



Lõpparuanne:

Pilootuuring mee DNA metagenoomi analüüsi
rakendatavuse hindamiseks mee kvaliteedi ja
ehtsuse tuvastamisel

Projektijuht: Kairi Raime, PhD

Tervisetehnoloogiate Arenduskeskus AS

2023

Sisukord

1. Uuringu eesmärk ja sisu	3
2. Metoodika	3
2.2. Analüüsitavad meeproovid	3
2.3. Teostatud analüüsid	3
2.3.1. Tuumamagnetresonants analüüs	4
2.3.2. DNA metagenoomika analüüs	4
3. Tulemused	5
3.1. Tuumamagnetresonants analüüsi tulemused	5
3.2. DNA metagenoomika analüüsi tulemused	7
3.3. NMR ja DNA analüüsi tulemuste võrdlus proovi tegeliku päritoluga	10
4. Kokkuvõte	14

1. Uuringu eesmärk ja sisu

Uuringu eesmärgiks on võrrelda tuumamagnetresonants spektroskoopia (NMR) meetodi ja Tervisetehnoloogiate Arenduskeskus AS-i (edaspidi TTAK) poolt arendatava DNA metagenoomi analüüsi tulemusi mee kvaliteedi ja autentsuse kohta vähemalt 20 erineva teadaoleva või teadmata päritoluga meeproovi puhul, et hinnata mee DNA põhise meetodi kasutatavust mee autentsuse tuvastamiseks eraldiseisva või kombineeritud metoodikana.

Analüüsiks oli plaanis koguda Eesti Mesinduskogu poolt nii teadaoleva kui mitteteadaoleva koostisega meeproove:

1. 5-10 teadaolevalt meelaadse toote proovi (nt siirupi vms),
2. 5-10 usaldusväärsest allikast pärineva ehtsa meeproovi ja
3. 10-15 kaubandusest pärinevat mett või meelaadset toodet.

Uuringu käigus analüüsitakse meeproovide mee kvaliteedi ja autentsusega seotud parameetreid kahe meetodiga:

1. NMR (tuumamagnetresonants) analüüsiga (analüüsid tellitakse Saksamaalt QSI laborist)
2. TTAK-i laboris väljatöötatud DNA metagenoomikal põhineva mudeli abil (DNA analüüside kulu katab Tervisetehnoloogiate Arenduskeskus AS).

Kahe meetodiga saadud tulemusi ja mee ehtsusele antud hinnanguid võrreldakse omavahel, et selgitada mee DNA metagenoomika analüüsi rakendatavust mee kvaliteedi ja ehtsuse hindamiseks.

2. Metoodika

2.2. Analüüsitavad meeproovid

Eesti Mesinduskogu poolt koguti uuringuks kokku 36 meeproovi, mille hulgas võis olla nii mesinikele teadaolevalt ehtsaid, teadaolevalt siirupibaasil valmistatud kui ka teadmata päritoluga meeproove. Proovide hulgas võis olla nii eesti kui välismaa meeproove. Teadmata päritoluga meeproovid pärinesid Eesti poelettidelt. Meeproovide kogused olid keskmiselt umbes 250 grammi. Et uuring oleks võimalikult erapooletu, oli meeproovide detailne info ja päritolu teada vaid proovi andnud mesinikele ja Eesti Mesinduskogu projektijuhile ning proovipurgid pakendatud eeldatavalt mee päritolu ja autentsuse infot varjavalt. Meeproovid kodeeriti laboris vastavalt saabumise järjekorrale numbritega ZZ533-ZZ568.

2.3. Teostatud analüüsid

Kogutud meeroovid saadeti pimeuuringuks Tartus asuvasse TTAK-i Tervisetehnoloogiate Arenduskeskus AS) laborisse, et valmistada proovid ette NMR (*nuclear magnetic resonance*, tuumamagnetresonants, TMR) ja DNA metagenoomika analüüside tegemiseks ning mee kvaliteedi ja autentsuse määramiseks. TTAK-i laboris segati iga meeproov võimalikult homogeenseks ja võeti alamproov 200 grammi, mis saadeti Saksamaa QSI (Quality Services

International QmbH) laborisse NMR analüüsi (tellitud teenus: NMR - Honey-Profiling™, BRUKER evaluation + QSI interpretation, Authenticity and Quality + Transmission of raw data (Bruker NMR Honey-Profiling Report)). NMR analüüsi tulemused paluti saata otse Eesti Mesinduskogule, kust need saadetakse pärast DNA analüüsi tulemuste saamist TTAK-i edasiseks analüüsiks.

2.3.1. Tuumamagnetresonants analüüs

NMR analüüs teostati 35 meeproovile (ühe proovi tuub purunes transpordil Saksamaale ja lisamaterjali puudumise tõttu ei saanud seda proovi analüüsida). Iga mee puhul määrati/hinnati analüüsi käigus järgmisi näitajaid: võõrsuhkrute olemasolu (*detection of foreign sugars*), kõrvalekaldeid alifaatsete ja aromaatsete süsivesinike ja aminohapete profiilidest (muuhulgas viited käärimisele, HMF kontsentratsiooni suurenemisele jm) ja mee vastavust EU direktiivi 2001/110 autentse mee nõuetele. QSI labori hinnang põhineb Brukeri NMR Honey-Profiling analüüsi toortulemustel (nii saadud QSI lõpphinnangute tulemused kui ka Brukeri toortulemuste raportid on saadud Eesti Mesinduskogule). Mõõdetud näitajate põhjal määrab QSI labor iga mesi kas tüüpiliseks või ebatüüpiliseks meeks (*typical/antypical*). Kui mesi sisaldas võõrsuhkuruid või kvaliteet on ebatüüpiline (nt HMF lubatust kõrgem, >40 mg/kg, suhkrute või aminohapete profiilides on kõrvalekaldeid), määrati mesi automaatselt ebatüüpiliseks meeks.

2.3.2. DNA metagenoomika analüüs

DNA metagenoomika analüüs mee kvaliteedi ja ehtsuse määramiseks teostati Tervisetehnoloogiate Arenduskeskuses. DNA analüüsi läbisid 36 meeproovi. Esmalt eraldati kogutud meeproovidest kogu DNA ning mõõdeti/hinnati saadud DNA koguseid ja DNA kvaliteediga seotud parameetreid (NanoDrop ja TapeStation seadmete abil). Lisaks mõõdeti kõikidel meeproovidel reflektomeetri (RQflex® 20 Reflectoquant®) abil samuti HMF (hüdrosümetüülfurfuraali) väärtus, mis võib anda lisainformatsiooni DNA hulga võimalikule vähenemise põhjuste kohta.

Proovidel, millel eraldatud DNA kogus ja kvaliteet oli DNA järjestuste analüüsiks piisav, sekveneeriti kogu meeproovist eraldatud DNA (kõikide erinevate organismide kogu DNA järjestused, üksikuid DNA regioone amplifitseerimata) ning analüüsiti saadud DNA järjestuste profiile, et hinnata bioinformaatilise mudelarvutusega nende vastavust või kõrvalekaldeid võrreldes autentse mee DNA profiilidega (profiili on hinnatud tüüpiliseks või ebatüüpiliseks). Mudelanalüüs tugineb TTAK-i mete andmebaasi olevatele seni analüüsitud teadaoleva päritolu ja koostisega meeproovide DNA profiilide andmetele. Lisaks on antud DNA profiili põhine hinnang päritolule. Antud uuringus kasutatud DNA metagenoomika analüüsi näol on tegemist arendusjärgus ja hetkel veel akrediteerimata, kuid perspektiivse ja toiduainete analüüsi valdkonnas innovaatilise DNA järjestuste analüüsi põhise meetodikaga.

Tuginedes mee DNA kvantiteedi/kvaliteedi ning DNA profiilide analüüsi tulemustele anti DNA analüüsi põhine koondhinnang iga mee kvaliteedile ja autentsusele. Mee DNA analüüsi tulemused saadeti Mesinduskogu projektijuhile, kes saatis TTAK-ile seejärel NMR analüüsi

tulemused ja meeproovide tegeliku päritolu informatsiooni, et analüüsida ja võrrelda erinevate analüüsidega saadud tulemusi.

Erapooleetuse tagamiseks ja tulemustega manipuleerimise vältimiseks saadeti detailsem meeproovide päritolu ja koostise info TTAK-ile alles pärast kummagi analüüsi (nii NMR kui ka DNA analüüs) toortulemuste jõudmist laboritest Eesti Mesinduskogule.

3. Tulemused

3.1. Tuumamagnetresonants analüüsi tulemused

QSI labori NMR analüüsi läbis 35 proovi (üks proov ZZ533 jäi NMR analüüsist välja proovituubi purunemise tõttu transpordil). NMR analüüsi tulemused on koondatud Tabelisse 1. Võõrsuhkruid tuvastati kokku 8 proovil 35-st. Ühe proovi puhul (ZZ546) ei ole QSI labori interpretatsiooni järgi võõrsuhkruid tuvastatud, kuid Brukeri toortulemustes oli sellekohane märges olemas.

Kõrvalekaldeid aromaatsete süsivesinike profiilides tuvastati kokku 7 proovi puhul, mida seostati HMF liiga kõrge kontsentratsiooniga meeproovis (>40 mg/kg), mis kahe meeproovi puhul oli koguni üle 100 mg/kg. Kõrvalekaldeid alifaatsete süsivesinike profiilides tuvastati kokku 2 proovi puhul, mille puhul tuvastati viiteid käärimisprotsessile (etanooli > 400 mg/kg).

Kõrvalekaldeid aminohapete profiilis võrreldes autentsete metega tuvastati 3 meeproovi puhul (tuvastati liiga kõrge proliini kontsentratsioon). Kui meeproovist tuvastati võõrsuhkruid, hinnati meeproov automaatselt mee autentsus mittevastavaks EU Direktiivile 2001/110 Annex I. Kui meeproovist tuvastati kõrvalekaldeid alifaatsete või aromaatsete süsivesikute või aminohapete profiilides, hinnati mesi automaatselt mittevastavaks EU Direktiivile 2001/110 Annex II. Kui meeproovist tuvastati kas võõrsuhkruid või kõrvalekaldeid suhkrute/aminohapete profiilides (st ka mittevastavus EU Direktiivile 2001/110 Annex I või Annex II), anti QSI labori poolt mee kvaliteedile koondhinnang „Ebatüüpiline“ (*untypish/untypical*), mis viitab ebakvaliteetsele või lubamatu koostisega meele. Kokku on NMR analüüsi põhjal koondhinnangu „Ebatüüpiline“ kvaliteet saanud 12 meeproovi analüüsitud 35 meeproovist (Tabel 1).

Tabel 1. Meeproovide NMR analüüsi tulemused. Meeproovid, mille numbrid ja koondhinnangud on märgitud kollase taustavärviga, on QSI labori tulemuse alusel „ebatüüpilised“ (*untypisch/untypical*) ehk mittevastavad EU Direktiivi 2001/110 meele esitatud nõuetele. Need on meeproovid, millest on NMR analüüsi abil tuvastatud võõrsuhkruid või kõrvalekaldeid süsivesinike või aminohapete profiilides.

Proovi nr.	Võõrsuhkrute sisaldus	Mee autentsuse vastavus EU Direktiivile (2001/110 Annex I)	Tuvastatud kõrvalekaldeid autentse mee süsivesinike ja aminohapete profiilist	Mee kvaliteedi vastavus EU Direktiivile 2001/110 Annex II	Koondhinnang
ZZ534	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid alifaatsete ja aromaatsete süsivesinike profiilis: käärimisprotsessist (etanooli 426 mg/kg) ja HMF liiga kõrge HMF kontsentratsioonist (74 mg/kg)	Ei	Ebatüüpiline
ZZ535	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ536	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ537	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ538	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ539	Jah	Ei	Kõrvalekaldeid aminohapete profiilis: liigkõrge proliini konts.	Ei	Ebatüüpiline
ZZ540	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ541	Jah	Ei	Kõrvalekaldeid aminohapete profiilis: liiga kõrge proliini konts.	Ei	Ebatüüpiline
ZZ542	Jah	Ei	Kõrvalekaldeid aminohapete profiilis: liiga kõrge proliini konts.	Ei	Ebatüüpiline
ZZ543	Jah	Ei	Kõrvalekaldeid alifaatsete süsivesinike profiilis: käärimine (etanooli 666 mg/kg)	Ei	Ebatüüpiline
ZZ544	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ545	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ546	Ei (Bruker: Jah)	Jah	Kõrvalekaldeid aromaatsete süsivesinike profiilis: liiga kõrge HMF konts.-ist (162 mg/kg)	Ei	Ebatüüpiline
ZZ547	Jah	Ei	Kõrvalekaldeid aromaatsete süsivesinike profiilis: liiga kõrge HMF konts.-ist (44 mg/kg)	Ei	Ebatüüpiline
ZZ548	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid aromaatsete süsivesinike profiilis: liiga kõrge HMF konts.-ist (42 mg/kg)	Ei	Ebatüüpiline
ZZ549	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ550	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ551	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ552	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ553	Jah	Ei	Kõrvalekaldeid pole	Ei	Ebatüüpiline
ZZ554	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ555	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ556	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ557	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ558	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ559	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ560	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ561	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ562	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid aromaatsete süsivesinike profiilis: liiga kõrge HMF konts.-ist (41 mg/kg)	Ei	Ebatüüpiline
ZZ563	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ564	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ565	Jah	Ei	Kõrvalekaldeid aromaatsete süsivesinike profiilis: liiga kõrge HMF konts.-ist (130 mg/kg)	Ei	Ebatüüpiline
ZZ566	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ567	Ei	Jah	Kõrvalekaldeid pole	Jah	Tüüpiline
ZZ568	Jah	Ei	Kõrvalekaldeid aromaatsete süsivesinike profiilis: liiga kõrge HMF konts.-ist (51 mg/kg)	Ei	Ebatüüpiline

3.2. DNA metagenoomika analüüsi tulemused

DNA analüüsi läbis 36 proovi. DNA üldkontsentratsioonid mõõdetuna NanoDrop seadmega varieerusid proovidel vahel vahemikus 5.4 kuni 1492.7 ng/ul. Kontsentratsioon üle 200-300 ng/ul peegeldab tavaliselt rohket õietolmu sisaldust proovis. Meeproovidest 10 vajas liiga väikese DNA saagise tõttu korduvat DNA eraldust ning 5 meeproovi puhul jäi meest eraldatav DNA kogus vaatamata korduva DNA eraldusele alla DNA järjestuste sekveneerimiseks ja analüüsiks vajaliku minimaalse koguse ja kvaliteedi. TTAKis varasemates uuringutes analüüsitud meeproovide DNA analüüside tulemused näitavad, et värske liigselt töötlemata mee DNA üldkontsentratsioon on tavaliselt suurem kui 50 ng/ul. Rohke õietolmusisaldusega mete puhul on see tavaliselt üle 500 ng/ul. Meeproovide puhul, mille DNA kontsentratsioon on madalam, võib tegemist olla liigselt töödeldud/kuumutatud meega, väga vana meega või tegemist võib olla manipuleeritud koostisega (nt siirupi vm abil lahjendatud) meega. Lisaks DNA üldkogusele analüüsiti ka DNA kvaliteediga seotud näitajaid (nt DNA fragmentatsioonimäära, sekveneeritava kaheaheelise DNA kontsentratsiooni jms) ning anti üldhinnang DNA kvaliteedile.

DNA kvaliteedi ja kvantiteedi langust võrreldes värske autentse meega tuvastati kokku 18-l meeproovil 36-st (nt madal DNA kontsentratsioon, DNA fragmentide pikkused vms) (Tabel 2).

10 meeproovil oli HMF väärtus üle lubatud normi (üle 40 mg/kg), mitmel proovil oli HMF väärtus suurenenud, kuid lubatud taseme piires (vahemikus 20-40 mg/kg-ni). HMF väärtus võib anda lisainformatsiooni mee DNA kvaliteedi languse põhjuste kohta. Suurenenud HMF väärtus võib viidata mee liigsele kuumutamisele.

Lisaks meeproovis sisaldunud DNA kvaliteedi parameetritele hinnati meeproovidel DNA järjestuste profiili vastavust TTAK-i ehtsate mete andmebaasis olevate mete profiilidele. Eelnevalt teadaolevate ehtsate mete ja võltsmete abil treenitud mudelanalüüs võtab arvesse kõikide erinevate mee DNA-s leiduvate organismide (nt taimede, bakterite, seente, lülilalgsete, loomade jne) DNA järjestuste info analüüsitava proovis ja annab hinnangu, kas meeproovi DNA profiil vastab tüüpilisele ehtsa mee profiilile. Mee DNA profiilide mudelanalüüs teostati kokku 31 meeproovile, mille DNA kogus ja kvaliteet oli DNA järjestuste täpsemaks analüüsiks piisav. Umbes poolte analüüsitud proovide DNA profiil erines autentse mee DNA profiilist (ehk oli ebatüüpiline autentsele meele).

DNA koguse ja kvaliteedi ning DNA järjestuste profiili mudelanalüüsi tulemused ja lõppjärelused on koondatud Tabelisse 2.

Tabel 2. DNA metagenoomi analüüsi tulemused. Kollase taustavärviga on märgitud proovid ja paameetrid, mille väärtused viitavad kvaliteetsest, autentsest meest kõrvalekalletele.

Proovi ID	HMF (mg/kg)	DNA üldknts. (ng/ul)	gDNA knts. (250-50000 bp, ng/ul)	DNA kvaliteedi hinnang	DNA järjestuste profiili mudelanalüüsi koondhinnang koostise kohta	DNA järjestuste profiili mudelanalüüsi koondhinnang päritolu kohta	DNA analüüsi lõppjärelus meeproovi kvaliteedile ja autentsusele
ZZ533	<10	148,8	6,23	DNA kvaliteet/kvantiteet ok	Tüüpiline	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.
ZZ534	> 40 (80)	5,4	0,72	DNA kogus ja kvaliteet ülimadal, HMF ülikõrge (80 mg/kg).	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	DNA kogus ja kvaliteet ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF väärtus >40 mg/kg. Tegemist võib olla ülekuumutatud või lubamatul viisil toodetud meega.
ZZ535	<10	157,4	8,11	DNA kvaliteet/kvantiteet ok	Tüüpiline	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.
ZZ536	<30	36,0	2,39	DNA kogus ja kvaliteet pisut madal, HMF lubatud piires (20-30 ng/ul).	Tüüpiline	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus ja kvaliteet võrreldes tüüpilise autentse meega on pisut madalam. HMF suurenenud, aga lubatud piires (<40 mg/kg). DNA järjestuste profiil ei erine oluliselt autentse mee profiilist. Tegemist on tõenäoliselt meega, mida võib olla kas liigselt kuumutatud või siirupi vm lahjendatud.
ZZ537	<10	1492,7	25,50	DNA kogus ülikõrge ja kvaliteet hea, HMF ok, sisaldab tõenäoliselt palju diätolmu.	Tüüpiline	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st. Mesi sisaldab palju diätolmu DNA-d.
ZZ538	<20	348,5	11,10	DNA kvaliteet/kvantiteet ok	Tüüpiline	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.
ZZ539	<40	80,1	1,57	DNA kogus ja kvaliteet pisut madal, HMF lubatud piires, aga suhteliselt kõrge (30-40 ng/ul).	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kogus ja kvaliteet madal, DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF lubatud piires, aga suhteliselt kõrge; Tegemist võib olla liigselt kuumutatud meega või meelaadse tootega.
ZZ540	<30	164,9	3,94	DNA kvaliteet/kvantiteet ok	Tüüpiline	Tegemist võib olla ebatüüpilise koostisega Eesti meega või osaliselt mitte	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.
ZZ541	<10	43,7	1,76	DNA kogus ja kvaliteet madal, HMF kontsentratsioon samuti väga madal.	Tüüpiline	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus ja kvaliteet väga madal. HMF lubatud piires. DNA järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st. Tegemist võib olla siirupiga vm abil lahjendatud meega.
ZZ542	<10	9,6	1,03	DNA kogus ja kvaliteet ülimadal, aga ka HMF väga madal.	DNA madal kogus ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	DNA madal kogus ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	DNA kogus ja kvaliteet väga madal. HMF lubatud piires. Tegemist võib olla siirupiga vm abil lahjendatud meega.
ZZ543	<30	206,6	5,12	DNA kvaliteet/kvantiteet ok, HMF lubatud normi piires. organoleptiliselt ebatüüpiline	Tüüpiline, väikeste kõrvalekalletega	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus, kvaliteet ei erine autentse mee DNA-st. DNA järjestuste profiilil väikeid erinevusi võrreldes tüüpilise autentse mee DNA-ga. Toode võib sisaldada siirupibaasil
ZZ544	<20	317,5	11,20	Üldise ja kvaliteetse DNA kogus ülikõrge, HMF ok, sisaldab tõenäoliselt palju diätolmu.	Tüüpiline	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.
ZZ545	>40	244,0	9,31	DNA kvaliteet/kvantiteet ok, HMF üle lubatud normi (>40 mg/kg);	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF >40 mg/kg. Tegemist võib olla ülekuumutatud meega või meelaadse tootega.
ZZ546	>40 (170)	100,9	2,72	DNA kogus ok, kvaliteet pisut madal, HMF ülikõrge (>>40 mg/kg);	Tüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st. HMF ülikõrge (>>40 mg/kg). Tegemist võib olla liigselt kuumutatud meega.
ZZ547	>40	19,8	0,66	DNA kogus ja kvaliteet ülimadal, HMF üle lubatud normi (>40 mg/kg).	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	DNA kogus väga madal, HMF >40 mg/kg. Tegemist võib olla liigselt kuumutatud meega või meelaadse tootega.
ZZ548	>40	39,7	3,17	DNA kogus ja kvaliteet madal, HMF üle lubatud normi (>40 mg/kg).	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kogus väga madal, HMF >40 mg/kg. DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla liigselt kuumutatud meega või meelaadse tootega.

ZZ549	>40	512,9	7,29	DNA kvaliteet/kvantiteet ok, HMF kõrge (>40 mg/kg);	Tüüpiline	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus, kvaliteet ja DNA järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st. HMF >40 mg/kg. Tegemist võib olla liigselt kuumutatud autentse meega.
ZZ550	>40	62,0	2,70	DNA kogus ja kvaliteet madal, HMF kõrge (>40 mg/kg);	Tüüpiline, minimaalsete erisustega	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kogus madal. HMF >40 mg/kg. DNA järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st. Tegemist võib olla liigselt kuumutatud või lahjendatud meega.
ZZ551	<40	40,3	0,82	DNA kogus ja kvaliteet ülimald, HMF napilt normi piires (30-40 mg/kg).	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF suurenenud, aga lubatud normi piires (<40 mg/kg). Tegemist võib olla ülekuumutatud meega või meelaadse tootega.
ZZ552	<40	14,5	0,65	Üldise ja sekveneeritava DNA kogus ülimald, HMF napilt normi piires (30-40 mg/kg).	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF suurenenud, aga lubatud normi piires (<40 mg/kg). Tegemist võib olla ülekuumutatud meega või meelaadse tootega.
ZZ553	<30	79,3	3,92	DNA üldkogus pisut madal, organoleptiliselt ebatüüpiline	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF suurenenud, aga lubatud normi piires (<30 mg/kg). Tegemist võib olla ülekuumutatud meega või meelaadse tootega.
ZZ554	<30	167,4	7,53	DNA kvaliteet/kvantiteet ok	Tüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.
ZZ555	<30	292,5	6,34	DNA kvaliteet/kvantiteet ok	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla meelaadse tootega?
ZZ556	<40	171,1	2,60	DNA kogus ok ja kvaliteet pisut madal, HMF napilt normi piires (30-40 mg/kg).	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF suurenenud, aga lubatud normi piires (<40 mg/kg). Tegemist võib olla ülekuumutatud meega või meelaadse tootega.
ZZ557	<20	26,4	0,88	DNA kogus väga madal, HMF napilt normi piires (30-40 mg/kg).	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla meelaadse tootega.
ZZ558	<20	54,8	3,08	DNA kogus madal, HMF lubatud normi piires (<20 mg/kg).	Tüüpiline	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus madal, kuid HMF normi piires ja DNA profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.
ZZ559	<30	308,1	12,30	DNA kvaliteet/kvantiteet ok, organoleptiliselt ebatüüpiline	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla meelaadse tootega.
ZZ560	<20	56,2	2,28	DNA kvaliteet/kvantiteet ok, organoleptiliselt ebatüüpiline	Ebatüüpiline	Tegemist võib olla ebatüüpilise koostisega Eesti meega või osaliselt mitte Eesti meega.	DNA kogus, kvaliteet ja profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse DNA-ga. HMF <40 mg/kg. Tegemist võib olla siirupi vm abil lahjendatud mee või meelaadse tootega.
ZZ561	<20	155,5	5,12	DNA kvaliteet/kvantiteet ok, organoleptiliselt ebatüüpiline	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus ja kvaliteet ok, DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla meelaadse tootega.
ZZ562	>40	14,0	0,75	DNA kogus ja kvaliteet ülimald, HMF üle lubatud normi (>40 mg/kg).	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	DNA kogus ja kvaliteet on ebatüüpiline võrreldes autentse meega. HMF väärtus >40 mg/kg. Tegemist võib olla ülekuumutatud või lubamatul viisil toodetud meega.
ZZ563	<30	254,6	4,23	DNA kvaliteet madal, HMF normi piires (20-30 mg/kg). Tegemist võib olla ülekuumutatud meega või lubamatul viisil toodetud meelaadse tootega.	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF väärtus suurenenud, aga <40 mg/kg. Tegemist võib olla kuumutatud meega või meelaadse tootega.
ZZ564	<30	227,0	3,74	DNA kvaliteet/kvantiteet ok	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-st. Tegemist võib olla meelaadse tootega.
ZZ565	>40 (115)	12,4	0,66	DNA kogus ja kvaliteet ülimald, HMF üle lubatud normi (>40 mg/kg). Organoleptiliselt ebatüüpiline.	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	DNA kogus ja kvaliteet on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF väärtus >40 mg/kg. Tegemist võib olla mingi maitselisandiga (sidrunimahla vms) ja ülekuumutatud meega või siirupibaasil valmistatud meelaadse toote või selle lisandiga meega.
ZZ566	<40	135,6	3,75	DNA kvaliteet/kvantiteet ok	Tüüpiline	Tõenäoliselt Eesti mesi	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.
ZZ567	<40	223,0	5,53	DNA kvaliteet/kvantiteet ok, organoleptiliselt ebatüüpiline	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla meelaadse tootega.
ZZ568	>40	121,0	3,09	DNA kvaliteet/kvantiteet ok, HMF üle lubatud normi (>40 mg/kg), organoleptiliselt ebatüüpiline	Ebatüüpiline	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla liigselt kuumutatud meega või meelaadse tootega.

Autentseks kvaliteetseks meeks määrati DNA analüüsi põhjal kokku 10 meeproovi. Need olid meeproovid, mille

1. DNA kogus ja kvaliteet vastas ehtsate värskete ja kvaliteetsete mete DNA kogusele ja kvaliteedile ning polnud olulisi viiteid, et mesi võiks olla lahjendatud või liigselt töödeldud/kuumutatud.
2. DNA järjestuste profiil ei erinenud oluliselt TTAK-i ehtsate mete andmebaasis olevatele autentsete mete DNA järjestuste profiilist.

3.3. NMR ja DNA analüüsi tulemuste võrdlus proovi tegeliku päritoluga

Tabelis 3 on toodud kõigi 36 analüüsitud meeproovi NMR ja DNA analüüsi tulemused ja mee tegelik päritolu ja koostis. Tegemist oli nn pimekatsega, mille puhul mee tegelik päritolu, koostis ja autentsuse info edastati TTAK-ile Eesti Mesinduskogu poolt alles pärast DNA ja NMR analüüside tulemuste saamist. Kokku oli ehtsa mee proove analüüsitud proovide hulgas kokku 6, võltsmee-proove 8 ja teadmata päritoluga meeproove Eesti poelettidelt 22. Proovi ZZ533 puhul ei saanud DNA ja NMR analüüsi tulemusi võrrelda, sest antud proovi puhul NMR analüüsi teha ei saanud.

Kokku 5 teadaolevalt mitteautentse, meelaadse toote proovi puhul (proovid ZZ534, ZZ539, ZZ541, ZZ542, ZZ543) määrati antud tooted ebatüüpiliseks ehk mitteautentseks nii DNA kui ka NMR meetodi abil ehk siis kõrvalekaldeid tuvastati nii mee DNA kvaliteedis või järjestuste profiilides kui ka keemilise analüüsi (üldistes mee kvaliteediga seotud näitajates, suhkrute ja aminohapete koostises). Kaks meelaadset toodet (ZZ536 ja ZZ561) tuvastati kõrvalekaldeid DNA metagenoomika analüüsil, mee DNA kvaliteedis või järjestuste profiilil, kuid ei tuvastatud kõrvalekaldeid NMR meetodi abil tüüpilise autentse mee suhkrute või aminohapete profiilides. NMR abil tuvastamata jäänud ZZ536 puhul oli tegemist mesilaste poolt läbi töötatud talvesööda ja suhkruisrupi seguga ning ZZ561 puhul mee ja suhkruisrupi seguga (vahekorras 60%/40%). DNA põhine meetod ei tuvastanud kõrvalekaldeid DNA kvaliteedis ja järjestuste profiilides meelaadse toote proovi ZZ533 puhul, mille puhul oli tegemist autentse mee ja puhta siirupi seguga. NMR analüüsi antud proovile teha ei saanud.

Autentsetest meeproovidest viie puhul ei tuvastanud nii DNA kui NMR põhine meetod olulisi kõrvalekaldeid võrreldes autentse mee kvaliteeti ja autentsust iseloomustavates parameetrites. Ühe autentseks meeprooviks märgitud meeproovi puhul (ZZ560, Naissaare mesi) tuvastas DNA-põhine meetod mõningaid erinevusi tüüpilisest autentse mee DNA profiilist.

Jaekaubandusest pärinevatest meeproovidest 7 proovi puhul 22-st tuvastasid nii DNA-põhine kui ka NMR analüüs olulisi erinevusi võrreldes autentse meega, 4 proovi puhul olid mõlemad meetodid ühel meelel, et tegemist on autentse kvaliteetse meega ning olulisi erinevusi autentsest meest ei tuvastatud. Ülejäänud 11 jaekaubanduse mee puhul tuvastas DNA metagenoomika põhine meetod erinevusi võrreldes autentse mee DNA kvaliteedis ja/või järjestuste profiilil, mida NMR põhine meetod ei kinnita. Kuna jaekaubandusest kogutud proovide puhul ei ole tegelik koostis ja autentsus teada, ei saa nende analüüsi tulemuste põhjal hinnata valepositiivsete/valenegatiivsete tulemuste määra.

Tabel 3. Meeproovide DNA analüüsi tulemuse, NMR analüüsi tulemuse ja meeproovide tegeliku päritolu ning autentsuse võrdlusandmed. Kollase taustaga on märgitud proovid ja hinnangud, mis viitavad kõrvalekalletele autentsest ja kvaliteetsest meest. Rohelise taustaga on märgitud jaekaubanduse toodete tegeliku koostise ja päritolu info.

Proovi ID	DNA metagenoomi analüüsi lõppjärelendus meeproovi kvaliteedile ja autentsusele	DNA analüüsi hinnang päritolu kohta	NMR analüüsi koondhinnang	Proovi tegelik päritolu ja autentsus	Proovi tegelik koostis
ZZ533	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Tuubi purunemise tõttu ei saanud analüüsida	meelaadne toode	autentne mesi 300g + lisatud suhkru siirupit 110g (1:1 suhkru lahusest)
ZZ534	DNA kogus ja kvaliteet ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF väärtus >40 mg/kg. Tegemist võib olla ülekuumutatud või lubamatul viisil toodetud meega.	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	Ebatüüpiline	meelaadne toode	pikalt keedetud mesi + vahasulatusel saadav vedelik ehk siirupilaadne toode
ZZ535	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Tüüpiline	autentne mesi	100% mesi
ZZ536	DNA kogus ja kvaliteet võrreldes tüüpilise autentse meega on pisut madalam. HMF suurenenud, aga lubatud piires (<40 mg/kg). DNA järjestuste profiil ei erine oluliselt autentse mee profiilist. Tegemist on tõenäoliselt meega, mida võib olla kas liigselt kuumutatud või siirupi vm lahjendatud.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Tüüpiline	meelaadne toode	Mesilaste poolt läbi töötatud talvesööt, pressitud talvepesa kärjest (sügisel antud sööda vahekord 3 osa suhkrut 2 osa vett). Pressitud talvesöödale lisatud 10% suhkru siirupit 3:2
ZZ537	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st. Mesi sisaldab palju õietolmu DNA-d.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Tüüpiline	autentne mesi	100% mesi, tugeva tatramee osakaaluga ca 40%.
ZZ538	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Tüüpiline	autentne mesi	100% mesi
ZZ539	DNA kogus ja kvaliteet madal, DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF lubatud piires, aga suhteliselt kõrge; Tegemist võib olla liigselt kuumutatud meega või meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Ebatüüpiline	meelaadne toode	60% mesi, 40% invertisuhkru siirup; Vinnise toode
ZZ540	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.	Tegemist võib olla ebatüüpilise koostisega Eesti meega või osaliselt mitte Eesti	Tüüpiline	jaekaubandusest	Euroopa Liidust ja väljastpoolt Euroopa Liitu pärit mesi
ZZ541	DNA kogus ja kvaliteet väga madal. HMF lubatud piires. DNA järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st. Tegemist võib olla siirupiga vm abil lahjendatud meega.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Ebatüüpiline	meelaadne toode	17% mesi, 83% suhkru siirup.

ZZ542	DNA kogus ja kvaliteet väga madal. HMF lubatud piires. Tegemist võib olla siirupiga vm abil lahjendatud meega.	DNA madal kogus ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	Ebatüüpiline	meelaadne toode	17% mesi, 83% suhkrusiirup.
ZZ543	DNA kogus, kvaliteet ei erine autentse mee DNA-st. DNA järjestuste profiilis väikseid erinevusi võrreldes tüüpilise autentse mee DNA-ga. Toode võib sisaldada siirupibaasil valmistatud mett.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Ebatüüpiline	meelaadne toode	Teadaoleva koostisega meelaadne toode
ZZ544	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Tüüpiline	autentne mesi	100% mesi
ZZ545	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF >40 mg/kg. Tegemist võib olla ülekuumutatud meega või meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	100% EESTI TATRAÕIEMESI, musta sildiga ja kaanega 400g
ZZ546	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st. HMF ülikõrge (>>40 mg/kg). Tegemist võib olla liigselt kuumutatud meega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Ebatüüpiline	jaekaubandus est	EESTI MESI, musta sildiga ja kaanega 400g
ZZ547	DNA kogus väga madal, HMF >40 mg/kg. Tegemist võib olla liigselt kuumutatud meega või meelaadse tootega.	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	Ebatüüpiline	jaekaubandus est	Mesi Netokogus 1kg, mesilase pildiga plastämber
ZZ548	DNA kogus väga madal, HMF >40 mg/kg. DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla liigselt kuumutatud meega või meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Ebatüüpiline	jaekaubandus est	Jakobsens, Õiemesi
ZZ549	DNA kogus, kvaliteet ja DNA järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st. HMF >40 mg/kg. Tegemist võib olla liigselt kuumutatud autentse meega.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	Remediway, Mesi puhtast Eestimaa loodusest
ZZ550	DNA kogus madal. HMF >40 mg/kg. DNA järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st. Tegemist võib olla liigselt kuumutatud või lahjendatud meega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	Favorit, Honey 370g
ZZ551	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF suurenenud, aga lubatud normi piires (<40 mg/kg). Tegemist võib olla ülekuumutatud meega või meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	HZ Õiemesi
ZZ552	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF suurenenud, aga lubatud normi piires (<40 mg/kg). Tegemist võib olla ülekuumutatud meega või meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	Pärnamesi, karupildiga
ZZ553	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF suurenenud, aga lubatud normi piires (<30 mg/kg). Tegemist võib olla ülekuumutatud meega või meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Ebatüüpiline	jaekaubandus est	Mesi Netokogus 400g, mesilase pildiga plastämber punane kaas

ZZ554	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	Mesi 1kg, plastämber
ZZ555	DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla meelaadse tootega?	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	Medus, mesi, Honey 200g
ZZ556	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF suurenenud, aga lubatud normi piires (<40 mg/kg). Tegemist võib olla ülekuumutatud meega või meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	VINNIS, Medus, mesi, Honey
ZZ557	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	ICA, mild&söt, HONUNG fran Akacia träd 350g
ZZ558	DNA kogus madal, kuid HMF normi piires ja DNA profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Tüüpiline	autentne mesi	100% mesi
ZZ559	DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	Maribel, Vedel Öiemesi Skirds ziedu medus, Kuldselge/Skaidrs
ZZ560	DNA kogus, kvaliteet ja profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse DNA-ga. HMF <40 mg/kg. Tegemist võib olla siirupi vm abil lahjendatud mee või meelaadse tootega.	Tegemist võib olla ebatüüpilise koostisega Eesti meega või osaliselt mitte Eesti	Tüüpiline	autentne mesi	100% mesi, Naissaarelt
ZZ561	DNA kogus ja kvaliteet ok, DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla meelaadse tootega.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Tüüpiline	meelaadne toode	Mee ja siirupi (bifor) segu 60%/40%
ZZ562	DNA kogus ja kvaliteet on ebatüüpiline võrreldes autentse meega. HMF väärtus >40 mg/kg. Tegemist võib olla ülekuumutatud või lubamatul viisil toodetud meega.	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	Ebatüüpiline	jaekaubandus est	Pärnaõie, Poola mesi
ZZ563	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF väärtus suurenenud, aga <40 mg/kg. Tegemist võib olla kuumutatud meega või meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	Granija, San Francisco
ZZ564	DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-st. Tegemist võib olla meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	Hunaja, Honug
ZZ565	DNA kogus ja kvaliteet on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. HMF väärtus >40 mg/kg. Tegemist võib olla mingi maitselisandiga (sidrunimahl vms) ja ülekuumutatud meega või siirupibaasil valmistatud meelaadse toote või selle lisandiga meega.	DNA madal kogus ja kvaliteet ei võimalda DNA järjestuste analüüsi.	Ebatüüpiline	jaekaubandus est	Minu mesi sidunimahlaga
ZZ566	DNA kogus, kvaliteet ja järjestuste profiil ei erine oluliselt tüüpilise autentse mee DNA-st.	Tõenäoliselt Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	Tatramesi
ZZ567	DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Tüüpiline	jaekaubandus est	Xtra, Hunaja
ZZ568	DNA kvaliteet ja DNA järjestuste profiil on ebatüüpiline võrreldes autentse mee DNA-ga. Tegemist võib olla liigselt kuumutatud meega või meelaadse tootega.	Tõenäoliselt pole Eesti mesi	Ebatüüpiline	jaekaubandus est	Ukraina mesi

4. Kokkuvõte

QSI labori Brukeri seadmega teostatava NMR mee tuumamagnetresonantsanalüüsi abil on antud uuringus analüüsitud kõrvalekaldeid uuritava mee süsivesikute ja aminohapete koostises võrreldes nende referentsmee andmebaasides olevate ehtsate mete koostisega ning mee kvaliteedi näitajate vastavust EU Direktiivi 2001/110 nõuetele. TTAK labori poolt arendatava DNA metagenoomika analüüsiga on analüüsitud kõrvalekaldeis DNA kvantideedi ja kvaliteedis ning DNA järjestuste profiilides võrreldes TTAK-i referentsmete DNA andmebaasiga. Lisaks on antud hinnang iga proovi võimaliku Eesti päritolu kohta.

Analüüsi kaasatud 36 (mee)proovist 22 pärinesid jaekaubandusest, mistõttu polnud nende tegelik päritolu ja autentsust teada ka uuringu lõpuks. Jaekaubanduse proovidest 7 puhul tuvastasid nii DNA analüüs kui ka NMR analüüs erinevusi võrreldes autentse meega ning 4 puhul leidsid mõlemad meetodid, et tegemist on tõenäoliselt autentse kvaliteetse meega (ehk kõrvalekaldeid ei tuvastatud). Ülejäänud 11 jaemüügi proovi puhul tuvastas DNA-põhine meetodika erinevusi DNA kvaliteedis või DNA järjestuste profiilis võrreldes autentse meega, kuid NMR analüüsi tulemusena oli tegu autentsete EU Direktiivi nõuetele vastavate metega. Kuna antud proovide puhul tegelik päritolu ei olnud teada, siis ei saa teha erilisi järeldusi.

Teadaoleva koostisega meeproove oli analüüsis 13.

Mee autentsuse määrangute täpsus NMR analüüsi puhul (13 proovi):

	Tegelikult autentne mesi	Tegelikult meelaadne toode
Ennustatud autentseks meeks	6	2
Ennustatud mitteautentseks tooteks	0	5

NMR ei suutnud tuvastada 2 meelaadse toote proovi puhul, et tegemist ei ole autentse meega. Neist ühe puhul oli tegemist mesilaste poolt läbi töötatud talvesööda ja suhkruisrupi seguga ning teise proovi puhul mee ja suhkruisrupi seguprooviga (vahekorras 60%/40%).

Mee autentsuse määrangute täpsus DNA metagenoomika analüüsi puhul (13 proovi):

	Tegelikult autentne mesi	Tegelikult meelaadne toode
Ennustatud autentseks meeks	5	0
Ennustatud mitteautentseks tooteks	1	7

DNA metagenoomika analüüs tuvastas õigesti kõik meelaadsed tooted, kuid tuvastas mee profiilis erinevusi võrreldes TTAK-i andmebaasides olevate autentsete metega ka ühe autentse Naissaare mee puhul. Põhjuseid võib olla erinevaid (alates söödasiirupi jääkidest mees kuni Naissaare meega seotud koostise eripäradeni).

Teadaoleva päritolu, koostise ja autentsusega proovide hulk antud uuringus oli aga liiga väike laiapõhjaliste järelduste tegemiseks. Mõlemad meetodid tuvastasid suurema osa teadaoleva koostisega meeproovidest. Kumbki meetod analüüsib erinevat osa meest (DNA-põhine meetodika DNA järjestusi, NMR keemilise koostise osi), mistõttu võib erinevat tüüpi võltsingute puhul olla eelis ühe või teise meetodiga analüüsimisel.

Läbiviidud pimekatse tulemused (kuigi väikese proovide hulga põhjal) näitavad, et DNA metagenoomika analüüs ei jää mee autentsuse tuvastamise täpsuselt alla NMR analüüsile vaid on teatud juhtudel võltsingute tuvastamisel edukam. DNA põhine metoodika tuvastab efektiivsemalt keerulisemaid võltsinguid, mille puhul ei tarvitse tekkida kõrvalekaldeid suhkrute või aminohapete profiilides või üldisemates EU Direktiivide nõuetega seotud kvaliteedi parameetrites. Näiteks juhtumid, mille puhul lisatakse meele mingit lisaainet või eemaldatakse tahtmatult või tahtlikult midagi meest ning sellega koos mõne organismi DNA järjestusi, mis tekitab väiksemaid või suuremaid muutusi mee DNA järjestuste profiilis (sealhulgas mesilasele söödetud suhkrusiirup, õietolmu lisamine/eemaldamine jms). Puhta DNA-vaese suhkrusiirupi väheses koguses lisamise tuvastamisel on NMR metoodika tõenäoliselt edukam, mõõtes otseselt muutusi mee suhkrute profiilis. Võltsingute vastu võideldes on kasulik alati kasutada erinevate metoodikate kombinatsiooni, mis muudab keerukamaks ja kallimaks kõiki erinevaid tuvastamismeetodeid läbivate võltsproovide loomise.

Et teha laiapõhjalisemaid järeldusi tuleks võrdluskatsetega jätkata ja kaasata uuringusse pimekatsena veelgi rohkem teadaoleva koostise ja päritoluga proove. DNA metagenoomika põhine metoodika tugineb erinevate organismide DNA järjestuste ja koostisprofiilide analüüsil, mida on praktiliselt võimatu kunstlikult jäljendada. Kuigi DNA-põhine metoodika on alles arendusjärgus, on juba antud uuringust näha, et metoodika annab juba täna väga häid tulemusi ning tegemist on paljulubava metoodikaga, mis väärib kindlasti edasiarendamist.