

**MEEPROOVIDE KOGUMINE
ANALÜÜSIKS
JA MEE KVALITEEDI
MÄÄRAMINE**

Töövõtuleping PR-6-3.1-1

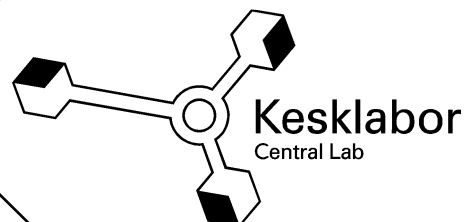
ja
JÄÄKAINED MEEPROOVIDES
Töövõtuleping PR-6-3.1-2

Koondaruanne

Tallinn 2010

Tarmo Pauklin
Juhatuse liige

Ülis Sõukand, MSc
Koostaja



SISUKORD

1. LÄHTEÜLESANNE	2
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	3
2.1 Mesi ja mee liigid	3
2.2 Üldnõuded meele	4
2.3 Mee füüsilis-keemilised kvaliteedinäitajad	5
<i>Hüdroksümetüülfurfuraali sisaldus</i>	5
<i>Diastaasarv</i>	9
<i>Invertaasarv</i>	12
<i>Niiskusesisaldus</i>	14
<i>Fruktoosi- ja glükoosisisaldus</i>	16
<i>Sahharoosisisaldus</i>	18
<i>Vees lahustumatute ainete sisaldus</i>	19
<i>Elektrijuhtivus</i>	20
<i>Vabade hapete sisaldus</i>	21
<i>Eripöörang</i>	22
<i>Metallide sisaldus</i>	23
<i>Proliini sisaldus</i>	25
2.4 Mee kvaliteedi hindamine	27
<i>Meekvaliteedi hindamine Eestis</i>	25
<i>Meekvaliteedi hindamine teistes maades</i>	28
3. PROOVIVÕTT	30
4. MÄÄRAMISMETOODIKAD	34
5. TULEMUSED	36
5.1 Meekvaliteedi uuringud	36
<i>HMF</i>	36
<i>Diastaasarv</i>	41
<i>Niiskusesisaldus</i>	44
<i>Vabade hapete sisaldus</i>	46
<i>Elektrijuhtivus</i>	47
<i>Organoleptika</i>	48
<i>Suhkrute sisaldus</i>	48
<i>Metallide sisaldus</i>	50
<i>Arseen</i>	50
<i>Kaadmium</i>	50
<i>Plii</i>	50
<i>Ülejäänud metallid</i>	50
<i>Invertaasarv</i>	52
5.2 Välismaa mee kvaliteet	53
6. LÄHTEÜLESANDE TÄITMINE	55
7. KOKKUVÕTE	56
KASUTATUD KIRJANDUS	60
LISAD	65

1. LÄHTEÜLESANNE

Töö teostati vastavalt lepingutele PR-6-3.1-1 (01.09.09) ja PR-6-3.1-2 (26.10.09). Töö lähteülesandeks oli koguda erinevatest müügikohtadest eri Eesti piirkondades analüüsiks 160 meeproovi. Kõigist proovidest määrata keemilised kvaliteedinäitajad: niiskus, HMF sisaldus, diastaasarv, elektrijuhtivus ja vabade hapete sisaldus. Kõigile proovidele tuli teha organoleptiline analüüs.

Jääkained oli vaja määrata 30 meeproovis. Neist proovidest tuli määrata 15 erinevat keemilist näitajat, põhiliselt metalle ja sealhulgas raskmetalle. Määramisele kuulusid: arseen, alumiinium, boor, baarium, kaadmium, koobalt, kroom, vask, mangaan, molübdeen, nikkel, plii, antimon, seleen ja tsink. Täiendavalt kohustuti määrama 30 meeproovist ka suhkrute (glükoos, fruktoos, sahharoos) sisaldus, selleks et kontrollida, kas mee ei ole lisatud suhkrulahust.

Määrata tellija poolt välja valitud proovides proliin ja invertaas.

Analüüsitulemuste alusel tuli koostada ülevaade mee kvaliteedi kohta ja jääkainete sisalduse kohta analüüsitud proovides.

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 meelega

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

2.3 Mee füüsikalised-keemilised kvaliteedinäitajad

2.3.1 Hüdroksümetüülfurfuraali sisaldus

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

2.3.1.1 Seadused ja normid

Eesti seaduses esitatud norm 40 mg/kg on osutunud otstarbekaks nii Euroopa Liidu maades kui ülemaailmses meekaubanduses. Ülemaailmse meeagentuuri (IHA) 10 viimase aasta rutiinse meekontrolli käigus oli üle 90 % toormeeproovidest (kokku 30000) alla 30 mg/kg HMF. Sellest allpool oli ka 85% töödeldud ja segatud mee proovidest (kokku 2000) [3]. Erand tehakse Eesti seaduses vaid troopilise kliimaga piirkondadest pärit 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 diastaasrivi 3 (Schade'i skaala järgi) omavale tsitrusemeele. Põhjuseks on tõenäoliselt soov vältida tsitruseme rikkumist ülekuumutamise, sest ülimald diastaasrivi 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. Keskmise HMF sisaldus mees erinevate kirjandusallikate järgi

riik	aasta	proovide arv	keskmise HMF sisaldus mg/kg*	viide
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]
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 tsitrusemeel 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 on HMF tekkekiirus mee koostisest ja võib oluliselt varieeruda. *Fallicio et al 2009* sai HMF tekkekiiruseks 25 °C juures vähima tulemuse 0.26 mg/kg/kuus pähklimeel ja suurima tulemuse 3.3 mg/kg/kuus eukalüptimeel, ülejäänud mee liikides jäi HMF tekkimise kiirus nende kahe tulemuse vahele. Teiseks väidab sama autor, et HMF sisalduse kasv mee hoidmisel toatemperatuuril (25 °C) ei ole pidev, erinevalt kuumutamisest mille korral HMF sisaldus pidevalt suureneb. Pikema ajavahemiku jooksul (1.5 aastat) toimub küll HMF sisalduse kasv, kuid vahepeal võib selle aine sisaldus mees ka langeda. Autorid osutavad faktile, et paljud nende poolt uuritud meed, mille HMF sisaldus oli 10 kuuga jõudnud 40 mg/kg, on mõõtmisandmete järgi mõne kuu pärast jälle madalama HMF sisaldusega. Teisiti öeldes muutub müügikõlbmatu mesi iseenesest jälle müügikõlblikuks [90].

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

2.3.1.3 Metoodikad

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

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

Lisaks kolmele enam tuntud meetodile on hiljuti katsetatud GC-MS koos SPE või vedelik-vedelik ekstraktsiooniga [77], elektrokeemilist meetodit [60] ja biosensoreid [61]. Kaks viimati nimetatud meetodid ei hakka suure tõenäosusega kolmele enamkasutatavale konkurentsi pakkuma.

Käesoleval 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 tärklist 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. Keskmise diastaasarv mees, mis on leitud erinevatest kirjandusallikatest

riik	aasta	proovide arv	keskmise diastaasarv *	viide
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]
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 kuulvatelt taimedelt (*Viguiera dentata* var. *helianthoides*) pärit mesi ligikaudu poole aastaga umbes 35% diastaasi aktiivsusest ja tatraliste sugukonda kuulvatelt 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 tsitrusemeel proovil. Pooleteise aasta seismise järel olid 8 madalama diastaasarvuga kuue meeproovi tulemused, mis kõik olid looduslikult madala diastaasarvuga tsitrusel ja akaatsiameel [90].

Castro-Vazquez et al 2008 kinnitab, et tsitrusemeel 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 diastaasisalduse 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 normeeri. Soovitatavaks värsket kuumutamata mee invertaasarvuks (IN) on 10 ja looduslikult madala ensüümisaldusega värsketele meele 4. Invertaasi aktiivsuse järgi hinnatakse mee kvaliteeti Belgia, Saksamaa ja Hispaania mesindusorganisatsioonide kehtestatud normide alusel [3]. Samuti mõõdetakse selle ensüümi sisaldust laialdaselt ka Itaalias ja Šveitsis [27].

2.3.4.2 Kirjanduse ülevaade

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

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

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

Tabel 5. Temperatuuri mõju invertaasi 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 värskeuse näitaja. Enamuste uuringute põhjal on invertaasi ja diastaasi aktiivsuste vahel tugev korrelatsioon. *Oddo et al 1999* sai 499 värsket 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 invertaasisisalduse varieeruvus väga suur [3]. Invertaasi hulk mees sõltub mesilaste vanusest, koloonia arengustaadiumist, nektari lisandumise kiirusest, keskkonnatingimustest ja mesinike töövõtetest. Invertaasi sisalduse abil on võimalik vahet teha õie ja lehemeel [74]. Kõige kõrgem invertaasisisaldus on lehemees, seejärel õie- ja 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 invertaasisisaldusega meed on kõik suvised meed. [75]. Tabelisse 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	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 hüdrolyüsitakse (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 nitrofenool aniooniks. Saadud lahuse värvus mõõdetakse lainepikkusel 400 nm.

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

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

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

2.3.4.4 Kriitika

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

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

2.3.5 Niiskusesisaldus

Kahe eelmainitud kvaliteedinäitaja kõrval on väga oluline mee niiskusesisaldus. Suure niiskusesisaldusega mesi võib käärima minna. Niiskusesisalduse määramisega saadakse ka mee murdumisnäitaja.

2.3.5.1 Seadused ja normid

Eesti seaduse järgi võib mee niiskusesisaldus olla kuni 20%, kanarbiku(*Calluna*)- ja pagarimees kuni 23%; Kanarbikust saadud pagarimees kuni 25%. IHA rutiinse meekontrolli käigus aastatel 1989-97 (30000 proovi) oli 91 – 95 % kõikidest proovidest veesisaldus alla 20%. Eelmise neli aastat varem kehtestatud seaduse järgi võis mee niiskusesisaldus olla 21% [1]. See norm (21% niiskust) on ainus mee koostist iseloomustav näitaja, mida täidetakse üle maailma. Mitmed Euroopa riigid (Saksamaa, Belgia, Austria, Itaalia, Saksamaa, Šveits, Hispaania jt.) nimetavad maksimaalselt 17.5 – 18.5 niiskusesisaldusega mett kvaliteetmeks [3] Kanada 1 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	keskmine niiskusesisaldus % *	viide
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	2003	27	17.6	[34]
Slovakkia	2003	244	17.4	[44]
Hispaania	2001-2003	73	17.6	[41]
Brasiilia	2002	37	18.7	[85]
Pakistan	2000	40	17.5	[10]
Tsehhi	1999	30	15.5	[29]
Türgi	1998	45	16.0	[46]

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

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 hügroskoopsust muuta, erinevate meesortide jaoks erinev fruktoosi/glükoosi suhe [51].

2.3.5.3 Metoodikad

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

2.3.5.4 Kriitika

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

2.3.6 Fruktoosi- ja glükoosisisaldus

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

2.3.6.1 Seadused ja normid

Eesti seaduse järgi peab fruktoosi- ja glükoosisisaldus õiemees olema vähemalt 60g 100g kohta; lehemees ja lehemee ning õiemee segus vähemalt 45 grammi 100 grammi kohta. Selline norm põhineb laialdastel rahvusvahelistel analüüsidel ja on tavaliselt saavutatav üle 90% meede puhul. Lehemee norm on madalam, kuna lehemesi sisaldab mitteredutseerivaid oligosahhariide: melitoosi, 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] ning 2008 aastal võetud 30 proovis oli keskmiselt fruktoosi 36.2%, glükoosi 31.2%.

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 toitmise 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 tsitrusel (*Citrus spp*) saadud mees kuni 10 grammi 100 grammi kohta. Lavendlist (*Lavendula spp*) või harilikust kurgirohust (*Borago officinalis*) saadud mees kuni 15 grammi 100 grammi kohta [2]

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

2.3.7.2 Kirjanduse ülevaade

Mee sahharoosisisaldus võib varieeruda piirides 0.25-7.57% [19]. Kirjanduse andmetel esineb väga erinevaid sahharoosi kontsentratsioone. Näiteks Pakistanist pärit erinevate taimede mees: kreekturna mees keskmiselt 1.1% ja ristikumemes 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 lavendlimees, mille sahharoosi sisaldus võib olla kuni 15%. 15 Hispaania tsitrusemees oli sahharoosi 9.4-16.3%, norm lubab tsitrusemees kuni 10 % sahharoosi sisaldust [28]. Korea mees oli keskmiselt vaid 0.7% sahharoosi ja sellesse riiki toodud mees 1.1 % sahharoosi [20]. Soomlaste toodetud 50 mees oli enamasti sahharoosi alla 5% [23]. Türgis 2004 aastal kogutud 35 õiemee proovis oli keskmine sahharoosisisaldus 5.28 % (maksimaalne 23.64%) ja 35 männimees proovis 4.64% (maksimaalne 16.82%) [49]. Samas riigis 1998 aastal kogutud 45 proovis aga keskmiselt 1.8% [46]. Alžeerias kogutud 66 mee proovis oli sahharoosi sisaldus keskmiselt 1.14 % [78]. Eestis 2006/2007 aastal kogutud 20 proovis oli sahharoosi detekteeritavas koguses vaid kahes ja sealgi oluliselt alla seadusega ettenähtud normi [79] ja 2007/2008 aastal kogutud 20 proovis oli sahharoosi ühes proovis ja seda ainet oli seal 5x alla seadusega ettenähtud normi

[87]. 2008/2009 aastal kogutud 30 proovis ei olnud üheski proovis detekteeritavas koguses sahharoosi [95].

2.3.7.3 Metoodikad

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

2.3.7.4 Kriitika

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

2.3.8 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 meelalus 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 Elektri juhtivus

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

2.3.9.1 Seadused ja normid

Eesti seadus kehtestab elektri juhtivuseks 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 elektri juhtivus laiades piirides. Elektri juhtivusega on asendatud varasemas seaduses [1] figureerinud tuhasus. Tsehhiid 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

Elektri juhtivus sõltub mee tuhasusest ja happesisaldusest. Tuhasisaldus ja elektri juhtivus on lineaarses sõltuvuses [3]:

$$C=0.14+1.74A$$

C-elektri juhtivus

A-tuhasisaldus

Kirjanduses toodud juhtivused sobivad seadustes esitatud piiridega, 44 Prantsuse päevalilleme juhtivuseks saadi keskmiselt 0.38 mS/cm. [31] Tsehhiis 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]. Tsehhiis 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 sisaldus 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 sisaldus 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 sisaldus 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 sisaldus oli 0.281 mS/cm. Juhtivuse järgi puhtas lehemesi oli toodetud Itaalias [95].

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]. Alžeerias kogutud 66 meeproovis oli vabade hapete sisaldus keskmiselt 3.0-22.5 mekv/kg [78]. Irimaal ostetud 20 meeproovis oli vabade hapete sisaldus 17-39 mekv/kg [82]. Eestis 2005 aastal võetud meeproovide vabade hapete sisaldus oli 10.5-45.5 mekv/kg [54]. Eestist 2005/2006 aastal võetud 150 proovis oli vabade hapete sisaldus 9.5-42 mekv/kg [58]. Eestist 2006/2007 aastal võetud 149 proovis oli vabade hapete sisaldus 11-38 mekv/kg [79]. Eestist 2007/2008 aastal võetud 156 proovis oli vabade hapete sisaldus 8-64 mekv/kg, seadusega kehtestatud normile ei vastanud 2 proovi[87]. Eestist 2008/2009 aastal võetud 149 proovis oli vabade hapete sisaldus 10-71 mekv/kg, seadusega kehtestatud normile ei vastanud 1 proov[95].

2.3.10.3 Metoodikad

Vabade hapete sisaldus määratakse leeliselahusega tiitrimisel kuni pH 8.3.

2.3.10.4 Kriitika

Mees sisalduva laktooni hüdroliis 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 lehemee 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 lehemee positiivne. *Dinkov 2003* leidis, et 10 Bulgaaria robiiniamee eripöörang oli keskmiselt -17 , kümne õiemee sama näitaja oli -14.8 ja 9 lehemee eripöörang oli $+4.2$. Itaalia lehemees varieerus see näitaja $+13.6 - +16.6$ [35]. Eripöörang võib muutuda positiivseks või positiivsemaks ka mee võltsimisel või mesilaste aktiivsel toitmisel. Intensiivse söötmise tagajärjel langes eripöörang -22 kuni -5.0 [6]. *Pridal ja Vorlova 2002* said järgmised keskmised tulemused meeliikide kaupa grupeeritud 55 proovi kohta: robiiniamesi -15.6 , muud ühe taime meed -15.2 , erinevaid taimi sisaldav õiemesi -13.1 , õiemee ja lehemee segamesi -4.1 , lehemesi $+10.5$. Sealjuures olid mainitud tulemused väga tugevas korrelatsioonis (0.86) keskmiste elektrijuhtivustega [54]. Kahekümne 2005 aastal Eesti erinevates piirkondades (Pärnumaa, Harjumaa, Jõgevamaa, Ida-Virumaa, Lääne-Virumaa, Valgamaa, Põlvamaa, Raplamaa, Hiiumaa, Saaremaa, Võrumaa, Tartumaa) toodetud mee eripöörangud mahtusid vahemikku -9.7 kuni -18.5 (keskmise -14.6) [52].

2.3.11.2 Metoodikad

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

2.3.11.3 Kriitika

Meetod on kasutusel üsna vähestes Euroopa maades.

2.3.12 Metallide sisaldus

Kolme metalli: kaadmiumi (Cd), pliid (Pb) ja arseeni (As) nimetatakse mees sisalduvateks jääkaineteks, mis näitavad mee saastatust. Ülejäänud metallid, mille sisaldust seadus ei normeer, võivad olla toksilised, kui neid on mees tavalisest sisaldusest oluliselt rohkem. Metallide sisaldused võimaldavad ka määrata mee geograafilist päritolu ja kontrollida ühest kindlast taimeliigist saadud mee 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 pliid 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* tões mõnede Prantsusmaal müüdüd meede tugevat raskmetallidega saastumist [40].

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

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

2.3.12.3 Metoodikad

Metallide määramiseks kasutatakse grafiit aatomabsorptsioonspektrofotomeetriat GFAAS, leek aatomabsorptsioonspektrofotomeetriat FAAS, kõrgsidesunud plasma emissioonspektromeetriat ICP-AES, kõrgsidesunud 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 Proliini sisaldus

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

2.3.12.1 Seadused ja normid

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

2.3.13.1 Kirjanduse ülevaade

Proliin koos oma derivaadi hüdroksüproliiniga on väga tähtis valgumolekulide tertsiaalstruktuuri (konformatsiooni) kujundamises. Seda ainet leidub rohkesti sidekoevalkudes. [92]. Vabade aminohapete kontsentratsioon mees on väga madal ja proliini on nendest kõige suuremas hulgas. Aminohapped reageerivad aeglaselt või kuumutamisel kiiremini suhkrutega. Reaktsiooni tagajärjel tekivad pruunid ühendid, mis võivad olla üheks põhjuseks, miks mesi seistes või kuumutades tumeneb [93]. Proliin tuleb mettele mesilaste näärmete eritistest mee valmimise protsessi ajal. Kõrged proliini väärtused võivad olla seotud lehemeega. Proliin on ka antioksüdant. [34]. Proliini sisaldus on erinevatel kindlalt liigilt pärit taimede meel erinev, kuid ainult proliinist ei piisa nende meede eristamiseks [32]. Kui palju proliini üldse mees võib olla, näitab tabel 8.

Tabel 8. Erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed proliinisisalduse kohta mees

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

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

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 ninhüdriiniga 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 füüsikalis-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 kvaliteetmeele vastavaid norme, mille on kehtestanud osade Euroopa riikide mesindusühendused [3]. Tabelis 9 on kokkuvõtlikult esitatud seadustes mee füüsikalis-keemiliste näitajate ja jääkainete kohta kehtestatud piirnormid.

Käesolevas töös võrreldi keemilise analüüsi tulemusi tabelis toodud normidega ja kvaliteetmee 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	Kvalitmeenorm
HMF	kuni 40 mg/kg ¹	kuni 15mg/kg
diastaas	üle 8 ²	üle 10
niiskusesisaldus	kuni 20 % ³	kuni 18.5%
Fruktoosi- ja glükooisisaldus	õiemees vähemalt 60 g/100g ⁴	
Sahharooisisaldus	kuni 5 g/100g ^{5;6}	
Vees lahustumatute ainete sisaldus	kuni 0.1 g/100g ⁷	
Elektrijuhtivus	õiemees kuni 0.8 mS/cm ⁸	
Vabade hapete sisaldus	kuni 50 mekv/kg	
Jääkainete sisaldus	kuni 0.5 mg/kg As kuni 0.05 mg/kg Cd kuni 1 mg/kg Pb	

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

² - tsitrusemes peab diastaas 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, lõhnavast 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 piirnormkõigile mee liikidele v.a. valge akaatsia- ja puuvillamesi	valge akaatsia mesi	Puuvilla (Gossypium) mesi
HMF	kuni 25 mg/kg	kuni 25 mg/kg	kuni 25 mg/kg
Kvalitatiivne reaktsioon HMF suhtes	negatiivne	negatiivne	negatiivne
diastaasarv	üle 7	üle 5	üle 7
niiskusesisaldus	kuni 21 %	kuni 21 %	kuni 19 %
redutseerivate suhkrutesisaldus	üle 82 %	üle 76 %	üle 86 %
sahharoosisisaldus	kuni 6%	kuni 10%	kuni 5%
Vees lahustumatute ainete sisaldus	ei tohi olla	ei tohi olla	ei tohi olla
käärimistunnused	ei tohi olla	ei tohi olla	ei tohi olla
Tina sisaldus	0,01 %	0,01 %	0,01 %

3. PROOVIVÕTT

Proovivõtmine toimus vastavalt Eesti Standardile EVS 738:1997 [42]. Standardi kohaselt võeti partiist juhuvalikul üks müügipakend mahuga 200 ml – 1000 ml. Proovid tähistati korrektselt veekindla tähistusega. Proovid võeti 2009 septembrist kuni 2010 aasta augusti alguseni.

3.1 Maakonnad kust proovid osteti.

Kokku võeti 160 proovi. Proovid osteti tabelis 12 toodud maakondadest, lisaks veel mesinikelt ja üks proov osteti välismaalt.

Tabel 12. Maakonnad kust proovid osteti

Maakond, riik	Proovide arv
Harjumaa	111
Raplamaa	17
Tartumaa	9
Pärnumaa	7
mesinikult	4
Viljandimaa	4
Lääne-Virumaa	3
Järvamaa	2
Hiiumaa	2
Ida-Virumaa	1
Kokku	160

3.2 Linn, asula või vald kust proov osteti.

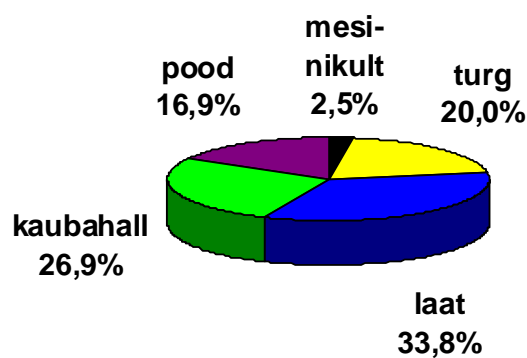
Proovide jagunemist ostukohtade järgi linnade ja asulate või valdade vahel näitab tabel 13.

Tabel 13. Linn/asulad/vald, kust proovid osteti

Linn, asula, riik	Proovide arv
Tallinn	94
Rapla	15
Kiili vald	12
Tartu	9
Pärnu	7
Keila	4
Karksi-Nuia	4
mesinikult	4
Rakvere	2
Kehtna	2
Türi	2
Kärdla	2
Kõue vald	1
Võsu	1
Jõhvi	1
Kokku	160

3.3 Millist tüüpi kaubandusasutusest proov osteti.

Proovide jaotumine ostukohtade järgi on esitatud joonisel 1.



Joonis 1. Proovide jagunemine ostukohtade järgi

Sellel aastal oli tavalisest vähem mesinikelt ostetud proove. Proovivõtuga oli probleeme Tartu ja Rapla turul ja meelaatadel, kus müüjatel ei olnud toodang korralikult sildistatud.

3.4 Millises maakonnas või riigis oli mesi toodetud.

Mee tootmiskohtadena olid esindatud kõik Eesti maakonnad ja 12 välisriiki, kaks mett oli toodetud mitmes erinevas riigis: esimene neist Ungaris, Kuubas, Austraalias ja teine Austraalias, Argentiinas ning kolm meeproov sisaldasid nii Euroopa Liidust, kui ka väljaspoolt seda ühendust pärinevat mett. Mee tootmiskohtade jaotus on antud tabelis 14 ja tabelis 15.

Tabel 14. Meeproovide jagunemine tootmiskohtade järgi Eestis

Maakond	Proovide arv
Pärnumaa	17
Viljandimaa	13
Lääne-Virumaa	12
Harjumaa	11
Põlvamaa	9
Tartumaa	8
Jõgevamaa	6
Raplamaa	6
Valgamaa	5
Võrumaa	4
Järvamaa	4
Hiiumaa	3
Läänemaa	2
Saaremaa	1
Ida-Virumaa	1
pakendaja	19
osaühing	14
Kokku	135

Tabel 15. Meeproovide jagunemine tootmiskohtade järgi välismaal

Välisriik	Proovide arv
Ungari	2
Bulgaaria	3
Itaalia	2
Leedu	3
Saksamaa	1
Ukraina	2
India	1
Prantsusmaa	1
Venemaa	1
Tšiili	1
Läti	1
Uus-Meremaa	2
EU ja mitte EU	3
rahvusvaheline	2
Kokku	25

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 ilmne misel lisati sadestusreaktiivi. Lahusele lisati p-toluidiini ja barbituurhapet. Proovi analüüsiti fotokolorimeetriga lainepikkusel 550 nm [42].

4.3 Vabade hapete sisalduse määramine

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

4.4 pH mõõtmine

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

4.5 Invertaasarvu määramine

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

4.6 Diastaasarvu määramine

Diastaasarv antud meetodi kohaselt näitab 1g mee kuivaines sisalduvate amülaaside poolt 1 tunni jooksul lõhustatava 1% tärkliselahuse milliliitrite hulka. Meelahus pandi veevannil 40 °C juures reageerima tärkliselahusega, mis sisaldas lahust värvivat 2,4-dinitrofenooli, atsetaatpuhvit 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 Elektri juhtivuse mõõtmine

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

4.8 Metallide analüüs

Proov tuhastati muhvelahjus, lisades korduvalt ammooniumnitraati ja proovi uuesti maha jahutades. Tuhastustemperatuur oli 350 °C . Seejärel lahustati tuhastunud, valkjaks muutunud proov, üles kontsentreeritud lämmastikhappes ja viidi kolbi ning täideti kolb ülipuhta veega märgini.

Arseen, alumiinium, boor, baarium, kaadmium, koobalt, kroom, vask, mangaan, molübdeen, nikkel, plii, antimon, seleen ja tsink määrati aksiaalse kõrgsidesunud plasma emissioon massspektromeetriga ICP-MS. [44]

4.9 Suhkrud – fruktoos, glükoos ja sahharoos

Mee lahuse suhkrute sisaldus määrati peale mee lahustamist ja filtreerimist kõrgsurve vedelikkromatograafi (HPLC) abil, mis oli varustatud murdumisnäitaja detektoriga (RI). Piigid identifitseeriti retentsiooniaegade järgi. Kvantitatiivsel analüüsil kasutati sisestandardi lisamise meetodit, koos piigi kõrguse või pindala mõõtmisega. [27]

5.TULEMUSED

5.1 Meekvaliteedi uuringud

5.1.1 HMF

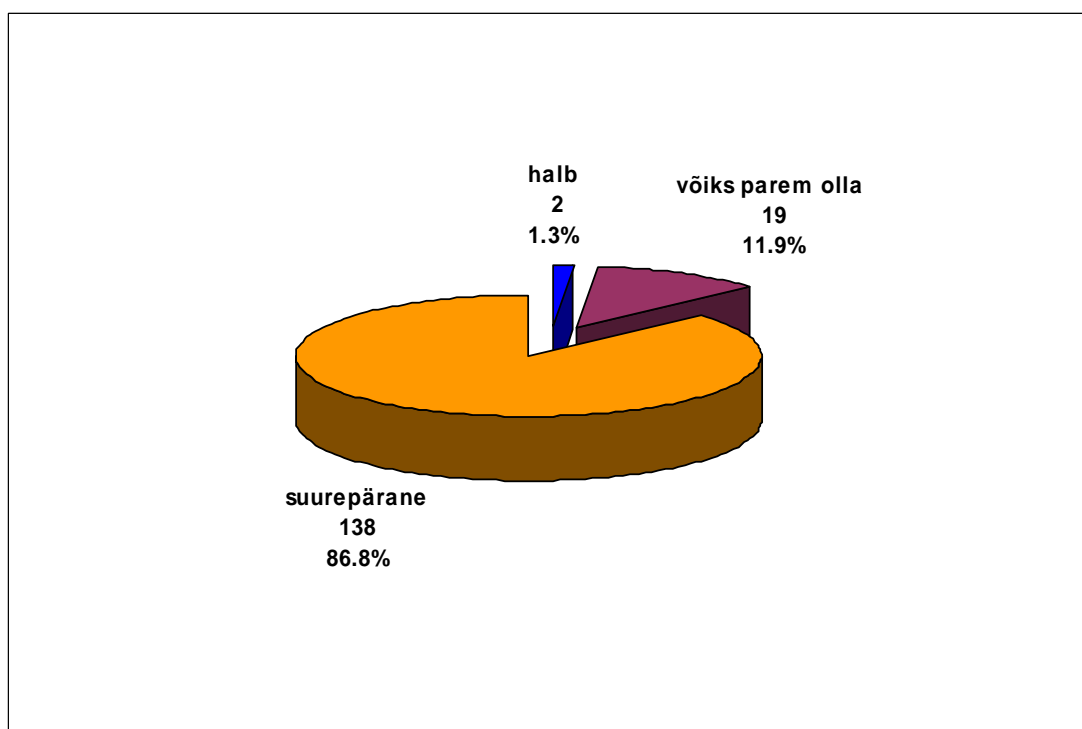
HMF sisaldus 159 analüüsitud mee proovis oli <1 – 88 mg/kg ja keskmine selle aine sisaldus oli 7.5 mg/kg. Suurima ja väikseima tulemuse vahe oli üle 8 korra.

Meeproovid jagati HMF sisalduse järgi kolme gruppi:

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

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

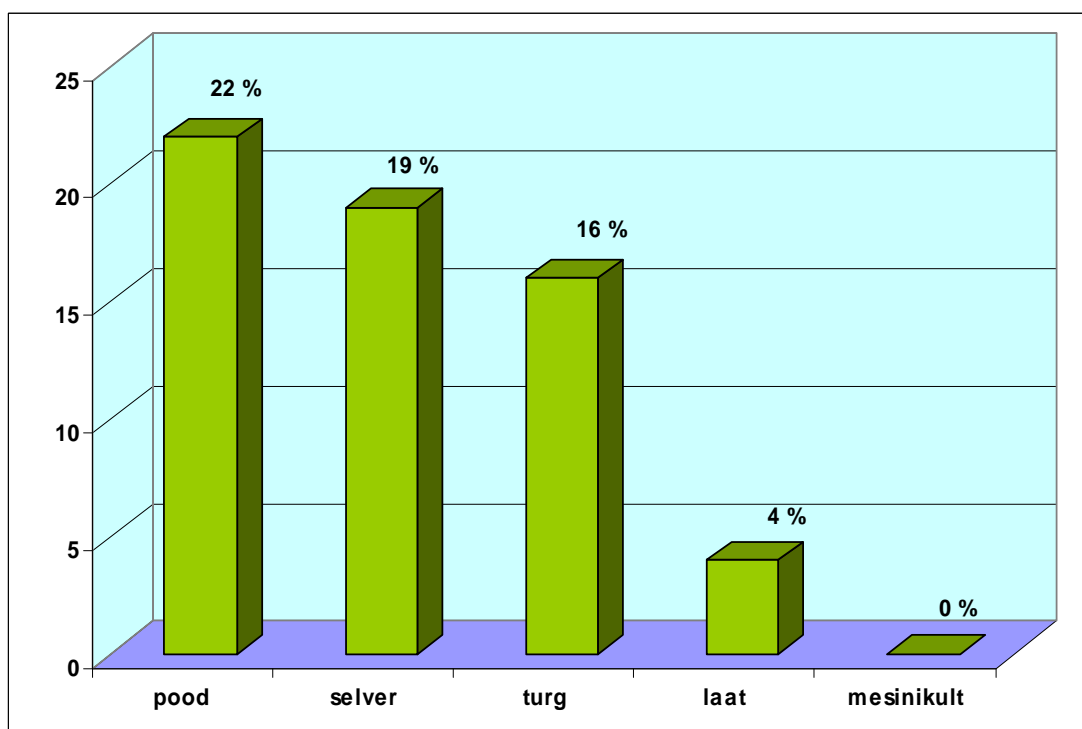
-mesi mille HMF sisaldus oli alla 15 mg/kg, kvaliteediklass – “suurepärane”



Joonis 2. HMF analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa

159 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa on esitatud joonisel 2. Seadusega kehtestatud normile vastasid 98.7 % proovidest ja 86.8 % proovidest olid väga hea kvaliteediga. Keskmise HMF sisaldus kõigis proovides oli 7.5 mg/kg. Kvaliteediklasside jaotus oli sarnane eelmise aasta (2009) ja üleelmise aasta (2008) uuringu tulemustega, keskmine HMF sisaldus sarnanes 2005,2007, 2008 aasta uuringutel saaduga. 2006 ja 2009 aasta uuringutel saadi tavalisest kõrgemad keskmised HMF sisaldused.

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



Joonis 3. Madalama kvaliteediga mee osakaal kaubandusasutuse tüübi järgi

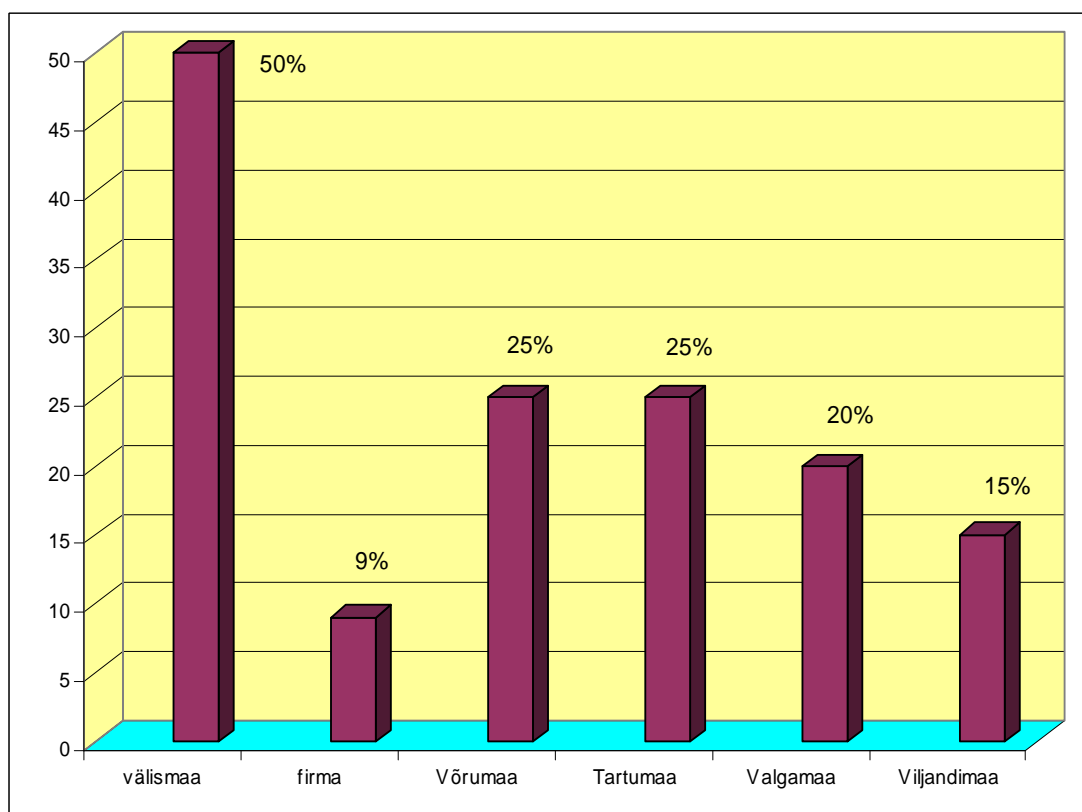
Vaadates tabelit 16 on näha, et selle aasta tulemused on eelmisel viiel aastal saadutest veidi erinevad, võimalikuks põhjuseks võib olla 2009 aasta vähenenud saak ja sellega kaasnenud sügisene meehinna tõus. Kõige olulisemaks erinevuseks on tavalisest madalam meekvaliteet turult ostetud 32 proovis. Tähelepanu väärib ka, et eelneval viiel aastal on olnud selverite mesi madalama kvaliteediga kui poes. Selverite meekvaliteet on tabel 16 andmete põhjal iga aastaga paranenud ja poodides müüdava mee kvaliteet jäänud ligikaudu samaks. Parim mesi on aastate lõikes võetuna laotadel.

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

Aasta	Kaubandusasutuse tüüp				
	selver %	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
Keskmine	41	18	7	5	2

Viie 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 arvatati 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

Selle ja kahe eelmise aasta (2008, 2009) kokkuvõttes on mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad koos mee tootmisega tegelevate osaiühingutega) paigutatud eraldi, kuna ei ole teada millisest maakonnast nende toodetud mesi pärineb 2007 aasta uurimuses toodi eraldi välja ainult mett pakendavad firmad, mitte osaihingud.

Firmade mee kvaliteet on võrreldes eelmistel aastatel tehtud uuringutega veelgi paremaks läinud, juba kahe eelmise aasta (2008, 2009) tulemused näitasid kvaliteedi paranemist. 2005-2008 aasta uurimuste tulemused näitasid mett tootvate ja pakendavate firmade toodangu madalamat kvaliteeti võrreldes erinevatest maakondadest pärinevate mesinike toodanguga. Sellel aastal oli madalama kvaliteediga mee osakaal firmade mees vaid 9% (v.t joonis 4), mis jääb allapoole 4 maakonna vastavatest protsentidest. Madalamakvaliteedilist mett esines vaid 3 firmal ja ühe firma toodang ei vastanud HMF osas seadusega ettenähtud normile.

Tartumaal oli ühe proovi tulemus üle kvaliteetmee normi ja ühe proovi tulemus ületas seadusega ettenähtud normi, kusjuures nende kahe proovi mesi pärines samast talust. Viljandimaal oli kahe proovi ja Valgamaal ning Võrumaal ühe proovi HMF tulemus üle kvaliteetmee normi. Üksikuid selliseid proove leiti erinevates maakondades ka eelmistel aastatel tehtud uuringute käigus. Kolme viimase aasta jooksul on igal aastal esinenud mõned madalakvaliteedilise mee proovid vaid Viljandi maakonnas.

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

Eesti erinevate piirkondade meele on tavaliselt iseloomulik ühtlaselt väga madal HMF sisaldus, mõned kõrgemad HMF sisaldused tõstavad maakondade keskmisi Tartumaal, Valgamaal, Võrumaal ja Viljandimaal. Eesti maakondade mete HMF sisalduse võrdlused on esitatud tabelis 17.

Tabel 17. Eesti maakondade mete HMF sisalduse võrdlus

maakond	HMF sisalduste vahemik mg/kg	keskmise HMF sisaldus mg/kg	proovide arv
Harjumaa	<1 – 4.8	2.7	11
Hiiumaa	<1 – 7.7	3.5	3
Ida-Virumaa	1.9	1.9	1
Jõgevamaa	<1 – 9.6	4.2	6
Järvamaa	<1 – 5.8	2.9	4
Läänemaa	1.9 – 3.8	2.9	2
L-Virumaa	<1 – 7.7	3.2	12
Põlvamaa	<1 – 11.5	5.2	9
Pärnumaa	<1 – 12	3.6	17
Raplamaa	<1 – 3.8	2.1	6
Saaremaa	1.9	1.9	1
Tartumaa	<1 – 42.0 (29.0) *	12.6 (8.4) *	8
Valga- ja Võrumaa	<1 – 27.0 (21.1) *	8.8 (6.6) *	9
Viljandimaa	<1 – 21.0 (19.2) *	6.0 (4.7) *	13
firma	<1 – 88.0 (16.3) *	8.1 (5.6) *	33
välismaa	3.8– 46.1 (35.0)*	17.3 (16.0)*	24

*tulemus siis kui kõige kõrgem väärtus välja jätta

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on sarnased viiel eelmisel aastal läbiviidud uuringute tulemustele, kuid osades maakondades on sellel aastal esinenud tavapärasest kõrgemaid kontsentratsioone. Näiteks 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) ja sellel aastal 2.7 mg/kg. Tartumaal olid vastavad arvud 3.1 mg/kg (2005), 3.2 mg/kg (2006), 3.3 mg/kg (2007), 2.9 mg/kg (2008), 6.0 mg/kg (2009) ja 12.6 mg/kg (2010). Tartumaal oli HMF sisaldus sellel ja eelmisel aastal (2009) läbiviidud uuringute järgi kõrgem, kui eelmisel neljal aastal.

Sellel ja kahel eelmisel aastal (2008, 2009) arvestati kõigi mett tootvate firmade toodangu keskmist HMF sisaldust eraldi, varasemate aastate uuringutes aga lähtuti osäühingute puhul firma asukohast. Võrreldes väiksemate tootjatega oli firmade mee keskmine HMF sisaldus 1.7x kõrgem ehk 8.1 mg/kg, eelmise uuringu (2009) andmetel oli erinevus 1.4 x ja aasta varem (2008) oli erinevus 3x. Tuleb arvestada, et selle aasta suurema erinevuse (1.7x) tingis üks proov, mille HMF sisaldus oli 88 mg/kg. Seda proovi välja jättes erines keskmine HMF sisaldus firmade mees ülejäänud Eesti päritolu meest vaid 1.1x

Eristades need firmad, mille toodang mahtus täielikult kvaliteetmee hulka (HMF <15 mg/kg) saime sellesse gruppi 12 firmat. Neid firmasid, mille toodangust vähemalt üks proov ületas kvaliteetmee normi oli 3 nagu ka aasta varem (2009), üleelmise aasta uuring (2008) andis nende firmade arvuks 6. Esimese grupi firmade toodangu keskmine HMF sisaldus oli 4.6 mg/kg ja teistel 18.4 mg/kg, kusjuures ühe proovi HMF väärtus ületas seadusega ettenähtud piire. Erinevus kahe grupi vahel oli suurem kui kahel eelmisel aruandlusaastal: keskmised 6.2 mg/kg ja 14.7 mg/kg (2009) ning 6.7 mg/kg ja 15.5 mg/kg (2008).

Kokkuvõtteks võib öelda, et mee kvaliteet oli hea. Keskmine HMF sisaldus oli 7.5 mg/kg ja seadusega kehtestatud piirnормile vastas 98.1 % proovidest. Kahe proovi tulemused ületasid seaduses ettenähtud normi. Madalama kvaliteediga mee (HMF >15 mg/kg) osakaal oli 13.2 %. Eestis oli toodetud 43% madalama kvaliteediga mee proovidest ja ülejäänud välismaal. Kvaliteediklasside jaotus oli sarnane eelmise aasta (2009) ja üleelmise aasta (2008) uuringute tulemustega.

Selle ja kahe eelmise aasta (2008,2009) 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.

Firmade mee kvaliteet on võrreldes eelmistel aastatel tehtud uuringutega veelgi paremaks läinud, juba kahe eelmise aasta (2008, 2009) tulemused näitasid kvaliteedi paranemist. Sellel aastal oli madalama kvaliteediga mee osakaal firmade mees vaid 9% , mis jääb allapoole ka nelja maakonna vastavatest protsentidest. Madalamakvaliteedilist mett esines vaid 3 firmal ja ühe firma toodang ei vastanud HMF osas seadusega ettenähtud normile.

Võrreldes väiksemate tootjatega oli firmade mee keskmine HMF sisaldus 1.7x kõrgem, 2008 aastal aga 3x kõrgem. Eristades need firmad, mille toodang mahtus täielikult kvaliteetmee hulka (HMF <15 mg/kg) saime sellesse gruppi 12 firmat. Neid firmasid, mille toodangust vähemalt üks proov ületas kvaliteetmee normi oli 3, 2008 aastal aga 6. Esimese grupi firmade toodangu keskmine HMF sisaldus oli 4.6 mg/kg ja teistel 18.4 mg/kg.

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. Tartumaal oli ühe proovi tulemus üle kvaliteetmee normi ja ühe proovi tulemus ületas seadusega ettenähtud normi, kusjuures nende kahe proovi mesi pärines samast talust. Viljandimaal oli kahe proovi ja Valgemaal ning Võrumaal ühe proovi HMF tulemus üle kvaliteetmee normi. Üksikuid selliseid proove leiti erinevates maakondades ka eelmistel aastatel tehtud uuringute käigus. Kolme viimase aasta jooksul on igal aastal esinenud mõned madalakvaliteedilise mee proovid vaid Viljandi maakonnas.

Vaadeldes madalama kvaliteediga mee osakaalu erinevates kaubandus asutustes hakkab silma erinevus eelmiste aastatega. Tavalisest madalam on sellel mesindusaastal meekvaliteet turult ostetud proovides. Tähelepanu väärib ka, et sellel aastal on esmakordselt selverites mee kvaliteet parem kui poes. Selverite meekvaliteet on iga aastaga paranenud ja poodides müüdava mee kvaliteet jäänud ligikaudu samaks. 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. Eelmiste aastate mesi võis müüki jõuda seoses 2009 aasta tagasihoidliku meesaagiga ja mee hinna tõusuga.

50 % välismaalt pärit meest oli HMF järgi madalama kvaliteediga ja madalakvaliteetset mett esines 2/3 välisriikide toodangus. Täpsemalt on sellest juttu välismaa mee kvaliteeti kirjeldavas peatükis.

5.1.2 Diastaasarv

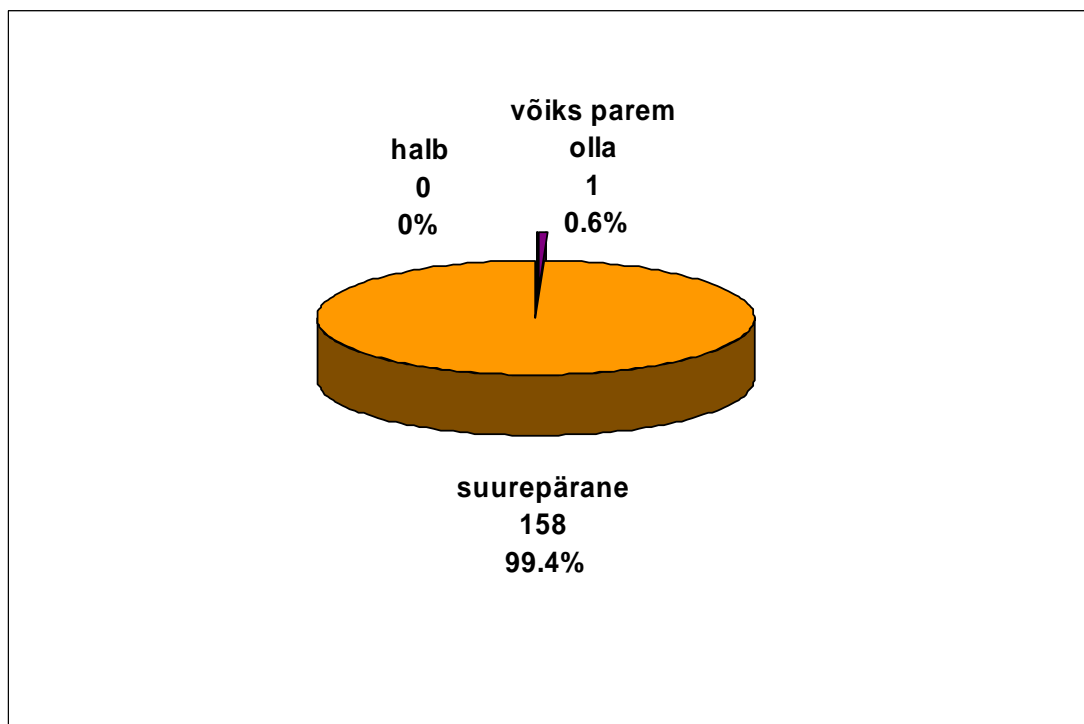
Diastaasarv 159 proovis oli piirides 9.7 – 36.6 ja keskmine 22.2. Suurima ja väikseima tulemuse vahe oli alla 4 korra. Meeproovid jagati diastaasarvu järgi kolme gruppi:

-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”

159 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa olid järgmised:



Joonis 5. Diastaasi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa

Seadusega kehtestatud normile vastasid kõik proovid ja 99.4 % proovidest olid väga hea kvaliteediga.

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

Diastaasisisaldus oli kvaliteetmee normist madalam ühel Prantsusmaal toodetud akaatsiamee proovil, mis oli ostetud selverist. Sellised tulemused on sarnased kolme viimase aasta (2007;2008;2009) uuringute tulemustega. 2005 ja 2006 aasta uuringute järgi oli kvaliteetmee normist madalama diastaas arvuga Eesti mee proove 9. 2007 aastal oli selliseid proove 1, 2008-2010 aastal mitte ühtegi. Tulemused näitavad mee kvaliteedi paranemist neljal viimasel mesindusaastal.

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

Aasta	Kaubandusametuse tüüp				
	selver %	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
Keskmine	19	9	0	0	1

Üks madalamakvaliteediline mesi oli ostetud selverist. Nagu tabelist 18 näha on ka aastate lõikes diastaasaru järgi madalamakvaliteedilist mett kõige rohkem selverites ja vähemal määral poodides. Tulemused sarnanevad 2007 aasta uuringute tulemustega, kui vaid üks proov kuulus madalamakvaliteedilise mee hulka.

Selle ja eelmise aasta (2009) kokkuvõttes 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.

Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine diastaasaru peaaegu sama, vaid 1.1 x madalam, nagu eelmiselgi mesindusaastal.

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

Tabel 19. Erinevate maakondade meede diastaasarvude võrdlus

maakond	Diastaasaru vahemik	keskmine diastaasaru	proovide arv
Harjumaa	15.3 – 34.3	24.7	11
Hiiumaa	19.3 – 29.8	25.1	3
Ida-Virumaa	27.9	27.9	1
Jõgevamaa	19.6 – 26.6	22.5	6
Järvamaa	18.6 – 22.5	20.8	4
Läänemaa	36.3 – 36.6	36.5	2
L-Virumaa	10.4 – 27.3	20.8	12
Põlvamaa	15.5 – 35.1	23.9	9
Pärnumaa	16.8 – 34.3	23.8	17
Raplamaa	21.6 – 32.5	28.1	6
Tartumaa	13.2 – 29.2	22.4	8
Valga- ja Võrumaa	15.8 – 29.7	22.6	9
Viljandimaa	12.2 – 28.0	21.6	13
Saaremaa	19.5	19.5	1
firma	12.1 – 30.4	21.1	33
välismaa	9.7 – 31.4	18.9	24

Erinevaid maakondi iseloomustavatel andmetel on diastaasaru erinevates maakondades tavapärasest veidi madalam. Näiteks keskmine diastaasaru oli Harjumaa mees varasemate uuringute andmetel 29.0 (2005), 20.9 (2006), 26.8 (2007), 27.4 (2008), 28.7(2009) ja sellel aastal 24.7. Tartumaal olid vastavad arvud 29.0 (2005), 18.0 (2006), 25.0 (2007), 23.8 (2008) , 24.0 (2009) ja 22.4 mg/kg (2010).

Kokkuvõtteks võib öelda, et analüüsitud meeproovide kvaliteet diastaasaru järgi oli väga hea. Seadusega kehtestatud normile vastasid kõik proovid ja 99.4% proovidest olid väga hea kvaliteediga.

Diastaasisaldus oli kvaliteetmee normist madalam ühel Prantsusmaal toodetud akaatsiamee proovil, mis oli ostetud selverist. Sellised tulemused on sarnased kolme viimase aasta (2007;2008;2009) uuringute tulemustega. 2005 ja 2006 aasta uuringute järgi oli kvaliteetmee normist madalama diastaasaruuga Eesti mee

proove 9. 2007 aastal oli selliseid proove 1, 2008-2010 aastal mitte ühtegi. Tulemused näitavad mee kvaliteedi paranemist neljal viimasel mesindusaastal.

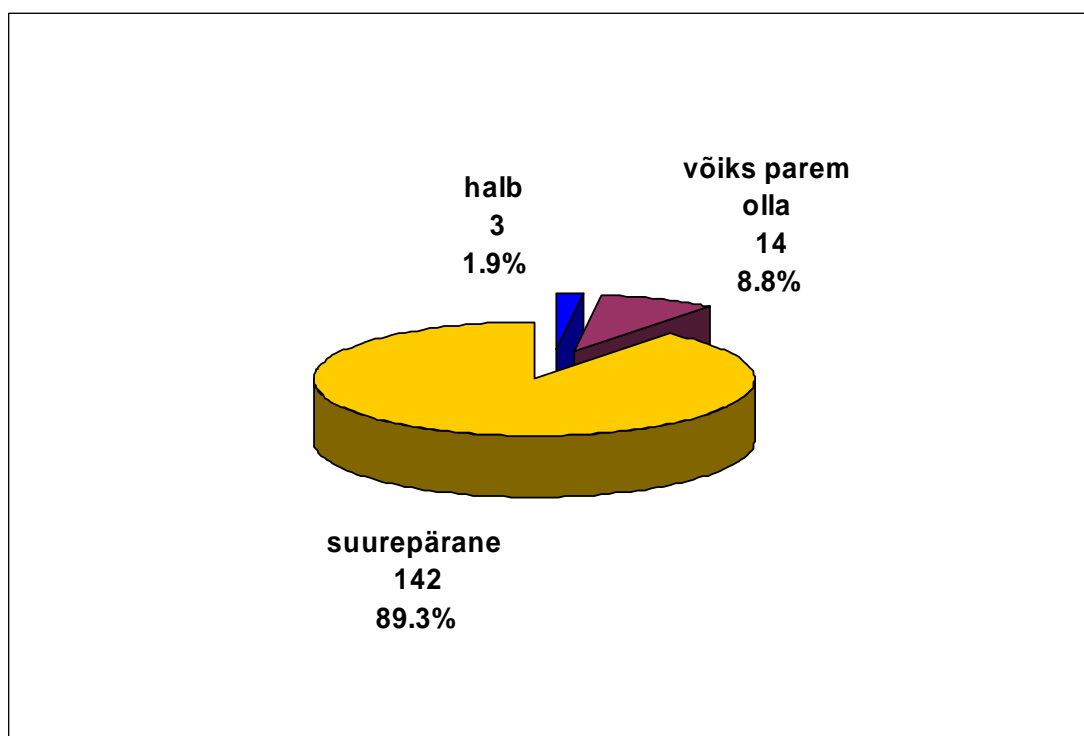
Nagu sellelgi aastal on ka aastate lõikes diastaasaru järgi madalama-kvaliteedilist mett kõige rohkem müügil selverites.

Selle ja kahe eelmise aasta (2008,2009) uurimuses on mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad koos mee tootmisega tegelevate osaihingutega) paigutatud eraldi, kuna ei ole teada millisest maakonnast nende toodetud mesi pärineb. Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine diastaasaru peaaegu sama, vaid 1.1 x madalam.

Erinevaid maakondi iseloomustavatel andmetel oli diastaasaru erinevates maakondades tavapärasest veidi madalam (HMF sisaldus oli tavapärasest kõrgem).

5.1.3 Niiskusesisaldus

Niiskusesisaldus 159 proovis oli piirides 13.9 – 21.5% ja keskmine niiskusesisaldus oli 17.2%. 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 – “suurepärane”



Joonis 6. Niiskusesisalduse analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa

159 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa on esitatud joonisel 6. Seadusega kehtestatud normile vastas 98.1 % proovidest ja 89.3 % proovidest olid väga hea kvaliteediga. Kvaliteediklassidesse “võiks parem olla” ja “halb” kuulus kokku 11 Eesti mett ja 6 välismaal toodetud mett. Eesti seadusega ette nähtud normi ületavad 3 mett olid pärit Jõgevamaalt, Põlvamaalt ja Pärnumaalt.

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	15.1 – 18.6	17.2	11
Hiiumaa	16.9 – 18.3	17.4	3
Ida-Virumaa	19.3	19.3	1
Jõgevamaa	16.5 – 20.3	17.9	6
Järvamaa	16.8 – 17.8	17.5	4
Läänemaa	17.0 – 17.7	17.4	2
L-Virumaa	15.0 – 17.5	16.6	12
Põlvamaa	15.2 – 20.2	17.3	9
Pärnumaa	15.5 – 21.5	17.5	17
Raplamaa	14.7 – 17.1	16.2	6
Tartumaa	15.9 – 18.2	17.0	8
Valgamaa+Võru	16.1 – 18.7	17.3	9
Viljandimaa	15.3 – 18.6	16.7	13
Saaremaa	18.1	18.1	1
firma	13.9 – 18.5	17.0	33
välismaa	15.9– 19.5	17.6	24

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed olid sarnased 2005 aastal läbiviidud uuringute tulemustele. Keskmine niiskusesisaldus oli tavalisest kõrgem. Näiteks keskmine niiskusesisaldus oli Harjumaa mees varasemate uuringute andmetel 17.4 % (2005), 16.7 % (2006), 15.8 % (2007), 16.7 % (2008), 16.4 % (2009) ja sellel aastal 17.2 %. Pärnumaal olid vastavad arvud 17.4 % (2005), 16.8 % (2006), 16.3 % (2007), 17.3 % (2008), 16.8 % (2009) ja 17.5 % (2010). Samas Tartumaal oli muutus minimaalne 16.7 % (2005), 16.3% (2006), 16.6. % (2007), 16.4 % (2008), 16.5 % (2009), ja 17.0 % (2010). Niiskusesisalduste kõikumisi võib põhjustada kliima erinevus aastate lõikes.

Sellel ja kahel eelmisel aastal (2008,2009) arvestati mett tootvate firmade ja pakendajate toodangu keskmist niiskusesisaldust eraldi, 2005, 2006 aasta uuringutes aga lähtuti firma asukoha maakonnast. Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine niiskusesisaldus sama.

Kokkuvõtteks võib öelda, et analüüsitud meeproovide kvaliteet niiskusesisalduse järgi oli hea. Seadusega kehtestatud normile vastas 98.1 % proovidest ja 89.3% proovidest olid väga hea kvaliteediga. Kvaliteediklassidesse “võiks parem olla” ja “halb” kuulus kokku 11 Eesti mett ja 6 välismaal toodetud

mett. Eesti seadusega ette nähtud normi ületavad 3 mett olid pärit Jõgevamaalt, Põlvamaalt ja Pärnumaalt.

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed olid sarnased 2005 aastal läbiviidud uuringute tulemustele. Keskmine niiskusesisaldus oli tavalisest kõrgem.

Sellel ja kahel eelmisel aastal (2008,2009) arvestati mett tootvate firmade ja pakendajate toodangu keskmist niiskusesisaldust eraldi, varasemates uuringutes aga lähtuti firma asukoha maakonnast. Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine niiskusesisaldus sama.

5.1.4 Vabade hapete sisaldus

Vabade hapete sisaldus 159 proovis oli 16 – 47 mmooli/kg ja keskmine sisaldus 25.9 mmooli/kg. Seadusega kehtestatud normile vastasid kõik proovid. Eelmise aasta (2009) uuringute tulemusel leiti 1 normile mittevastav proov (kanarbikumesi) ja üleelmisel aastal 2, varasemal kolmel aastal ei olnud ühtegi sellist proovi.

Tabel 21. Vabade hapete sisaldus erinevate maakondade metes

maakond	vabade hapete sisaldus mmooli/kg	keskmine vabade hapete sisaldus mmooli/kg	proovide arv
Harjumaa	21 – 39	26.3	11
Hiiumaa	16 – 20	18.7	3
Ida-Virumaa	28	28.0	1
Jõgevamaa	25 – 33	28.7	6
Järvamaa	21 – 30	24.8	4
Läänemaa	22 – 31	26.5	2
L-Virumaa	19 – 34	24.9	12
Põlvamaa	20 – 39	29.2	9
Pärnumaa	17 – 32	24.9	17
Raplamaa	20 – 30	24.5	6
Tartumaa	18 – 33	25.0	8
Valgamaa+Võrumaa	21 – 33	26.2	9
Viljandimaa	18 – 35	26.0	13
Saaremaa	32	32.0	1
firma	16 – 44	25.0	33
välismaa	19 – 47	27.1	24

Tabelis 21 on toodud vabade hapete sisaldus erinevates maakondades toodetud metes. Erinevaid maakondi iseloomustavad vabade hapete sisaldused on selle ja kahe eelmise aasta (2008, 2009) uuringute põhjal olnud suuremad, kui kolmel varasemal mesindusaastal. Näiteks keskmine vabade hapete sisaldus oli Harjumaa

mees varasemate uuringute andmetel 22 mmooli/kg (2005), 21.5 mmooli/kg (2006), 15.8 mmooli/kg (2007), 28.5 mmooli/kg (2008), 27.3 mmooli/kg (2009) ja sellel aastal 26.3 mmooli/kg. Tartumaal olid vastavad arvud 17 mmooli/kg (2005), 21.8 mmooli/kg (2006) 16.6 mmooli/kg (2007), 24.4 mmooli/kg (2008), 24.1 mmooli/kg (2009) ja 25.0 mmooli/kg (2010).

Kokkuvõtteks võib öelda, et kogu Eestis müüdav mesi on vabade hapete sisalduse poolest väga hea kvaliteediga. Seadusega kehtestatud normile vastasid kõik proovid. Eelmise aasta (2009) uuringute tulemusel leiti 1 normile mittevastavav proov (kanarbikumesi) ja üleelmisel aastal 2, varasemal kolmel aastal ei olnud ühtegi sellist proovi.

Erinevate maakondade kui välismaa meede vabade hapete sisaldused on selle ja kahe eelmise aasta (2008, 2009) uuringute põhjal olnud suuremad, kui kolmel varasemal mesindusaastal.

5.1.5 Elektri juhtivus

Elektri juhtivus 159 proovis oli piirides 63 – 1304 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ja keskmine juhtivus oli 259 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tabel 22. Elektri juhtivus erinevate maakondade metes

maakond	el. juhtivus vahemik $\mu\text{S}/\text{cm}$	keskmine el. juhtivus $\mu\text{S}/\text{cm}$	proovide arv
Harjumaa	139 – 403	259	11
Hiiumaa	129 – 383	241	3
Ida-Virumaa	223	223	1
Jõgevamaa	162 – 387	241	6
Järvamaa	161 – 236	199	4
Läänemaa	277 – 405	341	2
L-Virumaa	124 – 295	192	12
Põlvamaa	171 – 301	236	9
Pärnumaa	126 – 504	276	17
Raplamaa	113 – 293	225	6
Tartumaa	132 – 235	193	8
Valgamaa+Võrumaa	142 – 396	234	9
Viljandimaa	139 – 374	254	13
Saaremaa	560	560	1
firma	63 – 480	249	33
välismaa	107 – 1304	348	24

Tabelis 22 on toodud elektri juhtivus erinevates maakondades toodetud metes. Erinevaid maakondi iseloomustavad keskmised elektri juhtivused olid kõigi eelnevate aastatega võrreldes madalamad. Näiteks keskmine elektri juhtivus oli Harjumaa mees varasemate uuringute andmetel 270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2005), 276 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2006), 375 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2007), 327 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2008), 252 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2009) ja sellel aastal 259 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tartumaal

olid vastavad arvud 210 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2005), 209 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2006), 243 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2007), 225 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2008), 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2009) ja 193 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2010). Kõigi 149 proovi keskmine el. juhtivus oli 2005 ja 2006 aasta uuringu tulemuste põhjal 270-276 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 2007 aastal uuringu andmetel 328 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 2008 aastal uuringu andmetel 286 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 2009 aastal uuringu andmetel 281 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ja sellel aastal 259 $\mu\text{S}/\text{cm}$. 2007 aasta uuringu tulemusi mõjutas lehemee lisandi esinemine õiemees ehk segamesi. Selliseid proove (juhtivus üle 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) oli 20, kuid osad nendest olid kanarbikumeed. Üleelmise mesindusaasta (2008) proovide hulgas oli üle 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ juhtivusega proove 11, osad neist samuti kanarbikumeed ja 2 puhast lehemett (toodetud Brasiilias ja Itaalias). 2009 aasta uuringu tulemusel analüüsitud proovide hulgas oli 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ kõrgema juhtivusega proove 9, mõned neist kanarbikumeed ja üks puhas lehemesi (toodetud Itaalias). Sellel aastal oli segamee proove vaid 3, neist üks oli toodetud Venemaal. Lisandus veel üks Itaalia kastanimee proov, mille juhtivus ületas 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nagu seadus ette näeb

Kokkuvõtteks võib tõdeda, et maakondi iseloomustavad keskmised elektri juhtivused 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 ja sellel aastal vaid 4, kusjuures üks neist oli Itaalia kastanimee proov, mille juhtivus peabki ületama 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Kõigi proovide elektri juhtivused 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 Suhkrute sisaldus

Esmakordselt analüüsiti põhjalikumalt Eestis toodetud mee suhkrute: glükoosi, fruktoosi ja sahharoosi sisaldust 2007.a.uuringus, siis oli fruktoosi keskmiselt 37.0%, glükoosi 31.4% ja nende keskmiste summa oli 68.4% (kõik 2006 aasta proovid). 2008 aasta uuringu andmetel oli fruktoosi proovides keskmiselt 37.2%, glükoosi 32.1% ja nende keskmiste summa oli 69.3% (kõik 2007 aasta proovid). Ka 2009 aasta uuringu andmed olid sarnased varasemate aastate omaga: fruktoosi keskmiselt 36.2%, glükoosi 31.2% ja nende keskmiste summa oli 67.4%. Selle aasta andmed andsid jällegi kõigi eelmiste aastatega sarnaseid tulemusi: fruktoosi oli keskmiselt 37.1%, glükoosi 33.5% ja nende keskmiste summa oli 70.7%. Kõik 30 proovi pärinesid vähemalt 2009 meesaagist. Kuna meetodikad suhkrute määramiseks on erinevad, on

võrreldavate andmete leidmine kirjandusest raskendatud. Üks väheseid võrdlusvõimalusi on 66 Alžeeria meega aastatest 2003-2005, milles oli fruktoosi keskmiselt 41.8%, glükoosi 29.1% ja nende keskmiste summa oli 70.9%

Sahharoosi oli võimalik detekteerida vaid ühes proovisproovis ja kõik proovid olid alla kehtestatud normi (5g/100g), seega pole mesilasi ühelgi juhul intensiivselt suhkruga toidetud. Üksikuid vähesel määral sahharoosi sisaldavaid proove esines ka 2006 ja 2007 aasta uuringute andmetel. Õiemee kriteeriumitele (glükoosi- ja fruktoosi sisaldus üle 60 g/100g), vastasid kõik 30 proovi ja lehemee või õie- ja lehemee segu normidele (glükoosi- ja fruktoosi sisaldus üle 45 g/100g) vastavaid proove ei esinenud. Enamikel juhtudel oli proovides rohkem fruktoosi, kui glükoosi, vaid kahes proovis oli glükoosi veidi rohkem. **Seega oli Eesti meede suhkrutesisaldusega kõik korras.**

Korrelatsioonanalüüsiga tehti kindlaks, et 95% tõenäosusega korreleerub meede summaarne glükoosi- ja fruktoosisisaldus elektrijuhtivusega, ehk siis mida suurem oli nende kahe suhkru sisaldus, seda madalam oli elektrijuhtivus. Põhjuseks on teiste suhkrute suurem sisaldus kõrgema elektrijuhtivusega meedes. Samuti korreleerub 95% tõenäosusega meede glükoosi sisaldus elektrijuhtivusega, mida rohkem oli mees glükoosi, seda madalam oli elektrijuhtivus. Fruktoosi sisaldus ei korreleerunud elektrijuhtivusega, ei sellel ega eelmistel aastatel

Selle aasta uuring näitas fruktoos/elektrijuhtivus andmeridade jaoks korrelatsiooni puudumist $r = 0.1$ ja glükoos/elektrijuhtivus andmeridade jaoks keskmis tugevusega korrelatsiooni $r = -0.6$ ning glükoos+fruktoos/elektrijuhtivus andmeridade jaoks samuti keskmise tugevusega korrelatsiooni $r = -0.5$. Tulemused olid väga sarnased eelmise uuringu (2009)tulemustele.

2009 aasta uuring näitas fruktoos/elektrijuhtivus andmeridade jaoks korrelatsiooni puudumist $r = -0.1$ ja glükoos/elektrijuhtivus andmeridade jaoks keskmist korrelatsiooni $r = -0.6$ ning glükoos+fruktoos/elektrijuhtivus andmeridade jaoks nõrka korrelatsiooni $r = -0.4$.

2007 aasta uuringute põhjal tehtud korrelatsioonanalüüs näitas fruktoos/elektrijuhtivus; glükoos/elektrijuhtivus; glükoos+fruktoos/elektrijuhtivus andmeridade jaoks tugevat korrelatsiooni. Korrelatsioonikordaja r oli kõigil juhtudel üle -0.8 . 2008 aasta uuring näitas fruktoos/elektrijuhtivus andmeridade jaoks korrelatsiooni puudumist $r = -0.3$ ja glükoos/elektrijuhtivus; glükoos+fruktoos/elektrijuhtivus andmeridade jaoks nõrka korrelatsiooni $r = -0.4$. Korrelatsioon suhkrutesisalduse ja elektrijuhtivuse vahel oli seega tugevam juhul kui elektrijuhtivused olid suuremate erinevustega s.t. lisaks õiemeele esines palju segamee proove. Sellised olid 2006 aastal võetud proovid. 2007-2010 aastal võetud proovide elektrijuhtivus oli vähem varieeruv, kuna proovid sisaldasid peagu ainult õiemett ja korrelatsioonid olid ka vastavalt nõrgemad.

Kokkuvõtteks võib öelda, et ka selle aasta uuringu andmed olid sarnased varasemate aastate omaga. Sahharoosi oli võimalik detekteerida vaid ühes proovis ja kõik proovid olid alla kehtestatud normi, seega pole mesilasi ühelgi juhul intensiivselt suhkruga toidetud. Selline olukord on esinenud ka eelmistel aastatel. Õiemee kriteeriumitele vastasid kõik 30 proovi. Enamikel juhtudel oli proovides rohkem fruktoosi, kui glükoosi, mis on sarnane eelmistel aastatel saaduga. Vaid kahes proovis oli glükoosi veidi rohkem. Seega oli Eesti meede suhkrutesisaldusega kõik korras.

Korrelatsioonanalüüsiga tehti kindlaks, et 95% tõenäosusega korreleerub meede summaarne glükoosi- ja fruktoosisisaldus elektrijuhtivusega, ehk siis mida suurem oli nende kahe suhkru sisaldus, seda madalam oli elektrijuhtivus. Põhjuseks

on teiste suhkrute suurem sisaldus kõrgema elektrijuhtivusega meedes. Samuti korreleerub 95% tõenäosusega meede glükoosi sisaldus elektrijuhtivusega, mida rohkem oli mees glükoosi, seda madalam oli elektrijuhtivus. Fruktoosi sisaldus ei korreleerunud elektrijuhtivusega, ei sellel ega eelmistel aastatel. Korrelatsioon suhkrutesisalduse ja elektrijuhtivuse vahel oli tugevam juhul kui elektrijuhtivused olid suuremate erinevustega s.t. lisaks õiemeele esines palju segamee proove. Sellised olid 2006 aastal võetud proovid. Selle aasta ja kahe eelmise aasta (2008,2009) uuringus käsitletud proovide elektrijuhtivus oli vähem varieeruv, kuna proovid sisaldasid peaaegu ainult õiemett ja korrelatsioonid olid ka vastavalt nõrgemad.

5.1.8 Metallide sisaldus

Kõige olulisem on mees sisalduvate jääkainete: arseeni, kaadmiumi ja plii kontroll. 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.

5.1.8.1 arsen

Kolmekümnes proovis, millest kõik olid eesti meed jäi As sisaldus piiridesse <0.001 – 0.004. Kõik tulemused olid vähemalt 100x alla seadusega kehtestatud piirnormi.

5.1.8.2 kaadmium

Kaadmiumi sisaldus oli kõigis proovides <0.001 – 0.014 mg/kg, Seega jäi kaadmiumi sisaldus kõigis proovides vähemalt 3 korra alla normi ja olid samades piirides kui kahel eelmiselgi mesindusaastal. Sellised tulemused on kooskõlas teistes Euroopa riikides saadud tulemustega (vt. kirjanduse osa). Näiteks Läti mees oli Cd sisaldus piirides 0.003-0.023 mg/kg [86].

5.1.8.3 plii

Keskmine plii sisaldus 30 proovis oli 0.053 mg/kg ja see muutus piirides 0.002 – 0.276 mg/kg. Keskmised ja piirid olid väga sarnased eelmise ja üleelmise aasta (2008, 2009) uuringu tulemustega, erandlik oli vaid üks kõrgema tulemusega meeproov. Kõige suurem pliisisaldus oli üle 3x alla normi. Sellised tulemused on kooskõlas teistes Euroopa riikides saadud tulemustega (vt. kirjanduse osa). Võrdluseks Läti mees oli Pb sisaldus 0.142-0.310 mg/kg [86].

5.1.8.4 ülejäätunud metallid

Osade metallide sisaldused olid piirides:

Antimon (Sb) -	<0.001 – 0.007 mg/kg
Koobalt (Co) -	0.002 – 0.009 mg/kg
Kroom (Cr) -	0.008 – 0.057 mg/kg
Molübdeen (Mo) -	0.001 – 0.022 mg/kg
Seleen (Se) -	<0.001 – 0.006 mg/kg
Baarium (Ba)-	0.051 – 0.207 mg/kg

Määrati ka teisi keemilisi elemente:

Alumiinium (Al)

Nikkel (Ni)

Tsink (Zn)

Vask (Cu)

Boor (B)

Mangaan (Mn)

Nende elementide ja Pb, Cd, As sisaldused (mg/kg) proovis on toodud tabelis 23.

Tabel 23. Metallide sisaldus mees

Proov	Al	As	B	Cd	Mn	Ni	Pb	Zn	Cu
1-2010	2,57	0,003	10,50	0,0020	0,827	0,211	0,042	1,01	1,74
7-2010	4,10	0,003	3,54	0,0020	0,825	0,3	0,071	0,935	2,71
9-2010	3,64	0,003	3,15	0,0010	0,454	0,484	0,071	0,88	2,7
11-2010	4,04	0,003	4,94	0,0020	0,792	0,192	0,064	1,1	2,52
13-2010	4,52	0,003	6,19	0,0020	0,696	0,207	0,071	1,02	3,22
14-2010	16,60	0,004	5,52	0,0140	0,564	0,49	0,276	1,01	3,02
17-2010	5,16	0,003	5,69	0,0020	0,612	0,206	0,082	1,16	2,78
20-2010	4,54	0,004	4,61	0,0020	0,948	0,256	0,048	0,612	1,81
24-2010	2,37	0,003	5,55	0,0020	5,26	0,263	0,039	1,05	1,43
25-2010	1,3	0,003	6,67	0,0020	2,46	0,252	0,042	0,876	1,27
45-2010	1,23	0,003	5,91	0,0020	0,638	0,236	0,002	1,17	1,24
54-2010	1,34	0,002	5,39	0,0020	0,542	0,251	0,039	0,51	2,03
61-2010	1,21	0,003	3,68	0,0030	0,496	0,215	0,038	0,795	1,29
63-2010	1,9	0,003	6,56	0,0020	0,706	0,286	0,043	0,437	0,874
68-2010	1,35	0,003	6,64	0,0040	0,496	0,222	0,046	0,931	1,19
46-2010	2,15	<0,001	3,81	<0,001	0,240	0,288	0,028	0,420	0,56
52-2010	1,88	<0,001	5,34	0,0010	1,3	0,06	0,027	0,48	1,84
60-2010	0,97	<0,001	5,66	<0,001	0,250	0,095	0,042	0,550	2,13
83-2010	1,02	<0,001	9,88	0,0010	1,370	0,065	0,039	2,24	2,72
84-2010	0,72	<0,001	5,16	0,0010	0,340	0,045	0,039	0,69	1,97
87-2010	11,30	0,001	7,12	0,0010	0,55	0,159	0,06	0,79	3,17
88-2010	0,89	<0,001	6,25	0,0010	0,83	0,041	0,041	0,64	1,86
91-2010	1,17	<0,001	5,45	0,0030	0,87	0,054	0,023	0,6	0,46
96-2010	0,51	<0,001	8,47	<0,001	0,23	0,377	0,075	0,38	0,52
100-2010	1,15	<0,001	3,32	0,0010	3,66	0,137	0,03	0,52	0,63
102-2010	<0,25	<0,001	6,63	<0,001	0,27	0,119	0,02	0,340	0,26
103-2010	<0,5	0,002	1,39	<0,001	0,33	0,062	0,022	0,870	0,89
110-2010	0,73	<0,001	3,30	0,0020	1,31	0,086	0,018	0,650	0,2
111-2010	5,29	<0,001	4,27	0,0020	1,68	0,091	0,029	0,53	0,38
112-2010	<0,25	<0,001	7,39	<0,001	0,39	0,045	0,015	0,87	1,24

Sellel tabelis esitatud elementide sisaldus mees sarnanes 2007, 2008 ja 2009 aasta uuringute tulemusel saaduga. Cd, Mn, Ni, Pb, Zn, Cu sisalduste vahemik sarnanes Lätis 2006 aastal doktoriväitekirjas avaldatud tulemustega [86].

Mees sisalduvad boor, mangaan, tsink ja vask, väärtustavad mett kui eluks vajalike mikroelementide allikat.

Kokkuvõtteks võib öelda, et ohtlike jääkainete sisaldused kõigis meeproovides olid vähemalt 3x alla seadusega ette nähtud normi. Cd, Mn, Ni, Pb, Zn, Cu sisalduste vahemik sarnanes Lätis 2006 aastal doktoriväitekirjas avaldatud tulemustega. Määratud 15 metalli ja mittemetalli kontsentratsioonid mees sarnanesid 2007, 2008 ja 2009 aasta uuringute tulemusel saaduga. Metallisisalduse järgi on Eestis

müüdav mesi väga hea kvaliteediga, kuna tervisele ohtlike metallide sisaldus on piisavalt madal ja inimesele vajalike metallide sisaldus tavapärane.

5.1.9 Invertaasarv

Invertaasarvu (IN) määramist katsetati esmakordselt üleelmisel mesindusaastal (2008) ja invertaas määrati 87 proovis eelmisel mesindusaastal (2009). Käesoleva uuringu raames määrati invertaasarv esmakordselt kõigis 159 proovis ja see oli piirides 0 – 16.2 ja keskmine oli 8.7. Värske ja kuumutamata mee proovides peaks invertaasarv olema vähemalt 10, kirjanduse andmetel on uuritud invertaasarvud samuti selles piirkonnas, vaata tabel 5. Selle aasta uuringute tulemusel saadud invertaasarvud olid kõrgemad eelmise aasta omadest. 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 13 ülimalt madala invertaasarvuga (<1.4) proovi, neist 10 olid HMF sisalduse järgi madalamakvaliteedilised meed. Eelmainitud 10 proovi diastaasarvud olid kõik tavapärased ehk üle 10. Seega näitas väga madal invertaasarv mee ülekuumutamist või liiga pikaajalist seismist, samas kui diastaasarvu järgi seda välja lugeda ei saanud. 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	keskmine invertaasarv	proovide arv
Harjumaa	8.7 – 13.4	11.1	11
Hiiumaa	1.2 – 12.3	8.0	3
Ida-Virumaa	12.6	12.6	1
Jõgevamaa	5.6 – 14.7	10.2	6
Järvamaa	4.5 – 9.5	7.4	4
Läänemaa	12.8 – 14.3	13.5	2
L-Virumaa	4.8 – 12.8	8.8	12
Põlvamaa	1.5 – 16.2	8.9	9
Pärnumaa	0.4 – 13.6	9.1	17
Raplamaa	3.9 – 13.0	9.3	6
Tartumaa	0 – 11.5	5.1	8
Valgamaa+Võrumaa	0.3 – 11.9	7.4	9
Viljandimaa	2.4 – 14.5	9.4	13
Saaremaa	11.7	11.7	1
firma	0.3 – 12.5	7.8	33
välismaa	0.7 – 10.2	4.3	24

5.2 Välismaa mee kvaliteet

Käesolevas uuringus pöörati põhitähelepanu eesti meele, välismaal toodetud mesi moodustas 16% proovide koguhulgast. Meed olid toodetud Ungaris, Bulgaarias, Ukrainas, Indias, Prantsusmaal, Venemaal, Tšiilis, Uus-Meremaal, Leedus, Itaalias, Lätis, Saksamaal, Euroopa Ühenduses + väljaspool seda ning kahte mett toodetakse erinevates maailma paigus.

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

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

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

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

Tabel 25 Mee kvaliteet erinevates riikides

Tootmis koht	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg
Bulgaaria	17,1	19,7	17,3	29
Bulgaaria	17	18,4	3,8	24
Bulgaaria	15,9	24,2	15,4	35
EU+mitte EU	17	15,8	7,7	28
EU+mitte EU	19	20,7	31	32
EU+mitte EU	16,9	17,5	28,8	25
India	17,4	15,8	46,1	29
Itaalia	18,2	22,2	3,8	19
Itaalia	17,9	16,4	19	22
Leedu	16,7	21,4	4,8	27
Leedu	18,1	28,4	10,6	47
Leedu	15,9	15,6	7,7	26
Prantsusmaa	17,8	9,7	13,4	25
Saksamaa	18,9	31,4	5,8	30
Tšiili	16,7	15,7	27	23
Ukraina	18,9	21,5	21,1	31
Ukraina	19,5	14,5	3,8	24
Ungari	17,5	21,2	32,6	23
Ungari	18,6	13,4	12,5	22
Uus-Meremaa	18,6	21,4	29	27
Uus-Meremaa	17,1	19,3	21	28
Venemaa	17	12,3	3,8	26
rahvusvaheline	17,4	17,6	35	26
rahvusvaheline	16,7	20,1	13,4	23

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

5.2.1 Üldhinnang välismaa mee kvaliteedile

Ülalpool toodud tabelist on näha, et 71 % meedest kuuluvad kvaliteediklassi “halb” või “võiks parem olla”. Arvestades kõiki nelja näitajat koos, ei kuulu ühtegi proovi kvaliteediklassi “halb”, 17 proovi kuulub (67%) kvaliteediklassi “võiks parem olla” ja 7 proovi (29 %) kvaliteediklassi “suurepärane”.

Tabel 26 Meekvaliteet erinevatel aastatel, kvaliteediklasside kaupa

aastad	“halb”, %	“võiks parem olla”, %	“suurepärane”, %
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

Nagu tabelist 26 näha olid seekord müügikõlbmatuid proove tunduvalt vähem, väga hea kvaliteediga proove aga sama palju kui kolmel eelmisel mesindusaastal. Siiski tuleb arvestada sellega, et proovide päritolumaad olid osaliselt erinevad. Võrreldes kahe esimese uuringuga on meekvaliteet paranenud. Kõige halvema kvaliteediga oli üks India mesi, mis oli pärit troopilisest piirkonnast ja seega vastas samuti normile.

Mete kvaliteediprobleemidele viitasid eelkõige HMF ja niiskusesisaldus, seega võib oletada meede ülekuumutamist, võimalik ka, et pikaajalist säilitamist ja müüki. Metallide sisaldus ja elektrijuhtivus olid normi piires.

Kõigi uurimuste tulemuste lõikes on olnud suurimad probleemid Ungari meega, kuid **kolmel viimasel mesindusaastal on Ungari mee kvaliteet paranenud**. Seda kinnitab normidele vastavate proovide osakaal erinevate aastate uuringute andmetel: 0% (2005), 22% (2006), 0% (2007), **75%** (2008), **80%** (2009), ja **100%** sellel aastal.

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

6. LÄHTEÜLESANDE TÄITMINE

Vastavalt püstitatud lähteülesandele koguti erinevatest müügikohtadest eri Eesti piirkondades analüüsiks 160 meeproovi. Proovidest määrati füüsikaliskemilised kvaliteedinäitajad: niiskus, HMF sisaldus, diastaas arv, elektri juhtivus ja vabade hapete sisaldus ja pH. Kõigile proovidele tehti organoleptiline analüüs. Tulemuste analüüs on ära toodud käesolevas töös.

Vastavalt lähteülesandele määrati 30 meeproovis jääkained. Kolmekümnest proovist määrati 15 erinevat keemilist näitajat: põhiliselt metalle ja sealhulgas raskmetalle. Meeproovides määrati arseeni, alumiiniumi, boori, baariumi, kaadmiumi, koobalti, kroomi, vase, mangaani, molübdeeni, nikli, plii, antimoni, seleeni ja tsingi sisaldus. Määrati ka meeproovide suhkrute (glükoos, fruktoos, sahharoos) sisaldus. Kokku tehti 1660 analüüsi.

Vastavalt tellija soovile ja valikule määrati 160 proovis invertaasarv.

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

7. KOKKUVÕTE

Vastavalt püstitatud lähteülesandele koguti erinevatest müügikohtadest analüüsiks 160 meeproovi ja nendest tehti **1660 analüüsi**. Proovid koguti 2009 aasta septembrist, 2010 aasta augusti alguseni. Neist kõigist määrati füüsikalise-keemilised kvaliteedinäitajad: niiskuse sisaldus, HMF sisaldus, diastaasarv, elektrijuhtivus, vabade hapete sisaldus, pH ja invertaasarv. Kõigile proovidele tehti organoleptiline analüüs.

Eelnimetatud proovide hulgast valiti välja 30 proovi, millest määrati jääkained. Proovides määrati kokku 15 erinevat keemilist elementi: arseen, alumiinium, boor, baarium, kaadmium, koobalt, kroom, vask, mangaan, molübdeen, nikkel, plii, antimon, seleen ja tsink. Määrati ka suhkrute (glükoos, fruktoos, sahharoos) sisaldus.

Nagu ka kirjanduses märgitakse andsid mee kohta kõige olulisemat informatsiooni kolm füüsikalise-keemilist näitajat: HMF, diastaasarv ja niiskusesisaldus. Et saada ülevaadet 160 proovi kvaliteedi kohta jagati need eeltoodud näitajate alusel kolme kvaliteediklassi:

- proovid mille analüüsitava näitaja sisaldus ületab Eesti seadustega kindlaks määratud normi, kvaliteediklass – “halb”
- proovid mille analüüsitava näitaja sisaldus ületab mõnedes Euroopa riikides kehtestatud kvaliteetme normi, kvaliteediklass – “võiks parem olla”
- proovid mille analüüsitava näitaja sisaldus vastab kvaliteetme 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 füüsikalise-keemiliste näitajate kohta tulpdiagramme ei koostatud, kuna madalamakvaliteedilist mett sisaldasid vaid üksikud proovid.

Lisaks võrreldi mee füüsikalise-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 viie eelmise uuringu (2005, 2006, 2007, 2008, 2009) tulemustega.

Eraldi toodi iga mee füüsikalise-keemilise näitaja korral välja 160 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 viie eelmise uuringu tulemustega.

Kõiki näitajaid koos arvestades oli müügiks kõlbmatuid proove 5 ehk 3.1% proovide koguhulgast. Eestis toodetud meedest oli viis müügikõlbmatut proovi ehk 3.7% kohalike proovide koguhulgast ja välismaa mete hulgas sellised proovid puudusid. Eelmisel aastal valminud uuringu põhjal olid samad näitajad eesti meedel 2 ehk 1.3% ja välismaa meedel 4 ehk 21%. Mee üldine kvaliteet ei sarnanenud ühegi aastaga. 2009 aasta vähese meesaagi ja sellele järgnenud mee hinnatõusu tingimustel on müüki tulnud vähene kogus madalama kvaliteediga mett Eesti mesinike poolt.

Kõige rohkem jäid meed madalamasse kvaliteediklassi suurema **HMF** sisalduse tõttu. Madalama kvaliteediga mee (HMF >15 mg/kg) osakaal oli 13.2 %. Kahe proovi tulemused ületasid seaduses ettenähtud normi. Eestis oli toodetud 43% madalama kvaliteediga mee proovidest ja ülejäänud välismaal. Kvaliteediklasside jaotus oli sarnane kahe eelmise aasta (2008, 2009) uuringute tulemustega.

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. Tartumaal oli ühe proovi tulemus üle kvaliteetmee normi ja ühe proovi tulemus ületas seadusega ettenähtud normi, kusjuures nende kahe proovi mesi pärines samast talust. Viljandimaal oli kahe proovi ja Valgamaal ning Võrumaal ühe proovi HMF tulemus üle kvaliteetmee normi. Üksikuid selliseid proove leiti erinevates maakondades ka eelmistel aastatel tehtud uuringute käigus. Kolme viimase aasta jooksul on igal aastal esinenud mõned madalakvaliteedilise mee proovid vaid Viljandi maakonnas.

Firmade mee kvaliteet on võrreldes eelmistel aastatel tehtud uuringutega veelgi paremaks läinud, juba kahe eelmise aasta (2008, 2009) tulemused näitasid kvaliteedi paranemist. **Sellel aastal oli madalama kvaliteediga mee osakaal firmade mees vaid 9% , mis jääb allapoole ka nelja maakonna vastavatest protsentidest.** Madalamakvaliteedilist mett esines vaid 3 firmal ja ühe firma toodang ei vastanud HMF osas seadusega ettenähtud normile.

Võrreldes väiksemate tootjatega oli firmade mee keskmine HMF sisaldus 1.7x kõrgem, 2008 aastal aga 3x kõrgem. Eristades need firmad, mille toodang mahtus täielikult kvaliteetmee hulka (HMF <15 mg/kg) saime sellesse gruppi 12 firmat. Neid firmasid, mille toodangust vähemalt üks proov ületas kvaliteetmee normi oli 3, 2008 aastal aga 6. Esimese grupi firmade toodangu keskmine HMF sisaldus oli 4.6 mg/kg ja teistel 18.4 mg/kg.

Vaadeldes madalama kvaliteediga mee osakaalu erinevates kaubandus asutustes hakkab silma erinevus eelmiste aastatega. Tavalisest madalam on sellel mesindusaastal meekvaliteet turult ostetud proovides. Tähelepanu väärib ka, et sellel aastal on esmakordselt selverites mee kvaliteet parem kui poes. Selverite meekvaliteet on iga aastaga paranenud ja poodides müüdava mee kvaliteet jäänud ligikaudu samaks. Parim mesi on aastate lõikes võetuna laatadel. Kuue aasta tulemuste põhjal paraneks mee kvaliteet ostukoha tüübi järgi järgmises reas: selver→ pood→ mesinik→ turg →laat.

Madalama kvaliteediga, **diastaasary** alla 10, oli ainult Prantsusmaal toodetud akaatsiamesi. Sellised tulemused on sarnased kolme viimase aasta (2007, 2008, 2009) uuringute tulemustega. 2005 ja 2006 aasta uuringute järgi oli kvaliteetmee normist madalama diastaasaryga Eesti mee proove 9. 2007 aastal oli selliseid proove 1, 2008-2010 aastal mitte ühtegi. Tulemused näitavad mee kvaliteedi paranemist neljal viimasel mesindusaastal.

Erinevaid maakondi iseloomustavatel andmetel oli diastaasarv erinevates maakondades tavapärasest veidi madalam (HMF sisaldus oli tavapärasest kõrgem). Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine diastaasarv peaaegu sama, vaid 1.1 x madalam.

Nagu sellelgi aastal on ka aastate lõikes diastaasarvu järgi madalama-kvaliteedilist mett kõige rohkem müügil selverites.

Analüüsitud meeproovide kvaliteet **niiskusesisalduse** järgi oli hea. Seadusega kehtestatud normile vastas 98.1 % proovidest ja 89.3% proovidest olid väga hea kvaliteediga. Kvaliteetmee normi ületas (niiskusesisaldus üle 18.5%) kokku 11 Eesti mett ja 6 välismaal toodetud mett. Eesti seadusega ette nähtud normi ületavad 3 mett olid pärit Jõgevamaalt, Põlvamaalt ja Pärnumaalt.

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed olid sarnased 2005 aastal läbiviidud uuringute tulemustele. Keskmine niiskusesisaldus oli tavalisest kõrgem. Niiskusesisalduste erinevusi aastate lõikes põhjustavad erinevad kliimatingimused. Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine niiskusesisaldus sama.

Vabade hapete sisalduse poolest on Eestis müüdiv mesi väga hea kvaliteediga. Seadusega kehtestatud normile vastasid kõik proovid. Eelmise aasta (2009) uuringute tulemusel leiti 1 normile mittevastav proov (kanarbikumesi) ja üleelmisel aastal 2, varasemal kolmel aastal ei olnud ühtegi sellist proovi. Erinevate maakondade kui välismaa meede vabade hapete sisaldused on selle ja kahe eelmise aasta (2008, 2009) uuringute põhjal olnud suuremad, kui kolmel varasemal mesindusaastal.

Erinevate Eesti maakondade võrdlus HMF, diastaasarvu, vabade hapete sisalduse ja niiskusesisalduse järgi tõestab Eesti meetootjate ühtlaselt head taset ja mee kõrget kvaliteeti. Sellel aastal on esinenud üksikuid tavapärasest halvemaid tulemusi. Vaata tabelit Lisa 4.

Maakondi iseloomustavad keskmised **elektrijuhtivused** olid kõigi eelnevate aastatega võrreldes madalamad. Varasemate uuringute tavalisest kõrgemaid tulemusi põhjustas lehemees lisandi esinemine õiemees ehk segamesi (juhtivus üle 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) 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 ja sellel aastal vaid 4, kusjuures üks neist oli Itaalia kastanimee proov, mille juhtivus peabki ületama 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Kõigi proovide elektrijuhtivused vastasid eesti seadustes ette nähtud normidele.

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.

Neljal viimasel aruandeaastal analüüsiti põhjalikumalt Eestis toodetud mee suhkrute: **glükoosi, fruktoosi ja sahharoosi** sisaldust. Nelja aasta tulemused olid väga sarnased. Fruktoosi oli proovides keskmiselt 37.1%, glükoosi 33.5% ja nende keskmiste summa oli 70.74%. Sahharoosi oli võimalik detekteerida vaid ühes proovis ja kõik proovid olid alla kehtestatud normi, seega pole mesilasi ühelgi juhul intensiivselt suhkruga toidetud. Õiemee kriteeriumitele vastasid kõik 30 proovi. Enamikel juhtudel oli proovides rohkem fruktoosi, kui glükoosi, mis on sarnane eelmistel aastatel saaduga. Vaid kahes proovis oli glükoosi veidi rohkem. Seega oli Eesti meede suhkrutesisaldusega kõik korras.

Metee summaarne glükoosi- ja fruktoosisisaldus korreleerus 95% tõenäosusega elektrijuhtivusega ($r = -0.5$) andes keskmise tugevusega korrelatsiooni. Korrelatsioon oli tugevam 2007 .a. uuringu tulemusena saadud andmete põhjal ($r = -0.8$), kui lisaks õiemeele esines palju segamett. Kolmel viimasel mesindusaastal sisaldasid uuritud proovidest vaid üksikud segamett ja korrelatsioonid olid ka vastavalt nõrgemad.

Metallidest uuriti tervisele ohtlike jääkainete arseeni, kaadmiumi ja plii sisaldust kolmekümnes Eesti erinevatest piirkondadest pärit proovis. Kõigi tervisele ohtlike metallide sisaldus meedes jäi vähemalt 3x alla seadusega lubatud normi. Plii ja kaadmiumi sisaldused mees olid võrreldavad viimastel aastatel teistes Euroopa riikides mõõdetud sisaldustega. Kaadmiumi, mangaani, nikli, plii, tsingi ja vase sisalduste vahemik sarnanes Lätis 2006 aastal doktoriväitekirjas avaldatud tulemustega. Määratud 15 metalli ja mittemetalli kontsentratsioonid mees sarnanesid 2007, 2008 ja 2009 aasta uuringute tulemusel saaduga. Metallisisalduse järgi on Eestis müüdiv mesi väga hea kvaliteediga, kuna tervisele ohtlike metallide sisaldus on piisavalt madal ja inimesele vajalike metallide sisaldus tavapärane.

Käesoleva uuringu raames määrati esmakordselt kõigis proovides **invertaasarv** ja see oli piirides 0 – 16.2 ja keskmine 8.7. Selle aasta uuringute tulemusel saadud invertaasarvud olid kõrgemad eelmise aasta omadest. Kokku oli 13 ülimalt madala invertaasarvuga (<1.4) proovi, neist 10 olid HMF sisalduse järgi madalamakvaliteedilised meed. Eelmainitud 10 proovi diastaasarvud olid kõik tavapärased ehk üle 10. Seega näitas väga madal invertaasarv mee ülekuumutamist või liiga pikaajalist seismist, samas kui diastaasarvu järgi seda välja lugeda ei saanud. 95% tõenäosusega oli keskmise tugevusega korrelatsioon ($r = 0.54$) metee invertaasarvu ja diastaasarvu vahel ning ka invertaasarvu ja HMF sisalduse vahel ($r = 0.63$).

Sellel ja kolmel eelmisel aruandeaastal on **välismaa mee kvaliteet** läinud paremaks, aga paranemisruumi on veel palju ja võimalik on ka vastupidine areng. Müügiks kõlbmatut mett välismaalt ei toodud. Sellel aastal kuulusid 71 % välismaal toodetud meedest kvaliteediklassi “võiks parem olla”. Kõigi uurimuste tulemuste lõikes on olnud suurimad probleemid Ungari meega, kuid **kolmel viimasel mesindusaastal on Ungari mee kvaliteet paranenud**. Seda kinnitab normidele vastavate proovide osakaal erinevate aastate uuringute andmetel: 0% (2005), 22% (2006), 0% (2007), **75%** (2008), **80%** (2009), ja **100%** sellel aastal.

Välismaa metee kvaliteediprobleemidele viitasid eelkõige HMF ja niiskusesisaldus, seega võib oletada metee ülekuumutamist, võimalik ka, et pikaajalist säilitamist ja müüki. Sarnaselt eelmiste uuringute tulemustele on olulisemate meekvaliteedinäitajate 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 viimastel aastatel paranenud. 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
25.08.10
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>, 25.08.10
15. Biochrom Ltd. Measurement of honey quality,
<http://www.biochrom.co.uk/pdf/appspec/specapp60.pdf>, 25.08.10
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>, 25.08.10
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, 25.08.10
28. Serra BJ, Ventura CF. Characterization of citrus honey (*Citrus* spp.) produced in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1995, 43:8 2053-2057
29. Čelechovska O, Vorlova L. Groups of honey – physicochemical properties and heavy metals. *Acta Vet. Brno*, 2001, 70, 91-95
30. Bogdanov S, Lüllman C, Martin P et al. Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the work of the International Honey Commission. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* 1999, 90, 108-125
31. Sabatier S. Communication [on sunflower honey] from Mlle. Sylvie Sabatier. *Revue Francaise d'Apiculture*, 1988, 479, 491-495
32. Bogdanov S, Ruoff K, Oddo LP. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 2004, 35, s4-s17
33. Eesti Entsüklopeedia 6, 284
34. Meda A, Lamien CE, Millago J, Romito M, Nacoulma OG. Physicochemical analyses of Burkina Fasan honey. *Acta Vet. Brno*, 2005, 74, 147-152
35. Dinkov D., A scientific note on the specific optical rotation of the three honey types from Bulgaria, *Apidologie*, 2003, 34, 319-320
36. Vabariigi Valitsuse 12. jaanuari 2000 määrus nr 14, Toidus lubatud saasteainete loetelu ja piirnornide 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 25.08.10
46. Yilmaz H, I Küfreviöglü. Composition of honeys collected from Eastern and South-Eastern Anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity, *Turk J Agric For*, 2001, 25, 347-349
47. Chemical names synonyms finder, <http://www.chemindustry.com/apps/chemicals> 25.08.10
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> 25.08.10
52. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Meeproovide kogumine analüüsiks ja mee kvaliteedi määramine ja jääkained meeproovides I. Koostajad: M Liitmaa, E Otsa, Ü Sõukand, A Aunap, Tallinn 2005
53. Canadian Legal Information Institute, Honey Regulations, C.R.C., c. 287, Schedule I, Table III Grades of Honey
54. A Pridal, L Vorlova. Honey and its physical parameters, *Czech J Anim Sci*, 2002, 47, 439-444
55. A Terrab, A Gonzalez, M J Diez, F J Heredia. Mineral Content and Electrical Conductivity of the Honeys Produced in Northwest Morocco and Their Contribution to the Characterisation of Unifloral Honeys, *J Sci of Food Agric*, 83, 2003, 637-643
56. United States Standards for Grades of Extracted Honey, (50 FR 15861), Effective date 23.05.1985
57. Fairtrade Standards Honey Small Farmers Organisations December 2005 EN, Fairtrade Labelling Organization International
58. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Meeproovide kogumine analüüsiks ja mee kvaliteedi määramine ja jääkained meeproovides II. Koostajad: M Liitmaa, Ü Sõukand, A Aunap, Tallinn 2006
59. R Wood, S MacDonald, B Brereton, D Chan, R Macarthur, M Driffield. Single Laboratory Validation of a Method of Determination of Hydroxymethylfurfural in Honey by using Solid-Phase Extraction Cleanup and Liquid Chromatography, *J AOAC International*, 2005, 88, 121-127
60. E O Reyes-Salas, J a Manzanilla-Cano, M H Barceló-Quintal, D Juarez-Mendoza, M Reyes-Salas Direct Electrochemical Determination of Hydroxymethylfurfural (HMF) and its Application to Honey Samples, *Analytical Letters*, 2006, 39, 161-171
61. E A A Lomillo, F J del Campo, F J M Pascual. Preliminary Contribution to the Quantification of HMF in Honey by Electrochemical Biosensor Chips, 2006, 18, 2235-2440

62. N Sahinler, A Gul. Biochemical Composition Honey from Sunflower, Cotton Orange and Pine Produced in Turkey, First Eurbee Conference of Apidology, Udine (Italy) 19-23 september 2004, 1-10
63. K Kalabova, L Vorlova, I Borkovcova, M Smutna, V Vecerek. Hydroxymethylfurfural in Czech honeys, Czech J Anim Sci, 2003, 48, 551-557
64. Y Li, X Lu. Investigation on the origin of 5-HMF in Shengmai Yin decoction by RP-HPLC method, J Zhejiang Univ SCI, 2005, 6B, 1015-1021
65. Q Xu, Y Li, X Lü. Investigation on influencing factors of 5-HMF content in Schisandra, J Zhejiang Univ SCI, 2007, 8B, 439-445
66. M Zappala, B Fallico, E Arena, A Verzera. Methods for the determination of HMF in honey: a comparison, Food Control, 2005, 273-277
67. M M Calvia, M A Fernandez-Muino, S R Alonso-Torre, G Moreno, I Mato, JF Huidobro M T Sancho. An Attempt to Establish Reliable "Best Before" Dates for Honeys Originating in Both Continental and Oceanic Climates, Apiacta, 2006, 41, 86-98
68. H U Hebbbar, K E Nandini, M C Lakshmi, R Subramanian. Microwave and Infrared Heat Processing of Honey and Its Quality, Food Sci Technol Res, 2003, 9, 49-53
69. B Fallico, M Zappala, E Arena, A Verzera. Effects of Conditioning on HMF Content in Unifloral Honeys, Food Chemistry, 2004, 85, 305-313
70. S Serrano, R Espejo, M Villarejo, M L Jordal. Diastase and Invertase Activities in Andalusian Honeys, International Journal of Food science and Technology, 2007, 42, 76-79
71. W Ohe, K Ohe. Honingqualität: der Einfluss der Temperatur Honey Quality: the Effect of Temperature, Deutsches Bienen-Journal, 1992, 3, 78-82
72. S Babacan, A G Rand. Characterization of Honey amylase, Journal of food Science, C: Food Chemistry and Toxicology, 2007, 72, C50-C55
73. A Tsigouri, M Passaloglou-Katrali. A Scientific Note on the Characteristics of Thyme Honey from the Greek Island Kithira, Apidologie, 2000, 31, 457-458
74. D H Dinkov, I T Vashin. Invertase activity in Bulgarian Multifloral and Honeydew Honeys, Apiacta 2, 2001
75. L P Oddo, M G Piazza, P Pulcini. Invertase Activity in Honey, Apidologie, 1999, 30, 57-65
76. L Vorlova, A Pridal. Invertase and Diastase Activity in Honeys of Czech Provenience, Acta univ. agric. et silvic. Mendel Brun., 2002, L, 5, 57 - 66
77. E Teixido, F J Santos, L Puignou, M T Galceran. Analysis of 5 hydroxymethylfurfural in foods by gas chromatography-mass spectrometry, Journal of chromatography A, 2006, 1135, 85-90
78. C Makhloufi, P Schweitzer, B Azouzi, L P Oddo, A Choukri, L Hocine, G R D'Albore. Some Properties of Algerian Honey. Apiacta, 2007, 42, 73 - 80
79. OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus. Meeproovide kogumine analüüsiks ja mee kvaliteedi määramine ja jääkained meeproovides III. Koostajad: M Liitmaa, Ü Sõukand, Tallinn 2007
80. F Diminš, P Kuka, M Kuka, I Čakste. The Criteria of Honey Quality and Its Changes during Storage and Thermal Treatment, LLU Raksti. 2006, 16 (311), 73-78
81. GOST standard, Natural Honey,
http://www.beeland.ru/spravocnik/spravocnik4_5.htm 25.08.10

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> 25.08.10
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

LISAD

Lisa 1 Füüsikalis-keemiliste näitajate analüüsi tulemused proovidest

Kuu-päev	Proovi nr.	Ettevõtte/mesinik	Proovivõtukoht	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg	El.juhtivus uS/cm	pH
04.09.09	1_2010	Mesinik, Viljandimaa, Täksi	Luige laot	17,9	27	<1	24	374	4,07
04.09.09	2_2010	Mesinik, Viljandimaa, Pilstvere	Luige laot	17,9	18	<1	22	139	3,39
04.09.09	3_2010	Mesinik, Lääne-Virumaa, Roela	Luige laot	17	23	<1	20	137	3,42
04.09.09	4_2010	Mesinik, Põlvamaa, Kõlleste v.	Luige laot	18,6	31	<1	39	289	3,61
04.09.09	5_2010	Mesinik, Lääne-Virumaa, Rägavere v.	Luige laot	16,9	15,6	2,4	27	206	3,62
04.09.09	6_2010	Mesinik, Jõgevamaa, Puurmanni	Luige laot	17,8	24,3	<1	30	387	4,1
04.09.09	7_2010	Mesinik, Pärnumaa, Tori v.	Luige laot	16,5	25,1	1,9	31	286	3,8
05.09.09	8_2010	Mesinik, Pärnumaa, Halinga v.	Laine keskus, Lasnamäel	16,9	19,3	3,8	25	174	3,66
05.09.09	9_2010	Mesinik, Lääne-Virumaa, Porkuni	Laine keskus, Lasnamäel	17	10,4	2,9	26	124	3,54
05.09.09	10_2010	Mesindusettevõtte, Järvamaa, eesti mesi	Laine keskus, Lasnamäel	17,8	19,5	1,9	26	193	3,76
05.09.09	11_2010	Mesindusettevõtte, Pärnumaa	mee laot Tallinnas	18,2	26,3	3,8	32	314	3,74
05.09.09	12_2010	Mesindusettevõtte, Tartumaa, Elva	mee laot Tallinnas	17,7	25,4	2,9	28	262	3,76
05.09.09	13_2010	Mesinik, Läänemaa,	mee laot Tallinnas	17,7	36,6	3,8	22	277	3,85
05.09.09	14_2010	Mesinik, Valgamaa, Sangaste v.	mee laot Tallinnas	17,3	26	1,9	31	252	3,75
05.09.09	15_2010	Mesinik, Viljandimaa	mee laot Tallinnas	17	23	1,9	27	296	3,98
05.09.09	16_2010	Mesinik, Järvamaa, J-Jaani	mee laot Tallinnas	17,8	22,5	1,9	30	236	3,82
05.09.09	17_2010	Mesinik, Virumaa, Vihula v.	mee laot Tallinnas	16,9	23	1,9	26	252	3,9
05.09.09	18_2010	Mesinik	mee laot Tallinnas	16,3	21,3	1,9	23	293	4,09
05.09.09	19_2010	Mesinik, Lääne-Virumaa, Haljala v	mee laot Tallinnas	16,5	21,4	<1	24	155	3,9
05.09.09	20_2010	Mesinik, Tartumaa, Elva	mee laot Tallinnas	18,2	27,7	11,5	29	194	3,74
05.09.09	21_2010	Mesinik, Põlvamaa, Saverna	mee laot Tallinnas	16,7	24,4	11,5	24	209	3,81
05.09.09	22_2010	Mesinik, Harjumaa, Jägala	mee laot Tallinnas	17,4	26,1	3,8	28	305	3,93
05.09.09	23_2010	Mesindustalu, Harjumaa, Kuusalu v.	mee laot Tallinnas	17,8	26,2	2,9	23	240	3,87
05.09.09	24_2010	Mesinik, Pärnumaa, Uulu	mee laot Tallinnas	18,7	19,7	12	32	504	4,23
05.09.09	25_2010	Mesindustalu, Harjumaa, Keila v.	mee laot Tallinnas	17,9	30,4	3,8	38	480	3,94
08.09.09	26_2010	Mesinik, Läänemaa	Keila AMS	17	36,3	1,9	31	405	4,01
08.09.09	27_2010	Mesinik, Viljandimaa, Saarepeedi v.	Keila AMS	15,9	24,9	1,9	25	341	4,22
12.09.09	28_2010	Mesinik, Viljandimaa, Karksi v.	Meefestival, Karksi-Nuia	15,5	21,8	3,8	32	213	3,71
12.09.09	29_2010	Mesinik, Viljandimaa, Karksi v.	Meefestival, Karksi-Nuia	16,7	25,9	2,9	35	227	3,7

12.09.09	30_2010	Mesinik, Tartumaa	Meefestival,Karksi-Nuia	16,9	23	1,9	33	210	3,9
12.09.09	31_2010	Mesinik, Valgamaa, Puka v.	Meefestival,Karksi-Nuia	17	27,4	2,9	28	144	3,35
30.09.09	32_2010	Mesinik, Raplamaa, Kehtrna v.	Rapla Konsum	16,1	30,1	3,8	20	185	3,51
30.09.09	33_2010	Mesindusettevõte, Hiiumaa	Rapla Konsum	15,7	19	5,8	23	342	3,88
30.09.09	34_2010	Mesindusettevõte, Järvamaa, Koeru	Rapla Konsum	16,8	17	10,6	19	152	3,38
01.10.09	35_2010	Korio, Leedu mesi	Maxima (Rapla)	16,7	21,4	4,8	27	297	3,6
01.10.09	36_2010	Vahendaja AS Budampex, Ungari mesi	Maxima (Rapla)	17,5	21,2	32,6	23	196	3,27
01.10.09	37_2010	Korio, Leedu mesi, tatramesi	Maxima (Rapla)	18,1	28,4	10,6	47	386	3,55
01.10.09	38_2010	Kerekman, Ukraina õiemesi	Maxima (Rapla)	18,9	21,5	21,1	31	238	3,26
01.10.09	39_2010	Kerekman, Ukraina, päevalilleõiemesi	Maxima (Rapla)	19,5	14,5	3,8	24	163	3,31
02.10.09	40_2010	Pakendaja X-tra, Soome, EÜ ja mitte EÜ	Rocca al Mare keskus	16,9	17,5	28,8	25	238	3,77
02.10.09	41_2010	Pärit. Ungari,Kuuba,Austraalia, (Soome SAM)	Rocca al Mare keskus	16,7	20,1	13,4	23	299	3,62
02.10.09	42_2010	Mesindusettevõte, Lääne-Virumaa	Rocca al Mare keskus	17,5	27,3	7,7	22	209	3,54
02.10.09	43_2010	Mesindusettevõte, Saaremaa	Rocca al Mare keskus	16,1	26,9	6,7	25	354	3,94
31.10.09	44_2010	Mesindusettevõte, Saaremaa, Eesti mesi	Pirita Selver	17,1	24,6	7,7	26	372	3,87
31.10.09	45_2010	Mesindusettevõte, Hiiumaa mesi	Pirita Selver	16,4	24,4	3,8	20	221	3,54
31.10.09	46_2010	Mesindusettevõte, Järvamaa	"Laine" Lasnamäel	16,9	17,5	1,4	20	104	3,39
31.10.09	47_2010	Mesinik, Vene mesi	"Laine" Lasnamäel	17	12,3	3,8	26	635	4,48
31.10.09	48_2010	Mesindustalu, Lääne-Virumaa, Porkuni	"Laine" Lasnamäel	16,9	15,8	3,8	22	153	3,34
31.10.09	49_2010	Mesinik, Pärnumaa, Halinga v.	"Laine" Lasnamäel	16,5	20,9	3,8	17	136	3,45
31.10.09	50_2010	Mesinik, Võrumaa, Sõmerpalu v.	Keskurg, Tallinn	18,7	17	21,1	23	194	3,34
31.10.09	51_2010	Mesindusettevõte, Saaremaa, Sõrve	Keskurg, Tallinn	16,8	19,2	4,8	30	258	3,33
31.10.09	52_2010	Mesinik, Järvamaa, Paide	Keskurg, Tallinn	17,8	18,6	1,9	26	222	3,43
31.10.09	53_2010	Mesinik, Viljandimaa, Halliste v.	Keskurg, Tallinn	16,7	12,2	19,2	23	214	3,4
31.10.09	54_2010	Mesinik, Järvamaa, Koeru	Keskurg, Tallinn	16,8	21,9	5,8	22	177	3,42
31.10.09	55_2010	Mesindusettevõte, Järvamaa	Balti jaama aianduspood	16,6	17,4	<1	27	270	3,49
31.10.09	56_2010	Mesindustalu, Lääne-Virumaa, Lahemaa	Balti jaama aianduspood	16,7	24	1,9	23	295	3,66
31.10.09	57_2010	Mesinik, Saaremaa, Muhumaa	Balti jaama aianduspood	18,1	19,5	1,9	32	560	3,82
31.10.09	58_2010	Mesinik, Harjumaa, Aegviidu v.	Balti jaama aianduspood	17,1	29,8	1,9	28	332	3,59
31.10.09	59_2010	Mesinik, Jõgevamaa	Balti jaama aianduspood	17,4	26,6	9,6	33	198	3,25
31.10.09	60_2010	Mesinik, Harjumaa, Aruküla	Balti jaama aianduspood	17,8	25,1	1,9	27	191	3,35
31.10.09	61_2010	Mesindustalu, Jõgevamaa, Pajusi v.	Balti jaama aianduspood	17,7	20,3	2,9	27	162	3,32

05.11.09	62_2010	Mesindusettevõte, Lääne-Virumaa	Mardilaat	16,3	17,5	16,3	28	107	3,15
05.11.09	63_2010	Mesinik, Põlvamaa, Saverna	Mardilaat	17,1	24,9	7,7	32	171	3,28
28.11.09	64_2010	Mesinik, Lääne-Virumaa, juulikuu mesi	mesinikult	15,7	19	4,8	26	152	3,59
28.11.09	65_2010	Mesinik, Lääne-Virumaa, augustikuu mesi	mesinikult	16,8	24	1,9	30	165	3,45
08.12.09	66_2010	Mesindusettevõte, Järvamaa, Eesti mesi	Kehtna A/O	17	23,7	7,7	28	245	3,68
08.12.09	67_2010	Mesindusettevõte, Läänemaa	Kehtna A/O	16,9	19,3	7,7	30	204	3,65
09.12.09	68_2010	Mesinik, Raplamaa	Rapla turg	16,8	25,3	2,9	30	287	3,87
30.12.09	69_2010	Fruitland, Rimi Eesti Food AS	Mustakivi Rimi, Tallinn	17,8	21,2	13,4	28	392	3,63
06.01.10	70_2010	Himaalaja mesi, India	Karmani pood, Rapla	17,4	15,8	46,1	29	399	3,78
06.02.10	71_2010	Bulgaaria mesi	Stockmann, Tallinn	17,1	19,7	17,3	29	153	3,34
06.02.10	72_2010	Pärnaõiemesi ,Bulgaaria	Stockmann, Tallinn	17	18,4	3,8	24	534	4,47
06.02.10	73_2010	Õiemesi, Bulgaaria	Stockmann, Tallinn	15,9	24,2	15,4	35	295	3,54
06.02.10	74_2010	Mesinik, Raplamaa	Stockmann, Tallinn	17,1	32,5	1,9	28	282	3,77
06.02.10	75_2010	Mesinik, Pärnumaa, Uulu	Stockmann, Tallinn	16,9	20,1	5,8	32	190	3,46
06.02.10	76_2010	Akaatsiamesi, toodet. Prantsusmaal	Stockmann, Tallinn	17,8	9,7	13,4	25	125	3,24
06.02.10	77_2010	Orgaanil. Ungari akaatsiam.toodet.Prantsusm	Stockmann, Tallinn	18,6	13,4	12,5	22	107	3,27
06.02.10	78_2010	Mesindusettevõte, Saaremaa mesi	Stockmann, Tallinn	16,7	17,5	11,5	44	444	3,94
06.02.10	79_2010	Kastanimesi, toodetud Itaalias	Stockmann, Tallinn	18,2	22,2	3,8	19	1304	5,34
09.02.10	80_2010	Mesinik, Harjumaa, Rae vald	mesinikult	18,6	20,5	3,4	39	317	3,49
04.03.10	81_2010	Mesinik	Ökopood,Nõmme	15,2	18,9	1,9	28	223	2,95
05.03.10	82_2010	Mesindustalu, Jõgevamaa, Puurmanni	Tallinn, Hortes	16,5	23,5	5,3	26	216	3,14
06.03.10	83_2010	Mesindustalu, Pärnumaa, Halinga	Lillepaviljon	17,7	32,7	2,9	21	466	3,83
06.03.10	84_2010	Mesiniku mesi	Lillepaviljon	16,3	14,8	7,7	18	234	3,34
06.03.10	85_2010	Mesindusettevõte, Pärnumaa, Kurgja	Lillepaviljon	18,5	16,1	7,7	24	251	3,3
06.03.10	86_2010	Mesinik, Pärnumaa, Tori v.	Lillepaviljon	16,7	25,3	4,8	20	226	3,21
06.03.10	87_2010	Mesinik, Valgamaa, Sangaste v.	Lillepaviljon	17,4	17,6	5,8	24	242	3,28
06.03.10	88_2010	Mesinik, Tartumaa, Elva	Lillepaviljon	16	25,1	4,8	23	235	3,35
06.03.10	89_2010	Mesindustalu, Harjumaa, Keila v.	Lillepaviljon	16,7	24,4	1,9	19	151	3,21
06.03.10	90_2010	Mesindusettevõte, Tartumaa, Elva	Lillepaviljon	17,8	27,4	3,8	23	266	3,34
06.03.10	91_2010	Mesinik, Lõuna-Eesti, Valgjärve	Lillepaviljon	17	19,3	5,8	28	301	3,33
06.03.10	92_2010	Mesinik, Põlvamaa, Saverna	Lillepaviljon	16,5	20,9	5,8	20	188	3,24
06.03.10	93_2010	Mesindustalu, Harjumaa, Kuusalu v.	Lillepaviljon	15,1	20,6	4,8	24	221	3,25

06.03.10	94_2010	Mesindusettevõte, Lääne-Virumaa, Vihula v.	Lillepaviljon	15	21,4	3,8	34	294	3,34
06.03.10	95_2010	Mesindustalu, Viljandimaa	Lillepaviljon	16,1	19,9	2,9	35	312	3,22
06.03.10	96_2010	Mesinik, Pärnumaa, Uulu	Lillepaviljon	13,9	14,4	4,8	18	345	3,94
12.03.10	97_2010	Põllumajandusettevõte, Tartumaa, Melliste	Tartu Lõunakeskus	16,1	12,1	1,9	25	162	3,23
22.04.10	98_2010	Korio, Pärnaõiemesi Leedu	Rapla, Maxima	15,9	15,6	7,7	26	293	3,4
22.04.10	99_2010	Vinnis, Läti (EU ja mitte EU mesi)	Rapla, Maxima	17	15,8	7,7	28	473	3,41
23.04.10	100_2010	Mesinik, Jõgevamaa, Põltsamaa	Tartu Maamess	17,8	20,8	3,8	25	207	3,3
23.04.10	101_2010	Mesinik, Võrumaa, Rõuge v.	Tartu Maamess	17,4	22	1,9	33	396	3,6
29.04.10	102_2010	Mesinik, Rapla	Rapla Talupood	14,7	28,1	1,9	21	293	3,57
29.04.10	103_2010	Rimi, Pärnaõiemesi	Lasnamäe Centrum	17	21	6,7	18	330	3,8
29.04.10	104_2010	Mesindusettevõte, Hiiumaa	Lasnamäe Centrum	17,3	26,4	5,8	24	322	3,51
29.04.10	105_2010	Rimi, erinevate lillede mesi	Lasnamäe Centrum	16,7	17,5	15,4	19	161	3,23
29.04.10	106_2010	Mesinik, Pärnumaa, Kurgja	Lasnamäe Centrum	15,5	18,9	3,4	22	354	3,57
02.05.10	107_2010	Mesinik, Pärnumaa, Tori	Alansi Mailaat	16	29,4	5,8	21	288	3,47
08.05.10	108_2010	Mesindustalu, Harjumaa, Kuusalu v.	Keila laot	16,4	23,5	2,9	21	217	3,36
08.05.10	109_2010	Mesinik, Harjumaa, Harku v.	Keila turg	16,5	25,3	3,8	29	403	3,47
08.05.10	110_2010	Mesinik, Põlvamaa, Kõlleste v.	Luige laot	20,2	15,5	9,6	28	242	3,38
08.05.10	111_2010	Mesinik, Viljandimaa, Olustvere	Luige laot	15,3	24,9	21	22	228	3,4
08.05.10	112_2010	Mesinik, Viljandimaa, Tääksi	Luige laot	17	28	2,9	22	232	3,41
08.05.10	113_2010	Mesinik	Luige laot	17,1	35,1	1,9	37	222	2,98
16.05.10	114_2010	Mesinik, Tartumaa, Nõo v	Tartu turg	17,1	13,2	42	30	233	3,23
16.05.10	115_2010	Mesinik, Tartumaa	Tartu turg	16,1	26	4,8	26	388	3,3
21.05.10	116_2010	Mesindustalu, Tartumaa, Vara v.	Türi Lillelaot	17,7	29,2	<1	18	132	3,08
21.05.10	117_2010	Mesinik, Lääne-Virumaa, Pandivere	Türi Lillelaot	15,5	25,4	1,9	19	158	3,19
21.05.10	118_2010	Mesinik, Võrumaa	Tallinn, Roheline kaubamaja	16,8	29,7	13	21	196	3,13
02.07.10	119_2010	Mesinik, Tartumaa, Nõo	Tartu turg	16,5	18,3	6,7	21	168	3,64
02.07.10	120_2010	Mesinik, Valgamaa	Tartu turg	17,4	15,8	27	25	142	3,53
02.07.10	121_2010	Mesinik, Tartumaa, Nõo v	Tartu turg	17,5	22	29	26	140	3,54
02.07.10	122_2010	Mesinik, Hiiumaa, Kassari	Tartu turg	16,9	19,3	7,7	20	129	3,61
16.07.10	123_2010	Mesindustalu, Lääne-Virumaa, Lahemaa	Rakvere turg	17,4	22	3,8	20	138	3,66
16.07.10	124_2010	Mee mix"Meetilk", toodet.Lätis	Rakvere Grossi kaubamaja	21,8	14	8,6	19	229	3,73
16.07.10	125_2010	Mesindusettevõte, Ida-Virumaa, lisaku	Jõhvi turg	17,4	23,8	2,9	30	286	3,95

16.07.10	126_2010	Mesinik, Ida-Virumaa, Alutaguse vaarika mesi	Võsu turg	19,3	27,9	1,9	28	223	3,73
17.07.10	127_2010	Mesinik, Tartumaa, Vasula	Ülemiste Taluturg	15,9	20,8	3,8	20	231	3,94
17.07.10	128_2010	Mesinik, Põlvamaa, Saverna	Ülemiste Taluturg	17,1	25,4	1,9	27	279	3,87
17.07.10	129_2010	Mesindustalu, Harjumaa, Kõue v.	Nõmme turg	18,2	24,9	1,9	22	147	3,68
17.07.10	130_2010	Mesindustalu, Jõgevamaa, Puurmanni	Nõmme turg	20,3	19,6	2,4	31	277	3,76
17.07.10	131_2010	Mesinik, Pärnumaa, Halinga v.	Nõmme turg	19,4	30,7	1,9	24	299	3,88
17.07.10	132_2010	Mesinik, Pärnumaa, Koonga v.	Keskurg, Tallinn	17	17,5	<1	18	256	4,3
17.07.10	133_2010	Mesinik, Viljandimaa, Halliste v.	Keskurg, Tallinn	18,6	18,8	9,6	30	200	3,56
17.07.10	134_2010	Mesinik, Järvamaa, Koeru	Keskurg, Tallinn	17,4	20,3	1,9	21	161	3,65
17.07.10	135_2010	Mesindustevõte, Tartumaa, Elva	Balti jaama aianduspood	17,4	21,1	1,9	28	294	3,87
17.07.10	136_2010	Mesinik, Harjumaa, Saue v.	Balti jaama aianduspood	16,7	15,3	1,9	23	337	4,09
17.07.10	137_2010	Mesinik, Võrumaa, Sõmerpalu v.	Balti jaama aianduspood	17,8	22,1	<1	25	156	3,65
17.07.10	138_2010	Mesindustevõte, Pärnumaa, Kurgja	Balti jaama aianduspood	17	28	1,9	25	292	4,01
17.07.10	139_2010	Mesinik, Hiiumaa	Hiiumaa Käsitöölaad	17	29,8	<1	16	383	5,04
17.07.10	140_2010	Mesinik, Kassari, Hiiumaa	Hiiumaa Käsitöölaad	18,3	26,3	1,9	20	212	3,92
21.07.10	141_2010	Mesinik, Pärnumaa	Pärnu turg	19	19,3	1,9	30	269	3,58
21.07.10	142_2010	Mesinik, Pärnumaa, Koonga v.	Pärnu turg	16,9	29,8	<1	26	126	3,38
21.07.10	143_2010	Mesinik, Pärnumaa, Lavassaare	Pärnu turg	21,5	34,3	1,9	29	232	3,74
21.07.10	144_2010	Mesinik, Pärnu	Pärnu turg	17,9	18,6	1,4	24	366	4,02
21.07.10	145_2010	Mesinik, Pärnumaa, Uulu	Pärnu turg	17	13,2	<1	22	108	3,49
21.07.10	146_2010	Mesinik, Pärnu	Pärnu turg	17,7	16,8	6,7	19	162	4,5
21.07.10	147_2010	Mesinik, Pärnumaa, Uulu	Pärnu turg	16,4	26,1	<1	32	360	3,96
27.07.10	148_2010	Mesinik, Harjumaa, Kose v.	Rapla turg	17,3	34,3	<1	25	139	3,39
27.07.10	149_2010	Mesinik, Raplamaa	Rapla Talupood	17	30,7	<1	26	188	3,84
29.07.10	150_2010	Mesindustevõte	Apotheka, Rocca al Mare	17	26,3	10,6	21	191	3,6
29.07.10	151_2010	Mesindustevõte, Kuldne mesi	Prisma, Rocca al Mare	17,1	12,3	88	16	63	3,33
29.07.10	152_2010	Manuka mesi, Uus-Meremaa	Marks&Spencer, Rocca al M	18,6	21,4	29	27	423	3,97
29.07.10	153_2010	Ristikõie mesi, Uus-Meremaa	Marks&Spencer, Rocca al M	17,1	19,3	21	28	212	3,41
29.07.10	154_2010	Iminõgese mesi, Austraalia ja Argentiina	Marks&Spencer, Rocca al M	17,4	17,6	35	26	341	3,74
29.07.10	155_2010	Mesi (EL ja mitte EL)	Marks&Spencer, Rocca al M	19	20,7	31	32	353	3,77
29.07.10	156_2010	Tšiili mesi	Marks&Spencer, Rocca al M	16,7	15,7	27	23	398	4,14
29.07.10	157_2010	Mesindustalu, Lääne-Virumaa, Roela	Biomarket, Rocca al Mare	17,1	22,8	1,9	21	132	3,56

29.07.10	158_2010	Apelsiniöiemesi, Itaalia	Biomarket, Rocca al Mare	17,9	16,4	19	22	145	3,53
29.07.10	159_2010	Tüümianimesi, Saksamaa	Biomarket, Rocca al Mare	18,9	31,4	5,8	30	335	3,95
02.08.10	160_2010	Mesinik, Raplamaa	mesinikult	15,7	21,6	<1	22	113	3,48

Lisa 2 Mee suhkruite sisaldus, %

Proovi nr.	Fruktoos	Glükoos	Sahharoos	Fru+Gly
1_2010	39.2	28.0	1.30	67.2
7_2010	37.4	33.9	1.30	71.3
9_2010	37.1	36.6	1.30	73.7
11_2010	37.1	32.6	1.30	69.7
13_2010	36.8	33.6	1.30	70.4
14_2010	36.5	34.4	1.30	70.9
17_2010	38.9	29.9	1.30	68.8
20_2010	37.0	35.5	1.30	72.3
24_2010	37.3	30.1	1.30	67.4
25_2010	36.7	31.5	1.30	68.2
45_2010	36.8	35.1	1.30	72.7
46_2010	37.3	38.9	1.30	76.2
52_2010	35.4	34.2	1.30	69.6
54_2010	36.7	35.7	1.30	72.4
60_2010	38.0	38.2	1.30	76.2
61_2010	36.9	35.0	1.30	71.9
63_2010	36.7	35.8	1.30	72.5
68_2010	37.9	33.8	1.30	71.7
83_2010	37.5	29.1	1.30	66.6
84_2010	38.3	33.4	1.30	71.7
87_2010	36.4	34.5	1.30	70.9
88_2010	36.7	36.0	1.30	72.7
91_2010	36.1	33.9	1.30	70
96_2010	36.6	36.2	1.30	72.8
100_2010	37.8	32.7	1.30	70.5
102_2010	38.6	31.7	1.30	70.3
103_2010	36.8	32.5	1.30	69.3
110_2010	33.6	29.9	3.4	63.5
111_2010	37.1	31.4	1.30	68.5
112_2010	39.0	31.1	1.30	70.1

Lisa 3 Mee invertaasarv erinevates ühikutes esitatuna: U/kg; IN

Kuupäev	Proovi nr.	Invertaas U/kg	Invertaasarv	Kuupäev	Proovi nr.	Invertaas U/kg	Invertaasarv
4.09.2009	1_2010	106.4	14.5	31.10.2009	46_2010	71.5	9.7
4.09.2009	2_2010	63.5	8.6	31.10.2009	47_2010	58.8	8.0
4.09.2009	3_2010	89	12.1	31.10.2009	48_2010	61.9	8.4
4.09.2009	4_2010	119.2	16.2	31.10.2009	49_2010	31.7	4.3
4.09.2009	5_2010	93.7	12.8	31.10.2009	50_2010	2.3	0.3
4.09.2009	6_2010	108	14.7	31.10.2009	51_2010	58.8	8.0
4.09.2009	7_2010	87.4	11.9	31.10.2009	52_2010	33.3	4.5
5.09.2009	8_2010	20.6	2.8	31.10.2009	53_2010	17.4	2.4
5.09.2009	9_2010	50.8	6.9	31.10.2009	54_2010	49.2	6.7
5.09.2009	10_2010	31.7	4.3	31.10.2009	55_2010	79.4	10.8
5.09.2009	11_2010	85.8	11.7	31.10.2009	56_2010	69.9	9.5
5.09.2009	12_2010	92.1	12.5	31.10.2009	57_2010	85.8	11.7
5.09.2009	13_2010	93.7	12.8	31.10.2009	58_2010	81	11.0
5.09.2009	14_2010	77.8	10.6	31.10.2009	59_2010	41.3	5.6
5.09.2009	15_2010	95.3	13.0	31.10.2009	60_2010	98.5	13.4
5.09.2009	16_2010	69.9	9.5	31.10.2009	61_2010	66.7	9.1
5.09.2009	17_2010	82.6	11.2	5.11.2009	62_2010	22.2	3.0
5.09.2009	18_2010	65.1	8.9	5.11.2009	63_2010	58.8	8.0
5.09.2009	19_2010	71.5	9.7	28.11.2009	64_2010	60.3	8.2
5.09.2009	20_2010	14.3	1.9	28.11.2009	65_2010	73.1	10.0
5.09.2009	21_2010	46	6.3	8.12.2009	66_2010	57.2	7.8
5.09.2009	22_2010	98.5	13.4	8.12.2009	67_2010	44.5	6.1
5.09.2009	23_2010	85.8	11.7	9.12.2009	68_2010	28.6	3.9
5.09.2009	24_2010	15	2.0	30.12.2009	69_2010	27	3.7
5.09.2009	25_2010	92.1	12.5	6.01.2010	70_2010	13.5	1.8
8.09.2009	26_2010	104.9	14.3	6.02.2010	71_2010	65.1	8.9
8.09.2009	27_2010	92.1	12.5	6.02.2010	72_2010	55.6	7.6
12.09.2009	28_2010	77.8	10.6	6.02.2010	73_2010	31.7	4.3
12.09.2009	29_2010	92.1	12.5	6.02.2010	74_2010	95.3	13.0
12.09.2009	30_2010	58.8	8.0	6.02.2010	75_2010	46	6.3
12.09.2009	31_2010	87.4	11.9	6.02.2010	76_2010	13.5	1.8
30.09.2009	32_2010	65.1	8.9	6.02.2010	77_2010	15.1	2.1
30.09.2009	33_2010	61.9	8.4	6.02.2010	78_2010	10.3	1.4
30.09.2009	34_2010	31.7	4.3	6.02.2010	79_2010	49.3	6.7
1.10.2009	35_2010	74.7	10.2	9.02.2010	80_2010	66.8	9.1
1.10.2009	36_2010	7.9	1.1	4.03.2010	81_2010	66.8	9.1
1.10.2009	37_2010	73.1	10.0	5.03.2010	82_2010	90.6	12.3
1.10.2009	38_2010	22.2	3.0	6.03.2010	83_2010	92.2	12.6
1.10.2009	39_2010	36.5	5.0	6.03.2010	84_2010	55.6	7.6
2.10.2009	40_2010	5.5	0.7	6.03.2010	85_2010	71.5	9.7
2.10.2009	41_2010	33.3	4.5	6.03.2010	86_2010	68.3	9.3
2.10.2009	42_2010	34.9	4.8	6.03.2010	87_2010	77.9	10.6
2.10.2009	43_2010	42.9	5.8	6.03.2010	88_2010	84.2	11.5
31.10.2009	44_2010	77.8	10.6	6.03.2010	89_2010	71.5	9.7
31.10.2009	45_2010	60.3	8.2	6.03.2010	90_2010	76.3	10.4

Kuupäev	Proovi nr.	Invertaas U/kg	Invertaas-arv	Kuupäev	Proovi nr.	Invertaas U/kg	Invertaas-arv
6.03.2010	91_2010	39.7	5.4	16.07.2010	126_2010	92.2	12.6
6.03.2010	92_2010	57.2	7.8	17.07.2010	127_2010	44.5	6.1
6.03.2010	93_2010	77.9	10.6	17.07.2010	128_2010	89	12.1
6.03.2010	94_2010	60.4	8.2	17.07.2010	129_2010	63.6	8.7
6.03.2010	95_2010	85.8	11.7	17.07.2010	130_2010	95.4	13.0
6.03.2010	96_2010	50.9	6.9	17.07.2010	131_2010	85.8	11.7
12.03.2010	97_2010	68.3	9.3	17.07.2010	132_2010	73.1	10.0
22.04.2010	98_2010	52.5	7.1	17.07.2010	133_2010	22.3	3.0
22.04.2010	99_2010	17.5	2.4	17.07.2010	134_2010	65.2	8.9
23.04.2010	100_2010	46.1	6.3	17.07.2010	135_2010	85.8	11.7
23.04.2010	101_2010	65.2	8.9	17.07.2010	136_2010	81.1	11.0
29.04.2010	102_2010	76.3	10.4	17.07.2010	137_2010	85.8	11.7
29.04.2010	103_2010	17.5	2.4	17.07.2010	138_2010	73.1	10.0
29.04.2010	104_2010	60.4	8.2	17.07.2010	139_2010	90.6	12.3
29.04.2010	105_2010	9.5	1.3	17.07.2010	140_2010	77.9	10.6
29.04.2010	106_2010	89	12.1	21.07.2010	141_2010	92.2	12.6
2.05.2010	107_2010	76.3	10.4	21.07.2010	142_2010	95.4	13.0
8.05.2010	108_2010	85.8	11.7	21.07.2010	143_2010	100.1	13.6
8.05.2010	109_2010	95.4	13.0	21.07.2010	144_2010	73.1	10.0
8.05.2010	110_2010	11.1	1.5	21.07.2010	145_2010	68.3	9.3
8.05.2010	111_2010	50.9	6.9	21.07.2010	146_2010	3.2	0.4
8.05.2010	112_2010	74.7	10.2	21.07.2010	147_2010	90.6	12.3
8.05.2010	113_2010	101.7	13.8	27.07.2010	148_2010	63.6	8.7
16.05.2010	114_2010	6.4	0.9	27.07.2010	149_2010	85.8	11.7
16.05.2010	115_2010	14.3	1.9	29.07.2010	150_2010	47.7	6.5
21.05.2010	116_2010	84.2	11.5	29.07.2010	151_2010	2.4	0.3
21.05.2010	117_2010	50.9	6.9	29.07.2010	152_2010	15.9	2.2
21.05.2010	118_2010	60.4	8.2	29.07.2010	153_2010	4.8	0.7
2.07.2010	119_2010		0.0	29.07.2010	154_2010	7.9	1.1
2.07.2010	120_2010	15.9	2.2	29.07.2010	155_2010	19.1	2.6
2.07.2010	121_2010	7.9	1.1	29.07.2010	156_2010	6.35	0.9
2.07.2010	122_2010	8.7	1.2	29.07.2010	157_2010	71.5	9.7
16.07.2010	123_2010	66.8	9.1	29.07.2010	158_2010	15.9	2.2
16.07.2010	124_2010	6.4	0.9	29.07.2010	159_2010	69.9	9.5
16.07.2010	125_2010	77.9	10.6	2.08.2010	160_2010	58.8	8.0

Lisa 4 Mee olulisemate füüsikalis-keemiliste näitajate keskmised (rasvases kirjas) maakondade kaupa. Lisatud andmed ka firmade ja välismaa kohta.

Maakond	Niiskus	DA	HMF	VHS	EI.juhtivus	IN
	%	(kuivaines)	mg/kg	mmooli/kg	uS/cm	
Viljandimaa	16.7	21.6	6.0	26.0	254	9.4
min	15.3	12.2	<1	18	139	2.4
max	18.6	28.0	21.0	35	374	14.5
Põlvamaa	17.3	23.9	5.2	29.2	236	8.9
min	15.2	15.5	<1	20	171	1.5
max	20.2	35.1	11.5	39	301	16.2
Hiiumaa	17.4	25.1	3.5	18.7	241	8.0
min	16.9	19.3	<1	16	129	1.2
max	18.3	29.8	7.7	20	383	12.3
Järvamaa	17.5	20.8	2.9	24.8	199	7.4
min	16.8	18.6	1.9	21	161	4.5
max	17.8	22.5	5.8	30	236	9.5
Läänemaa	17.4	36.5	2.9	26.5	341	13.5
min	17.0	36.3	1.9	22	277	12.8
max	17.7	36.6	3.8	31	405	14.3
Jõgevamaa	17.9	22.5	4.2	28.7	241	10.2
min	16.5	19.6	<1	25	162	5.6
max	20.3	26.6	9.6	33	387	14.7
Harjumaa	17.2	24.7	2.7	26.3	259	11.1
min	15.1	15.3	<1	21	139	8.7
max	18.6	34.3	4.8	39	403	13.4
Valga- ja Võrumaa	17.3	22.6	8.8	26.2	234	7.4
min	16.1	15.8	<1	21	142	0.3
max	18.7	29.7	27	33	396	11.9
Pärnumaa	17.5	23.8	3.6	24.9	276	9.1
min	15.5	16.8	<1	17	126	0.4
max	21.5	34.3	12	32	504	13.6
Virumaad	16.8	21.3	3.1	25.2	194	9.1
min	15.0	10.4	<1	19	124	4.8
max	19.3	27.9	7.7	34	295	12.8
Raplamaa	16.2	28.1	2.1	24.5	225	9.3
min	14.7	21.6	<1	20	113	3.9
max	17.1	32.5	3.8	30	293	13.0
Saaremaa	18.1	19.5	1.9	32.0	560	11.7
min	18.1	19.5	1.9	32.0	560	11.7
max	18.1	19.5	1.9	32.0	560	11.7
Tartumaa	17.0	22.4	12.6	25.0	193	5.1
min	15.9	13.2	<1	18	132	0
max	18.2	29.2	42	33	235	11.5
välismaa	17.6	18.9	17.3	27.1	348	4.3
min	15.9	9.7	3.8	19	107	0.7
max	19.5	31.4	46.1	47	1304	10.2
firmad	17.0	21.1	8.1	25.0	249	7.8
min	13.9	12.1	<1	16	63	0.3
max	18.5	30.4	88	44	480	12.5