

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Keemia- ja materjalitehnoloogia teaduskond

Toiduainete instituut

**MEE LIIGI JA PÄRMI TÜVE MÕJU MÕDU
KÄÄRITAMISPROTSESSIS**

Magistritöö

LEHO PISA

Toidutehnika ja tootearenduse õppekava

TALLINN 2015

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Faculty of Chemical and Materials Technology

Department of Food Processing

**MEAD FERMENTATION: EFFECT OF HONEY AND
YEAST VARIETIES**

Master thesis

LEHO PISA

Food engineering and product development

TALLINN 2015

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

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

Autor: Leho Pisa

.....

(allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood: 121976 KATMM

Töö vastab kehtivatele nõuetele:

Juhendaja: Toomas Paalme

Toidutehnoloogia õppetool, õppetooli juhataja

.....

(allkiri ja kuupäev)

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

Kaitsmiskomisjoni esimees professor Raivo Vokk

.....

ANNOTATSIOON

Käesoleva töö eesmärgiks on valmistada traditsioonilisel moel mõdusid, (komponendid mesi, vesi ja pärm) kasutades erinevaid mee liike, pärmitüvesid ja kasvu-aktivaatorit (pärmiekstrakt), ning uurida nende tegurite mõju kääritamiskiirusele ja ainete kontsentratsioonidele (etanol, glütserool, fruktoos, glükoos ja erinevad happed). Lisäülesandeks on seadistada HPLC süsteem, mis võimaldab määrata mõdu proovides etanooli, glütserooli, suhkrute ja hapete sisaldused. Lisaks võrrelda mõdude sensoorseid omadusi.

Töö koosneb kahest suuremast osast kirjanduse ülevaatest ja eksperimentaalsest osast. Kirjanduse ülevaates on antud ülevaade, mis on mõdu peamised koostisosad, kuidas mõdu valmistatakse ja milliseid sensoorseid omadusi mõdu puhul peamiselt hinnatakse. Eksperimentaalses osas on uuritud mete ja pärm tüvede mõju kääritamisprotsessi ning võrreldud mõdude sensoorseid omadusi.

Tulemusi analüüsid selgus, et pärmiekstrakti kasutades toimub kääritamisprotsess ligi kaks korda kiiremini. Kasutatud pärmidest andis parima kääritamiskiiruse ilma pärmiekstraktita pärm *Safbrew T-58*, mis võrreldes pärmiga *Safale US-05* oli ligi kaks korda kiirem. Mõdude degusteerimisel selgus, et küllaltki head sensoorsed omadused annavad „Aasalillede mesi“ ja pärm *Safbrew T-58*.

Töö koosneb 42 leheküljest, 15 joonisest, 12 tabelist ja 1 lisast.

ABSTRACT

Purpose of this study is to prepare mead in a traditional manner, (components of honey, water and yeast), using a variety of honey types, yeast strains, and the growth-promoter (yeast extract), and to examine the effects of these factors to the fermentation speed and the concentration of substances (ethanol, glycerol, fructose, glucose, and various acids). Additional task is to configure the HPLC system that allows you to specify the mead samples of ethanol, glycerol, sugars and acids. In addition, a comparison of sensory properties.

The work consists of two major components literature review and the experimental part. The literature review is an overview of the main ingredients in the mead, how mead is made and what sensory properties of mead are mainly evaluated. In the experimental part of the measures studied in yeast strains and the effect of the fermentation process, ending with a comparison of sensory properties.

The results of the analysis showed that using yeast extract, fermentation takes place nearly twice as fast. From the yeasts that were used without using the yeast extract the fastest fermentation process was achieved by using *Safbrew T-58*, which compared to *Safale US-05* was roughly twice as fast. From the tasting of the different kind of mead it turned out that the yeast *Safbrew T-58* used with "*Aasalilledede mesi*" give quite good sensory properties.

The thesis contains of 42 pages, 15 figures, 12 tables and 1 appendix.

SISUKORD

| | |
|--|----|
| SISSEJUHATUS | 8 |
| 1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE..... | 9 |
| 1.1 Mõdu ajalugu | 9 |
| 1.2 Mõdu tüübid..... | 9 |
| 1.3 Mõdu peamised koostisosad | 10 |
| 1.3.1 Mesi | 10 |
| 1.3.2 Pärm..... | 14 |
| 1.3.3 Muud komponendid..... | 15 |
| 1.4 Fermentatsiooni protsess..... | 16 |
| 1.4.1 Mõdu virde valmistamine..... | 16 |
| 1.4.2 Pärimi lisamine | 18 |
| 1.4.3 Käärimine | 18 |
| 1.4.4 Laagerdamine | 20 |
| 1.5 Mõdu olulised sensoorsed omadused | 20 |
| 1.5.1 Välimus..... | 20 |
| 1.5.2 Aroom..... | 21 |
| 1.5.3 Maitse | 22 |
| 1.6 Töö eesmärk..... | 22 |
| 2. EKSPERIMENTAALNE OSA | 23 |
| 2.1 Materjalid ja meetodid | 23 |
| 2.1.1 Mesi | 23 |
| 2.1.2 Pärimi tüved..... | 23 |
| 2.1.3 Mõdu virde valmistamine ja pärimi rakkude rehüdreerimine | 23 |
| 2.1.4 CO ₂ eraldumise mõõtmise, proovide võtmine ning nende ettevalmistamine | 24 |
| 2.1.5 Ainete sisalduste määramine HPLC süsteemiga | 24 |

| | | |
|---------------------------|---|----|
| 2.1.6 | Mõdu sensorsete omaduste hindamine | 25 |
| 2.2 | Tulemused ja arutelu | 26 |
| 2.2.1 | Mete suhkrusisaldused | 26 |
| 2.2.2 | CO ₂ eraldumise dünaamika käärimise ajal sõltuvalt pärmilüüsi tüvest | 26 |
| 2.2.3 | CO ₂ eraldumine käärimise ajal sõltuvalt mee liigist | 28 |
| 2.2.4 | Ainete sisalduste muutumine kääritamise protsessis | 28 |
| 2.2.5 | Kääritamistingimuste mõju mõdudes olevate ainete lõppkontsentratsioonidele | 30 |
| 2.2.6 | Mõdude sensoorsed omadused | 34 |
| 2.3 | Järeldused | 38 |
| KOKKUVÕTE | | 39 |
| SUMMARY | | 40 |
| KASUTATUD KIRJANDUS | | 41 |
| LISAD | | 43 |

SISSEJUHATUS

Mõdu on alkoholne jook, mille põhiosa kääritatavatest suhkrutest on pärit meest. Samas ei valmistata mõdu ainult veest ja meest, vaid näiteks ka koos vürtside ja maitsetaimedega, millele on lisatud omakorda pähkleid ja mandleid (Švecová et al, 2013).

Mõdu on kõige vanem ja kergesti valmistatav kääritatud jook maailmas (Gupta ja Sharma, 2009). Põhjus, miks mõdu on teadaolevalt vanim alkoholne jook, on lihtne, kuna mesi oli kergesti kättesaadav ja mõdu valmistamiseks oli vaja minimaalseid vahendeid ja tehnoloogiat. Esimene kogus mõdu valmis arvatavasti nii, kui vihma sadas avatud meepotti ning looduslik pärm põhjustas mõdu virde käärimise (Kime et al, 1998).

Mõdu sisaldab vähemalt 7% etanooli ja palju teisi ühendeid nagu suhkruid, happeid, vitamiine, antioksüdante, mineraalaineid jne. Mõdu keemiline koostis ja maitseomadused on tihedalt seotud mee koostisega, kuid samuti sõltub ka teistest lisatud ainetest. Keemiline koostis muutub tehnoloogiliste protsesside ajal (nt fermentatsioon, kuumtöötlemine) (Švecová et al, 2013).

Mõdu on toiteväärtuslik, sisaldades paljusid organismile vajalikke ühendeid, mille tõttu mõjub hästi seedimisele ja ainevahetusele. Samuti on täheldatud, et mõdu toimib hästi inimestele, kes kannatavad aneemia ja krooniliste seedetrakti haiguste all (Gupta ja Sharma, 2009).

Eestis toodab hetkel mõdu, mille etanooli sisaldus on 4 vol%, Saku õlletehas. Tegemist ei ole siiski tootega, mida mujal maailmas tuntakse mõdu (ingl *mead*) nime all, kuna sisaldab ka linnaseid, mida mõdu valmistamisel ei kasutata.

Töö käigus valmistatakse mõdusid, mille valmistamisel kasutatakse erinevaid pärmi tüvesid ja mee liike. Töö lõpuks selgub, millist mõju avaldab erineva pärmi tüve ja mee liigi kasutamine mõdu kääritamisprotsessile ning sensorsetele omadustele.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Mõdu ajalugu

Saadaolevad arheoloogilised tõendid mõdu valmistamisest pärinevad 7000 aastata enne Kristust, mis pärinevad põhja Hiinast, kust on leitud savinõusid, mis sisaldasid mõdu fermentatsiooni ühendeid (Gupta ja Sharma, 2009).

Teiste allikate kohaselt pärineb mõdu Aafrika riikidest ning hiljem hakati seda tootma Vahemere piirkonnas ja Euroopas, mängides olulist rolli tsivilisatsiooni algusaastatel (Iglesias et al, 2014). Mõdu oli tähtsal kohal keltide, anglosakside ja viikingite kombestik, kus mõdu peeti aadlike ja jumalate joogiks, pakkudes surematust ja teadmisi. Samuti usuti, et mõdul on maagiline ja tervendav võim ning isegi suudab suurendada mehisust ja viljakust, mistõttu seostatakse mõdu sõnaga „*honeymoon*“¹ (mesinädalad) (Making Mead: the..., 2001).

Põllumajanduse ja tehnoloogia arenedes vahetus mõdu kui alkoholne jook paljudes maailma paikades veini (valmistati viinamarjadest või teistest puuviljadest) ja õlle (pruuliti odrast ja nisust) vastu välja. Põhja-Euroopas, kus viinamarjade kasvatamine oli keeruline, säilitas mõdu oma populaarsuse niikauaks kuni hakati veine importima lõuna regioonidest ja arenes välja viinatootmisvõrgustik (Making Mead: the..., 2001).

Erinevate mõdu tüüpide, mida valmistatakse tänapäeval, juured pärinevad vanadest kultuuridest. Tava kasutada maitsetaimi mõdu valmistamisel pärineb Keskajast. Viinamarja- ja teiste puuviljaveinide segamine mõduga pärineb Rooma Impeeriumi ajast (Making Mead: the..., 2001).

1.2 Mõdu tüübid

Mõdud võivad sisaldada paljusid maitseid, mis sõltuvad mee liigist ja lisanditest, samuti fermentatsioonil kasutatavast pärmist ja laagerdumise astmest (Gupta ja Sharma, 2009). Läbi aegade on valmistatud erinevaid mõdusid, ulatudes traditsioonilisest kuni mahlu ja maitsetaimi sisaldavate mõdudeni. Tabelis 1 on ära toodud mõned tuntumad mõdusordid.

¹ Sõna „*honeymoon*“ (mesinädalad), tuleneb sellest, et pärast pulmi pidi noorpaar jooma ühe kuu (*a moon*) jooksul mõdu, kui mõdu oli „õige“, pidanuks poeg sündima üheksa kuu möödudes.

Tabel 1. Tuntumad mõdusordid

| Tüüp | Kirjeldus |
|------------------------------|---|
| <i>Traditsiooniline mõdu</i> | Kääritatud meejook, mis on valmistatud ainult meest ja veest (ca 1 kg mett ja 4 l vett) |
| <i>Sack</i> | Mõdu, mille valmistamisel on kasutatud 20 kuni 25 protsenti rohkem mett |
| <i>Metheglin</i> | Maitsestatud mõdu |
| <i>Sack Metheglin</i> | Magus maitsestatud mõdu |
| <i>Melomel</i> | Mõdu, mis on valmistatud mahla baasil |
| <i>Cyser</i> | <i>Melomel</i> , mis on valmistatud õunamahla või siidri baasil |
| <i>Pyment</i> | <i>Melomel</i> , mis on valmistatud viinamarjamahla baasil |
| <i>Hyppocras</i> | Maitsestatud <i>Pyment</i> |

Allikas: Making Mead: the..., 2001

Lisaks erinevatele mõdusortidel on tuntud veel *braggot* ja mõdu brändi. *Braggot* kuulub õlledede hulka, mis on valmistatud linnastest ja meest. Mõdu brändi näol on tegemist destilleeritud mõduga.

1.3 Mõdu peamised koostisosad

1.3.1 Mesi

Mesi on mõdu põhikoostisosa, millele mõdu valmistamisel tähelepanu pöörata. Mee kvaliteeti hinnatakse tema organoleptiliste (aroom, värv, maitse) ja keemiliste näitajate abil.

Mee värv

Värv on üks olulisemaid omadusi, mis aitab iseloomustada mee omadusi ja päritolu. Värv sõltub mee taimsest päritolust, vanusest ning hoiustamistingimustest (Krell, 1996). Vedelas mees varieerub värv selgest ja värvitust kuni tumeda merevaigu värvuseni või mustani (joonis 1). Meed on põhiliselt merevaigukollase varjundiga, mida on kasutatud standardina. Suhkrute väljakristalliseerumisel muutuvad meed värvuselt heledamaks, kuna glükoosi kristallid on valged (Krell, 1996).



Joonis 1. Mee erinevad värvusastmed

Allikas: Krell, 1996

Mee värvus (tabel 2) antakse sageli Pfund'i skaala või vastavalt USA Põllumajandusministeeriumi (*U.S. Department of Agriculture - USDA*) poolt kehtestatud klassifikatsioonide järgi (Krell, 1996).

Tabel 2. Mee värvi hindamine

| USDA värvi standard | Pfund skaala (mm)² | USDA värvi standard | Pfund skaala (mm) |
|----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Vesivalge | 0-8 | Hele merevaik | > 50-85 |
| Ekstra valge | > 8-17 | Merevaik | > 85-114 |
| Valge | > 17-34 | Tume merevaik | > 114 |
| Ekstra hele merevaik | > 34-50 | | |

Allikas: Krell, 1996

Värvide alusel eelistatakse mõdu valmistamisel eelkõige kreemjat liivakarva mett, kuna tumeda mee kasutamisel on tulemuseks ebameeldivalt tugeva maitsega mõdu (Gupta ja Sharma, 2009).

² Mee värvust mõõdetakse instrumendiga, mis koosneb kiilukujulisest standard prooviklaasist, mille värvus varieerub heledast tumedani, ning selle kõrval seisvast kiilukujulisest prooviklaasist, kuhu on lisatud vedel mesi. Instrumenti loetakse visuaalselt ning lugemiks on kiilu kaugus (mm) null punktist punktini, kus proovi värvus sobib kokku standard klaasil oleva värvusega.

Mee keemiline koostis

Mesi koosneb peamiselt suhkrutest, vähem veest ja veel paljudest teistest madalama kontsentratsiooniga komponentidest (Bogdanov, 2014). Tabelis 3 on näha mee peamised koostisosad.

Tabel 3. USA mete keemiline koostis (g/100 g)

| | Keskmine | Vahemik |
|--------------------------------|----------|-----------|
| Vesi | 17,2 | 12,2-22,9 |
| Fruktoos | 38,4 | 30,9-44,3 |
| Glükoos | 30,3 | 22,9-40,7 |
| Sahharoos | 1,3 | 0,2-7,6 |
| Teised disahhariidid | 7,3 | 2,7-16,0 |
| Kõrgemad suhkrud | 1,4 | 0,1-3,8 |
| Mineraalained | 0,17 | 0,02-1,03 |
| Glükoonhape | 0,57 | 0,17-1,17 |
| Happed (va glükoonhape) | 0,43 | 0,13-0,92 |
| pH | 3,9 | 3,4-6,0 |

Allikas: Ball, 2007

Süsivesikud moodustavad ca 95-99 % mee kuivkaalust (Jackson, 2011). Peamised suhkrud on monosahhariidid, milleks on fruktoos ja glükoos, mis tekib sahharoosi hüdroolüüsil (Bogdanov, 2014). Segumetes (polüfloorsetes metes) on üldiselt fruktoosi ja glükoosi sisaldus sarnane, samas monofloorsetes mees on fruktoosi sisaldus oluliselt kõrgem (Jackson, 2011). Fruktoosi ja glükoosi omavaheline suhe võib mõjutada mee maitset, kuna fruktoos on magusam kui glükoos (Jackson, 2011).

Mee veesisaldus

Mee veesisaldus ei sõltu ainult keskkonna teguritest nagu ilm ja niiskus tarus, vaid ka rakendatavatest meetoditest nektari ja mee korjamisel ja hoiustamisel (Jackson, 2011). Veesisaldus on üks olulisemaid mee omadusi, mis mõjutab mee kvaliteeti ja struktuuri (White ja Doner, 1980).

Veesisaldus on eelkõige oluline parameeter mee säilimise seisukohalt. Kõrge veesisaldus võib põhjustada mee käärimise, kuna kõrgema veesisalduse juures võib osutuda võimalikuks

osmofiilsete pärmide kasv. 17% niiskuse juures on käärimisoht väga väike, kuna osmofiilsed pärmid pole võimelised paljunema (Bogdanov, 2014).

Mee liigid

Mett liigitatakse tema päritolu järgi peamiselt kaheks suuremaks rühmaks, milleks on õiemesi ja lehemesi. Õiemesi liigitatakse omakorda monofloorseks (ühetaimemesi) ja polüfloorseks (mitmetaimemesi). Monofloorseks loetakse mett, milles sisaldub vähemalt 50% ühe taimeliigi õietolmuteri ja polüfloorseks kui vastav näitaja jääb alla 50% (Mesindusleksikon, 2008).

Levinumad meed, mida kasutatakse mõdu valmistamiseks on näiteks tatra-, pärna-, lutserni- ja valge ristiku mesi (Piatz, 2014).

Tatramesi

Äsjavurritatud tatramesi on värvuselt tumekollane ning punaka kuni tumepruuni varjundiga (joonis 2). Maitse ja lõhn on teravad. Vurritatult kristalliseerub 2 kuni 3 nädala jooksul, mis annab jämedakristallilise, kollase ning ühtlase kõva massi. Seismisel maitse pehmeneb ning lõhn maheneb. Valminud mesi sisaldab 36,75% glükoosi ja 40,29% fruktoosi. Võrreldes heledate meeliikidega on tatramees tunduvalt rohkem rauda ja valke (Rohtla, 2001).



Joonis 2. Tatramesi
Allikas: GloryBee, 2014

Pärnamesi

Värske pärnamesi on üpris teravamaitseline, kuid valminult (kaanetatult) väga maitsev, ning pärnaõiele omase spetsiifilise lõhnaga. Värvuselt on mesi helekollane, värvitu või nõrga roheka varjundiga. Kristalliseerumisel muutub helekollaseks või hallikaskollaseks kõvaks massiks (Rohtla, 2001).

Valge ristiku mesi

Mee värvus on hele, peaaegu värvitu või pruunika varjundiga (joonis 3), aroomne ning väga hea maitsega. Kristalliseerub umbes kahe nädala jooksul ning muutub kõvaks peenekristalliliseks valgeks massiks. Sisaldab keskmiselt 34,96% glükoosi ja 40,24% fruktoosi. Kokkuleppeliselt on võetud standardmeeks (sellega võrreldakse teisi meeliike) (Rohtla, 2001).



Joonis 3. Valge ristiku mesi
Allikas: GloryBee, 2014

Lutserni mesi

Lutserni mesi on hele või merevaiguvärvusega. Maitse on meeldivalt pehme. Vurritatud mesi on konsistentsilt üpris tihe ning kristalliseerub kahe nädala jooksul. Kristalliseerunud mesi hele ning hapukooretaolise konsistentsiga (Mesindusleksikon, 2008).

1.3.2 Pärm

Käärimisel kasutatava pärmide tüve valik on üpris oluline, kuna pärm mõjutab mõdu maitset ja teisi kvaliteedinäitajaid (Gupta ja Sharma, 2009). Pärmid, mida kasutatakse mõdu valmistamiseks on tavaliselt *Saccharomyces cerevisiae* tüved, sarnaseid tüvesid kasutatakse veini ja õlle tootmisel. (Jackson, 2011). Pärmid metaboliseerivad suhkruid, mille tulemusena toodetakse etanooli ja eraldub süsihappegaas (Jackson, 2011).

Mõdu valmistamiseks ei pruugi sobida samad pärmide tüved, mida kasutatakse veini või õlle tootmiseks, kuna mees on kõrgem suhkrute sisaldus (>60% vs 20–25%) kui veinimahlas (veini virdes) ning madal lämmastiku sisaldus (0,04% vs 4–5% optimaalne). Samas on eraldatud meest mõningad *Saccharomyces cerevisiae* tüved, mis on näidanud kõrget kääritud võimet veinide tootmisel ning omavad head potentsiaali mõdu valmistamiseks (Pereira et al, 2009).

Üks *Saccharomyces cerevisiae* tüvesid, mida on uuritud ning võrreldud teiste tüvedega, et kasutada mõdu valmistamiseks, on ET99. Vastav tüvi on isoleeritud *ogol'*ist (Etioopia traditsiooniline mõdu). Võrdlemiseks kasutati veini pärmide *S. cerevisiae* W4 ning sake pärmide *S. cerevisiae* K7. Kõiki kolme pärmide kasutati mõdu valmistamisel. Tulemused olid omavahel üpris sarnased (tabel 4). ET99 tüvest valmistatud mõdu aromaatsed omadused ning etanooli kogus olid aktsepteeritavad, et kasutada ka edaspidi mõdu valmistamiseks (Teramoto et al, 2005).

Tabel 4. Mõdu keemilised näitajad vastavalt pärmide tüvedele

| Parameetrid | <i>S. cerevisiae</i> tüved | | |
|---------------------------|----------------------------|-------|-------|
| | ET99 | W4 | K7 |
| Etanool (vol%) | 16,5 | 17,5 | 17,5 |
| 2- metüülpropanool (mg/l) | 89,0 | 99,0 | 74,0 |
| 3-metüülbutanool (mg/l) | 154,0 | 150,0 | 260,0 |

Tabel 4 järg. Mõdu keemilised näitajad vastavalt pärmitüvele

| Parameetrid | ET99 | W4 | K7 |
|-----------------------------------|-------------|-----------|-----------|
| Propanool (mg/l) | 43,0 | 28,0 | 24,0 |
| Etüülatsetaat (mg/l) | 30,0 | 63,0 | 49,0 |
| Isoamüülatsetaat (mg/l) | 0,4 | 2,6 | 0,7 |
| CO₂ eraldus (g) | 11,5 | 13,2 | 12,6 |
| Esialgne pH | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Lõplik pH | 3,8 | 3,9 | 3,8 |
| Jääksuhkrud (mg/ml) | 9,7 | 2,8 | 2,4 |

Allikas: Teramoto et al, 2005

1.3.3 Muud komponendid

Mõdu on valmistatud peamiselt meest, veest ja pärmist. Vastavalt valmistatavale mõdu tüübile lisatakse juurde erinevaid vürtse, maitsetaimi, puuvilju või nende mahlasid. Maitsetaimedest ja vürtsidest kasutatakse mõdu valmistamisel ingverit, musta pipart, kardemoni, kaneeli, piparmünti jne. Puuviljade kasutamise puhul tuleks jälgida nende pektiinisaldust, kuna pektiin põhjustab hägu teket. Madala pektiinisaldusega puuviljad on näiteks aprikoos, nektariin ja ananass (Piatz, 2014).

Mõdu valmistamisel on olulisel kohal vee kvaliteet. Iga vesi, mis on puhas, maitseb hästi ning ei sisalda baktereid ja kloori, sobib mõdu valmistamiseks. Samas, kui vesi on liiga kare, tuleks kasutada allikavett (Piatz et al, 2014). Kare vesi muudab mõdu käärimise ajal happelisemaks, mis on tingitud vees sisalduvatest karbonaatidest, ja kui pH langeb liiga madalale ei suuda pärm fermentatsiooni lõpuni viia (Piatz, 2014).

1.4 Fermentatsiooni protsess

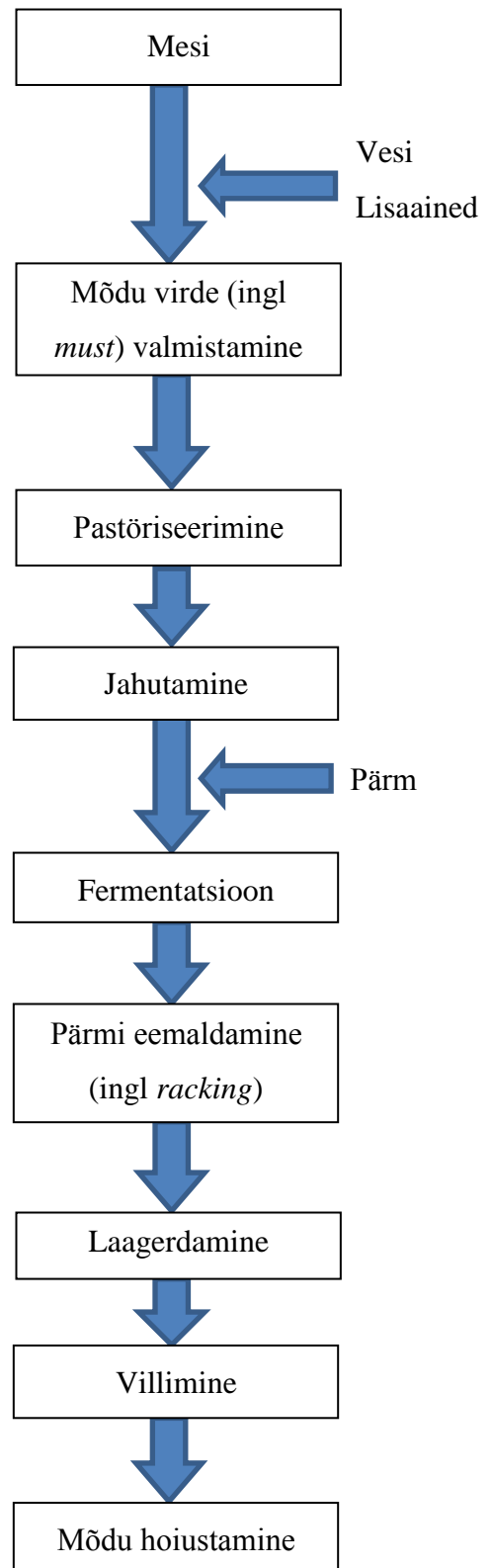
Mõdu valmistamine koosneb mitmest etapist, mis on näha joonisel 4. Kõige olulisem etapp on fermentatsioon, millele eelnevad mõdu virde ettevalmistamine koos pH korrigeerimise, pastöriseerimise ja pärmilisaainega (Iglesias et al, 2014). Pärast käärimist eraldatakse pärm (ingl *racking*) ning jäetakse mõdu laagerduma. Lõpuks villitakse mõdu pudelitesse (võib ka enne laagerdamist pudelitesse villida (Making Mead: the..., 2001).

1.4.1 Mõdu virde valmistamine

Esimese etapina valmistatakse mee- vee segu ehk mõdu virre, kus osa veest võib asendada mahlagaga, sõltuvalt valmistatava mõdu liigist. Mee ja vee omavahelise suhte määrab valmistatav mõdu tüüp. Mee ja vee suhe, mida kasutatakse mõdu valmistamiseks, on näiteks 1 : 0,5 (mesi : vesi), 1 : 1, 1 : 2 ja 1 : 3. Virdesse, mis sisaldab kõrgemat suhkrute kontsentratsiooni (tüübid 1 : 0,5 ja 1 : 1), tuleb mett lisada järkjärgult, et vältida fermentatsiooni peatumist ülemäärase osmootse rõhu tõttu (Iglesias et al, 2014).

Samuti võib lisada erinevaid lisandeid (viljaliha, mahl, õietolm) ja lisaaineid (sidrunhape, pepton, ammoniumsulfaat jne), mis aitavad parandada käärimist, alkoholi saagikust ja mõdu lõppomadusi (Iglesias et al, 2014).

Õietolmu kasutamine parandab, näiteks mõdu fermentatsiooni kineetikat, füüsikalisi ja keemilisi omadusi ning samuti organoleptilisi omadusi.



Joonis 4. Mõdu tehnoloogiline skeem
Allikas: Autori koostatud, 2015

Kõige sobivam õietolmu kogus sensorsete omaduste seisukohalt on 30 g/hl, sest lisaks mõdu parematele omadustele, tähendaks see ka vähema õietolmu kasutamist tööstuslikul tasemel (Roldán et al, 2010).

Samuti tasub lisada mõdu virdele ammooniumi, mis vähendab oluliselt käärimise pikkust. Samas mõned jääsuhkrud, välja arvatud glükoos, jäävad pärast fermentatsiooni ikka mõdusse vaatamata esialgsele lämmastiku kontsentratsioonile või kasutatud pärmi tüvele (Pereira et al, 2013). Tabelis 5 on ära toodud mõningad lisaained (koostisosad), mida kasutatakse erinevates riikides mõdu valmistamiseks.

Tabel 5. Mõningad lisaained/ koostisosad, mida kasutatakse mõdu virdes

| Riik | Lisaained/ koostisosad | Käärimise pikkus päevades | Pärm | Temperatuur (°C) |
|-----------|--|---------------------------|--------------------------------|------------------|
| India | pärmiekstrakt, pepton, MgSO ₄ , ZnSO ₄ , KH ₂ PO ₄ | >90 | <i>S. cerevisiae</i> | 18-30 |
| Portugal | K ₂ C ₄ H ₄ O ₆ , õunhape, (NH ₄) ₂ HPO ₄ | 11-14 | <i>S. cerevisiae</i> UCD522 | 25 |
| Sloveenia | (NH ₄) ₂ SO ₄ , KH ₂ PO ₄ , MgCl ₂ , C ₆ H ₈ O ₇ , NaH ₂ C ₆ H ₅ O ₇ , Vitamiinid: B ₇ , B ₆ , B ₈ (müo-inositol), B ₅ , B ₁ , pepton | | <i>S. bayanus</i> R2 | 15 |
| Poola | (NH ₄) ₂ HPO ₄ , C ₆ H ₈ O ₇ (sidrunhape) | 25-30 | <i>S. cerevisiae</i> | 20-22 |
| USA | Mee analoog (38% fruktoos, 30% glükoos, 10% maltoos ja 2% sahharoos) lahustatud vee ja etanooliga | 28-42 | <i>S. cerevisiae</i> | 22 |
| Nigeeria | H ₂ SO ₃ , SO ₂ | 21 | Kuiv pagaripärm | 25-26 |
| Hispaania | K ₂ S ₂ O ₅ , õietolm | | <i>S. cerevisiae</i> ENSIS-LE5 | 25 |

Allikas: Iglesias et al, 2014

Järgnevalt toimub virde pastöriseerimine. Pastöriseerimise käigus kuumutatakse virret 88 °C (190 °F) juures 10 kuni 20 minutit, mis hävitab meest metsikud pärmid (Making Mead: the..., 2001).

1.4.2 Pärmilisamine

Pärast pastöriseerimist jahutatakse segu toatemperatuurini (21-24 °C) ning lisatakse pärm (Making Mead: the..., 2001). Olenevalt pärmilüübigist võib pärmil lisada otse mõdu virdesse või pärast rehüdreerimist (Piatz et al, 2014).

Vedela pärmil võib lisada otse virdesse, kuid kuiva pärmil puhul soovitatakse eelnevalt viia läbi rehüdratsioon. Kuivpärm peab eelnevalt taastama oma rakkude veesisalduse, et korralikult toimida. Õige rehüdratsioon säilitab rakkude head fermentatsiooni omadused. Kui rehüdratsiooni ei teostata, võib pärm kaotada elujõulisuse ning järelejäänud rakud ei suuda alustada kiiret käärimisprotsessi (Piatz et al, 2014).

Pärast 15-30 minutilist rehüdratsiooni võib pärmil lisada virdele. Kui pärmil ei ole võimalik 30 minuti jooksul lisada, tuleb lisada veidike suhkrut, et tagada pärmil elujõulisus (Piatz et al, 2014).

1.4.3 Käärimine

Fermentatsioon võtab sageli aega mitmeid kuid (2-3 kuud). Käärimisprotsessi pikkus sõltub mee liigist, pärmil tüvest ja mõdu virde (ingl *must*) koostisest (Iglesias et al, 2014).

Tumeda meega on lihtsam fermentatsiooni läbi viia kui heleda meega, kuna tume mesi sisaldab rohkem mineraalaineid. Pereira et al (2009) uuris pärmil *S. cerevisiae* suutlikkust toota mõdu meest, mis pärines Tras-os-Montes regioonist (Portugal). Uurimuse autor leidis, et paremate tulemuste saavutamiseks mõdu valmistamisel mängivad väga suurt rolli mee omadused ja kasutatavad lisaained. Ootuspäraselt head tulemused andis tumeda mee kasutamine, kuna sisaldas rohkem mineraalaineid ja oli kõrgema pH- ga (tabel 6).

Tabel 6. Tumeda ja heleda mee erinevused

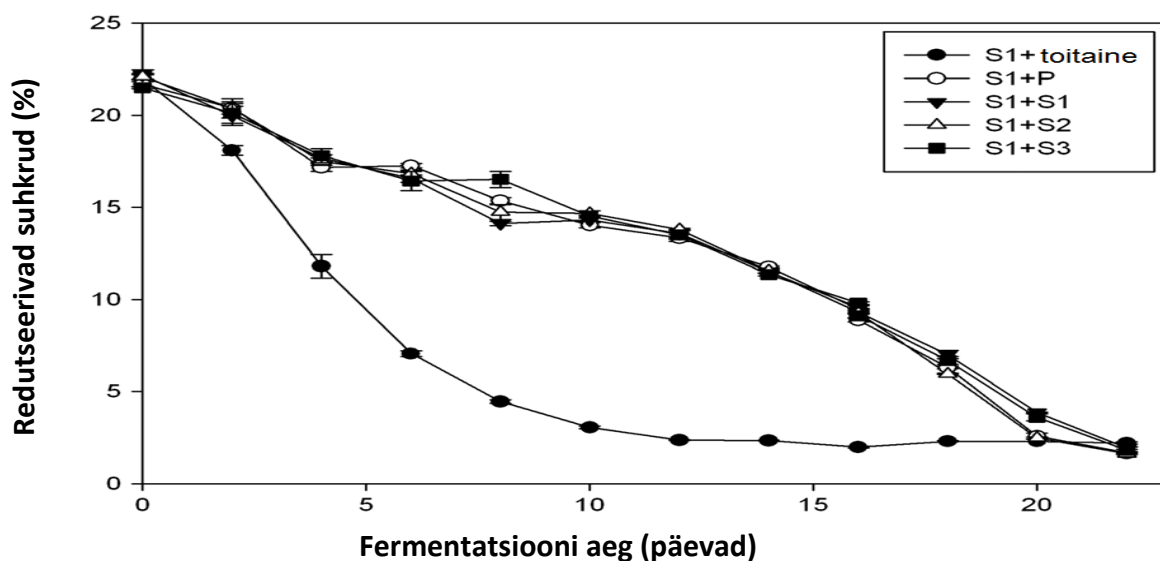
| | Tume mesi | Hele mesi |
|---|------------------|------------------|
| Niiskus (%) | 16,80 | 16,20 |
| pH | 4,90 | 3,84 |
| Elektrijuhtivus (mS*cm⁻¹) | 0,77 | 0,32 |
| Tuhk (%) | 0,55 | 0,17 |
| Redutseerivad suhkrud (%) | 71,43 | 68,03 |

Allikas: Pereira et al, 2009

Üks oluline tegur, mis mõjutab käärimisprotsessi on pärmil tervis, mis on võimalik tagada, kui pakkuda pärmil piisavalt vajalikke toitaineid ja jälgida hoolikalt pH- d käärimise jooksul

(Mcconnell ja Schramm, 1995). Joonisel 5 on näha, kuidas redutseerivate suhkrute sisaldus väheneb kiiremini mõdu virdes kuhu on lisatud ka pärmile vajalikke toitaineid.

Fermentatsiooni käigus tekivad tavaliselt mõningad probleemid, kuna pärmitüvi ei suuda reageerida ega kohaneda mees esinevate stressirohkete kasvutingimustega. Sellest tulenevalt tekivad mõningad komplikatsioonid nagu näiteks lõpptoote ebaühtlus, mis on tingitud arvatavasti mee liigist ja pärmide või äädikhappe ja piimhappebakterite poolt esile kutsutud uuest fermentatsiooni protsessist. Taas tekkinud käärimisprotsess võib tõsta lenduvate hapete kogust ja edendada ebatavaliste estrite teket, mõjutades lõpptoote sensoorseid omadusi. (Iglesias et al, 2014).



Joonis 5. S1 tähistab *Saccharomyces cerevisiae* 1 (IOC B 2000), P tähistab *Saccharomyces bayanus*, S2 tähistab *Saccharomyces cerevisiae* 2 (ROK Revelation Terroir) ja S3 tähistab *Saccharomyces cerevisiae* 3 (IOC 18-2007)

Allikas: Chen et al, 2013

Samuti üks põhjus, miks mee virde käärimisele kulub palju aega, on kõrge suhkrute sisaldus, mis põhjustab kõrget osmootset rõhku. Kuid näiteks mõningates kohtades Aafrikas ja Lõuna-Ameerikas toodetakse troopilist mett, mis on väga vedel ja võimeline kiiresti käärima (Iglesias et al, 2014).

Käärimistemperatuuride vahemik pärmidel on üldiselt üpris lai (12-32 °C). Kõrgemad temperatuurid põhjustavad mitmeid soovimatuid lõhnu ja maitseid. (Piatz et al, 2014). Samas madalamad temperatuurid (15-22 °C) aitavad saavutada ühtlase käärimise ja paremad aroomi- ja maitseomaduste kujunemise lõpptootes. (Šmogrovićova et al, 2012). Parem fermentatsiooniprotsess saavutatakse temperatuuride vahemikus 20 kuni 30 °C. Temperatuuril alla 15 °C ja üle 30 °C väheneb oluliselt fermentatsiooni jõudlus, millega kaasneb pikem käärimisperiood (Gomes et al, 2013).

1.4.4 Laagerdamine

Pärast käärimist eemaldatakse pärmikook ning mõdu jäätakse laagerduma. Samas võib enne laagerdama jätmist viia läbi mõdu klarifikatsiooni, mis eemaldab allesjäänud hägu. Hägu eemaldamiseks võib kasutada erinevaid selgitajad, milleks tavaliselt on bentoniit või želatiin (Jackson, 2011).

Laagerdamine vähendab üldjuhul kibedust, alkoholi teravust, värvi ja maitse intensiivsust. Samuti muutub mõdu laagerdumise käigus selgemaks, kuna valgu, pärimi ja teiste ühendite osakesed sadestuvad lahusest välja. Märgatav positiivne muutus, mis laagerdamisel toimub, on tavaliselt maitsete ühtlustumine (Piatz et al, 2014).

Laagerdumise võib läbi viia, kas tünnidest või pudelites. Pudelis laagerdamist kasutatakse üldjuhul kodustes tingimustes. Selle meetodi eeliseks on parem kaitse oksüdatsiooni eest, kuna mõdu ei hoita suures vahenõus. Samas võib iga pudeli sisu anda erinevad lõhna- ja maitseomadused. Tünnidest laagerdamise plussiks on mõdu kvaliteedi ühtlus, kuna muutused toimuvad kogu anuma ulatuses. Miinuseks võib pidada suuremat oksüdatsiooni ohtu, kuna mitmekordne pärimi eemaldamine (*racking*) võib olla vajalik. (Piatz et al, 2014).

1.5 Mõdu olulised sensoorsed omadused

Mõdu peamised sensoorsed omadused on välimus, aroom, maitse, suutunnetus ja tervikmulje. Suutunnetust mõjutavad magusus, kangus, karboniseeritus ja iga lisakoostisosa (maitsetaimed, vürtsid). Tervikmulje puhul hinnatakse, kas valmistatud mõdul on nauditav tasakaal mee maitse- ja lõhnaomaduste, magususe, happesuse, tanniinide sisalduse ja alkoholi vahel. Samuti peaks iga lisakoostisosa olema hästi tasakaalus teiste koostisosadega (Piatz et al, 2014).

1.5.1 Välimus

Välimuse puhul hinnatakse selgust, karboniseeritust ning värvust. Selgus võib olla heast suurepäraseni. Väga soovitatav on mõdu selge menisk³, samuti jälgitavate osakeste puudumine. Väga karboniseeritud mõdudel on tavaliselt lühiajaliselt kestav vaht nagu šampanjal või limonaadil. Mullide ja vahu puhul vaadeldakse, näiteks suurust, kogust ja

³ mõdu äär, mis puutub kokku klaasiga

püsivust. Värvus võib olla väga erinev sõltuvalt mee liigist ja muudest komponentidest (puuviljad, vürtsid). Mõdu värv peaks üldjuhul viitama kasutatavale mee liigile kui see on kindlalt määratletud (Piatz et al, 2014).

1.5.2 Aroom

Kangemad või magusamad mõdud võivad olla tugevama mee aroomiga kui kuivad või lahjad mõdud. Olenevalt mee liigist on aroomil erinev intensiivsus ja omadused. Mõned (nt tatrimesi) on rohkem äratuntavamad kui teised (avokaado). Aroomibukett peaks näitama meeldivat fermentatsiooni iseloomu koos puhaste ja värskete aromaatsete ühenditega. Aroomibuketis ei tohiks esineda diatsetüüli aromaatseid ühendeid. Kerge oksüdatsioon on lubatud sõltuvalt vanusest. Lõhna ja buketi omavaheline kooskõla peaks olema meeldiv ja kõitev (Piatz et al, 2014).

Peamised mõdus sisalduvad aroomiühendid on näiteks atsetaldehyid ja etüülatsetaat. Lisaks nendele esineb veel hulgaliselt teisi aroomiühendeid, mille sisaldus on kordades väiksem (Roldán et al, 2010). Tabelis 7 on välja toodud mõningate aroomiühendite kirjeldused ja kogused, mis mõdus võivad esineda.

Tabel 7. Mõdus sisalduvad aroomiühendid

| | Lõhna kirjeldus | Kogus (µg/l) |
|--------------------------|----------------------------------|--------------|
| Happed | | |
| Isopalderjanhape | Happeline, juustune | 109,14±30,05 |
| Heksaanhape | | 124,66±20,77 |
| Oktaanhape | Õline, rääsunud, võine, juustune | 133,50±13,06 |
| Fenüüläädikhape | Mesine | 96,79±42,47 |
| Estrid | | |
| Isoamüülatsetaat | Banaanine | 2,12±0,90 |
| Etüülheksanaat | Puuviljane | 0,74±0,64 |
| Etüüllaktaat | Puuviljane, võine | 14,01±6,23 |
| Etüül-3-hüdroksübutanaat | Rääsunud | 4,72±1,02 |
| Fenüületüülatsetaat | Mesine, magus | 18,92±0,22 |
| Dietüülsuktsinaat | Puuviljane | 54,55±7,32 |

Tabel 7 järg. Mõdus sisalduvad aroomiühendid

| | Lõhna kirjeldus | Kogus (mg/l) |
|---------------------------|-------------------------|---------------------|
| Etüülatsetaat | | 21,80±12,98 |
| Atseetaldehüüd | Ananassine, mõru mandel | 8,01±0,37 |
| Isoamüül alkoholid | | |
| 2-metüülbutanool | Alkohoolne | 24,11±0,16 |
| 3-metüül butanool | Alkohoolne | 91,04±0,92 |

Allikas: Roldán et al, 2010

1.5.3 Maitse

Mee maitse tunnetuse kohalt esinevad samad põhimõtted nagu lõhna puhul, mida magusam seda tugevama maitsega on mõdu. Jääkmagusus sõltub mõdu tüübist. Kuivad mõdud ei ole magusad (ei sisalda jääksuhkruid), magusad mõdud on üpris magusad, poolmagusatel mõdudel on tasakaalustatud magusus. Mingil juhul ei tohiks jääkmagusus olla siirupine, imal või nagu käärimata mesi (Piatz et al, 2014).

1.6 Töö eesmärk

Käesoleva töö ülesandeks on valmistada traditsioonilise retsepti (koostisosad mesi, vesi ja pärm) alusel mõdusid varieerides kasutatavat mee liiki, pärmitüve ja kasvu-aktivaatorit (pärmiekstrakt), ning uurida nende tegurite mõju kääritamiskiirusele, etanooli kontsentratsioonile ja maitseomadustele. Lisaülesandeks on seadistada HPLC süsteem, mis võimaldab määrata mõdu proovides etanooli, glütserooli, suhkrute ja hapete sisaldused. Lisaks ainete sisaldustele võrreldakse veel mõdude sensoorseid omadusi.

2. EKSPERIMENTAALNE OSA

2.1 Materjalid ja meetodid

2.1.1 Mesi

Antud töös on kasutatud nelja erinevat mett, mis on saadud kohalikest mesinikest. Vastavateks meteks on: „Hea mesi“, „Kanarbikumesi“, „Talumesi“ ja „Aasalilled mesi“. Mete pH väärtused olid järgmised: „Hea mesi“ - 4,08; „Kanarbikumesi“ - 3,91; „Talumesi“ - 3,92 ja „Aasalilled mesi“ - 3,70.

2.1.2 Pärm tüved

Antud töös on kasutatud kuute erinevat õlle kuivpärm, milleks on: *Saccharomyces cerevisiae Safbrew Abbaye* (Fermentis, Prantsusmaa); *S. cerevisiae Saflager S-23* (Fermentis, Prantsusmaa); *S. cerevisiae Safbrew S-33* (Fermentis, Prantsusmaa); *S. cerevisiae Safbrew T-58* (Fermentis, Prantsusmaa); *S. cerevisiae Safale US-05* (Fermentis, Prantsusmaa) ja *S. cerevisiae Safale S-04* (Fermentis, Prantsusmaa).

2.1.3 Mõdu virde valmistamine ja pärm rakkude rehüdreerimine

Mõdu virde valmistamiseks lahustati 200 grammi mett 1000 ml joogiveega (kraanivesi), mis oli eelnevalt läbi keedetud, ning segati hoolikalt, et segu oleks täielikult homogeenne. Virre pandi käärima kahel moel: ilma pärmiekstraktita ja pärmiekstraktiga (1g pärmiekstrakti) kasutades 1 g rehüdateeritud pärm 1 L virde kohta.

Pärmi rakkude rehüdreerimiseks lisati ühele grammile kuivpärmile ca 20 ml mõdu virret (T= 35 °C) ja lasti 15 minutit oodata. Pärast rehüdreerimist lisati pärm mõdu virdele ning jäeti toatemperatuuril (ca 22 °C) käärima.

Kokku pandi käärima 22 liitrist pudelit, mis suleti pealt õhulukuga. 12 esimest pudelit, pooled pärmiekstraktiga pooled ilma, pandi käärima virdel, mis oli valmistatud „Aasalilled meest“, kääritamisel kasutati kuut erinevat pärmitüve. Järgmised 8 pudelit, millest pooled pärmiekstraktiga pooled ilma, pandi käärima virdel, mis oli valmistatud erinevatest mee liikidest kasutades sama pärm (*Safbrew T-58*). 2 viimast pudelit, millest üks pärmiekstraktiga, pandi käärima proovide võtmiseks, et näha kuidas muutuvad ainete

konsentratsioonid fermentatsiooni käigus. Selles katses kasutati „Aasalilled mett“ ja pärm *Safbrew T-58*.

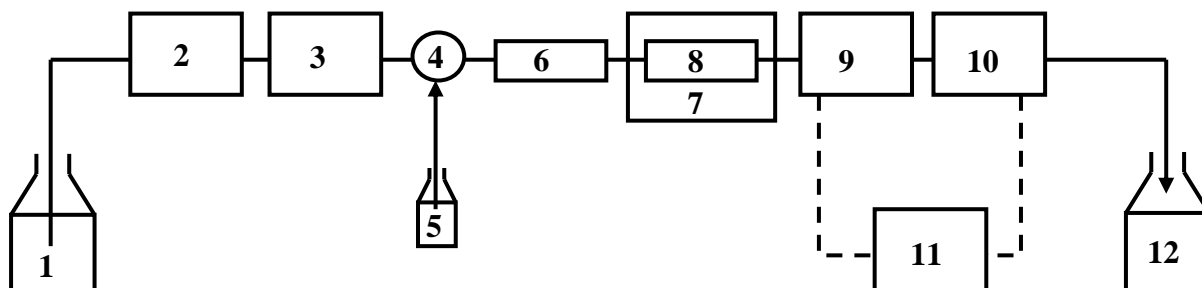
2.1.4 CO₂ eraldumise mõõtmine, proovide võtmine ning nende ettevalmistamine

Süsihappegaasi eraldumist mõõdeti pudeleid kaaludes ning vaadati kui suur oli lõplik kaalukadu.

Mõdude analüüsimiseks võeti automaatpipetiga 1 ml mõdu, mis tsentrifuugiti ning pandi 32°C juurde sügavkülma seisma. Enne proovide analüüsimist HPLC süsteemiga sulatati proovid täielikult üles ning filtreeriti omakorda veel membraanfiltriga, et proov oleks võimalikult puhas.

Mete suhkrusisalduste (fruktoos + glükoos) määramiseks kaaluti keeduklaasi 1g mett ning viidi kvantitatiivselt 50 ml kolbi, mis täideti deioniseeritud veega kolvil oleva kriipsuni. Seejärel villiti lahused *Eppendorf*'i topsidesse, tsentrifuugiti ning pandi sügavkülma seisma. Enne analüüsimist sulatati lahused üles ning filtreeriti membraanfiltriga.

2.1.5 Ainete sisalduste määramine HPLC süsteemiga



Joonis 6. HPLC süsteem, kus 1- pudel eluendiga; 2- eluendi degasaator; 3- pump; 4- automaatproovivõtja (*autosampler*); 5- proov; 6- eelkolonn; 7- termostaat; 8- kolonn; 9- UV-detektor; 10- IR- detektor; 11- andmete töötlemise seade; 12- jääkide koguja.

Allikas: Autori koostatud, 2015

Glükoosi, fruktoosi, glütserooli, etanooli ja hapete määramiseks kasutati kõrgsurvevedelik-kromatograafi (ingl *high-pressure liquid chromatography*, HPLC), mille skemaatiline ehitus on näidatud joonisel 6. Esmalt liigub eluent degasaatorisse, kus toimub õhumullide eemaldamine. Seejärel pumbatakse eluent edasi automaatproovivõtjasse (ingl *autosampler*), kus toimub proovi süstimine ning proov liigub koos eluendiga edasi eelkolonni, mis püüab happed kinni, kui süsteemi ei voolutata happega. Järgnevalt liigub proov kolonni, mis asetseb

termostaadis, mille temperatuur on 85°C. Sealt edasi läheb proov detektoritesse, kust saadetakse signaal arvutisse, kus toimub andmete töötlus.

Süsteemi voolutatakse voolukiirusega 0,5 ml/min, mille tõstmise käib järk-järgult, et rõhu suurenemine ei oleks liiga järsk, mis võib põhjustada kolonni ummistumise. Enne proovide süstimist tuleb lasta kogu süsteemil voolukiirusel 0,5 ml/min ca 2 tundi töötada, et süsteem stabiliseeruks.

Proovide analüüsimiseks kasutatakse *Eppendorf*’i topse, kuhu lisatakse kuni 1 ml analüüsivat proovi ning seejärel asetatakse automaatproovivõtjale, mis viib läbi proovi süstimise.

Mete proovide analüüsimisel kasutati eluendina deioniseeritud vett ning mõdu proovide analüüsimisel lahjat väävelhappelahust (1 ml H₂SO₄ / 1 L H₂O-s), et oleks võimalik määrata korraga nii etanooli, glütserooli, suhkrute ja hapete sisaldused.

2.1.6 Mõdu sensorsete omaduste hindamine

Mõdude sensorsete omaduste hindamine toimus kahes grupis, mis koosnesid TTÜ toidutehnika ja tootearenduse tudengitest. Esimeses grupis oli kokku 13 inimest ning teises 11. Esimese rühma ülesandeks oli maitsta viite erinevat mõdu proovi, millest 4 olid erinevate metega ja üks pärmiekstraktiga. Teise grupi ülesandeks oli proovida mõdusid (samuti 5 proovi), mille valmistamisel oli kasutatud erinevaid pärme, kuid sama mett. Mõdude sensorsete omaduste hindamise aluseks oli mõdude hindamisleht, kus olid küsimused nii aroomi, maitse, välimuse kui ka üldmulje kohta. Hindamisleht oli ülesehitatud meeldivuse alusel, et hindamine oleks võimalikult lihtne, kuna tegemist ei olnud professionaalsete degusteerijatega.

2.2 Tulemused ja arutelu

2.2.1 Mete suhkrusisaldused

Mee suhkrusisalduste määramisel saadud tulemused on toodud tabelis 9. Tabelist on näha, et analüüsitud metes on fruktoosisisaldus mõnevõrra suurem kui glükoosisisaldus. Kõige suurem fruktoosisisaldus on „Kanarbikumees“, kus vastav näitaja on $418,66 \pm 19,58$ g/l ning madalaim „Talumees“ ($381,86 \pm 7,46$ g/l). Summaarne suhkrute (glükoos + fruktoos) sisaldus on suurim „Heas mees“ ja väikseim „Talumees“, mille vastavad näitajad on 78,63% ja 73,88%. Di- ja trisahhariide mees ei määratud.

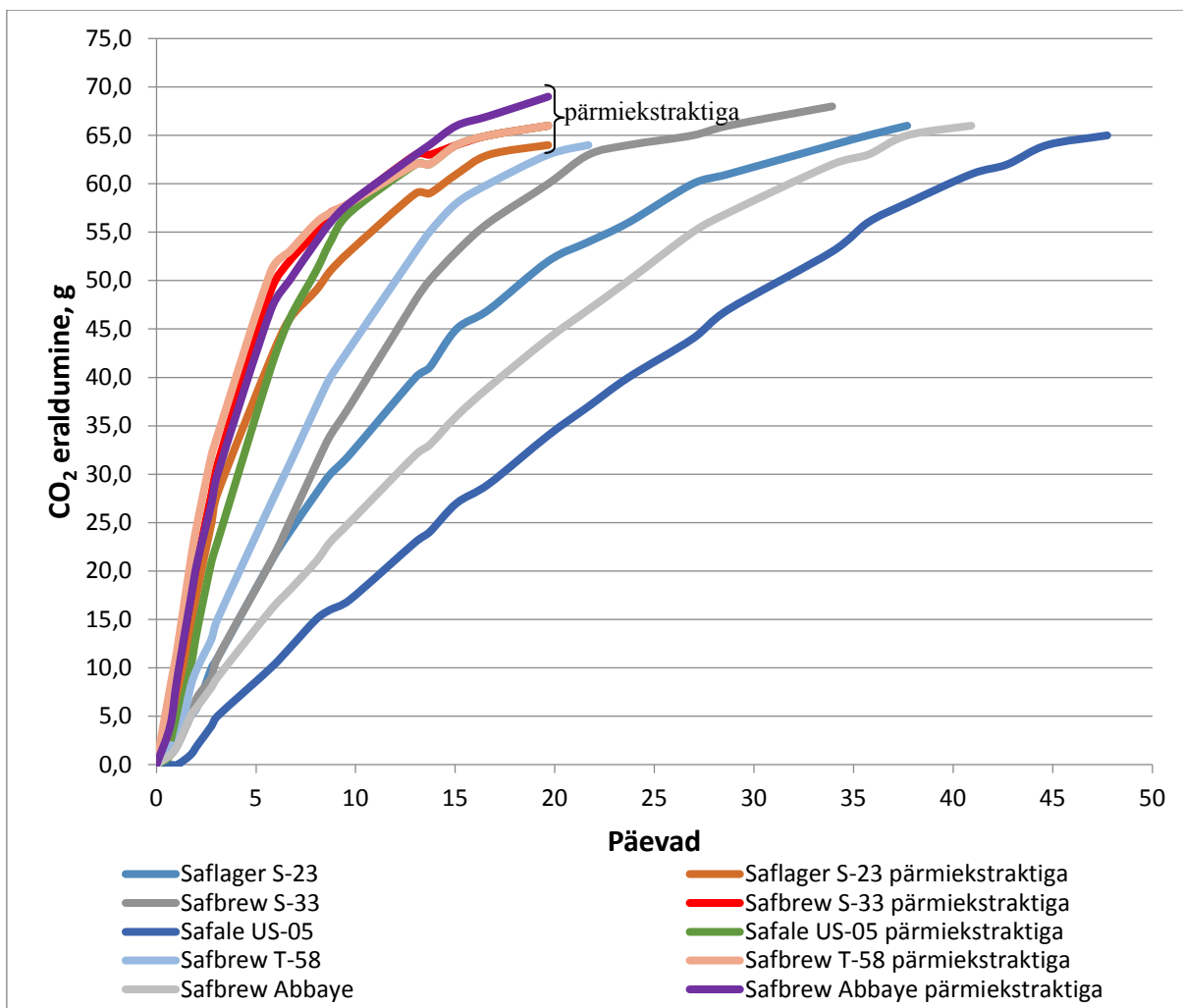
Tabel 8. Glükoosi ja fruktoosi sisaldused

| Mesi | Glükoos, g/l | Fruktoos, g/l | Suhkrute sisaldus, % |
|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| „Hea mesi“ | $394,55 \pm 18,50$ | $391,77 \pm 17,51$ | $78,63 \pm 3,60$ |
| „Talumesi“ | $356,93 \pm 7,82$ | $381,86 \pm 7,46$ | $73,88 \pm 1,49$ |
| „Kanarbikumesi“ | $359,12 \pm 18,87$ | $418,66 \pm 19,58$ | $77,78 \pm 3,84$ |
| „Aasalillede mesi“ | $370,15 \pm 6,38$ | $386,27 \pm 10,05$ | $75,64 \pm 1,15$ |

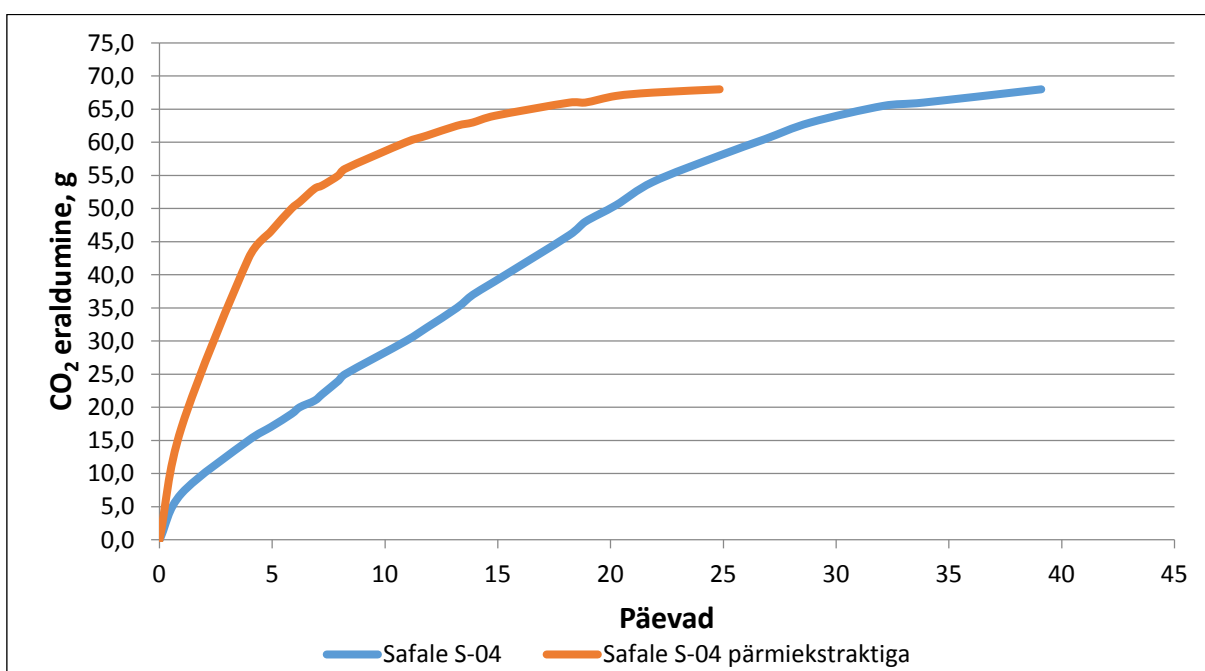
2.2.2 CO₂ eraldumise dünaamika käärimise ajal sõltuvalt pärmi tüvest

Joonistel 7a ja 7b on näha, kuidas on toimunud süsihappegaasi eraldumine käärimise ajal pärmiekstraktiga pudelites ning ilma pärmiekstraktita pudelites kasutades „Aasalillede mett“. Joonistelt paistab hästi silma, et pärmiekstraktiga pudelites toimub kääritamisprotsess poole kiiremini kui pärmiekstraktita pudelites.

Pärmiekstrakti kasutamisel on pärmi tüvede lõpptulemused CO₂ eraldumise suhtes praktiliselt samad. Ilma pärmiekstraktita on näha pärmi tüvede vahel suurt erinevust. Kõige kiiremini toimus CO₂ eraldumine pärmi *Safbrew T-58* korral, kus CO₂ eraldus poole kiirmini kui *Safale US-05* puhul, mille kääritamisprotsess kestis ligi 50 päeva. Süsihappegaasi kogus, mis kääritamise käigus eraldus jäi vahemikku 64-69 grammi.



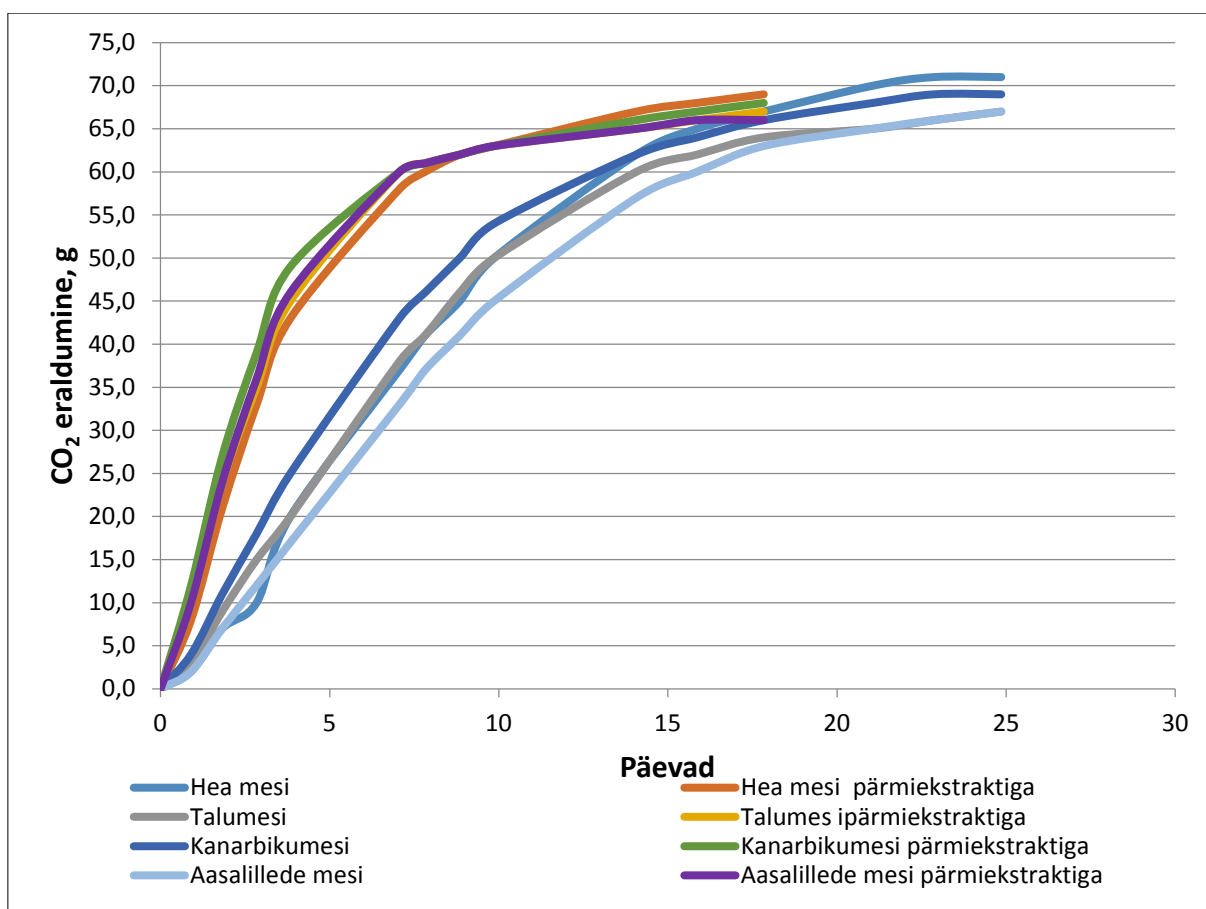
Joonis 7a. CO₂ eraldumine sõltuvalt pärmist ja pärmiekstrakti lisamisest



Joonis 7b. CO₂ eraldumine sõltuvalt pärmist ja pärmiekstrakti lisamisest

2.2.3 CO₂ eraldumine käärimise ajal sõltuvalt mee liigist

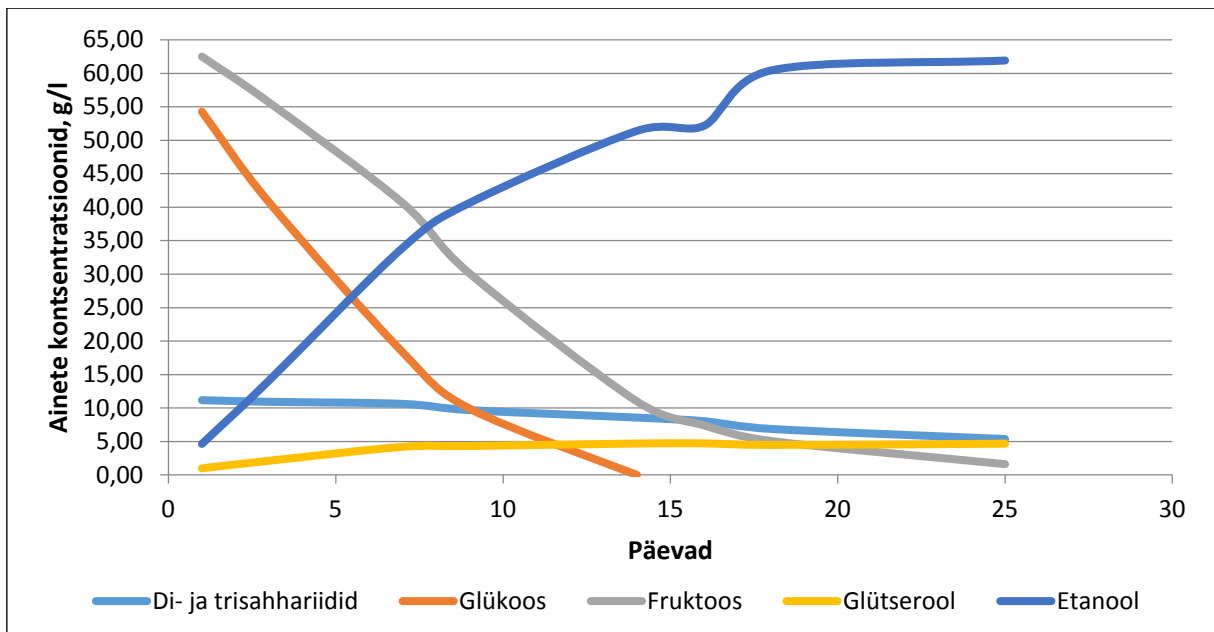
Väga suurt erinevust CO₂ eraldumises erinevate mete puhul ei ole, nagu on näha joonisel 8. Pärmiekstrakti kasutamisel on tulemused praktiliselt identsed. Eraldunud süsihappegaasi kogused erinevad ainult paari grammi võrra. Pärmiekstraktita mete korral on näha, et „Kanarbikumes“ on toimunud CO₂ eraldumine alguses kiiremini võrreldes teiste metega, mis annab kinnitust kirjanduse ülevaates viidatud uuringule, kus leiti, et tumeda meega toimub fermentatsioon kiiremini, kuna sisaldab rohkem mineraalaineid.



Joonis 8. CO₂ eraldumine vastavalt mee liigile

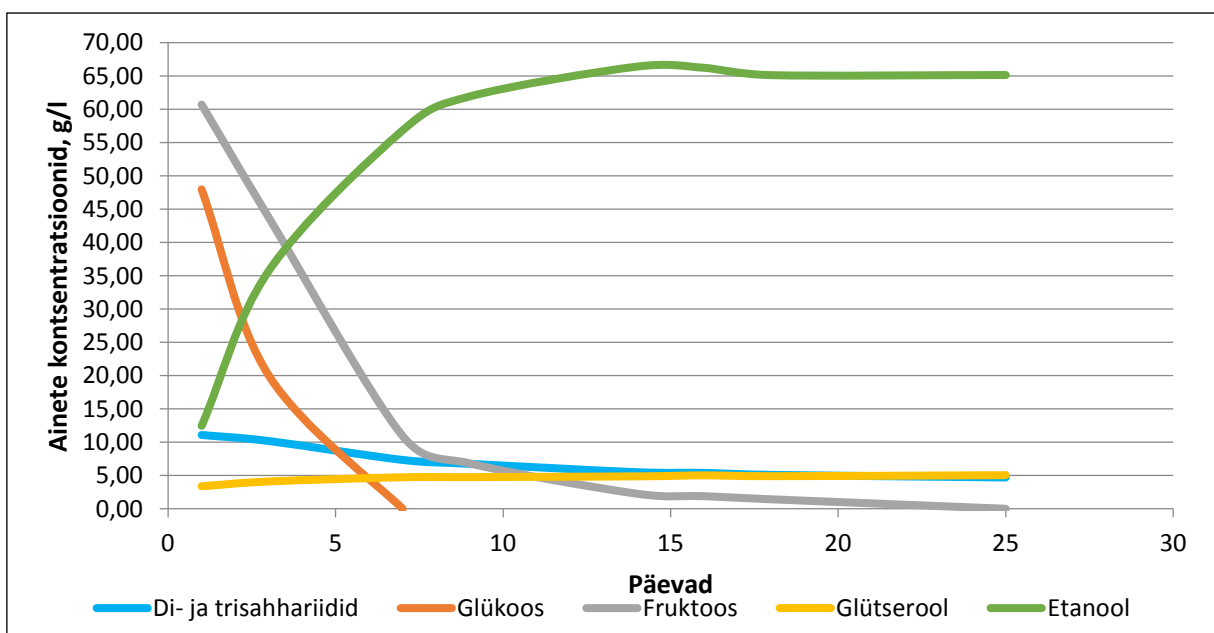
2.2.4 Ainete sisalduste muutumine kääritamise protsessis

Joonisel 9a ja 9b on näha, kuidas muutuvad ainete kontsentratsioonid „Aasalilledede meest“ valmistatud virde kääritamisel pärmiga *Safbrew T-58*. Pärmiekstrakti mitte kasutades tarbitakse glükoosi pärmi poolt peaaegu kaks korda kiiremini kui fruktoosi (Joon 9a). Samas pärmiekstrakti kasutades (joonis 9b) on tarbimiste suhe sisuliselt sama, protsess ise aga toimub oma paar korda kiiremini.



Joonis 9a. Ainete kontsentratsiooni muutused käärimisel

Lisaks glükoosile ja fruktoosile väheneb di- ja trisahhariidide hulk summaarselt ligikaudu kaks korda. Etanoolisisaldus nii pärmiekstraktiga kui ilma pärmiekstraktita tõuseb proportsionaalselt kasutatud suhkrutega. Mõlemal juhul toimub glükoosi kontsentratsioonil 10-15 g/l etanooli moodustumise aeglustamine, mis võib olla tingitud sellest, et pärmil võis võtta veidike aega, et lülituda ümber põhiliselt fruktoosi käärimisele. Pärmiekstrakti kasutades on saavutatud etanooli maksimaalne sisaldus tunduvalt kõrgem (65 g/L) kui pärmiekstraktita (62 g/L) kääritamisel.



Joonis 9b. Ainete kontsentratsiooni muutused käärimisel kasutades pärmiekstrakti

2.2.5 Kääritamistingimuste mõju mõdudes olevate ainete lõppkontsentratsioonidele

Pärmiekstrakti mõju mõdu koostisele

Tabelis 9 on välja toodud ainete sisaldused mõdudes, kus on näha, et ilma pärmiekstraktita valmistatud mõdud sisaldavad rohkem jääsuhkruid kui pärmiekstraktiga tehtud mõdud. Pärmiekstraktita mõdudes jääb jääsuhkrute sisaldus vahemikku 5,54-11,17 g/l ning pärmiekstraktiga mõdudes vahemikku 3,07-10,13 g/l. Samuti on etanoolisisaldus suurem mõdudes, kus on kasutatud pärmiekstrakti, jäädes vahemikku 62,43-75,63 g/l samal ajal kui ilma pärmiekstraktita valmistatud tüvedes oli see vahemikus 51,55-67,37 g/l.

Etanooli saagis jääb kõikidel puhkudel alla 50%, mis on igati normaalne, kuna teoreetilist saagist, mis on 51% on praktiliselt võimatu saavutada, kuna lisaks etanoolile ja süsihappegaasile tekib käärimise käigus ka biomass.

Ilma pärmiekstraktita mõdude korral on glütserooli sisaldused veidike kõrgemad ja etanooli sisaldused madalamad kui pärmiekstraktiga mõdudes. Tekkinud glütserooli kogused mõdudes erinevate pärmidega on üpris sarnased kui va *Safale S-04* ja *Safbrew Abbaye*, mille vastavad näitajad pärmiekstraktita mõdudes on 8,66 g/l vs 7,19 g/l ning pärmiekstraktiga kääritatud jookides 7,11 g/l vs 5,67 g/l. See võib põhjustada ka natuke madalamat etanooli saagist.

Tabel 9. Erinevate pärmitüvedega valmistatud mõdude ainete sisaldused

| | Saflager S-23 | Safbrew S-33 | Safale US-05 | Safbrew T-58 | Safbrew Abbaye | Safale S-04* |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Pärmiekstraktita | | | | | | |
| Di- ja trisahhariidid, g/l | 8,97 | 6,13 | 7,47 | 7,04 | 4,29 | 6,98 |
| Glükoos, g/l | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fruktoos, g/l | 2,20 | 0,00 | 4,05 | 2,51 | 1,26 | 3,88 |
| Jääsuhkrud, g/l | 11,17 | 6,13 | 11,52 | 9,55 | 5,54 | 10,86 |
| Glütserool, g/l | 5,76 | 4,34 | 4,77 | 5,05 | 7,19 | 8,66 |
| Etanool, g/l | 60,82 | 64,37 | 59,98 | 51,55 | 59,69 | 67,37 |
| Etanooli saagis, % | 45,30 | 46,21 | 44,79 | 43,46 | 42,68 | 40,05 |
| Etanool, vol% | 7,71 | 8,16 | 7,60 | 6,53 | 7,57 | 8,54 |
| CO ₂ , g | 66,00 | 68,00 | 65,00 | 64,00 | 66,00 | 68,00 |

Tabel 9 järg. Erinevate pärmitüvedega valmistatud mõdude ainete sisaldused

| | Saflager S-23 | Safbrew S-33 | Safale US-05 | Safbrew T-58 | Safbrew Abbaye | Safale S-04* |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Pärmiekstraktiga | | | | | | |
| Di- ja trisahhariidid, g/l | 8,56 | 6,07 | 7,73 | 5,70 | 3,07 | 3,07 |
| Glükoos, g/l | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fruktoos, g/l | 1,57 | 0,00 | 0,00 | 1,60 | 0,00 | 0,00 |
| Jääsuhkrud, g/l | 10,13 | 6,07 | 7,73 | 7,30 | 3,07 | 3,07 |
| Glütserool, g/l | 4,65 | 3,88 | 4,81 | 4,53 | 5,67 | 7,11 |
| Etanool, g/l | 64,06 | 66,71 | 64,37 | 62,43 | 65,31 | 75,63 |
| Etanooli saagis, % | 47,35 | 47,88 | 46,75 | 45,20 | 45,88 | 42,97 |
| Etanool, vol% | 8,12 | 8,46 | 8,16 | 7,91 | 8,28 | 9,59 |
| CO ₂ , g | 64,00 | 66,00 | 66,00 | 66,00 | 69,00 | 68,00 |

* 200 g meele on lisatud vett kuni pudelil märgitud 900 ml jooneni

Hapete sisaldused erinevate pärmitüvedega valmistatud mõdudes on küllaltki sarnased (tabel 10) va *Safale S-04*, milles on hapete hulk ligi 2 korda suurem võrreldes teiste tüvedega ja seda nii pärmiekstraktiga (4,37 g/l) kui ka pärmiekstraktita (7,79 g/l) mõdul. Põhus võib olla mees endas, kuna „Aasalillede mesi“ sisaldab piimhappe baktereid mis 100% ei inaktiveeru virde valmistamisel ja põhjustavad piimhappelise kääritamise.

Tabel 10. Erinevate pärmitüvedega valmistatud mõdude hapete sisaldused

| | Saflager S-23 | Safbrew S-33 | Safale US-05 | Safbrew T-58 | Safbrew Abbaye | Safale S-04* |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Pärmiekstraktita | | | | | | |
| Viinhape, g/l | 0,26 | 0,26 | 0,32 | 0,30 | 0,25 | 0,32 |
| Õunhape, g/l | 0,59 | 0,03 | 0,62 | 0,12 | 0,39 | 0,11 |
| Piimhape, g/l | 0,32 | 1,50 | 0,51 | 0,74 | 0,16 | 4,21 |
| Äädikhape, g/l | 0,16 | 0,30 | 0,56 | 0,53 | 0,14 | 0,96 |
| Merevaikhape, g/l | 0,00 | 0,06 | 0,07 | 0,22 | 0,05 | 0,16 |
| Sidrunhape, g/l | 2,22 | 1,30 | 0,94 | 1,41 | 2,63 | 2,03 |
| Fumaarhape, g/l | 0,004 | 0,00 | 0,004 | 0,002 | 0,002 | 0,00 |
| Happed kokku, g/l | 3,55 | 3,45 | 3,02 | 3,32 | 3,62 | 7,79 |
| Pärmiekstraktiga | | | | | | |
| Viinhape, g/l | 0,28 | 0,28 | 0,29 | 0,27 | 0,23 | 0,32 |
| Õunhape, g/l | 0,14 | 0,13 | 0,55 | 0,31 | 0,13 | 0,38 |
| Piimhape, g/l | 0,71 | 0,20 | 0,12 | 0,17 | 0,08 | 0,42 |
| Äädikhape, g/l | 0,17 | 0,20 | 0,32 | 0,31 | 0,02 | 0,88 |

Tabel 10 järg. Erinevate pärmitüvedega valmistatud mõdude hapete sisaldused

| | Saflager S-23 | Safbrew S-33 | Safale US-05 | Safbrew T-58 | Safbrew Abbaye | Safale S-04* |
|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Merevaikhape, g/l | 0,00 | 0,06 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,18 |
| Sidrunhape, g/l | 1,48 | 1,14 | 1,10 | 1,10 | 1,30 | 2,18 |
| Fumaarhape, g/l | 0,00 | 0,006 | 0,002 | 0,003 | 0,00 | 0,004 |
| Happed kokku, g/l | 2,78 | 2,01 | 2,43 | 2,16 | 1,76 | 4,36 |

* 200 g meele on lisatud vett kuni pudelil märgitud 900 ml jooneni

Erinevate metega valmistatud mõdud

Tabelites 11 ja 12 on välja toodu ainete sisalduste võrdlused mõdude vahel, mille valmistamiseks on kasutatud erinevaid mesi ja pärmi *Safbrew T-58*. Etanooli saagised on nii pärmiekstraktiga ja pärmiekstraktita mõdude korral üpris sarnased va „Heast meest“ valmistatud meejoogi korral, mille etanooli saagis pärmiekstraktiga on ca 6% väiksem (tabel 11) Väga raske on head põhjendust anda, kuna jääksuhkrute sisaldus on mõlemal juhul praktiliselt sama (4,21 g/l vs 3,98 g/l). Põhjus võib muidugi olla selles, et sügavkülmas seistes ja proovide süstimisel (proove süstiti üks haaval, aga järjekorras olevad proovid seisis ilma korgita) võis osa etanoolist ära lennata.

Glütseroolisisaldused (tabel 11) on kõikidel mõdudel üsna sarnased jäädes pärmiekstraktita mõdudel vahemikku 4,66-4,99 g/l ja pärmiekstraktiga meejookidel vahemikku 4,68-5,23 g/l.

Tabel 11. Ainete sisaldused vastavalt meele

| | „Hea mesi“ | „Talumesi“ | „Kanarbiku- mesi“ | „Aasalillede mesi“ |
|----------------------------|------------|------------|----------------------|-----------------------|
| Pärmiekstraktita | | | | |
| Di- ja trisahhariidid | 3,09 | 7,14 | 3,84 | 6,63 |
| Glükoos | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fruktoos | 1,13 | 1,53 | 1,79 | 1,61 |
| Jääksuhkrud, g/l | 4,21 | 8,67 | 5,63 | 8,24 |
| Glütserool | 4,90 | 4,85 | 4,66 | 4,99 |
| Etanool | 64,18 | 63,35 | 61,65 | 57,71 |
| Etanooli saagis, % | 46,31 | 48,82 | 45,19 | 43,46 |
| Etanool, vol% | 8,13 | 8,03 | 7,81 | 7,31 |
| CO ₂ , g | 71,00 | 67,00 | 69,00 | 67,00 |
| Pärmiekstraktiga | | | | |
| Di- ja trisahhariidid, g/l | 2,72 | 6,39 | 3,99 | 5,87 |
| Glükoos, g/l | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Tabel 11 järg. Ainete sisaldused vastavalt meele

| | „Hea mesi“ | „Talumesi“ | „Kanarbiku- mesi“ | „Aasalillede mesi“ |
|---------------------|------------|------------|----------------------|-----------------------|
| Fruktoos, g/l | 1,25 | 1,74 | 1,88 | 0,00 |
| Jääsuhkrud, g/l | 3,98 | 8,13 | 5,87 | 5,87 |
| Glütserool, g/l | 4,88 | 4,68 | 4,90 | 5,23 |
| Etanool, g/l | 55,96 | 64,16 | 63,04 | 62,78 |
| Etanooli saagis, % | 40,41 | 49,53 | 46,24 | 46,70 |
| Etanool, vol% | 7,09 | 8,13 | 7,99 | 7,96 |
| CO ₂ , g | 69,00 | 67,00 | 68,00 | 66,00 |

Hapete kogusisaldused (tabel 12) on valmistatud mõdudel samas suurusjärgus, jäädes vahemikku 2,22-4,84 g/l. Hapete sisaldused on küll mete vahel erinevad, kuid vahed on nii väikesed, mis tõttu on raske öelda, et just meest on see tingitud.

Tabel 12. Hapete sisaldused vastavalt meele

| | „Hea mesi“ | „Talumesi“ | „Kanarbikumesi“ | „Aasalillede mesi“ |
|-------------------------|------------|------------|-----------------|--------------------|
| Pärmiekstraktita | | | | |
| Viinhape, g/l | 0,14 | 0,27 | 0,42 | 0,23 |
| Õunhape, g/l | 0,10 | 0,48 | 0,32 | 0,45 |
| Piimhape, g/l | 0,58 | 0,33 | 0,28 | 0,20 |
| Äädikhape, g/l | 0,45 | 1,08 | 0,39 | 0,40 |
| Merevaikhape, g/l | 0,04 | 0,00 | 0,05 | 0,00 |
| Sidrunhape, g/l | 0,90 | 2,67 | 1,36 | 1,72 |
| Fumaarhape, g/l | 0,001 | 0,009 | 0,005 | 0,005 |
| Happed kokku, g/l | 2,21 | 4,84 | 2,83 | 3,01 |
| Pärmiekstraktiga | | | | |
| Viinhape, g/l | 0,18 | 0,31 | 0,46 | 0,26 |
| Õunhape, g/l | 0,26 | 0,35 | 0,17 | 0,31 |
| Piimhape, g/l | 0,19 | 0,00 | 0,29 | 0,00 |
| Äädikhape, g/l | 0,87 | 0,48 | 0,36 | 0,34 |
| Merevaikhape, g/l | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sidrunhape, g/l | 1,54 | 1,93 | 1,04 | 1,34 |
| Fumaarhape, g/l | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,003 |
| Happed kokku, g/l | 3,18 | 3,07 | 2,32 | 2,25 |

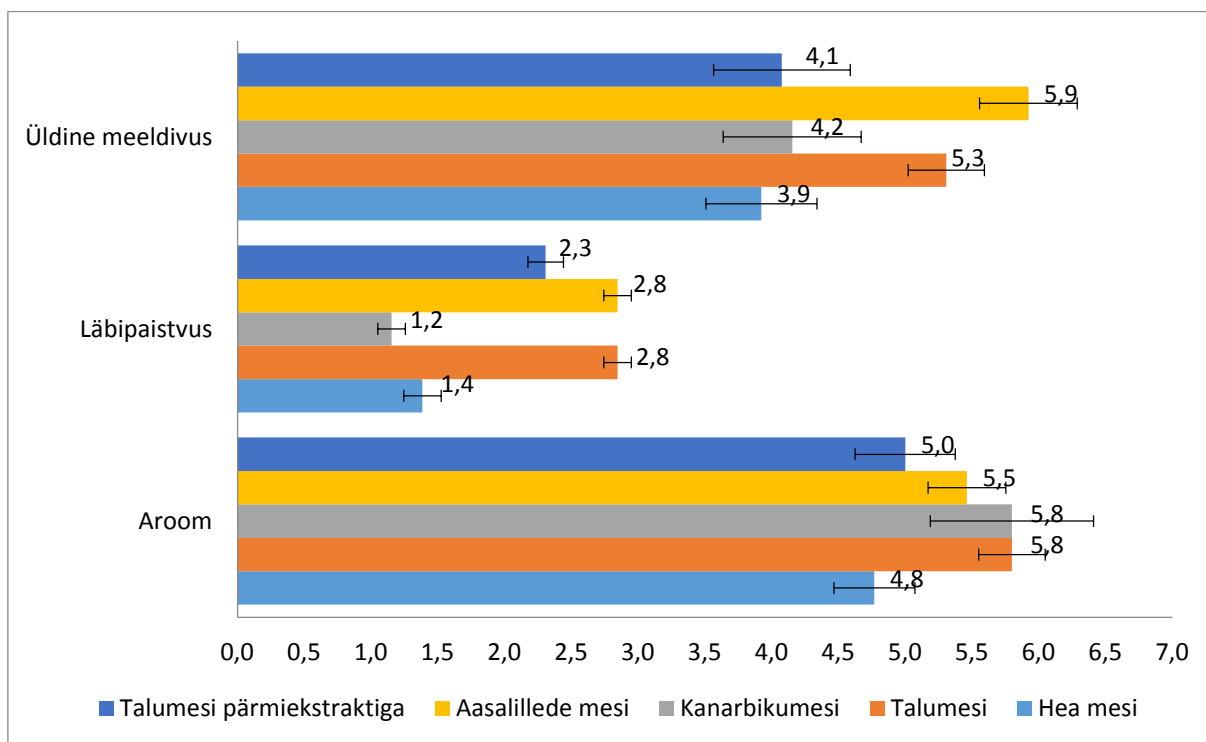
2.2.6 Mõdude sensoorsed omadused

Mõdude sensoorseid omadusi hinnati kahes grupis. Esimene grupp hindas erinevate metede ja pärmiekstraktiga valmistatud mõdusid ning teine grupp erinevate pärimi tüvedega kääritatud meejooke.

Joonistel on välja toodud sensorsete omaduste keskmised tulemused mis jäävad vahemikku 1-9, koos standardvigadega. Aroomi, maitse ning üldise meeldivuse korral tähistab 1 äärmiselt ebameeldivat proovi ning 9 äärmiselt meeldivat. Magususe, hapususe ja alkohoolsuse korral tähistab 1 äärmiselt nõrka omaduse tundmist ning 9 äärmiselt tugevat. Erandiks on läbipaistvus, mille hindamiskaala on vahemikus 1-3, kus 1 on hägune ja 3 selge proov.

Mõdud erinevate metega ja pärmiekstraktiga

Meeldivaima aroomiga (joonis 10) olid nii „Kanarbikumeest“ kui ka „Talumeest“ valmistatud mõdud, mis võrdselt said 5,8 punkti 9-st. Seejuures vähim punkte sai „Hea mesi“, mille tulemuseks jäi 4,8. Üldjoontes on aroomi meeldivuse poolest kõik proovid üsna sarnased. Läbipaistvust (joonis 10) hinnates olid kõige selgemad need proovid, mille valmistamisel oli kasutatud „Talumett“ ja „Aasalilled mett“ (2,8 punkti 3-st). Hägususe poolest jäid silma mõdud, mis olid tehtud „Kanarbikumeest“ ja „Heast meest“.

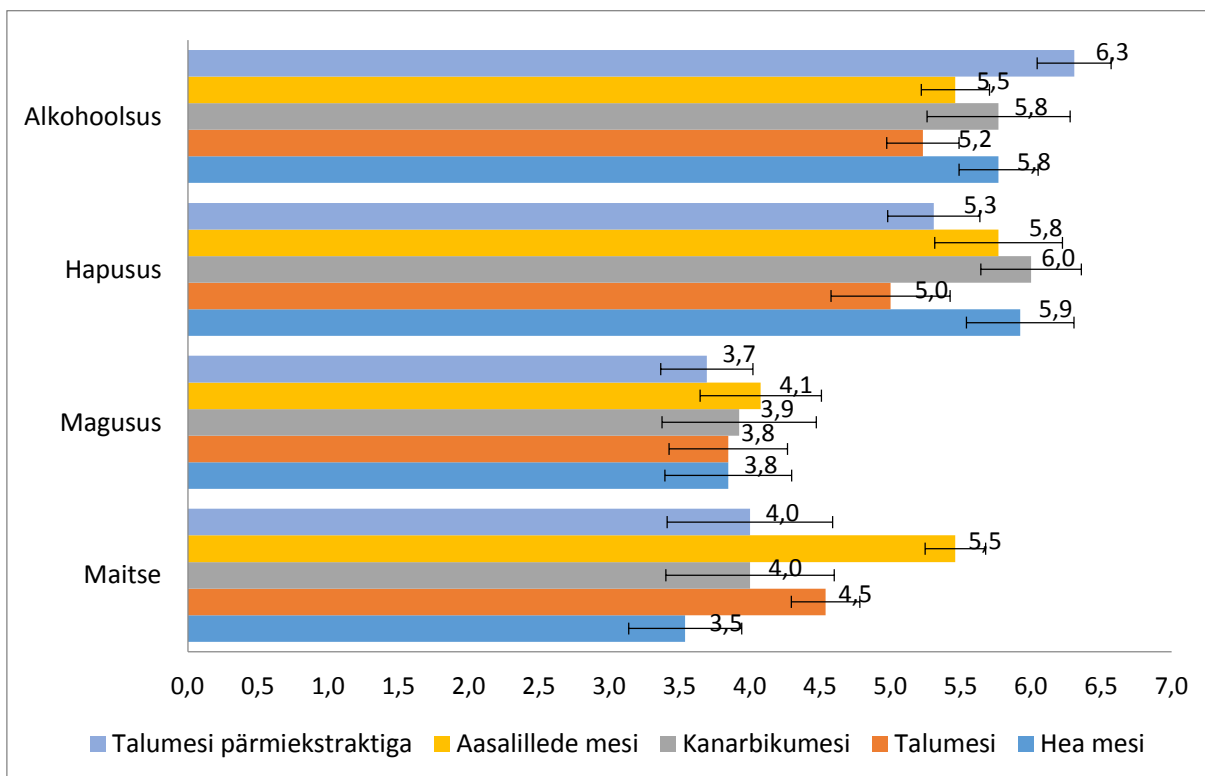


Joonis 10. Sensorsete omadused vastavalt meele

Samuti on näha erinevust pärmiekstraktiga ja pärmiekstraktita mõdude vahel. Nii hägususe kui ka aroomi puhul on näha proovide oma vahelist erinevust. Aroomi korral võis pärmiekstrakt põhjustada ebameeldivat kõrval lõhna, mis osadele degusteerijatele oli vastumeelne. Proovi suurem hägusus oli arvatavasti samuti põhjustatud pärmiekstraktist, mis ei olnud täielikult sadestunud.

Joonisel 11 on näha, millised erinevused on metest valmistatud mõdude vahel maitseomaduste poolest. Magusus on kõikide proovide puhul üpris sarnane, kuid „Aasalilled meega“ valmistatud mõdu on teistest veidike magusam. Kui võrrelda antud tulemusi HPLC süsteemi abil saadud arvudega, siis võib öelda, et tulemused ühtivad omavahel. Kuna „Talumeest“ valmistatud mõdus on küll kogu jääksuhkrute sisaldus suurem, kuid alles jäänud fruktoosi (magusam kui mõdus sisalduvad teised suhkrud) kogus väiksem kui „Aasalilled meega“ valmistatud proovis, mille vastavad näitajad on 1,53 g/l ja 1,61 g/l.

Hapususe (joonis 11) poolest on praktiliselt sama tulemusega nii „Kanarbikumeest“ (6,0) kui ka „Heast meest“ (5,9) valmistatud mõdud. Võrreldes antud tulemusi kromatograafia teel saadud arvudega, siis tulemused on täiesti erinevad. „Kanarbikumeest“ ja „Heast meest“ tehtud mõdud peaksid olema kõige vähem hapud ning „Talumeest“ valmistatud mõdu hapususe poolest esimene.

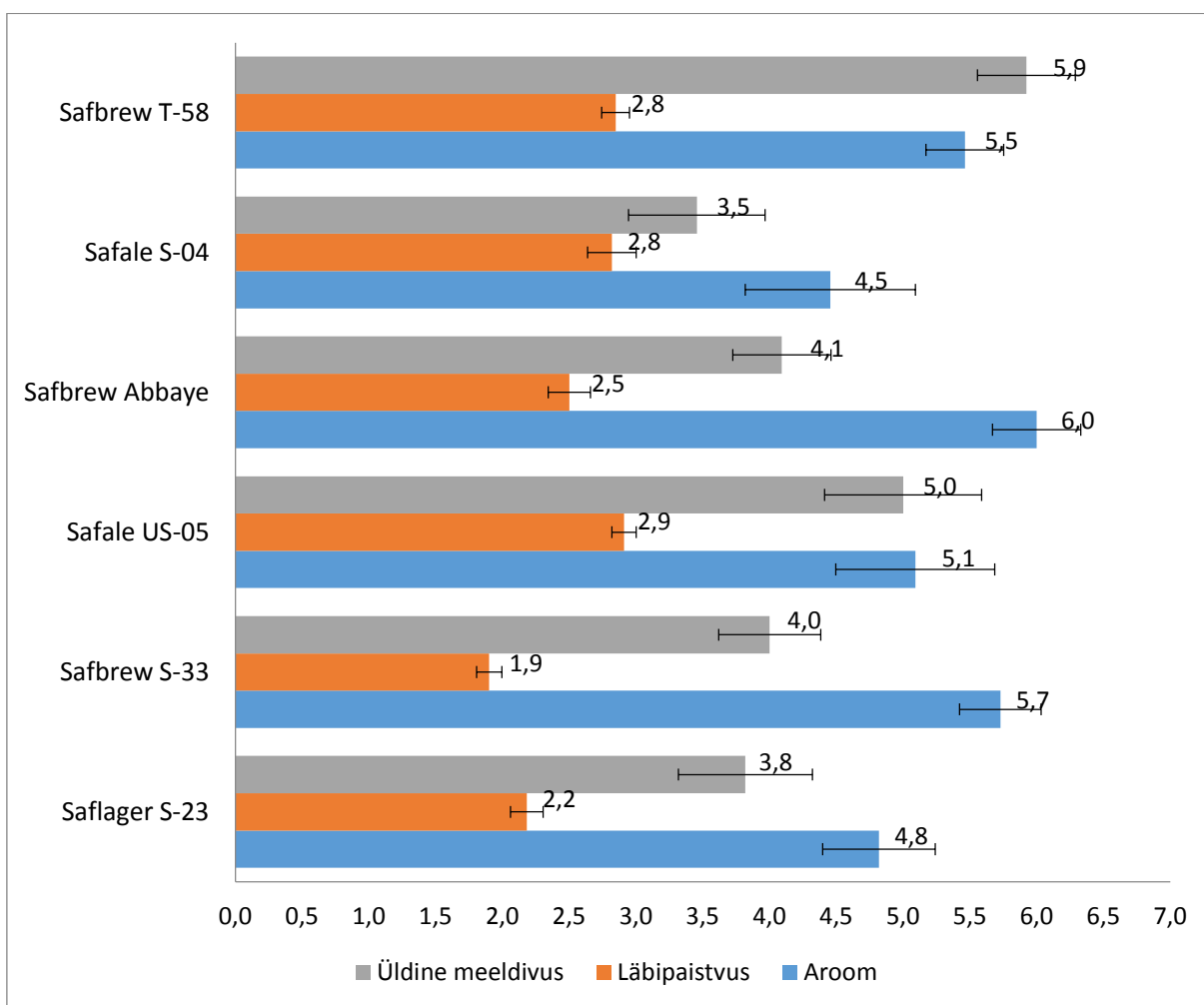


Joonis 11. Sensoorsed omadused vastavalt meele

Kangeimaks (joonis 11) mõduks proovide maitsmisel hinnati „Talumeest“ valmistatud mõdu, kuhu oli lisatud pärmiekstrakti. Antud tulemus on üpris loogiline, kuna pärmiekstrakt aitab läbi viia kiirema ja tõhusama kääritamise, mis tuli välja ka HPLC süsteemiga etanoolisisaldusi määrates.

2.2.6.1 Mõdud erinevate pärmii tüvedega

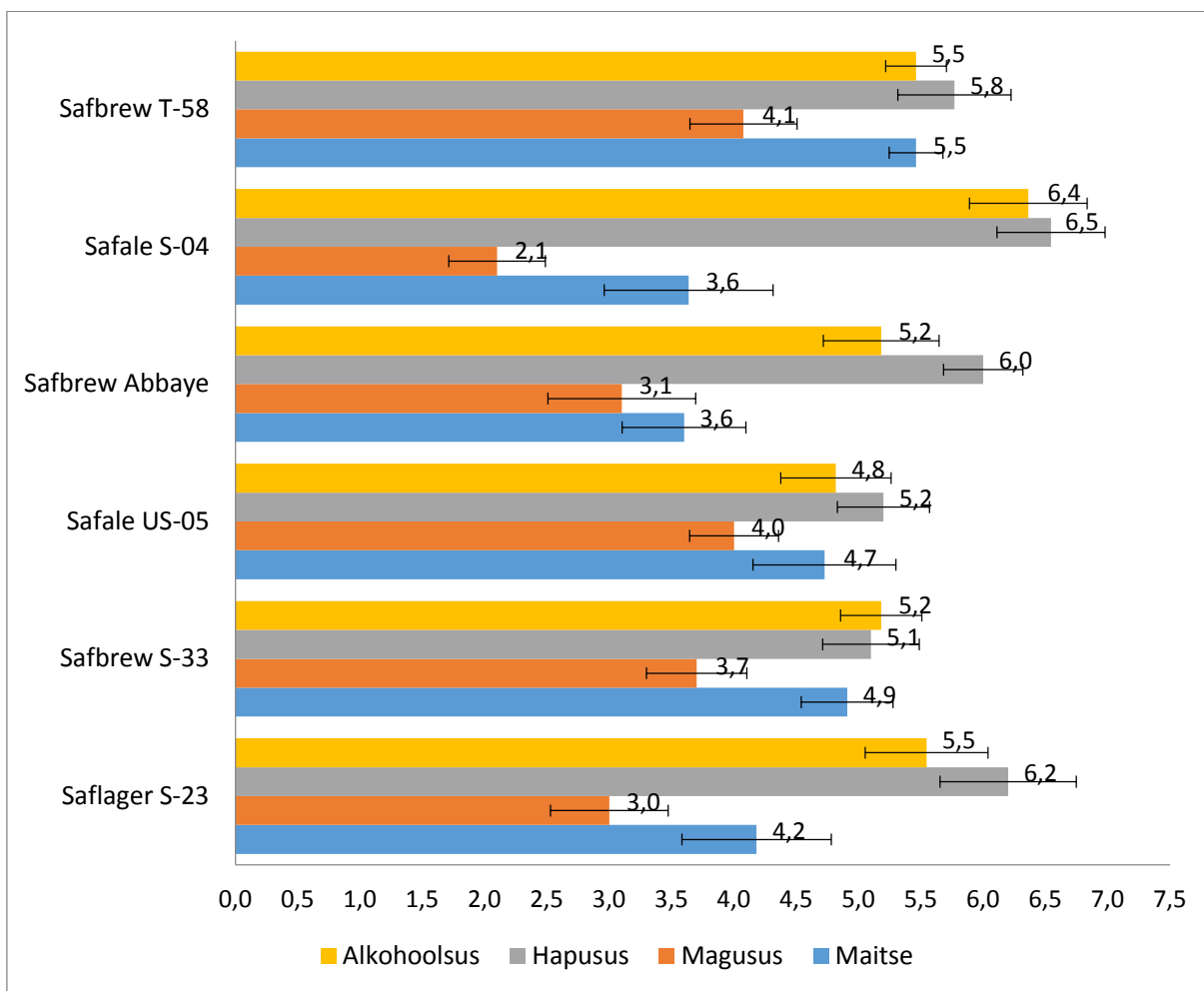
Esmalt võis arvata, et sensorsete omaduste hindamisel on väga raske mingit vahet teha mõdudel, mille valmistamisel on kasutatud erinevaid pärmii tüvesid, kuid vaadates jooniseid 12 ja 13, on tulemused ikka väga erinevad.



Joonis 12. Valmistatud mõdude sensorsete omadused kasutades erinevaid pärmii tüvesid

Läbipaistvuse poolest jäävad silma pärmid *Safbrew S-33* ja *Saflager S-23*, mis võrreldes teistega on tunduvalt hägusamad. Eriti huvitavad on *Saflager S-23* ja *Safbrew Abbaye* tulemused, mis tootja kirjelduste järgi peaksid sadestuma väga hästi, kuid jäävad keskmisele tasemele. Muidugi võiks arvata, et üks põhjustest on mesi, kuid teiste pärmide korral on tulemus kas parem või peaaegu sama.

Kõige kangemaks (joonis 13) mõduks hinnati pärmiga *Safale S-04* valmistatud jook, mis langes kokku ka mõõdetud tulemusega (8,54 vol%). Põhjus, miks pärm *Safale S-04* teistest nii palju erines, on seotud kindlasti sellega, et algsesse virdesse sai lisatud rohkem mett kui teistesse ning ka kääritamisaeg oli pikem. Teistes tunduvalt erineva magususega on pärmid *Safale S-04* ja *Saflager S-23*, mille põhjus võib seisneda selles, et alkohoolsus oli nii palju domineerivam, et oli raske magusust hinnata.



Joonis 13. Valmistatud mõdude sensoorsed omadused kasutades erinevaid pärmide tüvesid

Üldiselt on kõik mõdud degusteerijate arvates üpris hapud, kuid pärmide *Safale S-04* ja *Saflager S-23* korral on tulemused üle 6 punkti. Pärmiga *Safale S-04* valmistatud mõdu sisaldab tõepoolest rohkem happeid (7,79 g/l), kuid teistes mõdudes on happeid samas suurusjärgus (3,01-3,62 g/l). Kuid selge on see, et inimeste meeled on natukene erinevad, mistõttu tunnevad toidu sensoorseid omadusi erinevate tugevustega.

2.3 Järeldused

Töö alguses püstitatud ülesanded sai üpris edukalt täidetud, kuna valmis sai tehtud mõdud, mida oli võimalik HPLC süsteemiga analüüsida ja saadud tulemusi omavahel võrrelda. Lisaks oli võimalik läbi viia mõdude degusteerimine, mis andis küllaltki huvitavad tulemused, mida ei oleks osanud algselt oodata.

Tulemusi analüüsides ja neid omavahel võrreldes tuli välja, et kasutades pärmiekstrakti on käärimisprotsess ligi kaks korda kiirem ning ka etanooli saagis kuni 3% suurem kui välja jätta mõningad erandid, kus erinevused küündisid 6% lähedale. Samuti jäi silma, et tumedate mete („Kanarbikumesi“ ja „Talumesi“) kasutamisel toimus käärimise algus veidike kiiremini ja ka etanooli saagis oli üldiselt kõrgem.

Pärmi tüvesid võrreldes selgus, et kõige kiiremini toimub käärimine *Safbrew T-58*-ga, mis oli nii ilma pärmiekstraktita kui pärmiekstraktiga teistest parema käärimisvõimega. Seetõttu kasutati antud pärmi ka mõdude kääritamisel, mis olid valmistatud erinevatest metest. Pärmiekstraktiga oli üldine käärimisaeg võrreldes teistega küll sama, aga fermentatsiooni algusprotsess oli natuke kiirem.

Sensoorseid omadusi hinnates selgus, et pärmiekstrakt annab mõdudele juurde omapärase lõhna ja maitse, mis teatud hulgale inimestele ei meeldi. Samuti tuli välja, et erinevate pärmi tüvede kasutamisel on sensoorsed omadused väga erinevad, kattudes teatud tüvede korral ainult läbipaistvuse poolest. Lisaks sai kinnituse kirjanduse ülevaates kirjutatud värvi mõjust mõdu maitsele, et liivakarva mee („Aasalilled mesi“) kasutamisel on tulemuseks mahedama ehk meeldivama maitsega mõdu, kui tumedat mett kasutades.

Saadud tulemuste põhjal võib järeldada, et mõistlik oleks kasutada antud metest „Aasalilled mett“ ja pärmi *Safbrew T-58*, mis annavad võrreldes teiste mete ja pärmidega veidike paremad sensoorsed omadused ning käärimisprotsess toimub samuti üpris kiiresti. Arvutatud etanooli saagise poolest ei jää pärm *Safbrew T-58* sugugi alla teistele pärmi tüvedele jäädes 47% lähedale kui kasutada pärmiekstrakti. Samas kui on soov valmistada võimalikult kanget mõdu oleks mõistlik kasutada „Head mett“, mille keskmine suhkrute sisaldus on 78,63%.

KOKKUVÕTE

Mõdu on kääritatud meejook, mille põhikoostisosadeks on mesi, vesi ja pärm. Mõdu etanooli sisaldus on vähemalt 7%. Mõdu omadused on tugevalt seotud kasutatavast mee liigist, kuid samas ka lisatud lisakomponentidest (nt vürtsid, mahlad).

Antud töö eesmärgiks oli valmistada traditsioonilisel moel mõdusid (komponendi mesi, vesi ja pärm) varieerides mee liiki, pärmitüve ja kasvu-aktivaatorit (pärmiekstrakt), ning uurida nende tegurite mõju kääritamiskiirusele ja ainete kontsentratsioonidele (etanool, glütserool, fruktoos, glükoos ja happed). Lisaülesandeks oli seadistada HPLC süsteem, mis võimaldas määrata mõdu proovides etanooli, glütserooli, suhkrute ja hapete sisaldused. Lisaks võrreldi mõdude sensoorseid omadusi.

Eksperimentaalse töö läbi viimiseks kasutati kuute erinevat pärmitüve ja nelja eri liiki mett. Pärmitüvede võrdlemiseks kasutati mõdude valmistamiseks „Aasalilled mett“ ning erinevatest metest valmistatud mõdude võrdelemiseks kasutati pärm *Safbrew T-58*. Samuti pandi iga pärm tüve ja meega paralleelselt käärima mõdud, kuhu oli lisatud pärmiekstrakti.

Saadud tulemused näitasid selgelt, et käärimisprotsess toimub ligi 2 korda kiiremini, kui kasutada pärmiekstrakti. Pärmiekstrakti kasutades olid ka etanooli kontsentratsioonid suuremad, jäädes vahemikku 62,43-75,63 g/l, kui ilma pärmiekstraktita jäi vastav näitaja vahemikku 51,55-67,37 g/l.

Pärmi tüvesid võrreldes selgus, et kõige kiiremini toimub käärimisprotsess pärmiga *Safbrew T-58* ja seda just ilma pärmiekstraktita. Pärmiekstrakti mitte kasutades toimus käärimine pärmiga *Safbrew T-58* (22 päeva) ligi kaks korda kiiremini kui pärmiga *Safale US-05* (48 päeva).

Mõdusid degusteerides selgus, et pärmiekstrakt annab mõdule juurde omapärase lõhna ja maitse, mis kokkuvõttes on vähem meeldivam kui ilma pärmiekstraktita mõdu. Samuti selgus, et erinevate pärm tüvede kasutamisel on sensoorsed omadused väga erinevad, kattudes osade tüvede korral kõigest läbipaistvuse poolest.

Läbi viidud töö põhjal võib järeldada, et mõistlik oleks kasutada antud metest „Aasalilled mett“ ja pärm *Safbrew T-58*, mis annavad võrreldes teist mete ja pärmitüvedega paremad sensoorsed omadused.

SUMMARY

MEAD FERMENTATION: EFFECT OF HONEY AND YEAST VARIETIES

Mead is a fermented honey drink whose basic ingredients are honey, water and yeast. The mead content of ethanol at least 7%. Mead properties are strongly related to the type of honey used, but also additional components (such as spices, juices).

Purpose of this study is to prepare mead in a traditional manner, (components of honey, water and yeast), using a variety of honey types, yeast strains, and the growth-promoter (yeast extract), and to examine the effects of these factors to the fermentation speed and the concentration of substances in (ethanol, glycerol, fructose, glucose, and various acids). Additional task is to configure the HPLC system that allows you to specify the mead samples of ethanol, glycerol, sugars and acids. In addition, a comparison of sensory properties.

Experimental work was carried out using six different yeast strain, and four different types of honey. To compare the yeast strains, whilst producing the mead "*Aasalilledede mesi*" was used. And for comparing different kinds of mead made from different kind of honey the yeast *Safbrew T-58* was used. In parallel to this experiment the same kind of yeast strains and honey which was used in the mead was being fermented but with an addition of yeast extract.

The results clearly showed that the fermentation is nearly 2 times faster when the yeast extract is used. Ethanol using yeast were also present in higher concentrations, ranging from 62,43 to 75,63 g/l, when the corresponding figure without yeast extract was in the range of 51,55 to 67,37 g/l.

By comparing the yeast strains it was found that the rate of fermentation happens by using the yeast *Safbrew T-58*, and this, without using yeast extract. The fermentation process without using the yeast extract and using only the yeast *Safbrew T-58* (22 days), almost two times faster than yeast *Safale US-05* (48 days).

Tasting the mead showed that yeast extract gives access to a unique flavour and aroma, which is more pleasant than not using yeast extract. It also showed that using different yeast strains the sensory characteristics differ by a lot, overlapping by some strains only in terms of transparency.

The work performed led to the conclusion that it would be wise to use the honey "*Aasalille mesi*" and yeast *Safbrew T-58*, which compared to other honey types and yeast strains give better sensory properties to the mead.

KASUTATUD KIRJANDUS

Ball D. W. (2007). The Chemical Composition of Honey. *Journal of Chemical Education*, 84, 1643-1646

Bogdanov, S. (2014). The book of honey. [WWW] <http://www.bee-hexagon.net/honey> (02.03.2015)

Chen C-H., Wu Y-L., Lo D., Wu M-C. (2013). Physicochemical property changes during the fermentation of longan (*Dimocarpus longan*) mead and its aroma composition using multiple yeast inoculations. *J. Inst. Brew*, 119, 303-308

Comes T., Barradas C., Dias T, Verdial J., Morais J. S., Ramalhosa E., Estevinho L. M. (2013). Optimizaton of mead production using Response Surface Methodology. *Food and Chemical Toxicology*, 59, 680-686

Doner, L. W., White, J. W. (1980). Honey Composition and Properties. *Agriculture Handbook*. 335, 82-91

GloryBee (2014). [WWW] <http://honey.glorybee.com/about-our-honey> (20.02.2015)

Gupta, J.K., Sharma R. (2009). Production technology and quality characteristics of mead and frukt-honey wines: A review. *Natural Product Radiance*, 8, 345-355

Iglesias A., Pascola A., Choupina A., B., Carvalho C., A., Feás X., Estevinho L. M. (2014). Developments in the Fermentation Process and Quality Improvement Strategies for Mead Production. *Molecules*, 19, 12577-12590

Jackson R. S. (2011). *Advances in Food and Nutrition Research*. Burlington: Elsevier, 101-118

Kime, R. M., Morse, R. A., Steinkraus, K.H. (1998). Mead: History, Current Technology and Prospects. *American Bee Journal*, 138, 121-123

Krell, R. (1996). Value-added products from beekeeping. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: FAO

Mcconnell D., Schramm K. (1995). Mead success: ingredients, processes and techniques. *Zymurgy*, 33-39

- National Honey Board (2001). Making Mead: the Art and the Science. [WWW] <http://www.honey.com/tools-tips-and-resources/making-mead-the-art-and-the-science> (16.02.2015)
- Pereira A. P., Dias T., Andrade J., Ramalhosa E., Estevinho L. M. (2009). Mead production: Selection and characterization assays of *Sacharomyces cerevisiae* strains. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 2057-2063
- Pereira A.P., Mendes- Ferreira A., Oliveira J. M., Estevinho L. M., Mendes- Faia A. (2013). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* cells immobilisation on mead production. *Food Science and Technology*, 56, 21-30
- Piatz S. (2014). The complete guide to making mead: the ingredients, equipment, processes and recipes for crafting honey wine. Minneapolis: Voyageur Press
- Piatz S., Strong G., Ruud S., England K., Schramm K, Stock C., Bakulić P., Zapolski M. (2014). BJCP Mead Exam Study Guide. [WWW] <http://www.bjcp.org/mead.php> (16.02.2015)
- Rohtla A. (2001). Meetaimed ja mesi. Tallinn: Valgus
- Roldán A., van Muiswinkel G. C. J., Lasanta C., Palacios V., Caro I. (2010). Influence of pollen addition on mead elaboration: Physicochemical and sensor characteristics. *Food Chemistry*, 126, 574-582
- Šmogrovičová D., Nádaský P., Tandlich R., Wilhelmi B. S., Cambray G. (2012). Analytical and Aroma Profiles of Slovak and South African Meads. *Czech J. Food Sci*, 30, 241-246
- Švecová B., Bordovská M., Kalvachová D., Hájek T. (2013). Analysis of Czech meads: Sugar content, organic acids content and selected phenolic compounds content. *Journal of Food Composition and Analysis*, 38, 80-88
- Teramoto Y., Sato R., Ueda S. (2005). Characteristics of fermentation yeast isolated from traditional Ethiopian honey wine, *ogol*. *African Journal of Biotechnology*, 4, 160-163
- Tänavots A. (2008). Mesindusleksikon [WWW] <http://aps.emu.ee/terminid/index.php/index/2.xhtml> (20.02.2015)

LISAD

Mõdude hindamisleht

HINDAJA: _____

Juhend:

Esmalt palun nuusutage proovi ja hinnake aroomi meeldivust. Valige järgnevale küsimusele vastus märkides sobivaima valiku juurde proovi number.

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

| | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Äärmiselt ebameeldiv | Väga ebameeldiv | Keskmiselt ebameeldiv | Natuke ebameeldiv | Neutraalne | Natuke meeldiv | Keskmiselt meeldiv | Väga meeldiv | Äärmiselt meeldiv |

Palun vaadake proovi välimust ning võtke proovist 1-2 lonksu. Valige järgnevatele küsimustele vastused märkides sobivaima valiku juurde proovi number.

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

| | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Äärmiselt ebameeldiv | Väga ebameeldiv | Keskmiselt ebameeldiv | Natuke ebameeldiv | Neutraalne | Natuke meeldiv | Keskmiselt meeldiv | Väga meeldiv | Äärmiselt meeldiv |

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

| | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Äärmiselt nõrk | Väga nõrk | Keskmiselt nõrk | Natuke nõrk | Paras | Natuke tugev | Keskmiselt tugev | Väga tugev | Äärmiselt tugev |

4. Hinnates proovi **HAPUSUST**, kas Te ütleksite, et see on:

| | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Äärmiselt nõrk | Väga nõrk | Keskmiselt nõrk | Natuke nõrk | Paras | Natuke tugev | Keskmiselt tugev | Väga tugev | Äärmiselt tugev |

5. Hinnates proovi **ALKOHOOLSUST**, kas Te ütleksite, et see on:

| | | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Äärmiselt nõrk | Väga nõrk | Keskmiselt nõrk | Natuke nõrk | Paras | Natuke tugev | Keskmiselt tugev | Väga tugev | Äärmiselt tugev |

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

Hägune

Kergelt
hägune

Selge

PALUN MAITSKE PROOVI UUEST!

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

Äärmiselt
ebameeldiv

Väga
ebameeldiv

Keskmiselt
ebameeldiv

Natuke
ebameeldiv

Neutraalne

Natuke
meeldiv

Keskmiselt
meeldiv

Väga
meeldiv

Äärmiselt
meeldiv