

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus

**MEEPROOVIDE KOGUMINE ANALÜÜSIKS
JA MEE KVALITEEDI MÄÄRAMINE**

ja

JÄÄKAINED MEEPROOVIDES

Eesti Mesinike Liidu tellimusel teostatud mee
kvaliteediuringute PR-5-3.1-1 ja PR-5-3.1-2
ARUANNE

Töö on teostatud Eesti mesindusprogrammi 2007 - 2010 raames,
mida toetab Euroopa Liit

Mardo Liitmaa
Juhatuse liige

Ülis Sõukand, MSc
Koostaja

Tallinn 2009

SISUKORD

1. LÄHTEÜLESANNE	2
2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	3
2.1 Mesi ja mee liigid	3
2.2 Üldnõuded meele	4
2.3 Mee füüsikalised-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>Prolüüsi 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>	43
<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>Kaadmiim</i>	50
<i>Plii</i>	50
<i>Ülejäänud metallid</i>	50
<i>Prolüüsi sisaldus</i>	52
<i>Invertaasarv</i>	52
5.2 Välismaa mee kvaliteet	52
6. LÄHTEÜLESANDE TÄITMINE	55
7. KOKKUVÕTE	56
KASUTATUD KIRJANDUS	60
LISAD	66

1. LÄHTEÜLESANNE

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 füüsikalis-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].

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 diastaasrva 3 (Schade'i skaala järgi) omavale tsitrusemele. Põhjuseks on tõenäoliselt soov vältida tsitruseme rikkumist ülekuumutamise, sest ülimald diastaasrva 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	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 tõesule üle normi ja meensüümide täielikule lagunemisele [8,10,7,11]. Mikrolaineahjus kuumutamisel võib saavutada ka suhteliselt väikse HMF tõesu, 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 oleneb HMF tekkekiirus mee koostisest ja võib oluliselt varieeruda. *Fallicio et al 2009* sai HMF tekkekiiruseks 25 °C juures vähima tulemuse 0.26 mg/kg/kuus päklimeel 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 kuumutamisel 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].

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].

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 tärklis dekstriiniks ja suhkruteks (maltoos). Täpsemalt mõistetakse diastaasi all kõiki mees sisalduvaid amülaase (alfa- ja beeta amülaas). Erineva päritoluga mees võib ensüümi aktiivsus olla väga erinev. Erinevust põhjustab nektari koostis ja kontsentratsioon, mesilaste vanus ja nektari tootmise intensiivsus. Kui nektarit toodetakse intensiivselt on diastaasi aktiivsus väike. [14,15]. Optimaalne pH diastaasi jaoks mees on 5.3 kuni 5.6. *Cavia et al 2006* katsete järgi oli üldiselt nii, et mida madalam on mee pH, seda madalam ka diastaasi aktiivsus. [67]. Ensüümi võivad inhibeerida vase-, magneesiumi- ja elavhõbeda ioonid [72]. Tabelis 3 on toodud erinevatest kirjandusallikatest leitud andmed diastaasarvu kohta mees:

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

riik	aasta	proovide arv	keskmine diastaasarv *	viide
Eesti	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 arvatud artiklis leiduvate andmete järgi

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

Tabel 4. Temperatuuri mõju mees sisalduva diastaasi poolestusajale

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

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

igati normi piires. Ligikaudu samasugune olukord võib tekkida ka mee infrapuna-kiirgusega kuumutamisel.

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

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

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

2.3.2.3 Metoodikad

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

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

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

2.3.2.4 Kriitika

Osad autorid soovivad diastaasi asemel kasutada mee uurimisel invertaasi. *White 1992, 1994* kritiseerib 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. Soovitavaks värsket kuumutamata mee invertaasarvuks (IN) on 10 ja looduslikult madala ensüümissaldusega 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 lehemee invertaasarvuks üle 20 [74]. *Oddo et al 1999* pakub 499 analüüsi põhjal soovitatavaks värsket mee invertaasarvuks 6.8, looduslikult madala ensüümissaldusega värsketele meele 0.7-1.4 ja kõrge invertaasisaldusega värsketele meele 14 [75].

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

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

Tabel 5. Temperatuuri mõju inevertaasi poolestusajale

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

Nagu ka tabelist 5 näha on invertaas (sarnaselt diastaasiga) mee värskuse näitaja. Enamuste uuringute põhjal on invertaasi ja diastaasi aktiivsuste vahel tugev korrelatsioon. *Oddo et al 1999* sai 499 värske meeproovi puhul korrelatsioonikordajaks $r = 0.835$ [75] ja *Serrano et al 2007* 49 proovi korral $r = 0.853$ [70]. Mees kus on rohkem invertaasi on ka rohkem diastaasi [70]. Diastaasi/invertaasi korrelatsioonid on erinevatel meedel erinevad ja korrelatsioon võib olla halvem enam kuumutatud meedel. Põhjuseks on invertaasi palju suurem temperatuuritundlikkus, võrreldes diastaasiga [76]. Samas on *Oddo et al 1999* arvates nii diastaasi kui invertaasi aktiivsuse põhjal raske hinnata säilitamise ja kuumutamise mõju meele. Probleem on selles, et puudub skaala alguspunkt, me ei tea kui suur oli ensüümi aktiivsus enne kuumutamist või säilitamist. Selle probleemi lahenduseks on HMF analüüs, kuna selle aine sisaldus mees on algselt 0 [75].

Sarnaselt diastaasile on ka mee 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. Lehemee 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
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 nitrofenaal aniooniks. Saadud lahuse värvus mõõdetakse lainepikkusel 400 nm.

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

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

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

2.3.4.4 Kriitika

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

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

2.3.5 Niiskusesisaldus

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	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

vähenele 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 hüdromeetriga [11]. Refraktomeetrilisel määramisel kasutatakse kas digitaalset või Abbe refraktomeetrit [27].

2.3.5.4 Kriitika

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

2.3.6 Fruktoosi- ja glükoosisisaldus

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

2.3.6.1 Seadused ja normid

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

2.3.6.2 Kirjanduse ülevaade

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

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 ionkromatograafiat [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 suhkru abil [19]. Kõrget sahharoosisisaldust võib põhjustada ka valmimata mee võtmine kärgedest või järgmises lõigus nimetatud korjetaimede mõju [46].

2.3.7.1 Seadused ja normid

Eesti seaduse järgi on maksimaalseks lubatud sahharoosisisalduseks kuni 5 grammi 100 g kohta. Harilikust robiiniast (*Robinia pseudoacacia*), lutsernist (*Medicago sativa*), banksiast (*Banksia menziesii*), magusristikust (*Hedysarum*), eukalüptist (*Eucalyptus camadulensis*), lõhnavast kuismast, väikesest kuismast (*Eucryphia 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: kreektürna mees keskmiselt 1.1% ja ristikumees keskmiselt 12% [10]. Brasiilia mees 1.1% ja 5.9% sõltuvalt mesilaste liigist [21]. Ühe teise uurimuse järgi oli 37 Brasiilia mee proovis sahharoosi keskmiselt 2.7%. Portugali mees keskmiselt 6.1% (0.5-11.9%) [25], suurem osa proovidest oli lavendlimesi, mille sahharoosi sisaldus võib olla kuni 15%. 15 Hispaania tsitrusemees oli sahharoosi 9.4-16.3%, norm lubab tsitrusemeele kuni 10 % sahharoosi sisaldust [28]. Korea mees oli keskmiselt vaid 0.7% sahharoosi ja sellesse riiki toodud mees 1.1 % sahharoosi [20]. Soomlaste toodetud 50 mees oli enamasti sahharoosi alla 5% [23]. Türgis 2004 aastal kogutud 35 õiemee proovis oli keskmine sahharoosisisaldus 5.28 % (maksimaalne 23.64%) ja 35 männimee proovis 4.64% (maksimaalne 16.82%) [49]. Samas riigis 1998 aastal kogutud 45 proovis aga keskmiselt 1.8% [46]. Alžeerias kogutud 66 meeproovis oli sahharoosi sisaldus keskmiselt 1.14 % [78]. Eestis 2006/2007 aastal kogutud 20 proovis oli sahharoosi

detekteeritavas koguses vaid kahes ja sealgi oluliselt alla seadusega ettenähtud normi [79] ning 2007/2008 aastal kogutud 20 proovis oli sahharoosi ühes proovis ja seda ainet oli seal 5x alla seadusega ettenähtud normi [87].

2.3.7.3 Metoodikad

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

2.3.7.4 Kriitika

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

2.3.8 Vees lahustumatute ainete sisaldus

Vees lahustumatute ainete määramisega kontrollitakse eelkõige mee vahasisaldust.

2.3.8.1 Seadused ja normid

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

2.3.8.2 Kirjanduse ülevaade

Tsentrifuugitud mees on vees lahustumatute ainete sisaldus 0.005 – 0.05 g/100g [3]. Suurema osa sellest moodustab vaha, mees võib leiduda veel õietolmu, osakesi mesilaste küljest ja lihtsalt mustust [30] Tsehhis 1999 aastal toodetud mees olid vees lahustumatute ainete sisaldused järgmised: õiemees 0.002-0.07%, segamees 0.002-0.098% ja lehemees 0.002-0.084%. Igast meeliigist analüüsiti kümnet proovi [29]. Hispaanias 2001-2003 aastal kogutud mees oli see näitaja sõltuvalt mee taimsest päritolust 0.02-0.1% [41]. Paljudel juhtudel seda näitajat ei määrata.

2.3.8.3 Metoodikad

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

2.3.8.4 Kriitika

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

2.3.9 Elektrijuhtivus

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

2.3.9.1 Seadused ja normid

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

2.3.9.2 Kirjanduse ülevaade

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

$$C=0.14+1.74A$$

C-elektrijuhtivus

A-tuhasisaldus

Kirjanduses toodud juhtivused sobivad seadustes esitatud piiridega, 44 Prantsuse päevalillemees juhtivuseks saadi keskmiselt 0.38 mS/cm. [31] Tsehhis 1999 aastal

toodetud 10 õiemees oli juhtivus piirides 0.11-0.42 mS/cm, 10 segamees 0.50-0.87 mS/cm ja 10 lehemees 0.90-1.3 mS/cm [29]. Tsehhis aasta hiljem võetud proovides olid samade meetüüpide juhtivused 0.1-0.44 mS/cm (28 proovis), 0.41-1.1 mS/cm (21 proovis) ja 0.97-1.1 mS/cm (6 proovis) [54]. Alžeerias kogutud 66 meeproovis oli elektri juhtivus keskmiselt 0.65 mS/cm [78]. Irimaal ostetud 20 meeproovis oli elektri juhtivus 0.140-0.522 mS/cm [82]. Brasiilias uuritud 20 meeproovis oli elektri juhtivus 0.192-799 mS/cm [85]. Eestist 2005 aastal võetud 149 meeproovis oli elektri juhtivus 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].

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

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

2.3.10 Vabade hapete sisaldus

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

2.3.10.1 Seadused ja normid

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

2.3.10.2 Kirjanduse ülevaade

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

Kirjanduses esitatud vabade hapete sisaldused on küllalt varieeruvad. 27 Burkina Faso 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].

2.3.10.3 Metoodikad

Vabade hapete sisaldus määratakse leeliselahusega tiitrimisel kuni pH 8.3.

2.3.10.4 Kriitika

Mees sisalduva laktooni hüdroolüüs segab tiitrimist. Segadust võivad tekitada erinevad määratud hapete sisaldused: üldise hapete sisalduse moodustab vabade hapete sisaldus, millele on liidetud piimhappe sisaldus. Laboritevaheliste analüüsides 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 pöördenurk, mis on mõõdetud naatriumi D-joone lainepikkusel 589 nm ja 20 °C juures.

2.3.11.3 Kriitika

Meetod on kasutusel üsna vähestes Euroopa maades.

2.3.12 Metallide sisaldus

Kolme metalli: kaadmiumi (Cd), pliid (Pb) ja arseeni (As) nimetatakse mees sisalduvateks jääkaineteks, mis näitavad mee saastatust. Ülejäänud metallid, mille sisaldust seadus ei normeeeri, võivad olla toksilised, kui neid on mees tavalisest sisaldusest oluliselt rohkem. Metallide sisaldused võimaldavad ka määrata mee geograafilist päritolu ja kontrollida ühest kindlast taimeliigist saadud mee 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 normeeritud. 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, kõrgsüstitatud plasma emissioonspektromeetriat ICP-AES, kõrgsüstitatud 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 normeeritud 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 normeeri. 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 antioksidant. [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 proliinisalduse kohta mees

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

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

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

2.3.11.2 Metoodikad

Mõõtmine toimub spektrofotomeetriselt lainepikkusel 510 nm. Proliin moodustab ninhüdriiniga värvilise ühendi.

2.3.11.3 Kriitika

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

2.4 Mee kvaliteedi hindamine

2.4.1 Mee kvaliteedi hindamine Eestis

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

Mee kvaliteeti hinnatakse Vabariigi Valitsuse 19. veebruar 2004 määrus nr 41, "Mee koostis- ja kvaliteedinõuded ning märgistamise erinõuded" [2] järgi. See määrus põhineb Euroopa Ühenduse vastaval seadusel 2001/110/EÜ (EÜT L 010, 12.01.2002, lk 47). Toksiliste jääkainete sisalduse hindamine toimub Vabariigi Valitsuse 12. jaanuari 2000 määrus nr 14, "Toidus lubatud saasteainete loetelu ja piinormide toidugruppide kaupa kehtestamine" [36] alusel. Lisaks on töös kasutatud kvaliteetmeele vastavaid norme, mille on kehtestanud osade Euroopa riikide mesindusühendused [3]. Tabelis 8 on kokkuvõtlikult esitatud seadustes mee füüsikalise-keemiliste näitajate ja jääkainete kohta kehtestatud piinormid.

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 8. 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 arv	üle 8 ²	üle 10
niiskusesisaldus	kuni 20 % ³	kuni 18.5%
Fruktoosi- ja glükosisisaldus	õiemees vähemalt 60 g/100g ⁴	
Sahharoosisisaldus	kuni 5 g/100g ^{5;6}	
Vees lahustumatute ainete sisaldus	kuni 0.1 g/100g ⁷	
Elektrijuhtivus	õiemees kuni 0.8 mS/cm ⁸	
Vabade hapete sisaldus	kuni 50 mekv/kg	
Jääkainete sisaldus	kuni 0.5 mg/kg As kuni 0.05 mg/kg Cd kuni 1 mg/kg Pb	

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

²- tsitrusemees peab diastaas arv olema vähemalt 3

³- kanarbikumees kuni 23%

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

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

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

⁷- pressitud mees kuni 0.5 g/100 kohta

⁸- Lehemees ja kastanimees ning nende segus vähemalt 0.8 millisiimensit sentimeetri kohta; v.a. harilikust maasikapuust, eerikast, eukalüptist, pärnast, kanarbikust, lõnamürdist 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 9 esitatud süsteemi.

Tabel 9. 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 10 esitatud GOST standardile. Lisaks sellele peab mesi olema meeldiva lõhnaga, magusa- ja meeldiva maitsega, ilma kõrvalise lõhna- ja maitseta [81].

Tabel 10. GOST standardit iseloomustav tabel

füüsikalise-keemiline kvaliteedinäitaja GOST järgi	Seadusega ettenähtud piirnorkõigile 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 2008 septembrist kuni 2009 aasta augusti keskpaigani.

3.1 Maakonnad kust proovid osteti.

Kokku võeti 160 proovi. Proovid osteti tabelis 11 toodud maakondadest, lisaks veel mesinikelt ja üks proov osteti välismaalt.

Tabel 11. Maakonnad kust proovid osteti

Maakond, riik	Proovide arv
Harjumaa	94
Raplamaa	21
Ida-Virumaa	10
Tartumaa	9
Pärnumaa	5
Viljandimaa	5
Lääne-Virumaa	4
Järvamaa	2
mesinikult	9
välismaa	1
Kokku	160

3.2 Linn või asula kust proov osteti.

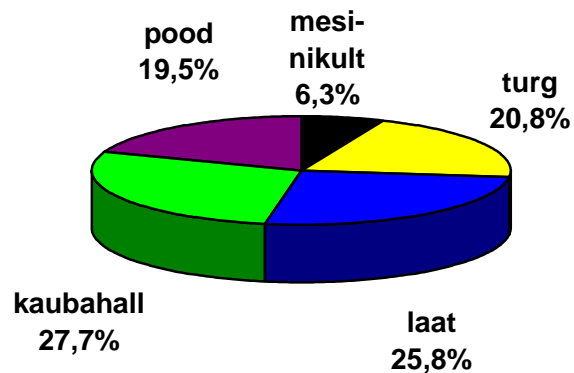
Proovide jagunemist ostukohtade järgi linnade ja asulate vahel näitab tabel 12.

Tabel 12. Linnad/asulad, kust proovid osteti

Linn, asula, riik	Proovide arv
Tallinn	81
Rapla	21
Narva	10
Tartu	9
Keila	6
Viljandi	5
Pärnu	5
Kiili vald	4
Rakvere	4
Maardu	3
Türi	1
Paide	1
proov mesinikult	9
välismaa	1
Kokku	160

3.3 Millist tüüpi kaubandusasutusest proov osteti.

Proovide jaotumine ostukohtade järgi on esitatud joonisel 1.



Joonis 1. Proovide jagunemine ostukohtade järgi

Proovivõtuga oli probleeme Tartu turul ja meelaatadel, kus müüjatel ei olnud toodang korralikult sildistatud ja mee müüjad andsid toodangu päritolu kohta ebamäärast infot.

3.4 Millises maakonnas või riigis oli mesi toodetud.

Mee tootmiskohtadena olid esindatud kõik Eesti maakonnad peale Ida-Virumaa ja 11 välisriiki, üks mesi oli toodetud mitmes erinevas riigis: Ungaris, Kuubas, Austraalias ning üks meeproov sisaldas nii Euroopa Liidust, kui ka väljaspoolt seda ühendust pärinevat mett. Mee tootmiskohtade jaotus on antud tabelis 12 ja tabelis 13.

Tabel 12. Meeproovide jagunemine tootmiskohtade järgi Eestis

Maakond	Proovide arv
Lääne-Virumaa	15
Harjumaa	13
Pärnumaa	10
Viljandimaa	9
Tartumaa	8
Jõgevamaa	8
Raplamaa	8
Saaremaa	6
Läänemaa	6
Põlvamaa	5
Võrumaa	4
Järvamaa	3
Hiiumaa	3
Valgamaa	2
pakendaja	22
osühing	11
Kokku	133

Tabel 13. Meeproovide jagunemine tootmisekohtade järgi välismaal

Välisriik	Proovide arv
Ungari	5
Itaalia	3
Leedu	2
Saksamaa	2
Soome	2
Hispaania	1
Hiina	1
Kuuba	1
Mehhiko	1
Läti	1
Madagaskar	1
EU ja mitte EU	1
rahvusvaheline	1
Kokku	22

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 ilmnelemisel lisati sadestusreaktiiv. Lahusele lisati p-toluidiini ja barbituurhapet. Proovi analüüsi fotokolorimeetriga lainepikkusel 550 nm [42].

4.3 Vabade hapete sisalduse määramine

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

4.4 pH mõõtmine

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

4.5 Invertaasarvu määramine

Invertaasi määramiseks kasutatakse Siegerthaleri meetodit, mis on üle vaadatud EHC poolt [74]. Invertaasarv IN näitab saharoosi kogust grammi kohta, mis 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 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% tärklielahuse milliliitrite hulka. Meelahus pandi veevannil 40 °C juures reageerima tärklielahusega, mis sisaldas lahust värvivat 2,4-dinitrofenooli, atsetaatpuhvrit ja naatriumkloriidi. 10 minuti pärast mõõdeti lahuse optiline tihedus fotokolorimeetriga lainepikkusel 582 või 590 nm. Tulemus arvutati mee niiskusesisalduse kaudu ümber kuivainele [42].

4.7 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.

Kaadmium, plii ja arseen määrati aatomabsorptsioon spektrofotomeetriliselt grafiitahju menetlusel . [43]

Arseen, alumiinium, boor, baarium, kaadmium, koobalt, kroom, vask, mangaan, molübdeen, nikkel, plii, antimon, seleen ja tsink määrati aksiaalse kõrgsidesunud plasma emissioonspektromeetriga ICP-OES, mis oli varustatud laengsidesust seadeldisega CCD(detektor). [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]

4.10. Proliini määramine

Proliin moodustab nihüdriiniga värvilise ühendi. Mõõtmine toimub peale 2-propanooli lisamist spektrofotomeetriliselt lainepikkusel 510 nm.

5.TULEMUSED

5.1 Meekvaliteedi uuringud

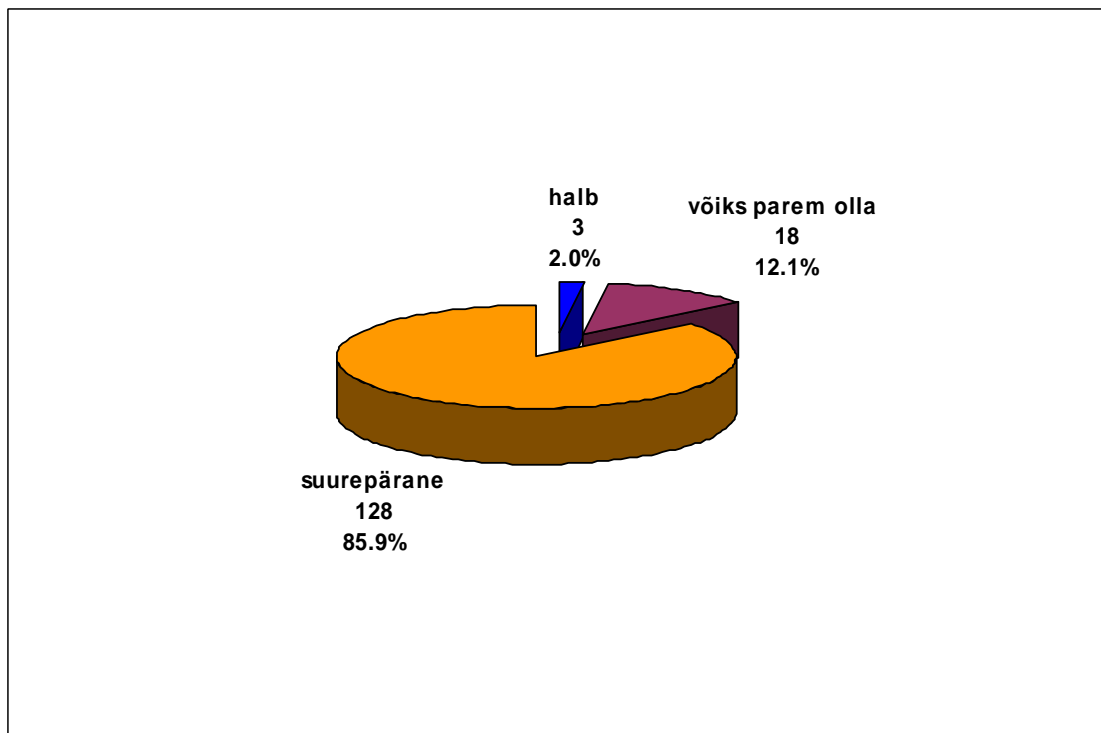
5.1.1 HMF

HMF sisaldus 149 analüüsitud mee proovis oli <1 – 238 mg/kg ja keskmine selle aine sisaldus oli 9.6 mg/kg. Suurima ja väikseima tulemuse vahe oli üle 200 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”

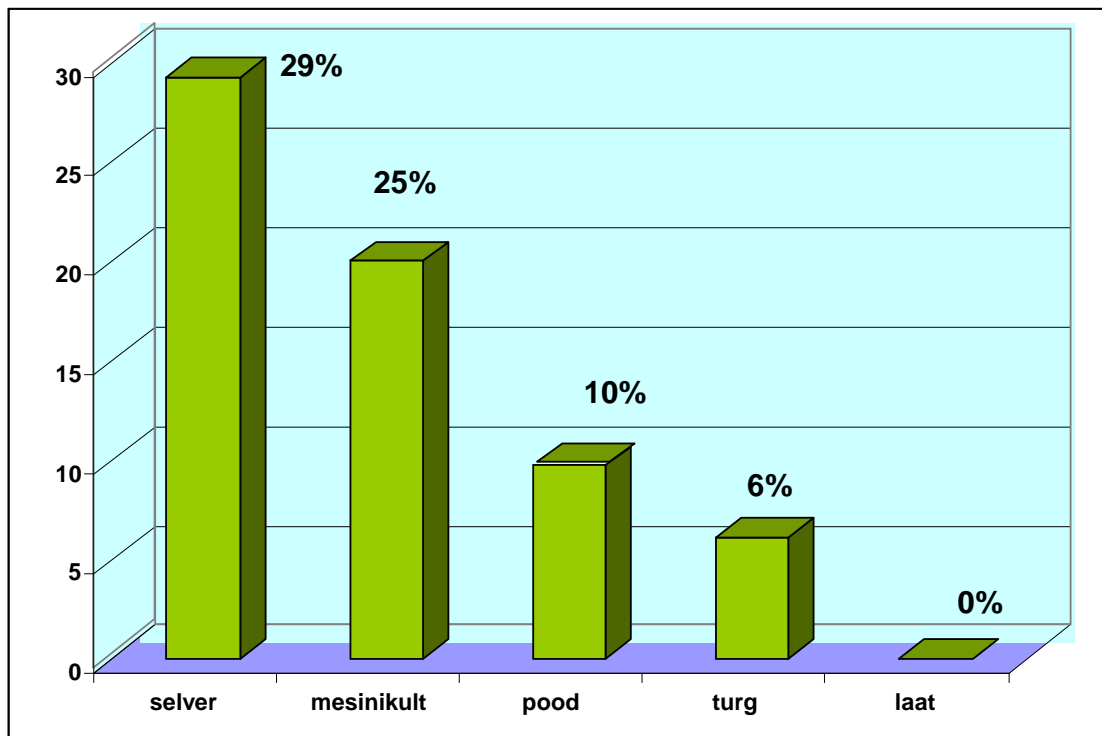
-proovid mille HMF sisaldus ületas mõnedes Euroopa riikides kehtestatud kvaliteetmee normi (v. t. kirjanduse osa) 15 mg/kg, kvaliteediklass – “võiks parem olla”
-mesi mille HMF sisaldus oli alla 15 mg/kg, kvaliteediklass – “suurepärase”



Joonis 2. HMF analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa

149 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa on esitatud joonisel 2. Seadusega kehtestatud normile vastasid 98.0 % proovidest ja 85.9 % proovidest olid väga hea kvaliteediga. Keskmine HMF sisaldus kõigis proovides oli 9.6 mg/kg. Kvaliteediklasside jaotus oli sarnane eelmise aasta (2008) uuringu tulemustega, kuid keskmine HMF sisaldus on sellel aastal kõrgem kui eelmistel aastatel.

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

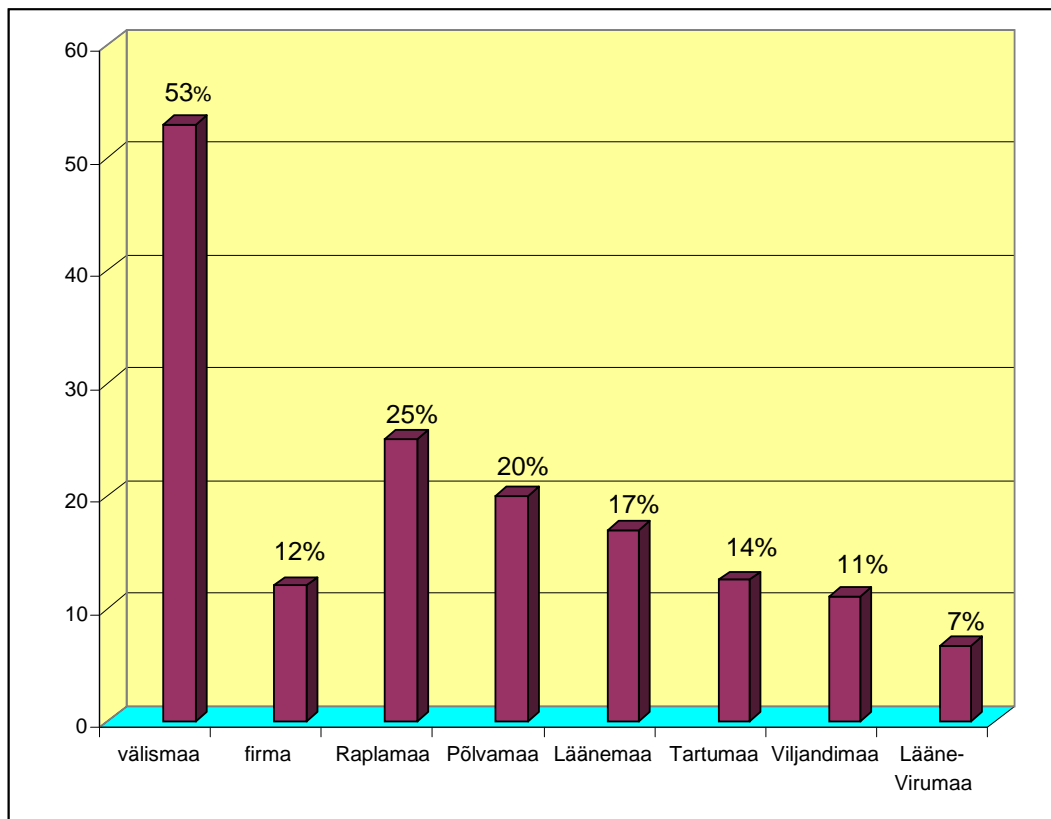


Joonis 3. Madalama kvaliteediga mee osakaal kaubandusasutuse tüübi järgi

Ühe tähtsaima mee kvaliteedinäitaja HMF sisaldus selverite mees osutab, nagu ka neljal eelmisel aastal tehtud uuringud kinnitavad, sealse kauba madalamale kvaliteedile. Sarnaselt on kõigil viiel aastal tehtud uurimuste tulemuste järgi kõige parema kvaliteediga laotadel müüdav mesi. Poes oli madalama kvaliteediga mee osakaal 2005 aasta uurimuse põhjal 21%, 2006 uurimuse põhjal 35%, 2007 aastal uurimuse põhjal 0% (väiksem välismaal ja pakendajate poolt toodetud meede osakaal proovide koguhulgas) ja 2008 aasta uurimuse põhjal 21%. Viie aasta keskmine protsents on 17. Mesinikult ostetud kauba puhul oli tegu ühe madalamakvaliteedilise prooviga, ka eelmise nelja aasta uurimuste tulemused näitavad, et sõltuvalt aastast võib mõni üksik mesinikult ostetud proov olla HMF sisalduse järgi madalama kvaliteediga. 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 arutati välja mitu protsenti antud maakonnas toodetud proovidest jäid väljapoole kvaliteetmee piire (HMF üle 15 mg/kg). Tulemused on esitatud joonisel 4, maakondi kus madalamakvaliteediline mesi puudus (0 %), ei ole joonisel esitatud.



Joonis 4. Madalama kvaliteediga mee osakaal tootmiskoha järgi

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

Firmade mee kvaliteet on võrreldes eelmistel aastatel tehtud uuringutega paremaks läinud, juba eelmise aasta (2008) tulemused näitasid kvaliteedi paranemist. Nelja eelmise aasta uuringute tulemused näitasid mett tootvate ja pakendavate firmade toodangu madalamat kvaliteeti. Sellel aastal oli madalama kvaliteediga mee osakaal

firmade mees vaid 12% (v.t. joonis 4), mis jääb allapoole mitmete maakondade vastavatest protsentidest. Madalamakvaliteedilist mett esines vaid 3 firmal ja kõigi firmade toodang vastas HMF osas seadusega ettenähtud normidele.

Raplamaal oli kahe proovi ja Tartumaal, Viljandimaal, Läänemaal, Lääne-Virumaal ning Põlvamaal ühe proovi HMF tulemus üle kvaliteetmee normi. Üksikuid selliseid proove leiti erinevates maakondades ka eelmistel aastatel tehtud uuringute käigus.

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

Eesti erinevate piirkondade meele on tavaliselt iseloomulik ühtlaselt väga madal HMF sisaldus, üksikud kõrgemad HMF sisaldused tõstavad maakondade keskmisi Põlvamaal ja Raplamaal. Eesti maakondade mete HMF sisalduse võrdlused on esitatud tabelis 14.

Tabel 14. Eesti maakondade mete HMF sisalduse võrdlus

maakond	HMF sisalduste vahemik mg/kg	keskmine HMF sisaldus mg/kg	proovide arv
Harjumaa	<1 – 10.6	3.7	13
Hiiumaa	<1 – 9.6	5.3	2
Jõgevamaa	<1 – 6.7	2.7	8
Järvamaa	<1 – 5.8	2.9	3
Läänemaa	2.4 – 15.4	6.5	6
L-Virumaa	<1 – 19.0	4.9	14
Põlvamaa	<1 – 35.0 (9.6) *	11.2 (5.3*)	5
Pärnumaa	<1 – 8.6	4.5	10
Raplamaa	<1 – 54.0 (27.0) *	12.4 (6.5) *	8
Tartumaa	<1 – 23.0	6.0	7
Valga- ja Võrumaa	<1 – 12.0	3.5	6
Viljandimaa	<1 – 29.0	5.1	9
Saaremaa	1.9 – 9.6	6.1	6
firma	<1 – 28.1	8.3	33
välismaa	2.9– 238 (71)*	32.5 (21.0)*	19

*tulemus siis kui kõige kõrgem väärtus välja jätta

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on sarnased neljal eelmisel aastal läbiviidud uuringute tulemustele. Näiteks Keskmine HMF sisaldus mees oli Harjumaa varasemate uuringute andmetel 4.6 mg/kg (2005), 3.3 mg/kg (2006), 3.7 mg/kg (2007), 4.2 mg/kg (2008) ja sellel aastal 3.7 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) ja 6.0 mg/kg (2009). Tartumaal oli HMF sisaldus sellel aastal läbiviidud uuringute järgi veidi kõrgem, kui eelmisel neljal aastal.

Sellel ja eelmisel aastal (2008) arvestati kõigi mett tootvate firmade toodangu keskmist HMF sisaldust eraldi, varasemate aastate uuringutes aga lähtuti osaihingute puhul firma asukohast. Võrreldes väiksemate tootjatega oli firmade mee keskmine HMF

sisaldus 1.4x kõrgem ehk 8.3 mg/kg, eelmise uuringu andmetel oli vahe 3x.. Eristades need firmad, mille toodang mahtus täielikult kvaliteetmee hulka (HMF <15 mg/kg) saime sellesse gruppi 14 firmat. Neid firmasid, mille toodangust vähemalt üks proov ületas kvaliteetmee normi oli 3, aasta varem aga 6. Esimese grupi firmade toodangu keskmine HMF sisaldus oli 6.2 mg/kg (vahemik 1-14.4 mg/kg) ja teistel 14.7 mg/kg (vahemik 4.8-28.8 mg/kg), kusjuures kõikide toodangu HMF väärtused olid seadusega ettenähtud piirides. Nii keskmised (6.7 mg/kg; 15.9 mg/kg) kui vahemikud olid eelmise aasta (2008) uurimuse andmetega väga sarnased.

Kokkuvõtteks võib öelda, et mee kvaliteet oli hea. Keskmine HMF sisaldus oli 9.6 mg/kg ja seadusega kehtestatud piirnормile vastab 98.0 % proovidest. Madalama kvaliteediga mee (HMF >15 mg/kg) osakaal oli 14.1 %. Pooled madalama kvaliteediga mee proovid olid toodetud Eestis, pooled välismaal. Kvaliteediklasside jaotus oli sarnane eelmise aasta (2008) uuringu tulemustega, kuid keskmine HMF sisaldus on sellel aastal kõrgem kui eelmistel aastatel.

Selle ja eelmise aasta (2008) uurimuses on mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad koos mee tootmisega tegelevate osühingutega) paigutatud eraldi, kuna ei ole teada millisest maakonnast nende toodetud mesi pärineb.

Firmade toodetud mee kvaliteet on võrreldes eelmistel aastatel tehtud uuringutega paremaks läinud, juba eelmise aasta (2008) tulemused näitasid kvaliteedi paranemist. Nelja eelmise aasta uuringute tulemused näitasid mett tootvate ja pakendavate firmade toodangu madalamat kvaliteeti. Sellel aastal oli madalama kvaliteediga mee osakaal firmade mees vaid 12%, mis esmakordselt on madalam mitmete maakondade vastavatest protsentidest.

Võrreldes väiksemate tootjatega oli firmade mee keskmine HMF sisaldus 1.4x kõrgem, eelmise uuringu andmetel oli vahe 3x. Eristades need firmad, mille toodang mahtus täielikult kvaliteetmee hulka (HMF <15 mg/kg) saime sellesse gruppi 14 firmat. Neid firmasid, mille toodangust vähemalt üks proov ületas kvaliteetmee normi oli 3, aasta varem aga 6. Kõigi firmade toodang vastas HMF osas seadusega ettenähtud normidele. Esimese grupi firmade toodangu keskmine HMF sisaldus oli 6.2 mg/kg ja teistel 14.7 mg/kg, kusjuures kõikide toodangu HMF väärtused olid seadusega ettenähtud piirides. Keskmised HMF sisaldused olid eelmise aasta (2008) uurimuse andmetega väga sarnased.

Ühe tähtsaima mee kvaliteedinäitaja HMF sisaldus selverite mees osutab, nagu ka neljal eelmisel aastal tehtud uuringud kinnitavad, sealse kauba madalamale kvaliteedile. Sarnaselt on kõigil viiel aastal tehtud uurimuse tulemuste järgi kõige parema kvaliteediga laatadel müüdav mesi. Viie aasta tulemuste põhjal paraneks mee kvaliteet ostukoha tüübi järgi järgmises reas: selver→ pood→ mesinik→ turg →laat.

Raplamaal oli kahe proovi ja Tartumaal, Viljandimaal, Läänemaal, Lääne-Virumaal ning Põlvamaal ühe proovi HMF tulemus üle kvaliteetmee normi. Üksikuid selliseid proove leiti erinevates maakondades ka eelmistel aastatel tehtud uuringute käigus.

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

Eesti erinevate piirkondade meele on iseloomulik ühtlaselt väga madal HMF sisaldus. Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on sarnased neljal eelmisel aastal saadud tulemustele.

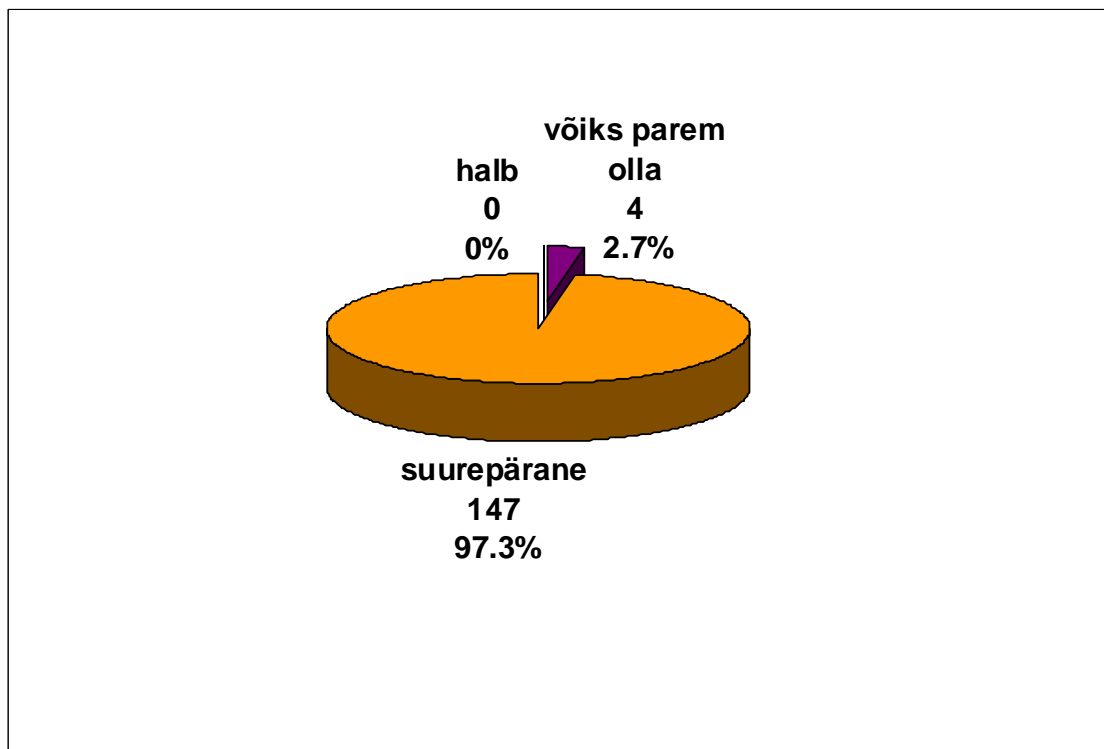
53 % välismaalt pärit meest oli HMF järgi madalama kvaliteediga ja madalakvaliteetset mett esines 2/3 välisriikide toodangus. Täpsemalt on sellest juttu välismaa mee kvaliteeti kirjeldavas peatükis.

5.1.2 Diastaas arv

Diastaas arv 149 proovis oli piirides 8.7 – 40.0 ja keskmine 24.2. Suurima ja väikseima tulemuse vahe oli alla 5 korra. Meeproovid jagati diastaas arvu järgi kolme gruppi:

- proovid mille diastaas arv oli alla Eesti seadustega kindlaks määratud normi 8 (v. t. kirjanduse osa) , kvaliteediklass – “halb”
- proovid mille diastaas arv oli alla mõnedes Euroopa riikides kehtestatud kvaliteetmee normi 10 (v. t. kirjanduse osa), kvaliteediklass – “võiks parem olla”
- mesi mille diastaas arv oli üle 10, kvaliteediklass – “suurepärase”

149 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa olid järgmised:



Joonis 5. Diastaasi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa

Seadusega kehtestatud normile vastasid kõik proovid ja 97.3 % proovidest olid väga hea kvaliteediga.

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

Diastaasisisaldus oli kvaliteetmee normist madalam neljal välismaa mee proovil. Neist Itaalia, Leedu ja Ungari meed olid ostetud selverist ning üks Ungari mesi poest. Sellised tulemused on sarnased kahe viimase aasta (2007;2008) uuringute tulemustega. 2005 ja 2006 aasta uuringute järgi oli kvaliteetmee normist madalama diastaasarvuga kohaliku mee proove 9. 2007 aastal oli selliseid proove 1 ja 2008 aastal mitte ühtegi. Tulemused näitavad mee kvaliteedi paranemist kolmel viimasel mesindusaastal.

Sarnaselt eelmise aasta (2008) uuringu tulemustele oli kolm madalama kvaliteediga mee proovi ostetud selverist ja 1 poest. Ka 2005 ja 2006 aasta uuringute järgi müüdi diastaasarvu järgi madalamakvaliteedilist mett kõige rohkem selverites ja vähemal määral poodides. 2007 aasta uuringute tulemused olid erinevad, kuna vaid üks proov kuulus madalamakvaliteedilise mee hulka.

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

Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine diastaasarv peaaegu sama, vaid 1.1 x madalam.

Eesti erinevate piirkondade meedel olid kõrged diastaasarvud. Tabelis 15 on toodud erinevate maakondade keskmised diastaasarvud.

Tabel 15. Erinevate maakondade meede diastaasarvude võrdlus

maakond	Diastaasarvu vahemik	keskmine diastaasarv	proovide arv
Harjumaa	11.4 – 38.6	28.7	13
Hiiumaa	27.6 – 39.3	33.5	2
Jõgevamaa	14.8 – 33.7	24.0	8
Järvamaa	17.0 – 25.4	21.1	3
Läänemaa	20.1 – 36.1	28.8	6
L-Virumaa	12.1 – 28.1	22.3	14
Põlvamaa	15.8 – 26.4	22.6	5
Pärnumaa	20.6 – 40.0	28.3	10
Raplamaa	16.7 – 34.4	27.0	7
Tartumaa	13.8 – 31.2	24.0	7
Valga- ja Võrumaa	14.6 – 27.4	22.9	6
Viljandimaa	16.6 – 33.0	27.2	9
Saaremaa	20.8 – 38.1	30.0	6
firma	11.1 – 39.2	23.5	33
välismaa	8.7 – 30.8	17.2	19

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on kõige rohkem sarnased 2008 aastal läbiviidud uuringute tulemustele. Näiteks keskmine diastaasarv oli Harjumaa mees varasemate uuringute andmetel 29 (2005), 20.9 (2006), 26.8 (2007), 27.4 (2008) ja sellel aastal 28.7. Tartumaal olid vastavad arvud 29 (2005), 18.0 (2006), 25.0 (2007), 23.8 (2008) ja 24.0 mg/kg (2009). Diastaasarvude erinevused aastate lõikes on tingitud ilmastikutingimuste erinevusest.

Kokkuvõtteks võib öelda, et analüüsitud meeproovide kvaliteet diastaasarvu järgi oli väga hea. Seadusega kehtestatud normile vastasid kõik proovid ja 97.3 % proovidest olid väga hea kvaliteediga.

Diastaasisisaldus oli kvaliteetmee normist madalam vaid neljal välismaa mee proovil. Neist Itaalia, Leedu ja Ungari meed olid ostetud selverist ning üks Ungari mesi poest. Sellised tulemused on sarnased kahe viimase aasta (2007;2008) uuringute tulemustega. Need näitavad mee kvaliteedi paranemist kolmel viimasel mesindusaastal.

Kolm madalama kvaliteediga mee proovi oli ostetud selverist ja 1 poest. Ka 2005; 2006 ja 2008 aasta uuringute järgi müüdi diastaasarvu järgi madalamakvaliteedilist mett kõige rohkem selverites ja vähemal määral poodides.

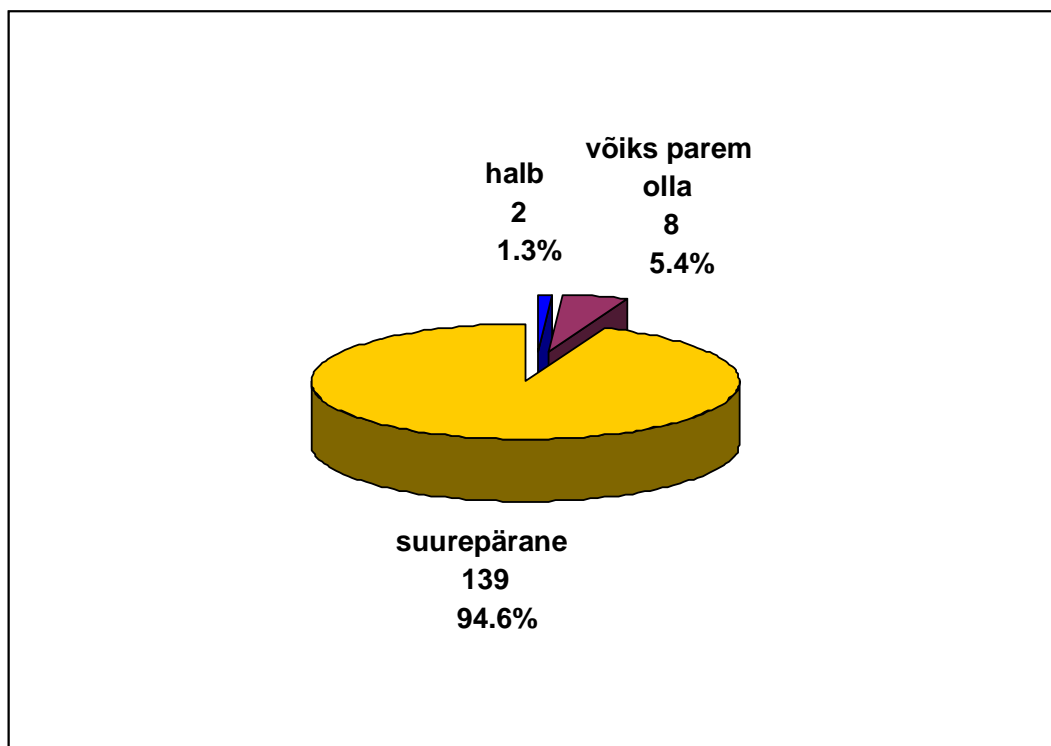
Selle ja eelmise aasta (2008) uurimuses on mee tootmisega tegelevad firmad (mee pakendajad koos mee tootmisega tegelevate osäühingutega) paigutatud eraldi, kuna ei ole teada millisest maakonnast nende toodetud mesi pärineb. Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine diastaasarv peaaegu sama,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

Eesti erinevate piirkondade meedel olid kõrged diastaasarvud. Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on kõige rohkem sarnased 2008 aastal läbiviidud uuringute tulemustele. Diastaasarvude erinevused aastate lõikes on põhiosas tingitud ilmastikutingimuste erinevusest. Teiseks avaldab mõju mee kvaliteedi parendamine tootjate poolt.

5.1.3 Niiskusesisaldus

Niiskusesisaldus 149 proovis oli piirides 13.1 – 22.2% ja keskmine niiskusesisaldus oli 16.9%. Meeproovid jagati niiskusesisalduse järgi kolme gruppi:

- proovid mille niiskusesisaldus oli üle Eesti seadustega kindlaks määratud normi 20% ja (v. t. kirjanduse osa), kvaliteediklass – “halb”
- proovid mille niiskusesisaldus oli üle mõnedes Euroopa riikides kehtestatud kvaliteetmee normi 18.5% (v. t. kirjanduse osa), kvaliteediklass – “võiks parem olla”
- mesi mille niiskusesisaldus oli alla 18.5%, kvaliteediklass – “suurepärase”



Joonis 6. Niiskusesisalduse analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa

149 proovi analüüsi tulemused kvaliteediklasside kaupa on esitatud joonisel 6. Seadusega kehtestatud normile vastas 98.7 % proovidest ja 94.6 % proovidest olid väga hea kvaliteediga. Ühe kanarbikumee niiskusesisaldus oli 22.2 %, mis vastas samuti normile. Samas oli ühel kvaliteediklassi “võiks parem olla” kuuluval meel tavatult kõrge elektrijuhtivus (üle 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mis viitab sellele, et proov võis sisaldada vähemalt osaliselt kanarbikumett. Kanarbikumee niiskusesisalduse norm on aga kõrgem – 23%. Arvestamata seda ühte proovi kuulus kvaliteediklassidesse “võiks parem olla” ja “halb” kokku 5 eesti mett ja 4 välismaal toodetud mett. Eesti seaduse järgi müügikõlbmatud meed olid pärit Madagaskarilt ja Saksamaalt.

Eesti mesi on niiskusesisalduse poolest väga hea kvaliteediga. Seda näitab ka tabel 16 erinevatest maakondadest kogutud proovide niiskusesisalduse kohta.

Tabel 16. Erinevate maakondade mete niiskusesisalduste võrdlus

maakond	Niiskusesisaldus ; %	keskmine niiskusesisaldus; %	proovide arv
Harjumaa	15.5 – 17.4	16.4	13
Hiiumaa	15.7 – 22.2*	19.0	2
Jõgevamaa	15.6 – 18.7	17.1	8
Järvamaa	15.4 – 17.7	16.7	3
Läänemaa	14.6 – 16.3	15.4	6
L-Virumaa	15.4 – 18.6	16.8	14
Põlvamaa	16.7 – 17.5	17.2	5
Pärnumaa	15.1 – 17.9	16.8	10
Raplamaa	15.6 – 19.3	16.9	7
Tartumaa	15.9 – 18.3	16.5	7
Valgamaa+Võru	15.5 – 18.1	16.8	6
Viljandimaa	15.4 – 18.2	16.4	9
Saaremaa	15.9 – 17.9	16.8	6
firma	15.1 – 19.0	17.0	33
välismaa	13.1– 21.4	17.8	19

*kõrgema niiskusesisaldusega proov on kanarbikumesi

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

Sellel ja eelmisel aastal (2008) 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 vaid 0.3 % kõrgem.

Kokkuvõtteks võib öelda, et analüüsitud meeproovide kvaliteet niiskusesisalduse järgi oli väga hea. Seadusega kehtestatud normile vastas 98.7 % proovidest ja 94.6% proovidest olid väga hea kvaliteediga. Arvestamata kanarbikumett sisaldavaid proove ületas kvaliteetmee normi (niiskusesisaldus üle 18.5%) kokku 5 eesti mett ja 4 välismaal toodetud mett. Eesti seaduse järgi müügikõlbmatud meed olid pärit Madagaskarilt ja Saksamaalt.

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on sarnasemad eelmisel aastal (2008) ja 2006 aastal läbiviidud uuringute tulemustele. Tartumaa mee niiskusesisaldus on viie aasta uurimuste andmetel kõikunud minimaalselt.

Sellel ja eelmisel aastal (2008) 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 vaid 0.3 % kõrgem.

5.1.4 Vabade hapete sisaldus

Vabade hapete sisaldus 149 proovis oli 10 – 71 mmooli/kg ja keskmine sisaldus 27.2 mmooli/kg. Seadusega kehtestatud normile ei vastanud 1 proov, kuid antud juhul oli tegemist kanarbikumeega, mille koostis võib olla tavalisest meest mõnevõrra erinev. Eelmise aasta (2008) uuringute tulemusel leiti 2 normile mittevastavat proovi, varasemal kolmel aastal ei olnud ühtegi sellist proovi.

Tabel 17. Vabade hapete sisaldus erinevate maakondade metes

maakond	vabade hapete sisaldus mmooli/kg	keskmine vabade hapete sisaldus mmooli/kg	proovide arv
Harjumaa	18 – 37	27.3	13
Hiiumaa	32 – 71*	51.5	2
Jõgevamaa	15 – 24	20.8	8
Järvamaa	17 - 23	21.0	3
Läänemaa	18 – 35	28.2	6
L-Virumaa	17 – 32	24.4	14
Põlvamaa	33 – 38	35.2	5
Pärnumaa	19 – 49	29.2	10
Raplamaa	16 – 33	24.9	7
Tartumaa	15 – 31	24.1	7
Valgamaa+Võrumaa	16 – 30	23.3	6
Viljandimaa	20 – 33	25.7	9
Saaremaa	14 – 36	27.7	6
firma	10 – 47	25.8	33
välismaa	15– 50	32.4	19

*kõrgema niiskusesisaldusega proov on kanarbikumesi

Tabelis 17 on toodud vabade hapete sisaldus erinevates maakondades toodetud metes. Erinevaid maakondi iseloomustavad vabade hapete sisaldused on selle ja eelmise aasta (2008) 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) ja sellel aastal 27.3 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) ja 24.1 mmooli/kg (2009).

Kokkuvõtteks võib öelda, et kogu Eestis müüdav mesi on vabade hapete sisalduse poolest väga hea kvaliteediga. Seadusega kehtestatud normile ei vastanud 1 proov, kuid antud juhul oli tegemist kanarbikumeega, mille koostis võib olla tavalisest meest mõnevõrra erinev. Eelmise aasta (2008) uuringute tulemusel leiti 2 normile mittevastavat proovi. Nii erinevate maakondade kui välismaa mee vabade hapete sisaldused olid sellel ja eelmisel mesindusaastal märgatavalt kõrgemad.

5.1.5 Elektri juhtivus

Elektri juhtivus 149 proovis oli piirides 112 – 1280 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ja keskmine juhtivus oli 281 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Tabel 18. 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	138 - 445	252	13
Hiiumaa	236 - 635	436	2
Jõgevamaa	146 - 354	202	8
Järvamaa	112 – 164	138	3
Läänemaa	142 - 645	363	6
L-Virumaa	130 - 306	185	14
Põlvamaa	166 - 353	255	5
Pärnumaa	233 - 727	412	10
Raplamaa	187 - 566	289	7
Tartumaa	159 - 311	220	7
Valgamaa+Võrumaa	238 - 310	274	6
Viljandimaa	250 - 392	308	9
Saaremaa	440 - 570	490	6
firma	119 - 497	251	33
välismaa	125 - 1280	317	19

Tabelis 18 on toodud elektri juhtivus erinevates maakondades toodetud metes. Erinevaid maakondi iseloomustavad keskmised elektri juhtivused on võrreldavad 2005 ja 2006 aasta uuringu tulemustega. 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) ja sellel aastal 252 $\mu\text{S}/\text{cm}$. 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) ja 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2009).

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 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ja sellel aastal 281 $\mu\text{S}/\text{cm}$. 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. Eelmise 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). Käesoleva 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).

Kokkuvõtteks võib tõdeda, et maakondi iseloomustavad keskmised elektri juhtivused on võrreldavad 2005, 2006 ja 2008 aasta uuringu tulemustega. 2007 aasta uuringu tavalisest kõrgemaid tulemusi põhjustas lehemee lisandi esinemine õiemees ehk segamesi ja vähemal määral kanarbikumesi. Käesoleva 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).

5.1.6 Organoleptika

Eestis kehtiva seaduse järgi ei tohi meel olla kõrvalmaitset või -lõhna, mesi peab olema käärimistunnusteta. Enamus Eestis toodetud meedest olid värsked, nõrga aroomiga ja kõrvalmaitseta. Organoleptilise analüüsi ajal oli mesi ühtlane ja vedel. Mee värvus varieerus helekollasest-tumepruunini. Välismaal toodetud meede puhul esines mõnel kõrvalist lõhna ja 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 selle aasta uuringu andmed olid sarnased varasemate aastate omaga: fruktoosi keskmiselt 36.2%, glükoosi 31.2% ja nende keskmiste summa oli 67.4%. 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 ei olnud võimalik detekteerida üheski proovis ja kõik proovid olid alla kehtestatud normi (5g/100g), seega pole mesilasi ühelgi juhul intensiivselt suhkruga toidetud. Üksikuid vähesel määral sahharoosi sisaldavaid proove esines 2006 ja 2007 aasta uuringute andmetel. Õiemee kriteeriumitele (glükoosi- ja fruktoosi sisaldus üle 60 g/100g), vastas 29 proovi ja 1 proov vastas lehemee või õie- ja lehemee segu normidele

(glükoosi- ja fruktoosi sisaldus üle 45 g/100g). Kõigil juhtudel oli proovides rohkem fruktoosi, kui glükoosi, mis on tavapärane. **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. Tõenäoline on ka, et fruktoosi sisaldus korreleerub elektrijuhtivusega, kuid selle aasta uuringutel saadud tulemused seda matemaatiliselt väita ei luba.

Selle 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. 2007-2009 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 ei olnud võimalik detekteerida üheski proovis, seega pole mesilasi ühelgi juhul intensiivselt suhkruga toidetud. Selline olukord on esinenud ka eelmistel aastatel. Õiemee kriteeriumitele vastas 29 proovi ja 1 proov vastas lehemee või õie- ja lehemee segu normidele. Kõigil juhtudel oli proovides rohkem fruktoosi, kui glükoosi, mis on tavapärane. 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. Ka fruktoosi sisaldus võib korreleeruda elektrijuhtivusega, kuid selle aasta uuringutel saadud tulemused seda matemaatiliselt väita ei luba.

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 eelmise aasta uuringus (2008) käsitletud proovide elektrijuhtivus oli vähem varieeruv, kuna proovid sisaldasid peagu 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 27 olid eesti meed jäi As sisaldus metoodika määramispiiri 0.01 mg/kg ligidale, määramispiirist kõrgemad olid 8 tulemust. Kõik tulemused olid vähemalt 10x alla seadusega kehtestatud piirnormi.

5.1.8.2 kaadmium

Kaadmiumi sisaldus oli kõigis proovides 0.0013 – 0.010 mg/kg, Seega jäi kaadmiumi sisaldus kõigis proovides vähemalt 5 korra alla normi ja olid samades piirides kui 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 0.016 – 0.099 mg/kg. Keskmised ja piirid olid väga sarnased eelmise aasta (2008) uuringu tulemustega. Kõige suurem pliisisaldus oli üle 10x 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 ülejäanud metallid

Alla määramispiiri olid järgmised näitajad (kõikides proovides):

Antimon (Sb) -	< 1.25 mg/kg
Koobalt (Co) -	< 0.25 mg/kg
Kroom (Cr) -	<0.25 mg/kg
Molübdeen (Mo) -	< 0.375 mg/kg
Seleen (Se) -	< 1.25 mg/kg
Baarium (Ba)-	< 0.25 mg/kg

Määrati ka teisi keemilisi elemente:

Alumiinium (Al)

Nikkel (Ni)

Tsink (Zn)

Boor (B)

Vask (Cu)

Mangaan (Mn)

Nende elementide ja Pb, Cd, As sisaldused (mg/kg) proovis on toodud tabelis 19.

Tabel 19. Metallide sisaldus mees

Proov	Al	As	B	Cd	Mn	Ni	Pb	Zn	Cu
1_2009	3,00	0,016	4,93	0,0016	0,464	<0,25	0,059	2,00	6,66
2_2009	5,91	<0,01	4,78	0,0022	0,783	<0,25	0,069	4,39	12,7
3_2009	1,84	<0,01	3,98	0,0050	0,78	<0,25	0,072	1,10	2,44
4_2009	7,75	<0,01	5,79	0,0015	1,11	<0,25	0,042	0,704	1,22
5_2009	5,68	<0,01	3,41	0,0020	0,897	<0,25	0,050	1,16	6,32
6_2009	8,64	<0,01	2,96	0,0015	1,64	<0,25	0,066	0,797	10,6
7_2009	5,29	<0,01	4,69	0,0014	<0,25	<0,25	0,03	0,565	1,51
8_2009	8,52	<0,01	2,54	0,0017	1,29	<0,25	0,042	1,14	3,91
10_2009	5,69	<0,01	4,29	0,0020	0,888	<0,25	0,067	1,16	7,20
11_2009	12,4	<0,01	5,83	0,0019	2,06	<0,25	0,068	0,958	5,60
15_2009	6,18	<0,01	3,33	0,0015	0,354	0,448	0,052	1,04	4,16
17_2009	6,07	0,037	3,63	0,0014	0,664	<0,25	0,075	0,569	1,35
18_2009	3,70	<0,01	3,39	0,0100	6,43	<0,25	0,071	2,01	3,60
20_2009	18,7	<0,01	6,56	0,0017	0,761	<0,25	0,053	1,09	2,37
22_2009	5,38	<0,01	3,41	0,0013	0,276	<0,25	0,058	0,377	1,12
24_2009	4,00	<0,01	3,07	0,0014	0,520	<0,25	0,047	0,680	3,07
25_2009	3,77	<0,01	2,49	0,0013	0,399	<0,25	0,050	0,676	1,55
29_2009	2,59	<0,01	3,09	0,0015	0,360	<0,25	0,033	0,600	2,73
30_2009	4,62	0,01	3,13	0,0013	0,490	<0,25	0,056	1,32	7,30
44_2009	3,23	<0,01	3,08	0,0078	0,390	<0,25	0,051	1,06	2,47
53_2009	8,58	<0,01	5,50	0,0071	1,73	<0,25	0,099	4,44	2,43
59_2009	3,43	<0,01	4,10	0,0051	0,28	<0,25	0,058	0,69	3,31
60_2009	2,85	<0,01	3,62	0,0041	3,09	<0,25	0,068	2,25	3,04
61_2009	8,94	0,015	5,13	0,0022	1,07	<0,25	0,070	0,916	1,40
63_2009	2,14	<0,01	2,57	0,0020	0,619	<0,25	0,016	0,516	1,33
80_2009	4,67	<0,01	4,60	0,0028	0,514	<0,25	0,047	1,220	1,44
82_2009	6,30	0,012	3,54	0,0025	2,03	<0,25	0,034	1,700	1,06
92_2009	6,82	0,015	3,78	0,0023	0,568	<0,25	0,038	1,060	1,05
102_2009	2,75	0,018	2,11	0,0017	0,833	<0,25	0,018	0,468	1,42
108_2009	12,1	0,017	5,24	0,0016	0,361	<0,25	0,045	0,872	1,04

Sellel tabelis esitatud elementide sisaldus mees sarnanes 2007 ja 2008 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 5x 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 ja 2008 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 Proliini sisaldus

Proliini määramist katsetati esmakordselt eelmisel mesindusaastal. Käesoleva uuringu raames määrati proliini sisaldus 12 proovis ja see oli piirides 196 – 896 mg/kg ja selle aine keskmine sisaldus 490 mg/kg. Proovide proliinisisaldus ei viita uuritud mete suhkruga võltsimisele või valmimata meele. Kõrgemate proliinisisaldustega mete elektrijuhtivus ei vasta lehemee elektrijuhtivusele. Välismaal toodetud mete proliinisisaldus ei eristu Eestis toodetud mete omast. Proliinisisaldused on sarnased kirjandusallikatest leitud selle aine sisaldustele, vaata tabel 8.

5.1.10 Invertaasarv

Invertaasarvu määramist katsetati esmakordselt eelmisel mesindusaastal. Käesoleva uuringu raames määrati invertaasarv (IN) 87 proovis ja see oli piirides 0.1 – 12,5 ja keskmine 6.1. Värske mee proovides peaks invertaasarv olema vähemalt 10, kirjanduse andmetel on uuritud invertaasarvud samuti selles piirkonnas, vaata tabel 5. Analüüsitud mete invertaasarv oli madal kuna meeproovid (2008 aasta mesi) osteti kõik käesoleval aastal ja analüüsiti selle aasta kevadel ja suvel. Vaid 7 meeproovi olid värsked selle aasta meed ja nendes kõigis oli invertaasarv 10 lähedal. Seega väheneb invertaasarv mee seismisel. Meel mille invertaasarv oli 0,1 saadi HMF sisalduseks 54 ning diastaasarvuks 13,3. Seega näitas väga madal invertaasarv mee ülekuumutamist või liiga pikaajalist seismist. 95% tõenäosusega puudus korrelatsioon mete diastaasarvu ja invertaasarvu vahel.

5.2 Välismaa mee kvaliteet

Käesolevas uuringus pöörati põhitähelepanu eesti meele, välismaal toodetud mesi moodustas üle kümnendiku proovide üldhulgast. Meed olid toodetud Ungaris, Leedus,

Itaalias, Hispaanias, Hiinas, Kuubal, Mehhikos, Lätis, Madagaskaril, Saksamaal, Euroopa Ühenduses + väljaspool seda ning ühte toodetakse erinevates maailma paigus.

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

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

Tabel 20. Mee kvaliteet erinevates riikides

Tootmis koht	Proovi nr.	Niiskus %	DA (kuivaines)	HMF mg/kg	VHS mmooli/kg
EU ja mitte EU	73_2009	17,7	23	29	28
Hiina	112_2009	19,6	22,6	40	32
Hispaania	54_2009	17,8	22,1	11,5	50
Itaalia	52_2009	17,3	22	11,5	37
Itaalia	56_2009	16,9	8,8	19	27
Itaalia	57_2009	18,1	17,8	2,9	15
Kuuba	83_2009	17,5	16,7	27	50
Leedu	92_2009	15,9	17,3	3,8	32
Leedu	93_2009	16,5	9,6	238	41
Läti	108_2009	17,4	30,8	9,6	34
Madagaskar	25_2009	21,4	11,1	7,7	32
Mehhiko	50_2009	17,8	13,3	25	31
rahvusvaheline	47_2009	17,3	22	23	33
Saksamaa	132_2009	20,3	20	12,5	24
Ungari	74_2009	18,1	18,6	32,6	31
Ungari	84_2009	16,8	8,7	13,4	44
Ungari	55_2009	18,5	15,2	8,6	20
Ungari	75_2009	13,1	16,7	30,7	29
Ungari	77_2009	19,3	9,9	71	26

Tabelis 20 on kvaliteediklass “halb” tähistatud kollasega, “võiks parem olla” sinisega ja “suurepärase” on tähistamata.

5.2.1 Üldhinnang välismaa mee kvaliteedile

Ülalpool toodud tabelist on näha, et 74 % meedest kuuluvad kvaliteediklassi “halb” või “võiks parem olla”. Arvestades kõiki nelja näitajat koos, kuulub 4 proovi (21%) kvaliteediklassi “halb”, 10 proovi (53%) kvaliteediklassi “võiks parem olla” ja 5 proovi (26 %) kvaliteediklassi “suurepärase”.

Tabel 21. Meekvaliteet erinevatel aastatel, kvaliteediklasside kaupa

aastad	“halb”, %	“võiks parem olla”, %	“suurepärase”, %
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 21 näha olid kolme eelmise aasta uuringute andmetel saadud protsendid sarnased. Siiski tuleb arvestada sellega, et proovide päritolumaad olid osaliselt erinevad. Võrreldes kahe esimese uuringuga on meekvaliteet paranenud. Kõige halvema kvaliteediga olid: üks Ungari mesi, üks Saksa mesi, üks Leedu mesi ja üks Madagaskari mesi.

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

Põhjalik hinnang välismaal toodetud mee kvaliteedile anti 2006 aasta uurimuses, võrreldes kahe eelmise aastaga on välismaa mee kvaliteet veidi halvem. Kõigi uurimuste tulemuste lõikes on olnud suurimad probleemid Ungari meega, kuid **kahel viimasel mesindusaastal on Ungari mee kvaliteet paranenud**. Seda kinnitab normidele vastavate proovide osakaal erinevate aastate uuringute andmetel: 0% (2005), 22% (2006), 0% (2007), **75%** (2007) ja **80%** sellel aastal.

Sarnaselt eelmiste uuringute tulemustele on olulisemate meekvaliteedinäitajate osas välismaa toodangut iseloomustavad arvilised näitajad ja kohaliku 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 füüsikalise-keemilised kvaliteedinäitajad: niiskus, HMF sisaldus, diastaasarv, elektrijuhtivus 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 12 proovis proliini sisaldus ja 93 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 **1765 analüüsi**. Proovid koguti 2008 aasta septembrist, 2009 aasta augusti alguseni. Neist kõigist määrati füüsikalis-keemilised kvaliteedinäitajad: niiskuse sisaldus, HMF sisaldus, diastaasarv, elektrijuhtivus, vabade hapete sisaldus ja pH. 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. Kogutud meeproovidest tehti 93 invertaasi ja 12 proliini määramist.

Nagu ka kirjanduses märgitakse andsid mee kohta kõige olulisemat informatsiooni kolm füüsikalis-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 kvaliteetmee normi, kvaliteediklass – “võiks parem olla”
- proovid mille analüüsitava näitaja sisaldus vastab kvaliteetmee nõuetele – “suurepärase”

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

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

Lisaks võrreldi mee füüsikalis-keemiliste näitajate keskmisi maakondade kaupa: kasutades 14 maakonnas toodetud mee analüüsi tulemusi. Võrdluseks lisati veel nii Eesti firmade poolt toodetud, kui ka välismaalt pärit meede analüüsi tulemused. Tulemused esitati tabelina kus oli kirjas analüüsitava näitaja keskvärtus ning miinimum- ja maksimumvärtus. Nende tabelite alusel on võimalik hinnata ka teiste, väljaspool seda tööd analüüsitud proovide kvaliteeti. Käesoleva uuringu maakondade kaupa esitatud tulemusi võrreldi nelja eelmise uuringu (2005.a., 2006.a., 2007.a., 2008.a.) tulemustega.

Eraldi toodi iga mee füüsikalis-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 nelja eelmise uuringu tulemustega.

Kõiki näitajaid koos arvestades oli müügiks kõlbmatuid proove 6 ehk 3.4% proovide koguhulgast. Eestis toodetud meedest oli kaks müügikõlbmatut proovi ehk 1.3% kohalike proovide koguhulgast ja välismaa meedest oli selliseid 4 ehk 21%. Eelmisel aastal valminud uuringu põhjal olid samad näitajad eesti meedel 1 ehk 0.7% ja välismaa meedel 4 ehk 21%. Seega on sellel aruandlusaastal mee kvaliteet sarnane eelmisel aruandlusaastal saadud tulemustega ja ka 2004/2005 aruandlusaastal saadud tulemustega.

Kõige rohkem jäid meed madalamasse kvaliteediklassi suurema **HMF** sisalduse tõttu. Madalama kvaliteediga mee (HMF >15 mg/kg) osakaal oli 14.1%. Pooled madalama kvaliteediga mee proovid olid toodetud Eestis, pooled välismaal. Kvaliteediklasside jaotus oli sarnane eelmise aasta (2008) uuringu tulemustega.

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on sarnased neljal eelmisel aastal läbiviidud uuringute tulemustele. 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) ja sellel aastal 3.7 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) ja 6.0 mg/kg (2009). Tartumaal oli HMF sisaldus sellel aastal läbiviidud uuringute järgi veidi kõrgem, kui eelmisel neljal aastal. HMF sisaldus ei muutunud aastate lõikes kuna sõltub eelkõige meetootjate töövõtetest.

Firmade toodetud mee kvaliteet on võrreldes eelmistel aastatel tehtud uuringutega paremaks läinud, juba eelmise aasta (2008) tulemused näitasid kvaliteedi paranemist. Nelja eelmise aasta uuringute tulemused näitasid mett tootvate ja pakendavate firmade toodangu madalamat kvaliteeti. **Sellel aastal oli madalama kvaliteediga mee osakaal firmade mees vaid 12%, mis esmakordselt on madalam mitmete maakondade vastavatest protsentidest.** Võrreldes väiksemate tootjatega oli firmade mee keskmine HMF sisaldus vaid 1.4x kõrgem. Eristades need firmad, mille toodang mahtus täielikult kvaliteetmee hulka (HMF <15 mg/kg) saime sellesse gruppi 14 firmat. Neid firmasid, mille toodangust vähemalt üks proov ületas kvaliteetmee norme oli 3, aasta varem aga 6. Kõigi firmade toodang vastas HMF osas seadusega ettenähtud normidele. Esimese grupi firmade toodangu keskmine HMF sisaldus oli 6.2 mg/kg ja teistel 14.7 mg/kg. Erinevate gruppide firmade mete keskmised HMF sisaldused olid eelmise aasta (2008) uurimuse andmetega väga sarnased.

Kõigil viiel aastal tehtud uurimuste HMF analüüsi tulemuste järgi on kõige parema kvaliteediga laatadel müüdav mesi ja kõige halvema kvaliteediga suurkauplustes müüdav mesi. Viie aasta tulemuste põhjal läheks mee kvaliteet paremaks ostukoha tüübi järgi järgmises reas: selver → pood → mesinik → turg → laat.

Madalama kvaliteediga, **diastaasary** alla 10, olid ainult välismaa meed. Sellised tulemused on sarnased kahe viimase aasta (2007;2008) uuringute tulemustega. Need näitavad eesti mee kvaliteedi paranemist kolmel viimasel mesindusaastal.

Eesti erinevate piirkondade meedel olid kõrged diastaasarvud. Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on kõige rohkem sarnased 2008 aastal läbiviidud uuringute tulemustele. Diastaasarvude erinevused aastate lõikes on põhisosalt tingitud ilmastikutingimuste erinevusest. Teiseks avaldab mõju mee kvaliteedi parendamine tootjate poolt. Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine diastaasary peaaegu sama, vaid 1.1 x madalam.

Analüüsitud meeproovide kvaliteet **niiskusesisalduse** järgi oli väga hea. Seadusega kehtestatud normile vastas 98.7 % proovidest ja 94.6% proovidest olid väga hea kvaliteediga. Arvestamata kanarbikumett sisaldavaid proove ületas kvaliteetmee normi (niiskusesisaldus üle 18.5%) kokku 5 eesti mett ja 4 välismaal toodetud mett. Eesti seaduse järgi müügikõlbmatud meed olid pärit Madagaskarilt ja Saksamaalt.

Erinevaid maakondi iseloomustavad andmed on sarnasemad eelmisel aastal (2008) ja 2006 aastal läbiviidud uuringute tulemustele. Tartumaa mee niiskusesisaldus on viie aasta uurimuste andmetel kõikunud minimaalselt. Niiskusesisalduste erinevusi aastate lõikes põhjustavad erinevad kliimatingimused. Võrreldes väiksemate tootjatega on firmade mee keskmine niiskusesisaldus vaid 0.3 % kõrgem ehk sisuliselt sama.

Erinevate Eesti maakondade võrdlus nii HMF, diastaasarvu, vabade hapete sisalduse kui niiskusesisalduse järgi tõestab Eesti meetootjate ühtlaselt head taset ja mee kõrget kvaliteeti. Vaata tabelit Lisa 5.

Vabade hapete sisalduse poolest on Eestis müüdav mesi väga hea kvaliteediga. Seadusega kehtestatud normile ei vastanud 1 proov, kuid antud juhul oli tegemist kanarbikumeega, mille koostis võib olla tavalisest meest mõnevõrra erinev. Eelmise aasta (2008) uuringute tulemusel leiti 2 normile mittevastavat proovi. Nii erinevate maakondade kui välismaa mee vabade hapete sisaldused olid sellel ja eelmisel mesindusaastal märgatavalt kõrgemad..

Maakondi iseloomustavad keskmised **elektrijuhtivused** on võrreldavad 2005, 2006 ja 2008 aasta uuringu tulemustega. 2007 aasta uuringu tavalisest kõrgemaid tulemusi põhjustas lehemee lisandi esinemine õiemees ehk segamesi. Käesoleva 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).

Organoleptiline analüüs andis toetavat informatsiooni mee kvaliteedi hindamiseks HMF, diastaasarvu ja niiskusesisalduse järgi. Madalakvaliteediline või müügiks kõlbmatu mesi oli tihti ka kõrvalise või tavalisele meele mitteiseloomuliku lõhna ja maitsega.

Kolmel viimasel aruandeaastal analüüsiti põhjalikumalt Eestis toodetud mee suhkrute: **glükoosi, fruktoosi ja sahharoosi** sisaldust. Kolme aasta tulemused olid väga sarnased. Fruktoosi oli proovides keskmiselt 36.2%, glükoosi 31.2% ja nende keskmiste summa oli 67.4%. Sahharoosi ei olnud võimalik detekteerida üheski proovis, seega pole mesilasi ühelgi juhul intensiivselt suhkruga toidetud. Õiemee kriteeriumitele (glükoosi- ja fruktoosi sisaldus üle 60 g/100g), vastas 29 proovi ja 1 proov vastas lehemee või õie- ja lehemee segu normidele (glükoosi- ja fruktoosi sisaldus üle 45 g/100g). Seega oli Eesti mete suhkrutesisaldusega kõik korras. Mete summaarne glükoosi- ja fruktoosisisaldus korreleerus 95% tõenäosusega elektrijuhtivusega ($r = -0.4$).

Metallidest uuriti tervisele ohtlike jääkainete arseeni, kaadmiumi ja plii sisaldust kolmekümnes Eesti erinevatest piirkondadest pärit proovis. Kõigi tervisele ohtlike metallide sisaldus meedes jäi vähemalt 5x 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 ja 2008 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.

12 proovis määrati sellel mesindusaastal esmakordselt aminohappe **proliini** sisaldus. Selle aine sisaldus oli piirides 196 – 896 mg/kg ja proliini keskmine sisaldus oli 490 mg/kg. Proovide proliinisisaldus ei viita uuritud mete suhkruga võltsimisele või valmimata meele. Proliini sisaldus ei võimaldanud tuvastada lehemett. Välismaal toodetud mete proliinisisaldus ei eristu Eestis toodetud mete omast. Proliinisisaldused on sarnased kirjandusallikatest leitud selle aine sisaldustele.

Käesoleva uuringu raames määrati esmakordselt ka 87 proovis **invertaasarv** ja see oli piirides 0.1 – 12,5 ja keskmine 6.1. Analüüsitud mete invertaasarv oli madal kuna meeproovid (2008 aasta mesi) osteti kõik käesoleval aastal ja analüüsi selle aasta kevadel ja suvel. Vaid 7 meeproovi olid värsked selle aasta meed ja nendes kõigis oli invertaasarv kõrge ja 10 lähedal. Seega väheneb invertaasarv mee seismisel ja võib näidata ka ülekuumutamist.

Sellel ja kahel eelmisel aruandeaastal on **välismaa mee kvaliteet** läinud paremaks, aga paranemisruumi on veel palju ja võimalik on ka vastupidine areng. Müügiks kõlbmatud olid: üks Ungari mesi, üks Saksa mesi, üks Leedu mesi ja ja üks Madagaskari mesi.

Sellel aastal kuulusid 74 % välismaal toodetud meedest kvaliteediklassi “halb” või “võiks parem olla”. Kõigi uurimuste tulemuste lõikes on olnud suurimad probleemid Ungari meega, kuid **kahel viimasel mesindusaastal on Ungari mee kvaliteet paranenud**. Seda kinnitab normidele vastavate proovide osakaal erinevate aastate uuringute andmetel: 0% (2005), 22% (2006), 0% (2007), **75%** (2007) ja **80%** sellel aastal. Välismaa mete kvaliteediprobleemidele viitasid eelkõige HMF ja diastaasarv, seega võib oletada meede ülekuumutamist, võimalik ka, et pikaajalist säilitamist ja müüki. Olulist infot andis ka mete niiskusesisaldus.

Lõpetuseks võib tõdeda, et Eestis toodetud mesi vastab mõned üksikud erandid välja arvatud, kohalikus ja Euroopa seaduses esitatud nõuetele ja Eesti mesinikud teevad oma tööd hoolikalt. Probleemiks on endiselt välismaalt sisse toodav mesi, mille kvaliteet on viimastel aastatel hakanud paranema. 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 määrgistamise erinõuded, RT I 1999, 45, 520
2. Vabariigi Valitsuse 19. veebruar 2004 määrus nr 41, Mee koostis- ja kvaliteedinõuded ning määrgistamise 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
06.09.09
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, Zervlaki P. The effect of heating on honey HMF and invertase. *Apiacta*, 2001, 36:4, 177-181
9. Thrasylvoulou 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>, 06.09.09
15. Biochrom Ltd. Measurement of honey quality,
<http://www.biochrom.co.uk/pdf/appspect/specapp60.pdf>, 06.09.09
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>, 06.09.09
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>, 06.06.06
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, 06.09.09
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 piirnormide 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
06.09.09
46. Yilmaz H, I Küfreviogli. 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>
06.09.09
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>
06.09.09
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 06.09.09
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> 06.09.09
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

LISAD

Lisa 1 Proovide analüüside tulemused

Kuupäev	Proovi nr.	Ettevõte/mesinik	Proovivõtukoht	Niiskus	DA	HMF	VHS	El.juhtivus	pH
				%	(kuivaines)	mg/kg	mmooli/kg	uS/cm	
13,09,08	1_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	18,1	25,8	3,8	29	250	3,63
13,09,08	2_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	mee laat Tallinnas	16,9	27,1	2,9	32	274	3,38
13,09,08	3_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	17,3	26,4	<1	37	353	3,63
13,09,08	4_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	16,5	23,5	1,9	32	367	3,77
13,09,08	5_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	17,3	26	3,8	34	280	3,65
13,09,08	6_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	15,7	33,6	2,9	27	273	3,86
13,09,08	7_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	16,3	27,8	2,9	24	159	3,4
13,09,08	8_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	16,3	33	<1	28	256	3,6
13,09,08	9_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	13,2	32,7	<1	110	771	4,19
13,09,08	10_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	16,1	26	1,9	31	285	3,61
13,09,08	11_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	17,6	28,2	6,7	32	394	3,84
13,09,08	12_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	15,6	32,3	1,9	27	197	3,42
13,09,08	13_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	15,3	30,9	4,8	70	439	3,68
13,09,08	14_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	15,4	16,3	1,9	26	175	3,32
13,09,08	15_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	15,1	11,1	<1	15	303	4,04
13,09,08	16_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	16,3	40	3,8	31	295	3,61
13,09,08	17_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	16,3	22,6	7,7	26	173	3,35
13,09,08	18_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	15,3	29,2	6,7	28	645	4,59
13,09,08	19_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	16,5	27	4,8	30	184	3,26
13,09,08	20_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	17,3	38,7	7,7	35	464	3,97
13,09,08	21_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	16,9	25,4	5,8	23	164	3,29
13,09,08	22_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	16,5	27,9	4,8	26	157	3,36
13,09,08	23_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	17,4	26,4	5,8	31	237	3,44
13,09,08	24_2009	Eesti mesinik	mee laat Tallinnas	16,7	21,8	3,8	29	233	3,53
22,09,08	25_2009	Kirindi Rahvuspark, Magagaskar	Madagaskar	21,4	11,1	7,7	32	167	3,33
24,10,08	26_2009	Eesti mesinik	mesinikult	24,5	30	3,8	49	625	3,85
27,10,08	27_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Konsum (Rapla)	17,8	17,7	9,6	28	244	3,39
27,10,08	28_2009	Eesti mesinik	Konsum (Rapla)	15,6	28,4	5,8	21	307	4,18
27,10,08	29_2009	Eesti mesinik	Karmani (Rapla)	16,3	23,5	5,8	30	187	3,37

27,10,08	30_2009	Meie Mari, Nostra Mellis OÜ	Karmani (Rapla)	15,1	12,8	19,2	25	155	3,48
16,01,09	31_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Pirita Selver	17,5	29	8,7	30	291	3,53
16,01,09	32_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Pirita Selver	15,9	30,3	6,7	24	393	4,08
16,01,09	33_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Pirita Selver	19	27,7	8,6	29	448	3,84
16,01,09	34_2009	Eesti mesinik	Keskurg	16,3	28,7	1,9	19	371	4,36
16,01,09	35_2009	Eesti mesinik	Keskurg	15,4	24,1	2,9	23	392	4,14
16,01,09	36_2009	Eesti mesinik	Keskurg	18,6	27,5	4,8	20	152	3,5
16,01,09	37_2009	Eesti mesinik	Keskurg	15,9	29,5	5,8	26	440	4,11
16,01,09	38_2009	Eesti mesinik	Keskurg	15,4	20,8	1,9	23	112	3,42
16,01,09	39_2009	Eesti mesinik	Balti turg	15,5	11,4	10,6	37	445	3,86
16,01,09	40_2009	Eesti mesinik	Ühinenud Kaupmehed	16,3	20,1	2,9	18	142	3,67
16,01,09	41_2009	Eesti mesinik	Ühinenud Kaupmehed	15,9	20,9	3,8	23	558	4,4
16,01,09	42_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Balti jaama aianduspood	17	22,2	4,8	23	395	4,01
16,01,09	43_2009	Eesti mesinik	Balti jaama aianduspood	16	20,8	1,9	14	570	5,26
16,01,09	44_2009	Eesti mesinik	Balti jaama aianduspood	18,7	30,4	3,4	24	171	3,38
16,01,09	45_2009	Eesti mesinik	Marja 4D	15,6	25	2,9	22	138	3,44
16,01,09	46_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Pirita Selver	15,9	22,5	14,4	24	187	3,51
16,01,09	47_2009	Ungari,Kuuba,Austraalia(Soome)	Kristiine Prisma	17,3	22	23	33	352	3,67
16,01,09	48_2009	Eesti mesinik	Kristiine Prisma	17	27,2	9,6	30	219	3,44
16,01,09	49_2009	Mesi eukalüptiga,mentooliga.(Soome)	Kristiine Prisma	18,1	22,2	37	22	223	3,51
16,01,09	50_2009	Mehhiko (Soome)	Kristiine Prisma	17,8	13,3	25	31	333	3,63
16,01,09	51_2009	Mesi+sidrun (Soome)	Kristiine Prisma	15,3	12	27	30	289	3,68
16,01,09	52_2009	Itaalia(tootja Soome)	Kristiine Prisma	17,3	22	11,5	37	434	3,91
17,01,09	53_2009	Eesti mesinik	Stockmann(Tallinn)	17	35	8,6	49	423	3,57
17,01,09	54_2009	Hispaania, toodet.Prantsusmaa	Stockmann(Tallinn)	17,8	22,1	11,5	50	526	3,75
17,01,09	55_2009	Ungari, Toodet.Prantsusmaa	Stockmann(Tallinn)	18,5	15,2	8,6	20	125	3,33
17,01,09	56_2009	Itaalia, toodet.Prantsusmaal	Stockmann(Tallinn)	16,9	8,8	19	27	142	3,18
17,01,09	57_2009	Itaali mesi(Kastani)	Stockmann(Tallinn)	18,1	17,8	2,9	15	1280	5,39
17,01,09	58_2009	Meie Mari, Nostra Mellis OÜ	Tallinna Kaubamaja	16,3	17,4	19	24	140	3,35
17,01,09	59_2009	Eesti mesinik	Tallinna Kaubamaja	16,9	30,6	3,8	29	208	3,38

17,01,09	60_2009	Eesti mesinik	Tallinna Kaubamaja	15,3	28,3	4,8	28	497	4,22
04,02,09	61_2009	Eesti mesinik	Food Market, Rapla	18,2	13,3	54	35	273	3,52
05,02,09	62_2009	Eesti mesinik	Balti jaama aianduspood	16,5	34	3,4	33	211	3,36
05,02,09	63_2009	Eesti mesinik	Balti jaama aianduspood	15,7	27,6	9,6	32	236	3,45
05,02,09	64_2009	Eesti mesinik	Prisma Rocca	15,7	37,5	5,8	33	216	3,47
05,02,09	65_2009	Eesti mesinik	Keila AMS	15,1	27,8	8,6	26	364	3,92
05,02,09	66_2009	Eesti mesinik	Keila AMS	16,8	34,1	1,9	31	296	3,61
05,02,09	67_2009	Eesti mesinik	Keila AMS	14,6	24,7	15,4	35	584	4,18
05,02,09	68_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Ühinenud Kaupmehed	17,1	20,6	9,1	25	183	3,39
05,02,09	69_2009	Eesti mesinik	Ühinenud Kaupmehed	17	30,7	3,8	33	248	3,33
05,02,09	70_2009	Eesti mesinik	Ühinenud Kaupmehed	16,9	33,7	4,8	22	237	3,72
05,02,09	71_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Roccal Mare keskus	16,1	23,4	3,8	24	190	3,61
07,02,09	72_2009	Eesti mesinik	Paide AMS	16,5	27,9	5,8	24	181	3,48
10,02,09	73_2009	Jammi,(pakend. Taani),EUjamitteEU	Säästumarket, Rapla	17,7	23	29	28	243	3,51
10,02,09	74_2009	Sunfood ,Ungari mesi	Karmani (Rapla)	18,1	18,6	32,6	31	181	3,3
10,02,09	75_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Konsum (Rapla)	13,1	16,7	30,7	29	220	3,28
10,02,09	76_2009	OÜ Kerekman,Raplam.(Eesti m.)	Maxima (Rapla)	17,3	23,7	9,6	25	222	3,47
10,02,09	77_2009	OÜ Kerekman,Raplam.(Ungari m.)	Maxima (Rapla)	19,3	9,9	71	26	193	3,4
10,02,09	78_2009	Eesti mesinik	A ja O (Rapla)	17,5	32,6	9,6	34	455	3,88
10,02,09	79_2009	Eesti mesinik	A ja O (Rapla)	17,8	38	7,6	33	447	3,87
10,02,09	80_2009	Eesti mesinik	A ja O (Rapla)	17,9	38,1	7,6	36	472	3,8
10,03,09	81_2009	Eesti mesinik	mesinikult	22,2	39,3	<1	71	635	3,74
23,03,09	82_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Pirita Selver	16,9	21	9,6	47	318	3,44
27,03,09	83_2009	Ökoloogiline, Kuuba põllulillemesi	Rapla, Maxima	17,5	16,7	27	50	322	3,54
22,04,09	84_2009	Ungari õiemesi	Türi turu pood	16,8	8,7	13,4	44	205	3,1
23,04,09	85_2009	Eesti mesinik	mesinikult	14,9	26	<1	39	172	3,02
23,04,09	86_2009	Eesti mesinik	mesinikult	16,9	35	1,9	36	331	3,72
23,04,09	87_2009	Eesti mesinik	mesinikult	15,7	16,4	3,8	30	485	4,13
23,04,09	88_2009	Eesti mesinik	mesinikult	15,5	20,7	1,9	32	363	3,88
24,04,09	89_2009	Eesti mesinik	mesinikult	17,4	16,7	27	33	235	3,41
24,04,09	90_2009	Eesti mesinik	Maamess, Tartu	17,5	18,5	9,6	38	242	3,29

30,04,09	91_2009	Eesti mesinik	mesinikult, katse	17,5	20,3	56	29	158	3,12
08,05,09	92_2009	Leedu mesi, Korio	Rapla, Maxima	15,9	17,3	3,8	32	251	3,54
08,05,09	93_2009	Leedu tatramesi, Korio	Rapla, Maxima	16,5	9,6	238	41	219	3,23
08,05,09	94_2009	Eesti mesinik	Luige laat	17	15,8	35	33	166	3,15
08,05,09	95_2009	Eesti mesinik	Luige laat	17,8	22,1	19	39	307	3,29
08,05,09	96_2009	Eesti mesinik	Luige laat	15,1	20,6	5,8	28	483	4,11
08,05,09	97_2009	Eesti mesinik	Luige laat	16,5	14,8	1,9	24	146	3,08
09,05,09	98_2009	Eesti mesinik	Rakvere turg	16,3	21,7	3,8	25	146	3,01
09,05,09	99_2009	Eesti mesinik	Rakvere turg	16,7	21,8	3,8	32	238	3,45
09,05,09	100_2009	Eesti mesinik	Rakvere turg	15,9	12,1	19	23	178	3,61
09,05,09	101_2009	Eesti mesinik	Rakvere kauplus	17,3	28,1	4,8	28	189	3,26
09,05,09	102_2009	Eesti mesinik	Siseturg Narvas	16,7	16,6	6,7	31	136	3,09
09,05,09	103_2009	Eesti mesinik	Narva laat	15,9	26,8	29	29	250	3,4
09,05,09	104_2009	Eesti mesinik	Narva laat	16,7	26,2	6,7	34	235	3,32
09,05,09	105_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Narva laat	16,9	25,4	7,7	28	244	3,47
09,05,09	106_2009	Eesti mesinik	Narva laat	15,5	21,5	1,9	27	131	3,13
09,05,09	107_2009	Eesti mesinik	Narva laat	18,3	31,2	6,7	30	204	3,18
09,05,09	108_2009	Lilita Medne, Läti, 26702969	Narva laat	17,4	30,8	9,6	34	279	3,52
09,05,09	109_2009	Eesti mesinik	Narva laat	17	38,6	4,3	34	231	3,16
09,05,09	110_2009	Eesti mesinik	Narva laat	15,5	32,7	5,8	33	343	3,58
09,05,09	111_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Narva laat	16,6	39,2	9,6	35	260	3,27
26,05,09	112_2009	Liiwi Heliis AS, Hiina mesi	Rapla, Ristiku pood	19,6	22,6	40	32	346	3,48
26,05,09	113_2009	Makro Trade Baltic OÜ, Minu	Rapla, Ristiku pood	17	23,7	9,6	34	224	3,36
26,05,09	114_2009	Eesti mesinik	Rapla A ja O	15,4	36,1	2,4	35	172	3,22
02.07.09	115_2009	Eesti mesinik	Tartu turg	16,7	23,6	12	30	238	3,29
02.07.09	116_2009	Eesti mesinik	Tartu turg	15,9	24,2	23	27	311	3,73
02.07.09	117_2009	Eesti mesinik	Tartu turg	15,7	19	<1	18	287	3,75
02.07.09	118_2009	Eesti mesinik	Tartu turg	16,3	17,4	1,9	20	228	3,56
02.07.09	119_2009	Eesti mesinik	Tartu turg	15,4	16,3	5,8	20	178	3,49
02..07.09	120_2009	Eesti mesinik	Tartu turg	16,3	17	<1	18	204	3,82
02.07.09	121_2009	Eesti mesinik	Tartu turg	15,9	13,8	<1	15	193	3,73
02.07.09	122_2009	Eesti mesinik	Tartu turg	15,5	14,6	<1	16	310	3,96

14.07.09	123_2009	Eesti mesinik	mesinikult,Raplas	15,6	21,5	<1	19	166	3,56
18.07.09	124_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Maardu Laat	18,2	17,8	<1	23	177	3,47
18.07.09	125_2009	Eesti mesinik	Maardu Laat	17,7	17	<1	17	139	3,45
18.07.09	126_2009	Eesti mesinik	Maardu Laat	17,3	16,5	<1	20	158	3,5
20.07.09	127_2009	Schneekoppe meearoom võie, Saksa	Pirita Selver	17,8	3,2	15,4	15	63	3,65
22.07.09	128_2009	Eesti mesinik	Pärnu turg	17,9	30,9	4,8	24	294	3,76
22.07.09	129_2009	Eesti mesinik	Pärnu turg	18,6	29,5	<1	24	321	3,66
22.07.09	130_2009	Eesti mesinik	Pärnu turg	17,5	28,3	7,7	23	410	4,18
22.07.09	131_2009	Eesti mesinik	Pärnu turg	18,7	21,3	<1	27	242	3,49
22.07.09	132_2009	Langnese, Saksa	Vändra kauplus	20,3	20	12,5	24	210	3,37
22.07.09	133_2009	Eesti mesinik	Viljandi turg	18,2	32,6	<1	20	261	3,91
22.07.09	134_2009	Eesti mesinik	Viljandi turg	16,7	25,6	<1	20	270	3,87
22.07.09	135_2009	Eesti mesinik	Viljandi turg	17,9	30	<1	25	297	3,78
22.07.09	136_2009	Eesti mesinik	Viljandi turg	15,5	16,6	1,9	21	332	4,02
27.07.09	137_2009	Eesti mesinik	Rapla turg	16,7	34,4	<1	26	566	4,59
25.07.09	138_2009	Eesti mesinik	Viljandi kauplus	17,4	23,4	<1	22	172	3,43
01.08.09	139_2009	Eesti mesinik	Lasnamäe Keskus	17	25,7	<1	20	490	4,4
01.08.09	140_2009	Eesti mesinik	Lasnamäe Keskus	17,1	19,3	<1	17	130	3,52
01.08.09	141_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Mustakivi turg	16,9	16	<1	10	119	3,86
04.08.09	142_2009	Eesti mesinik	Rapla Öko pood	19,3	24,4	<1	19	214	3,79
05.08.09	143_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Kristiine Prisma	18,5	22,9	12,9	18	197	3,76
05.08.09	144_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Kristiine Prisma	16,5	23,2	13,4	20	189	3,74
05.08.09	145_2009	Eesti mesinik	Kristiine Prisma	15,9	27	1,9	18	249	3,88
05.08.09	146_2009	Eesti mesinik	Keila AMS	17,4	31,5	<1	19	319	4,31
05.08.09	147_2009	Eesti mesinik	Keila AMS	17,8	26,8	<1	17	278	3,79
05.08.09	148_2009	Eesti mesinik	Keila AMS	17	28,9	<1	19	354	4,21
05.08.09	149_2009	Eesti mesinik	Balti jaama aianduspood	16,8	24	5,8	16	159	3,61
05.08.09	150_2009	Eesti mesinik	Balti jaama aianduspood	16,9	18,5	<1	18	243	3,84
05.08.09	151_2009	Eesti mesinik	Balti jaama aianduspood	18,1	18,8	<1	15	160	3,77
05.08.09	152_2009	Eesti mesindusettevõtte, eesti mesi	Balti jaama	18,5	25,7	4,8	22	344	4,01

			aianduspood						
05.08.09	153_2009	Eesti mesinik	Balti jaama aianduspood	17,8	26,2	6,7	23	157	3,45
05.08.09	154_2009	Eesti mesinik	Balti jaama aianduspood	17,4	22,4	<1	21	306	3,82
05.08.09	155_2009	Eesti mesinik	Nõmme turg	16,1	23,5	<1	37	727	4,34
05.08.09	156_2009	Eesti mesinik	Nõmme turg	16,4	34,6	<1	14	124	3,59
05.08.09	157_2009	Eesti mesinik	Nõmme turg	16,3	31,3	<1	16	305	4,35
05.08.09	158_2009	Eesti mesinik	Nõmme turg	17	27,4	1,9	30	280	3,7
05.08.09	159_2009	Eesti mesinik	Nõmme turg	16,3	25	4,8	20	296	3,78
05.08.09	160_2009	Eesti mesindusettevõte, eesti mesi	Comarket, Tallinn	17,4	21,6	28,8	19	179	3,61

Lisa 2 Mee suhkruite sisaldus, %

Proovi nr.	Fruktoos	Glükoos	Sahharoos	Fru+Gly
1	35,7	30,3	1,30	66
2	36,8	32,2	1,30	69
3	30,40	22,60	1,30	53
4	37,40	31,10	1,30	68,5
5	36,00	31,80	1,30	67,8
6	36,80	31,30	1,30	68,1
7	36,20	35,60	1,30	71,8
8	37,20	32,30	1,30	69,5
10	37,70	33,40	1,30	71,1
11	37,70	31,10	1,30	68,8
15	37,10	34,80	1,30	71,9
17	37,10	34,30	1,30	71,4
18	36,40	27,20	1,30	63,6
20	36,20	26,40	1,30	62,6
22	37,50	35,90	1,30	73,4
24	37,50	32,80	1,30	70,3
25	35,50	31,20	1,30	66,7
29	37,90	34,10	1,30	72
30	38,10	35,00	1,30	73,1
44	36,50	32,70	1,30	69,2
53	38,40	29,30	1,30	67,7
59	37,10	34,90	1,30	72
60	34,40	25,80	1,30	60,2
61	36,30	28,40	1,30	64,7
63	26,30	22,70	1,30	49
80	34,90	28,90	1,30	63,8
82	36,60	31,00	1,30	67,6
92	36,90	34,30	1,30	71,2
102	37,90	34,00	1,30	71,9
108	35,40	29,40	1,30	64,8

Lisa 3 Mee invertaasarv, U/kg, IN

Kuupäev	Proovi nr.	DA	Invertaas	Invertaas
		(kuivaines)	U/kg	IN
16,01,09	39_2009	11,4	10	1,4
05,02,09	62_2009	34	15	2,0
09,05,09	109_2009	38,6	42	5,7
05,08,09	145_2009	27	66	9,0
05,08,09	146_2009	31,5	69	9,4
05,08,09	150_2009	18,5	44	6,0
26,05,09	112_2009	22,6	12	1,6
05,02,09	63_2009	27,6	15	2,0
10,03,09	81_2009	39,3	92	12,5
17,01,09	57_2009	17,8	10	1,4
08,05,09	97_2009	14,8	69	9,4
02,07,09	118_2009	17,4	76	10,3
14,07,09	123_2009	21,5	60	8,2
05,08,09	148_2009	28,9	73	9,9
05,08,09	151_2009	18,8	49	6,7
05,08,09	153_2009	26,2	27	3,7
16,01,09	38_2009	20,8	15	2,0
18,07,09	125_2009	17	29	3,9
27,03,09	83_2009	16,7	46	6,3
08,05,09	92_2009	17,3	84	11,4
08,05,09	93_2009	9,6	22	3,0
09,05,09	108_2009	30,8	71	9,7
05,02,09	65_2009	27,8	11	1,5
26,05,09	114_2009	36,1	50	6,8
09,05,09	98_2009	21,7	61	8,3
09,05,09	99_2009	21,8	66	9,0
09,05,09	100_2009	12,1	14	1,9
09,05,09	101_2009	28,1	61	8,3
09,05,09	106_2009	21,5	38	5,2
02,07,09	119_2009	16,3	58	7,9
18,07,09	126_2009	16,5	63	8,6
25,07,09	138_2009	23,4	57	7,8
01,08,09	140_2009	19,3	63	8,6
05,08,09	154_2009	22,4	60	8,2
16,01,09	42_2009	22,2	12	1,6
26,05,09	113_2009	23,7	33	4,5
18,07,09	124_2009	17,8	57	7,8
01,08,09	141_2009	16	58	7,9
05,08,09	152_2009	25,7	55	7,5
16,01,09	46_2009	22,5	7	1,0
17,01,09	58_2009	17,4	7	1,0
17,01,09	60_2009	28,3	12	1,6
23,03,09	82_2009	21	71	9,7
08,05,09	95_2009	22,1	82	11,2

09,05,09	102_2009	16,6	52	7,1
09,05,09	105_2009	25,4	66	9,0
09,05,09	111_2009	39,2	65	8,8
22,07,09	129_2009	29,5	76	10,3
22,07,09	131_2009	21,3	54	7,4
05,08,09	143_2009	22,9	39	5,3
05,08,09	144_2009	23,2	20	2,7
05,08,09	149_2009	24	39	5,3
24,04,09	90_2009	18,5	14	1,9
08,05,09	94_2009	15,8	58	7,9
09,05,09	104_2009	26,2	58	7,9
17,01,09	53_2009	35	7	1,0
08,05,09	96_2009	20,6	74	10,1
22,07,09	128_2009	30,9	52	7,1
22,07,09	130_2009	28,3	42	5,7
01,08,09	139_2009	25,7	79	10,8
05,08,09	155_2009	23,5	50	6,8
17,01,09	59_2009	30,6	14	1,9
04,02,09	61_2009	13,3	0,7	0,1
24,04,09	89_2009	16,7	4	0,5
27,07,09	137_2009	34,4	74	10,1
04,08,09	142_2009	24,4	65	8,8
16,01,09	43_2009	20,8	12	1,6
10,02,09	78_2009	32,6	17	2,3
10,02,09	79_2009	38	15	2,0
10,02,09	80_2009	38,1	15	2,0
22,07,09	132_2009	20	38	5,2
09,05,09	107_2009	31,2	41	5,6
02,07,09	116_2009	24,2	39	5,3
02,,07,09	120_2009	17	63	8,6
02,07,09	121_2009	13,8	28	3,8
17,01,09	55_2009	15,2	4	0,5
22,04,09	84_2009	8,7	7	1,0
02,07,09	122_2009	14,6	54	7,4
09,05,09	103_2009	26,8	15	2,0
09,05,09	110_2009	32,7	71	9,7
22,07,09	133_2009	32,6	68	9,3
22,07,09	134_2009	25,6	74	10,1
22,07,09	135_2009	30	73	9,9
22,07,09	136_2009	16,6	61	8,3
02,07,09	115_2009	23,6	69	9,4
02,07,09	117_2009	19	73	9,9
05,08,09	147_2009	26,8	60	8,2

Lisa 4 Mee proliinisisaldus, mg/kg

proovi nr.	proliin
	mg/kg
38_2009	196
39_2009	639
42_2009	373
43_2009	284
46_2009	319
53_2009	896
55_2009	238
57_2009	584
58_2009	355
59_2009	512
60_2009	609
61_2009	875

Lisa 5 Mee olulisemate füüsikalise-keemiliste näitajate keskmised (rasvases kirjas) maakondade kaupa. Lisatud andmed ka firmade ja välismaa kohta.

Maakond	Niiskus	DA	HMF	VHS	El.juhtivus
	%	(kuivaines)	mg/kg	mmooli/kg	uS/cm
Viljandimaa	16,4	27,2	5,1	25,7	308
min	15,4	16,6	<1	20	250
max	18,2	33,0	29	33	392
Põlvamaa	17,2	22,6	11,2	35,2	255
min	16,7	15,8	<1	33	166
max	17,5	26,4	35	38	353
Hiiumaa	19,0	33,5	5,3	51,5	436
min	15,7	27,6	<1	32	236
max	22,2	39,3	9,6	71	635
Järvamaa	16,7	21,1	2,9	21,0	138
min	15,4	17,0	<1	17	112
max	17,7	25,4	5,8	23	164
Läänemaa	15,4	28,8	6,5	28,2	363
min	14,6	20,1	<2,4	18	142
max	16,3	36,1	15,4	35	645
Jõgevamaa	17,1	24,0	2,7	20,8	202
min	15,6	14,8	<1	15	146
max	18,7	33,7	6,7	24	354
Harjumaa	16,4	28,7	3,7	27,3	252
min	15,5	11,4	<1	18	138
max	17,4	38,6	10,6	37	445
Valga- ja Võrumaa	16,8	22,9	3,5	23,3	274
min	15,5	14,6	<1	16	238
max	18,1	27,4	12	30	310
Pärnumaa	16,8	28,3	4,5	29,2	412
min	15,1	20,6	<1	19	233
max	17,9	40,0	8,6	49	727
Virumaad	16,8	22,3	4,9	24,4	185
min	15,4	12,1	<1	17	130
max	18,6	28,1	19,0	32	306
Raplamaa	16,9	27,0	12,4	24,9	289
min	15,6	16,7	<1	16	187
max	19,3	34,4	54,0	33	566
Saaremaa	16,8	30,0	6,1	27,7	490
min	15,9	20,8	1,9	14	440
max	17,9	38,1	9,6	36	570
Tartumaa	16,5	24,0	6,0	24,1	220
min	15,9	13,8	<1	15	159
max	18,3	31,2	23,0	31	311
välismaa	17,8	17,2	32,5	32,4	317
min	13,1	8,7	2,9	15	125
max	21,4	30,8	238	50	1280
firmad	17,0	23,5	8,3	25,8	251
min	15,1	11,1	<1	10	119
max	18,0	39,2	28,1	47	497

