



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet**

OTDK dolgozat

**Mézek illó komponenseinek vizsgálata potenciális
marker vegyületek azonosítása céljából**

Csoszor Vivien

Témavezető: Végh Rita

Budapest

2025

TARTALOMJEGYZÉK

1.	Bevezetés.....	3
2.	Célkitűzés	5
3.	Szakirodalmi áttekintés	6
3.1	A méz.....	6
3.2	Mézkészítés folyamata	6
3.3	A méhészeti ágazat szerepe Magyarországon	7
3.4	Mézek kémiai tulajdonságai	9
3.5	Mézekkel szembeni minőségi követelmények	12
3.6	Mézhamisítás	13
3.7	Fajtamézek eredetazonosítása.....	14
3.8	Mézek illó komponensei.....	16
3.9	Vizsgált fajtamézek tulajdonságai	18
3.9.1	Akácmez	18
3.9.2	Hársmez	18
3.9.3	Selyemfűmez	19
4.	Alkalmazott módszerek.....	20
4.1	Felhasznált mézminták	20
4.2	Alkalmazott módszerek	21
4.2.1	Mikroszkópos pollenanalízis	21
4.2.2	Érzékszervi vizsgálat	21
4.2.3	Illó komponens összetétel meghatározása	22
4.2.3.1	Felhasznált anyagok és eszközök	22
4.2.3.2	Mintavétel	22
4.2.3.3	Műszeres vizsgálat.....	23
4.2.3.4	Kromatogramok kiértékelése	25
5.	Eredmények és értékelésük	26

5.1	Mikroszkópos pollenanalízis eredményei	26
5.2	Az érzékszervi vizsgálat eredményei.....	28
5.3	A mézek illó komponens összetétele.....	30
5.3.1	A mézek jellemző vegyületcsoportjai.....	31
5.3.2	Az akácméz illó komponensei	32
5.3.3	A hársmez illó komponensei.....	33
5.3.4	A selyemfűméz illó komponensei.....	36
5.3.5	A vegyes virágméz illó komponensei	37
6.	Következtetések és javaslatok	39
7.	Összefoglalás.....	40
8.	Irodalomjegyzék.....	42

1. BEVEZETÉS

Magyarország kedvező földrajzi fekvése lehetővé teszi a kiváló minőségű méztermelést. Az enyhe telek, meleg nyarak, valamint a szélsőséges időjárás hiánya mind ideális körülményt nyújtanak a méhészetnek. Habár a méhészet nem a mezőgazdaság meghatározó, de a megtermelt termékeket illetően, annál fontosabb ága. 2022-ben a világ méztermelése 1,83 millió tonna volt, melynek mintegy 48%-át (882 ezer tonna) Kína állította elő (FAOSTAT, 2024). Az Európai Unió Kína után a 2. legnagyobb méztermelő, a 418 ezer tonna mézből hazánk 20 ezer tonnát állított elő (KSH, 2023).

Hazánkban a megtermelt mézek nagyobb hányada kerül exportra az Európai Unión belül, így Spanyolország, Románia és Németország mellett a legnagyobb exportőrök vagyunk (Európai Parlament, 2024). Az előállított méz kb. 80-90%-át háztartások fogyasztják, a maradék mennyiség ipari felhasználásra kerül, melyet a gyógyszeripar, sütődék és a kozmetikai ipar is felhasznál (Nyárs, 2001). Fő exporttermékeink közé tartozik az akác-, illetve a vegyes virágméz. Mivel hazánk mennyiség tekintetében nem tud versenybe szállni a nagy mézexportőrökkel, így inkább a magas minőségű, különleges termékek előállítása a cél. Ilyen például a magyar akácméz is, mely Hungarikumnak számít. Magyarországon több mint 800 növényfajt látogatnak meg a méhek nektár- illetve virágporgyűjtés céljából, ugyanakkor ezeknek csak egy részéből lehet uniflorális mézet előállítani. Ilyen hazánkban termő fajtaméz például a hárs-, repce-, selyemfű-, levendula-, napraforgó-, gesztenye- és a facéliaméz is (Amtmann, 2009).

A méz egy rendkívül népszerű élelmiszer, nem csak íze és tápértéke miatt, hanem kedvező egészségre gyakorolt hatásai miatt is. A különleges íze és aromaanyagai miatt a prémium termékek közé sorolható, hiszen rendszerint olyan tulajdonságokkal rendelkezik, melyek jellemzőek a helyi növényvilágra és környezetre. Éppen a felsorolt kedvező tulajdonságai miatt, a méz az egyik legtöbbet hamisított élelmiszer. A mézhamisítást alapvetően két fő csoportra oszthatjuk, ide tartozik a nem megfelelő eredetmegjelölés, illetve a nem megfelelő gyártási gyakorlat, ide sorolva a cukorszirup adagolását, a szűrést, valamint a hőkezelést is (Soares és mtsai., 2017).

A hamisított mézek nagyszámú megjelenésével egyre inkább köztudatba kerül a minőségi mézfogyasztás. Az elmúlt években a fogyasztók táplálkozási szokásait olyan új tényezők befolyásolták, mint például az egészség- és környezettudatosság vagy akár különböző etikai kérdések az élelmiszerek előállítása kapcsán. Mindezek mellett fontos, hogy az egészséges életmód részeként olyan élelmiszereket fogyasszunk, melyek hozzájárulnak az

immunrendszer megfelelő működéséhez, valamint biológiailag aktív anyagok értékes és gazdag forrásai. Ilyen élelmiszer a méz is, mely az emberi szervezetre gyakorolt jótékony tulajdonságai miatt nagy népszerűségnek örvend az elmúlt években. Ez hatással van a hazai mézfogyasztásra is, ami szintén fellendült az elmúlt években, ehhez jelentősen hozzájárult az Országos Magyar Méhészeti Egyesület mézhamisítás elleni küzdelme, valamint a mézek minőségének javítását célzó kezdeményezései. Ahogy a fogyasztói tudatosság folyamatosan növekszik, egyre többen ismerik és becsülik a minőségi méz értékeit (Oravecz, 2020; Vida és Ferenczi, 2023).

Ahhoz, hogy minőségi méz kerülhessen a piacra, fontos a termékek minőségének biztosítása. A mézek minőségének vizsgálata rendkívül összetett, hiszen a méz egy komplex élelmiszer, mely nagyon sok különböző értékes komponensből áll, melyekre a forrásnövény, a földrajzi eredet, az éghajlat, valamint a feldolgozás és tárolás körülményei mind hatással vannak. A méz kémiai összetétele rendkívül sok változáson megy keresztül a tárolás során, ezáltal vizsgálatával olyan következtetéseket tudunk levonni, melyek információt nyújtanak a mézminőségről. Ilyen például az 5-hidroxi-metil-furfural (HMF), a Maillard reakció egyik terméke, melynek nagy koncentrációja a méz túlzott hőkezelésére, illetve hosszú tárolási időre utal (Da Silva és mtsai., 2016). A mézek HMF tartalmán túl értékes adatokat nyerhetünk a polifenolok és illékony komponensek vizsgálatából, ugyanis ezek ujjlenyomatként funkcionálnak a különböző mézek esetében, így hasznos információkkal szolgálnak a mézek botanikai és földrajzi eredetét illetően (Manyi-Loh és mtsai., 2011).

2. CÉLKITŰZÉS

Az utóbbi években a méz népszerűsége nagymértékben megnőtt és világszerte növekszik, köszönhetően az egészséges életmód előtérbe kerülésének (Oravecz és Kovács, 2019), mely magával hozta a természetesebb élelmiszerek fogyasztása iránti igényt. A tudatos fogyasztók a feldolgozott élelmiszerek térhódítása után szívesebben vásárolnak kevésbé feldolgozott, természetes, tápanyagban gazdag ételeket.

Magyarországon a méztermelés jelentős ugyan, de termelésünk nagy része exportra kerül az Európai Unión belül. Hazai piaci viszonylatban komoly versenytársat jelentenek az olcsó, sokszor hamisított, harmadik országból származó mézek, melyek előnnyel indulnak a nagymértékben árérzékeny magyar társadalomnál (Ferenczi és mtsai., 2021). Ennek következtében a magyar termelők mézek akkor tudnak kedvező piacot szerezni, ha egyedi, értékes tulajdonságaikkal kitűnnek és eljutnak a tudatos fogyasztókhoz (Amtmann, 2009).

Az ilyen egyedi és különleges mézek esetén fontos az eredetazonosítás, ami napjaink egyik legnagyobb kihívása a kutatók számára. A mézek botanikai eredetazonosítása során fontos szerepet játszik a mikroszkópos pollenanalízis (melisszopalinológia), azonban egyes esetekben kisebb információértékkel bír, ugyanis bizonyos mézekben a forrásnövény pollenje alulreprezentált vagy bele sem kerül a mézbe. Ennél fogva a mikroszkópos elemzés mellett felértékelődik az érzékszervi vizsgálatok szerepe. Mindkét vizsgálatról elmondható, hogy idő- és szakértelemigényes módszerek, valamint objektivitásukkal kapcsolatban is felmerültek aggályok. Ennek következtében az utóbbi évtizedekben a gyorsabb és objektívebb műszeres módszerek kidolgozása került előtérbe, melyek segítik a botanikai eredetre vonatkozó következtetések levonását.

Kutatásom célja 3 fajtaméz, az akác (*Robinia pseudoacacia*), a hárs (*Tiliaceae*) és a selyemfű (*Asclepias syriaca*) mézek, illetve 3 vegyes virágméz illékony vegyületeinek a vizsgálata, a mézek aromájával kapcsolatos következtetések levonása, valamint potenciális marker vegyületek azonosítása. Kutatásom eredményei hozzájárulhatnak a megnevezett fajtamézek eredet azonosítását célzó, alternatív módszerek kidolgozásához.

3. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1 A méz

„A méz az *Apis mellifera* méhek által növényi nektárból vagy élő növényi részek nedvéből, illetőleg növényi nedveket szívó rovarok élő növényi részeken kiválasztott anyagából előállított természetes édes anyag, amelyet a méhek begyűjtenek, saját különleges anyagaik hozzáadásával átalakítanak, raktároznak, dehidratálnak és lépekben érlelnek.” (Európai Tanács, 2001). A Magyar Élelmiszerkönyv alapján a méz leginkább egyszerű cukrokból, glükózból és fruktózból, valamint egyéb fontos anyagokból, szerves- és ásványi savakból, aminosavakból, enzimekből és vitaminokból, és ásványi anyagokból áll.

3.2 Mézkészítés folyamata

A mézkészítés folyamata során a mézelő méhek a növényekről begyűjtött nektárhoz hozzáadják a saját enzimjeiket, majd a mézhólyagjukban tárolva szállítják a kaptárba, ahol a dolgozó, fiatalabb méhek megkezdik a besűrítést. A nektár besűrítése két lépésben zajlik, egy aktív és egy passzív folyamatot foglal magában. Az aktív folyamat során a méhek legyezőként használják a szárnyaikat, így történik meg a nedvességtartalom csökkentése. A művelet során a méhek különböző enzimeket juttatnak a mézbe, ilyen az invertáz enzim, ami a szacharózt glükózzra, illetve fruktózzra bontja, illetve a glükóz-oxidáz, mely a glükózt glükonsavvá és hidrogén-peroxiddá oxidálja, ami véd a bakteriális romlás ellen. A nedvességtartalom további csökkentéséhez hozzájárul a kaptárban uralkodó magas (35 °C) hőmérséklet és a méhek szívó és pumpáló tevékenysége, mely során folyamatosan felszívják, majd visszajuttatják a mézet a lépsejtekbe. A dehidratáció második, passzív szakaszában a félig érett méz a lépsejtekben tárolódik. A mézet a sejtekben a méhek kb. 1/3-ig töltik, hogy minél több nedvesség tudjon elpárologni belőlük. Amint a méz nedvességtartalma elérte a 20%-ot, a méhek lezárják a lépeket, hogy megakadályozzák a nedvesség növekedését (Amtmann, 2009; Bogdanov, 2011).

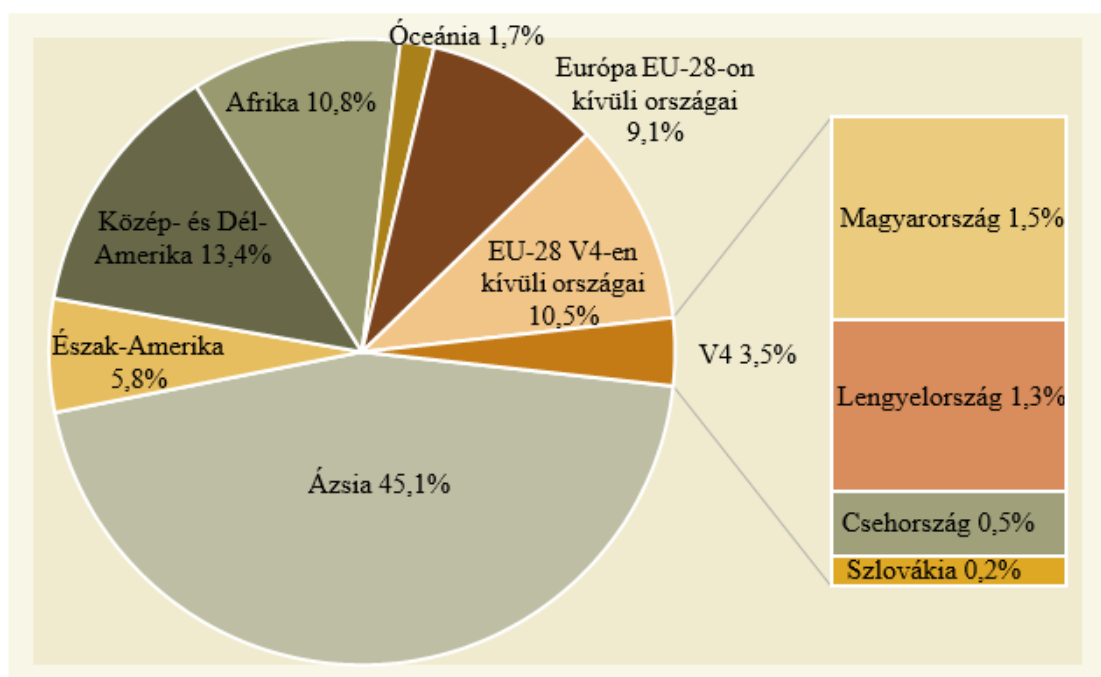
A viasszal lezárt méz a lépsejtekben érlelődik, melynek folyamán kialakul a méz jellegzetes aromája. Ezt követően megkezdődhet a betakarítás. Napjainkban leginkább centrifugálással takarítják be a mézeket, azonban vannak olyan afrikai országok, ahol préseléses technikát alkalmaznak a méz kinyerésére. Az extrakció után a mézet a fizikai szennyeződések eltávolítása érdekében szűrik. Fontos, hogy a pollenszemcsék védelme érdekében megfelelő lyukméretű szűrőket használjanak, ezért 0,2 mm-nél nagyobb szemcseméretűt alkalmaznak, hogy elkerüljék a virágpor eltávolítását a mézből. A méhészek a szűrés után a termékeket csomagolják, általában közvetlenül üvegedényekbe töltik a mézet, hiszen ez az egyik legalkalmasabb a méz tárolására. Annak érdekében, hogy a lehető legtovább megőrizték eredeti

tulajdonságukat a mézek, elengedhetetlen a megfelelő tárolási körülmények biztosítása, hiszen a páratartalom, a fény, a hőmérséklet, az edény típusa és a tárolási idő is mind hatással van a minőségre (Bogdanov, 2011).

3.3 A méhészeti ágazat szerepe Magyarországon

A méhészet ugyan kicsi, de annál jelentősebb szerepet tölt be a mezőgazdaságon belül (Ferenczi és mtsai., 2021), hiszen a méz és számos méhészeti termék termelésén túl szerepet játszik az ökoszisztéma, biodiverzitás és ökológiai egyensúly fenntartásában a növények beporzásán keresztül (Oravecz, 2020).

A méhészeti termékek közül elsőszámú és legismertebb termék a méz, melynek termelése az elmúlt évtizedekben erőteljes növekedést mutatott (Oravecz, 2020). 2018-ban a világ méztermelésének egynegyedét (23,1%) állították elő Európában. Magyarország a világ össztermelésének 1,5%-át adta. Jól látható a kontinensek közötti egyenlőtlen megoszlás, Ázsia nagyhatalma kiemelkedő (45,1%), melynek elsődleges oka az olcsó, gyenge minőségű mézek termelése (1. ábra).

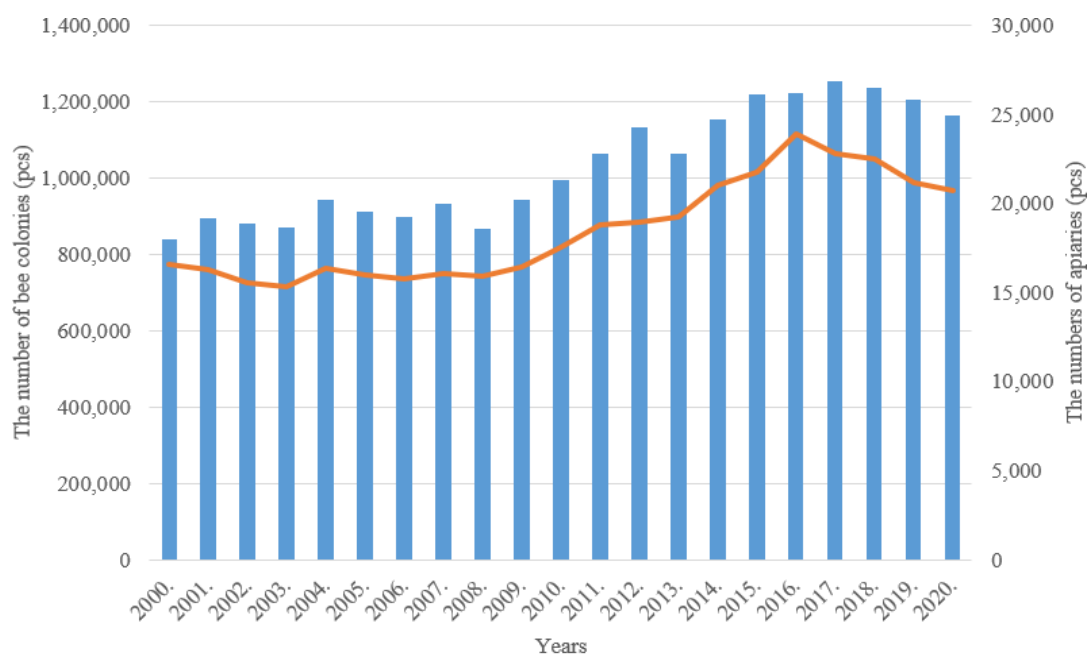


1. ábra: A világ méztermelésének megoszlása 2018-ban (Oravecz, 2020).

Az Európán belül megtermelt mézek nagy része az Unión belül kerül exportra, melyben Magyarország is jelentős szerepet vállal Belgium, Németország, Spanyolország és Lengyelország mellett. Azonban még így is nagyfokú az import méz mennyisége, a mézfogyasztás mintegy 40%-át az importált termékek adják, legfőképp Kínából, Ukrajnából, Argentínából és Mexikóból (Ferenczi és mtsai., 2021).

A hazai méhészet a mezőgazdaság egyik fontos eleme, számos fontos szocioökonómiai és ökológiai feladatot tölt be (Ferenczi és mtsai., 2021). Az Európai Unió méztermelésében hazánknek jelentős szerepe van, 2018-ban már a 3. legnagyobb mennyiséget termelő ország voltunk az EU-n belül. Fontos kiemelni, hogy a megtermelt méz nagyobb része (kb. 80%) külföldi értékesítésre kerül, ugyanakkor a hazánkba érkező import méz mennyisége nem jelentős, tehát nagyfokú önellátottság van jelen országunkban. Magyarország mézexportjának legnagyobb felvevő piacát Olaszország jelenti, de nagy mennyiségben kereskedünk Németországban és Franciaországban is (Mucha és mtsai., 2021).

A nagymennyiségű méztermelés összefüggésben áll a méhészetek és méhcsaládok számával, mely az elmúlt években ugyan csökkenő tendenciát mutat, azonban ennek ellenére is kiemelkedőnek számít európai viszonylatban (2. ábra). Az elkövetkezendő időszak meghatározó lesz a méhészet számára is, ugyanis egyre nagyobb számban jelennek meg a különböző méhbetegségek (atkafertőzés, nyúlós költésrothadás), illetve a klímaváltozás, a mézhamisítás és az olcsó, alacsony minőségű mézek megjelenése is mind hátráltató tényezők (Ferenczi és mtsai. 2021; Oravecz, 2020).

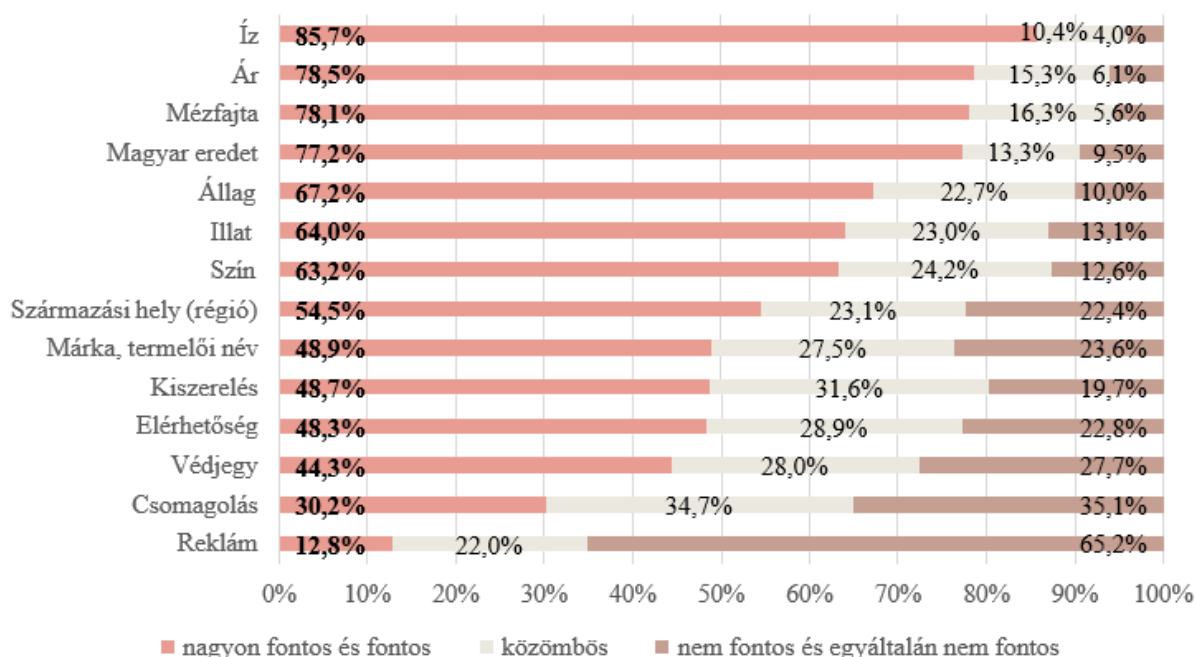


2. ábra: A méhészetek és méhcsaládok alakulása 2000-2020 között
(Feketéné Ferenczi és mtsai., 2023)

A hazai méhészek leginkább akác- és vegyes virágmézet állítanak elő, hatalmas akácerdők biztosítják a kiváló minőségű akácméz termelését, mely magas minősége miatt 2014 óta Hungarikumnak számít (Feketéné Ferenczi és mtsai., 2023). Ezenkívül számos értékes fajtaméz színesíti a magyar mézpiacot, többek között napraforgó-, hárs-, repce-, selyemfű-, facélia-, levendula- vagy akár a gesztenyeméz is (Amtmann, 2009).

A termelés természetesen a fogyasztással is szoros összefüggést mutat, Vida és Ferenczi kutatásukban igazolták, hogy a legismertebb és legkedveltebb mézek között van az akác-, illetve a vegyes virágméz. A hársméz szintén az ismertebb mézek közé sorolható, azonban jelentősen kevesebben kóstolták már. A felmérés alapján a selyemfűméz egyike a legkevésbé ismert mézeknek (Vida és Ferenczi, 2023).

Oravecz tanulmányozta a mézvásárlást meghatározó terméktulajdonságokat a fogyasztók körében (3. ábra), mely alapján elmondható, hogy a vásárlók elsősorban az íz (85,7%) alapján döntenek vásárláskor. Az íz kialakításában jelentős szerepe van a mézben megtalálható illó vegyületeknek, melyek tanulmányozása kiemelten fontos, nem csak botanikai eredetmeghatározás, hanem marketing szempontból is. A fogyasztók kisebb, de még mindig jelentős hányada tartja fontosnak az árat (78,5%), a méz fajtáját (78,1%) és a magyar eredetet (77,2%), míg a legkevésbé fontos tulajdonságoknak a reklám és a csomagolás bizonyultak (Oravecz, 2020).



3. ábra: A mézvásárlást befolyásoló tulajdonságok (Oravecz, 2020)

3.4 Mézek kémiai tulajdonságai

A mézek kémiai összetételét számtalan tényező befolyásolja, elsősorban a földrajzi- és növényi eredet, azonban hatással van rá az éghajlat, az időjárás, a gyűjtőgető méhek faja, a feldolgozás, valamint a tárolás ideje és körülményei is.

A méz egy olyan természetes élelmiszer, amely főként cukrokból (elsősorban glükózból és fruktózból), valamint egyéb összetevőkből, enzimekből, aminosavakból, szerves savakból, vitaminokból, ásványi anyagokból és aromaanyagokból áll. Ezen kívül gazdag flavonoidokban

és fenolos savakban, amelyek számos biológiai hatást fejtenek ki és természetes antioxidánsként működnek (Da Silva és mtsai., 2016; Európai Tanács, 2001).

A nedvesség a mézminőség egyik legfontosabb paramétere. A méz nedvességtartalma az érés során fokozatosan lecsökken, az érett méz esetében legfeljebb 20 %-os lehet, optimálisnak tekintjük a 14-18 %-os nedvesség tartalmú mézeket. A nedvességtartalom a méz mikrobiológiai stabilitásának és élesztőkkel szembeni ellenállóképességének a fontos jelzője. A magas nedvességtartalom utalhat szándékos hamisításra, éretlenül betakarított, illetve magas páratartalmú helyen gyűjtött mézre, valamint egyes növények nektárja alapvetően magasabb nedvességtartalommal rendelkezik. Mint sok más élelmiszer esetében, úgy a méznél is kiemelten fontos a megfelelő nedvességtartalom a mikroorganizmusok elszaporodásának, a kellemetlen aroma- és ízanyagok megjelenésének és az erjedés megakadályozására (Singh és Singh., 2018).

A méz fő alkotóeleme a cukor, amely a méz száraz tömegének mintegy 95 %-át teszi ki. Cukortartalmát leginkább monoszacharidok adják, kisebb mennyiségben találunk benne di-, oligo- és poliszacharidokat. A legfontosabb monoszacharidok közé tartozik a glükóz és a fruktóz, ugyanis a méz kristályosodási hajlamát a glükóz/fruktóz arány szabja meg, minél több a glükóz, annál hamarabb kristályosodik a méz. Mivel a nektár cukorösszetétele növényre jellemző tulajdonság, ezért különbséget tehetünk kristályosodásra kevésbé hajlamos és kristályosodásra hajlamosabb nektárt adó növények között. Előbbihez tartozik többek között az akác, míg utóbbihoz a repce és a napraforgó is. A diszacharidok közül a legjelentősebb a szacharóz, melynek mennyiségét jelentősen befolyásolja a tárolási idő hossza, hiszen hosszabb tárolás során az összetett cukrok egyszerű cukrokká bomolhatnak, elsősorban az invertáz enzim hatására. A különböző oligo- és poliszacharidok (keményítő, dextrin) előfordulása kis mennyiségben ugyan, de az édesaromat mézekre jellemző (Bogdanov, 2017; Da Silva és mtsai., 2016; Európai Tanács, 2001).

A mézekben található fehérjék és aminosavak állati és növényi forrásból származnak, belekerülhetnek a mézbe a méhek mirigyváladékából, azonban a fő fehérjeforrást a pollen jelenti. Az aminosavak a méz mintegy 1%-át teszik ki, arányuk nagyban függ a méz eredetétől. A mézben és a virágporban egyaránt legnagyobb mennyiségben előforduló aminosav a prolin, amely az aminosavtartalom 50-85%-át is adhatja (Truzzi és mtsai., 2014). Mivel mennyisége a tárolás során csökken, ezért a mézek frissességének indikátoraként szolgál, illetve egyes esetekben a cukorral történő hamisítás felderítésére is használják. A tiszta méz legalább 180 mg/kg prolintartalommal kell, hogy rendelkezzen. A prolinon kívül számos egyéb aminosav is

megtalálható a mézben, ilyen például a glutaminsav, alanin, fenil-alanin, tirozin, leucin és izoleucin (Da Silva és mtsai., 2016; Di Girolamo és mtsai., 2012).

A szerves savak a méz összetételének kb. 0,5-1%-át teszik ki, eredményezve ezzel egy enyhe savas ízt. Az érés során a méhek enzimeik a cukrokat szerves savakká alakítják, így kerülnek a mézbe. A mézben található szerves savak jelentős részét a glükonsav adja, mely glükózból keletkezik glükóz-oxidáz enzim segítségével, azonban fellelhető még benne ecetsav, citromsav, hangyasav, almasav és tejsav is kisebb mennyiségben (Karabagias és mtsai., 2014; Mato és mtsai., 2006). A mézek pH-ja 3,2-5,0 között mozog, így a savas kémhatás szerepet játszik a mikroorganizmusok elleni védelemben is (Da Silva és mtsai., 2016).

Kis mennyiségben vitaminokat is találunk a mézben, elsősorban B-vitaminokat, köztük tiamint, riboflavint, nikotinsavat, pantoténsavat, piridoxint, biotint és a folsavat. Szinte minden méz tartalmaz C-vitamint, azonban mennyisége nagyon változó, hiszen érzékeny a különböző tényezők, a fény, oxigén és hő által katalizált és enzimes oxidációra. Az aminosavakhoz hasonlóan, a legtöbb ásványi anyag megtalálható a mézben. Az ásványi anyagok elsősorban nektárral kerülnek a mézbe, ezért mennyiségük függ a talajtól, illetve a botanikai eredettől (Escuredo és mtsai., 2013). Koncentrációjuk 0,04-0,2% között változik, a sötétebb mézek elemtartalma rendszerint magasabb. A kálium a legnagyobb mennyiségben előforduló elem, általában a méz teljes ásványi anyag tartalmának egyharmadát teszi ki. Kisebb mértékben nátriumot, vasat, rezet, szilíciumot, mangánt, kalciumot és magnéziumot is tartalmaz (Alqarni és mtsai., 2014). A vitaminokkal és aminosavakkal ellentétben, az ásványi anyagok nem érzékenyek a hőre, fényre és az oxidálószerekre, ami rendkívül fontos, hiszen az emberi szervezet számos anyagcsere reakciójához nélkülözhetetlen enzimek alkotóelemei, így alapvető szerepet töltenek be működésünkben (Da Silva és mtsai., 2016; Pohl és mtsai., 2012).

A mézben számos bioaktív komponens található meg, az egyik legjelentősebbek a flavonoidok, melyek a fenolos komponensek közé tartoznak. A fenolos vegyületekről elmondható, hogy olyan másodlagos növényi metabolitok, melyek jelentős kutatási területté váltak a humán táplálkozástudományban. Létfontosságú szerepet tulajdonítanak nekik a mézek színének és ízének kialakításában, valamint az antioxidáns hatásában. Szintén lehetséges botanikai markerek, hiszen összetételük függ a virágforrástól (Da Silva és mtsai., 2016).

A mézek ízt jelentősen befolyásolják a benne található aroma- és illó komponensek. Már több, mint 600 különböző vegyületet azonosítottak, melyek szerepet játszanak a mézek ízének kialakításában. Ezeket a vegyületeket kémiaiilag különböző csoportokba sorolhatjuk, megkülönböztetünk többek között aldehideket, ketonokat, savakat, alkoholokat, szénhidrogéneket, terpéneket, észtereket és benzolvegyületeket. Az illó komponensek

összetétele függ a nektártól, a feldolgozási- és tárolási körülményektől is. Értékes információt nyújtanak a mézek botanikai- és földrajzi eredetéről, így eredetazonosításra is alkalmasak lehetnek. Sok más vegyülethez hasonlóan, az illó komponensek is átalakuláson mennek keresztül a hosszú idejű tárolás és a hevítés hatására (Manyi-Loh és mtsai. 2011).

A hidroximetil-furfural (HMF) egy ciklikus aldehid, mely savas környezetben képződik redukáló cukrokból a Maillard reakció során. Koncentrációja gyakran alkalmazott a méz frissességének kifejezésére, ugyanis a friss mézekben gyakorlatilag nem, illetve csak nyomokban található meg, azonban a hosszú idejű tárolás és hőkezelés jelentősen növeli a mennyiségét. A sötétebb mézek, illetve a trópusi fajták általában magasabb HMF tartalommal rendelkeznek. A jogszabályok alapján a mézekben maximálisan megengedett HMF tartalom 40 mg/kg lehet, trópusi mézek esetén 80 mg/kg annak biztosítása érdekében, hogy nem esett át túlzott hőkezelésen a feldolgozás során (Bogdanov, 2017; Shapla és mtsai., 2018; Európai Tanács, 2001).

A mézben több fontos enzim is megtalálható, melyek jellemzően a méhek garatmirigy váladékából kerülnek a mézbe. Legjelentősebbek közé tartozik a diasztáz, a glükóz-oxidáz és az invertáz. A diasztáz enzim α -amiláz és β -amiláz keverékéből áll, szerepet játszik a keményítő hidrolízisében, mely során maltóz képződik, továbbá lényeges minőségi mutató a mézek esetén. A glükóz lebontásáért a glükóz-oxidáz felel, végtermékként hidrogén-peroxid keletkezik, mely a méz antibakteriális hatását adja. Az invertáz a méz egyik legfontosabb enzime, amely a mézben található szacharóz hidrolízisét végzi (Cianciosi és mtsai., 2018).

3.5 Mézekkel szembeni minőségi követelmények

A mézek minőségére és összetételére vonatkozó előírásokat Európában az Európai Unió Tanácsa által elfogadott 2001/110/EK irányelve tartalmazza, a szabályozás alapján készült magyar szabványt pedig a 1-3-2001/110 számú előírás foglalja magában (Magyar Élelmiszerkönyv, 2002; Európai Tanács, 2001).

A szabvány alapján a mézeket különböző kategóriákba sorolhatjuk, eredet alapján megkülönböztetünk virág- vagy nektármézet, mely a növényi nektárból nyert méz, valamint harmatmézet, amely az élő növényi részek és a növényi nedveket szívó rovarok élő növényi részekén kiválasztott anyagából készült méz. Az előállítás és/vagy kiszerelés módja szerint létezik lépes méz, darabos- vagy lépet tartalmazó méz, lecsapolt-, kivont-, sajtolts és pollenszűrt méz. Az alapvető mézek közé sorolhatjuk még az ipari mézet, amit kizárólag ipari céllal, vagy valamely további feldolgozásra kerülő élelmiszer összetevőjeként szabad felhasználni (Magyar Élelmiszerkönyv, 2002; Európai Tanács, 2001).

Az előírás természetesen tartalmazza a méz összetételére vonatkozó jellegzetességeket, illetve a forgalomba hozott mézekhez kapcsolódó szabályokat. Fontos ugyanis, hogy az emberi fogyasztásra készült méz egyéb élelmiszer-összetevőt, illetve méztől eltérő más hozzáadott anyagot nem tartalmazhat, az összetételétől ismeretlen szerves vagy szervetlen anyagoktól mentesnek kell lennie. Továbbá nem engedélyezett az idegen illat és íz jelentléte, nem indulhat erjedésnek, nem lehet mesterségesen megváltoztatott savtartalmú és nem lehet olyan hőkezelésnek alávetni, amely inaktiválja vagy jelentősen semlegesíti a természetes enzimeket. Kiemelt jelentőséget kell fordítani arra, hogy sem a virágport, sem pedig a méz más alkotóelemét nem engedélyezett kivonni a termékből, kivéve, ha ez a mézben lévő idegen szerves és szervetlen alkotók eltávolításakor óhatatlan (Magyar Élelmiszerkönyv, 2002; Európai Tanács, 2001).

3.6 Mézhamisítás

Az elmúlt évtizedekben rendkívül megnövekedett a mézhamisítások száma, így napjainkra a méz az egyik legtöbbet hamisított élelmiszer a világon. A téma aktualitását növeli, hogy újabbnál újabb hamisítási módszereket fejlesztenek ki, melyek detektálása komoly problémát okoz az élelmiszeripar számára (Zábrodská és Vorlová, 2015).

Mivel a méz nagyrészt glükózt és fruktózt tartalmaz, ezért az egyik leggyakoribb hamisítási mód a cukrokkal történő hamisítás. Hamisítottnak tekinthetjük tehát azokat a termékeket, melyeket közvetlen módon valamely eltérő forrásból származó cukor oldatokkal kevernek össze, illetve a közvetett cukor hozzáadása is, mely során koncentrált cukor oldatokkal etetik a méheket. Utóbbi esetében ugyan a méhek alakítják át a cukrot mézzé, viszont az így keletkezett mézből hiányoznak azok az értékes ásványi- és aromaanyagok, melyek a mézre jellemzőek. Mindkét esetben elmondható, hogy nehéz kimutatni a hamisítás tényét (Soares és mtsai., 2017; Zábrodská és Vorlová, 2015).

A másik leggyakoribb mézhamisítási mód a téves címkézés, mely során a botanikai vagy földrajzi eredet nem azonos a méz valós eredetével. Ez előfordulhat véletlenül is, hiszen nem minden méz kerül bevizsgálásra, ugyanakkor történhet szándékosan is. A legsúlyosabb eset, mely során szűrt mézhez virágport adnak, majd uniflorális mézként kerül a forgalomba. Továbbá az olcsó méz, drága, jó minőségű mézzel történő keverése sem ritka, valamint találkozhatunk olyan esetekkel is, ahol különböző természetes adalékanyagokat adnak a mézhez (pl.enzimek, pollen), hogy a természetes mézet imitálják (Soares és mtsai., 2017; Zábrodská és Vorlová, 2015). Az ilyen módon hamisított mézek kiszűrése is természetesen nagyon bonyolult, sokszor szinte lehetetlen. A botanikai eredetazonosításra a mikroszkópos

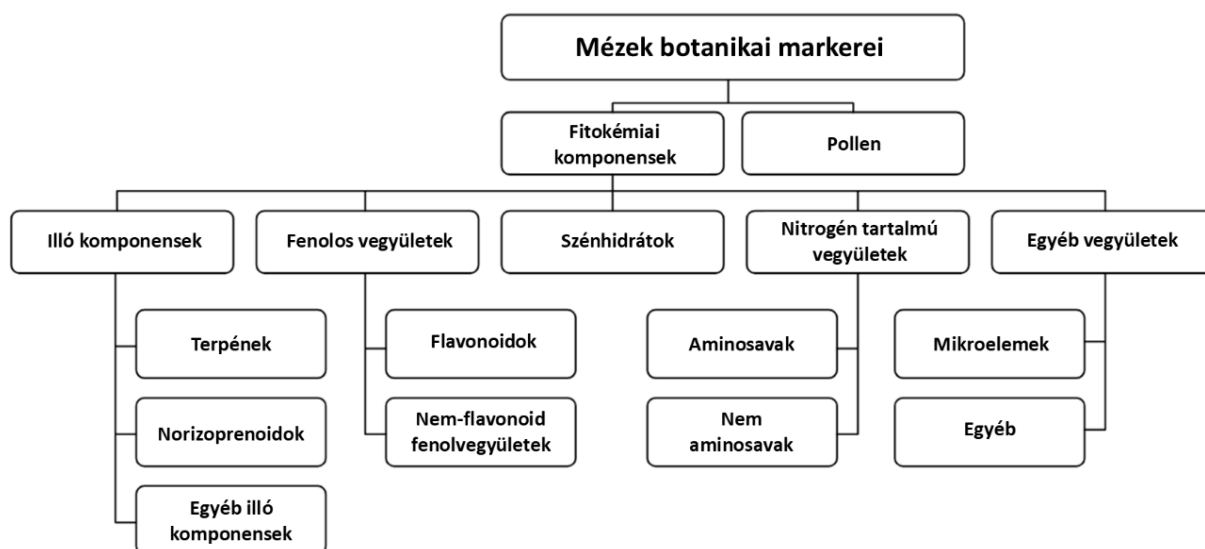
pollenvizsgálat a legelterjedtebb, illetve legmegbízhatóbb, azonban ez a módszer némileg akadályba ütközik, hiszen bizonyos mézek esetén (pl. akác- és hársmez) a növényforrásról származó pollen mennyisége alulreprezentált, valamint a selyemfűmez esetén a selyemfű pollen bele sem kerül a végtermékbe. Továbbá fontos megemlíteni, hogy az ilyen vizsgálatok elvégzése nagy hozzáértést és gyakorlatot igényel, illetve a szubjektivitása is megkérdőjelezhető (Soares és mtsai., 2017).

3.7 Fajtamézek eredetazonosítása

A bővülő világpiac miatt a mézek botanikai és földrajzi eredetazonosítása minden eddiginél fontosabbá vált, mely nagy kihívást jelent mind a termelők, mind az élelmiszeripar számára. Napjainkban az eredetazonosítást leginkább mikroszkópos pollenanalízissel végzik (melisszopalinológia), hiszen ez az egyik legmegbízhatóbb módszer (Louveaux és mtsai., 1978). A pollenvizsgálatnak nagy jelentősége van a minőségbiztosításban, ugyanis a méz számos pollent tartalmaz, amelyek összességében egy jó lenyomatot biztosítanak a mézek földrajzi és botanikai eredetéről. Továbbá, a pollenanalízis fontos információt nyújt az extrakció és a szűrés módjáról, bizonyos fajta hamisításról, esetleges avasodásról, illetve a méz korommal vagy akár porral történt szennyeződéséről (Louveaux és mtsai., 1978; Von Der Ohe és mtsai., 2004). Azonban fontos megjegyezni, hogy a melisszopalinológia mellett a mézek fiziko-kémiai és érzékszervi tulajdonságai is kiemelt jelentőséggel bírnak az eredetazonosításban, különösképpen, hogy a pollenvizsgálat gyakran akadályokba ütközik (Von Der Ohe és mtsai., 2004). Sok esetben a méz relatív pollenszáma nem feltétlen tükrözi az elsődleges virág- és nektárforrást, ugyanis nem minden virágból kerül azonos mennyiségű pollen a mézbe. Egyes típusokból csak igen kevés, mint például az akác- és hárs pollen esetén, előfordulhat azonban, hogy egyáltalán nem kerül bele a mézbe, ilyen a selyemfű pollenje (Bryant és Jones, 2001).

Látható tehát hogy a pollenanalízis alapján többnyire nehéz, vagy akár lehetetlen a mézek eredetét bizonyítani, ezekben az esetekben felértékelődik a mézek fiziko-kémiai tulajdonságainak vizsgálata, illetve érzékszervi minősítésük. Előbbi esetén a cukorösszetétel, aminosavtartalom, illékony- és fenolos vegyületek összetétele lényeges információt nyújtanak, főként az uniflorális mézek botanikai eredetének meghatározásában, ugyanakkor más tényezők is befolyásolják a mézek összetételét, ezért ezek a vizsgálatok nem elegendőek a származás meghatározásához. Az érzékszervi minősítés esetén fontos kiemelni, hogy végrehajtásuk nagyon nagy szakértelmet és gyakorlatot igényel, illetve szubjektivitása miatt a pontossága sokszor megkérdőjelezhető (Kaškonienė és Venskutonis, 2010).

Az eddig említett módszerek bizonytalansága arra ösztönözte a kutatókat, hogy egy olyan technikát találjanak, mellyel pontosabban meg tudják határozni a mézek eredetét. Mivel az aroma az egyik megkülönböztető tulajdonsága a különböző virágokból gyűjtött mézeknek, az illó komponens összetétel kiváló lehetőséget nyújt a fajtamézek eredetazonosítására. Számos ígéretes kutatási eredmény áll rendelkezésre azzal kapcsolatban, hogy különféle fajtamézekben egyes illó komponensek jelenléte vagy hiánya információként szolgál a mézek botanikai és földrajzi eredetét illetően. Ezeket a komponenseket kémiai marker vegyületeknek tekinthetjük. Általában az illékony szerves vegyületek származhatnak növényi vagy nektár forrásból, növényi vegyületek átalakulásából a méhek anyagcsere tevékenysége révén, keletkezhetnek a feldolgozás, tárolás során történő melegítés és kezelés hatására vagy mikrobiális és környezeti szennyezés következményeként is a mézbe kerülhetnek (Kaškonienė és Venskutonis, 2010; Manyi-Loh és mtsai., 2011). Ugyanakkor a mézekben számos olyan fitokémikália található, melyet marker vegyületnek tekinthetünk és segíti a mézek eredetazonosítását (4. ábra).



4. ábra: Mézek lehetséges marker vegyületei
(Kaškonienė és Venskutonis, 2010 nyomán)

Mennyiségük nagyban függ az éghajlati viszonyoktól és a talaj összetételétől is. Ennek következtében a marker komponensek összetételét, még az ugyanolyan növények esetében is lényegesen befolyásolja a földrajzi eredet. Illetve az uniflorális mézek esetében szintén nagy probléma, hogy sosem csak egyféle virágból származó nektárból áll a méz, hanem sok különböző virág nektárja alakítja az összetételt. Fontos megjegyezni, hogy számos, a mézben előforduló biológiai és botanikai eredetű vegyület nem stabil, a szerkezetük az érlelés és tárolás során átalakulhat. Különösen jellemző ez a jelenség az illékony komponensekre (Kaškonienė és Venskutonis, 2010).

3.8 Mézek illó komponensei

A méz illat- és ízjegyei nagymértékben függenek az illékony és félig illékony vegyületektől. Az aromaprofil az egyik legegységesebb tulajdonsága az élelmiszereknek az érzékszervi minőség és hitelesség meghatározására. Az uniflorális mézek rendkívül jellegzetes aromákkal rendelkeznek, ami a nektárból származó illékony szerves vegyületek jelenlétére utal. Az illékony komponenseknek van a legnagyobb szerepük az aromaprofil kialakításában, azonban egyéb fizikai tényezőkkel kiegészülve az ízérzet kialakulásához is hozzájárulnak.

Általánosságban elmondható, hogy a világosabb mézek enyhébb, kevésbé erőteljes, még a sötétebb mézek intenzívebb ízvilággal rendelkeznek. A mézek aromaprofilja nagyon összetett, több tucat illékony vegyület található meg egy mézen belül, azonban nem mindegyiknek van jelentősége az aroma kialakításában. A jelentőség mértéke általában illatküszöbhez viszonyított koncentrációtól függő, azonban előfordulhat, hogy alacsony koncentrációban jelenlévő komponensek is erősen befolyásolják az aromaprofil, a vegyületek között fellépő szinergista és antagonista kölcsönhatások eredményeképpen (Manyi-Loh és mtsai., 2011).

A virágforráson kívül számos tényező befolyásolhatja a mézek illékony vegyületeinek összetételét, ilyenek például a különböző éghajlati viszonyok, továbbá a feldolgozás és tárolás körülményei is. A feldolgozás során alkalmazott túlzott hőkezelés és a hosszú ideig történő tárolás mind jelentősen befolyásolják a mézben jelenlévő illékony vegyületeket (Soares és mtsai., 2017).

A mézben lévő illékony vegyületek általában nagyon alacsony koncentrációban fordulnak elő és különböző fizikai-kémiai tulajdonsággal rendelkező anyagok bonyolult keverékéből állnak. Ennek következtében vizsgálatuknál nagy jelentőséggel bír a megfelelő extrakciós technika kiválasztása, hiszen az extrakció módja befolyásolja az izolált vegyületek típusát, illetve koncentrációját is (Manyi-Loh és mtsai., 2011).

Szakirodalmi adatok alapján a mézek botanikai eredetére utaló illékony vegyületeket három fő csoportba oszthatjuk, ezek a terpének és származékaik, a nor-izoprenoidok és a benzol származékok. A terpének a természetben előforduló fitokémikáliák sokszínű csoportját alkotják. Illékony, telítetlen, öt szénatomos egységekből felépülő vegyületek, melyek izoprén monomer egységekből épülnek fel. Az izoprén egységek számától függően osztályozhatjuk őket monoterpének, szeszkviterpének, diterpének és triterpének csoportjaiba (Polito és Lange, 2023). A természetben való előfordulásuk szempontjából a monoterpének jelentik a legfontosabb és legjobban kutatott terpén vegyületeket. A mézekkel végzett vizsgálatok során

jó néhány monoterpén és monoterpenoid vegyületet azonosítottak már, ilyen a linalol és származéka, béta-terpineol, dihidrocitronellol, béta-citronellol, citronellal, geranil-aceton, limonén, béta-pinén, tetrahydrogeraniol, karvakrol, p-cimén, 1,8-cineol, izoborneol vagy a kámfor (Castro és mtsai., 2006).

Az illó vegyületek között találkozhatunk nor-izoprenoidokkal is, melyek a karotinoidok bomlástermékei, ilyenek például az alfa- és béta-izoforon, a béta-damaszcenon és a 4-oxoizoforon (Bianchi és Careri., 2005). Rendkívül sok növény illó olajában jelen vannak, ezért nagy hatással vannak a méz aromájára is (Manyi-Loh és mtsai., 2011). Az illékony benzolszármazékok is nagy jelentőséggel bírnak a méz aromaprofiljára, ilyen vegyületek közé tartozik a benzol-acetaldehid, benzaldehid, 1-fenil-bután-2,3-diol, 1,4-dihidroxi-benzol és a benzol-etanol is (Viuda-Martos és mtsai., 2010).

Az elmúlt évtizedekben sok kutatás foglalkozott a mézek illó komponenseivel és számos vegyületet azonosítottak már, mint lehetséges botanikai marker. Soria és mtsai, 2009-ben többek között levendula mézeket vizsgáltak és a legjelentősebb komponenseknek a benzaldehidet, az n-hexanolt és a fenil-acetaldehidet nevezték meg. Kakukkfű mézek vizsgálatánál fontos vegyületként írták le a hotrienolt, cisz-linalol oxidot, butánsavat, fenil-acetaldehidet, p-menth-1-en-9-olt, 3-metil-3-butén-1-olt és a benzaldehidet. Az eukaliptusz mézek vizsgálatánál jellemző volt két aciloin, a 2-hidroxi-5-metil-3-hexanon és a 3-hidroxi-5-metil-2-hexanon jelenléte, melyeket eukaliptusz marker vegyületnek tekintenek.

Tedesco és mtsai. 2022-ben végzett vizsgálatainál a nonánsavat találták a gesztenyeméz legjelentősebb marker vegyületének, mely összhangban van a korábbi kutatási eredményekkel (Tedesco és mtsai., 2022). Spanyol citrusmézek vizsgálatánál a sinensal izomerjeit emelték ki, mint jellemző marker vegyületek (Castro és mtsai., 2007). Ezek a vegyületek felelősek az édes és narancsra jellemző aromajegyek kialakításáért. Később a kutatásukat tovább folytatták és a sinensal izomerek mellett kimutatták a linalol-származékokat, az orgona aldehideket és alkoholokat, a limonil-alkoholt és az alfa-4-dimetil-3-ciklohexán-1-acetaldehidet, mint a citrusos méz aroma kialakításában fontos összetevőket (Castro és mtsai., 2009).

A méz aromaprofiljának kialakításában szerepet játszó különböző vegyületcsoportok eltérő specifikus tulajdonságokkal rendelkeznek. A karbonsavak a szénlánc hosszától függően a fűszerestől egészen az avas aroma kialakításában is nagy jelentőséggel bírnak. A rövid szénláncú savak, mint például az ecetsav fűszeres ízűek és aromájúak, míg a butánsav és a hexánsav a vajas aroma kialakításáért felelősek (Manyi-Loh és mtsai., 2011). Az aldehidek csoportjába tartozó nonanalt azonosították a citrusos, zsíros, virágos illatjegyekért, a dekanalt a szappan, narancs és faggyú, az oktanalt pedig a szappan és citrusos jegyek kialakításáért

(Bayraktar és Altuğ, 2011). A linalol felelős az édes, citrusos tulajdonságokért, a benzaldehid a mandulás, marcipános jegyekért és a furfuralról megállapították, hogy az édes, gyümölcsös és cseresznyés illatjegyek mellett a lágy mandulás aromák kialakításában is szerepe van (Wardencki és mtsai., 2009).

3.9 Vizsgált fajtamézek tulajdonságai

3.9.1 Akácméz

Az akácméz színe világos árnyalatú, halványsárga, mely egyes esetekben zöldes színárnyalatba hajlik át. Illata édeskés, akácvirág illatú, íze szintén édes, enyhe, mellékíz nélküli. Magas fruktóztartalma miatt nehezen kristályosodik, sokáig megőrzi lágy textúráját. Mindemellett fontos megemlíteni, hogy jó fertőtlenítő hatásáról is ismert, gyomorsav túltengés és köhögés esetén is rendszerint alkalmazzák. Magyarországon az akácméz Hungarikumnak számít, így egyértelműen az egyik legnépszerűbb és legelismertebb méz hazánkban (Czipa, 2010; Dr. Tamás, 2018). Az akácmézben található illó komponenseket Soria és mtsai (2009) vizsgálták, a legnagyobb mennyiségben előforduló komponensek közé tartozott a hotrienol, cisz-linalol oxid, benzaldehid, 3-metil-butánsav, 3-metil-butánnitril, linalol, illetve különböző elágazó láncú alkoholok, mint például a 3-metil-3-butén-1-ol, metil-2-butén-1-ol és a 2-metil- és 3-metil-1-butanol (Soria és mtsai., 2009).

3.9.2 Hársméz

A hársméz az akácméznél erőteljesebb színnel rendelkezik, világossárgától egészen a borostyánsárgásig, barnásig terjed. Íze és illata egyaránt erőteljes, hárs illatú, gyengén kesernyés ízű méz. Viszonylag lassan kristályosodik. Orvoslásban is gyakran alkalmazzák, nyugtató hatása miatt kiváló megfázás és hörghurut esetén, de akár görcsoldásra és lázas betegségek csillapítására is alkalmas. Továbbá fogyasztják még álmatlanság, nyugtalanság és idegesség ellen is (Amtmann, 2009; Czipa, 2010; Tamás, 2018). A hársmézek illó komponenseiről Nguyen és mtsai. írtak 2023-ban. Több mint 100 illékony vegyületet azonosítottak, azonban 9 komponenst jelöltek meg mint lehetséges botanikai markerek, melyek a következők voltak: 3-metil-butánnitril, benzaldehid, 2-fenil-acetaldehid, cisz-linalol oxid, p-cimenén, béta-linalol, 2-fenil-etil-alkohol, nonánsav és a karvakrol. Az említett komponensek közül a p-cimenén és a karvakrol a hársméz legjelentősebb marker vegyületeinek tekinthetők (Nguyen és mtsai., 2023).

3.9.3 Selyemfűméz

A selyemfűméz az akácmézhez hasonlóan kissé áttetsző, világos, enyhe sárga árnyalatú. Kellemes ízű méz, amely viszonylag későn, két év után kezd kristályosodni. Mivel ízében és megjelenésében is igen hasonló az akácmézhez, ezért sokáig keverve, akácmézként értékesítették, azonban fajtamézként is tökéletes termék, köszönhetően többek között kedvező élettani hatásainak. Hazánkban kiemelt jelentőséggel bír, hiszen Európa számottevő selyemfű mezői itt találhatók, ami lehetővé teszi a tiszta selyemfűméz előállítását (Czipa, 2010; Kasperné Szél, 2006). A selyemfűmézek illó komponenseiről kevés szakirodalmi információ áll rendelkezésre, ugyanis kizárólag Magyarországon találhatók meg nagy kiterjedésű selyemfű mezők, melyek lehetővé teszik a fajtaméz termelését. Tudomásom szerint eddig Kasperné (2006) végzett kutatást a selyemfűmézek illó komponens összetételével kapcsolatban, melynek során akác-, illetve selyemfűmézeket hasonlított össze. Vizsgálatai során 17 olyan vegyületet azonosított, melyek csak a selyemfű mézekben voltak jelen, melyből 6 vegyület potenciális botanikai markernek is tekinthető, hiszen a selyemfű virágokban is előfordultak. Ezek a vegyületek a 2,6,10,14-tetrametil-heptadekán, dekanal, 2-nonenal, 1-nonanol, tetradekanal és a 2-metoxi-3-(1 propenil)-fenol.

4. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

4.1 Felhasznált mézminták

Kutatásom során 3-3-3-3 darab akácmézként, hársmézként, selyemfűmézként és vegyes virágmézként értékesített termékeket használtam fel (5. ábra). A mézeket különböző magyar méhészetekben termelték 2023-ban. A mézek eredetével kapcsolatos, részletesebb információkat az 1. táblázat tartalmazza. A mézek előállítása a legtöbb esetben nem a méhészet székhelyének közelében történhetett, ugyanis a nagyobb méhészetek általában vándoroltatják a méheiket a minél jobb minőségű fajtaméz előállításának érdekében.



5. ábra: Felhasznált mézminták

1. táblázat: A felhasznált mézminták eredetével kapcsolatos információk

Minta	Termelő	Gyűjtés éve
akác-1	Kupás méhészet (Hajdúböszörmény)	2023
akác-2	Simai méhészet (Szalánta)	2023
akác-3	Csanaki Méhes Céh (Győr)	2023
hárs-1	Hanzel Róbert (Kaposvár)	2023
hárs-2	Oreskai László (nincs információ)	2023
hárs-3	Szántai Ferenc (Nagykátá)	2023
selyemfű-1	Kupás méhészet (Hajdúböszörmény)	2023
selyemfű-2	Ihász József (Pápa)	2023
selyemfű-3	Hanzel Róbert (Kaposvár)	2023
vegyes-1	Ihász József (Pápa)	2023
vegyes-2	Mézes Gergő Méhészete (Vizsoly)	2023
vegyes-3	Csanaki Méhes Céh (Győr)	2023

4.2 Alkalmazott módszerek

4.2.1 Mikroszkópos pollenanalízis

A minták pollenösszetételének meghatározását a Nemzeti Biodiverzitás és Génmegőrzési Központ melisszopalinológiai szakértője végezte, mikroszkópos pollen analízissel a magyar szabvány (MSZ 6950-3, 2017), valamint a Nemzetközi Méz Bizottság (IHC, 2009) javaslatai szerint (Louveaux és mtsai., 1978; Von Der Ohe és mtsai., 2004).

A vizsgálat során a szakértő bemért 10 gramm mézmintát egy centrifugacsőbe, majd összekeverte 20 ml desztillált vízzel, és a keveréket 10 percig centrifugálta (1000g). 3-5 perc állás után leöntötte a felülúszót, és 10 ml vízzel újra centrifugálta a mintát. A felülúszó leöntése után visszamaradt 20-30 µl oldatot a pipetta hegyével összekeverte, felszívta, és felvitte két tárgylemezre, egyenletesen elosztatva. A tárgylemezeket előzetesen körbe rajzolta lakkfilccel 20 x 20 mm-es területen. A tárgylemezekre felvitt mézmintákat beszárította 40 °C-os metszetszáritó hőlapon. Beszárítás után egy festetlen, glicerín-zselatin beágyazású és egy festett, fukszin-glicerín-zselatin beágyazású preparátumot készített.

A botanikai eredet meghatározásához online pollenadatbázisok, valamint saját pollenreferencia gyűjteménye segítségével 500 pollenszemet azonosított a mintákban. A vizsgálat során Leica DM 2000 LED fénymikroszkópot használt. A pollenszemek azonosítását követően a Louveaux és mtsai. (1978) által leírt relatív gyakorisági osztályokba sorolta azokat, melyek a következők: vezérpollen (>45%), kísérő pollen (16-45%), fontos egyedi pollen (3-15%), egyedi pollen (<3%). A mézminták fajtajellegének meghatározásához a Magyar Szabványban megtalálható, illetve a Nemzetközi Mézbizottság (International Honey Commission) leírásaiban szereplő %-os határértékeket használta fel (Anklam, 1998; Oddo és mtsai., 2004).

4.2.2 Érzékszervi vizsgálat

A minták érzékszervi jellemzőinek a meghatározását a Nemzeti Biodiverzitás és Génmegőrzési Központ munkatársai végezték az MSZ 157:2017 szabvány alapján. A vizsgálatot a mikroszkópos pollenanalízis kiegészítéseként végzik annak megállapítására, hogy az érzékszervi jellemzők megerősítik-e az eredményeket. Lényege, hogy egy érzékszervi bíráló bizottság 5 pontos skálán értékeli azt, hogy a méz külső megjelenése, állománya, illata és íze mennyire felel meg a meghatározott követelményeknek (2. táblázat). A selyemfűméz a „különleges virágmézek” csoportjába tartozik. A pontozásos érzékszervi vizsgálat eredményének kiszámításakor a pontszámokat összeadták, de a négy tulajdonságcsoporthoz nem egyformán vették figyelembe, hanem súlyozófaktorokat használtak. A külső megjelenés,

állomány, illat és íz esetében alkalmazott súlyzófaktorok sorrendben az 1,0; 0,8; 1,6 és 0,6 voltak. A végeredmény alapján 5 minőségi szintbe sorolták a mintákat, úgymint kiváló (17,6-20,0), jó (15,2-17,5), közepes (13,2-15,1), megfelelő (11,2-13,1), és nem megfelelő (11,1 és az alatti).

2. táblázat: A kutatásban felhasznált fajtamézekre vonatkozó kritériumok (MSZ 157, 2017)

Mézfajta	Külső megjelenés	Állomány	Illat	Íz
akác	tükrös, 0-34 mm Pfund érték (a vízfehértől az extra fehérén át a fehérig)	lassan kristályosodik	akácvirág illatú	édes, lágy, akácvirág aroma
hárs	tükrös, 50-85 mm Pfund érték (világos borostyán)	gyorsan, finomszemcsésen kristályosodik	hársfavirág illatú	édes, kesernyés-savanykás, hársvirág aroma
különleges virágméz	a domináns növényfajra jellemző			

4.2.3 Illó komponens összetétel meghatározása

A mézek illó komponens összetételének meghatározását a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszer-tudományi és -Technológiai Intézetének Táplálkozástudományi Tanszékén végeztem 2024 nyarán, gázkromatográfiás-tömegspektrometriás módszerrel. Minden mérést három párhuzamosban végeztem el.

4.2.3.1 Felhasznált anyagok és eszközök

- ❖ Nátrium-klorid
- ❖ Desztillált víz
- ❖ 40 ml-es üveg fiola csavaros tetővel
- ❖ Műanyag kanál a minta beméréséhez
- ❖ Két tizedesjegy pontosságú táramérleg
- ❖ Automata pipetta
- ❖ Vízfürdő
- ❖ 50/30 µm DVB/CAR/PDMS (divinilbenzol/Carboxen/polidimetilsziloxán) Stableflex SPME szál (Supelco, Bellefonte, USA)
- ❖ Mininert® mintavevő szelep
- ❖ Shimadzu GCMS-QP2010 SE (Shimadzu, Japan)

4.2.3.2 Mintavétel

A mézmintát műanyag kanál segítségével homogenizáltam, majd táramérlegen egy 40 ml-es fiolába bemértem belőle 15 grammot. Az extrakció hatékonyságának növelése érdekében 4 g NaCl-ot adtam az elegyhez, majd automata pipettával hozzámértem 15 ml desztillált vizet.

Az így kapott elegyet erőteljes rázással homogenizáltam, majd 20 percig kondicionáltam 40 °C-os vízfürdőben az illó komponensek felszabadulásának elősegítése érdekében. Ezt követően történt a gőztérben lévő illó komponensek mintavétele, szilárd fázisú mikroextrakcióval (SPME). Ennek ábrázolása látható a 6. ábrán. Az extrakciót szintén 20 percen keresztül végeztem háromfázisú bevonattal ellátott bipoláris SPME szál (50/30 µm DVB/CAR/PDMS, Stableflex, Supelco, Bellefonte, USA) segítségével. Az extrakciót követően a mintavételi szálát a gázkromatográfiás-tömegspektrométer (GC-MS) injektorába helyeztem, és elindítottam a mérést. Minden minta esetében három párhuzamos mérést végeztem. A mérések előtt arról is megbizonyosodtam, hogy az extrakció során használt NaCl tartalmaz-e valamilyen zavaró illó komponenst. Ennek meghatározására vakpróbát végeztem, azaz 4 gramm konyhasót



feloldottam 15 ml desztillált vízben, és erre az oldatra is elvégeztem a meghatározást.

6. ábra: Gőztér mintavételes szilárd fázisú mikroextrakció (HS-SPME)
(Lancioni és mtsai., 2022)

4.2.3.3 Műszeres vizsgálat

A vizsgálat gázkromatográf-fal kapcsolt tömegspektrométer műszeregyüttes (GC-MS) használatával történt, amely a 7. ábrán látható. A vizsgálat során a mintavevő szálát az injektorhoz csatlakoztatjuk, ahonnan a vivőgáz (nagy tisztaságú hélium) segítségével az illó komponensek eljutnak a gázkromatográf oszlopába. Itt történik a komponensek elválasztása, melyben a hőmérsékletprogram kulcsszerepet játszik. A hőmérsékletprogram során a kezdeti alacsony hőmérséklet lehetővé teszi a nagy illékonysággal rendelkező vegyületek eluálódását, majd a hőmérséklet fokozatos emelése révén a nagyobb, magasabb forráspontú komponensek

is eluálódnak. Az egyenletes hőmérsékletet, valamint a meghatározott program alapján történő fűtést a termosztát biztosítja. Az oszlopról a vegyületek időben elkülönítve érkeznek meg a detektorba, vagyis a tömegspektrométerbe. Ebben egy ionforrás található, amely révén a molekulák nagy energiájú elektronokkal ütközve ionizálódnak és fragmentumokra bomlanak. A tömegspektrométer a detektált ionokat egy tömegspektrum formájában ábrázolja, ahol az x-tengely a tömeg-töltés arányt (m/z), míg az y-tengely az ionok intenzitását mutatja. Mivel minden vegyületnek egyedi fragmentációs mintázata van, a kapott tömegspektrum segítségével a vegyületek azonosíthatók. A vegyületek elválasztásának és detektálásának eredményeképp kialakul a kromatogram, melynek vízszintes tengelyén a retenciós idő, míg függőleges tengelyén a jelintenzitás látható.

A kísérletek során a következő mérési paramétereket alkalmaztam:

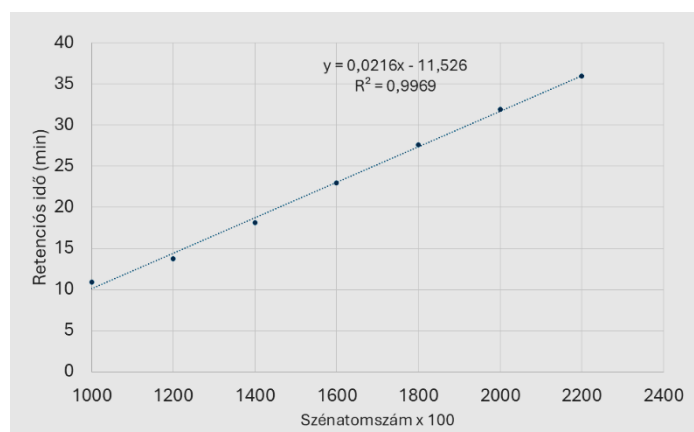
- Műszeregységek: Shimadzu GCMS-QP2010 SE
- Oszlopok: MEGA-WAX MS 60 m $\times$ 0,25 mm $\times$ 0,25 μ m
 - 4,8 m $\times$ 0,25 mm inert oszlop
- Hőmérsékletprogram: 60 °C $\rightarrow$ 250 °C, 5 °C/min (38 min)
- Injektor hőmérséklet: 250 °C
- MS hőmérséklet: 250 °C
- Gázok: He (6.0), 1,2 ml/min
- Injektor üzemmód: splitless
- Lefúvatás késleltetés: 1 perc
- Lefúvatási arány: 6:1
- Tömegtartomány: $m/z=35-500$ Da
- Pásztázási sebesség: 1666 Da/sec



7. ábra: Gázkromatográfval kapcsolt tömegspektrométer műszeregységek

4.2.3.4 Kromatogramok kiértékelése

A mézek illó komponenseinek minőségi azonosítását a LabSolutions szoftverrel végeztem, az eredmények kiértékeléséhez pedig Microsoft Excel programot használtam. A retenciós időt sok paraméter befolyásolja, ezért az ingadozások kiküszöbölése érdekében meghatároztam az illó komponensek retenciós indexeit (RI), n-alkán keverék (C10-C40) alkalmazásával. Ennek során a minták mérési paramétereivel megegyező körülmények között alkán standard keveréket (1 µl) vizsgáltam. Állandó fűtési sebességű, izoterm kezdeti szakaszt nem tartalmazó hőmérséklet program esetén a normál alkánok retenciós idejei a szénatomszámuk százszorosának függvényében egy egyenest alkotnak, így egy egyszerű összefüggés (8. ábra) alapján meg tudtam határozni az aromaalkotók retenciós indexeit.



8. ábra: Az n-alkán standard keverék szénatomszám-retenciós idő összefüggése

A mennyiségi meghatározást úgy végeztem, hogy a csúcsterületekből terület százalékokat számoltam, amelyek a komponensek arányát mutatják az összes csúcsterület viszonylatában. Az eredményeket a három párhuzamos érték átlagában adtam meg, a szórásértékek feltüntetésével. Az azonosított illatkomponenseket vegyületcsoportok szerint rendeztem, retenciós indexük alapján növekvő sorrendben.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Dolgozatom következő részében a kutatásom során mért értékeket és eredményeket fogom ismertetni, először a mikroszkópos pollenanalízis és érzékszervi vizsgálat eredményeit, majd az általam meghatározott illékony komponenseket mutatom be.

5.1 Mikroszkópos pollenanalízis eredményei

A mikroszkópos pollenanalízis során kapott eredményeket a 3. táblázatban foglaltam össze. A vizsgálat során a pollenszemek azonosítása után, előfordulásuk függvényében relatív gyakorisági osztályokba sorolhatjuk őket. A mézben leggyakrabban előforduló polleneket (>45%) domináns- vagy vezérpolleneknek nevezzük. Kiegészítő pollennek tekinthetjük a 15-45% közötti, fontos egyedi pollennek a 3-15% közötti relatív gyakorisággal előforduló nektárforrásokat. A 3% vagy ennél kisebb mennyiségben jelenlévő növényfajokat az egyéb fajok kategóriába sorolhatjuk, azonban sok esetben összegük a pollenek igen nagy %-át adja.

A különböző fajtamézek esetén eltérő követelmények vonatkoznak az egyes növények minimum pollenarányára annak függvényében, hogy a forrásnövény pollenje milyen arányban jelenik meg a mézben. A mézek többsége esetén 45%-os minimális határértéket írnak elő, de az általam vizsgált mézekben a forrásnövény pollenje alulreprezentált, így ezekre alacsonyabb határértékek vannak érvényben. Akácmézek esetén legalább 15%, hársmézek esetén minimum 23% a határérték. Selyemfűmézek esetén nem beszélhetünk ilyen követelményről, hiszen a selyemfű pollenje nem kerül bele a mézbe, ilyen mintáknál kizárólag az érzékszervi vizsgálat eredménye dönt a botanikai eredetről (Amtmann, 2009). Az általam vizsgált akác- és hársmézek fajtaméznek tekinthetők, hiszen minden esetben elérte a határértéket az akác- és hárspollenek aránya. A hárs-3 minta esetében a felülreprezentált facélia pollenje a vezérpollen, ezért a minta fajtajellege az érzékszervi és a mikroszkópos vizsgálat alapján facéliás hársmez. A mintákban kiegészítő pollenként megjelenik a facélia, repce, szelídgyesztenye, kerep és a somkóró is. Fontos egyedi pollen esetében a repce a leggyakoribb, míg egyéb fajok esetén rendkívül sok nektárforrással találkozhatunk, melyek gyakran az össz pollenarány 20-30%-át is kiteszik, az akác-3-as minta esetében 37%-ot is. Ezek a pollenek számottevő részben vadvirágokról származnak, de kisebb-nagyobb arányban a rózsaféle gyümölcsök pollenjei is minden mézben előfordulnak.

3. táblázat: A vizsgált fajtamézek pollen-összetétele

Minta megnevezése	Vezérpollen (>45%)	Kiegészítő pollen (15-45%)	Fontos egyedi pollen (3-15%)	Egyéb fajok (<3%)
Akác-1	akác (48%)	facélia (34%)	repce (6%)	fehér here, gyalogakác, veresgyűrű som, lepényfa, pitypang, bükköny, kutyabenge, keserűfű, rózsaféle gyümölcsök, fűz, napraforgó, aggófű, gyöngyköles, vadrepce, gyöngyvirágcsereje, kígyószisz, madárhúr, kerek repkény, hárs, réti lóhere, ezüstfa, zamatos turbolya, útszéli zsázsa, pásztortáska (12%)
Akác-2	-	repce (27%), akác (25%), lepényfa (18%)	-	kutyabenge, fehér here, rózsaféle gyümölcsök, napraforgó, juhar, veresgyűrű som, zamatos turbolya, gyalogakác, gyöngyköles, fűz, pitypang, bükköny, hárs, cserjés vadgesztenye (30%)
Akác-3	-	facélia (30%), akác (26%)	repce (7%)	rózsaféle gyümölcsök, ezüstfa, kutyabenge, útszéli zsázsa, pásztortáska, lepényfa, boglárka faj, réti lóhere, koronafűrt, árvacsalán, gyalogakác, veresgyűrű som, juhar, bükköny, fagyal, vadgesztenye, zamatos turbolya, fehér here, fűz, kötőrófű, zsálya, százszorszép, somkóró, hárs, szarvaskerep, vadrepce, tüdőfű, kék búzavirág, gyöngyvirágcsereje (37%)
Hárs-1	-	szelídgesztenye (32%), hárs (28%)	vadszőlő (6%)	napraforgó, seprence, fehér here, repce, cickafark, koronafűrt, vadgesztenye, rózsaféle gyümölcsök, réti lóhere, akác, zörgőfű, zamatos turbolya, fűz, galaj, vadmurom, vadrepce facélia, fagyal, gyöngyvirágcsereje, pimpó, gyalogakác, aggófű, sédkender, bogáncs, erdei mályva, juhar, sövénynyulák (34%)
Hárs-2	hárs (49%)	szelídgesztenye (16%)	repce (8%)	veresgyűrű som, fekete nadálytő, pimpó, akác, cickafark, mustár, szebtővis, árvacsalán, kötőrófű, fehér here, fűz, zsálya, lepényfa, kányabangita, aggófű, koronafűrt, rózsaféle gyümölcsök, pitypang, bükköny, bogáncs, fagyal, bakszakáll, vadmurom, facélia, gyöngyvirágcsereje, kakukkfű, seprence, zamatos turbolya, ördög szem (21%)
Hárs-3	facélia (59%),	hárs (29%)	-	napraforgó, réti lóhere, fűz, szelídgesztenye, bükköny, vadrepce, árvacsalán, veresgyűrű som, lepényfa, rózsaféle gyümölcsök, koronafűrt, repce, akác, mustár, gyalogakác, nebcsvirág, aggófű, juhar, szerbtővis, gyöngyvirágcsereje, zöldborsó, lednek, boglárka (12%)

Selyemfű-1	-	gyalogakác (36%), akác (26%)	rózsaféle gyümölcsök (kökény, szilvafélék) (6%)	hárs, veresgyűrű som, vadszőlő, hölgymál, napraforgó, cickafark, bükköny, fűz, zörgőfű, zamatos turbolya, seprűzanót, koronafürt, repce, kutyabenge, fehér here, galambvirág, fagyal, boglárka, lepényfa, szarkaláb, zsálya, facélia, kutyatej, ebszékfű, juhar, margatvirág, szelídgesztenye, cserjés vadgesztenye, aszat, somkóró, oroszlánfog, pásztortáska, csüdfű, árvacsalan, százszorszép, pimpó (32%)
Selyemfű-2	-	kerep (35%)	egyéb pillangósvirágúak pollenje (15%), repce (9%), kutyabenge (7%), somkóró (6%), báránypirosító (3%)	hárs, vadszőlő, fekete nadálytő, fagyal, facélia, ternye, pásztortáska, tarsóka, rózsaféle gyümölcsök (szamóca, szilvafélék), galaj, madársóska, zamatos turbolya, boglárka, vadrepce, veresgyűrű som, kakukkfű, atracél, pityang, hamis jázmin, aggófű, árvacsalan, pimpó, tyúkhúr, sövényiszulák, számárbogáncs, százszorszép, bogáncs, ezüstfa, gyöngyköles, cickafark, seprence, bálványfa, hagyma (25%)
Selyemfű-3	-	somkóró (20%)	akác (15%), repce (14%), kígyószisz (12%), bükköny (8%)	árvacsalan, koronafürt, számárbogáncs, veresgyűrű som, pimpó, gyöngyvirágcsereje, tüdőfű, rózsaféle gyümölcsök, vadszőlő, vadmuromok, vastövű imola, egyéb imola faj, aszat, réti lóhere, napraforgó, vadrepce, fűz, gyalogakác, cserszömmörce, hárs, lepényfa, lucerna, cickafark, juhar, kék búzavirág, fekete nadálytő, fagyal, kötörőfű, fehér here, mácsonya, fehér mustár, csattanó maszlag, peremizs, mezei katáng, ikravirág, aranóys baraboly (31%)

5.2 Az érzékszervi vizsgálat eredményei

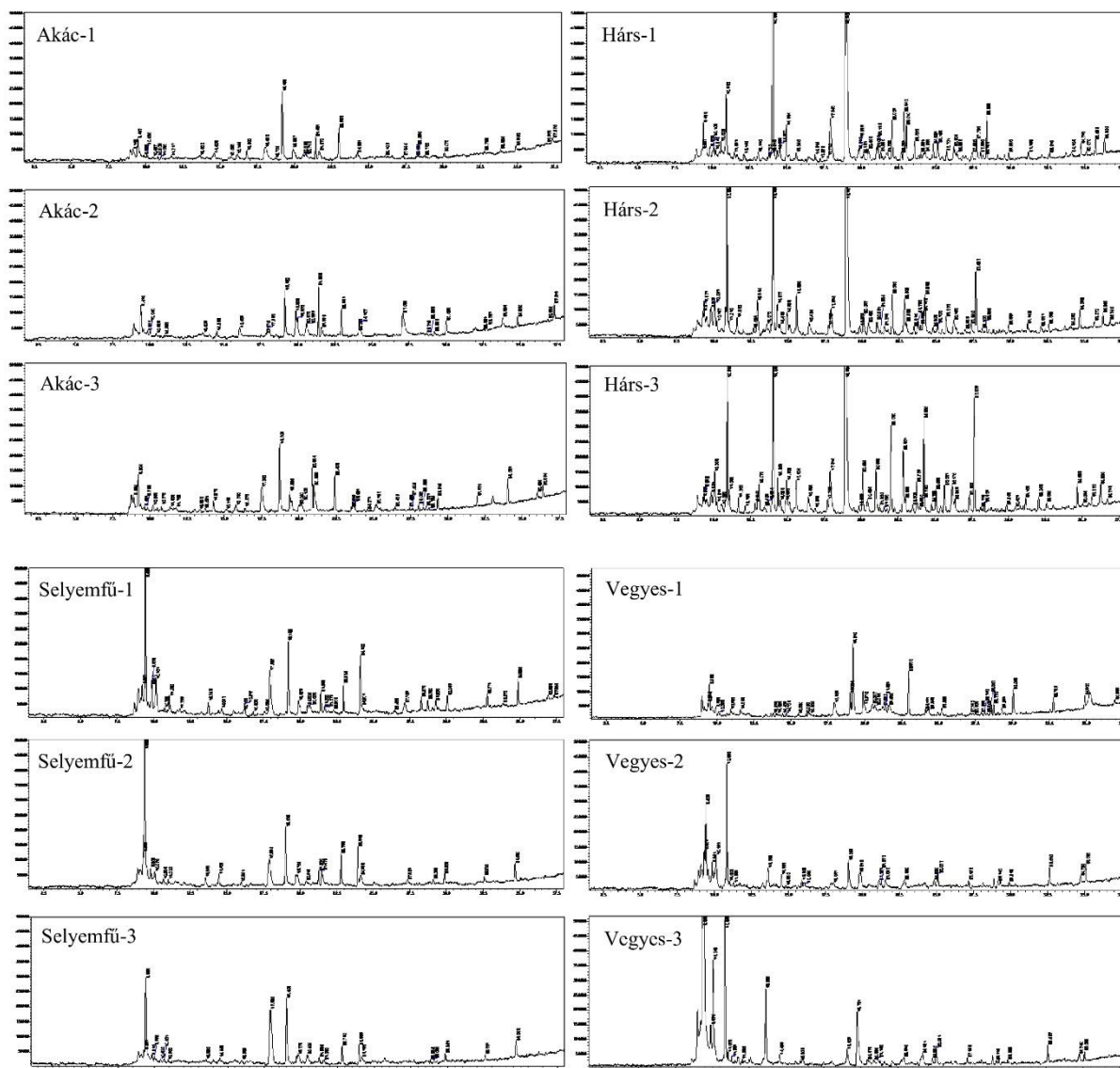
A mézek érzékszervi vizsgálata során kapott eredményeket a 4. táblázat tartalmazza. A vizsgálat során 4 különböző szempont (külső megjelenés, állomány, illat, íz) alapján, súlyzófaktorokat is figyelembe véve bírálták a mézeket. Az érzékszervi jellemzők alapján 5 különböző minőségi csoportot különböztetünk meg. Az általam vizsgált mézek minden esetben kiváló minősítést kaptak, ugyanis elérték a minimum 17,6 pontot a maximálisan adható 20 pontból. A mézek minden érzékszervi paraméter alapján megfeleltek az előírásoknak és a forrásnövény jellegzetes tulajdonságai minden esetben megjelentek bennük. Az akácmézeket jellemzően tükrös, világos citromsárga színnel, folyékony állománnyal, édes, enyhe illattal és akácós aromával jellemezték. A hársmézek többnyire áttetsző, világos színnel rendelkeztek, illetve folyékony állománnyal, édes, hársas illattal és édes, hársas ízzel. A selyemfűmézeket tükrös, világos borostyán színnel írták le, állományuk folyékony, illatuk édes, fűszeres, selyemkórós illatú volt, ízük édes, selyemkóró- és fűszeres aromájú, fűszeres utóízű.

4. táblázat: A vizsgált fajtamézek érzékszervi jellemzői

Érzékszervi jellemzők	Külső megjelenés	Állomány	Illat	Íz	Minőségi pontszám
Akác-1	tükrös, világos citromsárga színű	folyékony	édes, enyhe illatú	édes, enyhén akácos aromájú	19,2
Akác-2	áttetsző, világos citromsárga színű	folyékony	édes, enyhe illatú	édes, akácos aromájú	18,6
Akác-3	tükrös, halvány zölde citromsárga színű	folyékony	édes, enyhe illatú	édes, enyhén akácos aromájú	19,2
Hárs-1	áttetsző, világos borostyán színű	folyékony	hársas illatú	hársas aroma, kesernyés utóízzel	19,4
Hárs-2	tükrös, világos borostyán színű	folyékony	édes, hársas illatú	édes, enyhe hársas aromájú	19,2
Hárs-3	áttetsző, világos borostyán színű	folyékony	édes, fűszeres	édes, hársas és egyéb fűszeres aroma	18,6
Selemyfű-1	tükrös, világos borostyán színű	folyékony	édes, méz illatú	édes, enyhén fűszeres aromájú	18,4
Selyemfű-2	tükrös, borostyán színű	folyékony	édes, fűszeres illatú	édes, fűszeres utóízű	17,8
Selyemfű-3	homályos, világos borostyán színű	folyékony	édes, selyemkórós illatú	édes, vegyes virágméz és enyhén selyemkóró aromájú	19,4

5.3 A mézek illó komponens összetétele

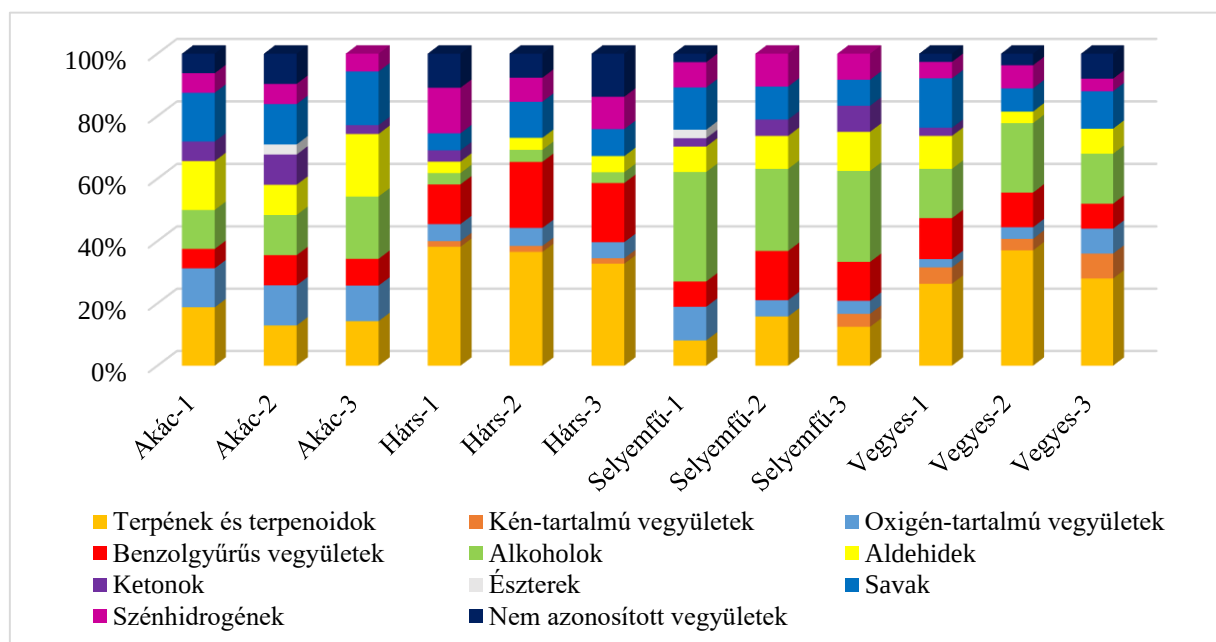
A 9. ábrán az akác-, hárs-, és selyemfűmézek tipikus kromatogramjai láthatók, melyből rögtön szembe tűnik, hogy a hársmézek sokkal több illó komponenst tartalmaznak, és ezek gyakran jóval nagyobb mennyiségben lelhetők fel az akác- és selyemfűmézekhez képest. Az eredmények részletezését a további alfejezetek tartalmazzák.



9. ábra: A vizsgált fajta- és vegyes virágmézek kromatogramjai

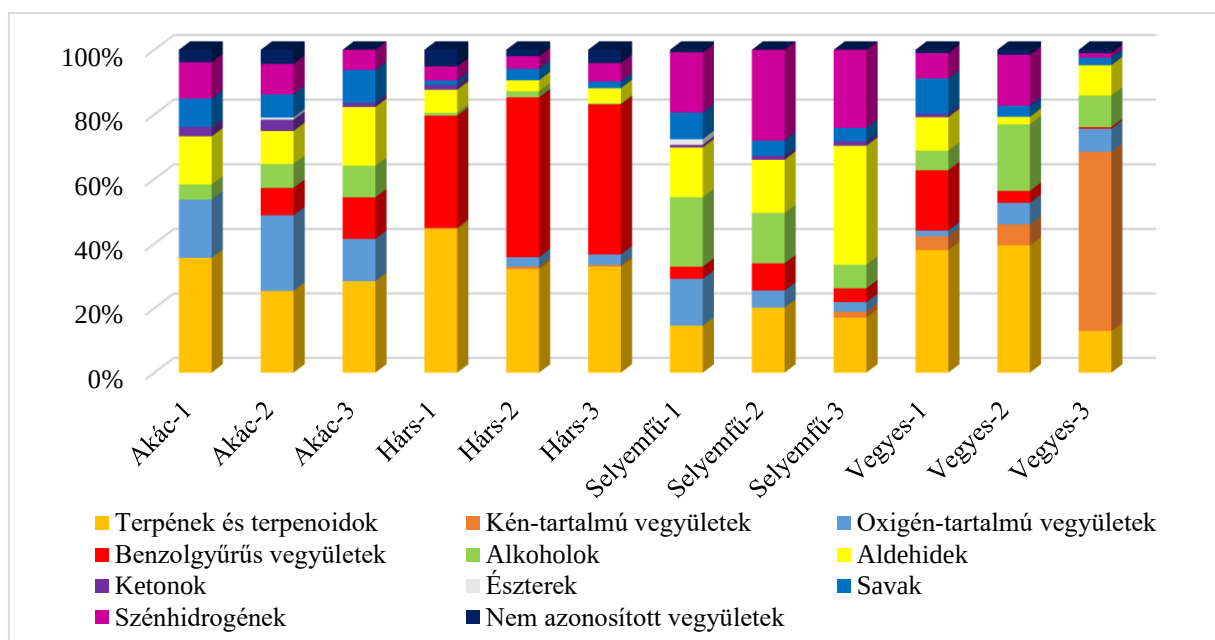
5.3.1 A mézek jellemző vegyületcsoportjai

A 10. ábra szemlélteti a vizsgált fajtamézekben, illetve vegyes virágmézekben azonosított vegyületcsoportok számának megoszlását. Látható, hogy a legnagyobb arányban a hárs- és vegyes mézekben detektáltam terpéneket és terpenoidokat, míg az alkoholok a selyemfű- akác- és vegyes mézekben voltak jelen nagy arányban. A hársmézekben a terpének mellett kiemelkedett a benzolgyűrűs vegyületek, illetve a szénhidrogének mennyisége.



10. ábra: A különféle csoportokba tartozó illékony vegyületek számának megoszlása a mintákban

A 11-es ábrán az illékony vegyületek területarányának megoszlását tüntettem fel a vizsgált mintákban. Látható, hogyha a vegyület %-os arányát is figyelembe vesszük, akkor jóval nagyobb különbségek adódnak az egyes esetekben. Az illat és aroma kialakításában fontos szerepet játszó terpének és terpenoidok minden mintában, de legnagyobb mennyiségben a hárs- és vegyes virágmézekben fordultak elő. A hársmézekben kiemelkedett a benzolgyűrűs vegyületek mennyisége, a selyemfűmézekben nagy arányban voltak jelen az alkoholok mellett az aldehidek és a szénhidrogének is. Szembetűnő a vegyes-3-as virágmézben jelenlévő kén-tartalmú vegyületek mennyisége, mely több mint az azonosított vegyületek felét adta.



11. ábra: A különféle csoportokba tartozó illékony vegyületek területarányának megoszlása a mintákban

5.3.2 Az akácméz illó komponensei

Az akácmézben általam azonosított illékony komponenseket kémiai osztályokba sorolva az 5. táblázat tartalmazza. Összesen 42 különböző komponenst azonosítottam. Az akácméz gazdag terpénekben, melyek hozzájárulnak a méz jellegzetes aromájának kialakításához, illetve alkoholokat, aldehideket és savakat is nagy számban tartalmaz. A terpének és terpenoidok között nagy arányban volt jelen a *cisz-linalol oxid* és a *linalol*, melyet Nguyen és mtsai. is igazoltak, a *cisz-linalol oxidot* az akácméz botanikai marker vegyületeként azonosították (Nguyen és mtsai., 2023). Ezt a komponenst az akác-1-es mintában mértem a legnagyobb mennyiségben, mely összhangban van a pollenanalízis eredményeivel, ugyanis ez a méz tartalmazta a legtöbb akácpollent. Soria és mtsai.-hoz hasonlóan, szintén kimutattam a mintákban *hotrienolt*, *benzaldehydet* és különböző elágazó szénláncú alkoholokat is (Soria és mtsai., 2009). Érdekes még megfigyelni a minták *5-hidroxi-metil-furfural (HMF)* tartalmát, megállapítható, hogy magasan a legnagyobb koncentrációt a második méz esetén kaptam. A HMF nagy mennyiségű jelenléte utalhat túlzott hőkezelésre, vagy meleg helyen történő hosszú tárolásra.

5. táblázat: Az akácmézekben azonosított illó komponensek terület%-ban kifejezve

RI	Komponensek	Akác-1	Akác-2	Akác-3
	Terpének és terpenoidok	33,68 ± 0,79	25,78 ± 0,75	27,61 ± 2,32
1415	<i>cisz-linalol oxid</i>	20,30 ± 2,61	10,15 ± 1,15	12,39 ± 1,84
1517	<i>linalol</i>	5,88 ± 0,49	9,72 ± 0,59	7,75 ± 2,95
1588	<i>hotrienol</i>	6,34 ± 1,47	5,48 ± 1,16	6,59 ± 2,67

1671	terpineol	-	-	0,34 ± 2,07
1741	epoxilinalol	0,49 ± 0,08	-	-
1819	béta-damaszcenon	0,31 ± 0,02	-	0,54 ± 2,07
1862	geranil-aceton	0,36 ± 0,05	0,43 ± 0,09	-
	Oxigéntartalmú heterociklikus vegyületek	17,05 ± 0,88	23,83 ± 1,10	12,76 ± 2,25
1447	furfural	7,89 ± 1,82	5,66 ± 0,42	6,11 ± 1,00
1645	2-furánmetanol	3,61 ± 0,80	3,41 ± 0,35	1,52 ± 2,20
1760	5-hidroxi-metil-furfural	2,75 ± 0,19	11,48 ± 2,88	3,23 ± 2,36
2246	2,3-dihidro-3,5-dihidroxi-6-metil-4H-pirán-4-on	2,80 ± 0,70	3,28 ± 0,76	1,90 ± 3,45
	Benzolgyűrűs vegyületek	5,36 ± 0,45	8,59 ± 0,16	12,53 ± 2,34
1525	benzaldehyd	3,68 ± 0,66	3,63 ± 0,08	9,23 ± 2,39
1871	benzil-alkohol	-	1,67 ± 0,31	0,78 ± 2,10
1912	fenil-etil-alkohol	1,68 ± 0,23	3,29 ± 0,09	2,52 ± 2,54
	Alkoholok	4,43 ± 0,16	7,51 ± 0,22	9,47 ± 1,49
1043	2-metil-3-butén-2-ol	0,63 ± 0,12	0,82 ± 0,14	1,27 ± 1,17
1161	3-metil-1-butanol	0,92 ± 0,13	-	0,84 ± 1,16
1206	3-metil-3-butén-1-ol	1,03 ± 0,20	1,14 ± 0,19	1,93 ± 1,17
1263	3-metil-2-butén-1-ol	-	-	1,72 ± 1,39
1302	1-hexanol	1,85 ± 0,20	-	1,17 ± 1,07
1460	2-nonen-1-ol	-	4,85 ± 0,38	-
1636	1-nonanol	-	0,70 ± 0,17	0,69 ± 2,08
1831	1-dodekanol	-	-	1,85 ± 2,40
	Aldehydekek	14,03 ± 0,73	10,36 ± 0,66	17,68 ± 2,47
997	3-metil- butanal	1,34 ± 0,29	0,57 ± 0,14	0,42 ± 9,11
1068	hexanal	1,46 ± 0,18	-	0,77 ± 1,13
1080	2-metil-2-butenal	-	-	0,70 ± 1,04
1169	3-metil-2-butenal	-	-	0,79 ± 1,19
1244	oktanal	1,41 ± 0,33	-	0,90 ± 1,07
1360	nonanal	8,30 ± 2,61	7,15 ± 1,61	12,28 ± 1,32
1477	dekanal	1,52 ± 0,25	2,64 ± 0,23	1,82 ± 2,42
	Ketonok	2,74 ± 0,10	3,54 ± 0,16	1,23 ± 1,18
1016	2,3-butándion	0,75 ± 0,11	0,76 ± 0,03	1,23 ± 1,18
1280	3-metil-2-butanon	-	1,86 ± 0,32	-
1285	acetol	1,99 ± 0,08	-	-
1361	2-nonanon	-	0,92 ± 0,13	-
	Észterek	-	0,71 ± 0,12	-
1877	2-metil-, butil-észter-propánsav	-	0,71 ± 0,12	-
	Savak	8,3 ± 0,37	7,28 ± 0,19	9,91 ± 2,75
1481	hangyasav	4,27 ± 1,12	2,74 ± 0,34	1,77 ± 2,14
1758	pentánsav	-	-	0,97 ± 2,17
1826	hexánsav	0,56 ± 0,11	-	0,35 ± 2,07
2037	oktánsav	1,09 ± 0,21	1,74 ± 0,22	1,73 ± 3,19
2133	nonánsav	1,77 ± 0,34	2,00 ± 0,07	4,11 ± 3,69
2227	dekánsav	0,61 ± 0,05	0,80 ± 0,13	0,98 ± 3,24
	Szénhidrogének	10,61 ± 1,04	9,57 ± 0,93	6,07 ± 9,09
969	oktán	9,41 ± 2,07	8,02 ± 1,69	5,05 ± 9,05
988	2,4-dimetilhexán	1,20 ± 0,01	1,55 ± 0,16	1,02 ± 9,12
	Nem azonosított vegyületek	3,64 ± 0,41	4,43 ± 0,30	-
1162	nem azonosított	-	0,87 ± 0,16	-
1398	nem azonosított	0,88 ± 0,17	-	-
2039	nem azonosított	-	0,60 ± 0,10	-
2099	nem azonosított	2,76 ± 0,65	2,96 ± 0,63	-

5.3.3 A hársmez illó komponensei

A vizsgált hársmézekben mért illó komponenseket a 6. táblázat tartalmazza kémiai osztályokba csoportosítva a vegyületeket. A legtöbb illékony komponenst a hársmézekben

azonosítottam, összesen 69-et. A legtöbb vegyület a terpének és terpenoidok csoportjába tartozik, ezen belül kiemelném a transz-3(10)-karén-2-olt, melyet minden mintában a legnagyobb mennyiségben azonosítottam. A vegyületet Nguyen és mtsai. (2023), az o-cimén és a gamma-terpinén mellett a hársmézekre jellemző vegyületeként azonosították. Alacsonyabb koncentrációban egyéb terpének, például a rózsa-oxid és a citronellsav is jelen voltak a hársmézek gőzterében, melyek esetleges botanikai markereknek tekinthetők. A terpének és terpenoidokon kívül nagy mennyiségben azonosítottam szénhidrogéneket, illetve benzolgyűrűs vegyületeket, ilyen például a kuminol, az (1-metil-etil)-benzol, az 1-metil-4-(1-metilpropil)-benzol, vagy a legnagyobb mennyiségben jelenlévő 1-metil-4-(1-metil-etil)-benzol. Érdekes, hogy ezek a vegyületek mindegyik hársmézben jelen voltak, bár a szakirodalomban nem tisztázott, hogy ezek növényi eredetűek vagy esetlegesen környezeti szennyezők hatására kerültek a mézekbe.

6. táblázat: A hársmézekben azonosított illó komponensek terület%-ban kifejezve

RI	Komponensek	Hárs-1	Hárs-2	Hárs-3
	Terpének és terpenodiok	43,96 ± 0,17	32,12 ± 0,26	32,87 ± 0,10
1130	alfa-fellandré	-	0,33 ± 0,05	0,44 ± 0,08
1141	alfa-terpinén	-	-	1,20 ± 0,12
1143	2-karén	0,46 ± 0,10	2,42 ± 0,34	-
1163	szabinén	-	0,69 ± 0,08	-
1171	béta-fellandré	0,14 ± 0,03	-	0,47 ± 0,02
1187	transz-3(10)-karén-2-ol	24,32 ± 2,02	10,45 ± 1,35	9,31 ± 0,42
1202	gamma-terpinén	0,64 ± 0,15	2,10 ± 0,34	1,67 ± 0,07
1229	o-cimén	2,16 ± 0,09	1,68 ± 0,38	1,20 ± 0,10
1318	transz-rózsa-oxid	0,41 ± 0,05	-	-
1336	rózsa-oxid	0,14 ± 0,03	0,56 ± 0,09	0,14 ± 0,02
1467	mentofurán	0,32 ± 0,02	1,30 ± 0,07	2,37 ± 0,19
1520	linalol	0,38 ± 0,04	0,17 ± 0,02	0,20 ± 0,02
1556	3,9-epoxi-p-menta-1,8(10)-dién	2,45 ± 0,10	2,76 ± 0,46	4,09 ± 0,07
1592	hotrienol	3,40 ± 0,03	-	-
1594	4-terpineol	-	2,34 ± 0,48	3,24 ± 0,07
1626	limonén epoxid	1,20 ± 0,05	-	-
1683	citrál	0,83 ± 0,05	-	-
1684	6,6-dimetil-2-vinilidénbicyclo[3.1.1]heptán	-	0,41 ± 0,09	-
1697	izoborneol	1,00 ± 0,07	0,64 ± 0,14	1,01 ± 0,11
1817	2-karén-10-al	1,27 ± 0,24	3,87 ± 0,53	5,13 ± 0,28
1848	p-cimén-8-ol	2,36 ± 0,22	0,57 ± 0,08	0,41 ± 0,06
1943	tujén-2-on	-	-	0,18 ± 0,03
1977	alfa-terpinolén	0,39 ± 0,02	0,44 ± 0,06	0,57 ± 0,14
2112	terezsantalol	0,18 ± 0,03	0,20 ± 0,05	-
2156	izotimol	0,20 ± 0,04	-	0,09 ± 0,01
2185	timol	0,88 ± 0,18	0,29 ± 0,03	0,31 ± 0,02
2213	citronellsav	0,83 ± 0,08	0,90 ± 0,22	0,84 ± 0,06
	Kén-tartalmú vegyületek	0,42 ± 0,07	0,74 ± 0,17	0,50 ± 0,12
968	dimetil-szulfid	0,42 ± 0,07	0,74 ± 0,17	0,50 ± 0,12
	Oxigén-tartalmú vegyületek	1,63 ± 0,04	2,92 ± 0,10	3,25 ± 0,12
992	2-metil- furán	0,64 ± 0,05	0,73 ± 0,04	0,74 ± 0,07
1454	furfural	0,38 ± 0,05	0,85 ± 0,01	0,33 ± 0,06
1508	3,6-dimetil-2,3,3a,4,5,7a-hexahidrobenezofurán	0,61 ± 0,02	1,34 ± 0,26	2,18 ± 0,22

	Benzolgyűrűs vegyületek	34,19 ± 0,33	49,37 ± 0,35	46,4 ± 0,32
1042	1-metil-etil-benzol	3,54 ± 0,36	7,22 ± 1,37	6,58 ± 0,43
1224	sztirol	-	-	0,35 ± 0,03
1297	alfa-metil-sztirol	-	1,45 ± 0,18	1,06 ± 0,06
1413	1-metil-4-(1-metil-etil)-benzol	27,64 ± 1,62	33,01 ± 1,64	26,97 ± 1,94
1532	benzaldehyd	-	0,59 ± 0,05	-
1635	6-allil-2-krezol	-	-	1,55 ± 0,16
1637	2-allil-4-metil-fenol	-	0,83 ± 0,12	-
1658	kuminol	0,30 ± 0,04	2,35 ± 0,18	4,65 ± 0,16
1723	4,7-dimetil- benzofurán	0,52 ± 0,03	1,08 ± 0,08	1,38 ± 0,28
1747	1-metil-4-(1-metilpropil)-benzol	1,16 ± 0,10	1,31 ± 0,03	1,95 ± 0,19
1802	kuminal	0,65 ± 0,14	0,66 ± 0,09	0,96 ± 0,18
1917	fenil-etil-alkohol	0,38 ± 0,04	0,42 ± 0,03	0,33 ± 0,03
2018	2,4-dimetil-fenil-alkohol	-	0,45 ± 0,09	0,62 ± 0,11
	Alkoholok	0,9 ± 0,08	1,88 ± 0,14	0,32 ± 0,02
1004	5-metil-5-hexén-2-ol	0,55 ± 0,10	1,51 ± 0,21	-
1532	1-oktanol	-	-	0,21 ± 0,04
1644	1-nonanol	0,35 ± 0,05	0,37 ± 0,07	0,11 ± 0,00
	Aldehydekek	7,01 ± 0,19	3,4 ± 0,25	4,65 ± 0,16
1023	pentanal	-	-	0,45 ± 0,09
1366	nonanal	5,97 ± 0,21	2,56 ± 0,32	3,35 ± 0,30
1482	dekanal	1,04 ± 0,16	0,84 ± 0,17	0,85 ± 0,10
	Ketonok	1,48 ± 0,07	-	-
1513	1-(1,4-dimetil-3-ciklohexén-1-il)-etanon	1,16 ± 0,10	-	-
1830	damaszcenon	0,32 ± 0,04	-	-
	Savak	1,35 ± 0,04	3,58 ± 0,08	2,1 ± 0,04
1653	2-metil-butánsav	-	1,15 ± 0,04	0,36 ± 0,04
1783	3-metil-pentánsav	-	0,35 ± 0,03	-
1836	hexánsav	0,23 ± 0,05	0,21 ± 0,04	0,23 ± 0,02
2043	oktánsav	0,35 ± 0,07	0,37 ± 0,10	0,31 ± 0,02
2140	nonánsav	0,77 ± 0,01	1,19 ± 0,25	1,01 ± 0,11
2234	dekánsav	-	0,31 ± 0,02	0,19 ± 0,01
	Szénhidrogének	4,29 ± 0,07	3,88 ± 0,19	5,66 ± 0,11
972	oktán	1,47 ± 0,06	0,74 ± 0,16	0,38 ± 0,06
1002	5-metil-1,4-hexadién	-	-	2,10 ± 0,30
1010	1,6-dimetil-hepta-1,3,5-trién	-	0,44 ± 0,10	-
1011	5-(1,1-dimetil-etil)- 1,3-ciklopentadién	0,40 ± 0,09	-	-
1027	dekán	0,52 ± 0,11	-	-
1068	butil-ciklohexán	0,40 ± 0,09	-	-
1075	1-metilén-3-(1-metil-etilidén)-ciklopentán	-	0,85 ± 0,03	0,76 ± 0,10
1098	1,5-dimetil-1,4-ciklohexadién	0,47 ± 0,11	-	0,37 ± 0,05
1259	1,2,4-trisz(metilén)-ciklohexán,	0,40 ± 0,03	1,85 ± 0,45	1,40 ± 0,07
1357	2,2,3,5,5,6,6-heptametil-3-heptén	0,22 ± 0,04	-	0,65 ± 0,10
1585	3,5,5-trimetil-ciklohexén	0,41 ± 0,04	-	-
	Nem azonosított vegyületek	5,08 ± 0,07	1,96 ± 0,08	4,11 ± 0,07
1009	nem azonosított	-	-	0,44 ± 0,10
1047	nem azonosított	-	0,36 ± 0,08	-
1048	nem azonosított	-	-	0,71 ± 0,06
1159	nem azonosított	-	-	0,36 ± 0,05
1176	nem azonosított	0,26 ± 0,02	-	-
1209	nem azonosított	0,88 ± 0,13	0,34 ± 0,05	0,48 ± 0,06
1456	nem azonosított	0,99 ± 0,04	-	-
1541	nem azonosított	0,52 ± 0,07	-	-
1600	nem azonosított	1,98 ± 0,12	0,78 ± 0,10	0,89 ± 0,12
1623	nem azonosított	-	0,48 ± 0,07	0,32 ± 0,05
1682	nem azonosított	-	-	0,36 ± 0,01
1755	nem azonosított	-	-	0,55 ± 0,07
1756	nem azonosított	0,45 ± 0,03	-	-

5.3.4 A selyemfűméz illó komponensei

A selyemfűmézben identifikált illékony vegyületeket a 7. táblázatban foglaltam össze kémiai osztályokba csoportosítva. A vizsgált mézek közül az akácméz mellett a selyemfűméz volt a legszegényebb illó komponensekben, 42 vegyületet azonosítottam a mintákban. A vizsgált vegyületcsoportok közül egyértelműen kiemelkednek az alkoholok, a legtöbb komponenst itt azonosítottam. Közülük is kiemelném az 1-nonanolt, melyet a legnagyobb mennyiségben mértem mindhárom mintában és amelyet már Kasperné (2002) is identifikált a selyemfű virágban és mézben is mint jellemző komponens a szintén jelentős mennyiségben jelenlévő, aldehidek csoportjába tartozó nonanal mellett. Viszonylag nagy arányban fordult elő a selyemfű-1-es mintában a HMF, mely ugyancsak a túlzott hőkezelés, illetve nem megfelelő tárolás következménye.

7 táblázat: A selyemfűmézekben azonosított illó komponensek terület%-ban kifejezve

RI	Komponensek	Selyemfű-1	Selyemfű-2	Selyemfű-3
	Terpének és terpenoidok	14,86 ± 0,31	19,15 ± 0,83	17,27 ± 1,12
1417	cisz-linalol oxid	9,96 ± 0,11	11,65 ± 1,90	12,84 ± 2,73
1520	linalol	2,03 ± 0,45	2,40 ± 0,29	1,08 ± 0,22
1591	hotrienol	2,87 ± 0,36	5,10 ± 0,31	3,35 ± 0,41
	Kén-tartalmú vegyületek	-	-	1,81 ± 0,51
966	dimetil-szulfid	-	-	1,81 ± 0,51
	Oxigén-tartalmú heterociklikus vegyületek	14,83 ± 0,43	5,04 ± 0,19	3,00 ± 0,07
1452	furfural	3,37 ± 0,73	5,04 ± 0,19	3,00 ± 0,07
1654	2-furánmetanol	0,93 ± 0,02	-	-
1787	5-hidroxi-metil-furfural	9,97 ± 0,93	-	-
2260	2,3-dihidro-3,5-dihidroxi-6-metil-4H-pirán-4-on	0,56 ± 0,04	-	-
	Benzolgyűrűs vegyületek	3,83 ± 0,11	8,01 ± 0,42	4,29 ± 0,23
1532	benzaldehyd	0,53 ± 0,12	4,82 ± 0,83	-
1651	benzol-acetaldehyd	-	-	1,39 ± 0,25
1882	benzilalkohol	1,20 ± 0,15	0,83 ± 0,06	0,78 ± 0,19
1918	fenil-etil-alkohol	2,10 ± 0,06	2,36 ± 0,36	2,12 ± 0,26
	Alkoholok	22,02 ± 0,21	14,84 ± 0,3	7,38 ± 0,13
1004	etilalkohol	5,98 ± 0,19	2,70 ± 0,39	-
1043	2-metil-3-butén-2-ol	-	-	0,44 ± 0,09
1081	2-metil-1-propanol	0,56 ± 0,08	-	-
1165	3-metil-1-butanol	2,20 ± 0,16	1,71 ± 0,44	0,44 ± 0,09
1207	3-metil-3-butén-1-ol	1,04 ± 0,05	2,12 ± 0,08	0,91 ± 0,10
1277	3-metil-2-butén-1-ol	0,61 ± 0,18	1,02 ± 0,05	0,48 ± 0,06
1285	2-metil-1-pentanol	1,56 ± 0,35	-	-
1312	1-hexanol	0,50 ± 0,08	-	-
1348	(Z)-3-Hexen-1-ol	0,54 ± 0,08	-	-
1534	1-oktanol	0,42 ± 0,07	-	0,98 ± 0,05
1564	2,3-butándiol	0,50 ± 0,08	-	-
1644	1-nonanol	6,01 ± 1,01	7,29 ± 0,52	3,48 ± 0,44
1757	1-dekanol	0,42 ± 0,12	-	-
1865	1-dodekanol	1,68 ± 0,34	-	0,65 ± 0,08
	Aldehidek	15,66 ± 0,58	15,62 ± 1,08	37,11 ± 0,38
988	3-metil-butanal	-	-	1,64 ± 0,11
1048	3-metil-pentanal	2,20 ± 0,30	-	-
1364	nonanal	11,51 ± 1,18	13,88 ± 1,75	31,92 ± 0,59

1481	dekanal	1,95 ± 0,27	1,74 ± 0,41	3,55 ± 0,44
	Ketonok	0,83 ± 0,09	1,18 ± 0,11	1,37 ± 0,15
1017	2,3-butándion	-	-	0,50 ± 0,08
1030	3-hexén-2-on	0,83 ± 0,09	1,18 ± 0,11	0,87 ± 0,22
	Észterek	1,76 ± 0,25	-	-
991	etil-acetát	1,76 ± 0,25	-	-
1798	2-hidroxi-, metil-észter-benzoészav	-	-	-
	Savak	8,46 ± 0,21	4,47 ± 0,21	4,22 ± 0,38
1489	hangyasav	1,97 ± 0,19	-	-
1841	hexánsav	1,37 ± 0,24	-	-
2043	oktánsav	1,47 ± 0,11	1,18 ± 0,16	1,13 ± 0,20
2141	nonánsav	3,10 ± 0,49	3,29 ± 0,26	3,09 ± 0,56
2240	dekánsav	0,55 ± 0,04	-	-
	Szénhidrogének	18,95 ± 0,44	26,65 ± 0,49	24,33 ± 2,65
962	heptán	0,62 ± 0,10	-	-
971	oktán	15,62 ± 0,91	24,65 ± 0,66	22,70 ± 5,10
991	2,4-dimetilhexán	2,71 ± 0,31	2,00 ± 0,32	1,63 ± 0,19
	Nem azonosított vegyületek	0,81 ± 0,64	-	-
2099	nem azonosított	0,81 ± 0,64	-	-

5.3.5 A vegyes virágméz illó komponensei

A fajtamézek mellett vegyes virágmézeket is vizsgáltam, az azonosított vegyületeket a 8. táblázatban foglaltam össze, szintén kémiai osztályokba sorolva a komponenseket. Az 50 identifikált komponens jelentős részét képezik a terpének és az alkoholok, valamint még a különböző savak is nagy mennyiségben voltak jelen. A kén-tartalmú vegyületek közül a dimetil-szulfid jelentős arányt adott a vegyes-3 mintában. Ezt a vegyületet azonosították szintén kimagasló mennyiségben török és citrus mézekben Ozcan-Sinir és mtsai. (2020). A terpének és terpenodiok közül mindhárom mintában azonosítottam az alfa-pinént, mely egy rendkívül gyakori vegyület a növényvilágban, a virágillatra jellemző alkotó (Ammann, 2009). Az alfa-pinénen kívül, szintén nagy területtel rendelkezett a cisz-linalol oxid és a hotrienol is.

8. táblázat: A vegyes virágmézekben azonosított illatkomponensek terület%-ban kifejezve

RI	Komponensek	Vegyes-1	Vegyes-2	Vegyes-3
	Terpének és terpenoidok	37,53 ± 0,20	39,49 ± 0,37	12,97 ± 0,24
1039	alfa-pinén	2,12 ± 0,35	20,30 ± 1,26	9,62 ± 1,09
1059	kamfén	-	0,61 ± 0,07	0,29 ± 0,07
1186	transz-3(10)-karén-2-ol	0,79 ± 0,11	-	-
1225	o-cimén	-	0,73 ± 0,11	-
1419	cisz-linalol oxid	16,55 ± 0,22	7,62 ± 0,55	-
1522	linalol	1,16 ± 0,23	0,84 ± 0,17	-
1593	hotrienol	9,43 ± 0,51	1,61 ± 0,39	-
1595	4-terpineol	-	-	0,59 ± 0,03
1683	citrál	-	1,19 ± 0,23	0,45 ± 0,04
1696	alfa-terpineol	2,39 ± 0,22	2,33 ± 0,11	1,21 ± 0,31
1794	2-pinén-10-ol	0,58 ± 0,09	1,50 ± 0,21	0,34 ± 0,01
1825	2-karén-10-al	0,68 ± 0,14	-	-
1835	béta-damaszcenon	0,86 ± 0,04	-	-
1855	p-cimén-8-ol	2,97 ± 0,10	-	-
2156	timol	-	2,76 ± 0,59	0,47 ± 0,10

	Kén-tartalmú vegyületek	4,23 ± 0,45	6,48 ± 1,38	55,71 ± 1,09
968	dimetil-szulfid	2,55 ± 0,72	6,48 ± 1,38	55,34 ± 2,10
1083	dimetil-diszulfid	1,68 ± 0,18	-	0,37 ± 0,07
	Oxigén-tartalmú heterociklikus vegyületek	1,75 ± 0,18	6,72 ± 1,57	7,12 ± 0,58
1453	furfural	1,75 ± 0,18	6,72 ± 1,57	6,89 ± 1,11
1502	2-acetilfurán	-	-	0,23 ± 0,05
	Benzolgyűrűs vegyületek	18,44 ± 0,38	3,66 ± 0,12	0,5 ± 0,03
1415	alfa-4-dimetil-sztirol	6,13 ± 0,86	-	-
1534	benzaldehyd	1,67 ± 0,23	1,54 ± 0,15	-
1660	benzol-acetaldehyd	2,89 ± 0,28	-	-
1884	benzilalkohol	1,79 ± 0,09	0,85 ± 0,12	0,24 ± 0,03
1920	fenil-etil-alkohol	5,96 ± 0,44	1,27 ± 0,09	0,26 ± 0,02
	Alkoholok	5,95 ± 0,15	20,56 ± 0,45	9,79 ± 0,27
1002	etilalkohol	-	10,04 ± 1,66	-
1044	2-metil-3-butén-2-ol	-	0,98 ± 0,27	-
1164	3-metil-1-butanol	0,78 ± 0,14	4,73 ± 0,28	7,11 ± 0,69
1209	3-metil-3-butén-1-ol	1,23 ± 0,30	2,65 ± 0,29	0,57 ± 0,12
1273	2-heptanol	0,44 ± 0,06	1,29 ± 0,14	0,32 ± 0,02
1275	2-metil-2-butén-1-ol	-	0,87 ± 0,08	-
1287	3-pentén-2-ol	1,32 ± 0,10	-	-
1650	1-nonanol	1,39 ± 0,19	-	-
1654	2,4-hexadién-1-ol	-	-	1,79 ± 0,25
1863	1-dodekanol	0,79 ± 0,13	-	-
	Aldehydekek	10,23 ± 0,27	2,36 ± 0,51	9,43 ± 0,56
1001	2-metil-butanal	-	-	9,01 ± 1,07
1003	pentanal	0,73 ± 0,04	-	-
1253	oktanal	0,96 ± 0,10	-	-
1367	nonanal	6,10 ± 0,49	2,36 ± 0,51	-
1483	dekanal	2,44 ± 0,46	-	0,42 ± 0,04
	Ketonok	1,01 ± 0,11	-	-
1204	4-metil-6-heptén-3-on	1,01 ± 0,11	-	-
	Savak	10,82 ± 0,28	3,43 ± 0,38	2,37 ± 0,16
1419	ecetsav	-	-	1,03 ± 0,21
1492	hangyasav	1,74 ± 0,41	-	-
1789	pentánsav	0,73 ± 0,09	-	-
1842	hexánsav	0,44 ± 0,05	-	-
2045	oktánsav	3,74 ± 0,57	2,68 ± 0,65	1,08 ± 0,18
2142	nonánsav	3,17 ± 0,39	0,75 ± 0,11	0,26 ± 0,08
2242	dekánsav	1,00 ± 0,19	-	-
	Szénhidrogének	7,74 ± 0,61	15,73 ± 0,55	1,35 ± 0,32
973	oktán	5,88 ± 0,81	12,81 ± 0,69	-
993	2,4-dimetilhexán	1,86 ± 0,40	2,92 ± 0,40	1,35 ± 0,32
	Nem azonosított vegyületek	1,02 ± 0,23	1,56 ± 0,19	1,06 ± 0,07
1048	nem azonosított	-	-	0,45 ± 0,06
1511	nem azonosított	-	1,56 ± 0,19	-
1513	nem azonosított	-	-	0,61 ± 0,08
1516	nem azonosított	1,02 ± 0,23	-	-

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Kutatásom célja volt három különböző fajtaméz, az akác-, hárs- és selyemfűmézek, valamint három vegyes virágméz illékony vegyületeinek vizsgálata, az aromaprofillal kapcsolatos következtetések levonása, illetve a lehetséges marker vegyületek megállapítása.

A kapott eredményeket vizsgálva elmondható, hogy az akác- és selyemfűmézek nemcsak érzékszervi tulajdonságaikat, hanem illó komponens profiljukat tekintve is hasonlóak, annak ellenére, hogy a két növényfaj eltérő taxonómiai csoportba tartozik. A linalol és származékai mindkét mézben nagy arányban előfordultak, ugyanakkor érdekes különbség, hogy az akácmézben a linalol területaránya jelentősen magasabb volt a selyemfűmészben kimutatott értékhez képest. A cisz-linalol oxid és a linalol mennyisége és egymáshoz viszonyított aránya fontos szerepet játszhat a két méz megkülönböztetésében. A két méz hasonlóságát a vegyületcsoportok eloszlása is megerősíti a mintákon belül, ugyanis szinte azonos arányban azonosítottam a különböző komponenseket. Az illó komponens összetétel hasonlósága feltehetően azt eredményezi, hogy a két fajtaméz hasonló aromával rendelkezik. Ez pedig egy magyarázatot ad arra, hogy a selyemfűmézet miért használják fel az akácméz hamisításhoz. A hársmézekben a többi vizsgált mintámhoz képest szignifikánsan több vegyületet azonosítottam, mely jól szemlélteti a hársmézek gazdag aromaprofilját. Több olyan potenciális marker vegyületet is identifikáltam, melyek lehetővé teszik a hársmézek megkülönböztetését az egyéb fajtamézektől. Ilyen volt a transz-3(10)-karén-2-ol, a rózsa-oxid és a citronellsav is.

Az eredményeim értékét növeli, hogy lehetőségem volt olyan mézeket vizsgálni, melyekre rendelkezésre állnak a pollenanalízis és érzékszervi vizsgálat eredményei, így bizonyítottan fajtamézeket vizsgáltam. Az általam azonosított vegyületek nem minden esetben állnak összhangban a témában korábban végzett kutatási eredményekkel. Ennek egyik lehetséges magyarázata, hogy az illó vegyületek összetétele a tárolás során folyamatosan változik. Szignifikáns különbségek adódhatnak abból is, hogy a pollen összetételt a kutatások többségében nem határozták meg, így az is elképzelhető, hogy nem valódi fajtamézet vizsgáltak más kutatásokban. További magyarázatot adhatnak a vizsgálati módszert érintő különbségek. Az illó komponensek vizsgálatánál meghatározó szerepet tölt be az extrakció során alkalmazott mintavevő szál. A kutatásom során egy DVB/CAR/PDMS (divinilbenzol/Carboxen/polidimetilsziloxán) szálát alkalmaztam, mely egy többkomponensű szilárdfázisú mikroextrakciós (SPME) adszorbens.

7. ÖSSZEFOGLALÁS

A méz az egyik legősibb, hagyományosan édesítésre használt élelmiszerünk. Számos értékes makro- és mikrotápanyagot tartalmaz, melyek hozzájárulhatnak a kiegyensúlyozott életmód részeként az egészségünk megőrzéséhez. Legnagyobb mennyiségben szénhidrátokat tartalmaz, azonban találunk még benne jó néhány hasznos tápanyagot, aminosavakat, ásványi anyagokat, vitaminokat és fenolos vegyületeket is. Nagy mennyiségben tartalmaz különböző aroma és illó komponenseket, melyek kellemes érzékszervi tulajdonságokat kölcsönöznek a méznek, így növelve élvezeti értékét.

Az utóbbi évtizedekben nagyon népszerű termékké vált a méz, megjelentek a magasabb minőséget képviselő, egyedibb termékek, ezáltal prémium terméknek tekinthető. Magas minősége mellett az emberi szervezetre gyakorolt jótékony hatásai is azt eredményezik, hogy napjainkban már a méz az egyik legtöbbet hamisított élelmiszer a világon. A mézhamisítás az egyik legnagyobb problémája a méhészetnek, ugyanis felderítésük komoly kihívást jelent. A cél, hogy a fogyasztók asztalára megfelelő minőségű, bizonyított összetételű és igazolt földrajzi- és botanikai eredettel rendelkező mézek kerüljenek.

Ebben segítenek a mikroszkópos pollenanalízis, illetve a mézek érzékszervi vizsgálata, melyek régóta alkalmazott eszközei az eredetazonosításnak. Azonban sok esetben a mézekben a forrásnövény pollenje alulreprezentált, a relatív pollenszám nem tükrözi az elsődleges virág- illetve nektárforrást. Ilyen például az akác- és a hársmez is, valamint a selyemfűmez, mely esetében a pollen egyáltalán nem kerül bele a mézbe. Ezekben az esetekben a botanikai eredetazonosítás során a mikroszkópos elemzés mellett felértékelődik az érzékszervi vizsgálatok szerepe. Mindkét vizsgálat idő- és szakértelemigényes, valamint objektivitásukkal kapcsolatban is felmerültek kételyek. Éppen ezért a gyorsabb és objektívebb műszeres módszerek kidolgozása is fontos, melyek segítik a botanikai eredetre vonatkozó következtetések levonását.

Kutatásom célja volt 3 fajtaméz, az akác (*Robinia pseudoacacia*), a hárs (*Tiliaceae*) és a selyemfű (*Asclepias syriaca*) mézek, illetve 3 vegyes virágméz illékony vegyületeinek a vizsgálata, a mézek aromájával kapcsolatos következtetések levonása, valamint potenciális marker vegyületek azonosítása. A mézek illékony komponenseinek meghatározásához GC-MS-t alkalmaztam. A mintákon elvégzett mikroszkópos pollenanalízis, illetve érzékszervi vizsgálatok eredményei igazolták, hogy az általam elvégzett illó vegyületek vizsgálata fajtamézeken történt.

Az akácmézek esetén nagy számban sikerült azonosítanom terpéneket, alkoholokat, aldehideket és savakat. A terpének és terpenodiok közül kiemelt jelentőséggel bír a linalol és a botanikai marker vegyületként is azonosított cisz-linalol oxid. A pollenanalízis és aromavizsgálat eredményei összhangban álltak, hiszen a legnagyobb akác pollen tartalommal rendelkező akác-1-es mintában mértem a legmagasabb cisz-linalol oxid tartalmat. Mellettük azonosítottam még hotrienolt, benzaldehidet és különböző elágazó szénláncú alkoholokat is.

A legtöbb illékony vegyületet a hársmézekben detektáltam, az azonosított komponensek nagy arányát szintén a terpének és terpenoidok osztálya adta. Jellemző vegyületként a transz-3(10)-karén-2-olt, a rózsá-oxidot és citronellsavat azonosítottam. Nagy mennyiségben azonosítottam szénhidrogéneket, illetve benzolgyűrűs vegyületeket, ilyen például a kuminol, az (1-metil-etil)-benzol, az 1-metil-4-(1-metilpropil)-benzol, vagy a legnagyobb mennyiségben jelenlévő 1-metil-4-(1-metil-etil)-benzol.

A selyemfűmézek esetén az alkoholok csoportja emelkedett ki az azonosított komponensek közül. Mindhárom vizsgált mintában kiemelkedő mennyiségben volt jelen az 1-nonanol, melyet már korábban azonosítottak, mint a selyemfű virág és –méz jellemző komponense. Ezenkívül viszonylag nagy arányban fordult elő a selyemfű-1-es mintában a HMF, mely a túlzott hőkezelés, valamint a nem megfelelő tárolás következménye.

Kutatásom során sor került vegyes virágmézek vizsgálatára is, melyekben nagy mennyiségben azonosítottam terpéneket és alkoholokat, illetve savakat is. A kén-tartalmú vegyületek közül a dimetil-szulfid jelentős arányt adott a vegyes-3 mintában, melyet már korábban azonosítottak ismeretlen botanikai eredetű és citrus mézekben. Mindhárom mintában azonosítottam az alfa-pinént, mely egy rendkívül gyakori vegyület a növényvilágban, a virágillatra jellemző alkotó. Az alfa-pinénen kívül, szintén nagy területtel rendelkezett a cisz-linalol oxid és a hotrienol is.

Összességében elmondható, hogy a műszeres méréseknek jelentős szerepe lehet a jövőben a mézek botanikai- és földrajzi eredetének vizsgálatában. Sok esetben hasznos információt nyújtanak, megerősítő, illetve kiegészítő mérésként is alkalmas használatuk.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Alqarni, Abdulaziz S., Ayman A. Owayss, Awad A. Mahmoud, és Mohammed A. Hannan. 2014. „Mineral Content and Physical Properties of Local and Imported Honey in Saudi Arabia”. *Journal of Saudi Chemical Society* 18(5):618–25. doi: 10.1016/j.jscs.2012.11.009.
- Amtmann Mária. 2009. „KÜLÖNLEGES FAJTAMÉZEK BOTANIKAI EREDETÉNEK ÉS ILLÓ KOMPONENSEINEK ÖSSZEFÜGGÉSE”. PhD értekezés. Budapest: Élelmiszertudományi Doktori Iskola.
- Anklam, Elke. 1998. „A Review of the Analytical Methods to Determine the Geographical and Botanical Origin of Honey”. *Food Chemistry* 63:549–62. doi: 10.1016/S0308-8146(98)00057-0.
- Bayraktar, Dilek, és Tomris Altuğ. 2011. „Investigation of the aroma impact volatiles in Turkish pine honey samples produced in Marmaris, Datça and Fethiye regions by SPME/GC/MS technique”. *International Journal of Food Science and Technology* 46:1060–65. doi: 10.1111/j.1365-2621.2011.02588.x.
- Bianchi, Federica, és Maria Careri. 2005. „Volatile norisoprenoids as markers of botanical origin of Sardinian strawberry-tree (*Arbutus unedo* L.) honey: Characterisation of aroma compounds by dynamic headspace extraction and gas chromatography-mass spectrometry”. *Food Chemistry* 89:527–32. doi: 10.1016/j.foodchem.2004.03.009.
- Bogdanov, Stefan. 2011. „Elaboration and Harvest of Honey”, in *Book of Honey*. Bee Hexagon Knowledge Network, pp. 1-7.
- Bogdanov, Stefan. 2017. „Honey Composition”, in *The Honey Book*. Bee Product Science, pp. 1-10.
- Bryant, Vaughn, és G. D. Jones. 2001. „The r-values of honey: Pollen coefficients”. *Palynology* 25:11–28. doi: 10.1080/01916122.2001.9989554.
- Castro, Lucia, M. Consuelo Hidalgo, M. A. González-Viñas, és M. S. Pérez-Coello. 2009. „Differentiation of monofloral citrus, rosemary, eucalyptus, lavender, thyme and heather honeys based on volatile composition and sensory descriptive analysis”. *Food Chemistry* 112:1022–30. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.06.036.
- Castro, Lucia, M. Consuelo Hidalgo, Emilia Guchu, és M. Pérez-Coello. 2006. „Analysis of volatile compounds of eucalypt honey by solid phase extraction followed by gas chromatography coupled to mass spectrometry”. *European Food Research and Technology* 224:27–31. doi: 10.1007/s00217-006-0284-2.
- Castro, Lucia, M. Consuelo Hidalgo, és M. S. Pérez-Coello. 2007. „Aroma composition and new chemical markers of Spanish citrus honeys”. *Food Chemistry* 103:601–6. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.08.031.
- Cianciosi, Danila, Tamara Yuliett Forbes-Hernández, Sadia Afrin, Massimiliano Gasparrini, Patricia Reboredo-Rodriguez, Piera Pia Manna, Jiaojiao Zhang, Leire Bravo Lamas, Susana Martínez Flórez, Pablo Agudo Toyos, José Luis Quiles, Francesca Giampieri,

- és Maurizio Battino. 2018. „Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits: A Review”. *Molecules* 23(9):2322. doi: 10.3390/molecules23092322.
- Czipa Nikolett. 2010. „Különböző eredetű mézek összehasonlító vizsgálata és a gyártmánykialakítás hatása a minőségre”. PhD értekezés. Debrecen: Hankóczy Jenő növénytermesztési és kertészeti tudományok doktori iskola.
- Da Silva, Priscila Missio, Cony Gauche, Luciano Valdemiro Gonzaga, Ana Carolina Oliveira Costa, és Roseane Fett. 2016. „Honey: Chemical Composition, Stability and Authenticity”. *Food Chemistry* 196:309–23. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.09.051.
- Di Girolamo, Francesco, Alfonsina D’Amato, és Pier Giorgio Righetti. 2012. „Assessment of the Floral Origin of Honey via Proteomic Tools”. *Journal of Proteomics* 75(12):3688–93. doi: 10.1016/j.jprot.2012.04.029.
- Escuredo, Olga, Montserrat Míguez, Maria Fernández-González, és M. Carmen Seijo. 2013. „Nutritional Value and Antioxidant Activity of Honeys Produced in a European Atlantic Area”. *Food Chemistry* 138(2–3):851–56. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.11.015.
- Európai Parlament. 2024. „Főbb tények Európa mézpiacáról”. *Témák | Európai Parlament*. Elérés 2024. október 6. (<https://www.europarl.europa.eu/topics/hu/article/20180222STO98435/fobb-tenyek-europa-mezpiacarol-infografika>).
- Európai Tanács. 2001. *A TANÁCS 2001/110/EK IRÁNYELVE (2001. december 20.) a mézről*. Köt. 13/27.
- FAOSTAT. 2024. „Crops and livestock products”. Elérés 2024. október 6. (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>).
- Feketéné Ferenczi, Aliz, István Szűcs, és Andrea Bauerné Gáthy. 2023. „Economic Sustainability Assessment of a Beekeeping Farm in Hungary”. *Agriculture* 13(6):1262. doi: 10.3390/agriculture13061262.
- Ferenczi, Aliz, István Szűcs, és Viktoria Vida. 2021. „A hazai méhészeti ágazat helyzetének elemzése (termelés, kereskedelem)”. *Táplálkozásmarketing* 8:21–34. doi: 10.20494/TM/8/2/2.
- IHC. 2009. „Harmonised methods of the international honey commission”.
- Karabagias, Ioannis K., Anastasia Badeka, Stavros Kontakos, Sofia Karabournioti, és Michael G. Kontominas. 2014. „Characterisation and Classification of Greek Pine Honeys According to Their Geographical Origin Based on Volatiles, Physicochemical Parameters and Chemometrics”. *Food Chemistry* 146:548–57. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.09.105.
- Kaškonienė, Vilma, és Petras R. Venskutonis. 2010. „Floral Markers in Honey of Various Botanical and Geographic Origins: A Review”. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9(6):620–34. doi: 10.1111/j.1541-4337.2010.00130.x.

- Kasparné Szél Zsuzsanna. 2006. „A SELYEMKÓRÓMÉZ KÉMIAI VIZSGÁLATA ÉS ÖSSZEHASONLÍTÁSA AZ AKÁCMÉZZEL”. PhD értekezés. Budapest, Élelmiszertudományi Doktori Iskola.
- KSH. 2023. „Tej-, tojás-, gyapjú-, toll- és méztermelés”. Elérés 2024. október 6. (https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0034.html).
- Lancioni, Carlina, Cecilia Castells, Roberto Candal, és Marcos Tascon. 2022. „Headspace Solid-Phase Microextraction: Fundamentals and Recent Advances”. *Advances in Sample Preparation* 3:100035. doi: 10.1016/j.sampre.2022.100035.
- Louveaux, J., Anna Maurizio, és G. Vorwohl. 1978. „Methods of Melissopalynology”. *Bee World* 59(4):139–57. doi: 10.1080/0005772X.1978.11097714.
- Magyar Élelmiszerkönyv. 2002. *Codex Alimentarius Hungaricus 1-3-2001/110 számú előírás Méz*.
- Manyi-Loh, Christy E., Roland N. Ndip, és Anna M. Clarke. 2011. „Volatile Compounds in Honey: A Review on Their Involvement in Aroma, Botanical Origin Determination and Potential Biomedical Activities”. *International Journal of Molecular Sciences* 12(12):9514–32. doi: 10.3390/ijms12129514.
- Mato, I., J. F. Huidobro, J. Simal-Lozano, és M. T. Sancho. 2006. „Rapid determination of nonaromatic organic acids in honey by capillary zone electrophoresis with direct ultraviolet detection”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(5):1541–50. doi: 10.1021/jf051757i.
- Mezőné Oravecz Titanilla. 2020. „A hazai mézpiac fogyasztói és szervezeti sajátosságainak marketing szemléletű összefüggései”. PhD értekezés. Gödöllő, Gazdaság- és regionális tudományi doktori iskola.
- MSZ 157. 2017. „A méz érzékszervi vizsgálata”.
- MSZ 6950-3. 2017. „A méz vizsgálata. 3. rész: Mikroszkópos vizsgálat”.
- Mucha, Laszlo, Titanilla Oravecz, Gedeon Totth, és Csaba Illés. 2021. „A magyar méz kereskedelmének komparatív előnyei [Comparative advantages of the Hungarian honey]”. *Agrárökonómiai tudományos folyóirat* 65(2021.1.):23–37. doi: 10.22004/ag.econ.309541.
- Nguyen, Thi Quynh Nhu, Mariana Hanková, Vojtěch Kružík, Adéla Grégrová, Tereza Škorpilová, Pavel Štarha, Van Nguyen Tran, és Helena Čížková. 2023. „Determination of volatile compound profiles and physico-chemical analysis of linden and acacia Czech honey”. *Journal of Apicultural Research* 62(2):374–82. doi: 10.1080/00218839.2022.2146346.
- Nyárs, Levente. 2001. „A MÉHÉSZETI ÁGAZAT HELYZETE ÉS FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEI”. *Agrárgazdasági Tanulmányok* (2001.8.):107.
- Oddo, Livia, Roberto Piro, Christian Flamini, Joel Lheritier, Harald Russmann, Werner Ohe, Panagiota Gotsiou, Sophia Karabournioti, Panagiotis Kefalas, Maria Passaloglou-Katrili, Andreas Thrasyvoulou, Gian Marcazzan, Maria Piana, Maria Piazza, Antonio

- Bentabol, és Stefan Bogdanov. 2004. „Main European Unifloral honeys: descriptive sheets”. <http://dx.doi.org/10.1051/apido:2004049> 35. doi: 10.1051/apido:2004049.
- Oravec, Titanilla, és Kovács Ildikó. 2019. „Sensory examination of honey and the effect of sensory characteristics on purchase decisions”. *Analecta Technica Szegedinensia* 13:64–71. doi: 10.14232/analecta.2019.1.64-71.
- Ozcan-Sinir, Gulsah, Omer U. Copur, és Sheryl A. Barringer. 2020. „Botanical and Geographical Origin of Turkish Honeys by Selected-ion Flow-tube Mass Spectrometry and Chemometrics”. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 100(5):2198. doi: 10.1002/jsfa.10244.
- Pohl, Pawel, Helena Stecka, Krzysztof Greda, és Piotr Jamroz. 2012. „Bioaccessibility of Ca, Cu, Fe, Mg, Mn and Zn from commercial bee honeys”. *Food Chemistry* 134(1):392–96. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.02.065.
- Polito, Joshua T., és B. Markus Lange. 2023. „Chapter Fourteen - Standard operating procedures for the comprehensive and reliable analysis of cannabis terpenes”. O. 381–419 in *Methods in Enzymology*. Köt. 680, *Biochemical Pathways and Environmental Responses in Plants: Part B*, szerkesztette J. Jez. Academic Press.
- Shapla, Ummay Mahfuza, Md. Solayman, Nadia Alam, Md. Ibrahim Khalil, és Siew Hua Gan. 2018. „5-Hydroxymethylfurfural (HMF) levels in honey and other food products: effects on bees and human health”. *Chemistry Central Journal* 12(1):35. doi: 10.1186/s13065-018-0408-3.
- Singh, Iqbal, és Sukhmeet Singh. 2018. „Honey moisture reduction and its quality”. *Journal of Food Science and Technology* 55(10):3861–71. doi: 10.1007/s13197-018-3341-5.
- Soares, Sónia, Joana S. Amaral, Maria Beatriz P. P. Oliveira, és Isabel Mafra. 2017. „A Comprehensive Review on the Main Honey Authentication Issues: Production and Origin”. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16(5):1072–1100. doi: 10.1111/1541-4337.12278.
- Soria, Ana Cristina, Jesús Sanz, és Isabel Martínez-Castro. 2009. „SPME Followed by GC–MS: A Powerful Technique for Qualitative Analysis of Honey Volatiles”. *European Food Research and Technology* 228(4):579–90. doi: 10.1007/s00217-008-0966-z.
- Tamás Melinda. 2018. „Comparative Study of Different Honies and the Effect of Thermal Processing their Some Properties”. *Műszaki Szemle* (70):37-47.
- Tedesco, Raffaello, Elisa Scalabrin, Valeria Malagnini, Lidija Strojnik, Nives Ogrinc, és Gabriele Capodaglio. 2022. „Characterization of Botanical Origin of Italian Honey by Carbohydrate Composition and Volatile Organic Compounds (VOCs)”. *Foods (Basel, Switzerland)* 11(16):2441. doi: 10.3390/foods11162441.
- Truzzi, Cristina, Anna Annibaldi, Silvia Illuminati, Carolina Finale, és Giuseppe Scarponi. 2014. „Determination of Proline in Honey: Comparison between Official Methods, Optimization and Validation of the Analytical Methodology”. *Food Chemistry* 150:477–81. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.11.003.

- Vida, Viktoria, és Aliz Ferenczi. 2023. „TRENDS IN HONEY CONSUMPTION AND PURCHASING HABITS IN THE EUROPEAN UNION”. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce* 17. doi: 10.19041/APSTRACT/2023/1/6.
- Viuda-Martos, Manuel, Yolanda Ruiz-Navajas, Juan Zaldivar, Victor Kuri, Juana Fernández-López, Angel Carbonell-Barrachina, és Jose Pérez-Álvarez. 2010. „Aroma profile and physico-chemical properties of artisanal honey from Tabasco, Mexico”. *International Journal of Food Science & Technology* 45:1111–18. doi: 10.1111/j.1365-2621.2010.02243.x.
- Von Der Ohe, Werner, Livia Persano Oddo, Maria Lucia Piana, Monique Morlot, és Peter Martin. 2004. „Harmonized Methods of Melissopalynology”. *Apidologie* 35(Suppl. 1):S18–25. doi: 10.1051/apido:2004050.
- Wardencki, Waldemar, Tomasz Chmiel, Tomasz Dymerski, Paulina Biernacka, és Beata Plutowska. 2009. „Application Of gas chromatography, mass spectrometry and olfactometry for quality assessment of selected food products”. *Ecological Chemistry and Engineering. S = Chemia i Inżynieria Ekologiczna. S* 16:287–300.
- Zábrowská, Blanka, és Lenka Vorlová. 2015. „Adulteration of honey and available methods for detection – a review”. *Acta Veterinaria Brno* 83:S85–102. doi: 10.2754/avb201483S10S85.