

MEEPROOVIDE KOGUMINE
ANALÜÜSIKS
JA MEE KVALITEEDI
MÄÄRAMINE

Töövõtuleping PR-7-3.1-1

Koondaruanne

Tallinn 2011

Tarmo Pauklin
Juhatuse liige

Ülis Sõukand, PhD
Koostaja



1. LÄHTEÜLESANNE	4
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	5
2.1 Mesi ja mee liigid	5
2.2 Üldnõuded meele	6
2.3 Mee füüsikalis-keemilised kvaliteedinäitajad	7
2.3.1 Hüdroksümetüülfurfuraali sisaldus	7
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 Elektrijuhtivus	22
2.3.10 Vabade hapete sisaldus	23
2.3.11 Eripöörang	25
2.3.12 Metallide sisaldus	25
2.3.13 Proliini 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. MÄÄRAMISMETOODIKAD	34
5. TULEMUSED	36
5.1 Meekvaliteedi 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 Elektrijuhtivus	46
5.1.6 Organoleptika	47
5.1.7 Invertaasarv	47
5.2 Välismaa mee kvaliteet	48
6. LÄHTEÜLESANDE TÄITMINE	51
7. KOKKUVÕTE	51
KASUTATUD KIRJANDUS	55
LISAD	60

1. LÄHTEÜLESANNE

Töö teostati vastavalt lepingule PR-7-3.1-1 (01.10.10). 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 invertaas.

Analüüsitulemuste alusel tuli koostada ülevaade ja aruanne mee kvaliteedi kohta.

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 ainetega 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 päritolutaimedest.

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 füüsikalise-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 mee 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 tsitrusemele. 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) laguprodukt, mis tekib aja jooksul mee hoidmisel, väga kiiresti aga kuumutamisel [4]. HMF võib tekkida ka glükoosi lagunemisel [5].

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].

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

Tabel 1. Keskmine HMF sisaldus mees erinevate kirjandusallikate järgi

riik	aasta	proovide arv	keskmine HMF sisaldus mg/kg*	viide
Eesti	2010	159	7.5	[100]
Eesti	2009	149	9.6	[95]
Eesti	2008	156	7.0	[87]
Eesti	2007	149	6.6	[79]
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]
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].

Oluline on ka temperatuuri hoidmise aeg, selles lõigus viidatud töodes 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 tsitrusemees 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 kuumutamisele 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 soovivatatakse 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] ja biosensoreid [61]. Kaks viimati nimetatud meetodid ei hakka suure tõenäosusega kolmele enamkasutatavale konkurentsi pakkuma.

Eelmisel 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 soovitab 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-furaankarboksaldehüüd, 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].

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). 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. Keskmine diastaasarv mees, mis on leitud erinevatest kirjandusallikatest

riik	aasta	proovide arv	keskmine diastaasarv *	viide
Eesti	2010	159	22.2	[100]
Eesti	2009	149	24.2	[95]
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 aktiivsusest
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 tsitrusede 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.

2.3.2.4 Kriitika

Osad autorid soovivad diastaasi asemel kasutada mee uurimisel invertaasi. *White 1992,1994* kritiseerib diastaasisisalduse kasutamist mee kvaliteedi- ja eriti kuumutamise hindamisel ning soovib 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 invertaasisisaldust ei normeer. Soovitavaks värske kuumutamata mee invertaasarvuks (IN) on 10 ja looduslikult madala ensüümisaldusega värsele 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* soovivad 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 värsele meele 0.7-1.4 ja kõrge invertaasisaldusega värsketele meele 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].

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	

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 värske meeproovi puhul korrelatsioonikordajaks $r = 0.835$ [75] ja *Serrano et al 2007* 49 proovi korral $r =$

0.853 [70]. 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 invertaasisalduse 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 invertaasisaldus on lehemees, seejärel õie- ja lehe segus ning kõige madalam õiemees. Lehemees kõrgemat invertaasi aktiivsust võib põhjustada see, et ka lehenestet tekitavad putukad eritavad invertaasi [76].

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 invertaasisaldusega meed on kõik suvised meed. [75]. TABELLISE 6 on koondatud erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed invertaasarvu kohta mees.

Tabel 6. Erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed invertaasarvu kohta

riik	aasta	proovide arv	keskmine invertaasarv*	viide
Eesti	2010	159	8.7	[100]
Eesti	2009	87	6.1	[95]
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

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 toimele 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 meetoodikal, 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 kvaliteetmeeks [3] Kanada 1 kassi 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.

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 mesilaseliikide 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.

Tabel 7. Erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed niiskusesisalduse kohta

riik	aasta	proovide arv	keskmise niiskusesisaldus % *	viide
Eesti	2010	159	17.2	[100]
Eesti	2009	149	16.9	[95]
Eesti	2008	156	16.8	[87]
Eesti	2007	147	16.2	[79]
Eesti	2006	150	17.0	[58]
Pakistan	2005-2006	200	16.6	[91]
Iirimaa	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 arvatud artiklis leiduvate andmete järgi

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 hüdromeetriga [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, maltoosi ja rafinoosi. 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 apelsiinimee 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 vahekorrast. Suure glükoosisisaldusega rapsimesi kristalliseerub kiiresti [11].

2.3.6.3 Metoodikad

Glükoosisisalduse määramisel kasutatakse glükosidaasi ja 4-aminofenasooni. Mõõtmine toimub lainepikkusel 500 nm. Fruktoos pannakse 60 minuti jooksul ja temperatuuril 60 °C vesinikkloriidhappes reageerima trüptamiiniga. Mõõtmine 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 suhkruga 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 lucida*, *Eucryphia milliganii*) või tsitrussest (*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 tsitrussemees oli sahharoosi 9.4-16.3%, norm lubab tsitrussemeele 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 meeproovis 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 ioonkromatograafiat [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 Vees lahustumatute ainete sisaldus

Vees lahustumatute ainete määramisega kontrollitakse eelkõige mee vahasisaldust.

2.3.8.1 Seadused ja normid

Eesti kehtiva seaduse järgi lubatakse vees lahustumatute ainete 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 kärkekest mee pressimise teel. Tänapäeval peaaegu kogu toodetud mesi tsentrifuugitakse.

2.3.8.2 Kirjanduse ülevaade

Tsentrifuugitud mees on vees lahustumatute ainete 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 ainete sisaldused järgmised: õiemees 0.002-0.07%, segamees 0.002-0.098% ja lehemees 0.002-0.084%. Igast meeliigist analüüsiti kümnet 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 analüüside 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 kastanimees 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 päevalillemee 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 elektrijuhtivus keskmiselt 0.65 mS/cm [78]. Iirimaal ostetud 20 meeproovis oli elektrijuhtivus 0.140-0.522 mS/cm [82]. Brasiilias uuritud 20 meeproovis oli

elektrijuhtivus 0.192-799 mS/cm [85]. Eestist 2005 aastal võetud 149 meeproovis oli elektrijuhtivus 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 [79]. Puhta lehemee 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].

2.3.9.3 Metoodikad

Mõõdetakse vastava elektroodiga 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

Elektrijuhtivuse 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]. Iirimaal 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].

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 meelikeid kaupa grupeeritud 55 proovi kohta: robiiniameel -15.6 , muud ühe taime meel -15.2 , erinevaid taimi sisaldav õiemee -13.1 , õiemee ja lehemeel segameel -4.1 , lehemeel $+10.5$. 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 meel sisalduvateks jääkaineteks, mis näitavad mee saastatust. Ülejäänud metallid, mille sisaldust seadus ei normeer, võivad olla toksilised, kui neid on meel tavalisest

sisaldusest oluliselt rohkem. Metallide sisaldused võimaldavad ka määrata mee geograafilist päritolu ja kontrollida ühest kindlast taimeliigist saadud mee autentsust.

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 normeeri. 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 õiemees 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 õiemees keskmiselt 0.042 mg/kg Pb ja 0.0019 mg/kg Cd [38]. Inglismaale 1995 aastal sisse toodud 16 mees ja 17 kohalikus mees oli pliidid 0.01-0.2 mg/kg ja kaadmiumi <0.04-0.18 mg/kg [39].

Tööstuspiirkonna lähedus ja autotransport võivad mee metallisisaldust suurendada. *Devillers et al 2002* tõdes mõnede Prantsusmaal müüdud 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, määrares 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 aatomabsorptsioonspektrofotomeetriat GFAAS, leek aatomabsorptsioonspektrofotomeetriat FAAS, kõrgsidestunud plasma emissioonspektromeetriat ICP-AES, kõrgsidestunud plasma emissioonspektromeetriat koos mass-spektromeeter detektoriga ICP-MS, röntgenfluoresents spektromeetriat XRF jt. metallide analüüsi tehnikaid.

2.3.12.4 Kriitika

Ei Eesti, Euroopa ega rahvusvahelised mee kvaliteeti käsitlevad seadused ei normeeri kõigi toksiliste raskmetallide sisaldust mees. Analüüsi raskendavad väga

väikesed määratavad kontsentratsioonid ja referentsmaterjalide ning interkalibreerimiste halb kättesaadavus.

2.3.13 Prolüini sisaldus

Prolüin (sümbol Pro) ehk tetrahüdropürrool-2-karboksüülhape on kõikides valkudes sisalduv tsükliiline aminohape. Prolüini sisalduse järgi võib avastada valmimata või võltsitud mett. Erinevatel meetdel võib olla väga erinev prolüini sisaldus.

2.3.12.1 Seadused ja normid

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

2.3.13.1 Kirjanduse ülevaade

Prolüin koos oma derivaadi hüdroksüprolüiniga on väga tähtis valgumolekulide tertsiaalstruktuuri (konformatsiooni) kujundamises. Seda ainet leidub rohkesti sidekoevalkudes. [92]. Vabade aminohapete kontsentratsioon mees on väga madal ja prolüini 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]. Prolüin tuleb mettele mesilaste näärmete eritistest mee valmimise protsessi ajal. Kõrged prolüini väärtused võivad olla seotud lehemeega. Prolüin on ka antioksidant. [34]. Prolüini sisaldus on erinevatel kindlalt liigilt pärit taimede meel erinev, kuid ainult prolüinist ei piisa nende meede eristamiseks [32]. Kui palju prolüini üldse mees võib olla, näitab tabel 8.

Tabel 8. Erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed prolüinisisalduse kohta mees

riik	aasta	proovide arv	keskmine prolüinisisaldus 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 arvatud artiklis leiduvate andmete järgi

Temperatuuri ja säilitamise mõju mee proliinisisaldusele näitab hästi *Castro-Vazques et al 2008*, tsitrusemeel 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

Mõõtmise toimub spektrofotomeetriliselt lainepikkusel 510 nm. Proliin moodustab nihüdriiniga 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 kvaliteetmeee 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 kvaliteetmeee 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	Kvaliteetmee 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 glükoosisisaldus	õiemees vähemalt 60 g/100g ⁴	
Sahharoosisisaldus	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 - tsitrusemes peab diastaasarv olema vähemalt 3

³ - kanarbikumes kuni 23%

⁴ - lehemees ja lehemee ning õiemee 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 kastanimes 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 klassi 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

Proovivõtmise 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 2010 septembrist kuni 2011 aasta augusti alguseni.

3.1 Proovivõtu maakonnad

Kokku võeti 109 proovi. 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	42
Tartumaa	19
Ida-Virumaa	16
Raplamaa	12
Võrumaa	12
Mesinikelt	7
välismaalt	1
Kokku	109

3.2 Proovivõtu asulad

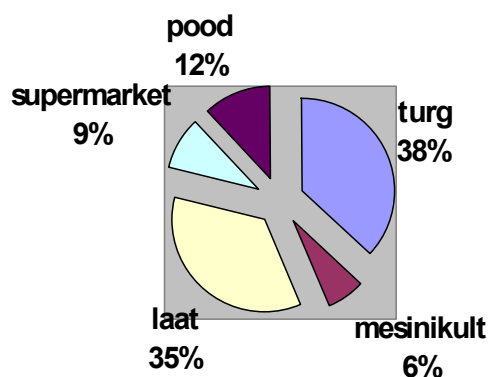
Proovide jagunemist ostukoha asulate järgi näitab tabel 13.

Tabel 13. Asulad, kust proovid osteti

Asula	Proovide arv
Tallinn	40
Tartu	19
Narva	16
Võru	12
Rapla	12
mesinikelt	7
Loksa	2
välismaalt	1
Kokku	109

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.

3.4 Millises maakonnas või riigis oli mesi toodetud

Mee tootmiskohtadena olid esindatud kõik Eesti maakonnad ja 5 välisriiki. Mee tootmiskohtade jaotus on antud tabelis 14 ja tabelis 15.

Tabel 14. Meeproovide jagunemine tootmiskohtade järgi Eestis

Maakond	Proovide arv
Pärnumaa	7
Viljandimaa	7
Lääne-Virumaa	4
Harjumaa	8
Põlvamaa	9
Tartumaa	12
Jõgevamaa	6
Raplamaa	4
Valgamaa	6
Võrumaa	14
Järvamaa	4
Hiiumaa	2
Läänemaa	2
Saaremaa	2
Ida-Virumaa	1
pakendaja	12
osaühing	3
Kokku	103

Tabel 15. Meeproovide jagunemine tootmiskohtade järgi välismaal

Välisriik	Proovide arv
Ungari	2
Hispaania	1
USA	1
Itaalia	1
Venemaa	1
Kokku	6

4. MÄÄRAMISMETOODIKAD

Mee füüsikalise-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 analüüsi 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 toimel p-nitrofenooliks ja see pH tõstmisel 9.5 nitrofenaal 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

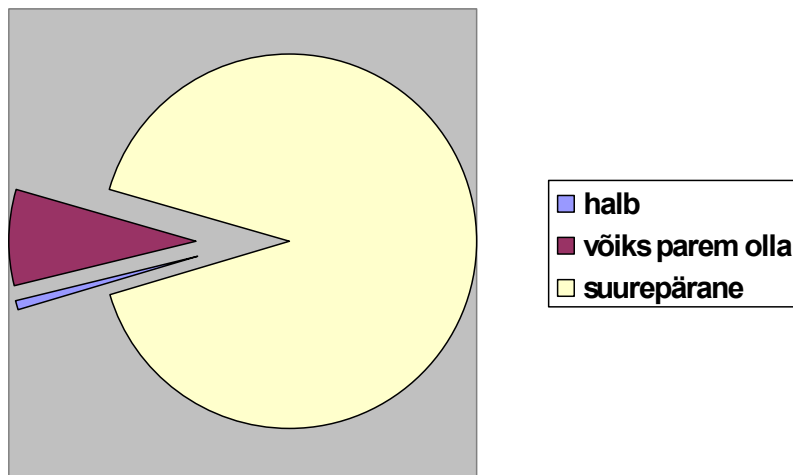
HMF sisaldus 109 analüüsitud mee proovis oli <1 – 192 mg/kg ja keskmine selle aine sisaldus oli 8.7 mg/kg.

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 – “suurepärase”

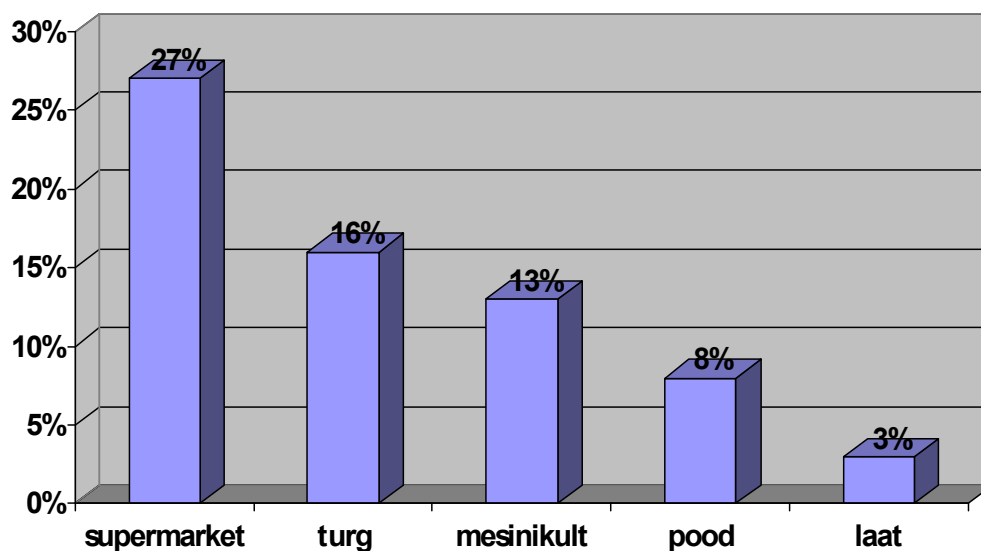


Joonis 2. HMF analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa

109 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa on esitatud joonisel 2. Seadusega kehtestatud normile vastasid 99.1 % proovidest ja 90.8 % proovidest olid väga hea kvaliteediga.

Kvaliteediklasside jaotus oli sarnane viimase kolme aasta (2008, 2009, 2010) uuringutel leitud kvaliteediklassidega. Keskmise HMF sisaldus sarnanes 2009 ja 2006 aasta uuringutega, kus saadi keskmisest pisut kõrgemad tulemused.

Mee kvaliteedi hinnanguks ostukoha tüübi järgi liideti kvaliteediklassid “võiks parem olla” ja “halb”, ning arvatati 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

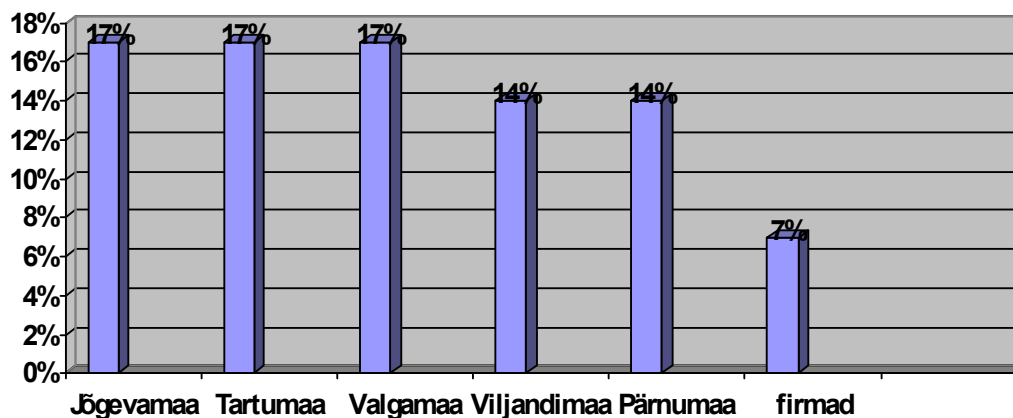
Vaadates tabelit 16 on näha, et ka sel aastal on kõige kõige suurem tõenäosus kehvema kvaliteediga mett osta supermarketist. Erandiks on olnud vaid 2010, kus supermarketite mesi oli parem kui tavaliselt. Sel aastal on tunduvalt paranenud poodidest ostetud mee kvaliteet. Juba teist mesindushooaega on turgudelt soetatud meeproovid kehvemad kui laadadelt ostetud mesi, mis on jätkuvalt usaldusväärseimaks kohaks mee soetamisel. Kuna otse mesinikelt ostetud proovide arv oli sel aastal vaid 8 (2,5% kõikidest proovidest), on raske öelda, kas keskmisest kõrgema madalakvaliteedilise mee osakaal tuleneb juhusest või reeglist.

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
Keskmine	39	17	8	6	2

Seitsme 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, maakondi kus madalamakvaliteediline mesi puudus (0 %), ei ole joonisel esitatud.



Joonis 4. Madalama kvaliteediga mee osakaal tootmiskoha järgi

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

Kui 2005-2008 meeproovid näitasid firmade keskmisest madalamat kvaliteeti on see järjest paranenud, eelmisel aastal jäid vaid 9% firmade proovidest allapoole kvaliteetmee piiri, sel aastal on see näitaja veelgi langenud – 6% proovidest ei vastanud kvaliteetmee normile ja seadusega kehtestatud normi ei ületanud üksi firma proov.

Üks Viljandimaa proov ületas seadusega kehtestatud normi (HMF > 40mg/kg), kõik ülejäänud joonisel 4 esitatud juhud on proovid, mis ei vastanud kvaliteetmee normile (HMF > 15mg/kg).

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

Eesti erinevate piirkondade meele on tavaliselt iseloomulik ühtlaselt väga madal HMF sisaldus, mõned kõrgemad HMF sisaldused tõstavad 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	keskmine HMF sisaldus mg/kg	proovide arv
Harjumaa	<1 – 11.5	5.4	8
Hiiumaa	3.8	3.8	2
Ida-Virumaa	4.8	4.8	1
Jõgevamaa	<1 – 29 (6.7)*	8.7 (3.8)*	6
Järvamaa	<1 – 5.8	2.4	4
Läänemaa	5.8	5.8	2
Lääne-Virumaa	1.9 – 5.8	3.8	4
Põlvamaa	2.9 – 13.4	7.5	9
Pärnumaa	2.9 – 38.4 (13.4)*	11.4 (6.9)	7
Raplamaa	2.9 – 5.8	4.8	4
Saaremaa	<1 – 1.9	1.5	2
Tartumaa	<1 – 27 (15.4)*	7.1 (5.3)*	12
Valgamaa	1.9 – 25 (11.5)*	8.3 (5.0)*	6
Võrumaa	<1 – 9.6	4.9	14
Viljandimaa	1.9 – 192 (7.7) *	31.1 (4.3) *	7
firma	3.8 - 23	7.2	15

*tulemus siis kui kõige kõrgem väärtus välja jätta

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on sarnased viiel eelmisel aastal läbiviidud uuringute tulemustele, kuid nii sel kui ka eelmisel aastal leiti Viljandimaalt kõrge HMF sisaldusega proove. Keskmine 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) ja sel aastal 5.4mg/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) ja 7.1 (2011). Viimasel kolmel aastal on Tartumaa mee HMF sisaldus olnud kõrgem kui esimestel uuritud aastatel.

Neljal viimasel aastal (2008-2011) on arvestatud mett tootvate firmade toodang keskmi HMF sisaldust eraldi, varasemate aastate uuringutes aga lähtuti osahingute puhul firma asukohast.

Sel aastal ei ilmnenu tavapärast erinevust firmade ja väiketootjate keskmise HMFi sisalduses (väiketootjatel 7.4mg/kg, firmadel 7.2mg/kg). Eelmisel aastal (2010) oli firmade keskmine HMF sisaldus 1.7x kõrgem kui väiketootjate oma, eelnevatel aastatel on erinevused olnud 1.4x (2009) ja 3x (2008) kusjuures eelmise aasta suure erinevuse tingis üks proov, mille HMF sisaldus oli 88mg/kg. Seda proovi välja jättes

erines keskmine HMF sisaldus firmade mees ülejäänud Eesti päritolu meest aastal 2010 vaid 1.1x

Kokku koguti sel aastal 12 erineva firma tooteid. Eristades need firmad, mille toodang mahtus täielikult kvaliteetmee hulka (HMF <15 mg/kg) saime sellesse gruppi 11 firmat. Neid firmasid, mille toodangust vähemalt üks proov ületas kvaliteetmee normi oli 1, eelnevatel aastatel on nende firmade arvud olnud 3 (2010 ja 2009), 6 (2008). Ühegi proovi HMF väärtus ei ületanud seadusega ettenähtud piire.

Kokkuvõtteks võib öelda, et mee kvaliteet oli taaskord hea. Keskmine HMF sisaldus oli 8.7mg/kg (mis on küll pisut kõrgem kui eelmise aasta keskmine 7.5 mg/kg), seadusega kehtestatud piirnormile vastas 99.1% proovidest. Vaid ühe proovi tulemus ületas seaduses ettenähtud normi. Madalama kvaliteediga mee (HMF >15 mg/kg) osakaal oli 9.2 % ehk 10 proovi. Neist proovidest 7 olid toodetud Eestis ja 3 välismaal. Kvaliteediklasside jaotus sarnanes eelnevatel aastatel läbi viidud uuringutega.

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

Sel aastal ei ilmnunud tavapärasest erinevust firmade ja väiketootjate keskmise HMFi sisalduses. Eristades need firmad, mille toodang mahtus täielikult kvaliteetmee hulka (HMF <15 mg/kg) saime sellesse gruppi 11 firmat. Neid firmasid, mille toodangust vähemalt üks proov ületas kvaliteetmee normi oli 1, eelnevatel aastatel on see olnud 3 (2010 ja 2009) ja 6 (2008).

Eesti erinevate piirkondade meele on iseloomulik ühtlaselt väga madal HMF sisaldus. Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on sarnased viiel eelmisel aastal läbiviidud uuringute tulemustele, kuid osades maakondades on sellel aastal esinenud tavapärasest kõrgemaid kontsentratsioone. Jõgevamaal, Valgamaal ja Pärnumaal ületas 1 proov ja Tartumaal 2 proovi kvaliteetmee normi, Viljandimaal ületas üks proov seadusega ettenähtud normi.

Vaadeldes madalama kvaliteediga mee osakaalu erinevates kaubandusasutustes leiti juba teist aastat tavalisest madalam meekvaliteet turult ostetud proovides. Eelmiste aastatega võrreldes on paranenud poodidest ostetud mee kvaliteet. Üldiselt on näha paranemistrendi supermarketite meekvaliteedis. Parim mesi on aastate lõikes võetuna laatadel. Kuue aasta tulemuste põhjal paraneks mee kvaliteet ostukoha tüübi järgi järgmises reas: selver→ pood→ mesinik→ turg →laat.

Mee kvaliteediprobleemid võivad olla seotud: mesinike (meepakendajate) mee kvaliteeti mitte tagavate töövõtetega (ülekuumutamine) ja eelmiste aastate mee müügiga. 50 % välismaalt pärit meest oli HMF järgi madalama kvaliteediga, täpsemalt on sellest juttu välismaa mee kvaliteeti kirjeldavas peatükis.

5.1.2 Diastaasarv

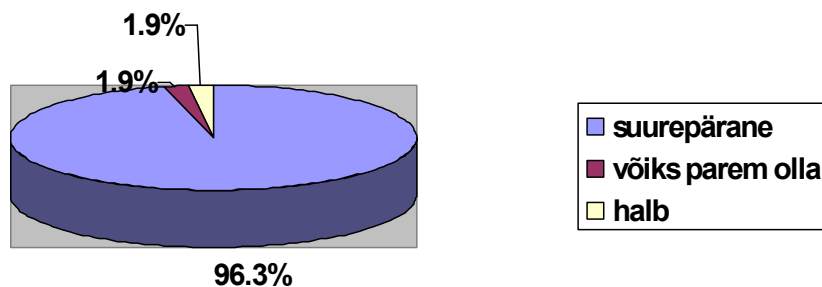
Diastaasarv 108 proovis oli piirides 5.4 – 44.7 ja keskmine 22.5. Suurima ja väikseima tulemuse vahe oli üle 8 korra. Meeproovid jagati diastaasarvu järgi kolme gruppi:

-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”

108 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa olid järgmised:



Joonis 5. Diastaasi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa

Seadusega kehtestatud normile vastasid 106 proovi (98.1%), 2 proovi jäid alla seadusega kehtestatud piirnormi.

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

Diastaasisisaldus oli kvaliteetmee normist madalam kahel välismaa mee proovil, mis olid ostetud supermarketist (lisaks kahele meeproovile, mis jäid alla seadusega kehtestatud piirnormi). Proovide kvaliteet diastaas arvu järgi sarnanes aastate 2005 ja 2006 uuringutele, kus leiti mõned keskmisest madalamad diastaas arvud. Aastal 2007 leiti vaid 1 madalakvaliteediline meeproov, 2008-2010 mitte ühtegi.

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

Aasta	Kaubandusametuse 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
Keskmine	20	8	0	0	1

Kolm madalamakvaliteedilist mett olid ostetud supermarketist ja üks laadalt. Nagu tabelist 18 näha on ka aastate lõikes diastaasarvu järgi madalamakvaliteedilist mett kõige rohkem selverites ja vähemal määral poodides.

Nelja 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. 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	18.9 – 32.8	23.4	8
Hiiumaa	20.1 – 23.7	21.9	2
Ida-Virumaa	21.7	21.7	1
Jõgevamaa	11.4 – 32.9	21.0	6
Järvamaa	13.2 - 28	18.1	4
Läänemaa	19.2 – 24.6	21.9	2
Lääne-Virumaa	15.6 – 27.8	21.1	4
Põlvamaa	13 – 25.7	20.1	9
Pärnumaa	15 – 38	27.9	7
Raplamaa	17.5 – 19.2	18.5	4
Tartumaa	10.5 – 27.7	20.3	12
Valgamaa	16.6 – 32.5	24.7	5
Võrumaa	13 – 44.7	27.6	14
Viljandimaa	7 – 31.7	23.2	7
Saaremaa	23 - 25	24	2
firmad	5.4 - 35	23.3	15
välismaa	9.0 – 27.9	14.5	6

Juba 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) ja 23.4mg/kg sel aastal. Tartumaal olid vastavad arvud 29.0 (2005), 18.0 (2006), 25.0 (2007), 23.8 (2008), 24.0 (2009), 22.4 (2010) ja 20.3 mg/kg sel aastal.

Kokkuvõtteks võib öelda, et analüüsitud meeproovide kvaliteet diastaasarvu järgi oli hea. Kui eelmisel aastal vastasid seadusega kehtestatud normile kõik proovid siis sel aastal jäi alla seda normi üks Eesti ja üks välismaa mesi, kusjuures nimetatud Eesti mee proov on sama, mis andis eelmises punktis kirjeldatud erakordselt kõrge HMF näitaja. Kaks proovi langesid madalakvaliteedilise mee kategooriasse. Kokku olid diastaasarvu järgi 96.3% proovidest suurepärase kvaliteediga.

Diastaasisaldus oli kvalitmee normist madalam kahel välismaa mee proovil, mis olid ostetud supermarketist (lisaks kahele meeproovile, mis jäid alla seadusega

kehtestatud piirnормi). Proovide kvaliteet diastaasaru järgi sarnanes aastate 2005 ja 2006 uuringutele, kus leiti keskmisest madalamad diastaasavud. Aastal 2007 leiti vaid 1 madalakvaliteediline meeproov, 2008-2010 mitte ühtegi.

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

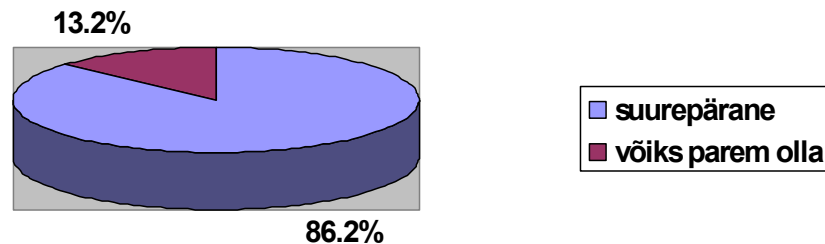
5.1.3 Niiskusesisaldus

Niiskusesisaldus 109 proovis oli piirides 15 – 19.8% ja keskmine niiskusesisaldus oli 17.1%. 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

109 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa on esitatud joonisel 6. Seadusega kehtestatud normile vastas 100% proovidest ja 86.2% proovidest olid väga hea kvaliteediga. Kvaliteetmee normi ületasid 4 välismaa ja 11 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 mete niiskusesisalduste võrdlus

maakond	Niiskusesisaldus ; %	keskmine niiskusesisaldus; %	proovide arv
Harjumaa	15.6 – 17.4	16.8	8
Hiiumaa	17 – 17.3	17.2	2
Ida-Virumaa	16.3	16.3	1
Jõgevamaa	15.1 – 18.3	16.7	6
Järvamaa	15.5 – 19.1	17.3	4
Läänemaa	116.1 – 16.5	16.3	2
Lääne-Virumaa	16.1 – 17.7	16.9	4
Põlvamaa	15.8 – 19.4	16.9	9
Pärnumaa	16.7 – 19.4	17.6	7
Raplamaa	15.9 – 16.8	16.4	4
Tartumaa	15.1 – 18.3	16.5	12
Valgamaa	15 – 19.8	17.0	6
Võrumaa	15.5 – 19.4	17.2	14
Viljandimaa	15.9 – 19.8	18.1	7
Saaremaa	16 – 17.3	16.7	2
firma	16.1 – 19.5	17.0	15
välismaa	17.4 - 19	18.5	6

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed olid sarnased varasematel aastatel läbiviidud uuringute tulemustele. Kui eelmisel aastal leiti mõne maakonna jaoks keskmisest natukene kõrgemad tulemused siis sel aastal olid keskmised jällegi mõnevõrra madalamad. 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) ja sel aastal jälle 16.4%. Tartumaal olid vastavad arvud 16.7 % (2005), 16.3% (2006), 16.6. % (2007), 16.4 % (2008), 16.5 % (2009), 17.0 % (2010) ja sel aastal 16.5%. Samas Pärnumaal jäi ka sel aastal niiskusesisaldus keskmiselt pisut kõrgemaks: 17.4 % (2005), 16.8 % (2006), 16.3 % (2007), 17.3 % (2008), 16.8 % (2009), 17.5 % (2010) ja sel aastal 17.6%. Niiskusesisalduste kõikumisi võib põhjustada kliima erinevus aastate lõikes.

Nelja viimase aasta uurimuses on mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad koos mee tootmisega tegelevate osühingutega) 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 86.2% proovidest olid väga hea kvaliteediga. Kvaliteetmee normi ületasid 4 välismaa ja 11 Eesti mee proovi.

Keskmine niiskusesisaldus oli nagu eelmiselgi aastal keskmisest pisut kõrgem.

Nelja viimase aasta uurimuses on mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad koos mee tootmisega tegelevate osühingutega) 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 109 proovis oli 18 – 65 mmooli/kg ja keskmine sisaldus 26.8 mmooli/kg. Üks proov ületas seadusega kehtestatud normi (50 mmooli/kg). 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 uuritud 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	22 - 31	24.8	8
Hiiumaa	23 - 31	27.0	2
Ida-Virumaa	28	28	1
Jõgevamaa	22 - 29	24.7	6
Järvamaa	18 - 24	20.5	4
Läänemaa	21 - 24	22.5	2
Lääne-Virumaa	20 - 23	22.0	12
Põlvamaa	22 - 65	30.9	9
Pärnumaa	21 - 42	30.0	7
Raplamaa	21 - 26	22.8	4
Tartumaa	20 - 29	24.7	12
Valgamaa	26 - 35	28.2	6
Võrumaa	21 - 45	29.9	14
Viljandimaa	21 - 38	26.4	7
Saaremaa	19 - 21	20.0	2
firma	23 - 39	28.2	15
välismaa	23 - 31	28.7	6

Tabelis 21 on toodud vabade hapete sisaldus erinevates maakondades toodetud metes. Erinevaid maakondi iseloomustavad vabade hapete sisaldused on selle ja kolme viimase aasta (2008, 2009, 2010) uuringute põhjal olnud suuremad, kui kolmel varasemal mesindusaastal, kuid paiguti on keskmine vabade hapete sisaldus sel aastal langenud. 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) ja 24.8 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) ja 24.7 mmol/kg sel aastal.

Kokkuvõtteks võib öelda, et üldiselt on Eestis müüdav mesi on vabade hapete sisalduse poolest väga hea kvaliteediga. Üks proov ületas seadusega kehtestatud normi (50 mmooli/kg). 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 uuritud aastatel selliseid proove ei

leitud. Erinevate maakondade kui ka välismaa mete vabade hapete sisaldused on selle ja kolme eelmise aasta (2008, 2009, 2010) uuringute põhjal olnud suuremad, kui kolmel varasemal mesindusaastal.

5.1.5 Elektri juhtivus

Elektri juhtivus 109 proovis oli piirides 113 - 734 $\mu\text{S/cm}$ ja keskmine juhtivus oli 223 $\mu\text{S/cm}$.

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	136 - 310	197	8
Hiiumaa	166 - 169	168	2
Ida-Virumaa	149	149	1
Jõgevamaa	144 - 358	244	6
Järvamaa	124 - 166	137	4
Läänemaa	144 - 180	162	2
Lääne-Virumaa	113 - 126	120	4
Põlvamaa	124 - 278	181	9
Pärnumaa	150 - 481	277	7
Raplamaa	131 - 285	185	4
Tartumaa	129 - 288	179	8
Valgamaa	150 - 383	249	6
Võrumaa	154 - 502	262	14
Viljandimaa	181 - 408	255	7
Saaremaa	203 - 288	296	1
firma	119 - 451	234	15
välismaa	223 - 734	329	6

Tabelis 22 on toodud elektri juhtivus erinevates maakondades toodetud metes. Kui eelmisel meendusaastal oli uuritud proovide keskmine elektri juhtivus madalam kui varasematel aastatel siis sel aastal langes keskmine elektri juhtivus veelgi. Kõigi 149 proovi 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 $\mu\text{S/cm}$ ja sel aastal vaid 223 $\mu\text{S/cm}$. Väga suur langust näitasid näiteks Harjumaa proovid: keskmine elektri juhtivus 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 $\mu\text{S/cm}$ ja sel aastal vaid 197 $\mu\text{S/cm}$. 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) ja 193 $\mu\text{S/cm}$ (2010). 2007 aasta uuringu tulemusi mõjutas lehemee lisandi esinemine õiemees ehk segamesi. Selliseid proove (juhtivus üle 500 $\mu\text{S/cm}$) oli 20, kuid osad nendest olid kanarbikumeed. Üleeelmise mesindusaasta (2008) proovide hulgas oli üle 500 $\mu\text{S/cm}$ juhtivusega proove 11, osad neist samuti kanarbikumeed ja 2 puhast lehemett (toodetud Brasiilias ja Itaalias). 2009 aasta uuringu tulemusel analüüsitud proovide hulgas oli 500 $\mu\text{S/cm}$ kõrgema juhtivusega proove 9, mõned

neist kanarbikumeed ja üks puhas lehemesi (toodetud Itaalias). Sel aastal leiti üks Eesti meeproov elektrijuhtivusega üle 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ning ühe Itaalia võilillemee elektrijuhtivuseks määrati 734 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Kokkuvõtteks võib tõdeda, et maakondi iseloomustavad keskmised elektrijuhtivused olid kõigi eelnevate aastatega võrreldes madalamad. 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, eelmisel aastal 4 ja sel aastal vaid 2. Kõigi proovide elektrijuhtivused vastasid eesti seadustes ette nähtud normidele.

5.1.6 Organoleptika

Eestis kehtiva seaduse järgi ei tohi meel olla kõrvalmaitset või -lõhna, mesi peab olema käärimistunnusteta. Käärimist võis täheldada 4 meeproovis. 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

Invertaasarvu (IN) määramist katsetati esmakordselt aastal 2008, aastal 2009 määrati invertaasarv 87 proovis, eelmisel aastal määrati invertaasarv kõigis 159 proovis (tulemused vahemikus 0 – 16.2, keskmine 8.7). Sel aastal määrati invertaasarv 94 proovis, see oli vahemikus 0 – 13.0, keskmine oli 7.3. Värske ja kuumutatamata 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 madalamad eelmise aasta omadest. Üle-eelmisel 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 5 ülimalt madala invertaasarvuga (<1.4) proovi, neist 4 olid ka HMF sisalduse järgi madalamakvaliteedilised meed. Diastaasarvu poolest oli madalakvaliteediline vaid üks eelmainitud 5 proovist. Seega näitas väga madal invertaasarv mee ülekuumutamist või liiga pikaajalist seismist, samas kui diastaasarvu järgi seda välja lugeda ei saanud. Eelmisel aastal leiti, et 95% tõenäosusega oli keskmise tugevusega korrelatsioon ($r = 0.54$) mete invertaasarvu ja diastaasarvu vahel ning ka invertaasarvu ja HMF sisalduse vahel ($r = 0.63$).

Tabel 24. Invertaasarv erinevate maakondade metes

maakond	invertaasarvu vahemik	keskmise invertaasarv	proovide arv
Harjumaa	3.9 – 10.6	7.6	7
Hiiumaa	8.0 – 9.1	8.6	2
Ida-Virumaa	8.4	8.4	1
Jõgevamaa	0.6 – 10.4	6.6	6
Järvamaa	6.9 – 10.8	8.9	2
Läänemaa	5.2 – 5.4	5.3	2
Lääne-Virumaa	2.2 – 7.4	5.0	4
Põlvamaa	1.7 – 9.1	6.1	9
Pärnumaa	0.7 – 11.5	6.3	6
Raplamaa	5.0 – 11.7	7.6	4
Tartumaa	0.9 – 10.4	6.2	11
Valgamaa	8.0 – 10.4	9.3	5
Võrumaa	3.7 – 13.0	9.0	11
Viljandimaa	0.2 – 12.3	8.0	6
Saaremaa	10.0 – 10.8	10.4	2
firma	4.1 – 10.6	8.0	13
välismaa	0.4 – 9.1	4.3	3

5.2 Välismaa mee kvaliteet

Käesolev uuring pöörab tähelepanu põhiliselt eesti meele. Eelmise aasta uuringus moodustus 16% meeproovidest välimaal toodetud kaubast, sel aastal oli vastav näitaja vaid 5.5% ehk 109 proovist 6 olid välismaal toodetud. Meed olid toodetud USAs, Venemaal, Ungaris, Itaalias ja Hispaanias.

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

-proovid mille HMF sisaldus ületab 40 mg/kg, diastaasarv 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, diastaasarv 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, diastaasarv üle 10 ja niiskusesisaldus alla 18.5%, vabade hapete sisaldus alla 40 mekv/kg ; kvaliteediklass – **“suurepärase”**

Tabel 25. Mee kvaliteet erinevatest riikides pärit proovides

Riik	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg
USA	18.6	9.8	13	26
Ungari	19.5	5.4	21	33
Ungari	19	9	7.7	30
Itaalia	18.7	27.9	21.1	29
Hispaania	17.8	13.3	27	23
Venemaa	17.4	21.8	11.5	31

Tabelis 25 on kvaliteediklass “halb” tähistatud kollasega, “võiks parem olla” sinisega ja “suurepärane” on tähistamata.

5.2.1 Üldhinnang välismaa mee kvaliteedile

Tabelist 26 on näha, et 66% meedest kuuluvad kvaliteediklassi “võiks parem olla”. Arvestades kõiki nelja näitajat koos, kuulub üks proov kvaliteediklassi “halb”, vaid üks proov viiest kuulub kvaliteediklassi „suurepärane“. Tuleb arvestada sellega, et proovide päritolumaad olid osaliselt erinevad ja mee kvaliteeti mõjutab ka tootmiskoha kliima. Võrreldes kahe esimese uuringuga (2005, 2006) on meekvaliteet paranenud, kuid võrreldes viimaste aastate uuringutega (2007-2010) halvenenud

Varasematel uuringutel on mete kvaliteediprobleemidele viidanud eelkõige HMF ja niiskusesisaldus, sellel aastal ka diastaasarv, 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. Selle aasta proovid viitavad, et probleem on siiski endiselt olemas.

Seda kinnitab normidele vastavate proovide osakaal: 0% (2005), 22% (2006), 0% (2007), 75% (2008), 80% (2009), 100% (2010), ja 50% sellel aastal.

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

Tabel 26. Välismaa mee kvaliteet erinevatel aastatel, kvaliteediklasside kaupa

aastad	“halb”, %	“võiks parem olla”, %	“suurepärane”, %
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, diastaasrv, elektrijuhtivus, vabade hapete sisaldus ja pH. Kõikidele proovidel tehti organoleptiline analüüs. Tulemuste analüüs on ära toodud käesolevas töös.

Kokku tehti 755 analüüsi. Vastavalt tellija soovile ja valikule määrati 95 proovis invertaasrv.

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 **755 analüüsi**. Proovid koguti 2010 aasta septembrist, 2011 aasta augusti alguseni. Neist kõigist määrati füüsikalis-keemilised kvaliteedinäitajad: niiskuse sisaldus, HMF sisaldus, diastaasrv, elektrijuhtivus, vabade hapete sisaldus ja pH ning 95 proovist invertaasrv. Kõikidele proovidele tehti ka organoleptiline analüüs. Üks proov kujutas endast katset ja oli võetud meepurgi ülemisest kihist.

Nagu ka kirjanduses märgitakse andsid mee kohta kõige olulisemat informatsiooni kolm füüsikalis-keemilist näitajat: HMF, diastaasrv ja niiskusesisaldus. Et saada ülevaadet 109 proovi kvaliteedi kohta (katseproovi andmetöötlusel ei arvestatud) jagati meed 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 tulpdiagrammid, 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 tulpdiagramme ei koostatud, kuna madalamakvaliteedilist mett sisaldasid vaid üksikud proovid.

Lisaks võrreldi mee füüsikalis-keemiliste näitajate keskmisi maakondade kaupa: kasutades 15 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 kuue eelmise uuringu (2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010) tulemustega.

Eraldi toodi iga mee füüsikalis-keemilise näitaja korral välja 109 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 kuue eelmise uuringu tulemustega.

Kõiki näitajaid koos arvestades oli müügiks kõlbmatuid proove 2 ehk 1.8% proovide koguhulgast. Üks proov oli toodetud Eestis ja teine oli Ungari mesi. Eelmisel aastal valminud uuringu põhjal olid samad näitajad eesti metel 5 ehk 3.7% ja välismaa metest vastasid eelmisel aastal kõik seadusega kehtestatud normidele. Mee üldine kvaliteet oli tavalisest parem.

Kvaliteediklasside jaotus erines viimase kolme aasta uuringu tulemustest: kui eelnevatel aastatel on kõige rohkem meeproove jäänud madalamasse kvaliteediklassi suurema HMF sisalduse tõttu, siis sel aastal oli selleks näitajaks hoopis niiskusesisaldus. Niiskusesisaldusega üle 18.5% oli sel aastal 13.8% kõikidest proovidest.

HMF

Eesti erinevate piirkondade mee on iseloomulik ühtlaselt väga madal HMF sisaldus. Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on sarnased kuuel eelmisel aastal läbiviidud uuringute tulemustele, kuid osades maakondades on sellel aastal esinenud tavapärasest kõrgemaid kontsentratsioone. Jõgevamaal, Valgamaal ja Pärnumaal ületas 1 proov ja Tartumaal 2 proovi kvaliteetmee normi, Viljandimaal ületas üks proov seadusega ettenähtud normi. Üksikuid selliseid proove leiti erinevates maakondades ka eelmistel aastatel tehtud uuringute käigus. Nelja viimase mesindusaasta jooksul on igal aastal esinenud mõned madalakvaliteedilise mee proovid vaid Viljandi maakonnas.

Kui varasemate aastate uuringutes (2007-2010) esines erinevus mee kvaliteedis tootmisega tegelevate firmade ja väiketootjate vahel siis selle aasta tulemustes sellist erinevust ei täheldatud ehk **firmade mesi on keskmiselt sama kvaliteetne kui väiketootjate oma.** Firmade mee kvaliteet on võrreldes eelmistel aastatel tehtud uuringutega veelgi paremaks läinud, juba kolme eelmise aasta uuringute (2008-2010) tulemused näitasid kvaliteedi paranemist. **Sellel aastal oli madalama kvaliteediga mee osakaal firmade mees vaid 6%.** Madalamakvaliteedilist mett esines vaid 1 firmal ja kõikide firmade toodang vastas HMF osas seadusega ettenähtud normile.

Vaadeldes madalama kvaliteediga mee osakaalu erinevates kaubandusasutustes leiti juba teist aastat tavalisest madalam meekvaliteet turult ostetud proovides. Eelmiste aastatega võrreldes on paranenud poodidest ostetud mee kvaliteet. Kõigi aastate lõikes on näha paranemistrendi supermarketite meekvaliteedis. Parim mesi on aastate lõikes võetuna laatadel. Seitsme aasta tulemuste põhjal paraneks mee kvaliteet ostukoha tüübi järgi järgmises reas: selver→ pood→ mesinik→ turg →laat.

Diastaasarv

Diastaasarvu järgi olid 4 meeproovi madalakvaliteedilised, neist 2 jäid alla seadusega kehtestatud normi. Proovide kvaliteet diastaasarvu järgi sarnanes aastate 2005 ja 2006 uuringutele, kus leiti mõned keskmisest madalamad diastaasarvud. Aastal 2007 leiti vaid 1 madalakvaliteediline meeproov, 2008-2010 mitte ühtegi.

Erinevust firmade mee ja väiketootjate mee keskmise diastaasarvu vahel sel aastal ei leitud. Nagu sellelgi aastal on ka aastate lõikes diastaasarvu järgi madalama kvaliteedilist mett kõige rohkem müügil supermarketites.

Niiskusesisaldus

Analüüsitud meeproovide kvaliteet niiskusesisalduse järgi oli hea. Seadusega kehtestatud normile vastasid kõik proovid ja 86.2% proovidest olid väga hea kvaliteediga. Kvaliteetmee normi (>18.5%) ületasid 4 välismaa ja 11 Eesti meeproovi.

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed olid sarnased varasematel aastatel läbiviidud uuringute tulemustele. Kui eelmisel aastal leiti mõne maakonna jaoks keskmisest natukene kõrgemad tulemused siis sel aastal olid keskmised jällegi mõnevõrra madalamad. Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine niiskusesisaldus sama. Niiskusesisalduste erinevusi aastate lõikes põhjustavad erinevad kliimatingimused.

Vabade hapete sisaldus

Selle näitaja poolest on Eestis müüdav mesi väga hea kvaliteediga. Üks proov ületas seadusega kehtestatud normi (50 mmooli/kg). 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 uuritud aastatel selliseid proove ei leitud. Erinevate maakondade kui ka välismaa meede vabade hapete sisaldused on selle ja kolme eelmise aasta (2008, 2009, 2010) uuringu 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. Sellel aastal on esinenud üksikuid tavapärasest halvemaid tulemusi. Vaata tabelit Lisa 3.

Elektrijuhtivus

Maakondi iseloomustavad keskmised elektrijuhtivused olid kõigi eelnevate aastatega võrreldes 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, eelmisel aastal 4 ja sel aastal vaid 2. Kõigi proovide elektrijuhtivused vastasid eesti seadustes ette nähtud normidele.

Organoleptiline analüüs

Organoleptiline analüüs andis toetavat informatsiooni mee kvaliteedi hindamisele füüsikalise-keemiliste näitajate järgi. Eestis kehtiva seaduse järgi ei tohi meel olla kõrvalmaitset või -lõhna, mesi peab olema käärimistunnusteta. Käärimist võis täheldada 4 meeproovis. 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 94 proovis invertaasarv ja see oli piirides 0 – 13.0 ja keskmine 7.3. Selle aasta uuringute tulemusel saadud invertaasarvud olid madalamad eelmise aasta omadest. Kokku oli sel aastal 5 ülimalt madala invertaasarvuga (<1.4) proovi, neist 4 olid ka HMF sisalduse järgi madalamakvaliteedilised meed. Diastaasarvu poolt oli madalakvaliteediline vaid üks eelmainitud 5 proovist. Seega näitas väga madal invertaasarv mee ülekuumutamist või liiga pikaajalist seismist, samas kui diastaasarvu järgi seda välja lugeda ei saanud. Eelmisel aastal leiti, et 95% tõenäosusega oli keskmise tugevusega korrelatsioon ($r = 0.54$) mete invertaasarvu ja diastaasarvu vahel ning ka invertaasarvu ja HMF sisalduse vahel ($r = 0.63$).

Välismaa mee kvaliteet

Käesolev uuring pöörab tähelepanu põhiliselt eesti meele. Sellel aastal on välismaa mee kvaliteet halvenenud. Üks proov oli müügiks kõlbmatu. Sellel aastal kuulusid 66 % välismaal toodetud metest kvaliteediklassi “võiks parem olla” ja 17 % toodetust kvaliteediklassi „halb“.

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

Varasematel uuringutel on välismaa mete kvaliteediprobleemidele viidanud eelkõige HMF ja niiskusesisaldus, sellel aastal ka diastaasarv, seega võib oletada mete ülekuumutamist, võimalik ka, et pikaajalist säilitamist ja müüki. Mõjutada võib ka mee päritolumaade kliima.

Sarnaselt eelmiste uuringute tulemustele on olulisemate meekvaliteedi näitajate osas välismaa toodangut iseloomustavad arvulised näitajad ja kohalikku 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 on taaskord halvenenud. 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 31.08.11
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-Epitheorisi*, 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>, 31.08.11
15. Biochrom Ltd. Measurement of honey quality, <http://www.biochrom.co.uk/pdf/appspec/specapp60.pdf>, 31.08.11
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>, 31.08.11

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, 31.08.11
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 Mille. 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 31.08.11
46. Yilmaz H, I Küfrevioglü. 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> 31.08.11
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> 31.08.11
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-Katrili. 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/spravochnik/spravochnik4_5.htm 31.08.11
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> 31.08.11

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 V. 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(7), lk 458 – 463, 2010

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
21.08.2010	1_2011	Loksa laat	16.1	27.8	1.9	23	122	3.38
21.08.2010	2_2011	Loksa laat	17.7	24.3	3.8	20	126	3.51
29.09.2010	3_2011	mesinikult	17.8	27.6	38.4	24	355	3.91
30.10.2010	4_2011	Nõmme turg	17.7	26.7	4.8	21	190	3.52
30.10.2010	5_2011	Nõmme turg	19.4	29.8	3.8	32	176	3.34
30.10.2010	6_2011	Nõmme turg	16.1	24.6	5.8	21	180	3.74
30.10.2010	7_2011	Balti jaama aianduspood	16.7	32.8	5.8	27	225	3.64
30.10.2010	8_2011	Balti jaama aianduspood	17.3	24.2	7.7	25	268	3.78
30.10.2010	9_2011	Bioteek, Kalamaja	18.7	27.9	21.1	29	734	4.59
30.10.2010	10_2011	Bioteek, Kalamaja	15.9	30.9	1.9	21	267	4.01
30.10.2010	11_2011	Balti jaama turg	17.4	21.8	11.5	31	233	3.62
30.10.2010	12_2011	Balti jaama turg	16	16.7	3.8	20	137	3.56
30.10.2010	13_2011	Balti jaama turg	19.1	28	<1	21	126	3.5
30.10.2010	14_2011	Balti jaama aianduspood	16	23	<1	19	388	3.49
30.10.2010	15_2011	Balti jaama aianduspood	18.2	33.7	5.8	35	233	3.43
30.10.2010	16_2011	Balti jaama aianduspood	16.7	20	1.9	22	136	3.44
30.10.2010	17_2011	Balti jaama aianduspood	17.3	25	1.9	21	203	3.8
30.10.2010	18_2011	Balti jaama aianduspood	17.3	28.2	1.9	23	147	3.52
30.10.2010	19_2011	Balti jaama aianduspood	17	19.5	1.9	21	154	3.61
30.10.2010	20_2011	Balti jaama aianduspood	18.3	19.6	<1	22	261	3.58
30.10.2010	21_2011	Balti jaama	16.3	19.9	4.8	24	395	4.3

Kuu- päev	Proovi nr.	Proovivõtukoht	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg	El.juhtivus uS/cm	pH
		aianduspood						
6.11.2010	22_2011	Tartu turg	16.8	19.2	4.8	22	274	3.92
6.11.2010	23_2011	Tartu turg	16.9	10.5	15.4	20	132	3.54
6.11.2010	24_2011	Tartu turg	16.7	16.6	3.8	26	235	3.8
6.11.2010	25_2011	Tartu turg	17.1	11.4	29	29	358	3.59
6.11.2010	26_2011	Tartu turg	16.3	17.4	9.6	29	172	3.52
6.11.2010	27_2011	Tartu turg	18.2	18.7	1.9	22	140	3.55
6.11.2010	28_2011	Tartu turg	16.7	19.2	2.9	23	153	3.47
6.11.2010	29_2011	Tartu turg	15.1	23.1	6.7	24	192	3.84
6.11.2010	30_2011	Tartu turg	16.1	15.6	5.8	26	137	3.55
6.11.2010	31_2011	Tartu turg	16.3	23.1	3.8	21	129	3.57
6.11.2010	32_2011	Tartu turg	17	25.7	7.7	27	163	3.59
6.11.2010	33_2011	Tartu turg	16.9	32.9	3.8	25	233	3.86
6.11.2010	34_2011	Tartu turg	15	23.5	11.5	26	227	3.77
6.11.2010	35_2011	Võru turg	15.1	26.7	7.7	22	144	3.61
6.11.2010	36_2011	Võru turg	18.1	36.6	5.8	34	235	3.6
6.11.2010	37_2011	Võru turg	17.4	25	9.6	30	206	3.64
6.11.2010	38_2011	Võru turg	19.4	44.7	3.8	45	258	3.44
6.11.2010	39_2011	Võru turg	16.3	36.2	6.7	35	241	3.57
6.11.2010	40_2011	Võru turg	15.5	39.4	7.7	27	238	3.81
6.11.2010	41_2011	Võru turg	15.9	23.1	9.6	32	222	3.58
6.11.2010	42_2011	Võru turg	16.1	32.1	4.8	36	288	3.79
6.11.2010	43_2011	Võru turg	17	21	8.6	30	189	3.62
6.11.2010	44_2011	Võru turg	18.9	25.1	4.8	27	190	3.71
6.11.2010	45_2011	Võru turg	16.5	19.2	6.7	28	168	3.53
6.11.2010	46_2011	Võru turg	15.9	13	10.6	22	124	3.59
23.11.2010	47_2011	mesinikult	18.9	25.1	2.9	28	198	3.38
23.11.2010	48_2011	mesinikult	19.8	31.7	2.9	28	218	3.54
25.11.2010	49_2011	mesinikult	15.9	19	2.9	21	285	4.02

Kuu- päev	Proovi nr.	Proovivõtukoht	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg	El.juhtivus uS/cm	pH
18.12.2010	50_2011	Rapla jõululaat	16.1	18.2	5.8	21	131	3.59
11.01.2011	51_2011	Rapla, Konsum	16.7	19.2	5.8	23	138	3.64
11.01.2011	52_2011	Rapla, Konsum	16.3	18.3	7.7	25	165	3.57
11.01.2011	53_2011	Rapla, Konsum	16.5	25.3	7.7	29	169	3.58
18.01.2011	54_2011	Rapla, Maxima	17.4	21.1	10.6	35	451	4.18
18.01.2011	55_2011	Rapla, Maxima	17.3	20.2	23	33	220	3.57
2.02.2011	56_2011	mesinikult	17	20.1	3.8	23	166	3.9
17.02.2011	57_2011	mesinikult	15.5	12.9	3.8	23	140	3.6
2.03.2011	58_2011	mesinikult	17.4	18.9	7.7	23	156	3.5
5.03.2011	59_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	16.9	31.5	5.8	39	407	3.8
5.03.2011	60_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	17	35	3.8	30	384	3.9
5.03.2011	61_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	17	11.4	7.7	21	181	3.8
5.03.2011	62_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	17.5	16.7	3.8	22	118	3.6
5.03.2011	63_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	15.9	25.9	2.9	27	177	3.6
5.03.2011	64_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	15.5	16.4	1.9	19	130	3.6
5.03.2011	65_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	17.1	7	192	38	408	4
5.03.2011	66_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	16.1	19.9	11.5	22	148	3.6
5.03.2011	67_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	16.8	35.8	13.4	42	481	4
5.03.2011	68_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	17.4	16.7	13.4	27	178	3.7
5.03.2011	69_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	16.5	19.2	5.8	24	144	3.8
5.03.2011	70_2011	Meepäevad,	16.3	24.3	3.8	23	140	3.7

Kuu-päev	Proovi nr.	Proovivõtukoht	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg	El.juhtivus uS/cm	pH
		Lillepaviljon						
5.03.2011	71_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	19.4	22.6	3.8	65	278	3.4
5.03.2011	72_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	16.9	23.6	5.8	31	185	3.6
5.03.2011	73_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	16.9	26.3	3.8	26	383	4.1
5.03.2011	74_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	16.7	26.2	3.8	26	220	3.8
5.03.2011	75_2011	Meepäevad, Lillepaviljon	16.7	22.7	2.9	34	341	4
14.03.2011	76_2011	Karmani pood, Rapla	16.8	17.5	4.8	26	184	3.7
15.04.2011	77_2011	Tartu Maamess	15.9	19.9	6.7	26	144	3.7
15.04.2011	78_2011	Tartu Maamess	15.8	22.5	6.7	28	150	3.8
7.05.2011	79_2011	Narva laat	16.5	24.4	1.9	27	150	3.4
7.05.2011	80_2011	Narva laat	16.3	21.7	4.8	28	149	3.5
7.05.2011	81_2011	Narva laat	16.1	32.1	3.8	24	151	3.6
7.05.2011	82_2011	Narva laat	17	15.8	4.8	23	119	3.6
7.05.2011	83_2011	Narva laat	16.1	15.6	5.8	23	113	3.5
7.05.2011	84_2011	Narva laat	17.7	21.2	5.8	27	157	3.6
7.05.2011	85_2011	Narva laat	17.3	23.7	3.8	31	169	3.5
7.05.2011	86_2011	Narva laat	16.3	26.1	27	25	151	3.6
7.05.2011	87_2011	Narva laat	16.9	14	3.8	28	277	4
7.05.2011	88_2011	Narva laat	17	18.4	9.6	28	202	3.7
7.05.2011	89_2011	Narva laat	15.9	27.7	2.9	29	288	4
7.05.2011	90_2011	Narva laat	19.3	23.4	3.8	36	225	3.5
7.05.2011	91_2011	Narva laat	17.1	32.5	3.8	29	264	3.8
7.05.2011	92_2011	Narva laat	16	21.6	3.8	28	190	3.7
7.05.2011	93_2011	Narva laat	17.8	38	5.8	31	215	4.2
7.05.2011	94_2011	Narva laat	18.5	25	4.8	23	127	3.5

Kuu- päev	Proovi nr.	Proovivõtukoht	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg	El.juhtivus uS/cm	pH
18.05.2011	95_2011	Hispaania	17.8	13.3	27	23	280	4.1
21.06.2011	96_2011	mesinikult	15.6	19.8	<1	25	310	4.2
2.07.2011	97_2011	Tallinn, Keskturg	17.1	14.9	5.8	24	166	3.7
2.07.2011	98_2011	Tallinn, Keskturg	17.5	13.2	<1	18	124	3.6
2.07.2011	99_2011	Tallinn, Keskturg	19	26.9	<1	25	436	4.3
2.07.2011	100_2011	Tallinn, Keskturg	19.1	31.5	5.8	22	321	4
2.07.2011	101_2011	Tallinn, Keskturg	17.7	15	11.5	21	150	3.6
7.07.2011	102_2011	Tartu turg	16.3	13	1.9	23	308	4.2
7.07.2011	103_2011	Tartu turg	19.8	0	25	35	232	3.8
7.07.2011	104_2011	Tartu turg	18.3	21.5	<1	27	269	3.9
7.07.2011	105_2011	Tartu turg	16.8	20.1	<1	26	502	4.4
11.07.2011	106_2011	Rapla, Konsum	17.4	15	9.6	28	217	3.7
11.07.2011	107_2011	Rapla, Konsum	19.5	5.4	21	33	249	3.4
11.07.2011	108_2011	Rapla, Konsum	16.8	10.5	5.8	25	176	3.6
11.07.2011	109_2011	Rapla, Konsum	19	9	7.7	30	223	3.5
11.07.2011	110_2011	Rapla, Konsum	18.6	9.8	13	26	255	3.9

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

Kuu- päev	Proovi nr.	Invertaas U/kg	Invertaas- arv	Kuu- päev	Proovi nr.	Invertaas U/kg	Invertaas- arv
21.08.2010	1_2011	54	7.35	25.11.2010	49_2011	85.8	11.68
21.08.2010	2_2011	42.9	5.84	18.12.2010	50_2011	55.6	7.57
29.09.2010	3_2011	49.2	6.70	11.01.2011	51_2011	44.5	6.06
30.10.2010	4_2011	55.6	7.57	11.01.2011	52_2011	49.2	6.70
30.10.2010	5_2011	36.6	4.98	11.01.2011	53_2011	55.6	7.57
30.10.2010	6_2011	38.1	5.19	18.01.2011	54_2011	69.9	9.52
30.10.2010	7_2011	28.6	3.89	18.01.2011	55_2011	30.1	4.10
30.10.2010	8_2011	69.9	9.52	2.02.2011	56_2011	58.8	8.01
30.10.2010	9_2011	66.7	9.08	17.02.2011	57_2011	23.8	3.24
30.10.2010	10_2011	90.5	12.32	2.03.2011	58_2011	69.9	9.52
30.10.2010	11_2011	23.8	3.24	5.03.2011	59_2011	62	8.44
30.10.2010	12_2011	47.6	6.48	5.03.2011	60_2011	57.2	7.79
30.10.2010	13_2011	79.4	10.81	5.03.2011	61_2011	42.9	5.84
30.10.2010	14_2011	73.1	9.95	5.03.2011	62_2011	15.9	2.16
30.10.2010	15_2011	77.8	10.59	5.03.2011	63_2011	76.3	10.39
30.10.2010	16_2011	38.1	5.19	5.03.2011	64_2011	50.9	6.93
30.10.2010	17_2011	79.4	10.81	5.03.2011	65_2011	1.6	0.22
30.10.2010	18_2011	77.8	10.59	5.03.2011	66_2011	44.5	6.06
30.10.2010	19_2011	74.7	10.17	5.03.2011	67_2011	55.6	7.57
30.10.2010	20_2011	58.8	8.01	5.03.2011	68_2011	12.7	1.73
30.10.2010	21_2011	73.1	9.95	5.03.2011	69_2011	39.7	5.41
6.11.2010	22_2011	76.2	10.37	5.03.2011	70_2011	50.9	6.93
6.11.2010	23_2011	6.3	0.86	5.03.2011	71_2011	47.7	6.49
6.11.2010	24_2011	69.9	9.52	5.03.2011	72_2011	60.4	8.22
6.11.2010	25_2011	4.7	0.64	5.03.2011	73_2011	58.8	8.01
6.11.2010	26_2011	34.9	4.75	5.03.2011	74_2011	47.7	6.49
6.11.2010	27_2011	49.2	6.70	5.03.2011	75_2011	84.2	11.46
6.11.2010	28_2011	61.9	8.43	14.03.2011	76_2011	36.6	4.98
6.11.2010	29_2011	55.6	7.57	15.04.2011	77_2011	30.2	4.11
6.11.2010	30_2011	46	6.26	15.04.2011	78_2011	60.4	8.22
6.11.2010	31_2011	41.3	5.62	7.05.2011	79_2011	76.3	10.39
6.11.2010	32_2011	49.2	6.70	7.05.2011	80_2011	62	8.44
6.11.2010	33_2011	65.1	8.86	7.05.2011	81_2011	63.6	8.66
6.11.2010	34_2011	63.5	8.65	7.05.2011	82_2011	55.6	7.57
6.11.2010	35_2011	61.9	8.43	7.05.2011	83_2011	35	4.77
6.11.2010	36_2011	87.4	11.90	7.05.2011	84_2011	57.2	7.79
6.11.2010	37_2011	49.2	6.70	7.05.2011	85_2011	66.8	9.09
6.11.2010	38_2011	95.3	12.98	7.05.2011	86_2011	11.1	1.51
6.11.2010	39_2011	69.9	9.52	7.05.2011	87_2011	54	7.35
6.11.2010	40_2011	69.9	9.52	7.05.2011	88_2011	23.8	3.24
6.11.2010	41_2011	61.9	8.43	7.05.2011	89_2011	76.3	10.39
6.11.2010	42_2011	85.8	11.68	7.05.2011	90_2011	27	3.68
6.11.2010	43_2011	55.6	7.57	7.05.2011	91_2011	74.7	10.17
6.11.2010	44_2011	81	11.03	7.05.2011	92_2011	66.8	9.09
6.11.2010	45_2011	52.4	7.13	7.05.2011	93_2011	4.8	0.65
6.11.2010	46_2011	27	3.68	7.05.2011	94_2011	57.2	7.79
23.11.2010	47_2011	76.2	10.37	18.05.2011	95_2011	3.2	0.44
23.11.2010	48_2011	58.8	8.01				

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	IN
Viljandimaa	18.1	23.2	31.1	26.4	254.7	8.0
min	15.9	7	1.9	21	181	0.2
max	19.8	31.7	192	38	408	12.3
Pölvamaa	16.9	20.1	7.5	30.9	180.8	6.1
min	15.8	13	2.9	22	124	1.7
max	19.4	25.7	13.4	65	278	9.1
Hiiumaa	17.2	21.9	3.8	27.0	168	8.6
min	17	20.1	3.8	23	166	8.0
max	17.3	23.7	3.8	31	169	9.1
Järvamaa	17.3	18.1	2.4	20.5	136.5	8.9
min	15.5	13.2	1	18	124	6.9
max	19.1	28	5.8	24	166	10.8
Läänemaa	16.3	21.9	5.8	22.5	162.0	5.3
min	16.1	19.2	5.8	21	144	5.2
max	16.5	24.6	5.8	24	180	5.4
Jõgevamaa	16.7	21.0	8.7	24.7	243.7	6.6
min	15.1	11.4	1	22	144	0.6
max	18.3	32.9	29	29	358	10.4
Harjumaa	16.8	23.4	5.4	24.8	196.9	7.6
min	15.6	18.9	1	22	136	3.9
max	17.4	32.8	11.5	31	310	10.6
Valgamaa	17.0	24.7	8.3	28.2	248.5	9.3
Min	15	16.6	1.9	26	150	8.0
Max	19.8	32.5	25	35	383	10.4
Võrumaa	17.2	27.6	4.9	29.9	262.2	9.0
min	15.5	13	1	21	154	3.7
max	19.4	44.7	9.6	45	502	13.0
Pärnumaa	17.6	27.9	11.4	30.0	276.9	6.3
min	16.7	15	2.9	21	150	0.7
max	19.4	38	38.4	42	481	11.5
Lääne-Virumaa	16.9	21.1	3.8	22.0	119.8	5.0
Min	16.1	15.6	1.9	20	113	2.2
max	17.7	27.8	5.8	23	126	7.4
Ida-Virumaa	16.3	21.7	4.8	28.0	149.0	8.4
min	16.3	21.7	4.8	28	149	8.4
max	16.3	21.7	4.8	28	149	8.4
Raplamaa	16.4	18.5	4.8	22.8	184.5	7.6
min	15.9	17.5	2.9	21	131	5.0
max	16.8	19.2	5.8	26	285	11.7
Saaremaa	16.7	24.0	1.5	20.0	295.5	10.4
min	16	23	1	19	203	10.0
max	17.3	25	1.9	21	388	10.8
Tartumaa	16.5	20.3	7.1	24.7	179.4	6.2
min	15.1	10.5	1	20	129	0.9
max	18.3	27.7	27	29	288	10.4
välismaa	18.3	16.4	16.1	27.8	345.0	4.3
min	17.4	9	7.7	23	223	0.4
max	19	27.9	27	31	734	9.1
firmad	17.2	22.1	8.0	28.5	235.0	8.0
min	16.1	5.4	3.8	23	119	4.1
max	19.5	35	23	39	451	10.6