

MEEPROOVIDE KOGUMINE
ANALÜÜSIKS
JA MEE KVALITEEDI
MÄÄRAMINE

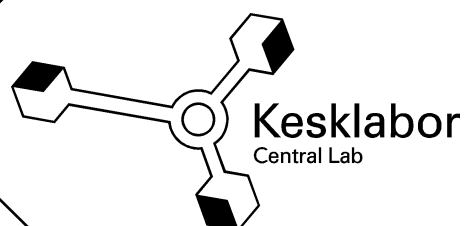
Töövõtuleping PR-8-3.1-1

Koondaruanne

Tallinn 2012

Tarmo Pauklin
Juhatuseliige

Ülis Sõukand, PhD
Koostaja



1. LÄHTEÜLESANNE	4
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	5
2.1 Mesi ja mee liigid.....	5
2.2 Üldnõuded meelega	6
2.3 Mee füüsikalised-keemilised kvaliteedinäitajad.....	6
2.3.1 Hüdroksümetüül-furfuraali sisaldus	6
2.3.2 Diastaasarv	11
2.3.4 Invertaasarv	14
2.3.5 Niiskusesisaldus	16
2.3.6 Fruktoosi- ja glükoosisisaldus.....	18
2.3.7 Sahharoosisisaldus	20
2.3.8 Vees lahustumatute ainete sisaldus	21
2.3.9 Elektri juhtivus	22
2.3.10 Vabade hapete sisaldus	23
2.3.11 Eripöörang.....	25
2.3.12 Metallide sisaldus.....	26
2.3.13 Prolini sisaldus	27
2.4 Mee kvaliteedi hindamine	28
2.4.1 Mee kvaliteedi hindamine Eestis	28
2.4.2 Mee kvaliteedi hindamine teistes maades.....	29
3. PROOVIVÕTT	31
4. MÄÄRAMISEMETOODIKAD	34
5. TULEMUSED	36
5.1 Mee kvaliteedi uuringud	36
5.1.1 HMF	36
5.1.2 Diastaasarv	40
5.1.3 Niiskusesisaldus	43
5.1.4 Vabade hapete sisaldus	45
5.1.5 Elektri juhtivus.....	46
5.1.6 Organoleptika.....	47
5.1.7 Invertaasarv	47
5.2 Välismaa mee kvaliteet	48
6. LÄHTEÜLESANDE TÄITMINE	50
7. KOKKUVÕTE	50
KASUTATUD KIRJANDUS	54
LISAD	60

1. LÄHTEÜLESANNE

Töö teostati vastavalt lepingule PR-8-3.1-1 (01.09.11). Töö lähteülesandeks oli koguda erinevatest müügikohtadest eri Eesti piirkondades analüüsiks 110 meeproovi. Kõigist proovidest määrata keemilised kvaliteedinäitajad: niiskus, HMF sisaldus, diastaasarv, elektrijuhtivus ja vabade hapete sisaldus. Kõigile proovidele tuli teha organoleptiline analüüs.

Määrata tellija poolt välja valitud proovides invertaasi sisaldus.

Analüüsitulemuste alusel tuli koostada ülevaade ja aruanne mee kvaliteedi kohta, mis esitatakse nii paberkandjal kui ka elektrooniliselt.

2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

2.1 Mesi ja mee liigid

Mesi on looduslik magus aine, mida toodavad *Apis mellifera* mesilased taimede nektarist ja elusate taimeosade ning neist toituvate putukate eritistest, mida mesilased koguvad, seda endile eriomaste ainete ühendades muundavad, kärjekannudesse paigutavad, seal kuivatavad ja ladustavad ning lõpuks sinna küpsema jätavad.

Botaanilise päritolu järgi liigitatakse mett järgmiselt:

1. õiemesi ehk nektarimesi – taimede nektarist saadud mesi;
2. lehemesi – peamiselt elusate taimeosade ja neist toituvate putukate (*Hemiptera*) eritistest saadud mesi.

Töötlemis- ja müügiks pakkumise järgi liigitatakse mett järgmiselt:

1. kärjemesi – mesi, mille mesilased on paigutanud vastehitatud haudmeteta kärjekannudesse või mesilasevahast valmistatud õhukesele kärjepõhjale ehitatud kärjekannudesse ja mida müüakse kaanetatud tervete meekärgede või nende osadena;
2. kärjetüki või kärjetükkidega mesi – üht või mitut meekärjetükki sisaldav mesi;
3. nõrutatud mesi lahtikaanetatud haudmeta meekärgede nõrutamise abil saadud mesi;
4. vurrimesi – lahtikaanetatud haudmeta meekärgedest tsentrifugaaljõu abil eraldatud mesi;
5. pressitud mesi - haudmeta meekärgede pressimisel kuumutamata või mõõdukat, temperatuurini kuni 45 °C, kuumutamist kasutades saadud mesi;
6. filtreeritud mesi – mesi, millest on eraldatud mee koostisele võõrad orgaanilised või anorgaanilised ained sellisel viisil, mille tulemusena on eemaldatud märkimisväärne kogus õietolmu. [2]

2.2 Üldnõuded meele

Mesi koosneb põhiliselt suhkrutest, peamiselt fruktoosist ja glükoosist, ning muudest ainetest, nagu orgaanilised happed, ensüümid ja mee kogumisel lisandunud tahked osakesed. Mee värvus varieerub peaaegu värvusetust kuni tumepruunini. Mee konsistents võib olla vedel või viskoosne ning osaliselt või täielikult kristalliseerunud. Mee lõhn ja maitse võivad olla erinevad, kuid tulenevad mee päritolutaimeidest.

Mesi mida turustatakse mee nimetuse all või kasutatakse toidu koostises, peab vastama järgmistele nõuetele:

1. meele tohib lisada üksnes mett;
2. mees peab olema võimalikult vähe mee koostisele võõraid orgaanilisi- ja anorgaanilisi aineid;
3. mesi peab olema kõrvalmaitse või – lõhnata, käärimise tunnusteta, kunstlikult muutmata happesusega ning kuumutamata ulatuses, mille tagajärjel mee looduslikud ensüümid laguneksid või osaliselt inaktiveeruksid.
4. tööstuslikult või muu hiljem töödeldava toidu koostises kasutatav pagarimesi võib olla üle kuumutatud, käärimistunnustega või käärinud, samuti võõra lõhna ja maitsega. Samuti võib olla muudetud happesusega ja kuumutatud ensüümide lagunemise või osalise inaktiveerumiseni.
5. Meest, välja arvatud filtreeritud mesi, ei eemaldata selle koostisele eriomast õietolmu ega muid koostisosi, välja arvatud juhul, kui need vältimatult eemaldatakse koos võõraste anorgaaniliste- või orgaaniliste ainetega [1].

2.3 Mee füüsikalised-keemilised kvaliteedinäitajad

2.3.1 Hüdroksümetüülfurfuraali sisaldus

Hüdroksümetüülfurfuraal ehk hüdroksümetüülfuraldehüüd (HMF) on üks kõige olulisemaid mee kvaliteedi indikaatoreid, mis näitab mee värskust ja võimalikku liigset kuumutamist mesiniku poolt. Enamus meedest lähevad vedelaks 43 °C juures, kuid rapsimesi jääb tahkeks 48 – 49 °C. [11] Värskes kuumutamata mees HMF peaaegu puudub (sisaldab 1-5 mg/kg) [26], kuid selle aine sisaldus kasvab mee hoidmisel, sõltudes mee pH-st ja hoidmise temperatuurist [3]. Väga kõrged (>500 mg/kg) HMF sisaldused viitavad invertsuhkrute siirupiga mee võltsimisele [96,97].

2.3.1.1 Seadused ja normid

Eesti seaduses esitatud norm 40 mg/kg on osutunud otstarbekaks nii Euroopa Liidu maades kui ülemaailmses meekaubanduses. Ülemaailmse meeagentuuri (IHA) 10 viimase aasta rutiinse meekontrolli käigus oli üle 90 % toormeeproovidest (kokku 30000) alla 30 mg/kg HMF. Sellest allpool oli ka 85% töödeldud ja segatud mee proovidest (kokku 2000) [3]. Erand tehakse Eesti seaduses vaid troopilise kliimaga piirkondadest pärit meele ja meesegudele, milles võib HMF sisaldus olla kuni 80 mg/kg. See on seotud faktiga, et kogu meetöötlusprotsess ja hoidmine toimub nendes maades kõrgemal temperatuuril. Teise erandina kehtestatakse norm 15 mg/kg HMF

vähemalt diastaasarv 3 (Schade'i skaala järgi) omavale tsitrusemeele. Põhjuseks on tõenäoliselt soov vältida tsitruseme rikkumist ülekuumutamise, sest ülimadal diastaasarv annaks selleks võimaluse. Mõnedes Euroopa riikides (Saksamaal, Belgias, Itaalias, Austrias ja Hispaanias) turustatakse alla 15 mg/kg HMF sisaldavat mett "kvaliteetmeena" ehk siis meena millele kohalikud mesindusorganisatsioonid on kehtestanud euronõuetest rangemad nõuded. Venemaal on HMF piirsisalduseks 25 mg/kg [80].

2.3.1.2 Kirjanduse ülevaade

HMF sisaldust kasutatakse kui mee (üle)kuumutamise või kauaaegse seismise indikaatorit. See aine on fruktoosi (mis on üks põhilisi mees sisalduvaid suhkruid) lagunemisreaktsiooni (dehüdratatsiooni reaktsiooni) produkt, mis tekib aja jooksul mee hoidmisel, väga kiiresti aga kuumutamisel [4]. HMF võib tekkida ka glükoosi lagunemisel [5]. Teise võimalusena tekib HMF suhkrute ja proteiinide vahelise reaktsiooni (Maillard reaktsiooni) algetapil, mille tulemusena muutub mee värvus ja lõhn ning maitse [102, 103, 107].

Kuigi HMF sisaldus varieerub sõltuvalt mee botaanilisest päritolust, ei ületa selle aine sisaldus looduslikus kuumutamata mees peaaegu kunagi 10 mg/kg [6]. Jaheda kliimaga Euroopa riikides on tõenäoliselt selle aine sisaldus veel palju väiksem. Näiteks *Kubis ja Ingr 1998* said Tsehhist pärit rapsimee HMF sisalduseks vaid 0.3 mg/kg [7]. Viimastel aastatel on täheldatud HMF sisalduse märkimisväärset vähenemist metes, mis on seotud meetootmistehnoloogia hoolikama jälgimisega mesinike poolt [117].

Erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed HMF sisalduse kohta mees on koondatud tabelisse 1.

Tabel 1. Keskmise HMF sisaldus mees erinevate kirjandusallikate järgi

riik	aasta	proovide arv	keskmise HMF sisaldus mg/kg*	viide
Eesti	2011	109	8.7	[118]
Portugal	2011	20	3.6	[113]
Rumeenia	2010	19	18.1	[115]
Portugal	2010	20	4.4	[113]
Eesti	2010	159	7.5	[100]
Nigeeria	2009-2010	108	98.6	[106]
Alžeeria	2009-2010	50	37.8	[105]
Brasiilia	2009-2010	7	40	[104]
Itaalia	2009	34	1.8	[117]
Portugal	2009	20	2.4	[113]
Portugal	2009	73	1.1	[109,110]
Eesti	2009	149	9.6	[95]
Hispaania	2008-2009	34	2.0	[111]
Hispaania	2008-2009	86	3.0	[114]
Eesti	2008	156	7.0	[87]
Argentiina	2006-2008	13	22.7	[108]
Slovakkia	2006; 2008	52	16.2	[116]
Eesti	2007	149	6.6	[79]
Tsehhi	2006	10	6.1	[112]
Eesti	2006	150	22.8	[58]
Iirimaa	2005-2006	20	42.5	[82]
Eesti	2005	149	6.7	[52]
Alžeeria	2003-2005	66	18.5	[78]
Türgi	2004	35+35	75 ja 22	[49]
Türgi	2004	?	4	[62]
Tsehhi	2004	12	5.6	[112]
Burkina-Faso	2003	27	17	[34]
Burkina-Faso	2001 - 2005	175	44.6	[101]
Slovakkia	2003	244	1.8	[44]
Hispaania	2001-2003	73	2.7	[41]
Brasiilia	2002	20	31.5	[85]
Tsehhi	2002	10	10.3	[63]
Bulgaaria	2000	29	2.4	[35]
Pakistan	2000	40	33	[10]
Hispaania	1999-2000	49	8.2	[70]
Tsehhi	1999	30	23	[29]
Türgi	1998	45	3.3	[46]
Argentiina	1997-2000	262	6.8	[45]

* - kasutatud kas tegelikku keskmist või arvutatud artiklis leiduvate andmete järgi

HMF sisalduse järgi on raske hinnata madalate temperatuuride (40-50 °C) kasutamist [8] ja paljud uurijad tõdevad, et temperatuuril 50-60 °C pole antud aine sisaldusele olulist mõju [5,7,9]. Seejuures tuleb siiski arvestada, et katsetel on enamasti kasutatud madala HMF sisaldusega mett ning et mõju olulisust hinnatakse tavaliselt normi 40 mgHMF/kg suhtes. Temperatuuri tõus 65 °C võib tõsta HMF sisaldust 10 korda [8]. Temperatuuri tõus 75 kraadini viib mee riknemisele, HMF tõusule üle normi ja mee-ensüümide täielikule lagunemisele [8,10,7,11].

Mikrolaineahjus kuumutamisel võib saavutada ka suhteliselt väikse HMF tõusu, keskmiselt vaid 2x [68] või sõltuvalt kuumutustingimustest ka vähenemise [112]

Oluline on ka temperatuuri hoidmise aeg, selles lõigus viidatud töödes 3 minutist kuni 373 tunnini. Tabelis 2 on kirjas aeg, mis kulub 30 mg/kg HMF tekkimiseks tabelis toodud temperatuuril [26].

Tabel 2. Aeg, mis kulub 30 mg/kg HMF tekkimiseks mees antud temperatuuril

temperatuur	aeg (päeva)
30 °C	150-250
40 °C	20-50
50 °C	4.5-9
60 °C	1-2.5
70 °C	5-14 tundi

Mõõtes korduvalt HMF sisaldust mingil pikemaajaliselt konstantsel temperatuuril võib arvutada selle aine tekkekiiruse. Tegemist on esimest järku autokatalüütilise reaktsiooniga ja vastavat võrrandit kasutades on võimalik ennustada tekkiva HMF hulka. Näiteks *Garcia et al 1994* sai HMF tekkekiiruseks 45 °C juures 0.05 mg/kg tunnis ja 53 °C juures 0.31 mg/kg tunnis[12].

HMF tekkekiirus võib olla oluline mee pikaajalisel seismisel tekkiva kvaliteedilanguse hindamisel. Kui säilitustingimused on korralikud ja säilitustemperatuur madal, säilib mesi kvaliteetsena 1-2 aastat. Pikaajalisel (kuude kaupa) 27 °C säilitamisel on umbes sama mõju HMF sisaldusele, kui mee töötlemisel 75 °C juures [10,11]. *Kubis ja Ingr 1998 väidab*, et peale 12 kuulist 6 °C juures külmkapis hoidmist HMF sisaldus ei suurenenud ja 18 °C juures hoidmisel suurenes vaid sisalduseni 5.4 – 7.6 mg/kg sõltuvalt mee liigist [7]. Jällegi tuleks arvestada sellega, et algne HMF sisaldus mees oli väga madal (0.09 – 0.4 mg/kg). *Cosentino et al 1996 väidab*, et temperatuuril 18-27 °C mitte pimedas seisev mesi mahub peale 2 aastast seismist normi piiresse [13]. *Kalabova et al 2003 järgi* seisid meeproovid kaetuna ja 20 °C juures 3 aastat ning alles neljandal aastal ületas HMF sisaldus algselt 0-5.1 mg/kg sisaldanud proovides 40 mg/kg [63]. *Cavia et al 2006 järgi* kasvab HMF sisaldus pidevalt ja hakkab märgatavalt tõusma 20 kuu möödudes (nii merelise- kui kontinentaalse kliimaga piirkondadest pärit meede puhul) [67]. *Castro-Vazquez et al 2008 kinnitab*, et tsitruseme aastasel seismisel 10 °C juures, suureneb HMF sisaldus 10.2 mg/kg kuni 23.3 mg/kg; 20 °C juures aastasel seismisel 10.2 mg/kg kuni 30.4 mg/kg; temperatuuril 40 °C aastasel seismisel 10.2 mg/kg kuni 284.6 mg/kg [89].

Nii öelda rusikareegel, et mee hoidmisel 20 °C suureneb HMF sisaldus ligikaudu 1 mg/kg kuus [83] võib osutada ekslikuks. Esiteks oleneb HMF tekkekiirus mee koostisest ja võib oluliselt varieeruda. *Fallicio et al 2009* sai HMF tekkekiiruseks 25 °C juures vähima tulemuse 0.26 mg/kg/kuus pähklimeel ja suurima tulemuse 3.3 mg/kg/kuus eukalüptimeel, ülejäänud mee liikides jäi HMF tekkimise kiirus nende kahe tulemuse vahele. Teiseks väidab sama autor, et HMF sisalduse kasv mee hoidmisel toatemperatuuril (25 °C) ei ole pidev, erinevalt kuumutamisest mille korral HMF sisaldus pidevalt suureneb. Pikema ajavahemiku jooksul (1.5 aastat) toimub küll HMF sisalduse kasv, kuid vahepeal võib selle aine sisaldus mees ka langeda. Autorid osutavad faktile, et paljud nende poolt uuritud meed, mille HMF sisaldus oli 10 kuuga jõudnud 40 mg/kg, on mõõtmisandmete järgi

mõne kuu pärast jälle madalama HMF sisaldusega. Teisiti öeldes muutub müügikõlbmatu mesi iseenesest jälle müügikõlblikuks [90].

Mitmed autorid on leidnud, et mee pH korreleerub HMF sisaldusega, madalama pH-ga meedel on tavaliselt suurem selle aine sisaldus [96].

2.3.1.3 Metoodikad

Rahvusvaheline meekomisjon (IHC) soovib mee HMF sisalduse määramiseks 3 meetodit. Nii Winkleri meetodi, kui ka White'i meetodi puhul kasutatakse spektrofotomeetria. Winkleri meetodi korral toimub määramine spektri nähtavas osas lainepikkusel 550 nm. White'i meetodi korral kasutatakse mõõtmiseks lainepikkust 284 nm, UV kiirgusele vastavas spektriosas.

Kolmanda meetodina on kasutusel pöördfaasi kõrgsurve vedelikkromatograafia (RP-HPLC), koos UV detektoriga. Uudse lähenemisena soovitatakse proovi eelnevat puhastamist tahkefaasi ekstraktsiooni (SPE) abil. [59]

Lisaks kolmele enam tuntud meetodile on hiljuti katsetatud GC-MS koos SPE või vedelik-vedelik ekstraktsiooniga [77], elektrokeemilist meetodit [60], biosensoreid [61], suure lahutusvõimega õhukese kihi kromatograafiat (HPTLC) [102], kapillaar-elektroforeesi (MECK – mitsellaar elektrokineetiline kapillaarkromatograafia) [104] ja ioonvahetuskromatograafiat (HPAE-PAD – suure lahutusvõimega anioonvahetuskromatograafia koos pulseeriva amperomeetrilise detektoriga) [103].

Üleelmisel mesindusaastal on firma Merck hakanud pakkuma HMF kiirtesti võimalust, mille puhul tilgutatakse proov testribale ja seejärel sisestatakse kaasaskantavasse reflektomeetrisse. Analüüsiks kulub mõni minut ja tulemused on tootjate andmetel heas korrelatsioonis HPLC ja Winkleri meetodiga. [88]

2.3.1.4 Kriitika

Kriitika HMF kasutamise kohta mee kvaliteedi hindamisel peaaegu puudub. Siiski mainitakse, et mee temperatuurikahjustuste kinnitamisel ei või kasutada ainult HMF määramist [16]. Ka on HMF sisalduse järgi raske hinnata madalate temperatuuride (40-50 °C) kasutamist [8]. Leitakse ka, et norm 15 mg/kg tsitrusemeele, on liiga madal ja mõnele teisele mee liigile liiga kõrge [69].

Segadust võib tekitada erinevate ühikute mg/kg ja mg/100g sage kasutamine.

Kirjanduse andmed näitavad, et kolme enamkasutatavat meetodit võrreldakse omavahel [8] ja täiustatakse vedelikkromatograafilist meetodit. Samuti pööratakse tähelepanu HPLC meetodi kasutamise käigus tekkida võivatele vigadele. HPLC määramise puhul on kõige olulisemaks eeliseks teiste meetodite ees meetodi spetsiifilisus. Kui kolorimeetriliste meetodite puhul võib analüütilist signaali anda ka mõni teine mees sisalduv aine, siis HPLC puhul seda probleemi ei ole. Vaatamata analüüsi kõrgemale hinnale levib kõrgsurve vedelikkromatograafia järjest rohkem.

Winkleri meetodit ei soovitata, kuna p-toluidiin on kantserogeenne. Selle meetodi puhul on ka (laiend)määramatus kõige suurem ja tulemused kõrgemad kui kahe teise põhilise meetodi puhul. [63,66] Samas soovib Eesti Standard EVS 738:1997, mee jaoks just Winkleri meetodit.

2.3.1.5 Keemilised nimetused

HMF on aldehüüd ja kuulub furaanide hulka. IUPAC nimetus 5-(hüdroksümetüül)furaan-2-karbaldehüüd; valem $C_6H_6O_3$, CAS number 67-47-0. Teised nimetused hüdroksümetüülfurfuraal, 5-hüdroksümetüülfurfuraal, hüdroksümetüülfuraldehüüd, 5-hüdroksümetüül-2-furaldehüüd, 5-(hüdroksümetüül)-2-furaankarbonsaldehüüd, HMF, 5-HMF. Selle aine tähistamiseks kasutatakse veel paljusid teisi nimetusi. [47]

2.3.1.6 Toksilisus

Vähe on teada HMF toksilisusest inimese suhtes, kuigi sarnased ühendid on tuntud kui kantserogeenid [26]. Kombineerudes valkudega on HMF kahjulik närvisüsteemile ja võib organismis bioakumuleeruda. HMF on ka potentsiaalne mutageen ja kahjustab seedeelundeid. [48]. Mesilastele on HMF kahjulik. [26] Reaktsioonivõimelise ühendina vähendab mees sisalduvate inimesele kasulike mikrokomponentide hulka [63]. HMF kahjulikkus on tänaseni vaidlusalune teema [99]. Siiski on paaril viimasel aastal hakatud HMF kahjulikkust teadusartiklite sissejuhatavas osas tihedalt mainima.

Väikestes kogustes ravib ravimtaimedes sisalduv HMF südameveresoonekonna haigusi. [64, 65]

2.3.2 Diastaasarv

Teiseks olulisemaks mee kvaliteeti iseloomustavaks näitajaks on diastaasarv, mis näitab samuti nagu HMF mee värskust ja vigu mee kuumutamisel. Värskes mees on mesilaste poolt lisatud ensüümi – diastaasi sisaldus maksimaalne ja see väheneb mee seismisel ja kuumutamisel, vähendades nii otseselt mee raviomadusi.

2.3.2.1 Seadused ja normid

Eesti seadus kehtestab diastaasarvuks, pärast mee töötlemist ja segamist, vähemalt 8 Schade'i skaala järgi. Erandiks on pagarimesi. Looduslikult vähese ensüümisaldusega mees, nagu tsitrusemes peab diastaasarv olema vähemalt 3. IHA 10 aastase rutiinse meekontrolli käigus oli üle 92% toormee proovidest (20000 proovi) ja üle 88% töödeldud mee proovidest (1000 proovi) diastaasarvuga üle 8. Mõnede Euroopa riikide kohalikud mesindusorganisatsioonid on oma toodangule kehtestanud diastaasarvuks 10. [3]

2.3.2.2 Kirjanduse ülevaade

Diastaas ehk amülaas muudab katalüütiliselt tärklisest dekstriiniks ja suhkruteks (maltoos). Täpsemalt mõistetakse diastaasi all kõiki mees sisalduvaid amülaase (alfa- ja beeta amülaas) [119]. Erineva päritoluga mees võib ensüümi aktiivsus olla väga erinev. Erinevust põhjustab nektari koostis ja kontsentratsioon, mesilaste vanus ja

nektari tootmise intensiivsus. Kui nektarit toodetakse intensiivselt on diastaasi aktiivsus väike. [14,15]. Optimaalne pH diastaasi jaoks mees on 5.3 kuni 5.6. *Cavia et al 2006* katsete järgi oli üldiselt nii, et mida madalam on mee pH, seda madalam ka diastaasi aktiivsus. [67]. Ensüümi võivad inhibeerida vase-, magneesiumi- ja elavhõbeda ioonid [72].

Tabelis 3 on toodud erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed diastaasarvu kohta mees:

Tabel 3. Keskmise diastaasarv mees, mis on leitud erinevatest kirjandusallikatest

riik	aasta	proovide arv	keskmise diastaasarv *	viide
Portugal	2011	20	17.0	[113]
Eesti	2011	108	22.5	[118]
Rumeenia	2010	15	13.9	[122]
Serbia	2010	15	9.99	[121]
Portugal	2010	20	15.1	[113]
Eesti	2010	159	22.2	[100]
Portugal	2009	73	15.4	[109,110]
Portugal	2009	20	14.0	[113]
Eesti	2009	149	24.2	[95]
Lõuna-Aafrika	2008-2009	13	13.5	[120]
Hispaania	2008-2009	34	17.1	[111]
Hispaania	2008-2009	86	16.5	[114]
Eesti	2008	156	24.5	[87]
Eesti	2007	149	26.4	[79]
Eesti	2006	150	17	[58]
Alžeeria	2003-2005	66	17.4	[78]
Eesti	2005	149	27	[52]
Brasiilia	2005	5	17	[89]
Türgi	2004	35+35	12 ja 25	[49]
Türgi	2004	?	22	[62]
Tsehhi	2003	37	25	[84]
Burkina-Faso	2003	27	24	[34]
Burkina-Faso	2001 - 2005	175	14	[101]
Slovakkia	2003	244	17	[44]
Hispaania	2001-2003	73	38	[41]
Brasiilia	2002	37	16,5	[85]
Pakistan	2000	40	10	[10]
Hispaania	1999-2000	49	20	[70]
Türgi	1998	45	15	[46]
Kreeka	1997	20	19	[73]

* - kasutatud kas tegelikku keskmist või arvutatud artiklis leiduvate andmete järgi

Temperatuuri mõju ensüümi aktiivsusele ilmneb madalamatel temperatuuridel kui HMF puhul. Temperatuuri mõju iseloomustab tabel 4 [14].

Tabel 4. Temperatuuri mõju mees sisalduva diastaasi poolestusajale

temperatuur	diastaasi “poolestusaeg”	“poolestusajaks” on võetud aeg mille jooksul ensüüm kaotab poole oma aktiiv- susest
20 °C	1480 päeva	
30 °C	200 päeva	
40 °C	31 päeva	
50 °C	5.38 päeva	
60 °C	1.05 päeva	
70 °C	5.3 tundi	
80 °C	1.2 tundi	

Mee mikrolaineahjus kuumutamine mõjutab *Hebbar et al 2003* saadud andmeid arvestades mee kvaliteeti palju enam diastaasi kui HMF osas [68]. Ensüümid, sealhulgas diastaas võivad hävida mõne minuti jooksul [71]. Mikrolaineahjus mee kuumutamise tulemuseks võib olla mesi kus diastaasarv on alla lubatud normi, samal ajal kui HMF on igati normi piires. Ligikaudu samasugune olukord võib tekkida ka mee infrapuna-kiirgusega kuumutamisel.

Cervantes et al 2000 järgi kaotas toatemperatuuril hoitud Mehhikost korvõieliste sugukonda kuuluvatelt taimedelt (*Viguiera dentata* var. *helianthoides*) pärit mesi ligikaudu poole aastaga umbes 35% diastaasi aktiivsusest ja tatraliste sugukonda kuuluvatelt taimedelt (*Gymnopodium antigonoides*, Blake) saadud mesi 61-71% selle ensüümi aktiivsusest [5]. *Yilmaz ja Küfrevioglu 2001* leidsid, et aastane seismine 20 °C juures vähendas 45 proovi diastaasarvude keskmisi 14.6 kuni 10.7 ehk keskmiselt 27%, kusjuures 5 proovi diastaasarv langes alla 8 [46].

Fallico et al 2009 andmetel ei hakanud diastaasarv 14 meeproovil statistiliselt oluliselt vähenema enne kaheksakuulist seismist 25 °C. Aasta möödudes oli diastaasarv alla 8 vaid ühel tsitruseme proovil. Pooleteise aasta seismise järel olid 8 madalama diastaasarvuga kuue meeproovi tulemused, mis kõik olid looduslikult madala diastaasarvuga tsitrusese ja akaatsiameed [90].

Castro-Vazquez et al 2008 kinnitab, et tsitruseme aastasel seismisel 10 °C juures, väheneb diastaasarv 13.0 kuni 10.7 ; 20 °C juures aastasel seismisel 13.0 kuni 9.7 mg/kg; temperatuuril 40 °C aastasel seismisel 13.0 kuni 2.2 [89].

2.3.2.3 Metoodikad

Ensüümi aktiivsust mõõdetakse Schade'i skaala järgi. Üks diastaasarvu ühik (DN) hüdrolüüsib 1 ml 1% tärklise lahust, kasutades selleks 1g mett ühe tunni jooksul 37 °C juures. Lisaks Schade'i meetodile võib alternatiivina kasutada ka Phadebas'e meetodit, mõlemal juhul kasutatakse tulemuse väljendamisel samu ühikuid [27]. Rahvusvahelise meekomisjoni poolt (IHC) pakutud võrrand diastaasarvu leidmiseks Phadebas'e meetodi korral on järgmine:

$$\text{Diastaasarv} = (28.2 \times \text{absorptsiooni muutus lainepikkusel } 620 \text{ nm, peale } 10 \text{ minutit}) + 2.64 \text{ [15]}$$

Võrrand võimaldab erinevatel meetoditel saadud tulemuste ümberarvutust samadele ühikutele, kusjuures Phadebas'e meetodi korratavus on 2x parem.

Käesoleval aastal ilmus teadusartikkel, milles soovitatakse diastaasi aktiivsust määrata trijodiidiooni potentsiomeetrilise määramise kaudu [119].

2.3.2.4 Kriitika

Osad autorid soovitavad diastaasi asemel kasutada mee uurimisel invertaasi. *White 1992,1994* kritiseerib diastaasisalduse kasutamist mee kvaliteedi- ja eriti kuumutamise hindamisel ning soovitab selle asemel kasutada invertaasi sisaldust [17,18]. Segadust võib tekitada, et osad autorid kasutavad Schade'i ja teised Gothe ühikuid. Tegemist on ühe ja sama ühiku erinevate nimetustega.

2.3.4 Invertaasarv

Invertaas ehk ametliku nimetusega beeta-fruktofuranosidaas (ka saharaas, glükosidaas, transglükosidaas) on üks kõige olulisemaid mees sisalduvaid ensüüme. See eritub mesilaste näärmetest. Invertaas muudab nektaris sisalduva sahharoosi glükoosiks ja fruktoosiks. Nagu diastaaski on see ensüüm tundlik kuumutamise ja hoidmistingimuse suhtes.

2.3.4.1 Seadused ja normid

Eesti seadused mee invertaasisaldust ei normeeri. Soovitatavaks värske kuumutamata mee invertaasarvuks (IN) on 10 ja looduslikult madala ensüümisaldusega värsketele meele 4. Invertaasi aktiivsuse järgi hinnatakse mee kvaliteeti Belgia, Saksamaa ja Hispaania mesindusorganisatsioonide kehtestatud normide alusel [3]. Samuti mõõdetakse selle ensüümi sisaldust laialdaselt ka Itaalias ja Šveitsis [27].

2.3.4.2 Kirjanduse ülevaade

Eelmises lõigus esitatud soovitatavad invertaasarvud on kinnitust leidnud mitmete uuringute põhjal. *Dinkov ja Vashin 2001* soovitavad ühele oma uurimusele toetudes õiemee invertaasarvuks üle 5 ja lehemee invertaasarvuks üle 20 [74]. *Oddo et al 1999* pakub 499 analüüsi põhjal soovitatavaks värske mee invertaasarvuks 6.8, looduslikult madala ensüümisaldusega värsketele metele 0.7-1.4 ja kõrge invertaasisaldusega värsketele metele 14 [75].

Mee soojendamisel 24 tunni jooksul 35 °C juures hävis ligikaudu 10% invertaasist, 55 °C juures ligikaudu pool ja 75 °C juures oli ensüüm praktiliselt hävinud. Ensüümi kontsentratsiooni vähenemine oli erinevatel mee liikidel erinev [8].

Invertaas inaktiveerub ka palju kiiremini kui diastaas (võrdle [tabeliga 4](#) eelmises, diastaasi käsitlevas peatükis) reageerides juba nõrgale kuumutamisele [14].

Nagu ka [tabelist 5](#) näha on invertaas (sarnaselt diastaasiga) mee värskuse näitaja. Enamuste uuringute põhjal on invertaasi ja diastaasi aktiivsuste vahel tugev korrelatsioon. *Oddo et al 1999* sai 499 värskete meeproovi puhul korrelatsioonikordajaks $r = 0.835$ [75] ja *Serrano et al 2007* 49 proovi korral $r = 0.853$ [70].

Tabel 5. Temperatuuri mõju inevertaasi poolestusajale

temperatuur	invertaasi "poolestusaeg"	"poolestusajaks" on võetud aeg mille jooksul ensüüm kaotab poole oma aktiivsusest
20 °C	820 päeva	
30 °C	83 päeva	
40 °C	9.6 päeva	
50 °C	1.28 päeva	
60 °C	4.7 tundi	
70 °C	47 minutit	
80 °C	8.6 min	

Mees kus on rohkem invertaasi on ka rohkem diastaasi [70]. Diastaasi/invertaasi korrelatsioonid on erinevatel meedel erinevad ja korrelatsioon võib olla halvem enam kuumutatud meedel. Põhjuseks on invertaasi palju suurem temperatuuritundlikkus, võrreldes diastaasiga [76]. Samas on *Oddo et al 1999* arvates nii diastaasi kui invertaasi aktiivsuse põhjal raske hinnata säilitamise ja kuumutamise mõju meele. Probleem on selles, et puudub skaala alguspunkt, me ei tea kui suur oli ensüümi aktiivsus enne kuumutamist või säilitamist. Selle probleemi lahenduseks on HMF analüüs, kuna selle aine sisaldus mees on algselt 0 [75].

Sarnaselt diastaasile on ka mee invertaasisisalduse varieeruvus väga suur [3]. Invertaasi hulk mees sõltub mesilaste vanusest, koloonia arengustaadiumist, nektari lisandumise kiirusest, keskkonnatingimustest ja mesinike töövõtetest. Invertaasi sisalduse abil on võimalik vahet teha õie ja lehemeel [74]. Kõige kõrgem invertaasisisaldus on lehemees, seejärel õie- ja lehemees segus ning kõige madalam õiemees. Lehemees kõrgemat invertaasi aktiivsust võib põhjustada see, et ka lehenestet tekitavad putukad eritavad invertaasi [76].

Tabel 6. Erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed invertaasarvu kohta

riik	aasta	proovide arv	keskmine invertaasarv*	viide
Rumeenia	2010	15	18.5	[122]
Eesti	2010	159	8.7	[100]
Eesti	2009	87	6.1	[95]
Hispaania	2008-2009	34	18.0	[111]
Hispaania	2008-2009	86	17.5	[114]
Soome	2007-2008	15	20,1	[123]
Alžeeria	2003-2005	66	8.1	[78]
Tsehhi	2003	37	16	[84]
Kreeka	2001	5	13	[8]
Tsehhi	2000	17 + 37	3 ja 16	[76]
Bulgaaria	2000	9 + 10 + 10	4 ja 11 ja 30	[35,74]
Hispaania	1999-2000	49	12	[70]
Kreeka	1997	20	15	[73]

* - kasutatud kas tegelikku keskmist või arvutatud artiklis leiduvate andmete järgi

Ka erinevatelt taimeliikidelt pärit monofloraalne mesi on küllalt erineva invertaasi aktiivsusega. *Oddo et al 1999* andmetel olid kõige väiksemad invertaasi aktiivsused robiinia- (*Robinia*) ja maasikapuu (*Arbutus*) mees – alla 6.8 IN. Kõige suuremad aktiivsused olid liivatee- (*Thymus*), eukalüpti- (*Eucalyptus*) ja kastani (*Castanea*) mees – 13.6 – 27.2 IN.

Maasikapuu mesi on hilissügisene, kui talvituvatel mesilastel on näärmete töö vähenenud ja robiinia mee kogumise ajal on tugev nektari pealevool ning mesilased ei jõua ensüümi nii palju toota. Suure invertaasisisaldusega meed on kõik suvised meed. [75].Tabelisse 6 on koondatud erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed invertaasarvu kohta mees.

2.3.4.3 Metoodikad

Invertaasi määramiseks kasutatakse Siegerthaleri meetodit, mis on üle vaadatud EHC poolt [74]. Invertaasarv IN näitab saharoosi kogust grammi kohta, mis hüdrolüüsitakse (40 °C juures 1 tunni jooksul) 100g mees sisalduva ensüümi poolt. Ensüümi substraadina kasutatakse p-nitrofenüül- α -D-glülopüranosiidi (pNPG). Viimane laguneb ensüümi toimel p-nitrofenooliks ja see pH tõstmisel nitrofenaal aniooniks. Saadud lahuse värvus mõõdetakse lainepikkusel 400 nm.

Teise meetodina kasutatakse polarimeetrilist meetodit. Kahe meetodi vahelist sõltuvust iseloomustab võrrand:

$$IN = 21.64 \times \Delta A_{400}$$

21.66=lineaarse regressiooni abil saadud sirge tõus kui IN on y-teljel ja ΔA_{400} x-teljel

2.3.4.4 Kriitika

Meetodi korratavus on tunduvalt parem kui kahel diastaasi määramise metoodikal, see on seotud sellega, et substraadiks on kindla molekulmassiga aine.

Segadust võib tekitada erinevate ühikute kasutamine. Sahharaasi arv Gontarski ühikutes $SN=7.344732$ U/kg.

2.3.5 Niiskusesisaldus

Niiskusesisaldus on HMF sisalduse ja diastaasarvu kõrval väga oluline mee kvaliteedinäitaja. Suure niiskusesisaldusega mesi võib käärima minna. Niiskusesisalduse määramisega saadakse ka mee murdumisnäitaja.

2.3.5.1 Seadused ja normid

Eesti seaduse järgi võib mee niiskusesisaldus olla kuni 20%, kanarbiku (*Calluna*)- ja pagarimees kuni 23%; Kanarbikust saadud pagarimees kuni 25%. IHA rutiinse meekontrolli käigus aastatel 1989-97 (30000 proovi) oli 91 – 95 % kõikidest proovidest veesisaldus alla 20%. Eelmise, neli aastat varem kehtestatud seaduse järgi võis mee niiskusesisaldus olla 21% [1]. See norm (21% niiskust) on ainus mee

koostist iseloomustav näitaja, mida täidetakse üle maailma. Mitmed Euroopa riigid (Saksamaa, Belgia, Austria, Itaalia, Saksamaa, Šveits, Hispaania jt.) nimetavad maksimaalselt 17.5 – 18.5 niiskusesisaldusega mett kvaliteetmeks [3] Kanada 1 klassi mees (Canada No. 1) peab vett olema alla 17.8 % ja 2 klassi mees vett alla 18.6% [50,53]. Need kvaliteetmee normid vastavad ligikaudu sellele niiskusesisaldusele mees, millise juures saavad bakterid hakata arenema.

Tabel 7. Erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed niiskusesisalduse kohta

riik	aasta	proovide arv	keskmise niiskusesisaldus % *	viide
Eesti	2011	109	17.1	[118]
Portugal	2011	20	16.4	[113]
Iraan	2011	127	16.2	[124]
Portugal	2010	20	16.3	[113]
Serbia	2010	15	18.1	[121]
Iraan	2010	136	16.2	[124]
Rumeenia	2010	19	17.5	[115]
Rumeenia	2010	15	18.3	[122]
Eesti	2010	159	17.2	[100]
Nigeeria	2009-2010	108	14.2	[106]
Alžeeria	2009-2010	50	17.4	[105]
Portugal	2009	20	15.9	[113]
Eesti	2009	149	16.9	[95]
Portugal	2009	73	17.2	[109,110]
Lõuna-Aafrika	2008-2009	13	14.3	[120]
Hispaania	2008-2009	34	17.0	[111]
Hispaania	2008-2009	86	17.3	[114]
Eesti	2008	156	16.8	[87]
Soome	2007-2008	15	16.6	[123]
Argentiina	2006-2008	13	16.7	[108]
Eesti	2007	147	16.2	[79]
Eesti	2006	150	17.0	[58]
Pakistan	2005-2006	200	16.6	[91]
Irimaa	2005-2006	20	18.2	[82]
Alžeeria	2003-2005	66	16.5	[78]
Eesti	2005	149	17.0	[52]
Itaalia	2004	14	17.3	[90]
Türgi	2004	35+35	15.6 ja 16.3	[49]
Tsehhi	2003	37	16.9	[84]
Burkina-Faso	2001 - 2005	175	17	[101]
Burkina-Faso	2003	27	17.6	[34]
Slovakkia	2003	244	17.4	[44]
Hispaania	2001-2003	73	17.6	[41]
Brasiilia	2002	37	18.7	[85]
Pakistan	2000	40	17.5	[10]
Tsehhi	1999	30	15.5	[29]
Türgi	1998	45	16.0	[46]

* - kasutatud kas tegelikku keskmist või arvutatud artiklis leiduvate andmete järgi

2.3.5.2 Kirjanduse ülevaade

Mesi on keemilises mõttes lisanditega suhkrulahus. Mee niiskusesisaldus võib varieeruda piirides 13.4 – 22.9% [19]. 21% kõrgemaid niiskusesisaldusi esineb väga harva [3]. Mesi on hügrokoopne ja õhu käes seistes võib imada vett. Väga kuivas õhus kaotab mesi vett ja nii mee kvaliteet paraneb. Meie kliimas mesi pigem imab niiskust. Kirjanduse andmetel võib esineda ka kõrgemaid, näiteks 23.6% niiskusesisaldusi [20]. Veelgi kõrgemaid niiskusesisaldusi võib leida teiste mesilaselike mees [20,21], mis aga Euroopa Liidu ja Eesti seaduste järgi ei ole mesi. Tabelis 7 on toodud erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed niiskusesisalduse kohta mees.

Kas mesi imab vett või kuivab võib teada saada vastavalt tasakaaludiagrammilt. Näiteks 17.8 % niiskusele vastab 58% õhuniiskust ehk siis eeltoodud õhuniiskuse ja mee niiskuse puhul mesi ei eralda ega ima vett. Suurema niiskusesisaldusega mett on kergem kuivatada. Mee kuivamisele 24.2% → 18.3 vastab tasakaaludiagrammi järgi õhuniiskuse langus 70% → 60%. Edasine kuivatamine on raskem, sest niiskusesisalduse vähenemisele 18.3 → 15.9 vastab õhuniiskuse langus 60% → 50% [50]. Siiski tuleb arvestada ka seda, et tasakaaludiagrammi võib nihkesse viia, ehk mee hügrokoopsust muuta, erinevate meesortide jaoks erinev fruktoosi/glükoosi suhe [51].

2.3.5.3 Metoodikad

Mee niiskusesisaldust määratakse refraktomeetriga või hüdroomeetriga [11]. Refraktomeetrilisel määramisel kasutatakse kas digitaalset või Abbe refraktomeetrit [27].

2.3.5.4 Kriitika

Digitaalsete refraktomeetrite kasutamine analüüsi tegemisel vajab veel põhjalikku kontrollimist, kuna tegu on suhteliselt uue metoodikaga. Refraktomeetrilise määramise puuduseks on, see et tegemist on kaudse meetodiga. Murdumisnäitajale vastavad tabelis esitatud niiskusesisaldused on saadud proovi vaakumkuivatamisel. Refraktomeetrilisel mõõtmisel saadud väärtused on veidi väiksemad tegelikust niiskusesisaldusest [27].

2.3.6 Fruktoosi- ja glükoosisisaldus

Mee põhilised komponendid on glükoos ehk dekstroos ja fruktoos ehk levuloos. Mees sisalduvate suhkrute analüüs võib anda väärtuslikku infot mee tootmiskoha ja taimestikulise päritolu kohta [15]. Suhkrute kontsentratsioon mees sõltub sellest, millised suhkrud sisalduvad nektaris. Samuti mesilastes ja nektaris sisalduvatest ensüümidest [10]. Fruktoos on suhkrust magusam ja glükoos vähem magusam, seega sõltub fruktoosi/glükoosi suhtest mees ka mee magusus. Tavaliselt ongi mees fruktoosi rohkem kui glükoosi ning seetõttu on mesi suhkrust magusam [52]

2.3.6.1 Seadused ja normid

Eesti seaduse järgi peab fruktoosi- ja glükoosisisaldus õiemees olema vähemalt 60g 100g kohta; lehemees ja lehemee ning õiemee segus vähemalt 45 grammi 100 grammi kohta. Selline norm põhineb laialdastel rahvusvahelistel analüüsidel ja on tavaliselt saavutatav üle 90% meede puhul. Lehemee norm on madalam, kuna lehemesi sisaldab mitteredutseerivaid oligosahhariide: melitoosi ja maltoosi. Eelmise seadusega [1] võrreldes on redutseerivate suhkrute määramine asendatud fruktoosi ja glükoosi summaga. Esiteks saadakse nii täpsemad kvantitatiivsed tulemused, teiseks on glükoosi ja fruktoosi suhe heaks võimaluseks erinevate mee sortide vahel vahet teha. Ka saab nii eristada õie- ja lehemett. "Suhkruspektri" määramine lubab ka kontrollida mee audentsust ja vältida võltsinguid [3].

2.3.6.2 Kirjanduse ülevaade

Mee fruktoosisisaldus võib varieeruda piirides 31 – 44% ja glükoosisisaldus 23 – 41% ehk keskmiste järgi 38% fruktoosi ja 30% glükoosi. Kokku oleks siis fruktoosi-glükoosi keskmiste summa 68% ja keskmine fruktoosi/glükoosi suhe 1.2. [19]. Kirjanduse andmete järgi võivad fruktoosi- ja glükoosisisaldused olla väga erinevad. *Rodrigues et al 1998* leidis *T. angustula* mesilaste mees redutseerivate suhkrute summaks 58.19% [21]. *Wen et al 1995* leidis kaubanduses turustatavates meedes redutseerivate suhkrute summaks 37.8 – 81.5% (glükoosi 17.1 – 36.2% ja fruktoosi 20.7 – 46.8%) [20]. 46% Filipiinidel kogutud 72 meeproovist oli redutseerivate suhkrute sisaldus alla normi [22]. Eelpool nimetatud kõrvalekallete põhjused on erinevad: *T. angustula* mesilaste mett ei loeta meeks ja see mesilaseliik võib toota teise konsistentsiga mett, *Wen et al 1995* kirjeldatud juhtumil oli 30% meest võltsitud ja Filipiinidel rakendati liigrangeid, Eestis varem kehtinud normidega sarnaseid norme. Seega on nii mee kvaliteedi kontroll, kui korrastatud seadusandlus äärmiselt oluline. 50 Soomes kogutud mee glükoosi- ja fruktoosisisalduse keskmiseks protsendiks saadi 72 [23]. Alžeerias kogutud 66 meeproovis oli glükoosi ja fruktoosi summaarne sisaldus 70.9 % [78]. Eestist 2006 aastal võetud 20 proovis oli keskmiselt fruktoosi 37.0%, glükoosi 31.4% [79] ja 2007 aastal võetud 20 proovis oli keskmiselt fruktoosi 37.2%, glükoosi 32.1% [87], 2008-2009 aastal võetud 30 proovis oli keskmiselt fruktoosi 36.2%, glükoosi 31.2% [95] ning 2010 aastal võetud 30 proovis oli keskmiselt fruktoosi 37.1%, glükoosi 33.5% [100].

Glükoosi- ja fruktoosisisalduse suhet võib kasutada mee vanuse hindamisel. *Cabera et al 1997* tuvastas selle järgi, et 22 apelsinimee proovist 8 olid üle aasta vanad [24].

Fruktoosi- ja glükoosisisaldus mees mõjutab ka mee kristalliseerumist, kuna mesi on fruktoosi- ja glükoosi vesilahus. Fruktoos lahustub vees väga hästi, glükoos halvemini. Aja jooksul kristalliseerub glükoos lahusest välja ja mesi suhkrustub. Ainult väga vähesed meed maailmas ei kristalliseeru. Mee kristalliseerumine sõltub fruktoosi/glükoosi ja vee vahekorra. Suure glükoosisisaldusega rapsimesi kristalliseerub kiiresti [11].

2.3.6.3 Metoodikad

Glükoosisisalduse määramisel kasutatakse glükosidaasi ja 4-aminofenasooni. Mõõtmise toimub lainepikkusel 500 nm. Fruktoos pannakse 60 minuti jooksul ja temperatuuril 60 °C vesinikkloriidhappes reageerima trüptamiiniga. Mõõtmise toimub lainepikkusel 518 nm [15]. Fruktoosi- ja glükoosisisalduse määramiseks võib kasutada gaaskromatograafiat, erinevate detektoritega kõrgsurve vedelikkromatograafiat (HPLC) ja ioonkromatograafiat [27]

2.3.6.4 Kriitika

Ka fruktoosi- ja glükoosisisalduse abil mee kvaliteedi hindamisel on probleemiks erinevate näitajate kasutamine, ehk siis redutseerivate suhkrute analüüs *versus* fruktoosi ja glükoosi eraldimääramine.

2.3.7 Sahharoosisisaldus

Mee sahharoosisisaldus näitab kas mesilasi on intensiivselt suhkruga toidetud või mitte, sellise toitumise tulemuseks on nn. "suhkrumesi" [6], samuti mee võltsimist suhkru abil [19]. Kõrget sahharoosisisaldust võib põhjustada ka valmimata mee võtmine kärgedest või järgmises lõigus nimetatud korjetaimede mõju [46].

2.3.7.1 Seadused ja normid

Eesti seaduse järgi on maksimaalseks lubatud sahharoosisisalduseks kuni 5 grammi 100 g kohta. Harilikust robiiniast (*Robinia pseudoacacia*), lutsernist (*Medicago sativa*), banksiast (*Banksia menziesii*), magusristikust (*Hedysarum*), eukalüptist (*Eucalyptus camadulensis*), lõhnavast kuismast, väikesest kuismast (*Eucryphia luciada*, *Eucryphia milliganii*) või tsitrusel (*Citrus spp*) saadud mees kuni 10 grammi 100 grammi kohta. Lavendlist (*Lavendula spp*) või harilikust kurgirohust (*Borago officinalis*) saadud mees kuni 15 grammi 100 grammi kohta [2]

Selline norm põhineb laialdastel rahvusvahelistel analüüsidel ja on tavaliselt saavutatav üle 99% meede puhul [3].

2.3.7.2 Kirjanduse ülevaade

Mee sahharoosisisaldus võib varieeruda piirides 0.25-7.57% [19]. Kirjanduse andmetel esineb väga erinevaid sahharoosi kontsentratsioone. Näiteks Pakistanist pärit erinevate taimede mees: kreektürna mees keskmiselt 1.1% ja ristikumees keskmiselt 12% [10]. Brasiilia mees 1.1% ja 5.9% sõltuvalt mesilaste liigist [21]. Ühe teise uurimuse järgi oli 37 Brasiilia mee proovis sahharoosi keskmiselt 2.7%. Portugali mees keskmiselt 6.1% (0.5-11.9%) [25], suurem osa proovidest oli lavendlimesi, mille sahharoosi sisaldus võib olla kuni 15%. 15 Hispaania tsitrusemees oli sahharoosi 9.4-16.3%, norm lubab tsitrusemees kuni 10 % sahharoosi sisaldust [28]. Korea mees oli keskmiselt vaid 0.7% sahharoosi ja sellesse riiki toodud mees 1.1 % sahharoosi [20].

Soomlaste toodetud 50 mees oli enamasti sahharoosi alla 5% [23]. Türgis 2004 aastal kogutud 35 õiemee proovis oli keskmine sahharoosisisaldus 5.28 % (maksimaalne 23.64%) ja 35 männimee proovis 4.64% (maksimaalne 16.82%) [49]. Samas riigis 1998 aastal kogutud 45 proovis aga keskmiselt 1.8% [46]. Alžeerias kogutud 66 mee proovis oli sahharoosi sisaldus keskmiselt 1.14 % [78]. Eestis 2006/2007 aastal kogutud 20 proovis oli sahharoosi detekteeritavas koguses vaid kahes ja sealgi oluliselt alla seadusega ettenähtud normi [79] ja 2007/2008 aastal kogutud 20 proovis oli sahharoosi ühes proovis ja seda ainet oli seal 5x alla seadusega ettenähtud normi [87]. 2008/2009 aastal kogutud 30 proovis ei olnud üheski proovis detekteeritavas koguses sahharoosi [95], 2010 aastal kogutud 30 proovist detekteeriti sahharoosi ühes proovis, kogus ei ületanud kehtestatud normi.

2.3.7.3 Metoodikad

Vana, ka Eestis kehtinud seaduse kohaselt, võisid sahharoosisisaldusega tekkida probleemid, kuna seda määrati kaudselt lahutades üldsuhkru määramise tulemusest redutseerivate suhkrute määramise tulemuse. [3] Sellisel juhul võis analüütiliselt määratud lehemee sahharoosisisaldus olla tegelikust kõrgem. Sahharoosi määramiseks kasutatakse gaaskromatograafiat, kõrgsurve vedelikkromatograafiat ja ionkromatograafiat [27]

2.3.7.4 Kriitika

Sahharoosi määramise puhul võivad tekitada segadust eespool mainitud erinevad meetodilised lähenemised ehk siis sahharoosi arvutuslik määramine *versus* analüütiline määramine.

2.3.8 Veepuhastumatu ainet sisaldus

Vees lahustumatute ainet määramisega kontrollitakse eelkõige mee vahasisaldust.

2.3.8.1 Seadused ja normid

Eesti kehtiva seaduse järgi lubatakse vees lahustumatute ainet sisaldust kuni 0.1 grammi 100 grammi kohta. Pressitud mees kuni 0.5 grammi 100 grammi kohta. See norm pärineb aegadest kui maailmas toodeti oluline kogus mett kargedest mee pressimise teel. Tänapäeval peaaegu kogu toodetud mesi tsentrifuugitakse.

2.3.8.2 Kirjanduse ülevaade

Tsentrifuugitud mees on vees lahustumatute ainet sisaldus 0.005 – 0.05 g/100g [3]. Suurema osa sellest moodustab vaha, mees võib leiduda veel õietolmu, osakesi mesilaste küljest ja lihtsalt mustust [30] Tsehhis 1999 aastal toodetud mees olid vees lahustumatute ainet sisaldused järgmised: õiemees 0.002-0.07%, segamees 0.002-

0.098% ja lehemees 0.002-0.084%. Igast meeliigist analüüsiti kümmet proovi [29]. Hispaanias 2001-2003 aastal kogutud mees oli see näitaja sõltuvalt mee taimsest päritolust 0.02-0.1% [41]. Paljudel juhtudel seda näitajat ei määrata.

2.3.8.3 Metoodikad

Vaha on võimalik määrata kasutades filtreerimist läbi paberfiltri. See meetod aga ei kuulu ametlike soovitatavate metoodikate hulka [3]. Vees lahustumatute ainete määramiseks filtreeritakse meelahus läbi klaasfiltri, filter pestakse, kuivatatakse ja kaalutakse [27, 30]

2.3.8.4 Kriitika

Laboritevahelise analüüsise variatsioonikoefitsient on 26-85%, palju suurem kui ühegi teise mee füüsikalise-keemilise näitaja määramise puhul [27].

2.3.9 Elektrijuhtivus

Elektrijuhtivuse määramine on odav meetod mee taimse päritolu hindamiseks. Seda kasutatakse õie- ja lehemee eristamiseks.

2.3.9.1 Seadused ja normid

Eesti seadus kehtestab elektrijuhtivuseks mees kuni 0.8 millisiimensit sentimeetri kohta. Lehemees ja kastanimeses ning nende segus vähemalt 0.8 millisiimensit sentimeetri kohta. Erandi moodustab harilikust maasikapuust (*Arbutus unedo*), eerikast (*Erica*), eukalüptist (*Eucalyptus*), pärnast (*Tilia spp*), kanarbikust (*Calluna vulgaris*), lõunamürdist (*Leptospermum*) ja melaleukast (*Melaleuca spp*) saadud mesi. Nende puhul varieerub elektrijuhtivus laiades piirides. Elektrijuhtivusega on asendatud varasemas seaduses [1] figureerinud tuhasus. Tsehhid eristavad vastavalt oma seadusandlusele meeliike järgmiselt: õiemesi alla 0.55 mS/cm, segamesi 0.50-1.05 mS/cm, lehemesi 0.90-1.3 mS/cm [54].

2.3.9.2 Kirjanduse ülevaade

Elektrijuhtivus sõltub mee tuhasusest ja happesisaldusest. Tuhasisaldus ja elektrijuhtivus on lineaarses sõltuvuses [3]:

$$C=0.14+1.74A$$

C-elektrijuhtivus

A-tuhasisaldus

Kirjanduses toodud juhtivused sobivad seadustes esitatud piiridega, 44 Prantsuse päevalilleme juhtivuseks saadi keskmiselt 0.38 mS/cm. [31] Tsehhis 1999 aastal toodetud 10 õiemees oli juhtivus piirides 0.11-0.42 mS/cm, 10 segamees 0.50-0.87 mS/cm ja 10 lehemees 0.90-1.3 mS/cm [29]. Tsehhis aasta hiljem võetud proovides

olid samade meetüüpide juhtivused 0.1-0.44 mS/cm (28 proovis), 0.41-1.1 mS/cm (21 proovis) ja 0.97-1.1 mS/cm (6 proovis) [54]. Alžeerias kogutud 66 meeproovis oli elektri juhtivus keskmiselt 0.65 mS/cm [78]. Irimaal ostetud 20 meeproovis oli elektri juhtivus 0.140-0.522 mS/cm [82]. Brasiilias uuritud 20 meeproovis oli elektri juhtivus 0.192-0.799 mS/cm [85]. Soomest pärinevates 2007-2008 aastal võetud 15 meeproovis oli elektri juhtivus 0.100-1.88 mS/cm, millest üle 0.8 mS/cm oli juhtivus soomee proovides [123]. Slovakkias 2006 ja 2008 aastal uuritud 52 meeproovis oli elektri juhtivus 0.155-1.585 mS/cm, kusjuures üle 0.8 mS/cm oli juhtivus leheme- ja metsamee proovides [116]. 2006-2008 aastal Argentiinas võetud 13 meeproovis oli elektri juhtivus 0.121-0.684 mS/cm [108]. 2009 aastal Portugalis kogutud 73 meeproovis oli elektri juhtivus 0.090-0.430 mS/cm, keskmiselt 0.26 mS/cm [109]. Teise Portugalis tehtud uurimuse andmetel oli elektri juhtivus igal aastal võetud 20 proovis: 2009 aastal 0.130-0.360 mS/cm, 2010 aastal 0.150-0.360 mS/cm, 2011 aastal 0.260-0.360 mS/cm [113]. Eestist 2005 aastal võetud 149 meeproovis oli elektri juhtivus piirides 0.097-0.925 mS/cm, keskmine juhtivus oli 0.23 mS/cm ja vaid üks tulemus ületas 0.8 ehk liigitus lehemeeks [52]. Eestist 2005/2006 aastal võetud 150 proovis oli juhtivus piirides 0.068-0.556 mS/cm, keskmine juhtivus oli 0.236 mS/cm [58]. Eestist 2006/2007 aastal võetud 149 proovis oli juhtivus piirides 0.100-0.854 mS/cm, keskmine sisaldus oli 0.328 mS/cm. Puhta leheme hulka kuulus juhtivuse järgi vaid üks Türgi mesi [79]. Eestist 2007/2008 aastal võetud 156 proovis oli juhtivus piirides 0.09-1.257 mS/cm, keskmine juhtivus oli 0.286 mS/cm. Juhtivuse järgi puhtad lehemeed olid toodetud Brasiilias ja Itaalias [87]. Eestist 2008/2009 aastal võetud 149 proovis oli juhtivus piirides 0.112-1.280 mS/cm, keskmine juhtivus oli 0.281 mS/cm. Juhtivuse järgi puhas lehemesi oli toodetud Itaalias [95]. Eestis 2009/2010 aastal võetud 159 proovis oli juhtivus piirides 0.063-1.304 mS/cm, keskmine juhtivus oli 0.259 mS/cm [100]. Eestis 2010/2011 aastal võetud 109 proovis oli juhtivus piirides 0.113-0.734 mS/cm, keskmine juhtivus oli 0.223 mS/cm [118].

2.3.9.3 Metoodikad

Mõõdetakse vastava elektrodiga varustatud juhtivusemõõtja abil. Tegelikult mõõdetakse 20% meelahuse takistust temperatuuril 20 ° ja kasutatakse takistuse pöördväärtust. Metoodika kehtib piirides 0.1-3 mS/cm.

2.3.9.4 Kriitika

Elektri juhtivuse esitamisel võib segadust põhjustada mõõtmisel kasutatavate ühikute teisendamine - mS/cm, µS/cm, S/cm, mS/m, Ω jne.

2.3.10 Vabade hapete sisaldus

Kui vabade hapete sisaldus on normi piires, siis mesi ei ole käärima läinud. Vabade hapete sisalduse määramisega määratakse ka mee pH.

2.3.10.1 Seadused ja normid

Eestis kehtiva seaduse järgi võib vabade hapete sisaldus olla kuni 50 milliekvivalenti 1000 grammi kohta. Pagarimees kuni 80 milliekvivalenti 1000 grammi kohta. Eelmise Eestis kehtinud seaduse [1] (samuti ka varasema euroseaduse) järgi oli vabade hapete sisalduse normiks 40 mekv/kg kohta. Normi tõsteti arvestusega, et osade meeliikide looduslik vabade hapete sisaldus võib olla üle 40 mekv/kg [3].

2.3.10.2 Kirjanduse ülevaade

Kõik meed on happelised, tavaliselt pH-ga 3.5-5.5. Mee happelisust põhjustavad orgaanilised happed, mis annavad meele ka maitset ja konserveerivad mett mikroobide suhtes [32]. Kõige rohkem on mees glükoonhapet, lisaks veel õunhapet, piimhapet, oblikhapet ja sidrunhapet [33]. Vabade hapete sisaldus ja pH võimaldavad mõnel määral eristada kindlatest taimedest pärit meeliike [32].

Kirjanduses esitatud vabade hapete sisaldused on küllalt varieeruvad. 27 Burkina Fasos toodetud mees oli vabade hapete sisaldus 30.8-59.0 mekv/kg, 85% proovidest mahtus normi (50 mekv/kg) piiresse [34]. Vabade hapete sisaldus oli Pakistanist pärit 40 õiemees 5.8-21 mekv/kg, Tsehhis toodetud 10 õiemees 6.0-34.0 mekv/kg ja 10 lehemees 14.3-53.5 mekv/kg [29]. 31 Portugalist pärit mees oli vabasid happeid 11 – 27 mekv/kg [25]. Kõrgemad vabade hapete sisaldused on lehemees. 262 Argentiinast pärit meeproovis oli vabade hapete sisaldus 3.0-22.5 mekv/kg [45]. Brasiilia 20 meeproovis oli vabade hapete sisaldus 10-42 mekv/kg [85]. Burkina-Faso 175 meeproovis oli keskmine vabade hapete sisaldus 18.4 mekv/kg [101]. Alžeerias kogutud 66 meeproovis oli vabade hapete sisaldus 3.0-22.5 mekv/kg [78]. Irimaal ostetud 20 meeproovis oli vabade hapete sisaldus 17-39 mekv/kg [82]. Eestis 2005 aastal võetud meeproovide vabade hapete sisaldus oli 10.5-45.5 mekv/kg [54]. Eestist 2005/2006 aastal võetud 150 proovis oli vabade hapete sisaldus 9.5-42 mekv/kg [58]. Eestist 2006/2007 aastal võetud 149 proovis oli vabade hapete sisaldus 11-38 mekv/kg [79]. Eestist 2007/2008 aastal võetud 156 proovis oli vabade hapete sisaldus 8-64 mekv/kg, seadusega kehtestatud normile ei vastanud 2 proovi [87]. Eestist 2008/2009 aastal võetud 149 proovis oli vabade hapete sisaldus 10-71 mekv/kg, seadusega kehtestatud normile ei vastanud 1 proov [95]. 2009/2010 aastal võetud 159 proovis oli vabade hapete sisaldus 16-47 mekv/kg, kõik proovid vastasid seadusega kehtestatud normile [100]. 2010/2011 aastal võetud 109 proovis oli vabade hapete sisaldus 18-65 mekv/kg, üks proov ületas seadusega kehtestatud normi [118].

2.3.10.3 Metoodikad

Vabade hapete sisaldus määratakse leeliselahusega tiitrimisel kuni pH 8.3.

2.3.10.4 Kriitika

Mees sisalduva laktooni hüdroolüüs segab tiitrimist. Segadust võivad tekitada erinevad määratud hapete sisaldused: üldise hapete sisalduse moodustab vabade

hapete sisaldus, millele on liidetud piimhappe sisaldus. Laboritevaheliste analüüside variatsioonikoefitsient on vabade hapete määramisel küllalt kõrge: 11-22% [27]. Nii vabade hapete sisaldust, kui ka üldist hapete sisaldust nimetatakse kirjanduses tihti ka mee happelisuseks (*acidity*).

2.3.11 Eripöörang

Eripöörang sõltub mee suhkrutesisaldusest ja annab infot mee botaanilise päritolu (kas tegemist on õie- või lehemeega), võltsimise ja mesilaste söötmise kohta.

2.3.11.1 Kirjanduse ülevaade

Kuna mesi on suhkrulahus pöörab mesi seda läbiva valguse polarisatsioonitasandit [32]. Üldine eripöörang on erinevate meesuhkrute eripöörangute tulemus. Eripöörangu abil tehakse Kreekas, Itaalias ja Suurbritannias vahet õie- ja lehemeel vahel [30]. Mõnede suhkrute eripöörang on negatiivne - näiteks fruktoosil $[\alpha]_D^{20} = -92.4^\circ$, teiste oma aga positiivne näiteks - glükoosil $[\alpha]_D^{20} = +52.7^\circ$ [32]. Õiemee eripöörang on negatiivne ja lehemeel positiivne. *Dinkov 2003* leidis, et 10 Bulgaaria robiiniamee eripöörang oli keskmiselt -17 , kümne õiemee sama näitaja oli -14.8 ja 9 lehemeel eripöörang oli $+4.2$. Itaalia lehemeel varieerus see näitaja $+13.6$ - $+16.6$ [35]. Eripöörang võib muutuda positiivseks või positiivsemaks ka mee võltsimisel või mesilaste aktiivsel toitmisel. Intensiivse söötmise tagajärjel langes eripöörang -22 kuni -5.0 [6]. *Pridal ja Vorlova 2002* said järgmised keskmised tulemused meeliikide kaupa grupeeritud 55 proovi kohta: robiiniameesi -15.6 , muud ühe taime meel -15.2 , erinevaid taimi sisaldav õiemesi -13.1 , õiemee ja lehemeel segamesi -4.1 , lehemesi $+10.5$. Sealjuures olid mainitud tulemused väga tugevas korrelatsioonis (0.86) keskmiste elektrijuhtivustega [54]. Kahekümne 2005 aastal Eesti erinevates piirkondades (Pärnumaa, Harjumaa, Jõgevamaa, Ida-Virumaa, Lääne-Virumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Raplamaa, Hiiumaa, Saaremaa, Võrumaa, Tartumaa) toodetud mee eripöörangud mahtusid vahemikku -9.7 kuni -18.5 (keskmine -14.6) [52].

2.3.11.2 Metoodikad

Mõõdetakse polarimeetriga. α on optiliselt aktiivset ainet läbiva valguse polarisatsioonitasandi pöördenurk, mis on mõõdetud naatriumi D-joone lainepikkusel 589 nm ja 20 °C juures.

2.3.11.3 Kriitika

Meetod on kasutusel üsna vähestes Euroopa maades.

2.3.12 Metallide sisaldus

Kolme metalli: kaadmiumi (Cd), pliid (Pb) ja arseeni (As) nimetatakse mees sisalduvateks jääkaineteks, mis näitavad mee saastatust. Ülejäänud metallid, mille sisaldust seadus ei normeeeri, võivad olla toksilised, kui neid on mees tavalisest sisaldusest oluliselt rohkem. Metallide sisaldused võimaldavad ka määrata mee geograafilist päritolu ja kontrollida ühest kindlast taimeliigist saadud mee audentust.

2.3.12.1 Seadused ja normid

Eestis kehtiva seaduse kohaselt ei tohi mees olla rohkem kui: 0.5 mg/kg As, 0.05 mg/kg Cd ja 1 mg/kg Pb [36]. Ülejäänud metallide sisaldust Eesti ega Euroopa seadused ei normeeeri. Euronormiks on pakutud: 0.1 mg/kg Cd ja 1 mg/kg Pb [37]. Tsehhis kehtivad järgmised normid: 0.5 mg/kg Cd, 8.0 mg/kg Pb ja 0.5 mg/kg Hg, 80 mg/kg Cu ja 80 mg/kg Zn [29].

2.3.12.2 Kirjanduse ülevaade

Tavaliselt on Cd, Pb, As sisaldused mees madalad kuna mesilased “filtreerivad” mett läbi. Kõige rohkem on metalle mesilastes, siis vahas, seejärel taruvaigus ja kõige vähem mees. Kuna raskmetallide kasutust on piiratud on see veelgi vähendanud mee metallisisaldust. Näiteks 11 Šveitsi lehemees (aastast 2002) oli keskmiselt 0.016 mg/kg Pb ja 0.007 mg/kg Cd ning 26 õiemes keskmiselt 0.021 mg/kg Pb ja 0.001 mg/kg Cd [37]. Tsehhis toodetud 10 lehemees (aastast 2000) oli keskmiselt 0.095 mg/kg Pb ja 0.019 mg/kg Cd ning 10 õiemes keskmiselt 0.042 mg/kg Pb ja 0.0019 mg/kg Cd [38]. Inglismaale 1995 aastal sisse toodud 16 mees ja 17 kohalik mees oli pliid 0.01-0.2 mg/kg ja kaadmiumi <0.04-0.18 mg/kg [39].

Tööstuspiirkonna lähedus ja autotransport võivad mees metallisisaldust suurendada. *Devillers et al 2002* tões mõnede Prantsusmaal müüdu meede tugevat raskmetallidega saastumist [40].

Mees on tavaliselt kõige rohkem kaaliumi (seda võib olla 80% üldisest metallisisaldusest), järgnevad magneesium ja raud [55].

Meede liigitamiseks analüüsitakse tavaliselt teatavat hulka mees sisalduvaid metalle. *Nalda et al 2005* analüüsis 7 eri botaanilise päritoluga mett kokku 73 proovis, määrates Mg, Ca, Al, Fe, Mn, Zn, B, Cu, Co, Cr, Ni, Cd ja Pb sisalduse [41]. Prantsusmaa 86 mees analüüsi Ag, Ca, Cr, Co, Cu, Fe, Li, Mg, Mn, Mo, Zn, Al, Cd, Hg, Ni, Pb, lisaks P ja S [40].

2.3.12.3 Metoodikad

Metallide määramiseks kasutatakse grafiit aatomabsorptsioonspektrofotomeetriaat GFAAS, leek aatomabsorptsioonspektrofotomeetriaat FAAS, kõrgsidestunud plasma emissioonspektromeetriaat ICP-AES, kõrgsidestunud plasma emissioonspektromeetriaat koos mass-spektromeeter detektoriga ICP-MS, röntgenfluoresents spektromeetriaat XRF jt. metallide analüüsi tehnikaid.

2.3.12.4 Kriitika

Ei Eesti, Euroopa ega rahvusvahelised mee kvaliteeti käsitlevad seadused ei normeerigi kõigi toksiliste raskmetallide sisaldust mees. Analüüsi raskendavad väga väikesed määratavad kontsentratsioonid ja referentsmaterjalide ning interkalibreerimiste halb kättesaadavus.

2.3.13 Proliini sisaldus

Proliin (sümbol Pro) ehk tetrahüdropürrool-2-karboksüülhape on kõikides valkudes sisalduv tsükliline aminohape. Proliini sisalduse järgi võib avastada valmimata või võltsitud mett. Erinevatel meedel võib olla väga erinev proliini sisaldus.

2.3.12.1 Seadused ja normid

Proliini sisaldust mees Eesti ega Euroopa seadused ei normeerigi. Saksamaal loetakse mesi mille proliini sisaldus on alla 180 mg/kg valmimata või võltsitud meeks [27]. Seda piirarvu kasutavad ka meekontrollilaborid [94].

Tabel 8. Erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed proliinisalduse kohta mees

riik	aasta	proovide arv	keskmine proliinisaldus mg/kg*	viide
Eesti	2009	12	490	[95]
Slovakkia	2003	244	615	[44]
Burkina Faso	2003	27	1010	[34]
Alžeeria	2002	11	396	[94]
Bulgaaria	2000	29	348	[35]
Türgi	1998	45	530	[46]
Kreeka	1997	20	1105	[73]

* - kasutatud kas tegelikku keskmist või arvutatud artiklis leiduvate andmete järgi

2.3.13.1 Kirjanduse ülevaade

Proliin koos oma derivaadi hüdroksüproliiniga on väga tähtis valgumolekulide tertsiaalstruktuuri (konformatsiooni) kujundamises. Seda ainet leidub rohkesti sidekoevalkudes. [92]. Vabade aminohapete kontsentratsioon mees on väga madal ja proliini on nendest kõige suuremas hulgas. Aminohapped reageerivad aeglaselt või kuumutamisel kiiremini suhkrutega. Reaktsiooni tagajärjel tekivad pruunid ühendid, mis võivad olla üheks põhjuseks, miks mesi seistes või kuumutades tumeneb [93].

Proliin tuleb mette mesilaste näärmete eritistest mee valmimise protsessi ajal. Kõrged proliini väärtused võivad olla seotud lehemeega. Proliin on ka antioksüdant. [34]. Proliini sisaldus on erinevatel kindlalt liigilt pärit taimede meel erinev, kuid ainult proliinist ei piisa nende meede eristamiseks [32]. Kui palju proliini üldse mees võib olla, näitab

tabel 8.

Temperatuuri ja säilitamise mõju mee proliinisaldusele näitab hästi *Castro-Vazques et al 2008*, tsitrusemeede aastasel seismisel 10 °C juures, väheneb proliini sisaldus 578 mg/kg kuni 303 mg/kg ; 20 °C juures aastasel seismisel 578 mg/kg kuni 164 mg/kg; temperatuuril 40 °C aastasel seismisel 578 mg/kg kuni 110 mg/kg [89].

2.3.11.2 Metoodikad

Mõõtmine toimub spektrofotomeetriliselt lainepikkusel 510 nm. Proliin moodustab ninhüdriniga värvilise ühendi.

2.3.11.3 Kriitika

Segadust võivad tekitada erinevad kontsentratsiooniühikud: mg/kg või mg/100g.

2.4 Mee kvaliteedi hindamine

2.4.1 Mee kvaliteedi hindamine Eestis

Antud peatükk võtab kokku eespool iga mee füüsikalise-keemilise näitaja jaoks Eesti Vabariigi seadustega esitatud nõuded.

Mee kvaliteeti hinnatakse Vabariigi Valitsuse 19. veebruar 2004 määrus nr 41, "Mee koostis- ja kvaliteedinõuded ning märgistamise erinõuded" [2] järgi. See määrus põhineb Euroopa Ühenduse vastaval seadusel 2001/110/EÜ (EÜT L 010, 12.01.2002, lk 47). Toksiliste jääkainete sisalduse hindamine toimub Vabariigi Valitsuse 12. jaanuari 2000 määrus nr 14, "Toidus lubatud saasteainete loetelu ja piirnormide toidugruppide kaupa kehtestamine" [36] alusel. Lisaks on töös kasutatud kvaliteetmeede vastavaid norme, mille on kehtestanud osade Euroopa riikide mesindusühendused [3]. Tabelis 9 on kokkuvõtlikult esitatud seadustes mee füüsikalise-keemiliste näitajate ja jääkainete kohta kehtestatud piirnormid.

Käesolevas töös võrreldi keemilise analüüsi tulemusi tabelis toodud normidega ja kvaliteetmeede näitajaid kasutasid töö autorid mee kvaliteediklasside nimetuste määramisel selleks, et paremini iseloomustada ja hinnata Eestis müügil oleva mee kvaliteeti.

Tabel 9. Mee füüsikalise-keemiliste näitajate ja jääkainete kohta kehtestatud piirnormid

füüsikalise-keemiline kvaliteedinäitaja	Seadusega ettenähtud piirnorm	Kvaliteet-mee norm
HMF	kuni 40 mg/kg ¹	kuni 15mg/kg
diastaasarv	üle 8 ²	üle 10
niiskusesisaldus	kuni 20 % ³	kuni 18.5%
Fruktoosi- ja glükooisisaldus	õiemees vähemalt 60 g/100g ⁴	
Sahharooisisaldus	kuni 5 g/100g ^{5;6}	
Vees lahustumatute ainete sisaldus	kuni 0.1 g/100g ⁷	
Elektrijuhtivus	õiemees kuni 0.8 mS/cm ⁸	
Vabade hapete sisaldus	kuni 50 mekv/kg	
Jääkainete sisaldus	kuni 0.5 mg/kg As kuni 0.05 mg/kg Cd kuni 1 mg/kg Pb	

¹ - troopilise kliimaga piirkondadest pärit mees ja meesegudes kuni 80 mg/kg

² - tsitrusemees peab diastaasarv olema vähemalt 3

³ - kanarbikumees kuni 23%

⁴ - lehemees ja lehemee ning õiemees segus vähemalt 45 g/100g kohta

⁵ - harilikust robiiniast, lutsernist, banksiast, magusristikust, eukalüptist, lõhnast kuismast, väikesest kuismast, tsitrusel saadud mees kuni 10 g/100 kohta

⁶ - lavendelist, harilikust kurgirohust saadud mees kuni 15 g/100 kohta

⁷ - pressitud mees kuni 0.5 g/100 kohta

⁸ - Lehemees ja kastanimees ning nende segus vähemalt 0.8 millisiimensit sentimeetri kohta; v.a. harilikust maasikapuust, eerikast, eukalüptist, pärnast, kanarbikust, lõunamürdist ja melaleukast saadud mees

2.4.2 Mee kvaliteedi hindamine teistes maades

Erinevates maades ja organisatsioonides kasutatakse mee kvaliteedi hindamiseks erinevaid kvaliteedinäitajaid. Näiteks Kanadas kasutatakse füüsikalise-keemilistest kvaliteedinäitajatest mee klassideks jaotamisel ainult niiskusesisaldust, millele lisanduvad ekspertide poolt hinnatavad näitajad. Kanada 1 kassi mees (Canada No. 1) peab vett olema alla 17.8 % , 2 klassi mees alla 18.6% ja 3 klassi mees alla 20% [53]. Samadest alustest lähtutakse USA-s, kus A ja B klassi mees võib vett olla kuni 18.6% ja C klassi mees kuni 20%, [56]. Rahvusvaheline Fairtrade Labelling Organization (FLO) kasutab mee kvaliteedi klassidesse jaotamisel tabelis 10 esitatud süsteemi.

Tabel 10. Rahvusvahelise Fairtrade Labelling Organization (FLO) punktisüsteem:

Niiskusesisaldus %	punktid	faktor	punktid
alla 16.9	5	4	20
17.0 – 17.5	4	4	16
17.6 – 18.5	3	4	12
18.6 – 19.0	2	4	8
19.1 – 19.5	0.5	4	2
üle 19.6	0	4	0

HMF mg/kg	punktid	faktor	punktid
alla 5	5	3	15
5.1 – 9.9	4	3	12
10.0 – 12.0	3	3	9
12.1 – 15.0	2	3	6
15.1 – 20.0	1	3	3
üle 19.6	0	3	0

Kahe tabeli punktid summeeritakse ja A kvaliteediklassi kuuluvad need meed, mis saavad 18 või enam punkti ning B kvaliteediklassi meed, mis saavad 17 või vähem punkti [57].

Vene Föderatsiooni mesi peab vastama tabelis 11 esitatud GOST standardile. Lisaks sellele peab mesi olema meeldiva lõhnaga, magusa- ja meeldiva maitsega, ilma kõrvalise lõhna- ja maitseta [81].

Tabel 11. GOST standardit iseloomustav tabel

füüsikalise-keemiline kvaliteedinäitaja GOST järgi	Seadusega ettenähtud piirnorm kõigile mee liikidele v.a. valge akaatsia- ja puuvillamesi	valge akaatsia mesi	Puuvilla (Gossypium) mesi
HMF	kuni 25 mg/kg	kuni 25 mg/kg	kuni 25 mg/kg
Kvalitatiivne reaktsioon HMF suhtes	negatiivne	negatiivne	negatiivne
diastaasarv	üle 7	üle 5	üle 7
niiskusesisaldus	kuni 21 %	kuni 21 %	kuni 19 %
redutseerivate suhkrutesisaldus	üle 82 %	üle 76 %	üle 86 %
sahharoosisisaldus	kuni 6%	kuni 10%	kuni 5%
Vees lahustumatute ainete sisaldus	ei tohi olla	ei tohi olla	ei tohi olla
käärimistunnused	ei tohi olla	ei tohi olla	ei tohi olla
Tina sisaldus	0,01 %	0,01 %	0,01 %

3. PROOVIVÕTT

Proovivõtmine toimus vastavalt Eesti Standardile EVS 738:1997 [42]. Standardi kohaselt võeti partiist juhuvalikul üks müügipakend mahuga 200 ml – 1000 ml. Proovid tähistati korrektselt veekindla tähistusega. Proovid võeti 2011 septembrist kuni 2012 aasta juuli keskpaigani.

3.1 Proovivõtu maakonnad

Kokku võeti 103 proovi, neile lisaks 7 katseproovi. Proovid osteti tabelis 12 toodud maakondadest, otse mesinike käest või välismaalt.

Tabel 12. Maakonnad kust proovid osteti

<i>Maakond</i>	<i>Proovide arv</i>
Harjumaa	52
Ida-Virumaa	13
Viljandimaa	12
Tartumaa	11
Saaremaa	4
mesinikelt	8
välismaalt	3
<i>Kokku</i>	103

3.2 Proovivõtu asulad

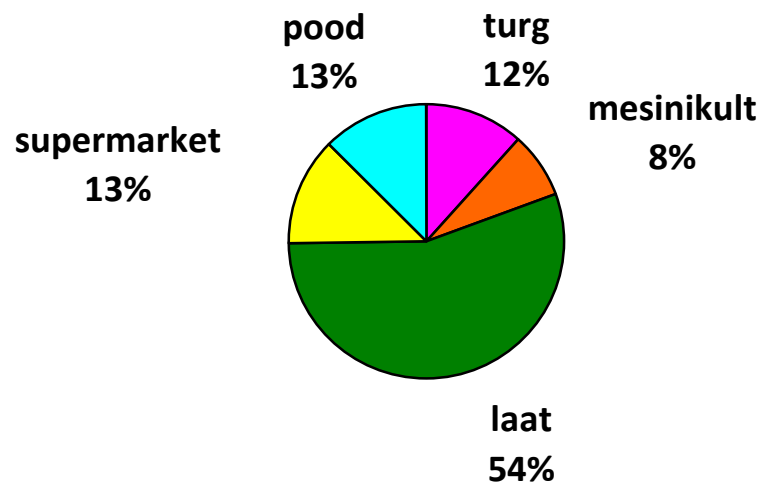
Proovide jagunemist ostukoha asulate järgi näitab tabel 13.

Tabel 13. Asulad, kust proovid osteti

Asula	Proovide arv
Tallinn	43
Narva	13
Karksi-Nuia	12
Tartu	11
Kiili vald	9
Kuressaare	4
mesinikelt	8
välismaalt	3
Kokku	103

3.3 Kaubandusasutused

Proovide jaotumine ostukohtade järgi on esitatud joonisel 1.



Joonis 1. Proovide jagunemine ostukohtade järgi

Sel aastal, nagu ka eelmisel, olid väga vähesed proovid ostetud otse mesinikelt. Erandlikult oli üle poole proovidest ostetud laadalt.

3.4 Millises maakonnas või riigis oli mesi toodetud

Mee tootmiskohtadena olid esindatud kõik Eesti maakonnad peale Ida-Virumaa ja 7 välisriiki. Mee tootmiskohtade jaotus on antud tabelis 14 ja tabelis 15.

Tabel 14. Meeproovide jagunemine tootmiskohtade järgi Eestis

Maakond	Proovide arv
Pärnumaa	6
Viljandimaa	9
Lääne-Virumaa	7
Harjumaa	6
Põlvamaa	8
Tartumaa	8
Jõgevamaa	3
Raplamaa	2
Valgamaa	3
Võrumaa	6
Järvamaa	3
Hiumaa	2
Läänemaa	1
Saaremaa	5
Ida-Virumaa	0
pakendaja	17
osühing	7
Kokku	93

Tabel 15. Meeproovide jagunemine tootmiskohtade järgi välismaal

Välisriik	Proovide arv
Leedu	5
Läti	1
Hiina	1
Ungari	1
Argentiina	1
EÜ+mitte EÜ	1
Uus-Meremaa	1
Kokku	11

4. MÄÄRAMISMETOODIKAD

Mee füüsikalis-keemilistest näitajate määramisest on üldisemalt kirjutatud ka kirjanduse osas. Siin kirjeldatud meetodid on ülemaailmselt, üleeuroopaliselt või Eesti siseselt ametlikult määramiseks kinnitatud meetodid. Nende meetodikate detailse kirjelduse leiab määramise kirjelduse järel oleva kirjanduseviite järgi.

4.1 Niiskusesisalduse määramine

100 g mees määrati temperatuuril 20 °C refraktomeetri abil murdumisnäitaja ja see arvutati vastavat tabelit kasutades ümber mee niiskusesisalduseks [42].

4.2 HMF määramine

HMF määramiseks kasutati Winkleri meetodit. Mesi lahustati veega. Hägu ilmnemisel lisati sadestusreaktiivi. Lahusele lisati p-toluidiini ja barbituurhapet. Proovi analüüsiti fotokolorimeetriga lainepikkusel 550 nm [42].

4.3 Vabade hapete sisalduse määramine

Mesi lahustati veega. Lahust tiitriti naatriumhüdroksiidiga ja lahuse pH-d mõõdeti pH-meetri abil. Tiitriti kuni pH 8.3 [42].

4.4 pH mõõtmine

10 g mett lahustati 75 ml vees ja mõõdeti pH-meetriga lahuse pH [42].

4.5 Invertaasarvu määramine

Invertaasi määramiseks kasutatakse Siegerthaleri meetodit, mis on üle vaadatud EHC poolt [74]. Invertaasarv IN näitab saharoosi kogust grammi kohta, mis hüdrolüüsitakse (40 °C juures 1 tunni jooksul) 100g mees sisalduva ensüümi poolt. Ensüümi substraadina kasutatakse p-nitrofenüül- α -D-glülopüranosiidi (pNPG). Viimane laguneb ensüümi toimele p-nitrofenooliks ja see pH tõstmisel 9.5 nitrofenooli aniooniks. Saadud lahuse värvus mõõdetakse lainepikkusel 400 nm.

4.6 Diastaasarvu määramine

Diastaasarv antud meetodi kohaselt näitab 1g mee kuivaines sisalduvate amülaaside poolt 1 tunni jooksul lõhustatava 1% tärkliselahuse milliliitrite hulka. Meelahus pandi veevannil 40 °C juures reageerima tärkliselahusega, mis sisaldas lahust värvivat 2,4-dinitrofenooli, atsetaatpuhvrit ja naatriumkloriidi. 10 minuti pärast mõõdeti lahuse optiline tihedus fotokolorimeetriga lainepikkusel 582 või 590 nm. Tulemus arvutati mee niiskusesisalduse kaudu ümber kuivainele [42].

4.7 Elektrijuhtivuse mõõtmine

20 g mee kuivainet lahustati 100 ml destilleeritud vees, lahuse elektrijuhtivus mõõdeti temperatuuril 20 °C . Elektrijuhtivus mõõdeti juhtivusemõõtjaga [27]

5.TULEMUSED

5.1 Meekvaliteedi uuringud

5.1.1 HMF

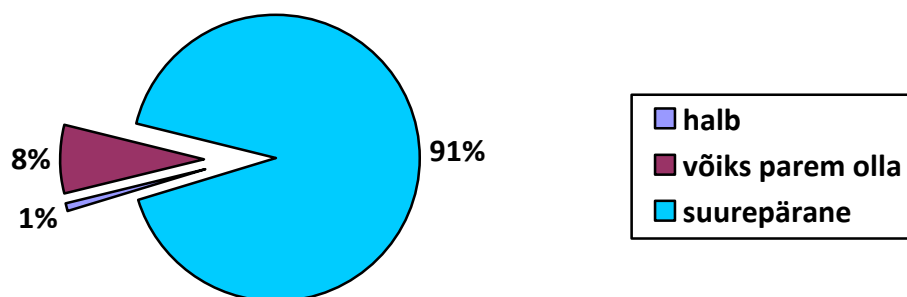
HMF sisaldus 103 analüüsitud mee proovis oli <1 – 42.2 mg/kg ja keskmine selle aine sisaldus oli 5.9 mg/kg.

Meeproovid jagati HMF sisalduse järgi kolme gruppi:

-proovid mille HMF sisaldus ületas Eesti seadustega kindlaks määratud normi (v. t. kirjanduse osa) 40 mg/kg , kvaliteediklass – “halb”

-proovid mille HMF sisaldus ületas mõnedes Euroopa riikides kehtestatud kvaliteetmee normi (v. t. kirjanduse osa) 15 mg/kg, kvaliteediklass – “võiks parem olla”

-mesi mille HMF sisaldus oli alla 15 mg/kg, kvaliteediklass – “suurepärane”

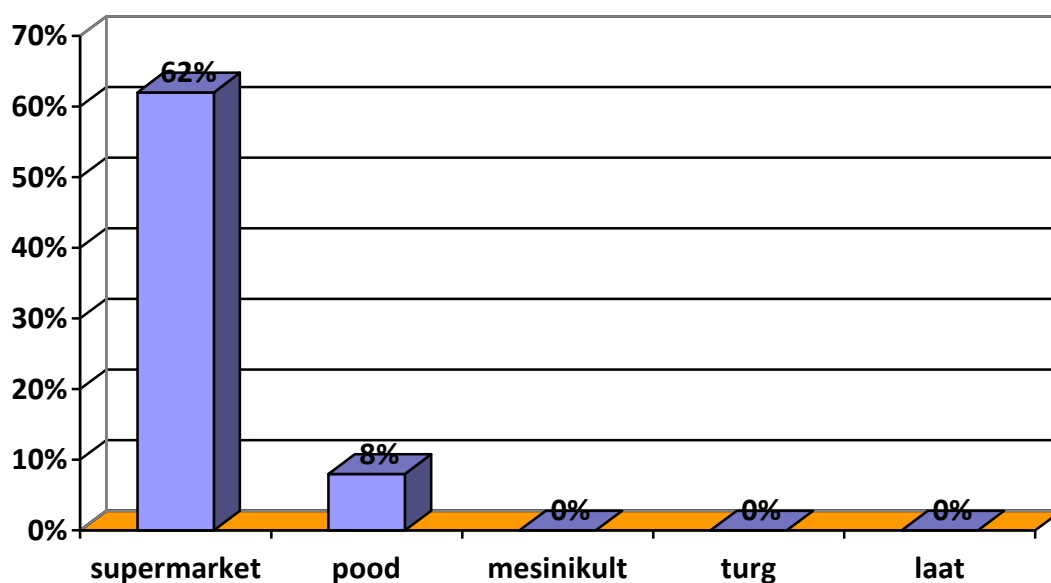


Joonis 2. HMF analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa

103 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa on esitatud joonisel 2. Seadusega kehtestatud normile vastasid 99.0 % proovidest ja 91.3 % proovidest olid väga hea kvaliteediga.

Kvaliteediklasside jaotus oli sarnane viimase nelja aasta (2008, 2009, 2010, 2011) uuringutel leitud kvaliteediklassidega. Keskmine HMF sisaldus oli kaheksast eelmisest aastast madalaim.

Mee kvaliteedi hinnanguks ostukoha tüübi järgi liideti kvaliteediklassid “võiks parem olla” ja “halb”, ning arvutati välja mitu protsenti antud tüüpi ostukohast ostetud proovidest jäid väljapoole kvaliteetmee piire (HMF üle 15 mg/kg). Saadud jaotus on näha joonisel 3.



Joonis 3. Madalama kvaliteediga mee osakaal kaubandusasutuse tüübi järgi, HMF

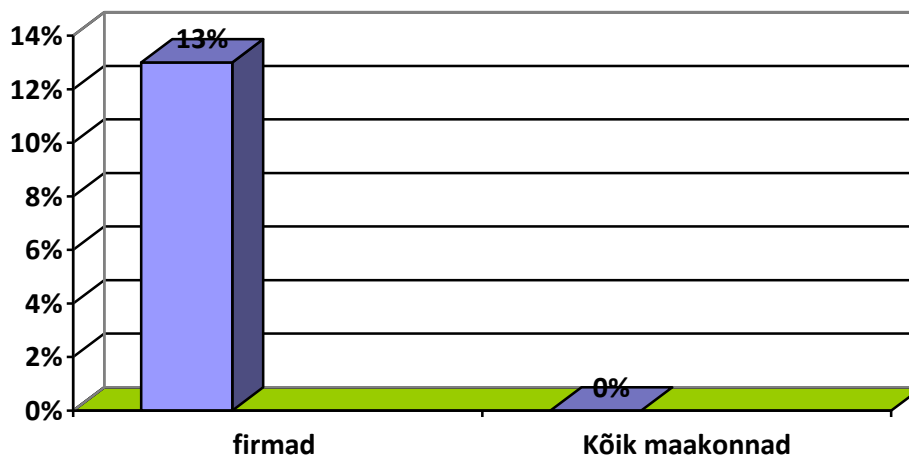
Vaadates tabelit 16 on näha, et ka sel aastal on kõige suurem tõenäosus kehvema kvaliteediga mett osta supermarketist. Erandiks on olnud vaid 2010 aasta, kui supermarketite mesi oli parem kui tavaliselt. Viimasel kahel aastal on tunduvalt paranenud poodidest ostetud mee kvaliteet. Selle aasta proovide järgi pole vahet kas osta mesi mesinikult, poest või laadalt. Arvestades kaheksa aasta andmeid on kõige turvalisem mee soetamise koht siiski laad.

Tabel 16. Madalamakvaliteedilise mee osakaal erinevates kaubandusasutustes aastate lõikes, HMF

Aasta	Kaubandusasutuse tüüp				
	Supermarket %	Pood %	Mesinikult %	Turg %	Laat %
2005	43	21	0	3	0
2006	70	35	0	0	3
2007	45	0	13	0	3
2008	37	21	7	4	2
2009	29	10	20	6	0
2010	19	22	0	16	4
2011	27	8	13	16	3
2012	62	8	0	0	0
Keskmine	42	16	7	6	2

Kaheksa aasta tulemuste põhjal paraneks mee kvaliteet ostukoha tüübi järgi järgmises reas: selver→ pood→ mesinik→ turg →laat.

Mee kvaliteedi hinnanguks tootmiskoha järgi liideti samuti kvaliteediklassid “võiks parem olla” ja “halb”, ning arutati välja mitu protsenti antud maakonnas toodetud proovidest jäid väljapoole kvaliteetmee piire (HMF üle 15 mg/kg). Tulemused on esitatud joonisel 4, üheski maakonnas ei esinenud madalamakvaliteedilist mett.



Joonis 4. Madalama kvaliteediga mee osakaal tootmiskoha järgi, HMF

Mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad ja mee tootmisega tegelevad osäühingud) on paigutatud eraldi, kuna ei ole teada millisest maakonnast nende toodetud mesi pärineb.

Kui 2005-2008 meeproovid näitasid firmade keskmisest madalamat kvaliteeti on see olnud kõikuv, üleelmisel aastal jäid vaid 9% firmade proovidest allapoole kvaliteetmee piiri, eelmisel aastal 7%, sel aastal on see näitaja veidi tõusnud – 13% proovidest ei vastanud kvaliteetmee normile ja seadusega kehtestatud normi ei ületanud üksi firma proov.

Mee kvaliteediprobleemid võivad olla seotud: mesinike (firmade) mee kvaliteeti mitte tagavate töövõtetega (ülekuumutamine) ja eelmiste aastate mee müügiiga.

Eesti erinevate piirkondade meele on tavaliselt iseloomulik ühtlaselt ülimalt madal HMF sisaldus, mõned kõrgemad HMF sisaldused tõstavad veidi maakondade keskmisi. Eesti maakondade mete HMF sisalduse võrdlused on esitatud tabelis 17.

Tabel 17. Meeproovide HMF sisalduse võrdlus tootmiskoha järgi

maakond	HMF sisalduste vahemik mg/kg	keskmise HMF sisaldus mg/kg	proovide arv
Harjumaa	<1 – 11.5	4.6	6
Hiumaa	<1 – 1.9	1.5	2
Ida-Virumaa	-	-	-
Jõgevamaa	<1 – 1.9	1.3	3
Järvamaa	<1 – 5.8	3.5	3
Läänemaa	4.8	4.8	1
Lääne-Virumaa	1.9 – 8.6	3.8	7
Põlvamaa	<1 – 3.8	2.5	8
Pärnumaa	<1 – 5.8	2.9	6
Raplamaa	<1 – 2.9	2.0	2
Saaremaa	2.9 – 6.7	4.6	5
Tartumaa	<1 – 9.6	2.5	8
Valgamaa	<1 – 3.8	2.4	3
Võrumaa	<1 – 5.8	2.4	6
Viljandimaa	<1.9 – 12.5	5.1	9
firma	<1 – 21.1	6.7	23
välismaa	5.8 – 42.2	20.9	11

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on sarnased kuuel eelmisel aastal läbiviidud uuringute tulemustele, nii eelmisel kui ka üleeelmisel aastal leiti Viljandimaalt kõrge HMF sisaldusega proove, sellel aastal enam mitte. Keskmise HMF sisaldus mees oli Harjumaal varasemate uuringute andmetel 4.6 mg/kg (2005), 3.3 mg/kg (2006), 3.7 mg/kg (2007), 4.2 mg/kg (2008), 3.7 mg/kg (2009), 2.7 mg/kg (2010), 5.4 mg/kg (2011) ja sel aastal 4.6 mg/kg. Tartumaal olid vastavad arvud 3.1 mg/kg (2005), 3.2 mg/kg (2006), 3.3 mg/kg (2007), 2.9 mg/kg (2008), 6.0 mg/kg (2009), 12.6 mg/kg (2010), 7.1 mg/kg (2011) ja 2.5 (2012). Tartumaal on keskmine HMF sisaldus sellel aastal rekordiliselt madal.

Viiel viimasel aastal (2008-2012) on arvestatud mett tootvate firmade toodang keskmist HMF sisaldust eraldi, varasemate aastate uuringutes aga lähtuti osauhingute puhul firma asukohast.

Sel aastal oli jällegi tavapärane erinevus firmade ja väiketootjate mee keskmises HMF sisalduses (väiketootjatel 3.3mg/kg, firmadel 6.7 mg/kg). Erinevused on olnud järgmised: 2.0x (2012); -1.2x, kusjuures miinusmärk näitab vastupidist trendi, (2011); 1.7x (2010); 1.4x (2009) ja 3x (2008). Tuleb arvestada, et keskmist mõjutavad üksikud ülikõrgete sisaldustega proovid.

Kokku koguti sel aastal 16 erineva firma tooteid. Eristades need firmad, mille toodang mahtus täielikult kvaliteetmee hulka (HMF <15 mg/kg) saime sellesse gruppi 13 firmat. Neid firmasid, mille toodangust vähemalt üks proov ületas kvaliteetmee

normi oli 3, eelnevatel aastatel on nende firmade arvud olnud 1 (2011), 3 (2010 ja 2009), 6 (2008). Ühegi proovi HMF väärtus ei ületanud seadusega ettenähtud piire.

Kokkuvõtteks võib öelda, et mee kvaliteet oli taaskord hea. Keskmise HMF sisaldus oli kaheksast eelmisest aastast madalaim: 5.9 mg/kg (2012), 8.7 mg/kg (2011), 7.5 mg/kg (2010), 9.6 mg/kg (2009), 7.0 mg/kg (2008), 6.6 mg/kg (2007), 22.8 mg/kg (2006), 6.7 mg/kg (2005). Seadusega kehtestatud piinormile vastas 99.0% proovidest. Vaid ühe välismaa mee tulemus ületas seaduses ettenähtud normi. Madalama kvaliteediga mee (HMF >15 mg/kg) osakaal oli 8.7 % ehk 9 proovi. Neist proovidest 6 olid toodetud välismaal ja 3 Eestis. Kvaliteediklasside jaotus sarnanes eelnevatel aastatel läbiviidud uuringutega.

Viie viimase aasta uurimustes on mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad koos mee tootmisega tegelevate osatühingutega) paigutatud eraldi, kuna ei ole teada millisest maakonnast nende toodetud mesi pärineb.

Sel aastal oli jällegi tavapärane, ligi kahekordne, erinevus firmade ja väiketootjate mee keskmises HMF sisalduses. Eristades need firmad, mille toodang mahtus täielikult kvaliteetmee hulka (HMF <15 mg/kg) saime sellesse gruppi 13 firmat. Neid firmasid, mille toodangust vähemalt üks proov ületas kvaliteetmee normi oli 3, eelnevatel aastatel on nende firmade arvud olnud 1 (2011), 3 (2010 ja 2009), 6 (2008). Ühegi proovi HMF väärtus ei ületanud seadusega ettenähtud piire.

Eesti erinevate piirkondade meele on iseloomulik ühtlaselt väga madal HMF sisaldus, 15 mg/kg ei ületanud ükski proov. Enamustes maakondades on sellel aastal HMF sisaldused tavapärasest madalamad.

Ka sellel aastal on kõige suurem tõenäosus kehvema kvaliteediga mett osta supermarketist. Viimasel kahel aastal on tunduvalt paranenud poodidest ostetud mee kvaliteet. Selle aasta proovide järgi pole vahet kas osta mesi mesinikult, poest või laadalt. Parim mesi on aastate lõikes võetuna laadadel. Kaheksa aasta tulemuste põhjal paraneks mee kvaliteet ostukoha tüübi järgi järgmises reas: selver → pood → mesinik → turg → laad.

Mee kvaliteediprobleemid võivad olla seotud: mesinike (meepakendajate) mee kvaliteeti mitte tagavate töövõtetega (ülekuumutamine) ja eelmiste aastate mee müügiga. 55 % välismaalt pärit meest oli HMF järgi madalama kvaliteediga, täpsemalt on sellest juttu välismaa mee kvaliteeti kirjeldavas peatükis.

5.1.2 Diastaasarv

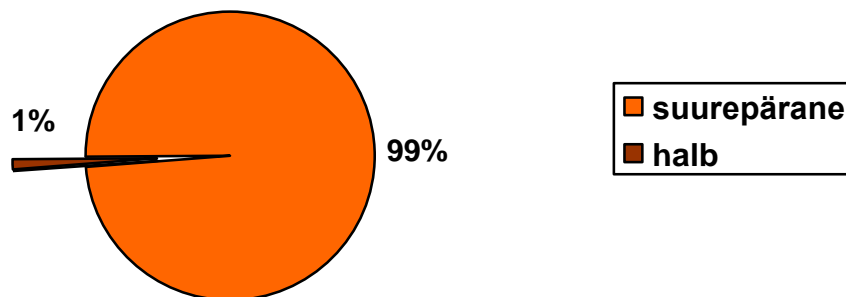
Diastaasarv 103 proovis oli piirides 1.7 – 45.3 ja keskmine 23.1. Suurima ja väikseima tulemuse vahe oli üle 26 korra. Meeproovid jagati diastaasarvu järgi kolme gruppi:

-proovid mille diastaasarv oli alla Eesti seadustega kindlaks määratud normi 8 (v. t. kirjanduse osa), kvaliteediklass – “halb”

-proovid mille diastaasarv oli alla mõnedes Euroopa riikides kehtestatud kvaliteetmee normi 10 (v. t. kirjanduse osa), kvaliteediklass – “võiks parem olla”

-mesi mille diastaasarv oli üle 10, kvaliteediklass – “suurepärase”

103 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa olid järgmised:



Joonis 5. Diastaasi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa

Seadusega kehtestatud normile vastasid 102 proovi (99.0%), 1 proov jäi alla seadusega kehtestatud piirnormi.

Mee kvaliteedi hinnanguks kaubandusasutuse tüübi järgi liideti kvaliteediklassid “võiks parem olla” ja “halb”, ning arvutati välja mitu protsenti antud tüüpi kaubandusasutusest ostetud proovidest jäid väljapoole kvaliteetmee piire (diastaas arv alla 10).

Diastaasisisaldus oli piirnormist madalam ühel välismaa mee proovil, mis oli ostetud poest. Proovide kvaliteet diastaas arvu järgi sarnanes 2007 aasta uuringutele, kus leiti vaid 1 madalakvaliteediline meeproov.

Tabel 18. Madalamakvaliteedilise mee osakaal erinevates kaubandusasutustes aastate lõikes, diastaas

Aasta	Kaubandusasutuse tüüp				
	supermarket %	pood %	mesinikult %	turg %	laat %
2005	29	18	0	2	3
2006	65	29	0	0	3
2007	0	0	0	0	1
2008	10	4	0	0	0
2009	7	3	0	0	0
2010	2	0	0	0	0
2011	27	0	0	0	3
2012	0	8	0	0	0
Keskmine	18	8	0	0	1

Nagu tabelist 18 näha on ka aastate lõikes diastaas arvu järgi madalamakvaliteedilist mett kõige rohkem selverites ja vähemal määral poodides.

Viie viimase aasta uurimuses on mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad koos mee tootmisega tegelevate osauhingutega) paigutatud eraldi, kuna ei

ole teada millisest maakonnast nende toodetud mesi pärineb. 2007 aasta uurimuses toodi eraldi välja ainult mett pakendavad firmad, mitte osäühingud.

Erinevust firmade mee ja väiketootjate mee keskmise diastaasarvu vahel sel aastal ei leitud.

Eesti erinevate piirkondade meedel olid kõrged diastaasarvud. Tabelis 19 on toodud erinevate maakondade keskmised diastaasarvud.

Tabel 19. Erinevate maakondade meede diastaasarvude võrdlus

Maakond	Diastaasarvu vahemik	keskmise diastaasarv	proovide arv
Harjumaa	13.2 – 30.4	21.5	6
Hiiumaa	21.8 – 28.3	25.1	2
Ida-Virumaa	-	-	-
Jõgevamaa	17.4 – 24.5	20.7	3
Järvamaa	10.4 – 22.3	15.8	3
Läänemaa	34.3	34.3	1
Lääne-Virumaa	16.0 – 26.5	20.1	7
Põlvamaa	17.5 – 30.8	24.0	8
Pärnumaa	21.0 – 45.3	33.0	6
Raplamaa	18.9 – 25.5	22.2	2
Tartumaa	14.1 – 27.9	22.0	8
Valgamaa	23.8 – 24.4	24.0	3
Võrumaa	19.2 – 26.3	23.4	6
Viljandimaa	12.2 – 30.5	22.4	9
Saaremaa	21.6 – 35.8	29.1	5
firmad	12.9 – 36.4	22.9	23
välismaa	1.7 – 31.1	19.7	11

Juba üle-eelmisel aastal täheldati diastaasarvu keskmise langust mõndades maakondades. Näiteks keskmine diastaasarv oli Harjumaa mees varasemate uuringute andmetel 29.0 (2005), 20.9 (2006), 26.8 (2007), 27.4 (2008), 28.7 (2009), 24.7 (2010), 23.4 (2011) ja 21.5 sellel aastal. Tartumaal olid vastavad arvud 29.0 (2005), 18.0 (2006), 25.0 (2007), 23.8 (2008), 24.0 (2009), 22.4 (2010), 20.3 (2011) ja 22.0 sellel aastal.

Kokkuvõtteks võib öelda, et analüüsitud meeproovide kvaliteet diastaasarvu järgi oli väga hea. Kokku olid diastaasarvu järgi 99.0% proovidest suurepärase kvaliteediga ja vaid üks mee proov jäi alla seadusega kehtestatud piinormi.

Diastaasisaldus oli kvaliteetnormist madalam ühel välismaa mee proovil, mis oli ostetud poest. Proovide kvaliteet diastaasarvu järgi sarnanes 2010 aasta uuringule, kui esines vaid üks madalamakvaliteediline välismaa mee proov. Eestis toodetud mees ei ole diastaas mitte üheski proovis olnud alla kvaliteetnormi piiri (diastaasarv alla 10) juba neljal aastal (2008,2009,2010,2012) .

Viie viimase aasta uurimuses on mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad koos mee tootmisega tegelevate osäühingutega) paigutatud eraldi, kuna ei ole teada millisest maakonnast nende toodetud mesi pärineb. Erinevust firmade mee ja väiketootjate mee keskmise diastaasarvu vahel sel aastal ei leitud.

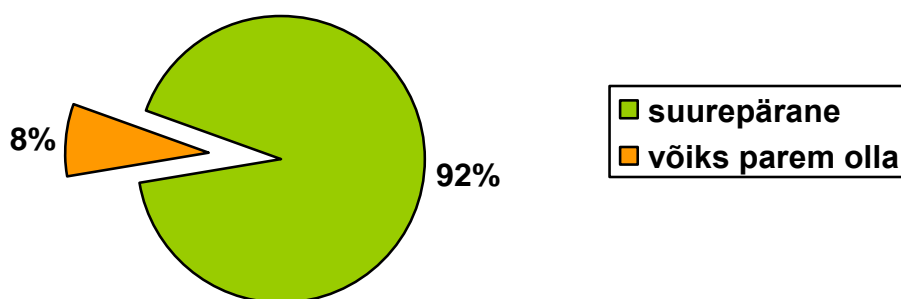
5.1.3 Niiskusesisaldus

Niiskusesisaldus 103 proovis oli piirides 14.9 – 19.9% ja keskmine niiskusesisaldus oli 16.9%. Meeproovid jagati niiskusesisalduse järgi kolme gruppi:

-proovid mille niiskusesisaldus oli üle Eesti seadustega kindlaks määratud normi 20% ja (v. t. kirjanduse osa), kvaliteediklass – “halb”

-proovid mille niiskusesisaldus oli üle mõnedes Euroopa riikides kehtestatud kvaliteetmee normi 18.5% (v. t. kirjanduse osa), kvaliteediklass – “võiks parem olla”

-mesi mille niiskusesisaldus oli alla 18.5%, kvaliteediklass – “suurepärase”



Joonis 6. Niiskusesisalduse analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa

103 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa on esitatud joonisel 6. Seadusega kehtestatud normile vastas 100% proovidest ja 92.2% proovidest olid väga hea kvaliteediga. Kvaliteetmee normi ületasid 1 välismaa ja 7 Eesti mee proovi.

Eesti mesi on niiskusesisalduse poolest hea kvaliteediga. Seda näitab ka tabel 20 erinevatest maakondadest kogutud proovide niiskusesisalduse kohta.

Tabel 20. Erinevate maakondade mee niiskusesisalduste võrdlus

maakond	Niiskusesisaldus ; %	keskmine niiskusesisaldus; %	proovide arv
Harjumaa	15.9 – 16.6	16.6	6
Hiiumaa	16.5 – 17.8	17.2	2
Ida-Virumaa	-	-	-
Jõgevamaa	16.3 – 17.7	17.0	3
Järvamaa	16.3 – 16.5	16.4	3
Läänemaa	16.5	16.5	1
Lääne-Virumaa	14.9 – 17.3	16.3	7
Põlvamaa	15.5 – 17.4	16.3	8
Pärnumaa	15.6 – 17.9	16.8	6
Raplamaa	15.5 – 16.3	15.9	2
Tartumaa	16.0 – 18.2	17.0	8
Valgamaa	16.7 – 17.8	17.3	3
Võrumaa	16.1 – 18.6	17.1	6
Viljandimaa	15.7 – 18.6	16.8	9
Saaremaa	16.0 – 19.9	18.6	5
firma	15.1 – 18.6	16.9	23
välismaa	16.5 – 18.6	17.7	11

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed olid sarnased varasematel aastatel läbiviidud uuringute tulemustele. Näiteks keskmine niiskusesisaldus oli Harjumaa mees varasemate uuringute andmetel 17.4 % (2005), 16.7 % (2006), 15.8 % (2007), 16.7 % (2008), 16.4 % (2009), 17.2 % (2010), 16.4 % (2011) ja sel aastal 16.6%. Tartumaal olid niiskusesisaldus tavalisest kõrgem: 16.7 % (2005), 16.3% (2006), 16.6. % (2007), 16.4 % (2008), 16.5 % (2009), 17.0 % (2010) , 16.5 % (2011) ja sel aastal 17.0%. Pärnumaal oli niiskusesisaldus sellel aastal pigem madal: 17.4 % (2005), 16.8 % (2006), 16.3 % (2007), 17.3 % (2008), 16.8 % (2009), 17.5 % (2010) , 17.6 % (2011) ja sel aastal 16.8%. Niiskusesisalduste kõikumisi võib põhjustada kliima erinevus aastate lõikes ja mee erinev valmimisaste.

Viie viimase aasta uurimuses on mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad koos mee tootmisega tegelevate osäühingutega) paigutatud eraldi, kuna ei ole teada millisest maakonnast nende toodetud mesi pärineb. Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine niiskusesisaldus sama.

Kokkuvõtteks võib öelda, et analüüsitud meeproovide kvaliteet niiskusesisalduse järgi oli hea. Seadusega kehtestatud normile vastas 100% proovidest ja 92.2% proovidest olid väga hea kvaliteediga. Kvaliteetmee normi ületasid 1 välismaa ja 7 Eesti mee proovi.

Keskmine niiskusesisaldus oli kahel eelmisel aastal tavapärasest veidi kõrgem.

Viie viimase aasta uurimuses on mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad koos mee tootmisega tegelevate osäühingutega) paigutatud eraldi, kuna ei ole teada millisest maakonnast nende toodetud mesi pärineb. Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine niiskusesisaldus sama.

5.1.4 Vabade hapete sisaldus

Vabade hapete sisaldus 103 proovis oli 15 – 60 mmooli/kg ja keskmine sisaldus 26.8 mmooli/kg. Sellel aastal ületas kolm proovi seadusega kehtestatud normi (50 mmooli/kg), nende hulgas üks Leedu tatramesi ja kaks kohalikku kanarbikumett. Eelmisel aastal ületas normi üks proov ja üle-eelmisel aastal vastasid kõik proovid seadusega kehtestatud normile. 2009 aasta uuringutel leiti 1 normile mittevastav proov (kanarbikumesi) ja aasta varem tehtud uuringutel (2008) 2 proovi. Veel varasematel aastatel selliseid proove ei leitud.

Tabel 21. Vabade hapete sisaldus erinevate maakondade metes

maakond	vabade hapete sisaldus mmooli/kg	keskmine vabade hapete sisaldus mmooli/kg	proovide arv
Harjumaa	18 - 37	25.7	6
Hiiumaa	20 - 36	28.0	2
Ida-Virumaa	-	-	-
Jõgevamaa	23 - 34	26.7	3
Järvamaa	20 - 25	23.0	3
Läänemaa	28	28.0	1
Lääne-Virumaa	23 - 32	26.4	7
Põlvamaa	21 - 29	25.4	8
Pärnumaa	22 - 60	30.5	6
Raplamaa	17 - 20	18.5	2
Tartumaa	20 - 31	25.6	8
Valgamaa	25 - 45	32.0	3
Võrumaa	25 - 43	33.0	6
Viljandimaa	20 - 27	23.4	9
Saaremaa	24 - 40	34.4	5
firma	18 - 56	25.9	23
välismaa	15 - 52	26.4	11

Tabelis 21 on toodud vabade hapete sisaldus erinevates maakondades toodetud metes. Erinevaid maakondi iseloomustavad vabade hapete sisaldused on viie viimase aasta (2008-2012) uuringute põhjal olnud suuremad, kui kolmel varasemal mesindusaastal. Näiteks keskmine vabade hapete sisaldus oli Harjumaa mees varasemate uuringute andmetel 22 (2005), 21.5 (2006), 15.8 (2007), 28.5 (2008), 27.3 (2009), 26.3 (2010), 24.8 (2011) ja 25.7 mmol/kg sel aastal. Tartumaal olid vastavad arvud 17 (2005), 21.8 (2006) 16.6 (2007), 24.4 (2008), 24.1 (2009), 25.0 (2010), 24.7 (2011) ja 25.6 mmol/kg sel aastal.

Kokkuvõtteks võib öelda, et üldiselt on Eestis müüdav mesi on vabade hapete sisalduse poolest hea kvaliteediga. Sellel aastal ületas kolm proovi seadusega kehtestatud normi (50 mmooli/kg), nende hulgas üks Leedu tatramesi ja kaks kohalikku kanarbikumett. Eelmisel aastal ületas normi üks proov ja üle-eelmisel aastal vastasid kõik proovid seadusega kehtestatud normile. 2009 aasta uuringutel leiti 1 normile mittevastav proov (kanarbikumesi) ja aasta varem tehtud uuringutel (2008) 2

proovi. Veel varasematel aastatel selliseid proove ei leitud. Erinevaid maakondi iseloomustavad, vabade hapete sisaldused on viie viimase aasta (2008-2012) uuringute põhjal olnud suuremad, kui kolmel varasemal mesindusaastal.

5.1.5 Elektri juhtivus

Elektrijuhtivus 103 proovis oli piirides 84 - 688 $\mu\text{S/cm}$ ja keskmine juhtivus oli 255 $\mu\text{S/cm}$.

Tabel 22. Elektri juhtivus erinevate maakondade metes

maakond	el. juhtivus vahemik $\mu\text{S/cm}$	keskmine el. juhtivus $\mu\text{S/cm}$	proovide arv
Harjumaa	153 - 310	216	6
Hiiumaa	250 - 332	291	2
Ida-Virumaa	-	-	-
Jõgevamaa	149 - 170	160	3
Järvamaa	103 - 230	158	3
Läänemaa	276	276	1
Lääne-Virumaa	145 - 262	190	7
Põlvamaa	128 - 420	222	8
Pärnumaa	244 - 670	385	6
Raplamaa	151 - 212	182	2
Tartumaa	143 - 365	241	8
Valgamaa	222 - 620	357	3
Võrumaa	248 - 472	320	6
Viljandimaa	132 - 272	209	9
Saaremaa	275 - 670	421	5
firma	122 - 688	240	23
välismaa	84 - 465	266	11

Tabelis 22 on toodud elektrijuhtivus erinevates maakondades toodetud metes. Sellel mesindusaastal oli kõigi uuritud proovide keskmine elektrijuhtivus madal, vaid eelmisel aastal oli elektrijuhtivus veel madalam. Kõigi proovide keskmine el. juhtivus oli 2005 ja 2006 aasta uuringu tulemuste põhjal 270-276 $\mu\text{S/cm}$, 2007 aastal uuringu andmetel 328 $\mu\text{S/cm}$, 2008 aastal uuringu andmetel 286 $\mu\text{S/cm}$, 2009 aastal uuringu andmetel 281 $\mu\text{S/cm}$, 2010 aastal uuringu andmetel 259 $\mu\text{S/cm}$, 2011 aastal uuringu andmetel 223 $\mu\text{S/cm}$ ja sel aastal 255 $\mu\text{S/cm}$. Sarnane trend kehtis ka Harjumaa proovide kohta: keskmine elektrijuhtivus oli Harjumaa mees varasemate uuringute andmetel 270 $\mu\text{S/cm}$ (2005), 276 $\mu\text{S/cm}$ (2006), 375 $\mu\text{S/cm}$ (2007), 327 $\mu\text{S/cm}$ (2008), 252 $\mu\text{S/cm}$ (2009), 259 $\mu\text{S/cm}$ (2010), 197 $\mu\text{S/cm}$ (2011) ja sel aastal 216 $\mu\text{S/cm}$. Tartumaal olid vastavad arvud 210 $\mu\text{S/cm}$ (2005), 209 $\mu\text{S/cm}$ (2006), 243 $\mu\text{S/cm}$ (2007), 225 $\mu\text{S/cm}$ (2008), 220 $\mu\text{S/cm}$ (2009), 193 $\mu\text{S/cm}$ (2010), 179 $\mu\text{S/cm}$ (2011) ja 241 $\mu\text{S/cm}$ (2012).

Sellel aastal oli 500 $\mu\text{S/cm}$ kõrgema juhtivusega proove 5, kõik kohalikud meed ja vähemalt kaks neist kanarbikumeed. 2007 aasta uuringu tulemusi mõjutas leheme

lisandi esinemine õiemees ehk segamesi. Selliseid proove (juhtivus üle 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) oli 20, kuid osad nendest olid kanarbikumeed. 2008 mesindusaasta proovide hulgas oli üle 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ juhtivusega proove 11, osad neist samuti kanarbikumeed ja 2 puhast lehemett (toodetud Brasiilias ja Itaalias). 2009 aasta uuringu tulemusel analüüsitud proovide hulgas oli 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ kõrgema juhtivusega proove 9, mõned neist kanarbikumeed, üks Hispaanias toodetud mesi ja üks puhas lehemesi (toodetud Itaalias). 2010 aastal oli 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ kõrgema juhtivusega proove 5, kaks Eesti mett ja üks puhas Itaalia lehemesi, Bulgaaria pärnaõiemesi ja Vene mesi. 2011 aastal leiti üks Eesti meeproov elektri juhtivusega üle 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ning ühe Itaalia võilillemee elektri juhtivuseks määrati 734 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Kokkuvõtteks võib tõdeda, et sellel mesindusaastal oli kõigi uuritud proovide keskmine elektri juhtivus madal, vaid eelmisel aastal oli elektri juhtivus veel madalam. Varasemate uuringute tavalisest kõrgemaid tulemusi põhjustas lehemee lisandi esinemine õiemees ehk segamesi ja vähemal määral kanarbikumesi. 2007 mesindusaastal analüüsitud proovide hulgas oli 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ kõrgema juhtivusega proove 20, 2008 aastal 11, 2009 aastal 9, 2010 aastal 5, 2011 aastal 2 ja sel aastal 5. Kõigi proovide elektri juhtivused vastasid Eesti seadustes ette nähtud normidele. Kõrgem elektri juhtivus on kanarbikumeel.

5.1.6 Organoleptika

Eestis kehtiva seaduse järgi ei tohi meel olla kõrvalmaitset või -lõhna, mesi peab olema käärimistunnusteta. Mee värvus oli kollakas ja varieerus helekollasest-tumekollaseni. Mesi oli nõrgalt aroomikas ja enamasti peenekristalliline, üksikutel juhtudel esines ka kõrvalist maitset. Eelmiste aastatega võrreldes olulisi muutusi ei olnud.

5.1.7 Invertaasarv

Invertaasarv (IN) oli 17 proovis vahemikus 0.65 – 15.0, keskmine 9.5. Invertaasarvu (IN) määramist katsetati esmakordselt aastal 2008, aastal 2009 määrati invertaasarv 87 proovis, üle-eelmisel aastal määrati invertaasarv kõigis 159 proovis (tulemused vahemikus 0 – 16.2, keskmine 8.7). Eelmisel aastal määrati invertaasarv 94 proovis, see oli vahemikus 0 – 13.0, keskmine oli 7.3. Värske ja kuumutamata mee proovides peaks invertaasarv olema vähemalt 10, kirjanduse andmetel on uuritud invertaasarvud samuti selles piirkonnas, vaata tabel 5. Selle aasta uuringute tulemusel saadud invertaasarvud olid kõrgemad eelmiste aastate omadest. Üheks põhjuseks võib olla, et kõik proovid võeti septembri alguses 2011, kui müügil oli värske mesi. 2009 aastal analüüsitud mete invertaasarv oli madal kuna meeproovid (2008 aasta mesi) osteti kõik 2009 aastal ja analüüsiti sama aasta kevadel ja suvel. Vaid 7 meeproovi olid värsked meed ja nendes kõigis oli invertaasarv 10 lähedal. Seega väheneb invertaasarv mee seismisel.

Kokku oli sel aastal 3 ülimalt madala invertaasarvuga (<1.4) proovi, neist 1 olid ka HMF sisalduse ja diastaasi järgi madalamakvaliteetne mesi. Kahe ülejäänud proovi puhul näitas väga madal invertaasarv mee ülekuumutamist või liiga pikaajalist seismist, samas kui diastaasaru järgi seda välja lugeda ei saanud. Üle-eelmisel aastal leiti, et 95% tõenäosusega oli keskmise tugevusega korrelatsioon ($r = 0.54$) mete invertaasarvu ja diastaasaru vahel ning ka invertaasarvu ja HMF sisalduse vahel ($r = 0.63$).

5.2 Välismaa mee kvaliteet

103 proovist 11 olid välismaal toodetud ja välismaa mee osakaal oli 11% ehk poole suurem kui eelmisel aastal. Meed olid toodetud Leedus, Lätis, Argentiinas – Uus-Meremaal, Hiinas, Ungaris, Uus-Meremaal ning EÜ-s ja väljaspool seda. Viis proovi olid pärit Leedust.

Välismaa meeproovid jagati kolme gruppi arvestades mee kvaliteedi kõige olulisemaid füüsikalisi-keemilisi näitajaid (HMF, diastaasrv, vabade hapete sisaldus ja niiskusesisaldus):

-proovid mille HMF sisaldus ületab 40 mg/kg, diastaasrv on alla 8 ja niiskusesisaldus on üle 20%, vabade hapete sisaldus on üle 50 mekv/kg - ületades nii Eesti seadustega kindlaks määratud norme (v. t. kirjanduse osa), kvaliteediklass – “halb”

- proovid mille HMF sisaldus ületab 15 mg/kg, diastaasrv on alla 10 ja niiskusesisaldus on üle 18.5%, vabade hapete sisaldus ületab 40 mekv/kg - ületades seega mõnedes Euroopa riikides kehtestatud kvaliteetmee normi ja vabade hapete sisalduse osas endist Eestis kehtinud normi, kvaliteediklass – “võiks parem olla”

-mesi mille HMF sisaldus on alla 15 mg/kg, diastaasrv üle 10 ja niiskusesisaldus alla 18.5%, vabade hapete sisaldus alla 40 mekv/kg ; kvaliteediklass – “suurepärase”

Tabel 23. Mee kvaliteet erinevatest riikides pärit proovides

Tootmis koht	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg
Argentiina, Uus-Meremaa	17	16,1	42,2	25
EÜ, mitte EÜ	17,9	27,6	18,2	20
Hiina	17,7	18,6	40	20
Leedu	17,9	19,5	7,7	23
Leedu	17,9	23,9	5,8	26
Leedu	18,1	31,1	5,8	32
Leedu	17,9	14,2	8,6	26
Leedu	18,6	28,6	11,5	52
Läti	17,4	20,2	38,4	26
Ungari	17,5	14,9	16,3	15
Uus-Meremaa	16,5	1,7	35	25

Tabelis 23 on kvaliteediklass “halb” tähistatud kollasega, “võiks parem olla” sinisega ja “suurepärase” on tähistamata.

5.2.1 Üldhinnang välismaa mee kvaliteedile

Tabelist 24 on näha, et 36% metest kuuluvad kvaliteediklassi “võiks parem olla” ja 28% kvaliteediklassi “halb”. Arvestades kõiki nelja näitajat koos, kuulub kolm proovi kvaliteediklassi “halb”, vaid neli proovi üheteiskümnest kuulub kvaliteediklassi „suurepärase“. Tuleb arvestada sellega, et proovide päritolumaad olid

aastate lõikes osaliselt erinevad ja mee kvaliteeti mõjutab ka tootmiskoha kliima. Võrreldes kahe esimese uuringuga (2005, 2006) on meekvaliteet paranenud.

Varasematel uuringutel on mete kvaliteediprobleemidele viidanud eelkõige HMF ja niiskusesisaldus, sellel aastal ühes proovis ka diastaasarv ja vabade hapete sisaldus. Seega võib oletada mete ülekuumutamist, võimalik ka, et pikaajalist säilitamist ja müüki. Mõjutada võib ka päritolumaade kliima.

Varasematel aastatel on olnud suurimad probleemid Ungari meega, kuid viimastel aastatel paranes Ungari mee kvaliteet märgatavalt. Samas eelmise aasta tulemused näitavad, et probleem on siiski olemas. Seda kinnitab normidele vastavate proovide osakaal: 0% (2005), 22% (2006), 0% (2007), **75%** (2008), **80%** (2009), **100%** (2010), **50%** (2011) ja **100%** sellel aastal.

Sarnaselt eelmiste uuringute tulemustele on tähtsamate meekvaliteedinäitajate osas välismaa toodangut iseloomustavad arvulised näitajad ja kohalikku toodangut iseloomustavad näitajad erinevad ning seda oluliselt kohaliku mee kasuks.

Tabel 24. Välismaa mee kvaliteet erinevatel aastatel, kvaliteediklasside kaupa

aastad	“halb”, %	“võiks parem olla”, %	“suurepärane”, %
2011/2012	28	36	36
2010/2011	17	66	17
2009/2010	0	71	29
2008/2009	21	53	26
2007/2008	21	47	32
2006/2007	20	40	40
2005/2006	69	28	3
2004/2005	22	64	14

6. LÄHTEÜLESANDE TÄITMINE

Vastavalt püstitatud lähteülesandele koguti erinevatest müügikohtadest eri Eesti piirkondades analüüsiks 110 meeproovi. Proovidest määrati füüsikalis-keemilised kvaliteedinäitajad: niiskus, HMF sisaldus, diastaas arv, elektrijuhtivus, vabade hapete sisaldus ja pH. Kõikidele proovidel tehti organoleptiline analüüs. Tulemuste analüüs on ära toodud käesolevas töös.

Kokku tehti 677 analüüsi. Vastavalt tellija soovile ja valikule määrati 17 proovis invertaas arv.

Tulemuste analüüs ja teaduskirjanduse põhjal koostatud taustinformatsiooni andev kirjanduse ülevaade on ära toodud käesolevas töös.

7. KOKKUVÕTE

Vastavalt püstitatud lähteülesandele koguti erinevatest müügikohtadest analüüsiks 110 meeproovi ja nendest tehti **677 analüüsi**. Proovid koguti 2011 aasta septembrist, 2012 aasta juuli keskpaigani. Neist kõigist määrati füüsikalis-keemilised kvaliteedinäitajad: niiskuse sisaldus, HMF sisaldus, diastaas arv, elektrijuhtivus, vabade hapete sisaldus ja pH ning 17 proovist invertaas arv. Kõikidele proovidele tehti ka organoleptiline analüüs. 7 proovi olid katseproovid.

Nagu ka kirjanduses märgitakse andsid mee kohta kõige olulisemat informatsiooni kolm füüsikalis-keemilist näitajat: HMF, diastaas arv ja niiskusesisaldus. Et saada ülevaadet 103 proovi kvaliteedi kohta (katseproove andmetöötlusel ei arvestatud) jagati need eeltoodud näitajate alusel kolme kvaliteediklassi:

- proovid mille analüüsitava näitaja sisaldus ületab Eesti seadustega kindlaks määratud normi, kvaliteediklass – “halb”
- proovid mille analüüsitava näitaja sisaldus ületab mõnedes Euroopa riikides kehtestatud kvaliteetmee normi, kvaliteediklass – “võiks parem olla”
- proovid mille analüüsitava näitaja sisaldus vastab kvaliteetmee nõuetele – “suurepärase”

Jaotus esitati sektordiagrammi abil. Sellise jaotuse kvaliteediklassidesse tingis ka kohaliku mee tunduvalt parem kvaliteet võrreldes Eestis ja Euroopas kehtestatud normidega.

HMF kohta koostati tulpdigrammid, mille koostamiseks summeeriti kvaliteediklassid “võiks parem olla” ja “halb”. Diagrammil hinnati halvema kvaliteediga mee osakaalu: mett müüva asutuse tüübi järgi ning maakonna järgi, kus mesi oli toodetud. Teiste meekvaliteedi füüsikalis-keemiliste näitajate kohta tulpdigramme ei koostatud, kuna madalamakvaliteedilist mett sisaldasid vaid üksikud proovid.

Lisaks võrreldi mee füüsikalis-keemiliste näitajate keskmisi maakondade kaupa: kasutades 14 maakonnas toodetud mee analüüsi tulemusi. Võrdluseks lisati veel nii Eesti firmade poolt toodetud, kui ka välismaalt pärit meede analüüsi tulemused. Tulemused esitati tabelina kus oli kirjas analüüsitava näitaja keskvärtus ning miinimum- ja maksimumvärtus. Nende tabelite alusel on võimalik hinnata ka teiste, väljaspool seda tööd analüüsitud proovide kvaliteeti. Käesoleva uuringu

maakondade kaupa esitatud tulemusi võrreldi seitsme eelmise uuringu (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011) tulemustega.

Eraldi toodi iga mee füüsikalise-keemilise näitaja korral välja 103 proovi keskmine, minimaalne- ja maksimaalne tulemus. Tähelepanu pöörati ka sellele, kui suur protsent antud parameetri suhtes analüüsitud proove vastas Eesti seadustega määratud nõuetele. Käesoleva uuringu tulemusi võrreldi seitsme eelmise uuringu tulemustega.

Kõiki näitajaid koos arvestades oli müügiks kõlbmatuid proove 5 ehk 4.9% proovide koguhulgast. Eestis toodetud meedest oli kaks müügikõlbmatut proovi ehk 2.2% kohalike proovide koguhulgast ja välismaa meedest oli selliseid 3 ehk 28%. Kaks proovi olid Eesti kanarbikumeed ja ülejäänud toodetud Argentinas - Uus-Meremaal, Uus-Meremaal ja Leedus. Võrreldes eelmiste aastatega oli müügikõlbmatute proovide osakaal tavalult suur. Näiteks eelmisel aastal oli müügiks kõlbmatuid proove vaid 2 ehk 1.8% proovide koguhulgast.

Kõige rohkem jäid meed madalamasse kvaliteediklassi suurema HMF sisalduse tõttu, mis on võrreldes eelmiste aastatega tavapärane. Samas liigitub küllalt palju meeproove madalamasse kvaliteediklassi ka kõrge sisalduse tõttu, kuid seadusega kehtestatud piirnormi (niiskusesisaldus mees üle 20%) ei ületatud ühelgi korral. Erakordselt palju oli sellel aastal proove (2.9% proovide koguhulgast), mille vabade hapete sisaldus ületas seadusega kehtestatud normi.

HMF

Eesti erinevate piirkondade mee HMF sisaldus oli ülimalt madal. Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on sarnased seitsmel eelmisel aastal läbiviidud uuringute tulemustele, kuid enamustes maakondades olid sellel mesindusaastal HMF sisaldused tavapärasest madalamad. Sellel aastal ei esinenud üheski maakonnas madalamakvaliteedilist mett. Varem on üksikuid madalama kvaliteediga mee proove erinevates maakondades alati esinenud.

Sel aastal oli jällegi kahekordne erinevus firmade ja väiketootjate mee keskmises HMF sisalduses. Ka varasematel aastatel (2007-2010) esines erinevus mee kvaliteedis, tootmisega tegelevate firmade ja väiketootjate vahel. Ainult eelmisel aastal oli firmade mesi keskmiselt sama kvaliteetne kui väiketootjate oma. Sellel aastal oli madalama kvaliteediga mee osakaal firmade mees 13%. Madalamakvaliteedilist mett esines vaid 3 firmal ja kõikide firmade toodang vastas HMF osas seadusega ettenähtud normile.

Ka sellel aastal on kõige suurem tõenäosus kehvema kvaliteediga mett osta supermarketist. Viimasel kahel aastal on tunduvalt paranenud poodidest ostetud mee kvaliteet. Selle aasta proovide järgi pole vahet kas osta mesi mesinikult, poest või laadalt. Parim mesi on aastate lõikes võetuna laadadel. Kaheksa aasta tulemuste põhjal paraneks mee kvaliteet ostukoha tüübi järgi järgmises reas: selver → pood → mesinik → turg → laad.

Diastaasarv

Analüüsitud meeproovide kvaliteet diastaasarvu järgi oli väga hea. Kokku olid diastaasarvu järgi 99.0% proovidest suurepärase kvaliteediga ja vaid üks välismaa mee proov jäi alla seadusega kehtestatud piirnormi. Eestis toodetud mee kvaliteet diastaasarvu järgi sarnanes 2008-2010 aasta uuringutele, kui ei leitud ühtegi sellist proovi mille diastaasarv oleks alla 10. Erinevust firmade mee ja väiketootjate mee keskmise diastaasarvu vahel sel aastal ei leitud. Sellel aastal oli ainuke

madalamakvaliteedilise mee proov (diastaasarv alla 10) müügil poes, aga aastate lõikes on sellist mett olnud kõige rohkem müügil supermarketites.

Niiskusesisaldus

Analüüsitud meeproovide kvaliteet niiskusesisalduse järgi oli hea. Seadusega kehtestatud normile vastasid kõik proovid ja 92.2% proovidest olid väga hea kvaliteediga. Kvaliteetmee normi ületasid 1 välismaa ja 7 Eesti mee proovi.

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed olid sarnased varasematel aastatel läbiviidud uuringute tulemustele. Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine niiskusesisaldus sama. Niiskusesisalduste kõikumisi aastate lõikes põhjustavad erinevad kliimatingimused.

Vabade hapete sisaldus

Selle näitaja poolest on Eestis müüdav mesi üldiselt hea kvaliteediga, kuid sellel aastal esines rekordiline arv normile mittevastavaid proove. Kolm proovi ületasid seadusega kehtestatud normi (50 mmooli/kg), nende hulgas üks Leedu tatramesi ja kaks kohalikku kanarbikumett. Eelmisel aastal ületas üks proov normi, üle-eelmisel aastal vastasid kõik proovid seadusega kehtestatud normile, 2009 aasta uuringutel leiti 1 normile mittevastav proov ja aasta varem tehtud uuringutel (2008) 2 proovi. Veel varasematel aastatel selliseid proove ei leitud. Erinevaid maakondi iseloomustavad, vabade hapete sisaldused on viie viimase aasta (2008-2012) uuringute põhjal olnud suuremad, kui kolmel varasemal mesindusaastal..

Erinevate Eesti maakondade võrdlus HMF, diastaasarvu, vabade hapete sisalduse ja niiskusesisalduse järgi tõestab Eesti meetootjate ühtlaselt head taset ja mee kõrget kvaliteeti. Vaata tabelit Lisa 3.

Elektrijuhtivus

Maakondi iseloomustavad keskmised elektrijuhtivused olid kõigi eelnevate aastatega võrreldes madalamad, vaid eelmisel aastal olid juhtivused veel madalamad. Varasemate uuringute tavalisest kõrgemaid tulemusi põhjustas lehemee lisandi esinemine õiemees ehk segamesi ja vähemal määral kanarbikumesi. 2007 mesindusaastal analüüsitud proovide hulgas oli 500 µS/cm kõrgema juhtivusega proove 20, 2008 aastal 11, 2009 aastal 9, üle-eelmisel aastal 4, eelmisel aastal 2 ja sel aastal 5 (vähemalt kaks neist kanarbikumeed). Kõigi proovide elektrijuhtivused vastasid Eesti seadustes ette nähtud normidele.

Organoleptiline analüüs

Eestis kehtiva seaduse järgi ei tohi meel olla kõrvalmaitset või -lõhna, mesi peab olema käärimistunnusteta. Mee värvus oli kollakas ja varieerus helekollasest-tumekollaseni. Mesi oli nõrgalt aroomikas ja enamasti peenekristalliline, üksikutel juhtudel esines ka kõrvalist maitset. Eelmiste aastatega võrreldes olulisi muutusi ei olnud.

Invertaasarv

Käesoleva uuringu raames määrati 17 proovis invertaasarv ja see oli piirides 0.65 – 15.0, keskmine 9.5 Selle aasta uuringute tulemusel saadud invertaasarvud olid kõrgemad eelmiste aastate omadest. Üheks põhjuseks võib olla, et kõik proovid võeti septembri alguses 2011, kui müügil oli värske mesi. 2009 aastal analüüsitud mete invertaasarv oli madal kuna meeproovid (2008 aasta mesi) osteti kõik 2009 aastal ja analüüsiti sama aasta kevadel ja suvel. Vaid 7 meeproovi olid värsked meed ja nendes kõigis oli invertaasarv 10 lähedal. Seega väheneb invertaasarv mee seismisel.

Kokku oli sel aastal 3 ülimalt madala invertaasarvuga (<1.4) proovi, neist 1 olid ka HMF sisalduse ja diastaasi järgi madalamakvaliteetne mesi. Kahe ülejäänud proovi puhul näitas väga madal invertaasarv mee ülekuumutamist või liiga pikaajalist seismist, samas kui diastaasaru järgi seda välja lugeda ei saanud.

Välismaa mee kvaliteet

103 proovist 11 olid välismaal toodetud ja välismaa mee osakaal oli 11% ehk poole suurem kui eelmisel aastal. Kolm proovi olid müügiks kõlbmatud. Sellel aastal kuulusid 36 % välismaal toodetud metest kvaliteediklassi “võiks parem olla” ja 28 % toodetust kvaliteediklassi „halb“.

Varasematel aastatel on olnud suurimad probleemid Ungari meega, kuid viimastel aastatel paranes Ungari mee kvaliteet märgatavalt. Samas eelmise aasta tulemused näitavad, et probleem on siiski olemas. Seda kinnitab normidele vastavate proovide osakaal: 0% (2005), 22% (2006), 0% (2007), **75%** (2008), **80%** (2009), **100%** (2010), **50%** (2011) ja **100%** sellel aastal.

Varasematel uuringutel on mete kvaliteediprobleemidele viidanud eelkõige HMF ja niiskusesisaldus, sellel aastal ühes proovis ka diastaasarv ja vabade hapete sisaldus. Seega võib oletada mete ülekuumutamist, võimalik ka, et pikaajalist säilitamist ja müüki. Mõjutada võib päritolumaade kliima.

Sarnaselt eelmiste uuringute tulemustele on olulisemate meekvaliteedi näitajate osas välismaa toodangut iseloomustavad arvulised näitajad ja kohaliku toodangut iseloomustavad näitajad erinevad ning seda oluliselt kohaliku mee kasuks.

Lõpetuseks võib tõdeda, et Eestis toodetud mesi vastab mõned erandid välja arvatud, kohalikus ja Euroopa seaduses esitatud nõuetele ja Eesti mesinikud teevad oma tööd hoolikalt. Probleemiks on eelkõige välismaalt sisse toodav mesi, mille kvaliteet ei ole hea. Kuna turuolukord, tootjad, importijad, kliimatingimused on pidevas muutumises, on iga-aastaste põhjalike uuringute tegemine mee kvaliteedi tagamise seisukohalt väga vajalik.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Vabariigi Valitsuse 12. mai 1999 määrus nr 149, Mee koostis- ja kvaliteedinõuded ning märgistamise erinõuded, RT I 1999, 45, 520
2. Vabariigi Valitsuse 19. veebruar 2004 määrus nr 41, Mee koostis- ja kvaliteedinõuded ning märgistamise erinõuded, RT I 2004, 11, 66
3. Bogdanov S, CA: International Honey Commission. Honey quality and international regulatory standards. Review by the International honey commission. Bee-World 1999, 80:2, 61-69
4. Honey processing, http://www.itdg.org/docs/technical_information_service/honey_processing.pdf 31.08.12
5. Cervantez MAR, Novelo SAG, Duch ES. Effect of the temporary termic treatment of honey on variation of the quality of the same during storage. *Apiacta* 2000, 35:4, 162-170
6. Dinkov D, Jelyazkova, I, Russev V, Vachin. Specific optical activity and 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde content in honey from bee colonies fed up with sugar solution and isosweet 77555 P. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine* 2004, 7:1, 57-62
7. Kubis I, Ingr I. Effects inducing changes in hydroxymethylfurfural content in honey. *Czech Journal of Animal Science* 1998, 43:8. 379-383
8. Karabournioti S, Zervalaki P. The effect of heating on honey HMF and invertase. *Apiacta*, 2001, 36:4, 177-181
9. Thrasyvoulou A. Heating times for Greek honeys. *Melissokomiki-Epithoorisi*, 1997, 11:2, 79-80
10. Kamal A, Raza S, Rashid N, Hameed T, Gilani M, Qureshi MA, Nasim K. Comparative study of honey collected from different flora of Pakistan. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 2002, 2:9, 626-627
11. Allan M. Cleaning and marketing honey, http://www.beedata.com/data2/cleaning_marketing_honey.html, 11.08.05
12. Garcia A, Valcarcel M, Fernandez MI, Herrero C, Latorre MJ, Mesas JM. Effect of pacing on the quality of honeys from Galicia. *Industria-Conserve*, 1994, 69:4, 353-357
13. Cosentino S, Tuberoso CIG, Pisano B, Cherchi A, Spanedda L, Palmas F. Influence of different storage conditions on honey quality. *Rivista di Scienza dell'Alimentazione*, 1996, 25:3, 253-260
14. Honey Enzymes, <Http://www.airborne.co.nz/Enzymes.html>, 31.08.12
15. Biochrom Ltd. Measurement of honey quality, <http://www.biochrom.co.uk/pdf/appspect/specapp60.pdf>, 31.08.12
16. Dustman JH. Honey quality and its control. *American Bee Journal*, 1993 133:9, 648-651
17. White JW. Quality evaluation of honey: Role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. *American Bee Journal*, 1992 132:11/12, 737-742, 792-794
18. White JW. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. *Bee World*, 1994, 75:3, 104-117
19. Definition of honey and honey products, <http://www.nhb.org/foodtech/defdoc.html>, 31.08.12

20. Wen HM, Chern JC, Chen SH. Quality survey of commercial honey products. *Journal of Food and Drugs Analysis*, 1995, 3:4, 295-305
21. Rodrigues ACL, Marchini LC, Carvalho CAL. Analyses of honey from *Apis mellifera* L and *Tetragonisca angustula* collected in Piracicaba, SP, Brazil. *Revista de Agricultura Piracicaba*, 1998, 73:3, 255-262
22. Tilde AC, Payawal PC. Commercial honey in the Philippines II. Physical and chemical properties. *Philippine Agriculturist*, 1992, 75:1/2, 89-92
23. Skroekki A, Ruottinen. Sugar composition, hydroxymethyl furfural concentration and diastase activity in Finnish honey. *Deutsche Lebensmittel Rundschau*, 1994, 90:11, 359-360
24. Cabera RC, Montilla CJ, Guerra HE, Molins MJL. Physico-chemical analysis of orange honeys sold in Spain. *Bulletin Technique Apicole*, 1997, 24:2, 63-70
25. Russo APA. Honey of transmontane Terra Quente. Some chemical parameters of honey from transmontane Terra quente. *Apicultor* 1997, 5:16, 29-35
26. HMF, hydroxy-methyl-furfural, <http://www.xs4all.nl/~jtemp/hmf.html>, 25.08.10
27. Bogdanov S, Martin P, Lüllmann C. Harmonized methods of the International Honey Commission, *Apidologie*, 1997, extra issue, 1-59. http://www.apis.admin.ch/host/doc/pdfhoney/IHCmethods_e.pdf, 31.08.12
28. Serra BJ, Ventura CF. Characterization of citrus honey (*Citrus* spp.) produced in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1995, 43:8 2053-2057
29. Čelechovska O, Vorlova L. Groups of honey – physicochemical properties and heavy metals. *Acta Vet. Brno*, 2001, 70, 91-95
30. Bogdanov S, Lüllman C, Martin P et al. Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the work of the International Honey Commission. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* 1999, 90, 108-125
31. Sabatier S. Communication [on sunflower honey] from Mlle. Sylvie Sabatier. *Revue Francaise d'Apiculture*, 1988, 479, 491-495
32. Bogdanov S, Ruoff K, Oddo LP. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 2004, 35, s4-s17
33. Eesti Entsüklopeedia 6, 284
34. Meda A, Lamien CE, Millago J, Romito M, Nacoulma OG. Physicochemical analyses of Burkina Fasan honey. *Acta Vet. Brno*, 2005, 74, 147-152
35. Dinkov D., A scientific note on the specific optical rotation of the three honey types from Bulgaria, *Apidologie*, 2003, 34, 319-320
36. Vabariigi Valitsuse 12. jaanuari 2000 määrus nr 14, Toidus lubatud saasteainete loetelu ja piinormide toidugruppide kaupa kehtestamine, Lisa 4, RT I 27.01.2000, 6, 38
37. Bogdanov S, Imdorf A, Charriere J-D, Fluri P, Kilchenmann V. The contaminants of bee colony. Swiss Bee Research Centre 2003
38. Vorlova L, Čelechovska O. Activity of enzymes and trace element content in bee honey. *Acta Vet. Brno*, 2002, 71, 375-378
39. MAFF UK. Analysis of bee products for heavy metals. Joint Food Safety and Standards Group Food Surveillance Information Sheet, 1995, 53
40. Devillers J, Dore JC, Marengo M, Poirier-Duchene F, Galand N, Viel C. Chemometrical analysis of 18 metallic and nonmetallic elements found in honeys sold in France. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, 50:21, 5998-6007
41. Nalda MJN, Yagüe JLB, Calva JCD, Gomez MTM. Classifying honeys from the Soria Province of Spain via multivariate analysis, *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2005, 382:2, 311-319

42. Eesti Standard EVS 738:1997. Mesi. Tehnilised nõuded ja katsetamine
43. AOAC, Official Methods of Analysis, 1984
44. Chlebo R, Kantikova M. Honey quality parameters in Slovakian honeys, First European Conference of Apidology, Udine 19-23 September 2004
45. http://www.beekeeping.com/articles/us/analysis_honey_buenos_aires.htm
31.08.12
46. Yilmaz H, I Küfreviöglü. Composition of honeys collected from Eastern and South-Eastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity, Turk J Agric For, 2001, 25, 347-349
47. Chemical names synonyms finder,
<http://www.chemindustry.com/apps/chemicals> 31.08.12
48. Li Y, Lu X. Investigation on the origin of 5-HMF in Shengmai Yin decoction by RP-HPLC method, J Zhejiang Univ Sci B, 2005, 10, 1015-1021
49. Ünal C, Küplülü Ö. Chemical quality of strained honey consumed in Ankara, Ankara Üniv Vet Fak Derg, 2006, 53, 1-4
50. M T Sanford. Moisture in honey, ENY 130, IFAS, University of Florida, 2003
51. Physical characteristics of honey,
<http://www.airborne.co.nz/manufacturing.html> 31.08.12
52. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Meeproovide kogumine analüüsiks ja mee kvaliteedi määramine ja jääkained meeproovides I. Koostajad: M Liitmaa, E Otsa, Ü Sõukand, A Aunap, Tallinn 2005
53. Canadian Legal Information Institute, Honey Regulations, C.R.C., c. 287, Schedule I, Table III Grades of Honey
54. A Pridal, L Vorlova. Honey and its physical parameters, Czech J Anim Sci, 2002, 47, 439-444
55. A Terrab, A Gonzalez, M J Diez, F J Heredia. Mineral Content and Electrical Conductivity of the Honeys Produced in Northwest Morocco and Their Contribution to the Characterisation of Unifloral Honeys, J Sci of Food Agric, 83, 2003, 637-643
56. United States Standards for Grades of Extracted Honey, (50 FR 15861), Effective date 23.05.1985
57. Fairtrade Standards Honey Small Farmers Organisations December 2005 EN, Fairtrade Labelling Organization International
58. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Meeproovide kogumine analüüsiks ja mee kvaliteedi määramine ja jääkained meeproovides II. Koostajad: M Liitmaa, Ü Sõukand, A Aunap, Tallinn 2006
59. R Wood, S MacDonald, B Brereton, D Chan, R Macarthur, M Driffield. Single Laboratory Validation of a Method of Determination of Hydroxymethylfurfural in Honey by using Solid-Phase Extraction Cleanup and Liquid Chromatography, J AOAC International, 2005, 88, 121-127
60. E O Reyes-Salas, J a Manzanilla-Cano, M H Barceló-Quintal, D Juarez-Mendoza, M Reyes-Salas Direct Electrochemical Determination of Hydroxymethylfurfural (HMF) and its Application to Honey Samples, Analytical Letters, 2006, 39, 161-171
61. E A A Lomillo, F J del Campo, F J M Pascual. Preliminary Contribution to the Quantification of HMF in Honey by Electrochemical Biosensor Chips, 2006, 18, 2235-2440
62. N Sahinler, A Gul. Biochemical Composition Honey from Sunflower, Cotton Orange and Pine Produced in Turkey, First Eurbee Conference of Apidology, Udine (Italy) 19-23 september 2004, 1-10

63. K Kalabova, L Vorlova, I Borkovcova, M Smutna, V Vecerek. Hydroxymethylfurfural in Czech honeys, *Czech J Anim Sci*, 2003, 48, 551-557
64. Y Li, X Lu. Investigation on the origin of 5-HMF in Shengmai Yin decoction by RP-HPLC method, *J Zhejiang Univ SCI*, 2005, 6B, 1015-1021
65. Q Xu, Y Li, X Lü. Investigation on influencing factors of 5-HMF content in Schisandra, *J Zhejiang Univ SCI*, 2007, 8B, 439-445
66. M Zappala, B Fallico, E Arena, A Verzera. Methods for the determination of HMF in honey: a comparison, *Food Control*, 2005, 273-277
67. M M Calvia, M A Fernandez-Muino, S R Alonso-Torre, G Moreno, I Mato, JF Huidobro M T Sancho. An Attempt to Establish Reliable "Best Before" Dates for Honeys Originating in Both Continental and Oceanic Climates, *Apiacta*, 2006, 41, 86-98
68. H U Hebbbar, K E Nandini, M C Lakshmi, R Subramanian. Microwave and Infrared Heat Processing of Honey and Its Quality, *Food Sci Technol Res*, 2003, 9, 49-53
69. B Fallico, M Zappala, E Arena, A Verzera. Effects of Conditioning on HMF Content in Unifloral Honeys, *Food Chemistry*, 2004, 85, 305-313
70. S Serrano, R Espejo, M Villarejo, M L Jordal. Diastase and Invertase Activities in Andalusian Honeys, *International Journal of Food science and Technology*, 2007, 42, 76-79
71. W Ohe, K Ohe. Honingqualität: der Einfluss der Temperatur Honey Quality: the Effect of Temperature, *Deutsches Bienen-Journal*, 1992, 3, 78-82
72. S Babacan, A G Rand. Characterization of Honey amylase, *Journal of food Science, C: Food Chemistry and Toxicology*, 2007, 72, C50-C55
73. A Tsigouri, M Passaloglou-Katrali. A Scientific Note on the Characteristics of Thyme Honey from the Greek Island Kithira, *Apidologie*, 2000, 31, 457-458
74. D H Dinkov, I T Vashin. Invertase activity in Bulgarian Multifloral and Honeydew Honeys, *Apiacta* 2, 2001
75. L P Oddo, M G Piazza, P Pulcini. Invertase Activity in Honey, *Apidologie*, 1999, 30, 57-65
76. L Vorlova, A Pridal. Invertase and Diastase Activity in Honeys of Czech Provenience, *Acta univ. agric. et silvic. Mendel Brun.*, 2002, L, 5, 57 - 66
77. E Teixido, F J Santos, L Puignou, M T Galceran. Analysis of 5 hydroxymethylfurfural in foods by gas chromatography-mass spectrometry, *Journal of chromatography A*, 2006, 1135, 85-90
78. C Makhloufi, P Schweitzer, B Azouzi, L P Oddo, A Choukri, L Hocine, G R D'Albore. Some Properties of Algerian Honey. *Apiacta*, 2007, 42, 73 - 80
79. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Meeproovide kogumine analüüsiks ja mee kvaliteedi määramine ja jääkained meeproovides III. Koostajad: M Liitmaa, Ü Sõukand, Tallinn 2007
80. F Diminš, P Kuka, M Kuka, I Čakste. The Criteria of Honey Quality and Its Changes during Storage and Thermal Treatment, *LLU Raksti*. 2006, 16 (311), 73-78
81. GOST standard, Natural Honey,
http://www.beeland.ru/spravocnik/spravocnik4_5.htm 31.08.12
82. Food Safety Authority of Ireland. Analytical and traceability survey to determine the authenticity of honey labelled as Irish on the Irish market. 2006
83. HMF. Apis-UK 2006, 41
<http://www.beedata.com/apis-uk/newsletters06/apis-uk0406.htm> 31.08.12

84. K Bratkova, L Vorlova, D Titera, M Lutzova. Physicochemical parameters and biological origin of Czech honeys. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2007, 4, 167-173
85. G S Sodre, L C Marchini, A C C C Moreti, I P Otsuk, C A L Carvalho. Physical-chemical characterization of honey samples of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) from Ceari State. *Cizncia Rural, Santa Maria*, 2007, 37, 1139-1144 (portugali keeles)
86. F Diminš. Assessment parameters of Honey Quality. Summary of promotion work for acquiring the Doctor`s degree of Engineering Sciences in the Food Sciences. Latvia University of Agriculture, Faculty of food Technology, Jelgava 2006
87. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Meeproovide kogumine analüüsiks ja mee kvaliteedi määramine ja jääkained meeproovides IV. Koostajad: M Liitmaa, Ü Sõukand, Tallinn 2008
88. Merck, Merck offers the first rapid test for HMF determination in honey, Merck Press Release, March 5, 2009
89. L Castro-Vazquez, M C Diaz-Maroto, M A Gonzalez-Vinas, E de la Fuente, M S Perez-Coello. Influence of storage conditions on chemical composition and sensory properties of citrus honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2008, 56, 1999-2006
90. B Fallico, E Arena, M Zappala. Prediction of honey shelf life. *Journal of Food Quality*, 2009, 32, 352-368
91. S ur Rehman, Z F Khan, T Maqbool. Physical and spectroscopic characterization of Pakistan honey. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 2008, 35, 199-204
92. Eesti Entsüklopeedia 7, 484
93. J W White Jr, L W Doner, Honey composition and properties, *Beekeeping in the United States, Agriculture Handbook number 335*, Revised October 1980
94. S Ouchemoukh, H Llouaileche, P Schweitzer. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys, 2007, *Food Control*, 18, 52-58
95. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Meeproovide kogumine analüüsiks ja mee kvaliteedi määramine ja jääkained meeproovides V. Koostajad: M Liitmaa, Ü Sõukand, Tallinn 2009
96. S Ajlouni, P Sujirapinyokul. Hydroxymethylfurfuraldehyde and amylase contents in Australian honey, 2010, *Food Chemistry*, 119, 1000-1005
97. P K Bath, N Singh A comparison between *Helianthus annuus* and *Eucalyptus lanceolatus* honey, 1999, *Food Chemistry*, 67, 389-397
98. M I Khalil, S A Sulaiman, S H Gan. High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than one year, 2010, *Food Chem. Toxicol.* in press.
99. N Spano, L Casula, A Panzanelli, M I Pilo, P C Piu, R Scanu, A Tapparo, G Sanna. An RP- HPLC determination of 5-hydroxymethylfurfural in honey The case of strawberry tree honey, 2006, *Talanta*, 68, 1390-1395
100. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Meeproovide kogumine analüüsiks ja mee kvaliteedi määramine ja jääkained meeproovides VI. Koostaja: Ü Sõukand, Tallinn 2010
101. I Nombre, P Schweitzer, J I Boussim, J M Rasolodimby. Impacts of storage conditions on physicochemical characteristics of honey samples from Burkina Faso. *African Journal of Food Science* Vol. 4, 458 – 463, 2010

102. E S Chernetsova, I A Revelsky, G E Morlock. Fast quantitation of 5-hydroxymethylfurfural in honey using planar chromatography, 2011, *Anal. Bioanal. Chem.*, 401, 325 - 332
103. J Rohrer, L Basumallick, D Hurum. Sensitive determination of hydroxymethylfurfural in honey, 2011, Thermo Scientific, Thermo Fisher Scientific, Sunnyvale, CA, USA
104. V M Rizelio, L V Gonzaga, G S C Borges, G A Micke, R Fett, A C O Costa. Development of fast MECK method for determination of 5-HMF in honey samples, 2012, *Food Chemistry*, 133, 1640-1645
105. B Badis, D Kheira. Physical properties of honey products in Algeria, 2011, *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 2, 237-244
106. A A Ayansola, A D Banjo P. Physico-chemical evaluation of the authenticity of honey marketed in Southwestern Nigeria, 2011, *J. Basic. Appl. Sci. Res.*, 1 3339-3344
107. A Mihaly Cozmuta, L Mihaly Cozmuta, C Varga, M Marian, A Peter. Effect of thermal processing on quality of polyfloral honey, 2011, *Romanian Journal of Food Science*, 1, 45-52
108. M I Isla, A Craig, R Ordonez, C Zampini, J Sayago, E Bedascarrasbure, A Alvarez, V Salomon, L Maldonado. Physico chemical and bioactive properties of honeys from Northwestern Argentina, 2011, *LWT – Food Science and Technology*, 44, 1922-1930
109. T Gomes, X Feas, A Iglesias, L M Estevinho. Study of organic honey from the Northeast of Portugal, 2011, *Molecules* 16, 5374-5386
110. L M Estevinho, X Feas, J A Seijas, M P Vazquez-Tato. Organic honey from *Tras-Os-Montes* region (Portugal): Chemical, palynological, microbiological and bioactive compounds characterization, 2012, *Food and Chemical Toxicology*, 50, 258-264
111. O Escuredo, M C Seijo, M Fernandez-Gonzalez. Descriptive analysis of *Rubus* honey from the north-west of Spain, *International Journal of Food Science and Technology*, 2001, 46, 2329-2336
112. K Bartakova, M Drackova, I Borkovcova, L Vorlova. Impact of microwave heating on hydroxymethylfurfural content in Czech honeys, 2011, *Czech J. Food Sci.*, 29, 328-336
113. A Iglesias, X Feas, S Rodrigues, J A Seijas, M P Vazques-Tato, L G Dias, L M Estevinho. Comprehensive study of honey with Protected Denomination of Origin and contribution to the enhancement of legal specifications, 2012, *Molecules*, 17, 8561-8577
114. O Escuredo, M Fernandez-Gonzalez, M C Seijo. Differentiation of bolossom honey and honydew honey from Northwest Spain, *Agriculture*, 2012, 2, 25-37
115. G Simion, D Micu, A Trif, L Damiescu. Determination of some of the quality parameters for honey produced in Timis County and commercialized in the local market, 2012, 18, 86-88
116. J Kasperova, J Nagy, P Popelka, Z Dicakova, A Nagyova, P Mal'a. Physico-chemical indicators and identification of selected Slovak honeys based on colour measurement, 2012, *Acta Vet. Brno*, 81, 57-61
117. C Truzzi, A Annibaldi, S Illuminati, C Finale, M Rossetti, G Scarponi. Determination of very low levels of 5-(hydroxymethyl)-2-furaldehyde (HMF) in natural honey: Comparison between the HPLC technique and the spectrophotometric White method, 2012, *Journal of Food Science*, 77, C784-C790

118. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Meeproovide kogumine analüüsiks ja mee kvaliteedi määramine, VII. Koostaja: Ü Sõukand, Tallinn 2011
119. M Sak-Bosnar, N Sakac. Direct potentiometric determination of diastase activity in honey, 2012, Food Chemistry, 135, 827- 831
120. J C Serem, M J Bester. Physicochemical properties, antioxidant activity and cellular protective effects of honeys from southern Africa, 2012, Food Chemistry, 133, 1544-1550
121. G Jevtic, B Andelkovic, J Markovic, S Andelkovic, N Nedic. Quality of false acacia honey from Rasina district in Serbia, 2012, Journal of Hygienic Engineering and Design, 1, 278-283
122. C Purcarea, A Chis. Chemical and biochemical characterization of three different types of honey from Bihor county, 2011, Analele Universitatii din Ordea, Fascicula: Ecotoxicologie, Zootehnie si Tehnologii de Industrie Alimentara, 313 – 318
123. A Salonen, R Julkunen-Tiitto. Characterisation of two unique unifloral honeys from the boreal coniferous zone: lingonberry and mire honeys, 2012, Agricultural and Food Science, 21, 159-170
124. R Mahmoudi, P Zare, H Tajik, S Shadfar, F Nyiazpour. Biochemical properties and microbial analysis of honey from North-Western regions of Iran: Seasonal effects on physicochemical properties of honey, 2012, African Journal of Biotechnology, 44, 10227-10231

LISAD

Lisa 1 Füüsikalis-keemiliste näitajate analüüsi tulemused proovidest

Kuu-päev	Proovi nr.	Proovivõtukoht	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg	El.juhtivus uS/cm	pH
01,09,11	1_2012	mesinikult	16,4	22,6	1,9	18	256	3,7
01,09,11	2_2012	mesinikult	16,5	14,8	<1	20	142	3,5
01,09,11	3_2012	mesinikult	16,4	33,1	<1	22	312	3,9
01,09,11	4_2012	mesinikult	17,8	34,5	<1	24	335	3,8
01,09,11	5_2012	mesinikult	16,3	25,5	<1	17	212	3,9
01,09,11	6_2012	Tallinn, Herne tn Ökopood	16,4	17,4	1,4	20	195	3,7
01,09,11	7_2012	Tallinn, Herne tn Ökopood	16,5	1,7	35	25	465	4,1
01,09,11	8_2012	Tallinn, Herne tn Ökopood	17,4	0	173	180	4240	5,4
01,09,11	9_2012	Tallinn, Herne tn Ökopood	17,8	0	50	240	1500	4,8
01,09,11	10_2012	Leedu meefestival	18,6	0	250	13	19,6	3
01,09,11	11_2012	Leedu meefestival	17,9	19,5	7,7	23	243	3,5
01,09,11	12_2012	Leedu meefestival	17,9	23,9	5,8	26	424	4
01,09,11	13_2012	Leedu meefestival	18,1	31,1	5,8	32	248	3,4
01,09,11	14_2012	mesinikult	18,2	25,3	1,9	19	122	3,3
01,09,11	15_2012	mesinikult	15,5	18,9	2,9	20	151	3,4
04,09,11	16_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	16,1	45,3	3,8	60	670	4
04,09,11	17_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	16,3	30,3	3,8	22	223	3,6
04,09,11	18_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	15,9	27,7	3,8	21	179	3,5
04,09,11	19_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	16,8	30,4	2,9	23	242	3,6
04,09,11	20_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	16	22,2	9,6	19	162	3,4
04,09,11	21_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	15,1	19,6	3,8	18	177	3,7
04,09,11	22_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	15,6	26,9	3,8	24	244	3,5
04,09,11	23_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	15,7	26,9	5,8	23	234	3,6
04,09,11	24_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	16,3	22,3	5,8	24	230	3,4
04,09,11	25_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	16	25,4	1,9	25	365	4
04,09,11	26_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	17,4	24,2	3,8	23	147	3,5
04,09,11	27_2012	Meepäevad, Lillepaviiljon	16,7	29,6	1,9	26	263	3,6

Kuu- päev	Proovi nr.	Proovivõtukoht	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg	El.juhtivus uS/cm	pH
04,09,11	28_2012	Meepäevad, Lillepaviljon	15,7	22,9	3,8	26	263	3,7
04,09,11	29_2012	Meepäevad, Lillepaviljon	16,3	24,7	2,9	24	262	3,9
04,09,11	30_2012	Meepäevad, Lillepaviljon	15,5	22,9	2,9	23	259	3,7
04,09,11	31_2012	Meepäevad, Lillepaviljon	17	30,5	3,8	26	272	3,5
04,09,11	32_2012	Meepäevad, Lillepaviljon	16,5	34,3	4,8	28	276	3,7
04,09,11	33_2012	Meepäevad, Lillepaviljon	16,5	16	8,6	23	182	3,6
04,09,11	34_2012	Meepäevad, Lillepaviljon	16,1	23	3,8	24	231	3,6
10,09,11	35_2012	Karksi_Nuia Meefestival	17	22,5	<1	20	143	3,4
10,09,11	36_2012	Karksi_Nuia Meefestival	17,8	25,7	3,8	22	241	3,6
10,09,11	37_2012	Karksi_Nuia Meefestival	17,9	37,2	1,9	27	497	4,1
10,09,11	38_2012	Karksi_Nuia Meefestival	17	25,4	1,9	23	216	3,6
10,09,11	39_2012	Karksi_Nuia Meefestival	15,7	22,4	1,9	21	199	3,6
10,09,11	40_2012	Karksi_Nuia Meefestival	17,3	17,6	1,9	25	221	3,4
10,09,11	41_2012	Karksi_Nuia Meefestival	15,7	17,3	3,8	20	132	3
10,09,11	42_2012	Karksi_Nuia Meefestival	16,7	24,4	3,8	25	229	3,7
10,09,11	43_2012	Karksi_Nuia Meefestival	18,6	17	12,5	27	157	3,4
10,09,11	44_2012	Karksi_Nuia Meefestival	16	18,2	2,9	21	277	3,7
10,09,11	45_2012	Karksi_Nuia Meefestival	16,3	27,8	3,8	22	266	3,8
10,09,11	46_2012	Karksi_Nuia Meefestival	16,5	21,8	<1	24	222	3,8
09,09,11	47_2012	Luige Laad	16,7	27,9	1,9	22	223	3,7
09,09,11	48_2012	Luige Laad	18,2	24	1,9	27	328	3,8
09,09,11	49_2012	Luige Laad	17	24,5	<1	23	160	3,6
09,09,11	50_2012	Luige Laad	16,5	21,8	<1	20	332	4,2
13,12,11	51_2012	mesinikult	17,8	4,4	1,9	19	98	3,5
19,04,12	52_2012	Tartu Maamess	17,4	30,8	3,8	27	153	3,5
19,04,12	53_2012	Tartu Maamess	15,9	28,5	5,8	26	266	3,9
05,05,12	54_2012	Narva laad	16,3	23,5	1,9	29	176	3,5
05,05,12	55_2012	Narva laad	16,7	19,2	3,8	29	244	3,8
05,05,12	56_2012	Narva laad	16,1	15,6	3,8	25	176	3,7

Kuu- päev	Proovi nr.	Proovivõtukoht	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg	El.juhtivus uS/cm	pH
05,05,12	57_2012	Narva laat	14,9	26,5	1,9	29	145	3,6
05,05,12	58_2012	Narva laat	17,5	23,8	1,4	45	620	4,2
05,05,12	59_2012	Narva laat	15,7	27,6	2,9	28	420	4,2
05,05,12	60_2012	Narva laat	16,5	18,3	3,8	29	226	3,7
05,05,12	61_2012	Narva laat	17	21,9	1,9	29	151	3,5
05,05,12	62_2012	Narva laat	16,3	16,5	3,8	24	147	3,6
05,05,12	63_2012	Narva laat	17,3	19,3	1,9	32	181	3,7
05,05,12	64_2012	Narva laat	17,8	28,3	1,9	36	250	3,5
05,05,12	65_2012	Narva laat	17,3	13,2	6,7	30	158	3,5
05,05,12	66_2012	Narva laat	16,8	17,5	7,7	27	207	3,7
12,05,2012	67_2012	Maxima, Tallinn	17,9	14,2	8,6	26	187	3,6
12,05,2012	68_2012	Roheline Kaubamaja, Tallinn	16,9	26,3	5,8	30	312	3,8
12,05,2012	69_2012	Luige Laat	16,1	24,3	1,9	30	304	3,9
12,05,2012	70_2012	Luige Laat	16,8	21	5,8	26	251	3,7
12,05,2012	71_2012	Luige Laat	18,6	21,4	1,9	43	248	3,5
12,05,2012	72_2012	Luige Laat	16,3	17,4	1,9	23	149	3,5
17,05,2012	73_2012	Balti Jaama AMS	16	21,6	2,9	24	275	4
17,05,2012	74_2012	Balti Jaama AMS	17,7	20,3	<1	34	170	3,8
17,05,2012	75_2012	Balti Jaama AMS	17,4	23,8	<1	26	162	3,5
17,05,2012	76_2012	Balti Jaama AMS	16,3	10,4	3,8	25	103	3,5
17,05,2012	77_2012	Balti Jaama AMS	16,1	18,2	3,8	24	170	3,6
17,05,2012	78_2012	Balti Jaama AMS	17,7	22,1	11,5	38	239	3,5
17,05,2012	79_2012	Balti Jaama AMS	16,1	17,3	11,5	37	310	3,7
31,05,2012	80_2012	Pirita Selver, Tallinn	15,7	12,9	19,2	26	193	3,2
31,05,2012	81_2012	Pirita Selver, Tallinn	17,5	30,7	4,3	28	195	3,7
31,05,2012	82_2012	Pirita Selver, Tallinn	17,7	18,6	40	20	195	3,7
31,05,2012	83_2012	Pirita Selver, Tallinn	17,5	14,9	16,3	15	84	3,6
31,05,2012	84_2012	Pirita Selver, Tallinn	18,1	36,4	15,4	56	688	4,2
31,05,2012	85_2012	Pirita Selver, Tallinn	16,7	28,8	8,6	28	367	4

Kuu- päev	Proovi nr.	Proovivõtukoht	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg	El.juhtivus uS/cm	pH
31,05,2012	86_2012	Pirita Selver, Tallinn	17,7	20,3	9,6	22	147	3,6
31,05,2012	87_2012	Pirita Selver, Tallinn	22,2	4,3	48	19	98	3,4
31,05,2012	88_2012	Pirita Selver, Tallinn	22,2	8,6	77	88	345	2,9
08,06,2012	89_2012	Ülemiste „Rimi“	18,6	20,5	7,7	25	411	4,1
08,06,2012	90_2012	Ülemiste „Rimi“	17,7	16,2	21,1	24	308	4
08,06,2012	91_2012	Ülemiste „Rimi“	17	16,1	42,2	25	184	3,6
08,06,2012	92_2012	Ülemiste „Rimi“	17,9	27,6	18,2	20	300	4,2
08,06,2012	93_2012	Ülemiste „Rimi“	17,4	20,2	38,4	26	264	3,7
27,06,2012	94_2012	Kuressaare	19,9	35,8	2,9	33	279	3,8
27,06,2012	95_2012	Kuressaare	19,8	33,3	6,7	40	312	3,7
27,06,2012	96_2012	Kuressaare	18,6	29,5	4,8	39	670	4,1
27,06,2012	97_2012	Kuressaare	18,6	25,4	5,8	36	567	4,1
05,07,2012	98_2012	Tartu turg	16,7	24	<1	24	149	3,5
05,07,2012	99_2012	Tartu turg	16,5	19,2	1,9	25	257	3,9
05,07,2012	100_2012	Tartu turg	16,1	27,8	<1	25	177	3,7
05,07,2012	101_2012	Tartu turg	17,3	14,1	9,6	29	203	3,8
05,07,2012	102_2012	Tartu turg	17,9	19,5	<1	31	285	3,9
05,07,2012	103_2012	Tartu turg	16,9	17,5	<1	21	128	3,6
05,07,2012	104_2012	Tartu turg	16,3	25,2	<1	43	472	4,1
05,07,2012	105_2012	Tartu turg	17,8	23,9	1,9	26	222	3,8
05,07,2012	106_2012	Tartu turg	18,2	21,3	1,4	25	309	4,2
06,07,2012	107_2012	mesinikult	17	17,5	<1	25	153	3,5
09,07,2012	108_2012	Tallinna Keskturg	18,6	28,6	11,5	52	327	3,7
09,07,2012	109_2012	Tallinna Keskturg	16,7	12,2	10,6	26	169	3,6
09,07,2012	110_2012	ostja varudest	20,2	4,6	65,2	28	206	3,7

Lisa 2 Mee invertaasarv erinevates ühikutes esitatuna: U/kg; IN

Kuu- päev	Proovi nr.	Invertaas U/kg	Invertaas- arv
01,09,11	4_2012	98,5	13,41
01,09,11	7_2012	9,5	1,29
01,09,11	11_2012	111,2	15,14
01,09,11	14_2012	84,2	11,46
04,09,11	16_2012	98,5	13,41
04,09,11	24_2012	76,3	10,39
04,09,11	30_2012	108,1	14,72
04,09,11	33_2012	4,8	0,65
10,09,11	35_2012	55,6	7,57
10,09,11	37_2012	73,1	9,95
10,09,11	39_2012	76,3	10,39
10,09,11	40_2012	66,7	9,08
10,09,11	41_2012	68,3	9,30
10,09,11	42_2012	74,7	10,17
10,09,11	43_2012	6,4	0,87
10,09,11	45_2012	85,8	11,68
10,09,11	46_2012	87,4	11,90
13,12,11	51_2012	14,3	1,95

Lisa 3 Mee olulisemate füüsikalise-keemiliste näitajate keskmised (rasvases kirjas) maakondade kaupa. Lisatud andmed ka firmade ja välismaa kohta.

Maakond	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg	El.juhtivus uS/cm
Viljandimaa	16.8	22.4	5.1	23.4	209
min	15.7	12.2	1.9	20	132
max	18.6	30.5	12.5	27	272
Pölvamaa	16.3	24.0	2.5	25.4	222
min	15.5	17.5	1	21	128
max	17.4	30.8	3.8	29	420
Hiiumaa	17.2	25.1	1.5	28.0	291
min	16.5	21.8	1	20	250
max	17.8	28.3	1.9	36	332
Järvamaa	16.4	15.8	3.5	23.0	158
min	16.3	10.4	1	20	103
max	16.5	22.3	5.8	25	230
Läänemaa	16.5	34.3	4.8	28.0	276
min	16.5	34.3	4.8	28	276
max	16.5	34.3	4.8	28	276
Jõgevamaa	17.0	20.7	1.3	26.7	160
min	16.3	17.4	1	23	149
max	17.7	24.5	1.9	34	170
Harjumaa	16.6	21.5	4.6	25.7	216
min	15.9	13.2	1	18	153
max	17.3	30.4	11.5	37	310
Valgamaa	17.3	24.0	2.4	32.0	357
Min	16.7	23.8	1	25	222
Max	17.8	24.4	3.8	45	620
Võrumaa	17.1	23.4	2.4	33.0	320
min	16.1	19.2	1	25	248
max	18.6	26.3	5.8	43	472
Pärnumaa	16.8	33.0	2.9	30.5	385
min	15.6	21.0	1	22	244
max	17.9	45.3	5.8	60	670
Lääne-Virumaa	16.3	20.1	3.8	26.4	190
Min	14.9	16.0	1.9	23	145
max	17.3	26.5	8.6	32	262
Raplamaa	15.9	22.2	2.0	18.5	182
min	15.5	18.9	1	17	151
max	16.3	25.5	2.9	20	212
Saaremaa	18.6	29.1	4.6	34.4	421
min	16.0	21.6	2.9	24	275
max	19.9	35.8	6.7	40	670
Tartumaa	17.0	22.0	2.5	25.6	241
min	16.0	14.1	1	20	143
max	18.2	27.9	9.6	31	365
välismaa	17.7	19.7	20.2	26.4	266
min	16.5	1.7	5.8	15	84
max	18.6	31.1	42.2	52	465
firmad	16.9	22.9	6.7	25.9	240
min	15.1	12.9	1	18	122
max	18.6	36.4	21.1	56	688