



## Lõpparuanne

# Meemesilase (*Apis mellifera* L.) populatsioonide emaliini (mtDNA) geneetiline varieeruvus Eestis

Projektijuht: Kairi Raime, PhD

Projekti täitja: Filipe Pereira, PhD



Competence Centre on  
**Health Technologies**

2023

## Sisukord

Sissejuhatus .....	2
Metoodika .....	4
Proovide kogumine .....	4
COI-COII intergeense piirkonna amplifikatsioon.....	5
COI-COII intergeense piirkonna sekveneerimine .....	6
Mitokondriaalsete liinide tuvastamine .....	6
Fülogeneetilised analüüsid.....	6
Tulemused.....	8
Peamised mesilaste evolutsioonilised liinid.....	8
Mitokondriaalse DNA haplotüübid .....	9
Fülogeneetilised analüüsid.....	10
Mesinike klassifikatsioonid .....	12
Kokkuvõte.....	14
Kontaktid.....	16
Viited .....	17
Lisad.....	19

## Sissejuhatus

Meemesilane *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 on laialt levinud erinevates kliimatingimustes. Liiki on jaotatud morfoloogiliste ja geneetiliste meetodite abil rohkem kui 30 alamliigiks, millest kümme on looduslikult levinud Euroopas [1]. Alamliigid või geograafilised tõud on oma leviku poolest olnud seotud spetsiifiliste geograafiliste piirkondadega. Lisaks sellele hõlmavad alamliigid endas väga erinevaid ökotüüpe ja aretusliine, mis võivad olla väga varieeruvad oma võimes kohaneda piirkondlike kliimatingimustega, kohaliku taimestikuga või vastupanuvõimes patogeenide vastu [2, 3]. Eesti kuulub Euroopa tumemesilase (*A. m. mellifera*) levikualasse, kuigi aastate jooksul on inimesed toonud sisse ka teisi alamliike. Hoolimata nende paaritumise sõltumatuses on nii hooldatud kui ka inimese jälgimiseta mesilaspered oluliselt mõjutatud inimetegevusest.

Morfoloogiliste, geneetiliste ja ökoloogiliste andmete kasutamine on võimaldanud kindlaks teha peamised evolutsioonilised liinid, mis on sageli seotud konkreetsete geograafiliste piirkondadega nende loomulike levikualade järgi Euroopas, Lähis-Idas, Lääne-Aasias ja Aafrika mandril [4-8]. Kolm neist liinidest on algselt levinud Euroopas: liin A (Aafrika liin), mis on levinud osaliselt pürenee poolsaarel; C, mis on laialt levinud Lõuna- ja Ida-Euroopas, ja M, mida leidub Briti saartel, Euroopa mandriosa põhjaosas, Uurali ja mõnes Kesk-Aasia piirkonnas [9, 10].

Mitokondriaalset DNA-d (mtDNA) on edukalt kasutatud meemesilase *A. mellifera* geneetilise mitmekesisuse mõõtmiseks ning evolutsioonilise ajaloo ja taksonoomilise klassifikatsiooni lahtimõtestamiseks [11, 12]. MtDNA kasutatakse sageli fülogeograafias ja geneetilistest uuringutes, sest see ei oma rekombinatsiooni, selle evolutsioonikiirus on suhteliselt kiire, selle genoomi struktuur on säilinud muutumatuna ja see pärandub ainult ühelt vanemalt (emaliini mööda), mis võimaldab jälgida emapärandi pärilikkusliine läbi põlvkondade [13, 14]. Mesilaste geneetilistes uuringutes on eriti laialdaselt kasutatud tsütokroom-oküdaas I (COX1) ja tsütokroom-oküdaas II (COX2) geenide vahel asuvat mittekodeerivat piirkonda, mida tuntakse kui "COI-COII intergeeni piirkonda" (*COI-COII intergenic region*). (nt. [4, 11, 15-17]). Lisaks mitmetele punktmutatsioonidele esineb COI-COII intergeeni piirkonnas P- ja Q-üksuste/alampiirkondade olemasolu, puudumise või korduste tõttu ka suuruse/pikkuse varieeruvust. P-üksus on pikkusega umbes 67 nt ( $P_0$ ) või 54 nt (P) tingituna 13 nt pikkusest sisemisest deletsioonist. Samas kui Q-piirkonna pikkus on umbes 200 nt. Nende P- ja Q-piirkondade/üksuste olemasolu ja arvu kasutatakse Aafrika (A) ja Euroopa (C ja M) liinide eristamiseks: C liinil puuduvad P-

üksused ja tal on üks Q-element; A liinil on ka P<sub>0</sub>- või P-üksused ja üks või kaks Q-elementi ja M liinil on ainult P-üksust ja olu Q-elementi [9, 10, 18].

Mesilaste proovidest saadud unikaalseid mtDNA järjestusi (nn haplotüüpe) on kasutatud nende alamliikide identifitseerimiseks: A-haplotüübid esinevad alamliigil *A. m. iberiensis*, M haplotüübid määratlevad alamliigi *A. m. mellifera*, C1 haplotüübid määratlevad *A. m. ligustica* ja C2 *A. m. carnica* [1, 4, 5]. Varasemad tööd Euroopas näitasid, et A-haplotüübid on enamasti piiratud Pürenee poolsaarega, M-haplotüübid levinud Kesk- ja Põhja-Euroopas ja C-liinid Lõuna-Euroopas, Itaaliast Türgini [2]. Need uuringud on leidnud ka tõendeid inimese poolt vahendatud introgressioonist (sissetoomisest) liinide tasandil paljudes Euroopa piirkondades. Need andmed on kooskõlas asjaoluga, et enamik mesinike kasutab oma mesilasperedes eelistatult itaalia *A. m. ligustica* ja kraini *A. m. carnica* alamliiki/tõugu mesilasi. Näiteks uuringud Belgias, Taanis, Prantsusmaal, Saksamaal, Poolas, Rootsis ja Suurbritannias, kus on looduslikult levinud ainult M-liinid, näitasid, et ka C ja O liinide introgression on sage [2]. C-haru (*A. m. ligustica*, *A. m. carnica*, *A. m. cecropia*) on levinud Balkani ja Itaalia poolsaarelt Vahemere kirderannikule ja Kesk-Euroopasse. Need introduktioonid tulenevad alamliikide kaugsiirdamise praktikast, et suurendada tootlikkust ja parandada käitumist. Hoolimata sajandite pikkusest mesindus traditsioonist ja pidevast inimsekkumisest on alamliikide spetsiifilised geneetilised jäljed mõnes Euroopa osas säilinud [4,33], kuid neid ohustab pidev hübriidiseerumine, introgression ja segunemine, mida on tuvastatud peaaegu kõigis analüüsitud populatsioonides. Seetõttu kasvab huvi euroopa *A. mellifera* alamliikide geneetilise terviklikkuse jälgimise vastu, mida võib ohustada inimese poolt loodud valitud/aretatud/mittelooduslike populatsioonide ja liinide levik.

Käesoleva töö eesmärk oli viia läbi Eesti meemesilase populatsioonide mitokondriaalse DNA geneetilise mitmekesisuse kirjeldamine. Mitokondriaalse DNA analüüs võimaldas tuvastada antud uuringusse kaasatud mesilaste seas kõige enam levinud emaliinid (*lineages*). Uued saadavad andmed võivad aidata kaasa looduskaitse projektide elluviimisele ja alamliikide vahelise hübriidiseerumise paremale mõistmisele.

## Metoodika

### Proovide kogumine

Kokku koguti 2023. aasta juulis 156 mesilast 35-st mesilast, nii Eesti mandripiirkonnast kui ka Muhu saarelt. Töomesilasi ja leskesid koguti kokku 78-st mesilasperest, mis moodustavad 154 proovi. Kahest mesilasperest võeti ainult töölimesilaste proovid, kuna leskesid ei leitud. Proove koguti 13 Eesti maakonnast, proovide arv maakonna kohta varieerus vahemikus 4 kuni 43 proovi (Table 1). Ühe mesila kohta kogutud proovide arv varieerus kahest kuni kümne proovini. Mesilasi säilitati 70%-lises etanoolilahuses kuni töötluseni laboris. DNA ekstraheeriti mesilase rindkere lihasmassist, mis saadi pärast rindkere avamist steriliseeritud skalpelliga. DNA eraldati vastavalt tootja juhendile InviSorb® Spin Tissue Mini Kit (Invitex Molecular GmbH, Germany) abil. Ekstraheeritud DNA säilitati edasisteks analüüsideks  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  juures.

Tabel 1. Eestis kogutud 156 mesilasproovi jaotus maakondade kaupa.

Maakond	Proovide arv
Tartu maakond	43
Harju maakond	22
Pärnu maakond	17
Võru maakond	14
Lääne-Viru maakond	14
Saare maakond	10
Jõgeva maakond	10
Ida-Viru maakond	6
Viljandi maakond	4
Valga maakond	4
Rapla maakond	4
Lääne maakond	4
Järva maakond	4

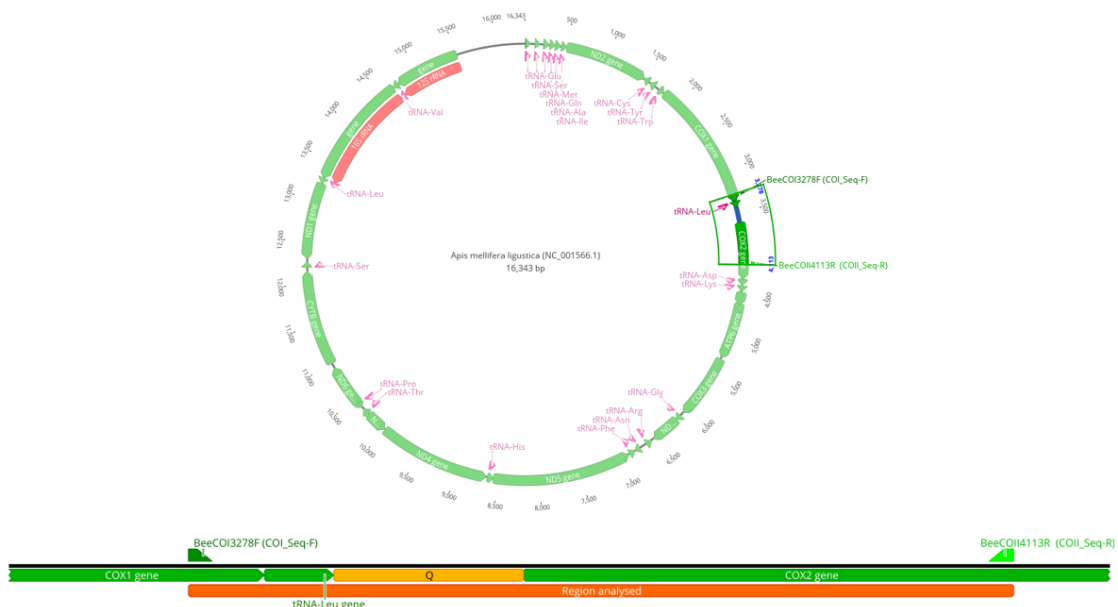
## COI-COII intergeense piirkonna amplifikatsioon

Sekveneerimiseks valiti välja mitokondriaalse DNA intergeenne mittekodeeriv piirkond, mis asub tsütokroom-oksüdaas I (COX1) ja tsütokroom-oksüdaas II (COX2) geenide vahel, kuna seda kasutatakse laialdaselt mesilaste geneetilistes uuringutes (Joonis 1). Piirkond on ajalooliselt tuntud kui “COI-COII intergeenne piirkond”. See mtDNA lõik amplifitseeriti polümeraasi ahelreaktsiooni (PCR) abil, kasutades järgmisi varasemalt kirjeldatud PCR-praimereid DNA [4]:

BeeCOI3278F (COI\_Seq-F): 5'- ACCACCTCTAGATCATTACATTT -3'

BeeCOII4113R (COII\_Seq-R): 5'- AGGATGGAACTGTTTCATGAATGAA -3'

PCR-amplifikatsioonid teostati SimpliAmp™ Thermal Cycler'il (Applied Biosystems, USA) 10 µL reaktsioonisegus, mis sisaldas 5 µL of Multiplex PCR Master Mix'i (Qiagen, Germany), 1 µL praimerite segu (kumbki 2 µM), 2 µL of DNAasi, RNAasi ja proteaasivaba vett ja 2 µL of ekstraheeritud DNA-d. Termotsükli tingimused olid järgmised: esialgne etapp 95 °C juures 15 min; 35 tsükli temperatuuril 94 °C 30 sekundit, 55 °C 1 minut 30 sekundit, 72 °C 1 minutit; viimane etapp 72 °C juures 10 minutit. Amplikonid eraldati 45 min jooksul 120V juures 2% agarosigeelil, mis sisaldas 1 X SYBR Safe DNA Gel Stain (Invitrogen, USA), ning fragmendid visualiseeriti UV-valguses Dual LED Blue/White Light Transilluminatoris (Invitrogen).



Joonis 1. *Apis mellifera* mitokondriaalse DNA skemaatiline kujutus referentsgenoomist (NCBI genoomiandmebaasi kood NC\_001566.1). COI-COII intergeenne piirkond region on rõhutatud rohelise kastiga. Tähistatud on COI-COII intergeense piirkonna amplifitseerimiseks kasutatud PCR-praimerid. Referentsgenoomi intergeenne piirkond sisaldab ühte Q-elementi, mis on tüüpiline mitokondriaalsele liinile C.

## COI-COII intergeense piirkonna sekveneerimine

Amplifitseeritud productid (5 µL) puhastati ExoSAP-IT® Express (USB, Affymetrix, USA) abil vastavalt tootja juhendile. Puhastatud proovide (2.5 µL) sekveneerimine viidi läbi järgmiselt: 10 µL reaktsioonid valmistati segades 0.8 µL of Big Dye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) ja 0.8 µL of 10 µM primeri, 1 µL of BigDye® Terminator v1.1 & v3.1 5X Sequencing Buffer ja DNAasi- ning RNAasi-vaba vesi (Gibco, USA). Termotsükleri tingimused olid järgmised: 96°C 2 min, 35 tsükli 96°C for 30 s, 50°C 15 s ja 60°C 4 min ning lõpuks hoidmine 60°C juures 10 min. Sekveneerimisreaktsiooni productid puhastati Sephadex™ G-50 Fine DNA Grade'i kolonnide (GE Healthcare, United Kingdom) abil vastavalt tootja soovitudele. Puhastatud proovid lisati 12 µL Hi-Di™ formamiidile (Life Technologies, USA). Sekveneerimine viidi läbi Genetic Analyzer 3130xl sekvenaatoris (Applied Biosystems) vastavalt tootja soovitudele. Järjestuste analüüs viidi läbi kasutades Sequencing Analysis tarkvara v6.0 (Applied Biosystems). Saadud elektroferogrammide kokkupanekuks kasutati Geneious Prime® 2022.1.1 (<https://www.geneious.com>). Lõplik kokkupanud järjestus kontrolliti käsitsi üle, et korrigeerida võimalikud valed joondamised.

## Mitokondriaalsete liinide tuvastamine

Kureeritud mtDNA järjestused joondati, kasutades Muscle 3.8.425 [19] ja Geneious Prime® tarkvarasid. Joondusi kasutati, et tuvastada järjestusi, millel esineb kahte tüüpi korduvate, mittekodeerivate järjestuste P ja Q lisakoopti. P ja Q elementide arvu varieeruvus võimaldas klassifitseerida proovid peamistesse C, M ja A evolutsioonilistesse liinidesse. Iga proovi haplotüüp identifitseeriti, kasutades võrdlusena kureeritud andmekogumit, mis sisaldas 934 täielikku ja verifitseeritud COI-COII intergeense piirkonna järjestust, mille esitasid Alburaki *et al.* [4]. Geneious Prime® tarkvaras koostati 934 järjestust sisaldav lokaalne andmebaas ja seda kasutati blasti otsinguks *blastn* algoritmiga, kasutades skooriväärtuste vaikeväärtusi. Blasti analüüsi tulemuste lõplik järjestus järjestati identsete kohtade % järgi ja päringuproovi haplotüüp saadi selle järjestuse haplotüübist, mille identsete kohtade % väärtus oli kõige kõrgem. Geneetilise mitmekesisuse standardmõdikuid leiti DNAsp 6.12.03 abil [20].

## Fülogeneetilised analüüsid

Fülogeneetilised puud ehitati kasutades 156 COI-COII intergeense piirkonna järjestuste mitmest joondust, mis esindavad mtDNA piirkonda *A. mellifera* mitokondriaalse referentsgenoomi (NC\_001566.1) positsioonides 3,339 to 4,063. Enne fülogeneetilisi

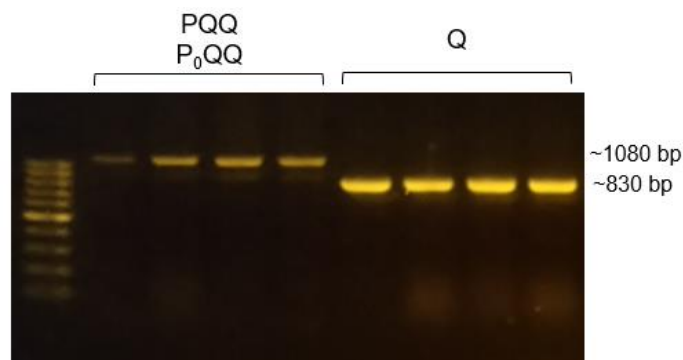
analüüse eemaldati joondusest ainult 14 isendil leitud ~250 bp pikkune lisasegment. Median-joining network [21] arvutati tarkvara Network V10.1.0.0 (<http://www.fluxus-engineering.com>) abil kasutades parameetrite vaikeväärtusi. Suurima tõepära (*maximum likelihood* (ML)) fülogeneetiline puu ehitati PhyML 3.0 abil [22], mis on implementeeritud ATGC bioinformaatika platvormile (<http://www.atgc-montpellier.fr>). Valgu evolutsiooni HKY85 +I asendusmudel valiti Smart Model Selection (SMS) v2.0 meetodi abil, mis on implementeeritud PhyML-i [23] BIC (Bayesian Information Criterion) alusel. Haru tugevust hinnati 100 bootstrap'iga. Saadud fülogeneetilist puud redigeeriti programmiga FigTree v1.4.3 (<http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree>).



## Tulemused

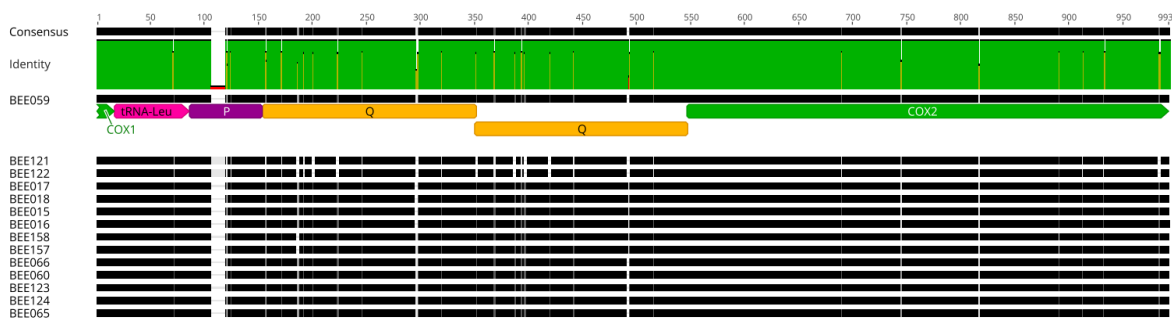
### Peamised mesilaste evolutsioonilised liinid

MtDNA COI-COII intergeense piirkonna PCR-amplifitseerimine Joonisel 1 kirjeldatud PCR-praimeritega näitas kahte erineva suurusega produkti (Joonis 2). PCR-produktide sekveneerimine näitas, et pikim amplicon oli PQQ või P<sub>0</sub>QQ struktuuriga, samas kui lühim amplicon oli Q struktuuriga.



Joonis 2. PCR abil amplifitseeritud COI-COII intergeense piirkonna elektroforeetiline eraldamine. Näidatud on COI-COII intergeense piirkonna kaks peamist struktuuri tüüpi (PQQ/P<sub>0</sub>QQ and Q).

Kõikide mesilaste mtDNA järjestuste joondamine tõi välja 14 juhtumit umbes 250 nt pikkuse insertiooniga võrreldes *A. mellifera* mitokondriaalse referentsgenoomiga (Joonis 3). Kahes proovis (SCK040121 ja SCK040122) oli struktuur P<sub>0</sub>QQ (1%), milles P-element on deletsioonideta ja Q-elementil on kaks koopiat (Tabel 2). See struktuur on tüüpiline Aafrika mitokondriaalse liini A jaoks. Ülejäänud 12 proovil (8%) oli struktuur PQQ, mille P-element sisaldab 13 nt pikkust deletsiooni. See struktuur on tavaline Lääne- ja Põhja-Euroopa liinile M.



Joonis 3. COI-COII intergeenses piirkonnas järjestuste mitmene joondus 14 proovil koos PQQ ja P<sub>0</sub>QQ struktuuriga.

Ülejäänud 142 järjestustes (91%) on üks koopia Q elemendist (Tabel 2), mis on tüüpiline Lõuna- ja Ida-Euroopa liinile C, nagu on *Apis mellifera* referetsgenoomis (Joonis 1).

Tabel 2. Analüüsitud Eesti meemesilasproovide klassifikatsioon COI-COII geneetilise struktuuri ja evolutsioonilise liini järgi.

COI-COII geneetiline struktuur	Liin	<i>n</i>	%
<b>Q</b>	C	142	91%
<b>PQQ</b>	M	12	8%
<b>P<sub>0</sub>QQ</b>	A	2	1%
	Kokku	156	

### Mitokondriaalse DNA haplotüübid

156 proovi klassifitseeriti 11 haplotüüpi, kasutades Blast otsinguid mtDNA järjestuste kureeritud andmebaasi vastu: C1a, C2c, C2d, C2e, C2j, C2s, C2w, M4, M4j, M4na and A2g (Tabel 3 and Lisatabel S1).

Tabel 3. Eesti mesilasproovide klassifikatsioon mitokondriaalse DNA haplotüübi ja alamliigi järgi.

COI-COII geneetiline struktuur	Evolutsiooniline päritolu liin ( <i>lineage</i> )	Haplotüüp	Alamliigid	<i>n</i>	%
Q	C	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	86	55.1%
		C2c	<i>Apis mellifera carnica</i>	10	6.4%
		C2d		27	17.3%
		C2e		8	5.1%
		C2j		2	1.3%
		C2s		8	5.1%
		C2w		1	0.6%
PQQ	M	M4	<i>Apis mellifera mellifera</i>	2	1.3%
		M4j		6	3.8%
		M4na		4	2.6%
P0QQ	A	A2g	<i>Apis mellifera iberiensis</i>	2	1.3%

Kõige levinum haplotüüp oli C1a (55,1%), mis iseloomustab *A. m. ligustica* alamliiki. Seda haplotüüpi leiti 25 mesilasperes üle Eesti (Lisatabel C2). Lisaks C1a-le oli märkimisväärselt levinud ainult haplotüüp C2d (17.3%). Teiste C-liinist pärit haplotüüpide levik oli 6.4% (C2c) või väiksem. C2-tüüpi haplotüübid iseloomustavad *A. m. carnica* (kraini) alamliiki. Kokku moodustavad C2-haplotüübid 35.9% kogutud ja analüüsitud Eesti mesilaste proovidest (Table 3). *A. m. mellifera* alamliiki iseloomustavad haplotüübid (M4, M4j and M4na) moodustavad 7.7% proovidest (Tabel 3) ja need kõik

on kogutud kolmest mesilasperest (mis pärinesid Harju maakonnast, Tartu maakonnast ja Järva maakonnast). Ainus *A. m. iberiensis* alamliigi haplotüüp (A2g) leiti Jõgeva maakonnast pärit mesilasperest, mis hõlmab ainult 1.3% proovidest.

Vaatamata väiksemale proovide arvule oli *A. m. carnica* geneetiline mitmekesisus suurem kui *A. m. ligustica* (Tabel 4). Kuue haplotüübi olemasolu *A. m. carnica* puhul ja ainult kahe haplotüübi olemasolu *A. m. ligustica* puhul selgitab *A. m. carnica* suuremaid geneetilist mitmekesisust kirjeldavaid väärtusi. Kolme *A. m. mellifera* haplotüübi geneetiline mitmekesisus on võrreldav *A. m. carnica* omaga (Tabel 4).

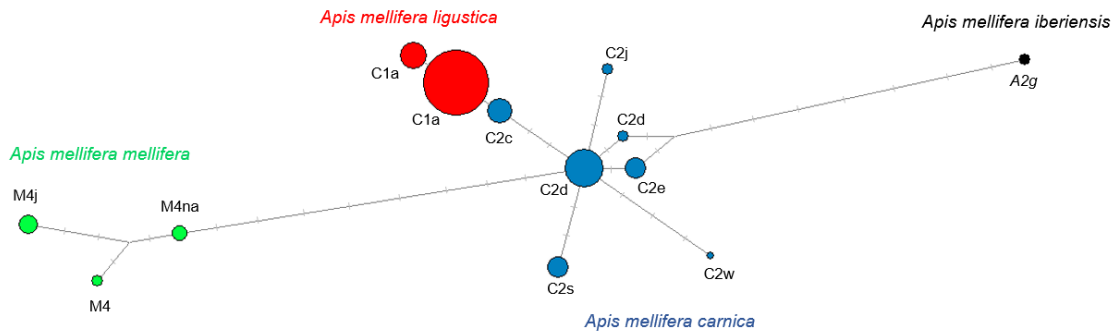
Tabel 4. Eestis täheldatud *Apis mellifera* alamliikide geneetilist mitmekesisust kirjeldavad näitajad COI-COII intergeense piirkonna alusel.

Evoluts. liin (Lineage)	Alamliik	<i>n</i>	Polümorfsete kohtade arv	Haplotüüpide arv	Haplotüüpide mitmekesisus	Nukleotiidide mitmekesisu	Nukleotiidide erinevuste keskmine arv
C	<i>A. m. ligustica</i>	86	1	2	0.243	0.00034	0.243
	<i>A. m. carnica</i>	56	8	6	0.608	0.00181	1.308
M	<i>A. m. mellifera</i>	12	3	3	0.667	0.00184	1.333
A	<i>A. m. iberiensis</i>	2	0	1	0	0	0
	Kogu andmestik	156	19	11	0.646	0.00386	2.781

## Fülogeneetilised analüüsid

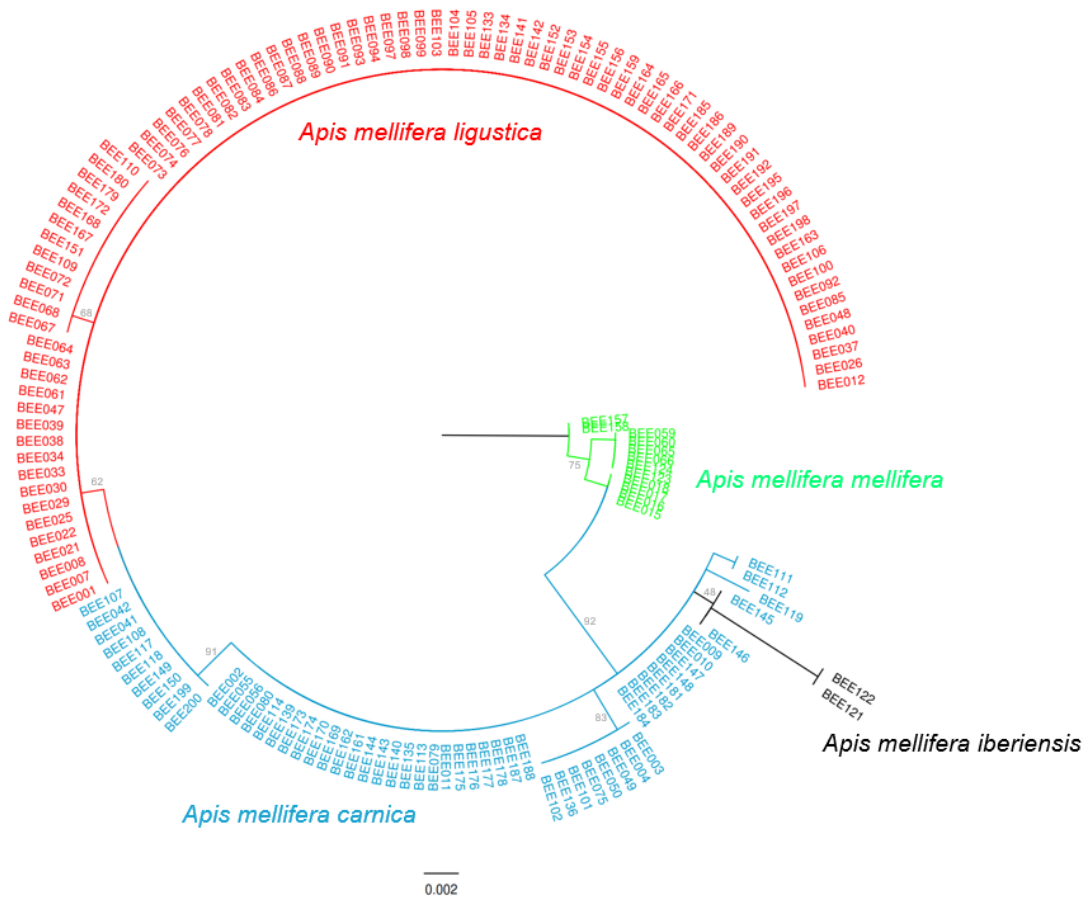
MtDNA haplotüüpide fülogeneetiline võrgustik näitas kolme selgelt eristuvat haplotüüpide klastrit: *A. m. mellifera*, *A. m. iberiensis* ja *A. m. ligustica* + *A. m. carnica* (Joonis 4). Need eristuvad kaheksa mutatsiooni alusel. Kolme klatri erinevus on kooskõlas *A. mellifera* erinevate alamliikide olemaoluga. *A. m. ligustica* ja *A. m. carnica* eristamine ja erinevused analüüsitud Eesti proovides ei ole nii selgepiirilised. Haplotüübid C2c ja C1a erinevad üksteisest vaid ühe mutatsiooni poolest. C2 haplotüübid moodustavad C2d-st laieneva tähesarnase mustri, mis võib olla üks selle klatri esivanem/eellas-haplotüüpidest. Tegelikult leiti, et C2d-ks klassifitseeritud proovidel on kaks haplotüüpi, mida eraldab üks mutatsioon võrgustiku keskel, mis on kooskõlas selle esivanemate seisundiga. Ka C1a proovide puhul ilmnesid kaks haplotüüpi mediaanühendus-võrgustik (*median-joining network*) (Joonis 4). Mõlemal juhul on võimalik, et mõned proovid saaks veel klassifitseerida uuteks haplotüüpideks. Sel põhjusel näitab võrgustik ka 13 haplotüüpi Blasti analüüsi käigus tuvastatud 11

haplotüübi asemel (Tabel 3). Kolm *A. m. mellifera* haplotüüpi (M4, M4j and M4na) on eraldatud kolme mutatsiooniga, mis viitab sellele, et nad on lahknud juba mõnda aega tagasi.



Joonis 4. Eesti mesilaste 156 COI-COII intergeense piirkonna järjestuste joonduse alusel moodustatud mediaanühendus-võrgustik (*median-joining network*). Ringide pindala on proportsionaalne järjestuste sagedusega. Haplotüübid on identifitseeritud ja värvitud vastavalt *A. mellifera* alamliikidele.

Suurima tõepära (*maximum likelihood* (ML)) fülogeneetiline puu kinnitas mediaanühenduste-võrgustiku analüüsi tulemust, eraldades kõik proovid vastavalt haplotüüpide klassifikatsioonile (Joonis 5). *A. m. ligustica* ja *A. m. carnica* proovid klasterdusid kokku, kuid haplotüübid rühmade vahel ei kattunud. *A. m. mellifera* ja *A. m. iberiensis* haplotüübid moodustasid eraldi klasteri, kuigi *A. m. iberiensis* hargneb *A. m. carnica* harust eraldi haruna välja.



Joonis 5. Suurima tõepära (*maximum likelihood* (ML)) fülogeneesi puu, mis on koostatud analüüsitud 156 Eesti mesilase COI-COII intergeense piirkonna järjestuse alusel. Haru usaldusväärsust hinnati 100 bootstrap'iga. Skaala näitab asenduste arvu saidi kohta.

## Mesinike klassifikatsioonid

Geneetilised analüüsid tuvastasid kuus juhtumit, kus ühest ja samas mesilasperest pärit töomesilased ja lesed olid omavahel erineva mtDNA järjestusega (Tabel 5). Kuigi eelduste kohaselt võiks mtDNA järjestused olla samad, kuna nad pärinevad samast mesilasesemast, aga kui eeldada, et proovide võtmine on toimunud korrektselt, siis on võimalik ka *de novo* mutatsioonide tekkimine organismi arengus käigus toimuvate mtDNA korduvate replikatsioonide tõttu. Sellise protsessiga võib seletada juhtumeid, kus töomesilased ja lesed erinevad vaid mõne mutatsiooni (ühe või kahe) võrra. Samas on ebatõenäoline, et kolme ja viie mutatsiooniga juhtumid on isendis tekkinud *de novo*. Võimalik, et need proovid on võetud eksikombel erinevatest mesilasperest või proovid on valesti klassifitseeritud.

Tabel 5. Loetelu samast mesilasperest pärit töomesilaste ja leskede proovidest, millel on erinevad mtDNA järjestused COI-COII intergeense piirkonna ~755 nt ulatuses.

Samast tarust võetud erineva mtDNA järjestusega proovid	Nukleotiidsete erinevuste arv	% identsed kohad
SCK040001 vs SCK040002	3	99.6
SCK040011 vs SCK040012	3	99.6
SCK040075 vs SCK040076	5	99.3
SCK040135 vs SCK040136	2	99.7
SCK040151 vs SCK040152	1	99.9
SCK040171 vs SCK040172	1	99.9

Geneetiline alamliikide klassifikatsioon COI-COII intergeense piirkonna alusel ei vastanud alati mesinike poolt eeldatud/märgitud alamliikide andmetele (Tabel 6). Tuleb märkida, et mtDNA evolutsiooniline liin (*lineage*) ei pruugi alati peegeldada mesilase morfoloogiat, eriti kui eri liinide isendite vahel on toimunud hiljutised ristumised. Kõige sagedasemad lahknevused mtDNA ja mesinike klassifikatsioonide vahel puudutavad alamliikide *A. m. ligustica* and *A. m. carnica* proove. Pooled mesinike poolt *A. m. carnica* nime all esitatud proovidest klassifitseeriti mtDNA analüüsil *A. m. ligustica* alamliigiks ja 28% juhtudest olid vastupidised olukorrad. Nende kahe alamliigi geneetiline lähedus, nagu on täheldatud ka fülogeneetilistes analüüsides (Joonised 4 ja 5), võib selgitada mõlema alamliigi eristamise keerukust. Igal juhul kinnitasid mtDNA andmed, et 66% mesinike poolt eeldatavalt *A. m. ligustica* alamliigi proovidest on tõesti *A. m. ligustica* alamliigi proovid (Table 6). Kahe mtDNA abil tuvastatud *A. m. iberiensis* proovi puhul on mesinik eeldanud *A. m. ligustica* alamliigi proovi. Mesiniku poolt märgitud ja *A. m. mellifera* mtDNA klassifikatsiooni vahel oli kokkulangevus 60% juhtudest. 12 Buckfastiks märgitud mesilase puhul oli mtDNA haplotüüp tüüpiline alamliigile *A. m. carnica*.

Tabel 6. Mesilaste alamliikide klassifikatsiooni võrdlus mesinike ja mitokondriaalse DNA haplotüüpide põhjal.

Mesiniku poolt teatatud alamliigid	<i>n</i>	Alamliigid mtDNA haplotüüpide järgi	<i>n</i>	%
<i>Apis mellifera ligustica</i>	97	<b><i>A. m. ligustica</i></b>	<b>64</b>	<b>66%</b>
		<i>A. m. carnica</i>	27	28%
		<i>A. m. mellifera</i>	4	4%
		<i>A. m. iberiensis</i>	2	2%
<i>Apis mellifera carnica</i>	40	<i>A. m. ligustica</i>	20	50%
		<b><i>A. m. carnica</i></b>	<b>16</b>	<b>40%</b>
		<i>A. m. mellifera</i>	4	10%
<i>Apis mellifera mellifera</i>	10	<i>A. m. ligustica</i>	2	20%
		<i>A. m. carnica</i>	2	20%

		<b><i>A. m. mellifera</i></b>	<b>6</b>	<b>60%</b>
<i>Buckfast</i>	12	<i>A. m. carnica</i>	12	100%

## Kokkuvõte

1. Antud uuringu käigus analüüsitud Eesti mesilaste populatsioon hõlmab kolme peamise mitokondriaalse liiniga seotud isendeid [17]:

C (91%); Lõuna- ja Ida-Euroopa alamliigid

M (8%); Lääne- ja Põhja-Euroopa alamliigid

A (1%); Aafrikas ja Pürenee poolsaarel looduslikult levivad alamliigid

2. Eesti mesilaspulatsioon koosneb enamasti (91%) kahest alamliigist, mis kuuluvad liini C [1]:

*Apis mellifera ligustica* (55.1%): Itaalia mesilane; looduslikult Itaalias levinud alamliik.

*Apis mellifera carnica* (35.9%): kraini mesilane; alamliik, mis on looduslikult levinud Sloveenias, Bulgaarias, Poolas, Austrias, Horvaatias, Bosnia ja Hertsegoviinas, Serbias, Ungaris ja Rumeenias.

3. Ainult 7.7% antud töös analüüsitud Eesti mesilastest kuulub kohalikult kunagi selles regioonis levinud alamliigi *Apis mellifera mellifera* (euroopa tumemesilane) hulka.

4. Eesti mesilaspulatsioonid haplotüüpide mitmekesisus on võrreldav teiste maailma piirkondade haplotüüpide mitmekesisusega. Näiteks Eesti mesilastel on täheldatud erinevate mtDNA haplotüüpide arv (11 haplotüüpi 156 järjestuse või 79 mesilaspere kohta) on sama mtDNA-segmendi kasutamisel teiste piirkondade hiljutistes uuringutes täheldatuga samas suurusjärgus: Serbia (9 haplotüüpi 241 proovis) [24], USA (27 haplotüüpi 1063 proovis) [4], Peru (24 haplotüüpi 512 proovis) [16], Põhja-Poola, Ungari and Rumeenia (45 haplotüüpi 444 proovis) [15] and 12 Aafrika riiki (84 haplotüüpi 1184 proovi) [8].

5. *A. m. ligustica* proovid kuuluvad ainult kahte erinevasse haplotüüpi, mis viitab selle alamliigi isendite vähesele geneetilisele mitmekesisusele. Seda tulemust võib seletada kas samast liinist pärit isendite korduva sissetoomisega (introduktsiooniga) või ühe varase sissetoomise tõttu Eestis toimunud lokaalse hajumisega (dispersiooniga).

6. *A. m. carnica* proovid näitasid suuremat geneetilist mitmekesisust võrreldes *A. m. ligustica*'ga, sisaldades seitset erinevat mtDNA haplotüüpi. See tulemus viitab sellele, et Eestisse võib olla toodud mitu erinevat selle liigi isendit.
7. *A. m. mellifera* proovid on grupeeritud kolme erinevasse haplotüüpi, mis pärinevad kolmest erinevast mesilast Harju maakonnast, Tartu maakonnast ja Järva maakonnast. Arvestades, et see alamliik on Eestis nn kodumaine ja et mesilased asuvad erinevates piirkondades, on võimalik, et isendid esindavad erinevaid kohalikke loodulikke liine. Sellegipoolest ei saa käesoleva andmestiku põhjal välistada ka *A. m. mellifera* sissetoomist tema teistest loodusliku leviku piirkondadest.
8. Kuus juhtumit, kus sama koloonia töomesilase ja lese mtDNA järjestused olid erinevad, vajavad edasist uurimist. Mõne erineva mutatsiooniga juhtumid võivad tuleneda uutest *de novo* mutatsioonidest indiviidi sees, kuid mitme mutatsiooniga juhtumid võivad kujutada endast mõnda proovi võtmise viga. Samal ajal kogutud täiendavate proovide analüüs võib selgitada olukorda.
9. 46% proovide puhul esines lahknevusi mesinike poolse mesilaste alamliikide klassifitseerimise ja mtDNA analüüside tulemuste vahel. Erinevus võib tuleneda järgmistest asjaoludest:
  - a) Hiljuti toimunud hübriidatsioon. Mitokondrid päranduvad ainult emaliini pidi, mis tähendab, et järglastel on esindatud ainult ühe vanema mitokondriaalne liin. Kahe erineva alamliigi vaheliste hübriidatsiooni sündmuste puhul, kui mesilasema kuulub ühte liiki ja temaga on paarunud lesk teisest liigist, kajastab hübriidi mtDNA ainult emapoolset sugupuud. Selle tulemusena ei pruugi see täpselt esindada teise vanema geneetilist panust või indiviidi tegelikku hübriidset olemust.
  - b) Väike geneetiline erinevus *A. m. ligustica* ja *A. m. carnica* vahel. Kuna 30% proovidest, mille klassifikatsioonides esineb lahknevusi, esineb just nende kahe vahel liigi vahel, on võimalik, et nende kahe liigi sarnasus võib viia valesti klassifitseerimiseni ka üksnes morfoloogiliste tunnuste alusel.
10. Kõik analüüsitud Buckfast mesilased olid mtDNA analüüsi alusel *A. m. carnica* emaliinist, mis on ootamatu arvestades selle tõu päritolu, mille aretusel kasutati itaaliast pärit *A. m. ligustica* emasid [25]. See tulemus võib viidata täiendavatele ristamistele selles Buckfasti liinis.



11. Üldiselt koosneb Eesti mesilaspopulatsioon peamiselt kaubanduslikest (sissetoodud) C-liini mesilastest. Kohalik meemesilase alamliik (*A. m. mellifera*) on pigem haruldane, kuigi kujutab endast kohalike tingimustega kohanenud unikaalsete geenikombinatsioonide potentsiaalset reservuaari. Geneetilise mitmekesisuse tase on sarnane teiste maailma piirkondadega, mis viitab sarnastele aretustavadele.

## Kontaktid

Dr. Filipe Pereira  
IDENTIFICA Genetic Testing  
Rua Simão Bolívar 259 3º Dir Tras  
4470-214 Maia  
Portugal

+351937546703  
info@identificabio.com  
[www.identificabio.com](http://www.identificabio.com)

Dr. Kairi Raime  
Tervisetehnoloogiate Arenduskeskus AS  
Teaduspargi 13, Tartu  
Eesti  
+372 5581489  
[kairi.raime@ccht.ee](mailto:kairi.raime@ccht.ee)

## Viited

1. Ilyasov, R.A., et al., *A revision of subspecies structure of western honey bee Apis mellifera*. Saudi Journal of Biological Sciences, 2020. **27**(12): p. 3615-3621.
2. Requier, F., et al., *The conservation of native honey bees is crucial*. Trends in ecology & evolution, 2019. **34**(9): p. 789-798.
3. De la Rúa, P., et al., *Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees*. Apidologie, 2009. **40**(3): p. 263-284.
4. Alburaki, M., et al., *Honey bee populations of the USA display restrictions in their mtDNA haplotype diversity*. Frontiers in Genetics, 2023. **13**: p. 3566.
5. Collet, T., et al., *Genetic structure of Africanized honeybee populations (Apis mellifera L.) from Brazil and Uruguay viewed through mitochondrial DNA COI–COII patterns*. Heredity, 2006. **97**(5): p. 329-335.
6. De la Rúa, P., J. Serrano, and J. Galián, *Mitochondrial DNA variability in the Canary Islands honeybees (Apis mellifera L.)*. Molecular ecology, 1998. **7**(11): p. 1543-1547.
7. Meixner, M.D., M.C. Arias, and W.S. Sheppard, *Mitochondrial DNA polymorphisms in honey bee subspecies from Kenya*. Apidologie, 2000. **31**(2): p. 181-190.
8. Techer, M.A., et al., *Large-scale mitochondrial DNA analysis of native honey bee Apis mellifera populations reveals a new African subgroup private to the South West Indian Ocean islands*. BMC genetics, 2017. **18**(1): p. 1-21.
9. Garnery, L., J.M. Cornuet, and M. Solignac, *Evolutionary history of the honey bee Apis mellifera inferred from mitochondrial DNA analysis*. Molecular ecology, 1992. **1**(3): p. 145-154.
10. Cornuet, J. and L. Garnery, *Mitochondrial DNA variability in honeybees and its phylogeographic implications*. Apidologie, 1991. **22**(6): p. 627-642.
11. Crozier, R., Y. Crozier, and A. Mackinlay, *The CO-I and CO-II region of honeybee mitochondrial DNA: evidence for variation in insect mitochondrial evolutionary rates*. Molecular Biology and Evolution, 1989. **6**(4): p. 399-411.
12. Rortais, A., et al., *Review of the Dra I COI-COII test for the conservation of the black honeybee (Apis mellifera mellifera)*. Conservation Genetics Resources, 2011. **3**(2): p. 383-391.
13. Avise, J.C., et al., *Intraspecific phylogeography: the mitochondrial DNA bridge between population genetics and systematics*. Annual review of ecology and systematics, 1987. **18**(1): p. 489-522.
14. DeSalle, R., B. Schierwater, and H. Hadrys, *MtDNA: The small workhorse of evolutionary studies*. Frontiers in Bioscience-Landmark, 2017. **22**(5): p. 873-887.
15. Oleksa, A., S. Kusza, and A. Tofilski, *Mitochondrial DNA suggests the introduction of honeybees of African ancestry to East-Central Europe*. Insects, 2021. **12**(5): p. 410.
16. Chávez-Galarza, J., et al., *Mitochondrial DNA variation in peruvian Honey Bee (Apis mellifera L.) populations using the tRNA<sup>Leu</sup>-cox2 intergenic region*. Insects, 2021. **12**(7): p. 641.
17. Tihelka, E., et al., *Mitochondrial genomes illuminate the evolutionary history of the Western honey bee (Apis mellifera)*. Scientific reports, 2020. **10**(1): p. 14515.
18. Garnery, L., et al., *Genetic diversity of the west European honey bee (Apis mellifera mellifera and A. m. iberica) II. Microsatellite loci*. Genetics Selection Evolution, 1998. **30**(Supplement): p. S49-S74.
19. Edgar, R.C., *MUSCLE: multiple sequence alignment with high accuracy and high throughput*. Nucleic acids research, 2004. **32**(5): p. 1792-1797.

20. Rozas, J., et al., *DnaSP 6: DNA sequence polymorphism analysis of large data sets*. *Molecular biology and evolution*, 2017. **34**(12): p. 3299-3302.
21. Bandelt, H.-J., P. Forster, and A. Röhl, *Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies*. *Molecular biology and evolution*, 1999. **16**(1): p. 37-48.
22. Guindon, S., et al., *New algorithms and methods to estimate maximum-likelihood phylogenies: assessing the performance of PhyML 3.0*. *Systematic biology*, 2010. **59**(3): p. 307-321.
23. Lefort, V., J.-E. Longueville, and O. Gascuel, *SMS: smart model selection in PhyML*. *Molecular biology and evolution*, 2017. **34**(9): p. 2422-2424.
24. Tanasković, M., et al., *MtDNA analysis indicates human-induced temporal changes of serbian honey bees diversity*. *Insects*, 2021. **12**(9): p. 767.
25. Okuyama, H., et al., *The complete mitochondrial genome of a Buckfast bee, *Apis mellifera* (Insecta: Hymenoptera: Apidae) in Northern Ireland*. *Mitochondrial DNA Part B*, 2018. **3**(1): p. 338-339.

## Lisad

Lisatabel S1. Eesti mesilaste 156 proovi klassifikatsioon mitokondriaalse DNA COI-COII intergeense piirkonna järgi.

Proovi ID	Mesilase tüüp/sugu	Alamliik	COI-COII geneetiline struktuur	Evoluts. liin (Lineage)	Haplotüüp
SCK040065	Töomesilane	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4j
SCK040066	Lesk	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4j
SCK040059	Töomesilane	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4j
SCK040060	Lesk	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4j
SCK040123	Töomesilane	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4j
SCK040124	Lesk	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4j
SCK040181	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2e
SCK040182	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2e
SCK040109	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040110	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040107	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2c
SCK040108	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2c
SCK040167	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040168	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040071	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040072	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040105	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040106	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040171	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040172	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040177	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040178	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040135	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040136	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2s
SCK040175	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040176	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040173	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040174	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040139	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040140	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040169	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040170	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040033	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040034	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040029	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040030	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040143	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040144	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040141	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040142	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040159	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040165	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040166	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040155	töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040156	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040157	Töomesilane	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4
SCK040158	Lesk	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4

SCK040153	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040154	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040025	töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040026	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040037	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040038	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040187	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040188	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040185	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040186	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040179	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040180	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040077	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040078	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040089	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040090	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040085	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040086	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040081	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040082	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040083	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040084	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040091	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040092	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040087	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040088	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040073	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040074	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040161	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040162	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040121	Töomesilane	<i>A. m. iberiensis</i>	P0QQ	A	A2g
SCK040122	Lesk	<i>A. m. iberiensis</i>	P0QQ	A	A2g
SCK040163	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040164	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040075	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2s
SCK040076	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040021	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040022	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040039	töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040040	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040017	Töomesilane	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4na
SCK040018	Lesk	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4na
SCK040015	Töomesilane	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4na
SCK040016	Lesk	<i>A. m. mellifera</i>	PQQ	M	M4na
SCK040061	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040064	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040063	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040062	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040119	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2w
SCK040117	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2c
SCK040118	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2c
SCK040067	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040068	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040151	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040152	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040103	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040104	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a

SCK040097	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040098	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040093	töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040094	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040099	töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040100	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040195	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040196	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040197	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040198	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040191	töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040192	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040183	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2e
SCK040184	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2e
SCK040041	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2c
SCK040042	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2c
SCK040009	töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2e
SCK040010	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2e
SCK040003	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2s
SCK040004	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2s
SCK040199	töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2c
SCK040200	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2c
SCK040047	töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040048	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040145	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040146	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040079	töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040080	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040101	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2s
SCK040102	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2s
SCK040113	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040114	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040111	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2j
SCK040112	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2j
SCK040011	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040012	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040001	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040002	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040007	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040008	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040133	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040134	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040149	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2c
SCK040150	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2c
SCK040147	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2e
SCK040148	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2e
SCK040189	Töomesilane	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040190	Lesk	<i>A. m. ligustica</i>	Q	C	C1a
SCK040049	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2s
SCK040050	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2s
SCK040055	Töomesilane	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d
SCK040056	Lesk	<i>A. m. carnica</i>	Q	C	C2d

Tabel S1. Eesti mesilaste 156 proovi jaotus mesinike järgi.

Mesiniku kood	Sample ID	Mesilase tüüp/sugu	Mesila	Haplotüüp	Alamliik (mtDNA järgi)	Mesiniku poolt eeldatav mesilase alamliik
BK_01	SCK040109	töomesilane	AP_01	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040110	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040107	töomesilane		C2c	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040108	lesk		C2c	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
BK_02	SCK040195	töomesilane	AP_02	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	teadmata ( <i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040196	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	teadmata ( <i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040197	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	teadmata ( <i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040198	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	teadmata ( <i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040191	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	teadmata ( <i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040192	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	teadmata ( <i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
BK_03	SCK040017	töomesilane	AP_03	M4na	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera mellifera</i> (euroopa tumemesilane)
	SCK040018	lesk		M4na	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera mellifera</i> (euroopa tumemesilane)
	SCK040015	töomesilane		M4na	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera mellifera</i> (euroopa tumemesilane)
	SCK040016	lesk		M4na	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera mellifera</i> (euroopa tumemesilane)
BK_04	SCK040145	töomesilane	AP_04	C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast
	SCK040146	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast
	SCK040079	töomesilane		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast
	SCK040080	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast
	SCK040101	töomesilane		C2s	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast
	SCK040102	lesk		C2s	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast
	SCK040113	töomesilane		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast
	SCK040114	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast
	SCK040111	töomesilane		C2j	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast
SCK040112	lesk	C2j	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast		
BK_05	SCK040047	töomesilane	AP_05	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040048	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
BK_06	SCK040065	töomesilane	AP_06	M4j	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040066	lesk		M4j	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040059	töomesilane		M4j	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040060	lesk		M4j	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040123	töomesilane		M4j	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040124	lesk		M4j	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
BK_07	SCK040033	töomesilane	AP_07	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040034	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040029	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)

	SCK040030	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
BK_08	SCK040167	töomesilane	AP_08	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
	SCK040168	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
	SCK040071	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040072	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040149	töomesilane	AP_09	C2c	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carpathica</i>
	SCK040150	lesk		C2c	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carpathica</i>
	SCK040147	töomesilane		C2e	<i>Apis mellifera carnica</i>	Teadmata
	SCK040148	lesk		C2e	<i>Apis mellifera carnica</i>	Teadmata
	SCK040189	töomesilane	AP_08	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera mellifera (euroopa tumemesilane)?</i>
	SCK040190	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera mellifera (euroopa tumemesilane)?</i>
BK_09	SCK040077	töomesilane	AP_10	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040078	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040089	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040090	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040085	töomesilane	AP_11	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040086	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040081	töomesilane	AP_12	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040082	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040083	töomesilane	AP_11	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040084	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040091	töomesilane	AP_10	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040092	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040087	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040088	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040073	töomesilane	AP_11	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040074	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
BK_10	SCK040143	töomesilane	AP_13	C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica/Apis mellifera mellifera</i>
	SCK040144	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica/Apis mellifera mellifera</i>
	SCK040141	töomesilane	AP_14	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040142	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040159	töomesilane	AP_13	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040165	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040166	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040155	töomesilane	AP_15	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040156	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040157	töomesilane	AP_13	M4	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera ligustica, Apis mellifera mellifera</i>
	SCK040158	lesk		M4	<i>Apis mellifera mellifera</i>	<i>Apis mellifera ligustica, Apis mellifera mellifera</i>
	SCK040153	töomesilane	AP_16	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>



	SCK040154	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
BK_11	SCK040105	töomesilane	AP_17	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
	SCK040106	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
	SCK040171	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
	SCK040172	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
BK_12	SCK040011	töomesilane	AP_18	C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040012	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040001	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040002	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040007	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040008	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
BK_13	SCK040061	töomesilane	AP_19	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040064	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040063	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040062	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
BK_14	SCK040133	töomesilane	AP_20	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040134	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
BK_15	SCK040183	töomesilane	AP_21	C2e	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
	SCK040184	lesk		C2e	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
	SCK040041	töomesilane		C2c	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
	SCK040042	lesk		C2c	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
	SCK040009	töomesilane		C2e	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
	SCK040010	lesk		C2e	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica (kraini mesilane)</i>
BK_16	SCK040103	töomesilane	AP_22	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040104	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040097	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040098	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040093	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040094	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040099	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040100	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
BK_17	SCK040177	töomesilane	AP_23	C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040178	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040135	töomesilane	AP_24	C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040136	lesk		C2s	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040175	töomesilane	AP_23	C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040176	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040173	töomesilane		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040174	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>

	SCK040139	töomesilane	AP_24	C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040140	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040169	töomesilane		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040170	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
BK_18	SCK040119	töomesilane	AP_25	C2w	<i>Apis mellifera carnica</i>	Teadmata
	SCK040117	töomesilane		C2c	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040118	lesk		C2c	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
BK_19	SCK040021	töomesilane	AP_26	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040022	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040039	töomesilane	AP_27	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040040	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
BK_20	SCK040049	töomesilane	AP_28	C2s	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040050	lesk		C2s	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040055	töomesilane		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040056	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
BK_21	SCK040003	töomesilane	AP_29	C2s	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> or <i>Apis mellifera carnica</i>
	SCK040004	lesk		C2s	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> or <i>Apis mellifera carnica</i>
	SCK040199	töomesilane		C2c	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> or <i>Apis mellifera carnica</i>
	SCK040200	lesk		C2c	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> or <i>Apis mellifera carnica</i>
BK_22	SCK040067	töomesilane	AP_30	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040068	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040151	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040152	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
BK_23	SCK040181	töomesilane	AP_31	C2e	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040182	lesk		C2e	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
BK_24	SCK040187	töomesilane	AP_32	C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast (Tenuta Ritiro F1)
	SCK040188	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	Buckfast (Tenuta Ritiro F1)
	SCK040185	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> , <i>Apis mellifera carpathica</i>
	SCK040186	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> , <i>Apis mellifera carpathica</i>
	SCK040179	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
	SCK040180	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera carnica</i> (kraini mesilane)
BK_25	SCK040161	töomesilane	AP_33	C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040162	lesk		C2d	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040121	töomesilane	AP_34	A2g	<i>Apis mellifera iberiensis</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040122	lesk		A2g	<i>Apis mellifera iberiensis</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040163	töomesilane	AP_33	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040164	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040075	töomesilane		C2s	<i>Apis mellifera carnica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)
	SCK040076	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica</i> (itaalia mesilane)

BK_26	SCK040025	töomesilane	AP_35	C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040026	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040037	töomesilane		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>
	SCK040038	lesk		C1a	<i>Apis mellifera ligustica</i>	<i>Apis mellifera ligustica (itaalia mesilane)</i>