa Maitсед. <https://flavoursoflivonia.com/et>
- Maicas S. (2020). The Role of Yeasts in Fermentation Processes. *Microorganisms*, 8(8), 1142. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8081142>

- McMurtrie, E. K., & Johanningsmeier, S. D. (2018). Commercial Cucumber Fermentation Produces Large Volumes of Salty Wastewater. *Journal of Food Quality*, 2018, 8051435. <https://doi.org/10.1155/2018/8051435>
- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2018). *Brock Biology of Microorganisms*. Pearson.
- Marco, M. L., Heeney, D. D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., Gänzle, M. G., Kort, R., Pasin, G., Pihlanto, A., Smid, E. J., & Hutkins, R. W.. (2017). Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. 44. <https://doi.org/10.1016/J.COPBIO.2016.11.010>
- Melini, F., Melini, V., Luziatelli, F., Ficca, A. G., & Ruzzi, M. (2019). Health-Promoting Components in Fermented Foods: An Up-to-Date Systematic Review. *Nutrients*, 11(5), 1189. <https://doi.org/10.3390/nu11051189>
- Montet, D., Loiseau, G., & Zakhia-Rozis, N. (2006). Microbial Technology of fermented vegetables. In R.C. Ray & O.P. Ward (Eds.), *Microbial Biotechnology in Horticulture* (Vol. 1, pp. 309–343). Science Publishers Inc.
- Mushtaq, M., Zaman, G., & Jafri, S. A. (2021). Production of Acetic Acid by Fermentation Using Sugar Beet Molasses. *Open Access Journal of Biogeneric Science and Research*, 9(1). <https://doi.org/10.46718/JBGSR.2021.10.000232>
- Nabil, Husaini, Mohd, Kamalul, Abrar., Juliana, Md, Jaffri. (2023). The health benefits of fermented food: a narrative review. *Malaysian Journal of Science. Series B, Physical & Earth Sciences*, 42(1):78-91. doi: 10.22452/mjs.vol42no1.8
- Niiberger, T. (2016). Hapendamine. Kurkidest ja kapsastest arbuuside ja viinamarjadeni. Sinisukk.
- Nurul, Hawa, Ahmad., Jamilah, Syafawati, Yaacob., Sarina, Abdul, Halim, Lim., Muhamad, Hafiz, Abd, Rahim. (2023). Food processing to reduce antinutrients in plant-based foods. *international food research journal*, 30(1):25-45. doi: [10.47836/ifrj.30.1.02](https://doi.org/10.47836/ifrj.30.1.02)
- Pitsi, T., Zilmer, M., Vaask, S., et al. (2017). Eesti toitumis- ja liikumissoovitused 2015. Tervise Arengu Instituut.
- Rafael, Torres-Guardado., Braulio, Esteve-Zarzoso., Cristina, Reguant., Albert, Bordons. (2021). Microbial interactions in alcoholic beverages.. *International Microbiology*, 1-15. doi: 10.1007/S10123-021-00200-1
- Ray, R. C., & Didier, M. (2014). *Microorganisms and Fermentation of Traditional Foods*. CRC Press.
- Reddy, N.R., & Pierson, M.D. (1994). Reduction in antinutritional and toxic components in plant foods by fermentation. *Food Research International*, 27(3):281-290. doi: 10.1016/0963-9969(94)90096-5
- Shah, A. M., Tarfeen, N., Mohamed, H., & Song, Y. (2023). Fermented Foods: Their Health-Promoting Components and Potential Effects on Gut Microbiota. *Fermentation*, 9(2), 118. <https://doi.org/10.3390/fermentation9020118>
- Slyepchenko, A., Maes, M., Jacka, F. N., Köhler, C. A., Barichello, T., McIntyre, R. S., Berk, M., Grande, I., Foster, J. A., Vieta, E., & Carvalho, A. F. (2017). Gut Microbiota, Bacterial Translocation, and Interactions with Diet: Pathophysiological Links between Major Depressive Disorder and Non-Communicable Medical Comorbidities. *Psychotherapy and psychosomatics*, 86(1), 31–46. <https://doi.org/10.1159/000448957>

Eesti Statistikaamet (2023). TO66: TÖÖSTUSTOODANG | Näitaja, Toode (TTL) ning Vaatlusperiood [statistika andmebaas]. Vaadatud 24.12.2023  
[https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus\\_\\_toostus/TO66](https://andmed.stat.ee/et/stat/majandus__toostus/TO66)

Sudalyandi, K., Jeyakumar, R. (2022). Fermentation. In: Biofuel Production Using Anaerobic Digestion. Green Energy and Technology. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-3743-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-19-3743-9_6)

Tavakoli, M., Habibi Najafi, M. B., & Mohebbi, M. (2019). Effect of the milk fat content and starter culture selection on proteolysis and antioxidant activity of probiotic yogurt. *Heliyon*, 5(2), e01204. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01204>

Voidarou, C., Antoniadou, M., Rozos, G., Tzora, A., Skoufos, I., Varzakas, T., Lagiou, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Fermentative Foods: Microbiology, Biochemistry, Potential Human Health Benefits and Public Health Issues. *Foods* (Basel, Switzerland), 10(1), 69. <https://doi.org/10.3390/foods10010069>



## Lisad

**Lisa 1.** Nädalane hapendatud toitudega näidismenüü valmistamisjuhenditega

Esmaspäev		
Hommikusöök	Kogus	Valmistamine
Keefir, R 2,5%	200 g	Keeda kaerahelbed vees pehmeks. Serveeri koos marjade ja banaaniga. Kõrvale joo tassit keefirit.
Kaerahelbed, kuivaine	57 g	
Vesi	100 g	
Banaan	100 g	
Kreeka pähklid	5 g	
Mandlid	5 g	
Mustikad, külmutatud	50 g	
<b>Lõunasöök</b>		Keeda 78g täisteramakaronid vees pehmeks. Prae 93g kalkuniliha pannil oliiviõlis. Enne kalkuni valmimist lisa pannile ka 118g spinat ning kúpseta natuke veel. Lisa juurde keedetud makaronid, aurutatud brokoli ja maitsesta jodeeritud soolaga. Kõrvale söö mittekuumtöödeldud hapukapsast.
Brokoli, aurutatud	150 g	
Oliiviõli, külmpressitud / kuumpressitud	14 g	
Sool, jodeeritud	2 g	
Kalkuniliha, keskmiselt, nahata, kuumtöödeldud	70 g	
Makaronid, täisteranisujahust, keedetud	150 g	
Hapukapsas	150 g	
Spinat, kuumtöödeldud	100 g	Hummuse valmistamiseks lisa köögikombaini 80g keedetud kikerherneid, 3g köömneid, 1g küüslauku, 23g paprikat, 4g värsket peterselli, 4g piiniaseemneid, 4g rapsiõli, 3g seesamipastat ja 6g sidrunimahla. Töötle ühtlaseks massiks ja kasuta seda dipina teiste köögiviljade söömiseks. Kõrvale joo ilma lisatud suhkruta taimset teed.
<b>Õhtuode</b>		
Taimetee, valmis jook, suhkruta	250 g	
Hummus, paprika ja köömnetega	125 g	
Porgand	75 g	
Nuikapsas	75 g	
Kurk	75 g	
Paprika, punane	75 g	
Apelsin	198 g	
Parapähklid	6 g	
<b>Õhtusöök</b>		Kuumuta potis 44g sibulat, 132g kõrvitsat, 106g kartulit, 72g porgandit ja 18g kuivatatud läätsesid ning 92g vett. Lisa 18 kõrvitsaseemneid ja 2g köömneid. Hauta pehmenemiseni. Püreesta saumikseriga, maitseta 2g värsket peterselliga, 2g tilliga ja 15g maitsepärmiga.
Kõrvitsapüreesupp, läätsedega	400 g	
Leib, keskmiselt, täisterarukkijahust	68 g	
Maitsepärm, kuivaine, tüüp 'Bon Soya'	15 g	

**Lisa 1 järg.** Nädalane hapendatud toitudega näidismenüü valmistamisjuhenditega

Teisipäev		
Hommikusöök	Kogus	Valmistamine
Leib, keskmiselt, täisterarukkijahust	68 g	Tee endale kolm võileiba kahest täisteraleiva viilust ja ühest sepiku viilust. Söö kõrvale ka üks greip.
Sepik, mitmeviljajahust	17 g	
Emmentali juust, R 30%	23 g	
Kodujuust, maitsestatamata, R 4% - 5%	100 g	
Lehtsalat	40 g	
Sink, veiselihast	20 g	
Tomat	50 g	
Hapukurk	100 g	
Greip	200 g	
<b>Lõunasöök</b>		
Lõhe, kuumtöödeldud	70 g	
Riis, täistera, keedetud	171 g	
Hapukapsas	100 g	
Keefir, R 2,5%	150 g	
Lehtkapsas, kuumtöödeldud	100 g	Sega vähemalt 30 minutit enne tarbimist tšiiaseemned maitsestatamata jogurtiga, et need jõuaksid paisuda. Serveeri jogurtit koos sarapuupähklitega, pirnikuubikute ja vaarikatega. Lõika õun sektoriteks ja söö neid koos maapähklivõiga.
<b>Õhtuode</b>		
Jogurt, maitsestatamata, R 2,5% - 3%	150 g	
Õun	100 g	
Pirn	123 g	
Vaarikad, külmutatud	15 g	
Maapähklivõie	12 g	
Sarapuupähklid	10 g	
Tšiiaseemned	8 g	
<b>Õhtusöök</b>		
Kalkuniliha, kintsuliha, nahata, toores	23 g	
Bataat, toores	298 g	
Ananass	23 g	
Ingverijuur, värsk	1 g	
Küüslauk	1 g	
Läätsed, kuivatatud	15 g	
Oliiviõli, külmpressitud / kuumpressitud	6 g	
Porgand	29 g	
Sool, jodeeritud	0 g	
Tomat, purustatud, konserveeritud	29 g	
Vesi	58 g	

## Lisa 1 järg. Nädalane hapendatud toitudega näidismenüü valmistamisjuhenditega

Kolmapäev		
Hommikusöök	Kogus	Valmistamine
Tortilja, täisteranisujahust	52 g	Tee avokaadost ja kodujuustust ühtlane mass ja määri see täisteratortiljale. Lao juurde ka teised komponendid ja keera tortilja rulli. Juurde joo keefirit.
Avokaado	76 g	
Sink, kalkunilihist, R 4%	24 g	
Kodujuust, maitsestatamata, R 4% - 5%	40 g	
Tomat	100 g	
Lehtsalat	55 g	
Keefir, R 2,5%	150 g	
Kurk	55 g	
Mungoa idud	55 g	
<b>Lõunasöök</b>		
Porgand	150 g	
Hapukapsas	200 g	
Vesi	300 g	
Piim, R 2,5%	50 g	
Kanaliha, rinnafilee, kuumtöödeldud	75 g	
Kartul, kooreta, toores	150 g	
Või, keskmiselt, R 82% (küllastunud r.h. 52 g)	7 g	
Leib, keskmiselt, täisterarukkijahust	34 g	
Pastinaak	117 g	
Sool, jodeeritud	1 g	
Sepik, mitmeviljajahust	26 g	
<b>Õhtuode</b>		Sega keefirisse kamajahu, linaseemned, mandlid, jõhvikad ja maasikad.
Keefir, R 2,5%	200 g	
Kamajahu	32 g	
Mesi	20 g	
Jõhvikad	20 g	
Maasikad, külmutatud, suhkruta	65 g	
Mandlid	8 g	
Linaseemned	6 g	
<b>Õhtusöök</b>		Keeda tatar puljongis pehmeks. Prae oliiviõlis pannil sibul ja küüslauk, ning lisa natukese aja pärast juurde ka seemned. Prae veel mõni minut ja lisa juurde tatar. Maitsesta vetikalehtede ja maitsepärmiga.
Mugulsibul	40 g	
Küüslauk	5 g	
Tatar, röstimata, kuivaine	76 g	
Oliiviõli, külmpressitud / kuumpressitud	5 g	
Segaseened, toored	100 g	
Puljong, liha, kontidest	200 g	
Maitsepärm, kuivaine, tüüp 'Bon Soya'	4 g	
Vetikalehed, kuivatatud, Nori	4 g	

## Lisa 1 järg. Nädalane hapendatud toitudega näidismenüü valmistamisjuhenditega

Neljapäev			
Hommikusöök	Kogus	Valmistamine	
Neljaviiljahelbed, kuivaine	53 g	Keeda neljaviljahelbed vees pehmeks. Tee kahest täisteraleiva viilust kuumsuitsutatud lõhe ja kurgiga võileivad. Juurde söö veel parapähklit ja joo keefirit.	
Kurk	40 g		
Keefir, R 2,5%	150 g		
Vesi	150 g		
Parapähklid	5 g		
Lõhe, kuumsuitsutatud, R 8,7%	30 g		
Leib, keskmiselt, täisterarukkijahust	70 g		
<b>Lõunasöök</b>			Keeda 60g täisterariisi 80g vees. Pruunista pannil oliiviõlis hakitud sibul. Seejärel lisa broilerisüdamed ja pruunista natuke veel. Lisa puhastatud ja tükeldatud porgandid, purustatud tomatid ja puljong. Lase haududa kaane all 20-30 minutit. Maitsesta soola, pipra ja tilliga.
Broilerisüda, toores	100 g		
Mugulsibul	25 g		
Porgand	50 g		
Tomat, purustatud, konserveeritud	50 g		
Must pipar, purustatud või jahvatatud	1 g		
Sool, jodeeritud	1 g		
Riis, täistera, keedetud	133 g		
Oliiviõli, külmpressitud / kuumpressitud	10 g		
Till, värsked	3 g		
Puljong, liha, kontidest	200 g		
<b>Õhtuode</b>		Sega omavahel kokku kohupiim ja jogurt. Tee kahvliga banaan püreeks ja sega kohupiima-jogurti segusse magususe andmiseks. Lisa juurde mustad sõstrad, kirsid ja mandlid.	
Kohupiim, maitsestatamata, R 1%	115 g		
Jogurt, maitsestatamata, R 2,5% - 3%	150 g		
Mustad sõstrad	40 g		
Kirsid / Murelid	60 g		
Banaan	100 g		
Mandlid	10 g		
<b>Õhtusöök</b>		Kuumuta pannil rapsiõli ja pruunista sibul. Seejärel lisa juurde kõrvitsa kuubikud ja eelnevalt leotatud odrakruubid ning prae veidi veel. Lisa juurde puljong, värsked salvei, sool ja pipar. Keeda senikaua kuni odrakruup on pehme. Kui orsotto on valmis sega juurde ka maitsepärm.	
Odrakruubid, kuivaine	80 g		
Kõrvits	300 g		
Mugulsibul	30 g		
Rapsiõli	5 g		
Puljong, liha, kontidest	200 g		
Salvei, värsked	2 g		
Sool, jodeeritud	1 g		
Must pipar, purustatud või jahvatatud	0,5 g		
Maitsepärm, kuivaine, tüüp 'Bon Soya'	5 g		

## Lisa 1 järg. Nädalane hapendatud toitudega näidismenüü valmistamisjuhenditega

Reede			
Hommikusöök	Kogus	Valmistamine	
Kaerahelbed, kuivaine	45 g	Sega eelnevalt õhtul kõik komponendid, et saada hommikuks üleeõpuder.	
Kaerakliid	21 g		
Tšiiseemned	10 g		
Kreeka jogurt, maitsestatamata, R 0,35%	150 g		
Mango	100 g		
Kookoshelbed	15 g		
<b>Lõunasöök</b>		Leota odrakrupe vähemalt 2h külmas vees. Seejärel keeda need pehmeks. Kuumuta pannil õli ja pruunista sellel sibul. Seejärel lisa veisehakkliha, riivitud porgand, sool ja pipar ning küpseta kuni hakkliha on valmis. Serveeri koos värskel hapukapsaga ja söö kõrvale üks täisteraleib.	
Hapukapsas	200 g		
Odrakruubid, kuivaine	80 g		
Porgand	65 g		
Mugulsibul	50 g		
Vesi	500 g		
Must pipar, purustatud või jahvatatud	1 g		
Oliiviõli, külmpressitud / kuumpressitud	12 g		
Sool, jodeeritud	3 g		
Leib, keskmiselt, täisterarukkijahust	35 g		
Veisehakkliha, toores, R 7%	65 g		
<b>Õhtuode</b>			Sega omavael keefir, kamajahu ja linaseemned. Banaani võid eelnevalt kahvliga püreestada ja segada eelnevale juurde või võid lisada ka viilutatuna. Lisa juurde ka mustad sõstrad ja maasikad.
Keefir, R 2,5%	250 g		
Mustad sõstrad	70 g		
Maasikad, külmutatud, suhkruta	70 g		
Banaan	70 g		
Linaseemned	10 g		
Kamajahu	20 g	Kalla poti põhja pisut õli ja tükelda kanaliha. Pruunista, lisa hakitud sibulad, tükeldatud porgand, hakitud küüslauk. Prae mõned minutid. Kalla juurde riis, läätsed ja purustatud tomatid. Vala peale kuum vesi. Keera kuumust vähemaks ja lase toidul kaane all haududa. Kui riis on peaaegu pehme, lisa sidrunimahla ja paprikakuubikud. Hauta, kuni riis on pehme. Lisa maitsepärm ja maitseroheline.	
<b>Õhtusöök</b>			
Kanaliha, rinnafilee, toores	94 g		
Küüslauk	7 g		
Läätsed, kuivatatud	14 g		
Maitsepärm, kuivaine, tüüp 'Bon Soya'	14 g		
Mugulsibul	33 g		
Paprika, punane	38 g		
Petersell, värskel	9 g		
Porgand	38 g		
Rapsiõli	9 g		
Riis, täistera, kuivaine	47 g		
Sidrunimahla / Laimimahla, värskel	7 g		
Tomat, purustatud, konserveeritud	47 g		
Vesi	188 g		

## Lisa 1 järg. Nädalane hapendatud toitudega näidismenüü valmistamisjuhenditega

Laupäev			
Hommikusöök	Kogus	Valmistamine	
Peet, keedetud (toiduaine)	100 g	Lõika peet, kartul, muna ja kurk väikesteks 1x1 cm kuubikuteks. Vala kuubikutele keefir peale ja sega supp hoolega läbi. Enne serveerimist puista supile hakitud tilli ja sibulapealseid. Kõrvale söö 2 täisteraleivaviilu.	
Kartul, keedetud, soolata	90 g		
Muna, keedetud	50 g		
Kurk	50 g		
Till, värskel	5 g		
Roheline sibul	10 g		
Leib, keskmiselt, täisterarukkijahust	70 g		
Keefir, R 2,5%	300 g		
<b>Lõunasöök</b>			Keeda 80g täisterariisi 104g vees pehmeks. Pannil kuumuta oliiviõli ja küpseta heigifilee. Värskel salati jaoks sega omavael peenelt tükeldatud sibul, hapukapsas, jõhvikad ja väikesed õunakuubikud või riivitud õun. Toidu juurde lisa ka aurutatud lillkapsas ja brokoli.
Hapukapsas	150 g		
Mugulsibul, punane	25 g		
Jõhvikad	30 g		
Õun	55 g		
Heik, kuumtöödeldud	110 g		
Lillkapsas, aurutatud	70 g		
Brokoli, aurutatud	70 g		
Riis, täistera, keedetud	175 g		
Sool, jodeeritud	1 g		
Oliiviõli, külmpressitud / kuumpressitud	10 g		
<b>Õhtuode</b>		Keeda 46g kinoad 112g vees pehmeks. Sega kokku kõik salati komponendid ja söö slati kõrvale 2 sepikuviliu.	
Virsik / Nektariin	150 g		
Õun	260 g		
Tume šokolaad, 70% kakaod, tüüp 'Kalev', 'Laima'	12 g		
Maapähkiviõie	10 g		
Pistaatsiapähklid	14 g		
<b>Õhtusöök</b>			
Rukola	100 g		
Maitseainesegu, sidrunipipar	1 g		
Redis	30 g		
Sidrunimahla / Laimimahla, värskel	3 g		
Kõrvitsaseemned, kuivatatud	5 g		
Sepik, mitmeviljajahust	26 g		
Kõrvits, kuumtöödeldud	90 g		
Oliiviõli, külmpressitud / kuumpressitud	5 g		
Sool, jodeeritud	1 g		
Porgand, keedetud	50 g		
Kikerherned, kuivatatud, keedetud	75 g		
Kinoa, keedetud	150 g		
Mais, külmutatud	20 g		

## Lisa 1 järg. Nädalane hapendatud toitudega näidismenüü valmistamisjuhenditega

Pühapäev		
Hommikusöök	Kogus	Valmistamine
Hapupiim, R 2,5%	160 g	Hapupiima-banaanipannkookide jaoks purusta kahvliga banaan ja sega see hapupiima, muna, kaerajahu, söögisooda ja soolaga. Tõsta segu lusikaga pannile ja küpseta väikesed pannkoogid. Söö juurde ka üks apelsin.
Muna, toores	28 g	
Kaerajahu, täistera	50 g	
Söögisooda	3 g	
Banaan	146 g	
Sool, jodeeritud	1 g	
Apelsin	150 g	
<b>Lõunasöök</b>		Keeda kanast puljong. Kuumuta kergelt õlis sibul ja porgand. Lisa kartul, porgand, külmutatud köögiviljad, kapsas ja läätsed puljongisse ja keeda kuni köögiviljad on pehmed. Söö juurde üks viil täisteraleiba koos avokaado viiludega ja õuna viile.
Kanaliha, kintsuliha, nahata, toores	40 g	
Kartul, kooreta, toores	75 g	
Külmutatud köögiviljad	75 g	
Läätsed, kuivatatud	30 g	
Mugulsibul	25 g	
Peakapsas, valge	30 g	
Porgand	50 g	
Rapsiõli	5 g	
Vesi	250 g	
Leib, keskmiselt, täisterarukkijahust	35 g	
Avokaado	37 g	
Õun	300 g	
<b>Õhtuode</b>		Sega mesi jogurtisse ja lisa peale müsli, pekanipähklid ja mandlid. Söö kõrvale ka melonit.
Melon, erinevad liigid	150 g	
Jogurt, maitsestatamata, R 2,5% - 3%	100 g	
Mesi	10 g	
Müsli	40 g	
Pekanipähklid	8 g	
Mandlid	10 g	Kartulipudru valmistamiseks on vaja 200g keedetud kartulit tampida püreeks ja juurde lisada 50g piima. Maitsesta kartuliputru maitsepärmiga. Kuumuta pannil 4g rapsiõli ja prae selles räimed. Hapukapsa-porgandisalat valmistamiseks sega oma vahel kokku 60g riivitud porgadit ja 90 hapukapsast.
<b>Õhtusöök</b>		
Räim, praetud, õliga	136 g	
Kartulipuder, lisatud rasvaineta (piim R 2,5%)	250 g	
Hapukapsa-porgandisalat	150 g	
Maitsepärm, kuivaine, tüüp 'Bon Soya'	10 g	

**Lisa 2. Näidismenüü energia ja toitainete sisaldused päeviti, keskmiselt, soovitud ja võrdlus soovituslega**

Toitaine	Keskmine	Soovituslik	% soovitusest	Esmaspäev	Teisipäev	Kolmapäev	Neljapäev	Reede	Laupäev	Pühapäev
Energia, kcal	2000	2000	100%	2000	2000	1999	2000	2000	2000	2000
Kiudained, g	54,5	min. 25	100%	64,2	56,1	49,8	55,8	56,5	54,9	44,2
Süsivesikud, %TE	52,8	50 - 60	100%	52,6	54,1	50,2	51,3	51,8	54,5	55,3
Rasvad, %TE	28,0	25 - 35	100%	27,5	27,0	29,9	30,0	28,3	26,6	26,8
Valgud, %TE	19,1	10 - 20	100%	19,8	18,9	19,9	18,7	19,9	18,7	18,0
Kolesterool, mg	191	max. 300	100%	85,9	157	145	228	138	285	300
Ktud rh, %E	7,4	max. 10	100%	5,1	8,9	8,7	7,3	8,9	6,9	5,8
Mkta rh, %E	11,2	10 - 20	100%	11,3	10,0	12,1	12,1	10,4	11,2	11,5
Pkta rh, %E	6,6	5 - 10	100%	7,9	5,6	6,3	8,1	6,5	5,6	6,1
Naatrium, mg	2266	575 - 2400	100%	2014	2157	2398	2308	2389	2392	2204
Kaalium, mg	5262	min. 3100	100%	6359	4908	5891	4153	4752	5601	5168
Kaltsium, mg	979	min. 900	100%	966	1162	959	925	957	979	905
Magneesium, mg	560	min. 320	100%	670	465	597	480	593	623	490
Fosfor, mg	1892	max. 3000	100%	1985	1775	1912	1755	2112	1818	1888
Raud, mg	18,7	min. 15	100%	22,7	15,2	16,0	15,1	20,3	22,5	18,9
Tsink, mg	24,7	min. 9	100%	38,7	12,3	20,3	23,5	36,3	12,8	28,6
Vask, mg	2,3	min. 0.9	100%	2,5	2,3	2,7	2,2	2,3	2,3	1,6
Jood, µg	158	min. 150	100%	187	154	162	143	152	150	160
Seleen, µg	70,7	min. 50	100%	62,3	82,0	57,4	59,8	79,3	78,1	76,2
Vitamiin A, RE	1329	min. 700	100%	1609	2489	1581	817	954	771	1083
Vitamiin D, µg	14,6	min. 10	100%	8,2	12,7	17,6	9,1	13,4	14,2	27,2
Vitamiin E, αTE	13,9	min. 8	100%	18,5	11,2	16,7	13,6	9,8	12,9	14,5
Vitamiin B1, mg	4,6	min. 1.1	100%	9,3	1,3	3,4	4,3	6,3	1,6	6,1
Vitamiin B2, mg	3,4	min. 1.3	100%	5,2	1,9	2,8	3,6	4,6	1,8	4,1
Niatsiin, NE	72,6	min. 15	100%	115	38,0	68,4	65,5	106,9	32,8	82,0
Vitamiin B6, mg	4,9	min. 1.5	100%	8,5	3,1	3,8	3,8	6,6	2,2	6,4
Folaadid, µg	745	min. 400	100%	1388	486	701	501	748	651	740
Vitamiin B12, µg	8,3	min. 3	100%	3,4	8,0	4,1	10,0	5,0	5,4	22,2
Vitamiin C, mg	273	min. 100	100%	561	295	172	151	299	227	204
Soola ekvivalent, g	5,5	1.438 - 6	100%	5,0	5,4	5,6	5,0	6,0	6,0	5,5

**Lisa 3.** Nädalamenüü päevade energiasisalduse, makrotoitainete ja hapendatud toiduainetest saadud bakterite arv toidukordades.

<b>Esmaspäev</b>					
Toitaine	Kokku	Hommikusöök	Lõunasöök	Õhtuode	Õhtusöök
Energiasisaldus, kcal	2000,28	499,15	601,45	399,81	499,87
Energiasisaldus, (% päevast)	100,00	24,95	30,07	19,99	24,99
Süsivesikud, kokku, g	295,67	77,13	73,01	63,29	82,23
Rasvad, g	61,15	15,37	19,68	14,85	11,26
Kiudained, g	64,16	10,66	12,60	21,10	19,80
Valgud, g	99,23	18,41	39,70	13,81	27,31
PMÜ	1,75*10 <sup>11</sup>	1*10 <sup>11</sup>	7,5*10 <sup>10</sup>		
<b>Teisipäev</b>					
Toitaine	Kokku	Hommikusöök	Lõunasöök	Õhtuode	Õhtusöök
Energiasisaldus, kcal	1999,78	501,29	599,78	399,68	499,03
Energiasisaldus, (% päevast)	100,00	25,07	29,99	19,99	24,95
Süsivesikud, kokku, g	300,17	66,85	77,78	57,52	98,02
Rasvad, g	60,10	13,92	19,08	18,51	8,59
Kiudained, g	56,06	12,59	9,45	21,88	12,14
Valgud, g	94,36	33,52	34,04	13,01	13,80
PMÜ	3,12*10 <sup>11</sup>	1,12*10 <sup>11</sup>	1,25*10 <sup>11</sup>	7,5*10 <sup>10</sup>	
<b>Kolmapäev</b>					
Toitaine	Kokku	Hommikusöök	Lõunasöök	Õhtuode	Õhtusöök
Energiasisaldus, kcal	1999,34	496,72	600,64	400,75	501,23
Energiasisaldus, (% päevast)	100,00	24,84	30,04	20,04	25,07
Süsivesikud, kokku, g	276,46	49,05	96,66	60,12	70,63
Rasvad, g	66,41	25,01	11,29	13,11	17,00
Kiudained, g	49,78	9,97	17,76	8,99	13,06
Valgud, g	99,29	24,05	37,11	15,17	22,96
PMÜ	2,95*10 <sup>11</sup>	9,5*10 <sup>10</sup>	1*10 <sup>11</sup>	1*10 <sup>11</sup>	
<b>Neljapäev</b>					
Toitaine	Kokku	Hommikusöök	Lõunasöök	Õhtuode	Õhtusöök
Energiasisaldus, kcal	2000,11	500,38	599,33	399,67	500,73
Energiasisaldus, (% päevast)	100,00	25,02	29,96	19,98	25,04
Süsivesikud, kokku, g	284,77	81,71	64,44	61,50	77,12
Rasvad, g	66,67	12,08	27,29	10,72	16,58
Kiudained, g	55,77	14,18	10,57	15,17	15,84
Valgud, g	93,47	23,18	29,26	22,34	18,68
PMÜ	2,08*10 <sup>11</sup>	7,5*10 <sup>10</sup>		1,33*10 <sup>11</sup>	
<b>Reede</b>					
Toitaine	Kokku	Hommikusöök	Lõunasöök	Õhtuode	Õhtusöök
Energiasisaldus, kcal	1999,51	499,90	602,55	392,24	504,82
Energiasisaldus, (% päevast)	100,00	25,00	30,13	19,62	25,25
Süsivesikud, kokku, g	287,35	73,42	90,26	61,62	62,05
Rasvad, g	62,85	18,14	19,30	11,73	13,68
Kiudained, g	56,47	18,03	16,04	11,76	10,65

Valgud, g	99,48	19,76	25,10	15,92	38,70
PMÜ	$3 \cdot 10^{11}$	$7,5 \cdot 10^{10}$	$1 \cdot 10^{11}$	$1,25 \cdot 10^{11}$	
<b>Laupäev</b>					
Toitaine	Kokku	Hommikusöök	Lõunasöök	Õhtuode	Õhtusöök
Energiasisaldus, kcal	2000,17	501,75	599,54	399,28	499,60
Energiasisaldus, (% päevast)	100,00	25,09	29,97	19,96	24,98
Süsivesikud, kokku, g	303,49	72,85	87,86	60,18	82,61
Rasvad, g	59,17	14,15	13,89	16,84	14,30
Kiudained, g	54,91	11,04	12,84	11,58	19,45
Valgud, g	93,56	26,28	38,51	8,29	20,48
PMÜ	$2,25 \cdot 10^{11}$	$1,5 \cdot 10^{11}$	$7,5 \cdot 10^{10}$		
<b>Pühapäev</b>					
Toitaine	Kokku	Hommikusöök	Lõunasöök	Õhtuode	Õhtusöök
Energiasisaldus, kcal	1999,72	498,26	598,88	402,86	499,71
Energiasisaldus, (% päevast)	100,00	24,92	29,95	20,15	24,99
Süsivesikud, kokku, g	300,24	87,30	104,37	55,84	52,72
Rasvad, g	59,44	10,58	15,37	16,19	17,31
Kiudained, g	44,23	9,59	21,56	5,25	7,83
Valgud, g	89,92	18,27	22,45	11,07	38,13
PMÜ	$1,75 \cdot 10^{11}$	$8 \cdot 10^{10}$		$5 \cdot 10^{10}$	$4,5 \cdot 10^{10}$

**Lisa 4.** Fermenteeritud toidu tootjatele saadetud e-kirja näidis

Tere,

Minu nimi on Eva Liisa Oks ja pöördun Teie poole seoses oma bakalaureusetööga toidutehnoloogia erialal Tallinna Tehnikaülikoolis, mille raames uurin Eestis toodetavate fermenteeritud toitude mahtu ja sortimenti. Minu uurimistöö on osa üle-Euroopalise COST-Action projektiga fermenteeritud toitudest - PIMENTO (PIMENTO – COST ACTION CA20128 – Promoting Innovation of ferMENTed fOods), mille kohta saate rohkem lugeda veebilehelt [www.fermentedfoods.eu](http://www.fermentedfoods.eu). Fermenteeritud ehk hapendatud toitude hulka kuuluvad nii piima, köögivilja, kala, lihatooted, aga ka fermenteeritud kastmed, tee jt joogid.

Lõputöö raames kogun andmeid Eestis toodetavatest fermenteeritud toitudest (*kindlasti ei kogu me infot tootjate kohta*). Andmeid tootja-ettevõtete kohta ei koguta. Antud küsitluse eesmärgiks on võrrelda Euroopa eri regioonides ja riikides toodetavate fermenteeritud toitude sortimenti ja orienteeruvaid koguseid. Kaugemaks eesmärgiks on inimesele kasulike ja ka traditsiooniliste hapendatud/ kääritatud toitude propageerimine Euroopas. Selleks, et saada võimalikult esinduslikku infot, oleksin väga tänulik, kui oleksite nõus andma informatsiooni selle kohta, kui palju ligikaudu toodab Teie ettevõtte aastas fermenteeritud tooteid. Oleme huvitatud vaid fermenteeritud toote üldnimetusest ja selle ligikaudsest tootmiskogusest (vahemik) aastas, (soovitavalt eelmise või üle-eelmisel aasta kohta). Ettevõtet puudutavat infot (nimi vm täpsemad andmed) ei salvestata. Saan teiega ühendust võtta teile sobival ajal ja viisil, kas telefoni teel või e-kirjaga.

Olen väga tänulik Teie panuse eest ja hindan kõrgelt Teie koostöövalmidust!

Parimate soovidega,

Eva Liisa Oks

Tallinna Tehnikaülikooli tudeng



Lisa 5. Eesti Statistikaandmeil 2022. aastal toodetud fermenteeritud toodete kogused

TO66: TÖÖSTUSTOODANG   Näitaja, Toode (TTL) ning Vaatlusperiood		
		2022
TTL10391750023	Äädikata või äädikhappeta konserveeritud hapukapsas, t	124,2
TTL10391750037	Külmutamata ja äädikata pool- ja valmistoodet hapukapsast, t	94,0
TTL10513030003	Või, rasvasisaldusega mitte rohkem kui 85 massiprotsenti, t	3698,6
TTL10513050002	Või, rasvasisaldusega rohkem kui 85 massiprotsenti (v.a piimast toodetud leivavõided rasvasisaldusega), t	676,5
TTL10514030022	Valmimata või laagerdumata juust (värsk juust), k.a vadakujuust ja kohupiim, t	19924,8
TTL10514050013	Riivitud juust, juustupulber, sinihallitusjuust, t	1297,4
TTL10514050014	Juust, k.a kõva, poolkõva, poolpehme, pehme juust (v.a sinihallitusjuust, riivitud juust, juustupulber, t	27600,1
TTL10514070012	Sulatatud juust (v.a riivitud või pulbristatud), t	2121,4
TTL10515242000	Kalgendatud piim, koor, jogurt ja muud fermenteeritud tooted, t	245,0
TTL10515242037	Maitsestatamata keefir, t	15104,7
TTL10515242038	Maitsestatamata hapupiim, t	1351,2
TTL10515242039	Maitsestatamata jogurt, t	3920,0
TTL10515242040	Maitsestatamata hapupiimajoogid (v.a keefir, hapupiim, jogurt), t	908,3
TTL10515242045	Maitsestatamata hapukoor, t	15212,1
TTL10515242049	Maitsestatatud või maitsestatamata hapendatud, kalgendatud või fermenteeritud piim, koor, jogurt, kee	0,0
TTL10515244000	Maitsestatatud vedel jogurt või hapendatud piim (kalgendatud piim; koor; jogurt ja teised fermenteeri	602,0
TTL10515244046	Maitsestatatud jogurt, t	16190,1
TTL10711100002	Rukkileivad (leivad, mille jahude koostises on rukkijahu vähemalt 90%), t	6695,3
TTL10711100004	Sepikud (tooted tumedast nisujahust, nisujahude segust, nisujahust koos muude jahude või teravilja	3450,1
TTL10711100030	Rukkisegaleivad (leivad, mille jahude koostises on 50,1–89,9% rukkijahu), t	4563,7
TTL10711100031	Peenleivad (rukkipüülijahust magushapud leivad), t	4550,9
TTL10711100032	Lisanditega leivad (leivad, mis sisaldavad puu- või köögivilju, liha jm), t	2226,2
TTL10711100033	Tera- ja seemneleivad (sisaldavad rohkem kui 8% seemneid ja teri mitmesuguses töötluses ning jäme	1976,5
TTL10711100034	Koorikleivad (madalalt horisontaalselt läbilõigatud), t	3627,0
TTL10711100050	Saiad, milles on heledat nisujahu vähemalt 90% jahu kogusest, kaaluga rohkem kui 150 g, k.a lausaiad	6730,9
TTL10711100051	Lisanditega saiad, mis sisaldavad rohkem kui 2% erinevaid lisandeid: terasid, seemneid, aedvilju, püre	532,6
TTL10711100052	Röstsaiaid ja röstsepikud, t	19611,4
TTL10711100053	Nisusegaleivad (tooted, milles on nisujahu rohkem kui 50% jahu kogusest), t	5116,0
TTL10711100054	Kuklid (väikesed erikujulised nisu- või segajahust tooted, mille kaal on mitte rohkem kui 100 g), t	7352,6
TTL10711100055	Eelküpsetatud pagaritooted, t	23,0
TTL10711200006	Magusad saiakesed kaaluga vähem kui 150 g (v.a kuklid), t	13856,4
TTL10711200080	Magussaiad (saiad, stritslid, kringlid kaaluga rohkem kui 150 g), t	1881,9
TTL10841190031	Äädikas ja äädikaasendajad (v.a veinist valmistatud), t	83,8
TTL11011020002	Destilleeritud viinamarjaveinist ja viinamarjade pressimisjäädikdest saadud piiritusjoogid (Cognac, Arr	18,3
TTL11011030003	Viski, tuhat dal	29,6
TTL11011040004	Rumm, taffia jm alkohol, mis on saadud kääritatud suhkruroodete destilleerimisel, tuhat dal	54,2
TTL11011050005	Džinn ja genever, tuhat dal	120,8
TTL11011063006	Viin, alkoholisaldusega mitte rohkem kui 45,4 mahuprotsenti, tuhat dal	1116,8
TTL11011065007	Puuviljadest destilleeritud piiritusjoogid (v.a liköör, džinn, genever, viinamarjaveinist või viinamarjad	0,2
TTL11011080008	Liköörid jm kanged alkohoolsed joogid, tuhat dal	326,8
TTL11011080009	Lahjad alkohoolsed joogid (nt Long Drink, Cooler), tuhat dal	2181,2
TTL11031000019	Puuvilja- ja marjaveinid (v.a mõdu, siider, glögi, viinamarjaveinid), tuhat dal	850,9
TTL11031000021	Mõdu jm kääritatud jookide segud omavahel või alkoholivabade jookidega (v.a puuvilja- ja marjavei	26,9
TTL11031000042	Glögi, tuhat dal	15,6
TTL11031000043	Siider, tuhat dal	1521,7
TTL11051000026	Linnaseõlu (v.a alkoholivaba õlu ja õlu alkoholisaldusega mitte rohkem kui 0,5 mahuprotsenti, alkol	13518,0
TTL11051010000	Alkoholivaba õlu ja õlu alkoholisaldusega mitte rohkem kui 0,5 mahuprotsenti, tuhat dal	7,8

**Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks<sup>1</sup>**

Mina Eva Liisa Oks

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose  
Fermenteeritud toidud ja nende tootmine Eestis,

mille juhendaja on Signe Adamberg,

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna  
Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse  
tähtaja lõppemiseni;

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

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

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega  
isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

---

07.01.2024

---

<sup>1</sup> Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.