

**KÜLÖNLEGES FAJTAMÉZEK BOTANIKAI EREDETÉNEK ÉS
ILLÓ KOMPONENSEINEK ÖSSZEFÜGGÉSE**

AMTMANN MÁRIA

2009

**Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék**

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Dr. Fodor Péter
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Alkalmazott Kémia Tanszék

Témavezető: Dr. Szabó S. András
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék

A doktori iskola- és a témavezető jóváhagyó aláírása:

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, a műhelyvita során elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

**A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanács
2009.06.12-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi Bíráló
Bizottságot jelölte ki:**

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke

Farkas József MHAS, BCE

Tagjai

**Szalai Lajos CSc, BCE
Balla József, CSc, BMGE
Salgó András DSc, BMGE
Beczner Judit CSc, KÉKI**

Opponensek

**Kasparné Szél Zsuzsanna PhD, ÁTK Herceghalom
Kovács Tamás PhD, Kokoferm Kft.**

Titkár

Fodor Marietta CSc, BCE

A doktori iskola

megnevezése: Élelmiszertudományi Doktori Iskola

tudományága: Élelmiszertudományok

vezetője: Dr. Fodor Péter,
egyetemi tanár, DSc
Budapesti Corvinus Egyetem

Témavezető: Dr. Szabó S. András
Egyetemi tanár, DSc
Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék
Élelmiszertudományi Kar
Budapesti Corvinus Egyetem

A doktori iskola- és a témavezető jóváhagyó aláírása:

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, a műhelyvita során elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.

.....
Az iskolavezető jóváhagyása

.....
A témavezető jóváhagyása

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	1
2. CÉLKITŰZÉS.....	3
3. IRODALMI ÖSSZEFOGLALÁS.....	4
3.1. A méz készítői, a méhek.....	4
3.2. A méz alapanyagai.....	4
3.2.1. A nektár.....	4
3.2.2. A mézharmat.....	6
3.3. A méz keletkezése.....	7
3.4. A méhészet és a mézkereskedelem helyzete.....	9
3.5. Magyarországi mézfajták.....	10
3.6. A méz jellemzői, előírások és szabványok.....	12
3.7. A méz összetétele.....	13
3.7.1. Szénhidrát tartalom.....	13
3.7.2. Savtartalom és pH.....	15
3.7.3. Fehérjék, enzimek, aminosavak.....	16
3.7.4. Flavonoidok és fenolszármazékok.....	19
3.7.5. Ásványi anyagok.....	21
3.7.6. Egyéb komponensek.....	22
3.7.7. Aromaanyagok.....	23
3.7.8. Mézhamisítás.....	24
3.8. A fajtamézek azonosításának módszerei.....	25
3.8.1. Pollenvizsgálat alapján.....	25
3.8.2. Fizikai vagy kémiai tulajdonságok alapján.....	27
3.8.3. Marker vegyületek keresése alapján.....	28
3.8.4. Uniflorális mézek jellemző illó komponensei.....	28
3.8.5. Jellemző karotinoid-származékok.....	30
3.8.5. Mézek jellemző flavonoidjai és más fenol-vegyületei.....	30
3.8.6. Aromavizsgálati módszerek a méz-analitikában.....	31
3.9. A vizsgált minták tulajdonságai.....	34
3.9.1. Hárs (Tilia).....	34
3.9.2. Sóvirág (Limonium).....	35
3.9.3. Aranyvessző (Solidago).....	36
3.9.4. Levendula (Lavandula).....	37

3.9.5. Bodza (Sambucus).....	40
4. KÍSÉRLETI RÉSZ.....	44
4.1. Vizsgálati módszerek.....	44
4.1.1. Mintaelőkészítési módszerek.....	44
4.1.2. Elválasztási módszerek.....	46
4.2. Kiértékelési módszerek.....	47
4.2.1. Gázkromatográfiás mérések kiértékelése.....	47
4.2.2. Folyadékkromatográfiás mérések kiértékelése.....	47
4.3. Felhasznált anyagok.....	47
4.3.1. Vizsgálati minták.....	47
4.3.2. Felhasznált vegyszerek.....	48
5. EREDMÉNYEK, AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE.....	50
5.1. A kromatogramok bemutatása előtt.....	50
5.2. Az aromaspektrum módszer.....	51
5.2.1. A kromatogramok közvetlen összevetése.....	51
5.2.2. A kromatogramok normálása.....	53
5.3. Hárs eredmények.....	56
5.3.1. Hársvirág felvételek.....	56
5.3.2. A hársvirág illatkomponensei.....	57
5.3.3. Hársméz felvételek.....	60
5.3.4. A hársméz illatösszetétele.....	62
5.4. Sóvirág eredmények.....	64
5.4.1. Sóvirág felvételek.....	64
5.4.2. A sóvirág illatalkotói.....	67
5.4.3. Sóvirágméz felvételek.....	70
5.4.4. A sóvirágméz illatösszetétele.....	71
5.5. Levendula eredmények.....	76
5.5.1. Levendula felvételek.....	76
5.5.2. A levendula illatalkotói.....	77
5.5.3. Levendulaméz felvételek.....	79
5.5.4. A levendulaméz illatösszetétele.....	79
5.6. Bodza eredmények.....	83
5.6.1. Bodza felvételek.....	83
5.6.2. A bodzavirág illatkomponensei.....	84
5.6.3. Bodzaméz felvételek.....	87

5.6.4. A bodzaméz illatösszetétele	88
5.7. Aranyvessző eredmények.....	90
5.7.1. Aranyvesszővirág felvételek	90
5.7.2. Az aranyvessző virág illatkomponensei	92
5.7.3. Aranyvesszőméz felvételek.....	94
5.7.4. Az aranyvesszőméz illatkomponensei.....	95
5.8. Az illatszerkezeti kapcsolatok elemzése	100
5.8.1. A hársvirág és hársméz illatszerkezetének kapcsolata	100
5.8.2. A sóvirág és sóvirág-méz illatszerkezetének kapcsolata.....	108
5.8.3. A levendula és levendulaméz illatszerkezetének kapcsolata	111
5.8.4. A bodza és bodzaméz illatszerkezetének kapcsolata	113
5.8.5. Az aranyvessző és ~méz illatszerkezetének kapcsolata	116
6. ÖSSZEFOGLALÁS	124
7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	131
MELLÉKLETEK	

1. BEVEZETÉS

A méz a mézelő méhek (*Apis mellifera* L.) terméke. Az *Apis mellifera* (mézhozó méh) nevet Linné adta 1758-ban, később az *Apis mellifica* (mézkészítő méh) elnevezést javasolta. Ez utóbbi pontosabban leírja ugyan a méhek viselkedését (valójában a nektárt hozzák, a mézet pedig készítik belőle), mégis az irodalomban az *A. mellifera* név terjedt el, bár olykor találkozni az *A. mellifica* megnevezéssel is.

A méhek életét és termékeit már Arisztotelész, Plinius és Vergilius is tanulmányozta, de komoly ismeretekkel csak a tizenhatodik század óta rendelkezünk erről a témáról.

Hosszú ideig, az iparszerű cukorgyártás kezdetéig a méz volt az egyetlen édesítőszer, ezért is nevezték a cukornádból előállított cukrot régen nádméznek. Az egészséges táplálkozás terjedésével (és szerencsére divattá válásával) az üdvösnek nem nevezhető, ám sajnálatosan emelkedő cukorbevitel kultúrált és a táplálkozástudomány által elfogadhatóbb formát ölthet, a méz arányának növelésével az összes elfogyasztott szénhidrát mennyiségén belül.

Sok téves hiedelem is kapcsolódik a méznek mint természetes tápláléknak a fogyasztásához. Elterjedt az a nézet, hogy a mézet cukorbeteg is fogyaszthatják, pedig a méz cukorkotóinak jó része glükóz, amit a cukorbeteg szervezet nem tud feldolgozni. Fogyókúrázók számára sem ajánlható, mert kalóriatartalma hasonló a répacukoréhoz. A benne lévő vitaminok mennyisége igen csekély, ha mézből kívánnánk vitaminigényünket kielégíteni, több kilót kellene naponta elfogyasztanunk. Ásványi anyag tartalma hasznos lehet, de szem előtt kell tartanunk azt is, hogy a méhek nem tudják, hogy az autóutak mentén és más szennyezett területeken nem célszerű gyűjtögetni, ezért nem ajánlatos olyan ismeretlen származású mézet fogyasztani, aminek a növényvédőszer- vagy nehézfém-tartalmát nem ellenőrzik. A mézfogyasztás egészséges volta tehát nem ezekben a tényezőkben rejlik, hanem pl. abban, hogy a benne lévő szerves savak segítik az emésztést, aromaanyagai kellemessé teszik az ételek ízét. Enyhe hashajtó hatása miatt ülő foglalkozást űzőknek ajánlható cukor-helyettesítőként, s mivel sokan vannak a világon, akiknek nem a testsúlyfelesleg okoz gondot, hanem épp a túlzott soványság, a lábadozóknak, betegeknek, gyermekeknek is ajánlható, mivel könnyen felszívódó, sok energiát adó táplálék. Még enyhe nyugtató és könnyű alvást elősegítő hatását és leírták. (YANIV & RUDICH, 1997) A méznek egészen különleges tulajdonságait is kezdi felismerni az orvostudomány. A méz, mint háziser régóta ismert, torokfájás, köhögés ellen talán mindenki kapott egy kis mézet gyerekkorában. Ma azonban olyan betegségek gyógyítására is kipróbálták és alkalmasnak találták, amelyek sok modern szintetikus gyógyszerrel nem, vagy csak nagyon nehezen voltak gyógyíthatók. Sikeresen gyógyítottak mézzel *Helicobacter pylori* által okozott peptikus gyomorfekélyt is (ALI et al. 1991). Sőt, nemcsak belsőleg, hanem külsőleg, sérülések kezelésére is felhasználják (MOLAN 2002, MOLAN 2006). A méz sebgyógyító hatása legnagyobb mértékben annak tulajdonítható, hogy a tömény cukoroldat dehidratálja a seben előforduló baktériumokat, valamint a sebből szivárgó nedvekkel kölcsönhatásba lépve, azok a méz savasságát semlegesítik így a mézben lévő glükóz-oxidáz aktiválódik, kis mennyiségű hidrogén-peroxidot szabadít fel, ami oxidáló hatása révén szintén baktériumölő. Az új-zélandi manuka-méznek (*Leptospermum scoparium*) a hidrogén-peroxid keletkezésén kívül is vannak olyan antibakteriális összetevői, amelyek még a kórházakban fellépő, minden más kezelésnek ellenálló *Staphylococcus aureus* RSA törzsszel történt fertőzéseket is sikeresen gyógyították. (WESTON et al. 2000a) Ezek mellett a speciális sebgyógyító hatást mutató aktív anyagok mellett nem elhanyagolható szempont az sem, hogy a tömény cukoroldat lefedve tartja a sebet, ámde eltávolítása nem olyan fájdalmas, mint egy a sebbe ragadt tapaszé. Mindazonáltal az ilyen irányú alkalmazásánál megfontolandó, hogy a mézben irodalmi adatok szerint előfordulhatnak *Clostridium* spórák (DELMAS, 1994, SCHOCKEN-ITURRINO et al., 2006), ami botulizmus kifejlődéséhez vezethet, ezért gyártanak speciális, sugárzással fertőtlenített, orvosi alkalmazásra szánt mézeket.

A magyar mézek, különösen az akácméz vagy talán még a gesztenyeméz is, különleges minőségűek, ízük, színük, állaguk speciálissá teszi őket, Hungarikumoknak is tekinthetjük őket. A

Hungarikum fogalmát általában nem definiálják, de mindenki ugyanazt, a hagyományos módszerekkel készülő, ismert minőségű, az ország valamelyik régiójához kapcsolódó terméket érti alatta, mint amilyen például a kalocsai paprika vagy a makói hagyma. Fontos lenne, hogy az ilyen kiváló minőségű és szinte egyedinek mondható termékeink minőségét az EU-ban is meg tudjuk őrizni, ezért szükség van az ilyen termékek objektív minősítésére, hisz az elv az, hogy az ilyen különleges termékek összetételén, minőségén még a fogyasztó kívánságára se lehessen változtatni.

A mézek fő alkotóelemei az egyszerű cukrok, ezen belül is a glükóz és a fruktóz. Ezek egy része már a száj nyálkahártyáján át felszívódik, gyors energiaforrássul szolgálva. A mézek ásványianyag tartalma nem túl magas, viszont a mézfogyasztás elősegítheti felszívódásukat (pl. a vasét). Étvágyjavító hatását a glükóz inzulin-termelést fokozó hatásának, illetve savtartalmának köszönheti. A méz májvédő szer, mert elősegíti a metionin májregeneráló hatását (TÓTH 1983). Emésztésjavító és enyhe hashajtó hatása szintén ismert. A szervezet által termelt mérgek eltávolítására is alkalmas (SZALAY & HALMÁGYI 1998). Bizonyítottnak tekinthető a mézek antioxidáns aktivitása, ami szerepet játszik emésztőszervi betegségekben mutatott pozitív hatásukban, seb-gyógyító és mikroba-ölő tulajdonságukban. Antimikrobiális tulajdonságuk egyik forrása a glükóz-oxidáz enzim hatására a hígított mézekben beinduló hidrogénperoxid- és glükonsav- keletkezés, másrészt pedig a bennük megtalálható flavonoid vegyületek antioxidáns hatása. A flavonoidok emellett még gyulladáscsökkentő, anti-allergén, trombózis-gátló és értágító hatással is rendelkeznek. (AL-MAMARY, 2002) Különösen kiemelkedő a manuka-méz (*Leptospermum scoparium*) antibakteriális hatása, amelynek eredete még nem teljesen tisztázott. A kutatások szerint bizonyítható, hogy nem a hidrogén-peroxidtól, hanem a fenolos vegyületektől származik. (SNOW, 2004) Nemrégiben a metil-sziringát fenol-vegyületet azonosították a manuka méz speciális szuperoxid anion gyökfogójaként. (KOICHI, 2005)

A méhészkedés a magyaroknak is hagyományos foglalkozása volt. A méh és a méz ismerete népünk életében sok ezer esztendőre nyúlik vissza. A magyarság méhészkedése a honfoglalás utáni ezer esztendőben is igen jelentős volt. A középkortól nemcsak népünk szükségletét elégítette ki, hanem mind mézből, mind viaszból bőven jutott a külföldi piacokra is (PALÁDI-KOVÁCS et al., 2001). Magyarország élelmiszerkincsei, a Hungarikumok között mindenképpen előkelő helyen kell megemlékezzünk a mézről, mert hazánk e termék előállítására speciálisan kedvező körülményekkel rendelkezik. A rendkívüli adottságok megmutatkoznak akácmézünk hírében, és hárs-, valamint szelídgesztenye mézeink egyedülálló minőségében. A felsorolt és fogyasztásunk zömét adó fajtamézek mellett – igaz kisüzemi módon előállított és csak őstermelőknél kis mennyiségben beszerezhető – fajtaméz-különlegességek is fel-fel bukkanak a kereskedelemben. Az ilyen méz-specialitások objektív módszerekkel mérhető fizikai és kémiai tulajdonságairól azonban csaknem elfogadhatatlanul kevés ismerettel rendelkezünk, pedig mézeink speciális jó tulajdonságainak és kiváló minőségének hirdetése lehetne az az eszköz, ami a magyar mézeknek megszerzi a külföldi piacokon is az őket megillető helyet. A mintegy 15 ezer tonnás mézexporttal hazánk az EU legjelentősebb partnerei közé tartozik. Napjainkra a méhészet a magyar mezőgazdaság árbevételének 1 %-át adja. Magyarországon több mint 16 ezer méhész munkálkodik, mintegy 800 ezer termelő méhcsaláddal, és évente átlagosan 15-16 ezer tonna méztermeléssel. Tipikusan export-orientált ágazat, hiszen az éves méztermelés mintegy 80 %-a exportra, szinte teljes mértékben az EU piacára kerül. (A MAGYAR MÉHÉSZETI NEMZETI PROGRAM, 2004) A 90-es évek vége óta Magyarország export-helyzetét több ország is veszélyezteti. Az európai országok közül Románia több európai importáló országban is visszaszorította a magyar mézek beviteli mennyiségét (pl. Németországban 1994 és 1999 között 4,8 %-ról 2,7 %-ra), Mexikó pedig 30 ezer tonnás behozatali kvótát szerzett az Európai Unióban. (NYÁRS, 2002.)

Mindezek fényében nagyon fontos hát, hogy rendelkezünk olyan vizsgálati módszerekkel, amelyek méltóak mézeinkhez és azok minőségét világszínvonalon képesek bizonyítani

2. CÉLKITŰZÉS

Napjainkban egyre több figyelmet fordítunk egészségünk megőrzésére, következésképpen az egészséges táplálkozásra is. Statisztikai adatokkal bizonyítható, hogy étrendünkben egyre nagyobb szerepet kapnak a természetes eredetű élelmiszerek, melyek között a méz a legfontosabbak egyike. A megnövekedett érdeklődés következtében egyre több laboratórium és szakember foglalkozik a méz vizsgálatával. Hazánkban mindmáig inkább csak az általánosnak mondható mézekkel foglalkoztak, mint például az akác- és a vegyes virágméz. A fogyasztók vásárlóerejének és ízlésének fejlődése következtében azonban manapság egyre nagyobb érdeklődés ébred a mézkülönlegességek (pl. levendulaméz, gesztenyeméz, aranyvessző-, bodza-, sóvirágméz) iránt is. A szakirodalomban számos cikk jelenik meg az uniflorális mézek összetételéről és tulajdonságairól, elsősorban a régióra jellemző és másutt csak ritkán gyűjthető mézkülönlegességekről. (pl.: *Apidologie* 35 /2004/: Extra issue on European unifloral honeys)

Hazánk méztermelése tetemes ugyan, és jó felvevőpiacra számíthat az EU-n belül, de a vegyes virágmézek terén igen komoly versenytárs Kína, Argentína és Mexikó. Ezeknek az országoknak a tömegtermelés miatti alacsony áraival szemben a mi mézünk nem versenyképes. Ezért a magyar mézek akkor számíthatnak jó piacra, ha sikerül egyediségük, speciális tulajdonságaik révén, feldolgozott formában a fogyasztóhoz kerülniük (az EU-n belül az eladott méznek kb. 85 %-a kerül közvetlenül háztartási felhasználásra, és csak a maradék 15 %-ot dolgozza fel az ipar). Jelenleg ugyanis a kivitel legnagyobb része hordós méz formájában kerül ki az országból, és a nagy tömegben behozott, gyengébb minőségű méz feljavítására szolgál. Ilyen módon mézeinknek elvesznek egyedi értékeik, a fogyasztó nem ismeri meg sokféleségüket és speciális zamatukat.

A méz minősége elsősorban érzékszervi tulajdonságaitól függ. Az érzékszervi tulajdonságokat és a fajtajelleget a méz növényi eredete határozza meg. A különböző növényi forrásokból származó mézek általában különböző aromájúak és ízűek. A méz aromájának és táplálkozásélettani értékének kialakításában illó és nem illó anyagok egyaránt szerepet játszanak. Az aromakép kialakításában elsődleges szerepet kapnak az illat- és a szaganyagok, így az aromakutatások célja ezen illó komponensek meghatározása. A mézek növényi eredetére utaló kémiai összetevők feltehetőleg a virágok illatanyagaiból kerülnek át a mézbe.

Doktori dolgozatom célja a hazánk méztermelésében gyógyereje következtében nagy fontosságú és mennyiségében is kiemelkedő súllyal jelentkező hárs (*Tiliaceae*), sóvirág (*Limonium, gmelinii*, WILLD), valamint a nálunk mézkülönlegességeknek számító levendula (*Lavandula angustifolia*), bodza (*Sambucus, nigra*), és aranyvessző (*Solidago canadensis*) fajtamézek aroma-összetételének vizsgálata.

A megvalósítás során a legfontosabb feladat a fajtamézek és a forrásul szolgáló virágminták aromaanyagainak kinyerése, az illat komponenseinek gázkromatográfiás elválasztása és azok tömegspektrometriás azonosítása volt. A számítógép segítségével rögzített kromatogramokat egyedi (manuális) üzemmódban kiértékelve megpróbáltam azokat a jellemző (marker) alkotókat meghatározni, amelyek bizonyítják, hogy a vizsgálatok tárgyát képező mézkülönlegességek valóban a szóban forgó virágokról származnak.

3. IRODALMI ÖSSZEFOGLALÁS

3.1. A méz készítői, a méhek

Az *Arthropoda* (ízeltlábúak) törzs *Insecta* (rovarok) osztályának *Hymenoptera* (hártványásszárnyúak) rendjébe tartoznak a darazsak, a hangyák és a méhek, összesen körülbelül 100.000 faj, amiből 20.000 faj az *Apoidea* (méhalkatúak) családsorozat tagja. Az *Apidae* (méhfélék) család mintegy 580 tagja közösségi életmódot folytat. Ide tartozik a nyugati mézelő méh (*Apis mellifera*, illetve *Apis mellifica* /Linné/). A mézelő méh az *Apis* nemzetség legismertebb tagja, ez Európában őshonos, de Afrikát és a tengerentúlt is ez a faj uralja. Az *A. mellifera* fajait 39 fajta alkotja, melyek többségükben természetes úton, az ember közreműködése nélkül alakultak ki. Az *Apis mellifera*n kívül az *Apis cerana* (*Apis indica*), keleti mézelő méh bír nagyobb jelentőséggel. A többi faj (*A. dorsata*, *A. florea*, *A. andreniformis*, *A. laboriosa*, *A. nuluensis*) Dél- és Délkelet-Ázsia lakója. Az utóbbi fajok gazdasági jelentősége csekély, e fajok munkásainak együttműködése és családdá szerveződése nem olyan tökéletes, mint a mézelő méheké. A gyakorlati méhészetben a mézelő méh fajon belül az *Apis mellifera mellifera* (északi), az *A. mellifera ligustica* (olasz), az *A. mellifera carnica* (krajnai) alfajoknak van nagyobb jelentőségük. (SZALAINÉ, 2002)

Magyarországon a nyugati mézelő méhfaj (*Apis mellifera* L.) alfajai közül főként a krajnai és az olasz méhfajta fordul elő.

A méhek fő tápláléka a nektár és a virágpor, legnagyobb mértékben ezeket gyűjtik. Ezen kívül vizet és propolisz-anyagokat is hordanak. A méz főképp szénhidrátokból áll, ami a méhek fő energiaforrása. Hosszú ideig képesek élni tiszta szénhidrátokon. A virágpor fehérjéjét az izmok, mirigyek és más szövetek felépítéséhez használják fel.

A propolisz különféle fák rügyeinek gyantás váladéka, amit a méhek a kaptár repedéseinek és a fészkekben előforduló nyílások betömésére használnak. A méhek által gyűjtött víznek hőfokszabályozó szerepe van a kaptárban: párolgásával hőt von el és így csökken a kaptár hőmérséklete. (NIKOVITZ, 1983)

3.2. A méz alapanyagai

3.2.1. A nektár

A nektár keletkezése

A nektár a növények nektáriumainak (nektármirigyek) édes, viszkózus szekréta.

Alapvetően kétféle nektármirigy van: virágban lévő
virágon kívüli pl.: levélen

A nektáriumok a virágszövetek minden fajtáján megtalálhatók, beleértve a csészelevelet, a pártát, a porzót és a termőlevelet is. (AMBRÓZY, 1914)

FILARSZKY (1911) szerint meg lehet különböztetni:

- intrafloralis (virágrészekben belüli),
- circumfloralis (virágok külső határán) és
- extrafloralis (virágon kívüli, de még a virágzat körébe eső)

mirigyeket. A nektáriumokhoz a szállítóedények finom elágazásai vezetnek, ezeket táplálhatja a farész és a háncsrész együttesen, vagy csak a floém (háncsrész). A kiválasztott nektár cukorkoncentrációja általában annál kisebb, minél nagyobb a xilém (farész) aránya az odavezető utakban.

Számos lehetséges útvonal van, amelyen a nektár összetevői a szállítószövetekből a nektáriumokba majd pedig a külvilágba juthatnak. Négy lehetséges útvonalat tanulmányoztak, ahol a floémből származó pre-nektár a nektáriumok parenchima sejtjein keresztül a kiválasztó sejtekbe jut.

1. az apoplazmákon keresztül
2. exocitózis és endocitózis révén
3. molekuláris transzporttal a plazmolemmán és a sejtfalakon keresztül
4. plazmolemmánján keresztül

A nektár, ha már bekerült a kiválasztó sejtekbe, két fő transzport szerint választható ki:

1. aktív molekuláris transzport a membránokon keresztül (ekkrin)
2. transzport azokon a vezikulumokon keresztül, melyeknek membránja a plazmolemmával összeolvadt (granulokrin).

Mikor a virág megöregszik és fonyad, egyes fajokban a nektár összetevőinek reszorpciója figyelhető meg.

A nektár kémiai összetétele erősen változik a fajtól függően, sőt ugyanazon speciesen belül is megfigyelhető a nektáriumok különbözősége. A nektárokat a szacharóz/ (glükóz+fruktóz) aránnyal jellemzik, ez egy speciesen belül állandó, de a speciesek között széles határok közt változik. Aminosavak gyakorlatilag minden nektárban vannak, a fajok közt erősen változó, de egy fajon belül általában állandó összetételben. A beporzó fajok taxonjai mind a cukoraránnyal, mind pedig az aminosav összetétellel párhuzamba hozhatók, ami arra utal, hogy a beporzó rovarok egy bizonyos ízt választanak ki, ami számukra felismerhető.

A nektárok fajok közti különbségei kétféle módon magyarázhatók, melyek nem zárják ki egymást:

1. A nektáriumok kiválasztó folyamata befolyásolja a kémiai összetételt és a fajtól függően változik.
2. A nektár összetétele a floém összetételét tükrözi és a floém összetétele fajtól függően változik.

Ennek eldöntése vita kérdése még. Számos szekunder vegyület, alkaloidok, iridoid glükozidok, glükózinolátok, kardenolidek és fenolos vegyületek a növényi szövetek közt a floém útján mozognak. Ezért a nektárkomponensek közötti különbség, beleértve a szekunder vegyületeket is, a nektárba diffundáló floém vegyületek közti különbségnek lehet köszönhető. (ADLER, 2000.)

A nektár összetétele

A nektár, főkomponenseit tekintve vizes cukoroldat. Legnagyobb részt fruktóz, glükóz és szacharóz vizes oldata, de tartalmaz fehérjéket, sókat, savakat és illó olajokat is. A nektár cukorkoncentrációja kb. 3 % (*Pontederia cordata*, vizijácint) és 80 % (*Asclepias syriaca*, selyemkóró) között változik. A 10 % vagy az alatti szárazanyag tartalmú nektárt hozó növények általában a kolibrik által porzottak, a 20 % körülieket nektárfogyasztó költöző madarak, a 30 % vagy afölötti szárazanyag tartalmúakat méhek porozzák be. (de la BARRERA, 2004). A méhek főleg a virágokról gyűjtenek nektárt, és ritkán gyűjtenek 15 % cukortartalom alattit. A nektár cukorösszetételére vonatkozóan BAKER & BAKER (1983) 765 növényfaj nektárvizsgálata alapján az alábbi kategóriákat állították fel a szacharóz/(glükóz+fruktóz) arány alapján:

- | | |
|----------------------|--|
| - hexóz-domináns, | szacharóz/(glükóz+fruktóz) < 0,1 |
| - hexóz-gazdag, | szacharóz/(glükóz+fruktóz) = 0,1 - 0,499 |
| - szacharóz-gazdag, | szacharóz/(glükóz+fruktóz) = 0,5 - 0,999 |
| - szacharóz-domináns | szacharóz/(glükóz+fruktóz) > 0,999 |

A magas szacharóz tartalmú nektárok általában a hosszú pártacsövű virágokban fordulnak elő, mert ott a nektár védett helyen van. A fruktózban gazdag nektárok forrásai a nyitott virágok pl.: mustárfélék. A florális és az extrafloralis nektárok egy növényen belül is különbözőek lehetnek. A lóbab (*Vicia faba*) virág nektárja csak szacharózt, extrafloralis nektárja többnyire glükózt és fruktózt tartalmaz (DAVIES et al. 1988). A maltóz viszonylag ritkán található nektárban (BATTAGLINI et al. 1973). A raffinóz nagyobb mennyiségben a napraforgó nektárjában fordul elő. Egyes nektárokból cellobiózt, melibiózt (PAIS & CHAVES 1980) és galaktózt (BATTAGLINI et al. 1973) is kimutattak. A méhek virág-preferenciájának vizsgálatai alapján feltételezik, hogy a méhek a nagyobb szacharóz tartalmú nektárt részesítik előnyben, egyébként azonos cukorösszetétel mellett (PHAM-DELEGUE, 1990).

A nektárt a méhészek a cukorértékkel jellemzik. Egy nektár cukorértéke az a milligrammban kifejezett cukormennyiség, amennyit 1 virág 24 óra alatt termel (ÖRÖSI, 1962) A cukorérték tájanként és időjárástól függően is változik. A virág méhlegelőként való értékelésekor azonban azt is figyelembe kell venni, hogy pl. milyen sűrűn vannak a virágok, a nektárium mennyire hozzáférhető a méhek számára, stb. Tehát önmagában nem fejezi ki pontosan a virág méhészeti értékét. (A hozzáférhetőség függ attól is, hogy milyen mélyen található a virágban a nektárium, ezért egy időben próbáltak kitenyészteni hosszabb szipókájú méheket, amelyek pl. a vöröshere mélyen rejlő nektárjához is hozzáférnek. / NYÁRÁDI, 1958/)

A nektárban valamennyi fehérjeépítő aminosavat megtalálták, legnagyobb mennyiségben az alanint, arginint, szerint, prolint, glicint, izoleucint, treonint, és a valint. A beporzó rovarfajok megfigyelések szerint előnyben részesítik a prolin-gazdag nektárokat, mert a prolint szervezetük jól hasznosítja a repülésben. (CARTER, 2006)

A nektár tartalmaz fehérjéket is, de a mézben talált fehérjék legnagyobbbrészt a méhek enzimeiként kerülnek be. Újabban immunoblot-vizsgálatok alapján sikerült ugyan kapcsolatot találni a florális eredettel (BARONI 2002), ez a vizsgálati mód azonban ugyanolyan hátrányoktól szenved, mint maga a pollen-analízis.

A méz színanyagai részben a nektárban jelenlévő pollenekből származnak, ilyenek pl.: a flavonoidok és a karotinoidok. A fenolvegyületek, köztük a flavonoidok a méz antioxidáns hatásáért is felelősek. (A méz flavonoidjai nemcsak a nektárból származhatnak, hanem a propoliszból és a pollenből is.) A nektárban a flavonoidok glikozidjaik formájában találhatóak, és a méhek nyálában található glikozidáz enzim hasítja szét őket cukorra és aglikon részre. Mézforrásként számbajövő virágok nektárjában azonosított flavonoidok:

- kaempferol-3-szoforozid
- kvercetin-3-szoforozid
- heszperidin
- izoramnetin-3-ramnozid
- kaempferol-3-ramnozid
- miricetin-3'-metil-éter
- kvercetin

(FERRERES et al. 1994)

Pl. a citrusfélékben található heszperidin a forrása a citrusmézek heszperetin flavonoidjának.

A nektár illó komponenseket is tartalmaz. Mivel a nektár illatanyagai a méhek számára vonzóak lehetnek, vizsgálták az illatanyagok eredetét is. RAGUSO (2004) szerint bizonyos komponensek a virág más részeiből, pl. a szirmokból diffundálnak bele a nektárba és ezáltal a virág általános állapotáról (fonnyadt, öreg, frissen kinyílt stb.) tudósítják a méheket. A legbőségebb nektártermelés ugyanis többnyire a bibe fogékonyvá válásának első napján figyelhető meg. (WIST, 2006) Más esetekben azonban a nektárra egyedülien jellemző komponenseket sikerült detektálni, amelyek a virág más részeiben nem találhatóak meg. Ezek között fermentációs termékek is voltak, ami az élesztőgombák fontos szerepére utal a virágos növények életciklusában.

A nektár emellett számos összetevőt tartalmazhat: szerves savak, fehérjék, zsírok, enzimek, aroma-, szín- és ásványianyagok, vitaminok, esetleg mérgező vegyületek is megtalálhatók benne. A ritkán előforduló nektár-toxinok nem fehérjeépítő aminosavak, fenolos komponensek és alkaloidok lehetnek (RHOADES & BERGDAHL 1981). Szerencsére a méhek számára, vagy a méz útján az emberek számára mérgező nektárt termelő növények nálunk ritkán előforduló fajok ill. tömeget nem képező növények közt találhatóak (Ericaceae, Liliaceae, Fabaceae családok egyes fajai) (ADLER 2000).

A nektár összetételére hatással vannak a talajviszonyok és az időjárás is. Ez különösen megmutatkozik a nedvesség tartalom értékében, amely napszaktól függően is változik. A túl magas nedvesség tartalom a cukor koncentrációjának csökkenését jelenti, tehát a méheknek igen sok gyűjtőutat kell teljesíteniük és sok vizet elpárologtatniuk ugyanannyi méz előállításához. Ugyanakkor azonban erősen tűző napon vagy aszályos időben a nektár annyira beszáradhat, hogy a méhek nem tudják összegyűjteni. A mézkészítés szempontjából sajnos a hárs is különlegesnek

számít, mert nektárhozama igen szeszélyes, időjárásfüggő, ráadásul főleg éjszaka termel nektárt, amikor a méhek nem tudják begyűjteni. Általánosságban a nektár termelésére ugyanazok a tényezők vannak pozitív hatással, amelyek a növény cukortermelő tevékenységét is elősegítik, tehát a napfény, a megfelelő hőmérséklet és csapadék, alkalmas talaj.

3.2.2. A mézharmat

A nektár mellett az édesharmat (mézharmat) a mézek másik fő alapanyaga. Azokon a helyeken ahol nagykiterjedésű erdők, főleg fenyvesek vannak, a méhek nemcsak a virágok nektárját gyűjtik, hanem a leveleken található édesharmatot is. Az édesharmat legnagyobb részét szacharózt és fruktózt tartalmazó vizes oldat. Leggyakrabban a levéltetvek, levélbolhák és a kabócák felelősek termelésért. A floémből szívogató rovarok a növényi nedvet hasznosítják, a felesleges anyagot pedig mézharmat formájában kiürítik. Mivel a floém viszonylag kevés fehérjét tartalmaz, nagyon sok táplálékot kell felvenniük ahhoz, hogy a szervezetük felépítéséhez elegendő fehérjéhez jussanak. A főlegesen felvett növényi nedveknek nagy része, mely szénhidrátban gazdag, átalakítás nélkül kerül a külvilágra. Ez a levelekre ragadó édesharmat kiváló táplálékot jelent egyes alacsonyabb rendű gombáknak is. Ezen telepszik meg a korompenész gomba a növényeken, a korompenész megjelenése mindig annak a jele, hogy levéltetvek szívogatják a leveleket. A mézharmatot rovarok is hasznosítják, leginkább a hangyák és méhek. A lucfenyőn (*Picea*) a nagy ágörvpajzstetű (*Physokermes piceae*) élőszkodik, a jegenyefenyőn (*Abies*) a csikos fenyőgallytetű (*Buchernia pectinatae*), ezek mézharmatából „fenyőméz” vagy „erdei méz” lesz. A púposkabócák közül pl. a *Gargara genistae* szoros kapcsolatban él a hangyákkal, a *Flatidae* családba tartozó *Metcalfa pruinosa* (Say) (amerikai lepkekabóca) pedig rendkívül sok mézharmatot képes üríteni, melyet a méhek gyűjtenek össze (DÉR, 2005). Olaszországban különleges minőségűnek számít a *Metcalfa pruinosa* által termelt Metcalfa-méz. A leggyakoribb mézharmat mézek fenyőfélékről és tölgyfákról származnak. (*Pinus*, *Abies*, *Quercus*) Ezekon kívül még igen sok növényről származhat mézharmat (juhar, fűz, bükk, gesztenye, gyümölcsfák, rózsza, nád stb., de ezek általában nem kerülnek forgalom tisztán, mert mennyiségük kisebb). Görögországban a termelt méz mintegy 65 %-a a fenyőfákról származó mézharmat méz. A *Marchalina hellenica* (Gennadius) által termelt mézharmatból származó méz olyan kedvelt, hogy ezt a rovarfajt a *Pinus* fenyőfajokról átterjesztették egy ott honos *Abies* fenyőfajra is, a mézharmat-méz előállítására kedvéért. (BACANDRITSOS, 2004). [A kísérlet egyébként, mint oly sok más természetátalakítás, több kárt okozott mint hasznot, a rovar az *Abies cephalonica* fákat oly mértékig legyengítette, hogy a helyzetet természetvédők katasztrofálisnak minősítették. (MUSSEN, 2005)]

A mézharmat cukorösszetétele nem azonos a rovarok által kiszívott nedvek cukorösszetételével. A floém főkomponense szacharóz, de a rovarok által kiválasztott nedv akkor is tartalmaz szacharózt, ha az eredeti táplálék nem. A mézharmatban az oligo- és poliszacharidok mennyisége is nagyobb (pl. a mézben a melecitóz a mézharmat-eredet jele), tehát a rovarok szervezete (vagy szimbióta baktériumaik) átalakítja az eredeti monoszacharidokat, feltehetőleg a megfelelő ozmózisnyomás fenntartása érdekében. A mézharmatok összetételében észlelt különbségek ezért valószínűleg a rovarok különböző metabolizmus-sebességét tükrözik.

Újabb kutatások szerint a mézharmat aminosav tartalma nem indokolja a rovarok észlelt mennyiségű floém-fogyasztását, ráadásul a rovarok által már szívogatott levelek aminosav tartalma nagyobb az érintetlen levelekénél. Emellett a rovarok szimbiózisban élnek olyan baktériumokkal, amelyek rendelkezésükre bocsátják a szükséges aminosavakat. A mézharmat keletkezésére és összetételére vonatkozó kutatások elsősorban olyan rovarok esetén végezhetőek, amelyek laboratóriumi körülmények között is tarthatók, ezért erre vonatkozóan egyelőre kevés adat van. A néhány vizsgált növényfaj esetén talált eredmények szerint a mézharmatban a szacharóz és fruktóz mellett glükóz, trehalóz, mannitol, inozitol és oligoszacharidok jelenléte bizonyítható. (WOOL, 2006) A mézharmat mézekben kimutatható szulfátok feltehetően szintén mézharmat-eredetűek (NOZAL, 2000)

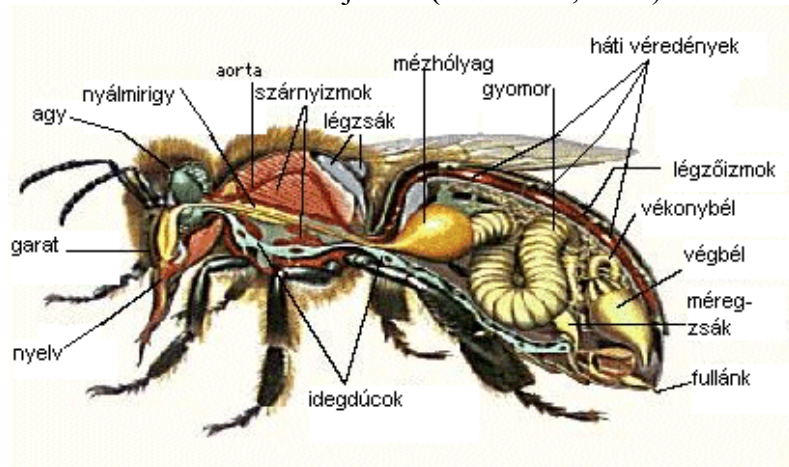
A méhek a gyümölcsök érett, édes nedvét is felszívják, ha hozzájutnak. Az ilyen cukros oldatot azonban – a megfigyelések szerint – nem raktározzák el a kaptárban, hanem közvetlenül elfogyasztják.

3.3. A méz keletkezése

A méz végső soron a növényekben termelődő cukros nedvekből készül. Tiszta "fajtamézet" (uniflorális mézet) csak azokról a növényekről kaphatunk, amelyekből egy helyen egyszerre sok virágzik. A többi faj nektárja a kaptárban összevegyül. Ezt nevezzük vegyes virágméznek. A zömében mézharmatból készült méz a mézharmat- vagy erdei méz.

Az uniflorális méz előállítását a méhészeti eljárásnak is függvénye, ha a méhész kipergeti a lépeket az adott növény virágzásának végén, akkor fajtamézhez jut. Sok esetben azonban a pergetéshez megvárják, amíg a lépek teljesen megtelnek, ilyenkor kisebb-nagyobb mértékben keverednek a mézek. Ezért a méz valódi összetételét csak a méhész szavatolhatja.

A méh felszívja a nektárt szipókájával, amely a potroh belsejében folytatódik és vékony falú zsákká tágul, ez a mézhólyag. A mézhólyag vagy mézgyomor igen tágulékony és relatíve nagy mennyiségű nektárt képes befogadni (akár 60 mikrolitert is). Innen a nektár a proventriculusba (előgyomor) folyik át, ami szabályozó szervként működik, megszűri és szabályozza a méh gyomrába jutó táplálékot. A proventriculus felső része úgy védi a méh gyomrát mint egy palackot a nyaka. Ennek a felső vége x alakú nyílás, amelyet négy vastag, háromszög alakú, izommal működtetett ajak zár el. A mézhólyagban lévő mézet a tölcser alakú proventrikulusba szívja oda-vissza a méh. Ez a folyamat megszűri a nektárt és eltávolítja a pollen és gombaspórák egy részét, melyek költésrothadást okozhatnának. A proventriculus hátsó vége a ventriculusba (gyomor) torkollik, amely része a méh emésztőcsatornájának. (BRYANT, 2001)



1. ábra : A méh szervezetének felépítése

Forrás: <http://www.beemaster.com/honeybee/beexray.gif>

Az 1. ábra a méh testfelépítésének fontosabb elemeit mutatja. A nektárcseppeket a méh a mézhólyagjában szállítja a kaptárba, ahol besűrítik, majd a lépekben vékony viaszréteggel zárják le. A nektár besűrítését a kaptáron belül a méhcsalád fiatalabb dolgozói végzik. Ez két fázisból áll. Az első fázis a méhek közreműködésével zajlik. A gyűjtést végző méhek a mézcseppet átadják a kaptárban dolgozó (fiatalabb) méheknek, azok pedig beszívják a mézhólyagba, majd kipumpálják a szipókájuk alá egy nagy cseppbe, majd újra visszaszívják. Ezt a folyamatot ismétlik gyors egymásutánban kb. 20 percig. A vékony folyadékréteg a 30-35 °C-os meleg kaptárlevegővel érintkezik és víztartalmának egy részét elveszíti. Így jön létre a félig érett méz, kb. 50-70 %-os szárazanyag tartalommal. (ZANDER, 1975) A nektárcseppecskék többszöri felszívása és átrakása során a nektárba a méh szervezetéből – gyomornedv, garatmirigy-váladék – savak, enzimek, hormonok kerülnek a mézbe.

Az érlelés második fázisában a félig érett méz a lépsejtekbe kerül. Itt következik be a második, passzív besűrítési fázis. Az éretlen mézet vékony rétegben a sejtben ill. a sejtfalon

tárolják. A sejtek 1/4-ig vagy 1/3-ig vannak megtöltve és nyitottak, hogy több víz tudjon elpárologni. A párologást fokozzák is méhek, szárnyuk rebegetésével. Egy forró nyári napon percentként akár 200-400 liter levegő is átáramolhat a kaptáron. Az egyenletesebb átszellőzés miatt a félig érett mézet a méhek átszállítják egy másik sejtbe, ahol 3/4-ig töltik meg a sejtet. Ez a második szakasz általában 1-3 napig tart.

Később a lépsejteketben tárolt mézet áthordják a méhek, ekkor más enzimek keverednek bele: diasztáz, kataláz, foszfátáz és oxidáz enzimek. Ezzel kialakul a méz végleges összetétele.

A nektár mézzé érlelése közben jelentősen átalakul. A mézben jelenlévő vegyületek nem egyeznek meg teljesen a forrásként szolgáló nektár összetevőivel.

A méhek által a mézhez adott invertáz (α -glükozidáz) enzim a szacharózt fruktózra és glükózra bontja. Az invertázt a nyelv alatti mirigy termeli. Az enzim mennyisége függ a méh életkorától, a nektár mennyiségétől, környezeti tényezőktől és a méhek tartási körülményeitől (KARABOURNIOTI, 2001).

A méhek garatmirigy váladékában termelődő kataláz (glükóz-oxidáz) a glükózt glükonsavvá és hidrogén-peroxiddá bontja. Részben ez a hidrogén-peroxid az oka a mézek antibakteriális hatásának.

A diasztáz (α - és β -amiláz) szintén a méhek által termelt enzim, mely a keményítőt bontja maltózzá. Az enzim a méhek garatmirigyváladékából kerül a mézbe (KARDOS, 2001).

A mézben előforduló fehérjék és aminosavak nagy része is a méhektől származik. A méz érlelése során a pollentartalom csökken, eközben az invertáz enzim és a prolin tartalom nő. A prolin jelenléte a méz érettségének a jele. A folyamat hatékonysága egyenesen arányos a méz érlelési idejével (OHE, 1994).

A méz az érlelési folyamat során – a nagymértékű párologás miatt – illatanyagainak nagy részét elveszíti.

A méhek az ásványi anyagok jelentős százalékát megkötik szervezetükben, így például képesek a mérgező nehézfémek (Pb) nektárból való kivonására is.

Az érlelési folyamatot akkor lehet befejezettnek tekinteni, amikor az egy-egy sejtben összegyűlt mézet a méhek viaszfedéllel látják el, lepecsételik. Így az egyébként higroszkópos méz nem tud nedvességet visszavenni a levegőből.

A méz keletkezési folyamatairól, valamint a nektár és a méz kapcsolatáról érdekes képet ad Naefnek és munkatársainak vizsgálatsorozata (NAEF et al., 2004), melyben mintát vettek hárs-nektárból (a környéken csak hársfák virágoztak), a gyűjtésből visszatért méhek mézhólyagjából és egy hónap múlva az érett mézből. A nektárban talált vegyületek igen sokfélék voltak: zsírsavak bomlástermékei (nonanal, dekanal stb.), fenil-propanoidok, izoprenoidok (pl. vomifoliol, vomifolion), alkaloidok és monoterpének. A mézhólyagban az alifás vegyületek, az izoprenoidok és az alkaloidok változatlanul megvoltak. Új monoterpén-alkoholok megjelenése bizonyította, hogy a méhek nyála valóban tartalmaz glikozidáz enzimet. Emellett megtalálták még a méhkirálynő feromonjának (9-oxo-2-dekaénsav és 9-oxodekánsav) lebomlási termékeit is, a 8-oxononanalt és a 9-hidroxinonán-2-on nevű vegyületet. Az érett mézben a monoterpenoid diolok változatlanok voltak, míg a nektárban és mézgyomorban található aldehidek és más vegyületek a méhkaptár körülményei között (35 °C és erős ventiláció) oxidálódtak. Itt következik be a mézre jellemző aromaanyagok végleges kialakulása. Kimutattak a mézben metil-sziringátot is, ami feltehetően a propoliszból oldódott bele.

A mézbe ezek szerint nemcsak enzimek, hanem hormonok is kerülnek a keletkezési folyamatban, valamint a kaptár vele érintkező részeiről (viaszlép, propolisz) is oldódhatnak be komponensek. Ezért mondják szakértők, hogy nincs a világon két egyforma méz, hiszen két azonos méhlegelő és méhcsalád sincs (PERSANO-ODDO & BOGDANOV, 2004).

3.4. A méhészet és a mézkereskedelem helyzete

Az EU Kína után a világ második legnagyobb méztermelőjének számít, ennek ellenére az önellátottsági foka alacsony, mindössze kb. 50 százalékos. Hazánk legfontosabb piaca az Európai

Unió. Az EU-ban megtermelt méz 85 százalékát a háztartások fogyasztják, a fennmaradó 15 százalék ipari felhasználásra kerül. Az előállított méz több mint 50 százalékát közvetlenül a fogyasztó, illetve a kiskereskedelem felé értékesítik a termelők. Az EU tagállamaiban a mézfogyasztásnak kialakult hagyományai, kultúrája van, így a fogyasztók a jóval drágább hazai mézet előnyben részesítik az olcsó importmézrel szemben. Ugyanakkor ellentmondásos a helyzet, mivel az EU a belső szükségletét csak magas importtal, évi 130-150 ezer tonnás mennyiséggel tudja kielégíteni. Az 1994-1999 közötti időszakban a verseny kiéleződött az EU három fő mézellátója (Kína, Argentína, Mexikó) között.

A kisebb volumenű beszállítók (Magyarország, Románia, Bulgária) között is éles verseny alakult ki a piacokért. Románia piaci részesedése Németországban az 1994. évi 1,2 százalékról 1999-re 5,8 százalékra növekedett, miközben Magyarországé ugyanezen időszak alatt 4,8 százalékról 2,7 százalékra csökkent. A román mézexport dinamikus növekedésében nagy szerepet játszott a külföldi tőkeerős cégek bekapcsolódása, amelyek a felvásárlást forgóeszközzel támogatják, és a helyszínen megszervezik a minőségbiztosítási rendszerek működését. 2001-ben Mexikó is vámkedvezményben részesült, 30 ezer tonnás kontingens mellett, így ez már komolyabban veszélyezteti pozícióinkat, mivel a mexikói méz árban és minőségben is versenyképes a magyar mézzel szemben.

Hazánk nem tud mennyiségben versenyezni a nagy mézexportőrökkel, ezért magasan feldolgozott, márkázott termékekkel kell megjelenni az EU mézpiacán. Az EU tagállamaiban már működnek a méz felvásárlásával, csomagolásával és piacra juttatásával foglalkozó szövetkezetek. Ez azért is fontos számunkra, mert tömegtermékkel árat emelni nem tudunk. Jelenleg a hazai mézfeldolgozók, kereskedők a hordós méz kiszerezésében és exportjában érdekeltek. A termelőknek a „mindenkori” alacsony felvásárlási ár nem kedvező, az árcsökkenéseket a kereskedők áthárítják a termelőkre. (NYÁRS, 2001)

Az Európa Tanács 797/2004. rendelete - tekintettel a méhészeti ágazat jelentőségére és sajátosságaira - intézkedéseket, támogatásokat tartalmaz a méhészeti ágazat fejlesztésére. A támogatások elnyerése érdekében hazánkban is kidolgozták a Magyar Méhészeti Nemzeti Programot, amelynek célja a méztermelési és értékesítési feltételek javítása. (A Magyar méhészeti Nemzeti Program, melléklet a 152/2004. /X. 18./ FVM rendelethez) A Program része egy jelentés a hazai méhészeti ágazatról, az alábbi adatok Magyar Méhészeti Nemzeti Program jelentéséből illetve annak mellékletéből valók:

A méhészeti ágazat jelenleg mintegy 15 000 család megélhetéséhez nyújt kiegészítő vagy fő jövedelemforrást, így közvetve hozzájárul a vidék népességmegtartó képességéhez. A méhészetek létfontosságú szerepet töltenek be az ökológiai egyensúly fenntartásában. Az átlagos méhcsaládsűrűség Magyarországon 9,0 méhcsalád/km². Hosszú évek átlagában a méhészetek száma: 15-17 000 volt, ebből a professzionális (minimum 150 méhcsaláddal rendelkező) méhészetek száma: 900-1000.

3.4.1. Méhészkedés és méhészetek (2002)

300 vagy annál több méhcsaláddal rendelkező méhészetek száma: 98,

400 vagy annál több méhcsaláddal rendelkező méhészetek száma: 21,

500 vagy annál több méhcsaláddal rendelkező méhészetek száma: 7.

A legnagyobb magyarországi méhészet 962 méhcsaláddal rendelkezik.

A méztermelés az elmúlt 10 évben 10 000-22 000 tonna között változott, így átlagos években 15 000 tonna körüli értéket mutat.

Magyarország természeti adottságai kedvezőek a méhészet számára. Viszonylag hosszú (jó években áprilistól szeptember végéig tart) a virágzási időszak, amely alatt a méhek nektárhoz jutnak.

Magyarország nagy kiterjedésű akácokkal rendelkezik, amely a magyar méhészet legfontosabb bázisa. A hárserdők is jó méhlegelőt adnak. A fűzek, a gyümölcs, a juharok a méhcsaládok tavaszi fejlődéséhez nélkülözhetetlenek.

A selyemkóró a déli országrészekben csapadékos időjárás esetén jó eredményt adhat.

A szelídgesztenyének csak néhány tájegységen van méhészeti értéke.

A termesztett növények közül jelentős a napraforgó és a repce vetésterülete.

Egyes tájegységekre korlátozódik a facélia, mustár, olajretek, levendula, pohánka és egyes gyógy- és takarmánynövények felhasználása méhlegelőként.

A hazai ökológiai körülményekhez jól alkalmazkodó, e tájon őshonos méhfajtaival, a krajnai méhhez rendelkezünk. A betegségek megelőzése, az ellenük való hatásos védekezés a Nemzeti Program kiemelt feladata.

A magyar méztermelésben meghatározó az akácméz. Az akácméz mellett kisebb mértékben az alábbi fajtamézek termelése számottevő: gyümölcsök, repce, selyemfű, napraforgó, hárs, szelídgesztenye, facélia, zsálya, levendula, menta, medvehagyma, pohánka.

A korábbi években még több-kevesebb gazdasági jelentőséggel bíró propolisz, virágpó, méhméreg stb. termelése napjainkra elvesztette szerepét a termelésben és az értékesítésben.

A magyar mézek minősége a nemzetközi piacokon is versenyképes. A minőség-ellenőrzési rendszer főszereplői az Állat-egészségügyi Szolgálat megyei szervezetei, amelyek monitoring vizsgálatokat és szűrőpróbaszerű ellenőrzéseket folytatnak. A méz exportőrök átvétel előtt tételenkénti laboratóriumi ellenőrzést végeznek. Kiszállítás előtt az egész tétel ismételt ellenőrzése történik meg. Minőségi viták esetén a brémai laboratóriumhoz (Institut für Honig-Analytik) fordulhatnak a méhészek.

A megtermelt méz 83 %-a hordósan nagybani felvásárlókhöz, kereskedőkhöz kerül, 1 %-a kiszervezve kiskereskedőkhöz az üzletekbe, 1%-a ipari felhasználókhöz (mézeskalács-készítők, cukrászati üzemek stb.), 15%-a közvetlenül a fogyasztókhöz (háztól és piacon keresztül).

A kereskedők felvásárlók (valójában begyűjtők) közvetítésével kerülnek kapcsolatba a termelőkkel. A begyűjtő a kereskedelmi céggel szerződéses kapcsolatban álló vállalkozó. Feladata a termelő felkeresése, az elsődleges minőségvizsgálat elvégzése, a megállapodás megkötése és a méz elszállítása.

Az országban 6 olyan mézüzem működik, amelynek alapanyag-feldolgozó kapacitása meghaladja az évi 1000 tonnát. Közülük 3 kapacitása 4000 és 6000 tonna között van. Ezek az üzemeken túlmenően mintegy 40 kis mézüzem van az országban, amelyek egy-egy méhészet termésének vagy egy-egy kisebb térség méztermésének feldolgozására alakultak. Az üzemek higiéniai és minőségtanúsítási besorolása jónak tekinthető. Három üzemnek van ISO 9002 minőségtanúsítási rendszere, az üzemek többsége HACCP rendszerben működik. Az üzemekben működnek laborok, amelyek az alapvizsgálatok elvégzésére alkalmasak.

3.4.2. Export és hazai fogyasztás

Magyarország történelmileg is a nagyobb méztermelő országok közé tartozott. A megtermelt méz jelentős része, mintegy 80 %-a külföldi piacokra, az utóbbi évtizedekben szinte teljesen, a nyugat-európai országokba kerül.

A fő exporttermék az akácméz és a vegyes virágméz, amelyek aránya évjáráttól függően változik. Kisebb mennyiségben egyéb fajta- és lépesmézet, méhviaszt és propoliszt exportálnak a magyar kereskedelmi cégek.

Az exportra kerülő akácméz 95 %-a hordós kiszervezésben (lédig) kerül kiszállításra. A lédigben történő értékesítés nagy volumenek kiszállítását teszi lehetővé, azonban jellegénél fogva nem biztosítja a különleges minőségű magyar méz hangsúlyozott megjelenését. Árai is elmaradnak attól, amit a minőség alapján elvárhatnánk.

A különböző háztartások fogyasztási statisztikai felmérései igazolják, hogy a hazai mézfogyasztás éves volumene mintegy 4000 tonna körüli. Ennek alapján az egy főre jutó éves fogyasztás 0,4 kg-ra tehető.

A hazai mézfogyasztás mintegy 90 %-a lakossági fogyasztás. A méz 10 %-át az ipar (sütődék, konzervgyárak, gyógyszergyárak, kozmetikai laboratóriumok stb.) használja fel.

Az **1. 2. és 3. táblázat** Magyarország méz-termelésének és -kereskedelmének fontosabb adatait mutatja. Forrás: NYÁRS (2001)

1. táblázat: A méhészetek forgalmazási szerkezete

A különböző mézfajták termelésének arányai					
Év	1999	2000	2001	2002	2003
Termelés (t)	18 500	15 200	15 300	18 000	21 900
Mézfajták aránya	%	%	%	%	%
Repce	4	6	19	18	9
Akác	61	67	55	34	52
Napraforgó	15	7	7	21	20
Vegyes virág	14	17	13	13	10
Selyemkóró, hárs, facélia	6	3	6	14	9

2. táblázat: A méhészeti termelés számértékei

Év	Mézőtermelés (tonna)	Export (tonna)	Import (tonna)
1991-1994	13 340	11 020	580
1995	16 050	13 028	764
1996	15 810	13 159	710
1997	12 200	7 675	406
1998	13 740	9 262	548
1999	18 500	9 889	441
2000	15 200	12 806	857
2001	15 300	12 725	690
2002	18 000	15 023	958
2003	21 900	15 773	1 275
2004 (KSH adat)	19 000	nincs adat	n.a.

3. táblázat: Magyarország mézexportja

Magyarország 2003. évi mézexportjának országonkénti megoszlása		
Ország	Mennyiség (t)	Megoszlás %
Összes ország (24)	15 773	100
EU országok összesen	14 422	91,43
EU-n kívüliek	1 351	8,57

A világ méztermelése éves szinten mintegy 1,2 millió tonna. A megtermelt méz több mint felét 6 ország illetve ország-csoport állítja elő: Kína, Egyesült Államok, Argentína, Európai Unió, Független Államok Közössége, Mexikó. Hazánk a világ méztermeléséből 1 %-al részesedik. A **4. táblázat** a világ méztermelését és -kereskedelmét mutatja be.

4. táblázat: A világ méztermelése és -kereskedelme (1999)

Ország	Termelés (ezer tonna)	Export (ezer tonna)	Import (ezer tonna)
Kína	233	88	0.4
FÁK	130	1.4	0.3
EU-15	130	6	151
USA	101	5	82
Argentína	93	91	0.04

Mexikó	55	22	0.06
Kanada	34	15	3
Ausztrália	19	10	0.102
Japán	3	0	34
Magyarország	14	9	0.4
Világ összesen	1173	339	349

3.5. Magyarországi mézfajták

Magyarországon több mint nyolcszáz növényfajt látogatnak a méhek nektár- és virágporgyűjtés végett. E fajoknak csak töredékéről lehet fajtamézet (uniflorális mézet) előállítani. Az akácméz adja méztermelésünk 70-90 %-át. Szabolcs-Szatmár-Bereg és Hajdú-Bihar megyében a kiterjedt akácok (*Robinia pseudoacacia*) kítűnő feltételeket teremtettek a méhészet számára. A Nyírségben termelt méz kiváló minőségű, különlegesen tiszta, sűrűn folyó, tájjellegű akácméz. Jó minőségű akácmézet termelnek még a Mezőföldön, a Bakonyban és a Mecsekben is. Az akácméz világos, zöldessárga színű, sokáig folyékony állapotban maradó (nehezen kristályosodó), akácvirág illatú méz. Az egyes területekről származó akácmézek nagyon világosak és áttetszők, de ez esetekben is megfigyelhető a halvány zöldes árnyalat. Nagyon kevés virágpórt tartalmaz. A Magyarországon termelt akácméz különleges minősége miatt Hungaricumnak számít, keresett export termék.

A dél-dunántúli régióban nagy hagyománya van a hársméz (*Tilia fajok*) gyűjtésének. Színe az akácénál sötétebb, a világossárgától a borostyánsárgáig változhat. Jellegzetes hárs illatú, enyhén kesernyés ízű fajtaméz. Viszonylag nehezen kristályosodik.

A napraforgó (*Helianthus annuus*) jó mézelő. A Hajdúságban nagy mennyiségben termelik. A napraforgó méze aranyárga színű, kesernyés-savanykás ízű. Nagyon gyorsan kristályosodik, a kristályosodás során nagyméretű, durva kristályok képződnek, melyek leülnek az edény aljára. A kristályok fölött marad egy folyékony, híg réteg.

A Dél-Dunántúlon, a Mecsek vidékén, valamint Nagyoroszi térségében, Visegrád és Esztergom környékén hatalmas szelídgesztenye (*Castania sativa*) erdők vannak és egyenletes, jó méhlegelőt nyújtanak. A gesztenyeméz színe a borostyánsárgától a sötétbarna színig terjed. Íze jellegzetes, kesernyés, illata kissé hasonlít a szerves oldószerekére. Viszonylag lassan kristályosodó méz

A medvehagyma (*Allium ursium*) elterjedési területe az utolsó eljegesedés óta erősen visszahúzódott, de néhány jelentősebb termőhelyen olyan tömegesen tenyészik, hogy fajtamézet lehet róla gyűjteni. Legnevezetesebb régiója a Dél-Dunántúl. Bár áprilisban már többféle növény virágzik, de nem a bükkösökben, ahol a medvehagyma terem. Nektárja édes-harmattal sem keveredhet, mert kora tavasszal még nem szaporodhattak el a fák szívó szájszervű kártevői. Ezért tiszta fajtamézet lehet róla gyűjteni. Méze erősen hagyma-ízű, sötét, zöldes árnyalatú, gyógyhatását is feltételezik.

A Hanságban, a Rába és mellékfolyói környékén, valamint a Somogy megyei Nagybereken, továbbá a Dráva mentén terem az aranyvessző, más néven szolidágó (*Solidago virga-aurea*, *Solidago canadensis*). A későn virágzó növényről sötét-arany színű, sűrűn folyó méz nyerhető. Erős illatú, rendkívül zamatos, fűszeres ízű mézfajta. Viszonylag gyorsan kristályosodik.

A selyemkóró méz (más néven vaddohány- vagy selyemfű méz), a selyemkóró (*Asclepias syriaca*) virágjának nektárjából gyűjtött, erőteljes, édeskesen fűszeres illatú, jellegzetes aromájú méz. Megjelenésében nagyon hasonlít az akácmézre. Fő termelési régiói: Dél-Alföld, Dél-Dunántúl, Közép-Magyarország. Mivel a növény nem termel virágpórt, így a virágpórtartalma elenyésző. Az akáchoz hasonlóan sokáig folyékony marad. Olykor az akácméz hamisítására használják, pedig kedvelői szerint finomabb az akácméznél.

A repceméz (*Brassica*) folyékonyan világos színű, kikristályosodva hófehér színű méz. Nagyon gyorsan (napok alatt) kikristályosodik. Jellegzetes módon apró kristályokat alkot,

egyöntetűen kristályosodik (nincsenek fázisok a kristályosodási folyamat során), emiatt kiválóan alkalmas krémméz előállítására. Magyarország egész területén folyik repcetermelés, de legeredményesebben a Dunántúl déli és nyugati megyéiben foglalkoznak vele. Ebben a régióban a méhészek 72-60 százaléka vándorol repcére.

Facéliaméz (mézontófü-méz, *Phacelia tenacetifolia*) Világos, tört színű, áttetsző méz. Enyhe illatú, a facélia virágporát idéző ízű mézféleség. Viszonylag sokáig folyékony marad. Önállóan csemegemézként fogyasztható. Többnyire a vegyes virágméz alkotórészeként kerül fogyasztásra, ritkán töltik le önálló fajtamézként.

Gyümölcsméz. A gyümölcsméz többféle, nagyjából egy időszakban, korán virágzó gyümölcsfáról származó nektárokból készül. Barnás színű, sötét árnyalatú méz. Jellegzetes kesernyés barackmag íze van, mivel ebben az időben a csonthéjasok virágoznak. Közepes kristályosodási hajlamú. Ritkán, kis mennyiségben terem, csemege méznek számít.

Pohánkaméz (hajdinaméz, *Fagopyrum esculentum*) E méz a legsötétebb virágméz, szinte fekete színű. Illata jellegzetes börszagú, emlékeztet a disznóól szagára. Íze nagyon karakteres, fűszeres. Ez is nehezen kristályosodó mézféleség. Az ingyenc mézfogyasztók egyik kedvelt méze. Ezt a mézet Franciaországban a gyógyszerárakban szívbetegek számára árusítják!

Levendulaméz. (*Lavandula* fajok) Franciaországban jól ismert mézfajta, Magyarországon elég ritkán fordul elő. Borostyánsárga színű, jellegzetesen kellemes illatú méz. Nehezen kristályosodik. Fahéj és vanília íz is kiérezhető a kóstolásakor.

Somkóróméz (*Melilotus officinalis*). Világos színű, nagyon kellemes, jellegzetes illatú, vanília ízű méz. Nehezen kristályosodik. Az USA-ban hatalmas mennyiség terem, mivel ez a növény nagy területeken nő a parlagon hagyott területeken.

Öszirózsaméz Nem a kerti öszirózsa (*Callistephus chinensis*) méze, hanem a vadon növény, nyár végén virágzó *Aster* fajoké. Világosbarna színű méz. Markáns íze jellegzetesen zamatos. Gyorsan és egyenletesen kristályosodik. A nyers fehér színű mikrokristályok kitöltik az egész üveget, krémméz előállítására alkalmas.

Édesharmat-méz Nagyon sötét, szinte fekete színű, enyhe illatú, markáns ízű méz. A jegenyefenyő erőiben gyűjtött édesharmatméznek dióra emlékeztető íze van. A más erdőkből (pl. lucfenyő, vörösfenyő, tölgy, fűz, feketedió stb.) származó erdeiméz ízében dominál egy bizonyos "édesharmat" íz. Többnyire sokáig folyékony marad. Magas ásványi anyag tartalma miatt fogyasztása jó étrendi hatású.

Helyenként és időnként a következő növényekről kaphatók még fajtamézek: gyalogakác, japánakác, galagonya, málna, pohánka, bálványfa, tök, pusztai kutyatej, koriander, mustár, sóvirág stb. Az **5. táblázat** a leggyakoribb hazai mézfajták érzékszervi tulajdonságait mutatja.

5. táblázat: Néhány hazai mézfajta tulajdonságai

Mézféleség	Íz, illat és szín	Kristályosodási hajlam
Akác	Kellemes ízű és illatú; fehér, olykor zöldes színű.	Nagyon lassan, tömören, egyeneműen kristályosodik.
Hárs	Hársvirág illatú és zamatú; sárgászöld, olykor sötétebb színű.	Lassan – néha évek múlva kristályosodik.
Almavirág	Zamatos; világos sárga színű.	Általában nagyon híg, gyorsan kristályosodik.
Here	Kellemes, zamatos ízű; átlátszó, vízszerűen fehér.	Hosszabb ideig marad folyékony, apró-kristályos.
Repce	Nagyon édes, néha olajos ízű; citromsárga színű.	Előfordul, hogy már a lépben libazírszerűen kristályosodik.
Hajdina	Nagyon zamatos, kicsit erős, olykor kesernyés; vörösesbarna.	Nyálkás, durván kristályos.
Fenyő	Fűszeres, esetleg kissé gyantás ízű; szürkés-zöldesbarna, néha	Sűrűn folyó, enyvszerű.

<i>Mézféleség</i>	Íz, illat és szín	Kristályosodási hajlam
	majdnem fekete színű.	
Kutyatej	Kellemes, zamatos ízű, kissé kaparó; barnás színű.	Sűrűn folyó, durván kristályosodik.

Forrás: Beliczay, 1960

3.6. A méz jellemzői, előírások és szabványok

A mézre vonatkozó szabványok, előírások és irányelvek Európában az International Honey Commission (IHC) javaslataira, a Bizottsággal egyetértésben születnek. Az irányelveket és mézekre vonatkozó Európai szabványt a Codex Alimentarius Standard 2001, valamint az European Directive (European Commission 2002) tartalmazza. Az Európai Gazdasági Közösség Tanácsának 2001/110/EK számú irányelve alapján (COUNCIL DIRECTIVE 2001) készült magyar szabályozást a Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/110 sz. előírása tartalmazza (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 2002). Ez az előírás 2003. augusztus 1-től lépett hatályba. Korábban az 1996-ban kiadott 1-3-74/409 sz. előírás és a 2-01-25 sz. irányelv (MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV 1996) volt érvényben, mely néhány pontjában eltér az új előírásoktól. 2005. októberében a Tanács irányelvének értelmező dokumentuma is megjelent már, mivel az irányelv megjelenése óta a Bizottság részlegeihez nagy számú, az irányelv értelmezésére vonatkozó kérdés vagy módosítási javaslat érkezett, melyek túlnyomó többsége az egyes méztípusok terméknevével volt kapcsolatos. Ez segítséget nyújt a tagállamok és a piaci szereplők számára az irányelv különféle előírásainak értelmezéséhez. (pl. EXPL. 61913.OCT. 2005)

Az előírás szerint a mézek eredetük alapján virág- vagy édesharmatmész elnevezést kapnak, előállítási és/vagy megjelenési mód szerint pedig lépes-, darabolt lépes-, csorgatott-, pergetett-, sajtolt-, vagy filtrált mézek lehetnek. A termék neve kiegészülhet a növényi eredetre való utalással vagy regionális, területi eredetre utaló névvel és különleges minőségi jellemzőkkel. A florális vagy regionális eredet deklarációjának azonban nincsenek leszögeezett kritériumai, és bár a szabvány kiköt bizonyos határértékeket és összetételi értékeket, arra vonatkozóan nincs szabványelőírás, hogy mi nevezhető pl. akácméznek. (A régi szabvány erre vonatkozóan pollenarány értékeket írt elő.) A magyar, cseh és francia méztermelők már tüntetéssel is tiltakoztak az irányelv bizonyos passzusai ellen, mert a kötelező jelölések hátrányos helyzetbe hozzák az EU országok termelőit a „harmadik országok” termelőivel szemben. Nem volt kötelező ugyanis a kevert mézek esetén feltüntetni, hogy a termék hány százalékban tartalmaz hazai mézet és hány százaléka pl. argentin. Ezért akár az 1 % európai méz tartalmú termék is kevert mézként kerül forgalomba, ami igen károsan befolyásolhatja a fogyasztói döntést, főleg ha figyelembe vesszük, hogy a nyugat-európai fogyasztók nagy többsége igyekszik előnyben részesíteni a hazai terméket a „bizonytalan vagy gyanús” külföldivel szemben.

A Magyar Élelmiszerkönyv szerint a fogyasztói forgalomba kerülő mézhez más élelmiszer-összetevő valamint mézen kívüli egyéb anyag nem adható hozzá. A méznek az összetételétől idegen szerves vagy szervetlen anyagoktól mentesnek kell lennie, nem lehet idegen íze vagy zamata (kivéve a sütő-főző mézet), nem lehet erjedt és nem melegíthető olyan módon, hogy a természetes enzimek nagymértékben inaktiválódnak. Külön kell kezelni és elnevezni a sütő-főző csak ipari felhasználásra alkalmas mézeket. A méz összetételére vonatkozó szabványelőírásokat a **6. táblázat** tartalmazza összefoglalva.

6. táblázat: A méz összetételi követelményei

1. Cukortartalom	
1.1 Fruktóz és glukóztartalom:	
-Virágméz	legalább 65 %
-Édesharmatmész, virágméz és édesharmatmész keverékei	legalább 60%
1.2. Szacharóztartalom	

<ul style="list-style-type: none"> - általában - akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>), lucerna (<i>Medicago sativa</i>), banks-cserje (<i>Banksia menziesii</i>), baltavirág (<i>Hedysarum</i>), vöröslő eukaliptusz (<i>Eucalyptus camadulensis</i>), hócserje (<i>Eucryphia lucida</i>, <i>Eucryphia milligani</i>), citrusfélék (<i>Citrus spp.</i>) - levendula (<i>Lavandula spp.</i>), borágó (<i>Borago officinalis</i>) 	<p>legfeljebb 5 g/100 g</p> <p>legfeljebb 10 g/100 g</p> <p>legfeljebb 15 g/100 g</p>
<p>2. Nedvességtartalom</p> <ul style="list-style-type: none"> - általában - hangaméz (<i>Calluna spp.</i>) és a sütő-főző méz általában - hangafélékről (<i>Calluna spp.</i>) gyűjtött sütő-főző méz 	<p>legfeljebb 20 %</p> <p>legfeljebb 23 %</p> <p>legfeljebb 25 %</p>
<p>3. Vízben oldhatatlan szilárdanyag-tartalom</p> <ul style="list-style-type: none"> - általában - sajtolt méz 	<p>legfeljebb 0,1 g/100 g</p> <p>legfeljebb 0,5 g/100 g</p>
<p>4. Elektromos vezetőképesség</p> <ul style="list-style-type: none"> - mézek általában, kivéve a szelídgesztenye-, édesharmatméz, és ezek keverékeit - szelídgesztenye-, édesharmatméz, és ezek keverékei az alábbiak kivételével: szamócacserje (<i>Arbutus unedo</i>), erika (<i>Erica</i>), eukaliptusz (<i>Eucaliptus spp.</i>), hárs (<i>Tilia spp.</i>), csarab (<i>Calluna vulgaris</i>), teamirtusz (<i>Leptospermum</i>), hangamirtusz (<i>Melaleuca spp.</i>) 	<p>legfeljebb 0.8 mS/cm</p> <p>legalább 0.8 mS/cm</p>
<p>5. Savfok</p> <ul style="list-style-type: none"> - általában - sütő-főző méz 	<p>legfeljebb 50 milliekvivalens/1000 g</p> <p>legfeljebb 80 milliekvivalens/1000 g</p>
<p>6. Diasztázaktivitás és hidroximetil-furfurol (HMF)-tartalom feldolgozás és homogenizálás után</p> <p>a) Diasztázaktivitás (Schade-skála szerint)</p> <ul style="list-style-type: none"> - általában, kivéve a sütő-főző mézet - kis természetes enzimentartalmú mézek (pl. citrusméz), ha a HMF-tartalom nem több, mint 15 mg/kg <p>b) HMF- tartalom</p> <ul style="list-style-type: none"> - általában, kivéve a sütő-főző mézet - kis enzimentartalmú mézek esetében, ahol a diasztázaktivitás legalább 3 (Schade-skála szerint) - bizonyítottan trópusi eredetű mézek és ezek keverékei esetén 	<p>legalább 8</p> <p>legalább 3</p> <p>legfeljebb 40 mg/kg</p> <p>legfeljebb 15 mg/kg</p> <p>legfeljebb 80 mg/kg</p>

Forrás: Magyar Élelmiszerkönyv, 1-3-2001/110 számú előírás (2002)

3.7. A méz összetétele

A mézek átlagos összetételét a szabványelőírások jól tükrözik. Az ott megadott értékeken belül (vagy sokszor azokon kívül is) azonban változik a méz összetétele, elsősorban a virág-eredettől és a földrajzi eredettől függően, de a méhek működése is nagyban hat rá.

A méz tehát egy kb. 20 % víztartalmú cukorszörp. A benne lévő növényi színanyagoktól függően a színe sárgás vagy barnás, esetleg víztiszta színű. Szárazanyag tartalmának legnagyobb része cukor, de részét képezi a pollen is. A benne lévő szerves anyagok mennyiségétől függ a

hamutartalma és vezetőképessége. Szerves sav tartalma is van, ha ez túl magas, az már a cukor erjedésére utalhat. A benne lévő enzimek mutatják, hogy valóban méhek készítették és nem invertcukor-eredetű. Egyéb alkotó vegyületei közül a hidroximetil-furfuralt szokták vizsgálni, mert mennyisége a túlzott hőkezelés eredményeként megnő. A (főleg illó) aromavegyületek élvezeti értékének meghatározói, arányaikból és mennyiségükből a méz eredetére lehet következtetni.

3.7.1. Szénhidrát tartalom

A mézek szénhidrátjai mono- és oligoszacharidok, kis részben poliszacharidok. Legfontosabb monoszacharidjai a fruktóz és a glükóz, ezek együtt a méz szárazanyag tartalmának 85-95 %-át teszik ki. A méz tulajdonképpen túltelített cukoroldat, ezért idővel kikristályosodik. A méz kristályosodási hajlamát alapvetően a glükóz és fruktóz aránya határozza meg. Minél nagyobb a mézben a fruktóz/glükóz arány, annál lassabban kristályosodik ki. A nektár cukorösszetétele növényre jellemző, így megkülönböztetünk erősen kristályosodó mézet (illetve nektárt) adó növényeket (repce, mustár, napraforgó, gyümölcsfák) és lassan kristályosodó nektárt adó növényeket (akác, here, bükköny, lucerna) (KISS 1983). A **7. táblázat** a mézek kristályosodási hajlamát szobahőmérsékleten befolyásoló összetételi paramétereket mutatja. Ezek mellett hatása lehet még a jelen lévő oligoszacharidok mennyiségének is.

7. táblázat: A kristályosodási hajlamot befolyásoló tényezők

glükóz/víz arány	<1,7	folyékony	>2,1	kikristályosodik
fruktóz/glükóz	>1,64	folyékony	<1,25	kikristályosodik
(glükóz-víz)/fruktóz	<0,27	folyékony	>0,42	kikristályosodik

Forrás: <http://www.airborne.co.nz>

Hosszabb idejű állás közben a monoszacharidok oligoszacharidokká kapcsolódhatnak (DONNER, 1977) van azonban megfigyelés arra vonatkozóan is, hogy a fruktóz és glükóz mennyisége tárolás során nő, feltehetőleg az oligoszacharidok savas hidrolízise következtében (CAVIA, 2007). Az oligoszacharidok legfontosabb képviselője, a szacharóz szinte minden mézben jelen van. A méz szacharóz tartalmát a nektáreredet, a tárolási idő és a méh-eredetű invertáz enzim mennyisége határozza meg. Az invertáz enzim a szacharózt glükózzá és fruktózzá bontja le. A Magyar Élelmiszerkönyv (2002) előírásai alapján a méz szacharóz tartalma általában nem haladhatja meg az 5 %-ot. Bizonyos fajtamézek esetében, így az akácmézénél is maximum 10 % lehet, a levendula méz esetében 15 %. Az előírásban szereplő értékek feletti szacharóz tartalom már felveti a hamisítás gyanúját.

A szintén diszacharid maltóz is előfordul a mézekben. Az édesharmat mézek maltóz tartalma 5-6 %. Főként a nyár- és a hársfa mézharmatában illetve a vörösfenyő mannájában gyakori a melecitóz. Emellett még számos oligoszacharid jelenlétét mutatták ki a mézekben, ilyen például a kojibióz, az izomaltóz, az izomaltotrióz stb. Az izomaltóz, maltotrióz stb. nyomnyinál nagyobb mennyisége azonban keményítő-hidrolizátummal való hamisításra utalhat.

Kisebb mennyiségben ugyan, de poliszacharidokat is tartalmaznak a mézek, keményítőt és dextrineket. Az édesharmat mézek nagyobb mennyiségben tartalmaznak dextrint, ami az édesharmatot kiválasztó rovarok metabolizmusának köszönhető. A magasabb dextrin tartalmú mézek kristályosodási hajlama kisebb.

A mézekben lévő cukrok spektruma a vizsgálati módszerek fejlődésével egyre szélesedik. A változatos cukorösszetétel alapján kapcsolatot lehet találni a mézek eredete (florális és földrajzi) között, ehhez azonban igen nagyszámú adat szükséges. Ezért a szakirodalom bővelkedik a mézek cukorösszetételével kapcsolatos cikkekben. A kimutatott cukrok minősége némileg az alkalmazott vizsgálati módszerek is függvénye.

MATEO és BOSCH-REIG 1997-ben spanyol uniflorális mézekben vizsgálta a cukor-komponenseket származékképzés utáni gázkromatográfiával, rozsmaring-, narancsvirág-, levendula-,

napraforgó-, eukaliptusz-, hanga- és mézharmat-mézekben. A kimutatott cukrok fruktóz, glükóz, szacharóz, trehalóz, maltulóz, maltóz, nigeróz, turanóz, kojibióz, palatinóz, genciobióz, melibióz, izomaltóz, raffinóz, melecitóz voltak. A vizsgálatok szerint a kojibióz mennyisége magasabb a mézharmat-mézekben, az izomaltózé pedig jelentősen magasabb. Venezuelai mézben HPLC-vel kimutattak még arabinózt is, de igen kis mennyiségben (kevesebb, mint az összcukor tartalom 1%-a). (de RODRIGUEZ, 2004) Görög mézben gázkromatográfiával a következő cukorkomponenseket találták: fruktóz, glükóz, szacharóz, trehalóz, maltóz, izomaltóz, raffinóz, erlóz, melecitóz, panóz, malto-trióz, malto-tetraóz. (LAZARIDOU, 2004) Cotte és munkatársai (COTTE 2004) a következő cukrokat határozták meg uniflorális mézben folyadékkromatográfiásan, ioncserés oszloppal: fruktóz, glükóz, szacharóz, maltóz, maltulóz, turanóz, trehalóz, palatinóz, laminaribióz, melibióz, izomaltóz, genciobióz, raffinóz, neo-kesztóz, 1-kesztóz, erlóz, melecitóz, maltotrióz, panóz. Főkomponens analízissel csak a fenyő-eredetű mézket sikerült azonban biztonsággal megkülönböztetni, a bennük lévő triszacharidok (raffinóz, melecitóz és erlóz) nagy mennyiségének köszönhetően. A **8. táblázat** tartalmazza a mézben kimutatott szénhidrát komponenseket:

8. táblázat: Mézben kimutatott szénhidrát vegyületek

Mono-szacharidok	Oligoszacharidok			Poliszacharidok
	Diszacharidok	Triszacharidok	Egyéb oligoszacharidok	
Glükóz	Szacharóz	Raffinóz	Malto-tetraóz	Keményítő
Fruktóz	α -, β -trehalóz	Melecitóz	Izomalto-tetraóz	Dextrinek
Mannóz	α , α -trehalóz	Maltotrióz	Izomalto-pentaóz	
Galaktóz	Maltóz	Panóz		
Arabinóz (?)	Izomaltóz	Erlóz		
	Genciobióz	1-kesztóz		
	Turanóz	6-kesztóz		
	Nigeróz	Neokesztóz		
	Laminaribióz	Teanderóz		
	Kojibióz	Izomaltotrióz		
	Maltulóz	Izopanóz		
	Palatinóz (izomaltulóz)	3- α -izo-maltozil-glükóz		
	Cellobióz	Centóz		
	Trehalulóz			

Forrás: BELITZ 2004, SANZ et al. 2004, COTTE 2004, de RODRIGUEZ, 2004

Kimutattak mézben polialkoholokat (ciklitolok, cikloalkánok) is. Ezek nem tekinthetők szénhidrátoknak, de kémiai szerkezetükben közel állnak hozzájuk és édes ízűek. Sanz és munkatársai (SANZ et al. 2003) mio-inozitolt, muko-inozitolt, kvercitolt és pinitolt mutatott ki a vizsgált spanyol mézben. Ezek a vegyületek a vizsgált méz mindegyikében megjelentek, bár valószínűleg nem nektár eredetűek, mert előfordulásuk a tölgy- és fenyőfélékre jellemző, tehát a vizsgált méz tartalmazhattak mézharmat-mézet is.

3.7.2. Savtartalom és pH

A méz pH-ja kb. 3.2-től 6.0-ig terjed, az átlagérték 3.9 körüli. A virágméz pH értéke 3.6 és 4.5 között van, az édesharmat mézének 4 - 4,5 között lehet. Ez a pH érték az állati eredetű patogének szaporodását általában eredményesen gátolja, mert azok szaporodási optimuma rendszerint 7.2 - 7.4 között van. Ez az egyik tényezője a méz seb-gyógyító hatásának, mert a leggyakoribb sebfertőző mikroorganizmusok pH optimuma általában nem terjed ilyen alacsony

értékig. (Néhány baktérium szaporodásához szükséges minimális pH érték: *Escherichia coli*, 4.3; *Salmonella sp.*, 4.0; *Pseudomonas aeruginosa*, 4.4; *Streptococcus pyogenes*, 4.5) A méz pH értéke nem tükrözi közvetlenül a sav tartalmát, mert a jelen lévő szerves és szervetlen savak pufferrendszert alkotnak. A pH a mikroorganizmus-fejlődés mellett befolyásolja az enzimaktivitást és a méz textúráját is.

A mézben található savas vegyületek legnagyobb részét alifás szerves savak, savként reagálnak a laktonok, valamint jelen vannak még aminosavak (0.05 – 0.1 %) és kis mennyiségben aromás gyűrűt tartalmazó savak is. Az aminosavakat nem savasság- okozóként, hanem a fehérjetermészetű anyagok közt tárgyaljuk, az egyéb karboxil csoportot is tartalmazó vegyületek pedig az aromák ill. a színanyagok közt jelennek meg.

A szerves savak mennyisége a mézben kb. 0,5 %, legnagyobb mennyiségben a glükonsav van jelen, ami a glükóznak glükóz-oxidáz hatására történő lebontásából keletkezik. A glükonsav glükonolaktonnal van a mézben egyensúlyban. A szerves savak már a nektárkiválasztás közben megjelennek a nektárban. Számos, feltehetően növényi eredetű sav fordul elő a mézben: foszforsav, citromsav, almasav, borostyánkősav, piroglutaminsav, pirrolidon-karbonsav. A mézben kimutatták még az alábbi szerves savakat is: hangyasav, ecetsav, vajsav, oxálsav, d-glükuronsav, galakturonsav, propionsav, piroszőlősav, kininsav, glutársav, fumársav, borostyánkősav, vajsav (NOZAL et al., 2003)

A mézben lévő szabad savak mennyisége széles határok között mozoghat és tárolás során nő, részben az élesztőgombák működése révén, részben a továbbra is aktív glükóz-oxidáz hatására. Megfigyelések szerint a hidroximetil-furfurálból levulinsav és hangyasav keletkezhet tárolás során, ami szintén a savasságot növeli. (CAVIA, 2007)

A mézben lévő laktonok hidrolízise is szabad savakat eredményez. Az össz-sav tartalmat a szabad savak és a laktonok együttesen adják.

Esetenként mézben lévő mikroorganizmusok erjesztő hatására tejsav, vajsav és ecetsav is keletkezhet.

Ezeket túl a méhek garatmirigyéből is kerülnek savak a mézbe. A méh garatmirigye hangyasavat, ecetsavat és néha sósavat is tartalmaz.

Az enzimek tevékenysége során főként glükonsav keletkezik.

A mézeket savtartalmuk alapján megkülönböztetni nem lehet, de a savtartalom és a pH egyik paramétere lehet a főkomponens analízisnek vagy más matematikai statisztikai alapon való csoportba sorolásnak. A mézek magas savfoka viszont a mézerjedés kimutatásának legegyszerűbb módja, mert az erjedés során a cukorbomlás következtében különböző savak keletkeznek (KISS 1983).

A 9. táblázat a virág- és édesharmat-mézek sav-komponenseivel kapcsolatos adatokat tartalmaz.

9. táblázat: Virág- és édesharmat-mézek savtartalma

jellemző	virágmézek		mézharmat mézek	
	átlag	tartomány	átlag	tartomány
pH	3,91	3,42-6,10	4,45	3,90-4,88
szabad sav tart. (meqv/kg)	22,03	6,75-47,19	49,07	30,29-66,02
lakton savasság (meqv/kg)	7,11	0-18,76	5,80	0,36-14,09
össz. sav. tart. (meqv/kg)	29,12	8,68-59,49	54,88	34,62-76,49
lakton/szabad sav	0,335	0-0,950	0,127	0,007-0,385

Forrás: www.beesource.com (Az USDA adatai)

3.7.3. Fehérjék, enzimek, aminosavak

A fehérje részint a virágporból, részint a mézérlelés során a méhek mirigyváladékából kerül a mézbe. A virágmézek átlagosan 0,5-1,5 %-ban, az édesharmat mézek 3 %-ban tartalmaznak fehérjéket. A méh-eredetű fehérjék legnagyobb részben enzimek. A virágpór-eredetű fehérjék alapján sikerült a mézek virág-eredetét igazolni immunblot technikával. (BARONI, 2002)

A mézben több enzim található, ezek többnyire a méhek garatmirigy váladékából kerülnek a mézbe és így a méz méh-eredetét is igazolják. A mézben legnagyobb mennyiségben megtalálható enzimeket a **10. táblázat** foglalja össze. Az enzimek mennyiségét befolyásolja a nektár összetétele és koncentrációja, a méhek életkora és a hordható nektár mennyisége. Ha igen sok a nektár és magas a cukorkoncentrációja, akkor a mézben található diasztáz és invertáz koncentrációja alacsony lesz. A méz enzimentartalma elsősorban a méhek garatmirigy-váladékából származik, de a nektárok is tartalmaznak különböző enzimeket illetve a mézbe vagy nektárba jutó mikroorganizmusok is termelhetik őket.

10. táblázat: A mézben legnagyobb mennyiségben található enzimek jellemzői

enzim		hatása	mennyiség/aktivitás
invertáz	α -glükózidáz	szacharózt hasít glükózzá és fruktózzá	7.5 – 10 ¹
diasztáz	α -amiláz, β -amiláz	keményítőt bont dextrinekké és egyszerű cukrokká	16 – 24 ²
glükóz-oxidáz	peroxidáz csoport	glükózt glükonolaktonná alakít, ami glükonsavvá és hidrogén-peroxiddá bomlik	80,80 – 210 ³
kataláz	oxidoreduktáz csoport	hidrogén-peroxidot bont vízzé és oxigénné	0 – 86,8 ⁴
savas foszfátáz		a szerves foszfátvegyületekről foszfát csoportot hasít le.	5,07 – 13,4 ⁵
glikozidáz		glikozidokat hasít cukorra és aglikon részre	

¹ – 100 g méz által egy óra alatt 40 fokon elhidrolizált szacharóz, g

² – 100 g méz által egy óra alatt 40 fokon elbontott keményítő, g

³ – 1 g méz által egy óra alatt termelt H₂O₂, μ g

⁴ – 1 g méz katalitikus aktivitása

⁵ – 100 g méz által 24 óra alatt termelt P, mg

Forrás: BELITZ, 2004

Ezek mellett kis mennyiségben tartalmazhat még a méz proteázt, észterázt és β -glükózidázt is. (LOW, 1986)

Az enzimek hőkezelés hatására, valamint a tárolás során a mézben aktivitásukat veszítik, ezért mennyiségük támpontot ad a méz koráról, vagy esetleges túlmelegítéséről. A **11. táblázat** a két legfontosabb enzim, az invertáz és a diasztáz felezési idejét mutatja különböző hőmérsékleten. (Felezési idő az az idő, amely alatt az enzim aktivitása a felére csökken)

11. táblázat: Az invertáz és a diasztáz enzim felezési ideje a hőmérséklet függvényében

hőmérséklet	felezési idő			
	invertáz		diasztáz	
20 °C	820	nap	1,480	nap
30 °C	83	nap	200	nap

40 °C	9.6	nap	31	nap
50 °C	1.28	nap	5.38	nap
60 °C	4.7	óra	1.05	nap
70 °C	47	perc	5.3	óra
80 °C	8.6	perc	1.2	óra

Forrás: www.airborn.co.nz

A diasztáz enzim, mely α - és β -amiláz keverékéből áll, keményítő-bontó enzim. A méz hosszú ideig való tárolása és a melegítés inaktíválja az enzimet, ezért a mézminősítés egyik fontos paramétere a diasztáz aktivitás. Bizonyos fajtamézeknek természetes módon alacsonyabb diasztáz aktivitással rendelkeznek pl.: citrusmézek. Egyes fajtamézek alacsony diasztáz aktivitása azzal magyarázható, hogy az adott növény nektárja sűrű, így a méheknek a mézérlelés során kevesebb ideig kell sűríteniük, azaz kevesebb enzimet adnak a nektárhoz.

Az invertáz a mézben lévő szacharóz bontásáért felelős. A diasztáznál érzékenyebb a magas hőmérsékletre. A szóhasználatban elterjedt méz invertáz enzim α -glükózidázt jelent. A mézharmat mézekben nagyobb invertáz aktivitást mértek, mint a virágmézekben. Az α -glükózidáznak három típusát mutatták ki az európai méhekben, az α -glükózidáz I a gyomorban, az α -glükózidáz II a gyomorban és a hemolimfában, az α -glükózidáz III pedig a garatmirigyben található meg. (ZHANG, 2007)

A glükóz oxidáz legnagyobbbrészt a méhek adják a mézhez, ez a mézek antibakteriális hatásának egyik összetevője. A hatására a glükózból keletkező hidrogén-peroxid okozza a legtöbb méz antibakteriális hatását (a flavonoidok, fenolos vegyületek és valószínűleg eddig még ismeretlen vegyületek vagy hatások szintén hozzájárulnak az antibakteriális tulajdonsághoz). (WESTON, 2000b) A glükóz oxidázt fény, hő, mikrohullámok inaktíválják. Úgy gondolják, hogy az enzimnek legalább kétféle variánsa létezik, melyek a méhek különböző szerveiből származnak, ez magyarázhatja azt, hogy különböző mézek glükóz-oxidázai különböző mértékben érzékenyek a fény- ill. hőhatásra. Bizonyos mézekben ugyanis azt tapasztalták, hogy már kis mértékű látható fény hatására az enzim aktivitását veszti. (Az enzim más forrásokból is származhat, pl. az *Aspergillus niger* is termeli, és elképzelhető, hogy néha ilyen úton is a mézbe juthat.) A glükóz oxidáz addig aktív a mézben, amíg az eléggé híg. A betöményedett, érett mézben az enzim működése lelassul vagy megszűnik, hígításra azonban ismét működőképessé válik. A legnagyobb mennyiségben található sav, a glükonsav az enzim működésének eredménye, ennek keletkezése azonban az érett mézben már igen lassú. Az *Apis cerana* méhek által termelt mézekben a glükóz-oxidáz enzim aktivitása kisebb.

A mézekben kimutatható kataláz feltehetőleg a pollenből származik. Ez az enzim lebontja a hidrogén-peroxidot, ezáltal a méz antibakteriális hatását is csökkenti. Elképzelhető, hogy bizonyos növényekből származó mézek nagyobb antibakteriális hatása annak a jele, hogy az adott növényforrás nem tartalmaz katalázt (WESTON, 2000). KERKVLJET (1996) eredményei szerint 95 % annak a valószínűsége, hogy ha a méz peroxid akkumulációja $\geq 10 \mu\text{g/g/h}$ 20 °C-on, akkor a HMF (hidroximetil-furfurol) tartalom $\leq 40 \text{ mg/kg}$ és/vagy a diasztáz aktivitása ≥ 8 .

A mézben szabad aminosavak is találhatóak. A **12. táblázat** a mézben kimutatott szabad aminosavak mennyiségét mutatja mg/100 g koncentrációban. (ÖZCAN, 2006) (<LOD =az érték nem éri el a kimutatási határt.)

12. táblázat: A méz szabad aminosavai

Ala	Arg	Asn	Asp	Cys	Glu	Gln	Gly	His	Hyp	Leu-	Lys	Met	Phe	Pro	Ser	Thr	Tyr	Trp	Val
12.23	<LOD	4.16	8.43	<LOD	7.93	18.90	2.93	1.26	0.76	2.06	4.80	<LOD	11.18	81.32	6.31	2.65	8.63	<LOD	6.34

(ÖZCAN, 2006)

Legnagyobb mennyiségben a prolin jelenik meg a mézekben, ezért ennek mérésével a méz hamisítatlanságára is kapunk adatot. A vizsgálatok szerint a nektár is tartalmaz prolint, melyet a méhek érzékelné tudnak és előnyben részesítik azokat a virágokat, melyek nektárja prolinban gazdag (CARTER, 2006) Különböző fajtamézek prolin tartalmát a **13. táblázat** mutatja be.

13. táblázat: Fajtamézek prolin tartalma

Fajtamézek	Átlagos prolintartalom mg/kg
Akácmez (n=9)	119
Selyemkóróméz (n=3)	305
Zsályaméz (n=1)	318
Vegyes virágméz (n=1)	327
Napraforgóméz (n=2)	328
Hársméz (n=7)	426
Eukaliptuszméz (n=1)	418
Édesharmatméz (n=4)	563
Medvehagymaméz (n=1)	729
Gesztenyeméz (n=4)	733

Forrás: FÖLDHAZINÉ et al. (1996)

A méz aminosav tartalma azonban zömében a méhektől származik, amit cukoroldatos etetéssel végzett kísérletekkel is igazoltak. A mézben előforduló aminosavak eredetét is vizsgálták és megállapították, hogy az aszparaginsav elsődlegesen a pollenből oldódik át a mézbe, a lizin a nektárban van jelen, a prolin pedig főként a méhektől származik. A méz prolin tartalma az érettség jele. (HAHN 1970) HERMOSIN és kutatótársai (2003) összefüggést mutattak ki a méz botanikai eredete és aminosav tartalma között is, a származást azonban ilyen alapon nem tudták hitelt érdemlően bizonyítani.

3.7.4. Flavonoidok és fenolszármazékok

A méz sárgás-barnás színének kialakításában legnagyobb szerepe a flavonoid színezékeknek van. A flavonoidok a növényekben igen széles körben megtalálható fenolos vegyületek közé tartoznak. Antioxidáns hatásúak, gyökfogók, ezért a méz antioxidáns tulajdonságainak is hordozói. Azt mondhatni, hogy minél sötétebb színű egy méz, annál erősebb (nem peroxid) antioxidáns hatás várható tőle. A növények szekunder metabolizmusának termékei, állati szervezetek nem szintetizálnak flavonoidokat. A mézek fenolos és flavonoid vegyületei származhatnak a nektárból, a pollenből vagy a propoliszból. A flavonoid vegyületeknek igen sok fajtája létezik, PETERSON és DWYER (1998) javaslatára a flavonoidokat hat fő csoportba sorolják: flavanonok, flavonok, izoflavonok, antocianinok, flavonolok és flavánok (flavanolok). Ezekben belül további alcsoportok vannak: monomerek, dimerek, oligomerek. A citrusfélékben főleg flavanonok vannak, a hüvelyesekben pedig izoflavonok. Úgy tűnik, hogy a flavanonok és a flavonok gyakran jelennek meg egyazon növényben, főleg citrusfélékben, de a flavonok és a flavonolok általában nem találhatóak meg együtt, sem a flavonok az antocianinokkal együtt. (D'ARCY, 2005) A 14. táblázat a mézben legnagyobb mennyiségű flavonoidok mért értékeit mutatja.

14. táblázat: A méz leggyakoribb flavanoidjai

flavonoid típusa		átlag mg/100g méz	minimum	maximum
flavonok	apigenin	0,05±0,02	0,03	0,07
	luteolin	0,63±0,08	0,03	3,19

flavonolok	izo-ramnetin	0,17±0,02	0,04	0,40
	kaempferol	0,11±0,01	0,05	0,17
	miricetin	1,03±0,13	0,11	2,73
	kvercetin	0,51±0,05	0,02	1,30

Forrás: USDA Database, 2006

A flavonoidok a nektárban glikozidjaik formájában találhatóak, a mézben viszont csak az aglikon rész mutatható ki.

A pollenben lévő flavonoidok gyakorlatilag a növény minden flavonoidját reprezentálják. A pollenben a flavonoidok glikozidként és szabad aglikonként is jelen vannak. Valószínű, hogy a nektár flavon-vegyületei részben a pollenből oldódnak át, így a méz flavonoidjai részben a pollenből is származnak. SERRA-BONVEHI és munkatársai (2001) a pollenben tömegre vonatkoztatva több mint 0.85% fenolszármazékot találtak és 0.35% flavonoidot, amelyek közt a flavonol glikozidok domináltak. A vizsgált pollen mintákban a rutin, miricetin és a fahéjsav volt legnagyobb mennyiségben. Egyes növények pollenje egyedi flavon-komponenseket tartalmaz (pl. a mandula 8-metoxikaempferol-3-glikozidja), ennek alapján mézük is azonosítható. A 15. táblázat a pollenben azonosított flavonoidokat ill. flavonoid-glikozidokat mutatja. A csillaggal jelöltek aglikonjait találták meg a mézben is.

15. táblázat: A pollenben azonosított flavonoidok és glikozidjaik

Apigenin- 3-glükózid	Kaempferol-3-szoforozid
7-metoxiherbacetin-3-diglükózid	Luteolin*
8-metoxiherbacetin-3-diglükózid	Miricetin*
8-metoxiherbacetin-3-glükózid	Miricetin-3-galaktozid
7-metoxiherbacetin-3-szoforozid	Miricetin-3-glükózid
8-metoxiherbacetin-3-szoforozid	Kvercetin*
Herbacetin-glükózid	Kvercetin-3-metil
Izorhamnetin-3-glükózid	Kvercetin-3-diglükózid
Izorhamnetin-3-szoforozid-diglükózid	Kvercetin-3-glükózid
Kempferol-3-diglükózid	Kvercetin-3-ramnozid
Kaempferol-3-glükózid	Kvercetin-3-rutinozid
8-metoxikaempferol-3-glükózid	Kvercetin-3-szoforozid
Kaempferol-3-neoheszperozid	Tricetin*
7-metoxikaempferol-3-neoheszperozid	

* A mézben megtalált aglikonok

Forrás: D'Arcy, 2005

A propolisz a méhek által kiválasztott méhviasznak és különböző növényi kiválasztmányoknak a keveréke, amit a méhek többek közt ragasztó anyagnak használnak. A propoliszban található több száz vegyület közt mintegy 80 flavonoidot és sok fenolos vegyületet is találtak, ez lehet antioxidáns hatásának forrása. A flavonoidok mennyisége a propolisz tömegének egyharmadát, az egyéb fenolos vegyületek tömege az egytizedét is elérheti. Egyedül a pinocembrin 4.0 - 4.6 %-át teheti ki a propolisz tömegének. A propoliszban azonosított flavonoidok közül huszonötöt a mézben is kimutattak. A mézben lévő színanyagok tehát nem utalnak mindig a florális eredetre, mert a más célból (propolisz-gyűjtés, pollengyűjtés) látogatott növények színanyagai is átkerülhetnek a mézbe.

A 16. táblázat a mézekben azonosított flavonoidokat tartalmazza

16. táblázat: A mézben azonosított flavonoidok

Apigenin	Eriodictiol
Krizin	Flavon; Flavanonol-7-OH

Galangin
Galangin-3-OMe
Genkwanin
Hesperetin
Izoramnetin
Kaempferol
Kaempferol-8-OMe
Kaempferol-3-OMe
Luteolin*;Luteolin-7-OMe
Miricetin*
Miricetin-3-OMe
Miricetin-3'-OMe
Miricetin-3,7,4',5'-OMe
Naringenin

* A csillaggal jelöltek pollen-eredetűek

Forrás: D'Arcy, 2005

Pinobanksin
Pinobanksin-3-acetate
Pinocembrin
Pinostrobin
Kvercetin*
Kvercetin-3-OMe
Kvercetin-3,7-OMe
Kvercetin-3,3'-OMe
Kvercetin-7,3'-OMe
Ramnetin
Tektokrizin
Tricetin*

Tomás-Barberán és munkatársai több kontinensről származó mézek flavonoidjait mérték. (TOMÁS-BARBERAN et al. 1993). A 17. táblázat a flavonoidok feltételezett eredetét mutatja.

17. táblázat: A méz flavonoidjainak eredete

Flavonoidok	Eredet
Pinobanksin	propolisz
Kvercetin	pollen-nektár
Luteolin	pollen-nektár
Kvercetin 3-metil éter	propolisz
8-metoxi-kempferol	pollen-nektár
Kempferol	pollen-nektár
Apigenin	pollen-nektár
Izoramnetin	pollen-nektár
Kempferol 3-metil éter	propolisz
Kvercetin 3,3'-dimetil éter	propolisz
Pinocembrin	propolisz
Luteolin 7-metil éter	propolisz
Kvercetin 3,7'-dimetil éter	propolisz
Krizin	propolisz
Galangin	propolisz
Genkwanin	propolisz
Miricetin	pollen-nektár
Miricetin 3-metil éter	pollen-nektár

Forrás: TOMÁS-BARBERAN et al. (1993)

A mézben a flavonoidok mellett más fenolvegyületek is kimutathatók, ezek is hozzájárulhatnak antioxidáns hatásához. Benzoosav-származékokat és fahéjsav-származékokat mutattak ki legnagyobb mennyiségben. Az erdei mézekben (mézharmat-mézek) viszonylag nagy mennyiségben van 3,4-dihidroxi-benzoosav (> 5 mg/kg), ennek alapján meg is különböztethetők a virágmézektől (JOERG, SONTAG, 1992.). Ugyancsak nagyobb mennyiségben találtak a mézharmat-mézekben pirokatechu-savat (3.4-6.8 mg/kg). A mézben lévő polifenolok a levegővel érintkezve sötét színű vegyületekké oxidálódnak.

A nektárban előforduló fenol-vegyületek közt toxikusak is vannak (pl. alkaloidok). A vizsgálatok szerint ezek a kaptár körülményei között jelentős mértékben lebomolhatnak, mert a glükóz oxidáz enzim jelentős mennyiségű hidrogén-peroxidot termel, ami a fenol-vegyületeket eloxidálja. A méhek által fenntartott magas hőmérsékleten és szén-dioxid koncentrációban a méhek garatmirigy-enzimeit a fenol-vegyületek nem tudják inaktiválni. Ez lehet a magyarázata, hogy olykor a méhek toxikus nektárt is gyűjtenek és azon élnek, anélkül, hogy mérgezési tüneteket mutatnának. (FANGLIN LIU, 2005)

3.7.5. Ásványi anyagok

A mézbe elsősorban a nektárral kerülnek be ásványi anyagok. Ezek mennyisége függ a talajtól és a környezettől is. GULYÁS és munkatársai (1993) vizsgálatai szerint kötött talajon nagyobb mennyiségű mikroelem kerül a nektárba, mint homoktalajon. A savanyú talajokról származó mézek ásványi anyag tartalma magasabb, mint a bázikus talajokról származóké (MORSE, LISK 1980). Az érés során általában csökken a szervesanyagok mennyisége, mert megkötődik a lépben ill. a méhek szervezete is kiválaszt belőle az érlelési folyamat során. Ugyanakkor azonban visszaoldódás is bekövetkezhet, ha a lép ásványi anyag tartalma magas. A táblázat magyarországi fajtamézek ásványi anyag tartalmát mutatja.

18. táblázat: Fajtamézek ásványi anyag tartalma

Makro elemek	Akác (n=7) 1993	Hárs (n=6) 1993	Gesztenye (n=5) 1993	Selyemkóró (n=3) 1994	Napraforgó (n=3) 1994	Facélia (n=2) 1994	Repce (n=1) 1994	Édesharmat (n=3) 1993
K	166.85	326.20	319.16	1641	126.31	105.40	86.59	1319.73
Na	41.29	44.13	59.32	24.59	24.57	23.72	14.11	51.94
Ca	33.33	100.06	143.45	31.07	82.36	25.14	59.90	42.94
Mg	4.94	13.11	23.24	11.94	19.27	4.67	17.69	32.13
P	29.96	52.52	88.96	34.86	53.75	31.83	43.31	149.10
Mikro elemek								
Fe	1.07	0.41	1.37	2.03	1.02	0.71	0.92	0.59
Cu	0.64	0.36	0.62	0.45	0.35	0.45	0.39	0.42
Zn	3.25	3.10	3.65	2.77	3.35	1.44	3.91	2.18
Mn	0.14	0.52	1.78	0.28	0.21	0.07	0.15	1.15
Cr	0.16	-	0.28	0.27	0.26	0.29	0.35	0.29
B	2.42	3.44	3.52	1.38	2.82	0.98	2.35	2.72
Li	-	-	0.14	0.21	0.07	0.08	0.05	0.02
Si	3.15	6.88	9.61	11.49	10.79	4.29	6.25	22.64
Al	0.65	0.69	1.79	0.72	0.83	0.46	0.69	3.26
Ba	0.31	0.37	0.40	0.33	0.16	0.20	0.38	0.23
Sr	0.19	0.21	0.29	0.15	0.08	0.09	0.10	0.14
Pb	0.24	0.49	0.17	0.30	0.16	0.13	0.10	0.16

Forrás: FÖLDHÁZINÉ et al. (1996)

Spainyol mézek vizsgálatának eredményei hasonlóak voltak. A legnagyobb mennyiségben K-ion volt minden mézben, 253 és 2521 mg/kg közötti mennyiségben. A sötét színű mézeknek a K tartalma is magasabb volt. A K-nál jóval kisebb mennyiségben található Ca, Mg, Na és Al tekinthető még a mézben makroelemnek. Közepes mennyiségben fordult elő a Mn, Fe, Zn, és Cu, pl. a Mn 7.8 mg/kg mennyiségben. Nyomelemnek tekinthető a Co, Cr, Ni, Cd és Pb, a legnagyobb mennyiségű Ni koncentrációja 0.88 mg/kg volt. A vizsgált minták környezeti szennyezéstől mentesnek voltak tekinthetők. (NOZAL NALDA, 2005)

A fajtamézeket összehasonlítva kitűnik, hogy az akácméz jó néhány makroelemből a legkevesebbet, míg az édesharaszt méz a legtöbbet tartalmazza. A szerves ionok mennyisége a florális eredettel nem hozható összefüggésbe, de a földrajzi származással igen.

3.7.6. Egyéb komponensek

Vitaminok

A fent leírtak mellett a mézek tartalmazznak még mérhető, de nagyon kis mennyiségben vitaminokat is, ezek azonban a napi ajánlott mennyiségnek (RDA) csak töredékét képezik. Majdnem minden mézfajtában van aszkorbinsav (C-vitamin), B₁, B₂, B₅, B₆ vitamin, niacin, K-vitamin, valamint pantoténsav és biotin. Különösen magas a vízi menta (*Mentha aquatica*) és a kakukkfű fajok mézének C-vitamin tartalma. A mézek átlagosnál (kb. 2-10 mg/100g) magasabb C-vitamin tartalma általában a hamisítás gyanúját veti fel, mert az aszkorbinsav használható a szacharóz hidrolízisére, vagyis glükóz-fruktóz szörp előállítására. Hőérzékenysége révén azonban általában már a kiszerelés során lebomlik, így kereskedelmi mézekben való megjelenése arra utal, hogy igen nagy mennyiségben volt jelen a termékben.

Hidroxi metil furfural

A hidroximetil-furfural (HMF) természetes módon is előfordul a mézben, mert a glükóz és fruktóz bomlásterméke. (Ez a vegyület aldehid, helyes elnevezése tehát 5-hidroxi-metil-furfural, de a gyakorlatban a hidroximetil-furfural név terjedt el.) Savas közegben, (pH 5 alatt) magasabb hőmérséklet hatására a hexóz molekulák intramolekuláris vízvesztése során 5-hidroxi-metil-furfural keletkezik. A magas HMF tartalom hőkezelésre vagy hosszú tárolási időre utal. A kaptár 30 - 35 °C-os hőmérsékletén is keletkezik HMF, a trópusi mézekben pedig eleve magasabb a mennyisége. A korábban invert (szacharóz invertálásából nyert glükóz, fruktóz keverék) cukorral hamisított mézek magas HMF tartalommal rendelkeztek, mert a szacharóz-invertálás bomlástermékeként mindig keletkezett keletkezik HMF. WUNDERLIN és munkatársai (1998) oldatban lévő HMF bomlását vizsgálták. Megállapították, hogy a HMF fény hatására már szobahőmérsékleten is bomlik. A mézben lévő fruktóz azonban késlelteti a HMF bomlását.

3.7.7. Aromanyagok

A méz aromaanyagai tömegükben ugyan nem számottevőek, de az élvezeti értékhez döntően hozzájárulnak. (A mézek fogyasztói megítélésében szerepet játszik a külső megjelenés is, bár míg Európában általában jobban kedvelik a víztiszta mézeket, Amerikában a könnyebben kezelhető, enyhén kikristályosodott krém-mézek vannak divatban.) Az íz-érzet a nyelv ízlelő-bimbóin keletkezik, a szag-érzet pedig az orrban. Előbbit a nem illékony, utóbbit az illó vegyületek okozzák. A két érzetet azonban az agy komplexen dolgozza fel, ezért az aroma-változást általában izkülönbségként érzékeljük. A méz számunkra érzékelhető ízét a benne lévő cukrok, savak és illékony komponensek alakítják ki. Mivel a sav- és cukor-komponensek mennyiségében nincsenek számottevő különbségek, mondhatjuk, hogy a mézek ízét és aromáját gyakorlatilag a bennük oldott aromaanyagok határozzák meg. Ezek az aromaanyagok a nektár aromáit tükrözik, bár kialakulásuk nem független a méhek szerepétől sem. A mézek többségén jól felismerhető a forrásukul szolgáló virág illata, ezért sok cikk foglalkozik a mézek illó komponenseinek meghatározásával, mert ezen az alapon is remélhető a florális eredet bizonyítása. A mézek florális eredetének bizonyítására szolgáló aromavegyületek három fő csoportba oszthatók: terpén-származékok, nor-izoprenoidok és

benzol-származékok. (PENA et al. 2004). A terpén-származékok és az nor-izoprenoidok is izoprén-vázis vegyületek, a nor-izoprenoidok vagy apokarotinoidok a karotinoid vegyületek oxidatív hasításával keletkeznek. Az aroma kialakításában az egyes vegyületek nem mennyiségükkel arányos mértékben játszanak szerepet, hanem attól függően, hogy rájuk nézve mekkora az ember érzékelési küszöb értéke. Érzékelési küszöbnek azt a legkisebb koncentrációt tekintik, amiben az illető anyag illata még felismerhető. Ez az érték függ a vegyületek tenziójától, amit nemcsak a hőmérséklet, hanem az közeg is befolyásol, amiben a vegyület oldva van. Paradicsom aromaanyagaival végzett vizsgálatokból például kiderült, hogy egyes illó komponenseknek nemcsak az érzékelési küszöb értéke, de az érzett illata is más, ha nem vizes oldatból, hanem alkoholt tartalmazó, vagy a paradicsom összetételét utánzó, de szagtalan oldatból vizsgálják (TANDON et al. 2000) Az illó anyagok érzékelési küszöb értékei igen tág határok közt mozognak, pl. a piraziné vizes oldatból 300 mg/l, míg az 1-p-mentén-8-tiolé $2 \cdot 10^{-8}$ mg/l. Egyes vegyületeknek az optikai izomerjei is különböző küszöb értékűek [pl. a grape-fruitban található (+)nootkaton (5,6-dimetil-8-izopropenilbicyclo[4.4.0]dec-1-en-3-on) 0,3 ppm-ben érzékelhető és grape-fruit-aromájú, míg a (-)nootkatone 40 ppm-ben érzékelhető és nincs jellemző grape-fruit aromája.] (BELITZ, 2004) Ezért az igen sok komponenst tartalmazó, komplex aromájú virágok, gyümölcsök stb. aromaanyagait általában nem mérik mennyiségileg, hanem a jellemző „ujjlenyomatot” állapítják meg, mint ahogy az pl. az illóolaj-iparban is szokásos. Így az érzékszervi vizsgálatnál objektívebb és reprodukálhatóbb eredményt kapunk, de mentesülünk az egyes komponensek aromaértékének meghatározásától, ami száz-százötven komponensre a fentiek szerint úgyszólván megoldhatatlan feladat, hiszen minden összetevő küszöb-értékéhez kellene viszonyítani a koncentrációját, korrigálva a mátrix-hatással és a komponensek egymásra hatásával, ami szingergens vagy kioltó is lehet.

Aromaértéknek a tényleges koncentráció és az érzékelési küszöb hányadosát tekintik, mert ez a szám a koncentrációnál jobban kifejezésre juttatja, hogy egy vegyület hogyan járul hozzá az érzett aromához (BELITZ, 2004).

A mézben igen sok aromavegyület jelenlétét leírták, szénhidrogéneket, alifás és aromás savak észtereit, aldehideket, ketonokokat és alkoholokokat. Egyesekről már elég korán kiderült az aromában játszott szerepük vagy eredetük, a kimutatási és az elválasztási módszerek fejlődésével azonban számuk már jóval száz fölé nőtt.

A mézben már a huszadik század elején kimutattak néhány jellemző aromaanyagot. A diacetilt SCHMALFUSS és BARFHMEYER 1929-ben, a metil-antranilátot narancsmézekben NELSON 1930-ban. A „méz-illat” kialakításáért a β -damascenon és a fenil-acetaldehid felelősek. Sikertült néhány tipikus aromaanyagot is azonosítani fajtamézekben, pl. a metil-antranilátot citrus- és levendula-mézekben, vagy a 2,4,5,7-tetrahidro-3,6-dimetilbenzofuránt, amit hárs-éternek (linden-éter) neveznek jellemző előfordulási helyéről. (BELITZ, 2004) A 3-amino-acetofenont a gesztenyeméz jellemzőjeként írták le. A virág-eredetű illó komponensek mellett GRADDON és munkatársai (1979) kimutatták, hogy a mézek méhviasz eredetű anyagokat is tartalmaznak, így nagy molekulatömegű szénhidrogéneket (C₂₁-C₃₃ vagy e fölöttiek) és zsírsavakat: palmitinsavat, lignocerinsavat, olajsavat. Felismerték a mézben a méhek feromonjait is. Hársmézben a méhkirálynő feromonját alkotó 9-oxodeka-2-énsav és 9-oxodekánsav lebomlási termékeit, a 8-oxononanalt és a 9-hiroxinonán-2-on nevű vegyületet mutatták ki (NAEF, 2004). A méhek a Nasonov mirigy feromonjával részint a kaptárt jelölik meg, de a nektár-forrásokot is jelzik a többi méh számára. A Nasonov feromon nerált, citrált, nerolt, geraniolt, és 3,7-dimetil-2(transz),6-oktadién savat és/vagy ennek geometriai izomerjét tartalmazza.

Mindazonáltal az ezirányú kutatások zöme azt célozza, hogy a méz aromaanyagait kapcsolatba hozzák a forrásul szolgáló virággal, vagy esetleg valamilyen környezeti tényezővel.

A mézek virág-eredetű illó komponensei várhatóan a virág illatkomponenseivel lesznek azonosak. A nektáriumok maguk nem termelnek illatanyagokat (FORCONE et al. 1997) a nektár a virág illetve a növény illatanyagait veszi át. A szirmok, a párta és a növény egyéb részei is termelhetnek illatkomponenseket, főként terpéneket és származékaikat. (IRWIN és DORSETT, 2002) A legillékonyabb vegyületek valószínűleg nem kerülnek át a mézbe, illetve megváltoztatja az

arányokat az oldhatóságuk is, mert a méz alapvetően vizes oldat. Átalakulások is történnek a méz készítése közben. Mindazonáltal érdemes megismerni a virágok legfontosabb illatanyag-csoportjait.

A virágok illó komponensei

A virágok illó komponensei (mennyiségük csökkenő sorrendjében) a következő csoportokba sorolhatók:

Terpénszármazékok az izoprenoid útvonalból.

A terpénszármazékok C₅-ös egységekből (izopentenil-pirofoszfát ill. izomerje) keletkeznek a növényben, a citoszolban a mevalonát metabolizmusban, valamint a plazmidokban a metil-eritriol-foszfát metabolizmusban. Ezekből az alapegységekből több lépés után a terpén-szintáz állítja elő a hemi-, mono-, szeszkvi- és diterpéneket.

Aromás gyűrűs vegyületek a sikiminsav útvonalból.

A sikiminsav útvonalon keletkeznek a növényekben az aromás aminosavak, ezek átalakulásával pedig a (fenilalaninból) a fahéjsav és származékai, valamint a flavonoidok, de itt keletkezik pl. a lignin is. A transz-fahéjsav átalakulása vezet a benzoosav és benzaldehid keletkezéséhez, ezek az aromás gyűrűs vegyületek kiinduló anyagai.

Zsírsavak oxidatív lebontásából is származnak illó komponensek, aldehidek és ketonok. Ezekhez hasonló módon keletkezhetnek a karotinoidok oxidatív hasításából illékony vegyületek is, pl. terpének és apo-karotinoidok (nor-izoprenoidok). (PICHESKY, 2006)

Ezek a keletkezési útvonalak a növényvilágban általánosak, de ez természetesen nem jelenti az illatok azonosságát. Az egyes kutatók által azonosított aroma-komponensek részint függenek az izolációs és kimutatási módszertől, részint általában marker-komponensek kimutatására törekszenek, ezért az azonosított aromaanyagokat a virág-eredettel összefüggésben tárgyalom, a fajtamézek azonosításának fejezetében, a marker vegyületek között.

3.7.8. Mézhamisítás

A mézek eredetiségét két aspektusból kell vizsgálni. Az egyik annak a megítélése, hogy a méz valóban csak a méhek által virágokról és növényekről gyűjtött édes nedvek átalakításából keletkezett-e. Másrészt pedig hamisításnak minősül az is, ha a méz geográfiai vagy botanikai eredete nem azonos a feltüntetettel. (RUOFF & BOGDANOV, 2004) (A nem megfelelő előállítási és kezelési technikák, pl. túlmelegítés nem tekinthetők hamisításnak.)

Az első szempont alapján hamisított az a méz, amelyet keverték valamilyen más forrásból származó cukrokkal, leggyakrabban invertcukorral. Az invertcukor a keményítő hidrolízis-terméke és összetételében, külső megjelenésében hasonlít a mézhez. Hamisításnak tekintendő a cukoretetéses méz is, vagyis amikor a méhek rendelkezésére bocsátanak cukoroldatot, amelyet ugyan a méhek szervezete alakít át, de nem tartalmazza azokat a növényi eredetű aromákat, ásványi- és színanyagokat, amelyek a méz fő értékeit jelentik. A direkt cukorbevitel akkor szűrhető ki könnyen, ha megváltoztatja a mézre jellemző cukor-arányokat. Például a szacharóz magas aránya általában cukoretetésre vagy cukor hozzáadásra utal. Ugyancsak gyanút kelt az enzimek megváltozott aránya, bár a mézek enzimtartalma változik a nektár-ellátottságtól függően is. A nádcukorral való hamisítás mikroszkópos vizsgálattal is kimutatható a cukornádra jellemző parenchima- és epidermisz-sejtek megjelenése alapján. (KERKVLIT, 2000) A kukorica- vagy cukornád alapú hamisítás izotópvizsgálattal, a $\delta^{13}\text{C}$ értékek alapján is kimutatható. A módszer elvi alapja az, hogy a C-4-es növények, például a nádcukor és a kukorica, fotoszintézisük során több ^{13}C -t abszorbeálnak szén-dioxid formájában mint a C-3-as növények. A ^{13}C izotóp arányát a nemzetközi standard arányához viszonyítva fejezik ki. A méhek által készített mézek $\delta^{13}\text{C}$ értéke C-3-as növényeknél -21.96 és -30.47 ‰ között van (a standardhoz viszonyítva), C-4-es növényeknél pedig -11.82 és -19.00 ‰ között. Ezért a -23,5 ‰-nél kevésbé negatív $\delta^{13}\text{C}$ értékű mézek hamisítás-gyanúsak. (PADOVAN et al. 2003)

A répacukorral való hamisítás azonban ilyen módon – lévén a cukorrépa is C-3-as növény – nem mutatható ki. Történtek kísérletek a répacukor hozzáadásának izotóp-arány alapján történő kimutatására is, de a mérés bizonytalansága igen nagy (MARTÍN et al. 1998)

A második fajta hamisításnak a kiszűrése igen nehéz, sok esetben szinte lehetetlen. Mivel a legelterjedtebb (habár nem megbízható) módszer a botanikai eredet megállapítására a pollenvizsgálat, tilos a mézet 0,2 mesh-nél kisebb lyukméretű szűrőn átszűrni, nehogy a pollen tartalom megváltozzon. (Ha mechanikai szennyeződések eltávolítása érdekében a szűrés elkerülhetetlen, akkor ezt fel kell tüntetni.) Mikroszkópos vizsgálattal a mézharmat- és virágmézek közt is látható különbség, mert az erdei mézek tartalmaznak algákat, gombaspórákat is. A mikroszkópos vizsgálatokhoz igen nagy gyakorlat és hozzáértés kell, mindamellet ez a vizsgálat némileg szubjektív.

Újabban egyre nagyobb mennyiségben kerül Európába a Távol-Keletről is méz. Ázsiában nem az *Apis mellifera*, hanem az *Apis cerana* és *A. dorsata* méhek vannak elterjedve. A méz összetételében nincs nagy különbség, de az *A. dorsata* és *cerana* méhek méze általában nagyobb víztartalmú, vezetőképességük és invertáz aktivitásuk is nagyobb, de magasabb a fruktóz és oligoszacharid tartalmuk is. Ez elsősorban a méhfajták különböző gyűjtési szokásainak tudható be, mert azonos gyűjtési területről a honos méhek szívesebben gyűjtöttek mézharmatot. (JOSHI, 2000) Mivel azonban a *dorsata* és *cerana* mézek összetételi és egyéb tulajdonságai is nagyrészt benne vannak az előírás szerinti tartományban, a velük való elegyítés összetétel alapján nem mutatható ki, legfeljebb pollen-vizsgálat alapján.

A legnehezebb az uniflorális és poliflorális mézek elkülönítése, vagyis annak megállapítása, hogy a méz valóban „legnagyobb részt, szinte kizárólag” a feltüntetett forrásból származik, vagy pedig valójában vegyes virágméz.

3.8. A fajtamézek azonosításának módszerei

3.8.1. Pollenvizsgálat alapján

A mézek botanikai és/vagy földrajzi eredetének megállapítása vagy bizonyítása régi problémája a méz termelőinek és az analitikusoknak. A legáltalánosabban elfogadott módszer a pollenvizsgálat (melisszopalinológia). Mivel a méhek gyűjtőútjukon érintkezésbe kerülnek a látogatott virágok pollenjével, az a begyűjtött nektárba is belekeveredik és így a mézben kimutatható. Sok esetben azonban a pollenvizsgálat nem bizonyító erejű, például azért, mert a látogatott virág valamilyen ok (pl. virágszerkezet miatt) igen kevés pollent ad mint pl. a selyemkóró, vagy a pollen a méhek mézkészítő tevékenysége során kiszűrődik a nektárból (amikor a mézhólyagból a proventriculusba szívódik át a nektár). Például a *Tilia* species, a *Medicago sativa*, *Oxydendron*, *Citrus*, *Erigonum*, *Salvia* fajok és a *Robinia pseudoacacia* is olyan fajok, amelyek pollenje nem éri el még uniflorális mézeknél sem a 45 %-os arányt. Ugyakkor például a gesztenye pollenje igen kicsiny, ezért a méh szűrőtevékenysége nem szűri ki a nektárból. Sokszor a méhek a fiasítás helyének biztosítására az előző évi virágport felhordják a mézkamrába, ami szintén belekerül a mézbe. (GULYÁS, 1991). Ezért a pollentartalom alapján történő eredetvizsgálathoz nem elegendő a pollenszemcsék felismerése és százalékos arányuk megállapítása. Az adatokat annak fényében kell megítélni, hogy egy-egy növényfaj milyen mennyiségű pollent juttathat a mézbe. (BRYANT, 2001) Louveaux 1970-ben még a minimum 45 %-os pollenarányt jelölte meg az uniflorális méz kritériumaként (LOUVEAUX, 1970), MOAR (1985) azonban javasolta, hogy ezt az értéket csak a 10 g mézben legalább 20,000-100,000 pollenszemcsét tartalmazó fajtákra fogadják el, a 20,000 pollenszemcse alatti mézek esetén az értéket korrigálni kell.

A 10 g mézben található pollenszám alapján sorolja osztályokba a növényeket a 19. táblázat.

19. táblázat: Uniflorális mézek várható pollenszáma 10 g mézben

0. osztály	0-740	5. osztály	12,001-24,000
<i>Asclepias syriaca</i>		<i>Onobrychis viciaefolia</i>	
1. osztály	750-1,500	<i>Taraxacum officinale</i>	
<i>Cucumis sativus</i>		<i>Trifolium repens</i>	
<i>Epilobium angustifolium</i>		<i>Digitalis purpurea</i>	
<i>Robinia pseudoacacia</i>		<i>Leonorus cardiaca</i> var. <i>villosus</i>	
2. osztály	1,501-3,000	<i>Malus domestica</i>	
<i>Tilia cordata</i>		6. osztály	24,001-48,000
<i>Althaea officinalis</i> ,		<i>Marrubium vulgare</i>	
<i>Centaurea jacea</i>		<i>Coriandrum sativum</i>	
<i>Salvia nemorosa</i>		<i>Helenium autumnale</i> ,	
<i>Scrophularia nodosa</i>		<i>Echium vulgare</i>	
<i>Echinops commutatus</i>		<i>Ruta graveolens</i>	
		<i>Fagopyrum esculentum</i>	
<i>Borago officinalis</i>		7. osztály	48,001-96,000
<i>Hyssopus officinalis</i>		<i>Melilotus albus</i>	
<i>Helianthus annuus</i>		<i>Brassica napus</i>	
<i>Lamium album</i>		<i>Rubus idaeus</i>	
3. osztály	3,001-6,000	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	
<i>Dracocephalum moldavicum</i>		7. osztály	96,001-192,000
<i>Ribes vulgare</i>		<i>Lythrum salicaria</i>	
<i>Anchusa officinalis</i>			
<i>Salvia officinalis</i>		9. osztály	92,001-384,000
4. osztály	6,001-12,000	<i>Lotus corniculatus</i> 1	
<i>Centaurea cyanus</i>		<i>Archangelica officinale</i>	
<i>Polemonium coeruleum</i>		13. osztály	3,072,001-
<i>Solidago serotina</i>		<i>Cynoglossium officinale</i>	6,144,000
<i>Sinapis alba</i>		18. osztály	98,304,001-
<i>Allium cepa</i>		<i>Myosotis silvatica</i>	196,608,000
<i>Geranium pratense</i>			

(Forrás: BRYANT, 2001)

A szabványosnak tekinthető pollenvizsgálatok alapjait Louveaux 1978-as munkája teremtette meg (LOUVEAUX et al. 1978). Ebben található meg egyes növényfajokra az elfogadható pollenarányok a mézben. A későbbi évek gyakorlata azonban azt mutatta, hogy a pollenarányok olyan nagy mértékben változnak, hogy kizárólag ezen az alapon nem lehet a mézek eredetét bizonyítani. Talán az ebből eredő megfontolásokat tükrözi a mézekre vonatkozó új (2001/110/EC) előírás, amely nem tartalmaz a fajtamézekre pollenarány-kritériumokat.

3.8.2. Fizikai vagy kémiai tulajdonságok alapján

A táblázatból látható, hogy míg egyes növényekről (pl. nefelejcs /*Myosotis*/) igen sok pollen jut a mézbe, másokról szinte semmi (selyemkóró /*Asclepias*/). Ezért a pollenarány alapján igen nehéz a mézek eredetét bizonyítani, illetve sok esetben lehetetlen. Ez a helyzet éppen az olyan sokra értékelt mézek esetében is, mint pl. az akácméz (Robinia) ill. a mediterrán vidéken termelt citrusmézek. A kutatás ezért sok méz-jellemzőt megpróbált már hasznosítani az eredetkimutatásban. Viszonylag gyors elkülönítést tesz lehetővé a hamutartalom vagy a vezetőképesség mérése, mert az édesharmat-mézek szervesen ion tartalma magasabb. A fruktóz/glükóz arány mérése vagy az optikai aktivitás mérése szintén tájékoztató jellegű, mert pl. az akácmézek fruktóz/glükóz aránya magas, a napraforgó mézeké jellemzően alacsony. A 20. táblázat az uniflorális mézek azonosításában felhasznált paramétereket és azok jellemző értékeit mutatja néhány fajtaméz esetében PERSANO-ODDO adatainak felhasználásával.

20. táblázat: Uniflorális mézek azonosítására felhasznált tulajdonságok

	Citrus	Castanea (gesztenye)	Heliantus (napraforgó)	Robinia (akác)	Rosmarinus	Tilia (hárs)	Thymus (kakukkfű)	Abies (fenyő) méz- harmat
szín (Pfund)	14,3 ±5,5	89,1 ±16,9	61,3 ±6,1	14,5 ±5,8	16,0 ±6,3	35,4 ±12,6	49,7 ±11,6	102,4 ±6,8
vezető képesség (mS/cm)	0,18 ±0,004	1,40 ±0,24	0,34 ±0,04	0,15 ±0,03	0,16 ±0,04	0,64 ±0,10	0,39 ±0,05	1,45 ±0,26
fajlagos forg. kép. α_{d}^{20}	-13,5 ±2,1	-16,4 ±3,4	-17,6 ±1,4	-16,9 ±2,6	-6,9 ±2,5	-11,8 ±2,4	-20 ±2,2	14,3 ±5,7
diasztáz akt. (diaszt. szám)	8,9 ±2,6	24,5 ±5,2	17,7 ±3,1	8,7 ±2,7	9,1 ±2,2	17,7 ±3,7	30,7 ±6,8	23,4 ±5,8
savasság (meq/kg)	14,4 ±3,2	13,4 ±3,3	26,1 ±6,3	10,9 ±2,5	15,7 ±4,1	22,1 ±8,6	37,1 ±6,1	26,5 ±6,0
fruktóz tart. (g/100g)	38,4 ±2,6	41,9 ±2,0	41,2 ±1,8	43,5 ±2,3	38,5 ±1,1	39,5 ±2,8	42,6 ±2,5	31,5 ±2,6
glükóz tart. (g/100g)	32,0 ±1,6	26,4 ±1,5	37,4 ±1,6	26,1 ±1,2	33,7 ±1,3	30,7 ±2,1	30,2 ±1,4	24,1 ±1,8
fru/glük arány	1,20 ±0,08	1,59 ±0,11	1,10 ±0,04	1,67 ±0,10	1,14 ±0,05	1,41 ±0,09	1,31 ±0,11	1,35 ±0,11
glükóz/víz arány	1,90 ±0,16	1,51 ±0,13	2,28 ±0,15	1,57 ±0,10	2,03 ±0,11	1,86 ±0,18	1,86 ±0,18	1,55 ±0,19

Forrás: PERSANO ODDO, 2000

A fent felsoroltak mellett vizsgálják még a mézek prolin, valamint egyéb aminosav és fehérje tartalmát, enzim aktivitását (szacharáz, glükozidáz, diasztáz), triszacharid mennyiségét, flavonoidjait és nyomelem tartalmát is. (ANKLAM, 1998) Ezeket az eredményeket főkomponens analízissel vagy valamilyen más matematikai statisztikai módszerrel kiértékelve lehet valószínűsíteni a botanikai vagy geográfiai eredetet. Ez szükségessé teszi, hogy az adott területről vagy virágról származó mézekekről igen nagy számú mérési adat álljon rendelkezésre, valamint, hogy a kérdéses mintának minél többféle paraméterét mérjük meg a besorolás érdekében. A fizikai-kémiai paraméterek mérése azonban inkább kutatási céllal történik manapság, és rutinszerű alkalmazhatóságuk kétséges (BOGDANOV & MARTIN, 2002).

A mért paraméterek közül a legtöbb (a viszonylag egyszerűen megmérhető) ugyanakkor nem zárja ki a hamisítás lehetőségét, mert pl. megfelelő minőségű izoszörppel (keményítő hidrolizátummal) a méz könnyen hamisítható. Emellett vannak speciális eredetbizonyítási feladatok, ilyen például a francia levendulaméz esete. A „vörös cédulás (label rouge)” védett francia levendulaméz legnagyobb részét *Lavandula angustifolia* nektárból kell hogy álljon és nem tartalmazhat *Lavandula stoechas* nektárt. (Ez utóbbi a portugál és spanyol mézek jellemző levendula faja.) Mivel a *L. angustifolia*-ból származó méz jóval drágább, gyakran keverik spanyol-levendula mézzel. Ez vetette fel a *L. angustifolia* és *L. stoechas* közötti megkülönböztetés feladatát, ami nem lehetséges sem fiziko-kémiai paraméterek alapján, sem a pollen alapján, mert a levendula kevés pollennel jelenik meg a mézben. (GUYOT-DECLERCK et al. 2002) Ezért a leggyakrabban a következő fejezetben leírt marker vegyületek keresése alapján próbálják meg a mézek eredetét bizonyítani.

3.8.3. Marker vegyületek keresése alapján

A mézek botanikai eredetének igazolását sokan legeredményesebbnek a szakértő kóstolók általi minősítés esetén látják. Ez arra utal, hogy a mézek íz- és aromaanyagaiban kell olyan jellemző vegyületeknek lenniük, amelyek alapján a megfelelően gyakorlott kóstoló azonosítani tudja a virág-eredetet. Ennek alapján indult meg a mézek illó komponenseinek vizsgálata is, és mindmestanáig rengeteg adat gyűlt össze a mézek aromaanyagairól. A kutatások általában azt a célt tűzik ki, hogy az egyes fajtamézekben találjanak olyan jellemző vegyületeket, amelyeknek megléte vagy hiánya bizonyító erejű a méz eredetét illetően. Ilyenek a nektár speciális vegyületei, amelyek akár változatlanul, akár a méhek által átalakítva átkerülnek a mézbe. Ezek elsősorban illó vegyületek (főleg terpénszármazékok és karotinoid bomlástermékek), valamint növényi színanyagok, elsősorban flavonoidok és fenol-vegyületek. Igen nagy energiával keresik a manuka-méz jellemző vegyületeit, mert a manuka-méz gyógyító hatása orvosilag bizonyított, de hatásának kémiai eredete még nem teljesen tisztázott (unique manuca factor).

3.8.4. Uniflorális mézek jellemző illó komponensei

Számos mézfajta marker (jellemző, más fajtában nem található) vegyületeiről jelennek meg irodalmi adatok. Vagy azért mert nagy mennyiségben vásárolt és közkedvelt termékről van szó aminek tömegmértéti hamisítása nagy károkat okozhat, vagy azért mert ritkaságszámba menő, különlegességnek számító vagy speciális hatású a méz, aminek tisztaságát az eladó garantálni szeretné. (Pl. szicíliai szamócafa /*Arbutus unedo*/, hanga- és *Erica*-félék, hajdina, vadrózsa, rhododendron (mérgező lehet!), új-zélandi manuka stb.)

A táblázat néhány uniflorális méz marker vegyületnek ítélt jellemző illó komponensét ill. vegyületek jellemző hiányát foglalja össze, legnagyobb részét RADOVIC és mtsai 2001-es cikke nyomán. Az idevágó szakirodalom azonban napról-napra bővül, mivel a tömegspektrométerrel kapcsolt gázkromatográf elterjedése már széles körben lehetővé teszi az illó komponensek vizsgálatát.

21. táblázat: Uniflorális mézekben azonosított marker vegyületek

botanikai vagy földrajzi eredet	marker vegyület, melynek	
	jelenléte	hiánya
	jellemző	
akác	cisz-linalool oxid és heptanal	fenilacetaldehid és dimetil-diszulfid
gesztenye	2-metil-dihidrofuranon α -metilbenzil alkohol 3-hexén-1-ol és dimetilsztirol 3-amino-acetofenon (PIASENZOTTO, 2000)	-
eukaliptusz	1-oktén 2,3-pentándion	-
hanga	byciclo-2,2,2-oktán-1-ol-4-metil 4-etilfenil acetát fenil-ecetsav benzoesav 4-metoxi-benzaldehid	-
citrus	2-metil furán α -terpinén α -pinén oxid α -terpén metil-izopropil-benzol aromás szénhidrogének metil-antranilát (GRADDON, 1979)	3-metil-1-butanol

levendula	heptanal hexanal	4-oxoizoforon
repce	dimetil-diszulfid	2-metil-1-propanol
rozsmaring	-	2-acetilfurán
napraforgó	α -pinén 3-metil-2-butanol	heptanal 4-oxoizoforon
hárs	3,9-epoxi-1-p-mentadién transz-8-paramentén-1,2-diol cis-rózsaoxid linden-éter	
dán mézek	-	3-metil butanal
angol mézek	1-pentén-3-ol	-

Forrás: RADOVIC et al. 2001, BLANK et al., 1989, HÄUSLER, 1990

A marker vegyületek keresése nem mindig eredményezte olyan aromakomponensek fellelését, amelyek megjelenése vagy teljes hiánya jellemző lehet a virág-eredetre. Gyakran csak egyes vegyületek jellemző mennyiségét vagy jellemző arányait sikerült kimutatni. Mivel ez éppúgy alkalmas lehet a megkülönböztetésre, mint a marker vegyület, az aromát gyakran jellemzik ujjlenyomat-kromatogrammal, amelyben tehát a vegyületeket nem mérik mennyiségileg, hanem arányukat fejezik ki, akár egy bizonyos mintán belül, akár a kérdéses és megkülönböztetendő fajtákra vonatkozóan.

A fent említett *Lavandula angustifolia* vs. *L. stoechas* megkülönböztetési problémában pl. nem találtak a *L. stoechas*-ra jellemző marker vegyületet ami a belőle származó méz hozzákeverését igazolhatná, de ez a fajta sokkal kisebb mennyiségben tartalmaz n-hexanalt, n-heptanalt, n-hexanolt és heptánsavat, mint a francia-levendula-méz. Tehát a lavandin-mézhez való keverése csak a hiteles méz-mintával való összevetés és az adott komponensek arányainak kiszámításával mutatható ki. (GUYOT-DECLERCK, 2002)

Illó komponensek alapján megkülönböztethetőnek tartják a kakukkfű különböző virágokról származó mézeit. Odeh és munkatársai (ODEH, 2007) *Thymus*, *Thymelaea* és *Tolpis* fajról származó mézeket különböztetett meg marker vegyületek jelenléte ill. hiánya alapján.

Tananaki és munkatársai (TANANAKI, 2007) görög és török fenyőmézek (mézharmat-méz) illó komponenseit vizsgálta gázkromatográfiával és az 1-klór-oktánt és a tridekánt a görög mézek jellemző, másutt meg nem jelenő marker vegyületének ítélték, a török mézekben pedig a 3-karén volt jellemző. A klórvegyület mézben történő megjelenése mindazonáltal nem tekinthető a minőség különleges jellemzőjének, tekintve hogy ez a városi légszennyezés egyik komponense lehet (HAMILTON, 2004).

Spanyol citrusmézek jellemző illó komponenseit vizsgálták Castro-Vázquez és munkatársai (CASTRO-VÁZQUEZ et al., 2007). Jellemzőnek találták a terpén-származékok magas arányát (linalool, linalool-oxid, orgona-aldehid) és a már régebben is citrusméz jellemzőnek tartott metil-antranilátot. Két sinensal (2,6-dimetil-10-metilén-2,6,11-dodekatrienal) izomert is kimutattak, ezek korábban nem voltak ismertek mézben. A sinensalt javasolják a citrusméz legjobb marker komponensének, mert ez a vegyület jellemzően narancs illatú és narancsléből is izolálták, feltehetőleg a narancsvirág nektárjának alkotója.

A hársmez jellemző komponenseként írják le a 3,9-epoxi-1-p-mentadiént, a transz-8-paramentén-1,2-diolt és a cisz-rózsaoxidot (BLANK et al., 1989) a hárséter mellett.

A diketonokat, alkánokat és kénvegyületeket az eukaliptusz-mézek marker vegyületeiként írták le (BOUSETA et al. 1992, PÉREZ et al, 2002, RADOVIC et al., 2001),

A hexanal és heptanal a fő aromakomponense a levendula-méznek (BOUSETA et al., 1992).

A sikiminsav-útvonal vegyületei, pl. a fenil-ecetsav, benzoosav és a 4-metoxi-benzaldehid általában a hangamézek jellemzői. (HÄUSLER, 1990).

A gesztenyemézek az acetofenon és a 3-amino-acetofenon magasabb koncentrációja alapján különböztethető meg az egyéb mézektől. (SERRA-BONVEHÍ, 2003).

3.8.5. Jellemző karotinoid-származékok

A karotinoidok származékai közt sok illó vegyület van, de mivel a növényekben keletkezésük útja különbözik a terpénekétől, általában a terpenoidoktól elkülönítve tárgyalják őket. A karotinoidok oxidatív lebomlása apokarotinoidokhoz vezet, ezek közt vannak színanyagok, vitaminok, de számos aromaanyag is. Ide tartoznak a C-13 nor-izoprenoidok, pl. a jonon és a damascenon is. Ezek sok növény illó olajában megtalálhatók és ezért várhatóan a nektárban ill. a mézben is. Az európai hangamézek jellemző vegyületének írták le a nor-izoprenoid (S)-(+)-dehidrovomifoliolt, mert mennyisége a hangamézekben 10-1000-szerese az egyéb mézekben mért értéknek. (HÄUSLER és MONTAG, 1990) (A vomifoliol és származékai szőlőkben és borokban jellemzőek.) Guyot és munkatársai (GUYOT et al. 1999) a hangaméz két lehetséges virágforrását, a *Calluna* és az *Erica* eredetű mézeket különböztették meg részben ilyen alapon. A *Calluna vulgaris* eredetű mézre jellemzőnek találták fenil-ecetsavat, a dehidro-vomifoliolt és a 4-(3-oxo-1-butinil)-3,5,5-trimetilciklohexén származékokat. (Az *Erica* fajokról származó mézre a benzoésavat és a decénsavat találták jellemzőnek, valamint a sikiminsav-útvonal vegyületeit, a 4-metoxi-benzaldehidet, 4-metoxi-benzoésavat és a metil-vanillátot.)

Illékony nor-izoprenoid vegyületekkel sikerült jellemezni a szardíniai származékokat (*Arbutus unedo*) mézét. Jellegzetesnek találták a benne lévő α - és β -izoforon és a 4-oxo-izoforon mennyiségét. (BIANCHI, 2005)

3.8.5. Méz jellemző flavonoidjai és más fenol-vegyületei

A flavonoidok a növényi fenolos színanyagok nagy csoportját alkotják. A flavonoidok a növények sikiminsav-útvonalán keletkeznek, csak növények és mikroorganizmusok szintetizálnak sikiminsavat, ami a flavonoidok prekursora. Ezért a flavonoid vegyületek alapvetően a növényi származásra kell, hogy utaljanak. A nektárban ill. a növényen a flavonoidok glikozidjai mutathatók ki, melyeket a méh enzimek hidrolizálnak, vagyis az eredeti vegyület aglikonjai találhatóak meg a mézben.

A mézben található flavonoidok egy része szinte minden mézben megvan. Ezek a propoliszból származó leggyakoribb flavonoidok a pinocembrin, krizin, glangin, pinobanksin. Sikerült azonban olyan marker flavonoidokat is találni, amelyeknek jelenléte vagy aránya jellemző.

A hangamézben (*Erica* és *Calluna*) miricetin-3-metiléter, miricetin-3'-metiléter és tricetin. (FERRERES et al. 1996) A hangamézből izoláltak egy nem-fenolos vegyületet is, amelyet megtaláltak az *Erica* fajhoz tartozó növények virágának nektárjában is. A terpénszármazék abszcizinsav (amely a növények dormancia-hormonja) a hangaméz fitokémiai marker vegyülete lehet, bár kisebb mennyiségben kimutatták a repce-, hárs- és akácmézekben is. (GUYOT et al. 1999)

A citrusmézek jellemzője a heszperetin, a rozmaring-mézben kempferolt és 8-metoxi-kempferolt, a levendulamézben luteolint találtak. A napraforgó mézben a kvercetin (TOMÁS-BARBERÁN et al., 2001) flavonoid jellemző. Több mintában (akárcsak az aromaanyagok esetében), nem marker flavonoidokat, hanem jellegzetes flavonoid-arányokat találtak. (ANKLAM, 1998)

ANDRADE és munkatársai (1997) mézekben flavonoidokat és fenol-vegyületeket vizsgáltak. Eredményeik szerint a hangamézekben a fenolszármazékok aránya magasabb, a flavonoidoké alacsonyabb mint a többi, általuk vizsgált (citrus, rozmaring, levendula, kakukkfű) mézben. A hangamézek marker vegyülete a fenil-kaffeát és az ellaginsav. Ezzel szemben a rozmaring mézek igen kevés fenolszármazékot tartalmaznak.

Marker vegyületeként jellemezték a rozmaringsavat a kakukkfű-mézre és a naringenint a levendula-mézre. A levendula-mézek fő fenolos komponense a m-kumarinsav volt.

A heszperetint ők is citrus-méz jellemzőnek ítélték.

A gesztenyemézben a hidroxó-cinnamátok [kaffeinsav, p-kumarinsav és ferulinsav 3-(4-hidroxó-3-metoxifenil)prop-2-énsav] voltak jellemzőek. (ANDRADE et al. 1997)
Sokan foglalkoznak az új-zélandi manuka mézek flavonoid összetételével, mert azok speciális tulajdonságait és antioxidáns hatását szintén részben a benne lévő fenolos vegyületeknek tulajdonítják. Az *Leptospermum polygalifolium* mézekben azonosított flavonoidok legnagyobb mennyiségét miricetin, luteolin és tricetin alkotja. A fenolsavak közül galluszsavat és kumarinsavat azonosítottak, valamint nagy mennyiségű abszcizin-savat. A manuka-mézben (*Leptospermum scoparium*), amely a legkifejezettebben antioxidáns és sebgyógyító hatású, kvercetin, izoramnetin, krizin és luteolin flavonoidokat azonosítottak. A fenolsavak zömét a galluszsav alkotta és itt is kimutattak nagy mennyiségű abszcizin-savat. A talált vegyület-arányok alapján remélik a manuka- és általában a *Leptospermum* mézek eredetének igazolását. (LIHU YAO, 2003)

3.8.6. Aromavizsgálati módszerek a méz-analitikában

A fent leírtak alapján a mézek virág-eredetének vagy akár botanikai eredetének megállapítására újabban leginkább az aromaanyagok vizsgálatát alkalmazzák. Az illó komponensek mérésétől remélhető olyan marker-komponensek vagy komponens-arányok fellelése, ami az érzékszervi tulajdonságokkal, nevezetesen az illattal-aromával összefüggésbe hozható, és amelyről bizonyos, hogy a virágból származnak. (ANKLAM, 1998, RADOVIC, 2001).

Az aromaanyagok kimutatására a gázkromatográfia a legalkalmasabb. Ez a módszer kellően hatékony és érzékeny lehet, tömegspektrometriás detektálással minőségi információt nyújt az elválasztott vegyületekről, tiszta standard birtokában pedig természetesen mennyiségít is. Ezért ma a méz-aroma kutatások (és általában az aroma kutatás) alapműszere a gázkromatográfia, tömegspektrometriás detektálással.

Az aromaanyagok kutatása mindazonáltal a mézek esetében nem egyszerű. A kromatografálás előtt a kismolekulájú illó komponenseket izolálni kell. A méz igen tömény cukoroldat, ezért extrakcióját a szénhidrátok megnehezítik. A méz-aroma vizsgálatokban alkalmazott módszerek ezért meglehetősen sokfélék.

Oldószeres extrakció

Apoláros oldószerrel az illó komponensek jól kivonhatók lennének a mézből, és ezek nem oldják sem a cukrot sem a vizet, ami a méz két fő komponense. Az apoláros oldószeres extrakció azonban a nem-illó vegyületeket is beleoldják az extraktumba és ezek tönkreteszik az oszlopot és elszennyezik az injektort.

Oszlopkromatográfias kinyerés

A méz oldatát keresztülbocsátják egy töltetes oszlopon, majd az oszlopot szerves oldószerrel eluálják. Ennek a módszernek csaknem ugyanazok a hátrányai mint az oldószeres extrakciónak, bár az oldószer, az eluens és az oszloptöltet megfelelő megválasztásával ezek némileg enyhíthetők. Shimoda és munkatársai (SHIMODA et al. 1996) oszlopkromatográfias kinyerés után 130 komponenst mutattak ki mézmintákból. A mézet desztillált víz és ciklohexanol kétfázisú elegyében oldották, polimer tölteten (Porapak Q) bocsátották át, majd dietil-éterrel eluálták. A GC-MS mérés alkoholokat, aldehideket, ketonokat, észtereket, savakat, szénhidrogéneket és furán-vegyületeket talált.

Szimultán extrakció-desztilláció

A közvetlen extrakció a mézből vagy annak oldatából a magas cukor tartalom miatt nehéz. A Likens és Nickerson által eredetileg sörökben található komló illóolajokra kidolgozott desztillációt és extrakciót egyszerre alkalmazó módszert (LIKENS & NICKERSON 1964) módosították és széles körben alkalmazzák a mézek illó komponenseinek meghatározására. (BOUSETA & COLLIN, 1995) Ennél a módszernél a feloldott mintából kidesztillált apoláros vegyületek a gőztérben szerves oldószer gőzeivel találkoznak és azzal együtt, általa extrahálva

kondenzálnak a hűtött kondenzátorban. Ilyen módszerrel sikerült megkülönböztetni a Calluna- és Erica eredetű hangamézeket (GUYOT et al. 1999). Mivel a minta hőterhelést kap, elkerülhetetlen bizonyos műtermékek keletkezése, pl. furán-származékoké vagy Maillard-reakció termékeké. A hőterhelésnek tulajdonítják a hotrienol (2,7-dimetil-1,5,7-oktadien-3-ol) megjelenését is, ami a citrusvirágban kimutatott prekursorából, (E)-2,6-dimetil-6-acetoxi-2,7-oktadienal-ból keletkezhet hő hatására. (CUEVAS-GLORY et al., 2007)

Ultrahanggal segített oldószeres extrakció

A hőkezelésből eredő műtermékek elkerülhetők lennének oldószeres extrakcióval, ez azonban igen nehezen megbontható emulzióhoz vezet. Az emulzió szétválasztása szintén vezethet műtermékek kialakulásához, a hozzáadott szervesen oldott sók nagy mennyisége, pH-változás, felületaktív anyagok hozzáadása miatt. Ezért egy finomabb, ultrahanggal elősegített extrakciós módszert is kidolgoztak mézek aromavizsgálatára (ALISSANDRAKIS, 2003). A mézet pentándietil éter elegyével extrahálták, majd az extraktumot telített sóoldattal elegyítették és hagyták szétválni. A keletkezett emulziót centrifugálták majd nitrogénáramban betöményítették. Az ilyen módon extrahált mintákból sikerült kimutatni a citrusméz komponenseinek prekursorait a citrusvirágokból.

Gőztér analízis

Az extrakcióval járó kellemetlenségeket elkerülné a gőztéranalízis, hiszen egyébként is az illékony vegyületek mérése a cél. A mézek vizsgálatára azonban a gőztér analízis nem vált be, mert a méz illékony anyagainak össz mennyisége igen kicsi és kísérletek szerint a kinyerési hatások is rossz. A dinamikus, „purge-and-trap” megoldás, amely az illékony vegyületeket inert gázzal egy hűtött csapdába hajtja, alkalmazható volt mézek florális eredetének vizsgálatára, de ez a meglévő gázkromatográfias rendszer bizonyos fokú átépítését teszi szükségessé. Bouseta és munkatársai (BOUSETA et al. 1992) ezzel a módszerrel mézekből hét fő vegyületcsoportot vizsgált: aldehideket, ketonokat, gyűrűs vegyületeket, alkoholokat, észtereket, szénhidrogéneket és klórozott vegyületeket.

A gőztér vegyületei adszorbensen is feldúsíthatók. Ezzel a módszerrel Radovic és munkatársai (RADOVIC et al. 2001) vizsgáltak nyolc országból származó mézeket. Az adszorbeált komponenseket felmelegítéssel deszorbeáltatták és az injektorhoz csatlakoztatott hidegcsapdában koncentrálták. Aldehideket, ketonokat és rövid szénláncú alkoholokat sikerült így detektálni uniflorális mézekben. Hasonló módszerrel azonosították a szamácafa (*Arbutus unedo*) illékony norizoprenoidjait Bianchi és munkatársai (BIANCHI et al. 2005).

Szilárd fázisú mikroextrakció

A fent leírt módszerek mindegyike szerves oldószereket használ. Ezek gyártásuk és megsemmisítésük során is terhelik a környezetet, ezért a mai analitikai módszerek egyre inkább a miniatürizálás irányába fejlődnek (pl. mikro-kromatográfia, kapilláris kromatográfia). A mikro-módszerek nagyságrendekkel kevesebb oldószert használnak fel, ami nemcsak az oldószer megvásárlásánál, hanem a megsemmisítésénél is nagy anyagi előnyt jelent, nem is beszélve a környezeti károk csökkentéséről. A dinamikus gőztér analízis egyáltalán nem használ oldószert, de miatta át kell építeni a kromatográf injektorát. Ezekben a hátrányokon igyekszik segíteni a szilárd fázisú mikroextrakció. Ennél a módszernél egy vékony adszorbens-szálát lógatnak a vizsgálandó mintába (vagy annak gőzterébe), majd a szálát a kromatográf injektorában magas hőmérsékleten deszorbeáltatják és innen fűtik rá a kromatográfias oszlopra. A szál polaritásának, vastagságának, a mintaoldat pH-jának ill. sókoncentrációjának és hőmérsékletének, valamint az extrakciós időnek a változtatásával megoldható a poláros-apoláros, savas-bázisos stb. komponensek kinyerése és vizsgálata. (PIASENZOTTO et al. 2003) Ennek a módszernek az a hátránya, hogy a mézben mennyiségileg igen kevés aromaanyagot az adszorbens szál igen kis méretei miatt (néhány mikronos rétegvastagság és néhány centiméter szálhosszúság) nem dúsítja fel olyan mértékig, hogy a minor komponensek is kellő érzékenységgel mérhetőek legyenek.

Elektronikus orr

Az elektronikus orral történő vizsgálatok egy minta illó komponenseinek elegyéből egy jellegzetes ujjlenyomatot igyekeznek matematikai módszerekkel összehasonlítani más minták hasonló módon nyert ujjlenyomatával. Az illó komponenseket itt általában nem választják szét egymástól, mint a kromatográfiában, hanem ráadszorbeáltatják őket speciális szenzorokra és az e-nose módszernél azok piezoelektromos tulajdonságainak változását mérik. Az elektronikus orr azonban nem mindig vált be az aromavizsgálatban, mert igen érzékeny az alapvonal (háttér) változásaira, és nem lehet azonosítani, hogy egy-egy aroma komponens milyen jelváltozást okoz.

Egy másik gyors és nem-destruktív elektronikus orr módszert alkalmaz a zNoseTM készülék, amit szintén kipróbáltak mézek vizsgálatára LAMMERTYN és munkatársai (2004). Ez nem más, mint egy gyors kromatográfiás elválasztás, amely szintén félvezető szenzorokon alapuló detektálást alkalmaz. Az eredményeket főkomponens-analízissel értékelve a cikk szerzői a módszerrel el tudták különíteni egymástól a hajdina, lóhere, narancsvirág, akác, menta, sárgarépa virágokról származó mézeket, valamint a répa- és nádcukor mintákat.

AMPUERO és munkatársai (2004) méz mintákból MS-nose technikával végeztek méréseket. Különböző mintavételi módszereket alkalmazva (szilárd fázisú mikroextrakció, statikus gőztéranalízis, dinamikus gőztéranalízis) a mintát tömegspektrometriás elemzésnek vetették alá. Az iontömegek arányát matematikai módszerrel, főkomponens-analízissel vizsgálták. Eredményeik alapján meg tudták különböztetni az uniflorális mézeket egymástól és olyan aromahibákat is kimutattak (erjedés), amelyek érzékszervileg észlelhetők voltak, de más aromavizsgálat nem mutatta ki őket. Ez a módszer a hagyományos mérésekhez képest igen drága és speciális felszerelést igényel.

3.9. A vizsgált minták tulajdonságai

3.9.1. Hárs (*Tilia*)

A hársvirág



A hárs a *Malvaceae* (mályvavirágúak) rendbe és a hársfafélék *Tiliaceae* családjába tartozik. Ez főleg trópusi elterjedésű család, amelyet az európai flórában csak a hárs (*Tilia*) nemzetség képvisel. Fajaik száma 400 körüli. A hárs nemzetség főleg Európában terjedt el, Írországtól egyész Nyugat-Szibériáig, de megtalálható Ázsiában és Észak Amerika keleti részén is. Hiányzik viszont a legészakibb és legdélibb területekről, keveset találunk Spanyolországban, Olaszországban vagy a Balkán-félszigeten. A tölgyeseknek

jellemző elegyfája, de megjelenik bükkösökben, szurdokerdőkben és mészkerülő erdőkben. A tengerszint felett kb. 800-1300 méterig megtalálható. Hazánkban leginkább az Északi- és a Dunántúli-középhegységben él, ritkább a Nyugat- és Dél-Dunántúlon. Az Alföldről szinte teljes mértékben hiányzik. A hársakra igen jellemző a hibridizálódási hajlam. Hazánkban a fajnak 11 változata és 45 formája különböztethető meg. Leggyakrabban a *Tilia cordata*, (kislevelű), *T. platyphyllos* (nagylevelű) és *T. argentea* (ezüst) hársakkal és alfajaikkal találkozhatunk. A kislevelű és a nagylevelű hársat Linné az 1753-ban megjelent művében, a *Species plantarum*ban még nem választotta el egymástól: a *Tilia europaea* névvel jelölte meg őket. (SZMORAD, 1997)

A hárs virágai aktinomorfak (sugarasan szimmetrikusak), bogas virágzatot alkotnak, melyek tengelyére hártás murvalevél nő. Ez érés után a termés repítőképzőülékeként szolgál. (HORTOBÁGYI, 1976) Virágai június közepétől kb. július közepéig nyílnak. A virágok kellemesen erős mézillatot árasztanak. Megporzásukat rovarok, elsősorban méhek végzik. A *Tilia tomentosa* nektárja a poszméhekre mérgező, de a háziméhet nem károsítja. Az ezüsthársról is azt tartják, hogy némely vidéken bódultan hullanak le róla a méhek, mert nektárja és virágpóra

megmérgezi őket. (NYÁRÁDI, 1958) A legmagasabb cukortartalmú a krími hárs (*T. euchlora*) nektárja, cukorértéke 1,9. Az ezüst, kislevelű és nagylevelű hársaké rendre 0,7, 0,4 és 1,1. A hárs szeszélyes mézelő, homokos talajon alig választ ki nektárt, túl meleg vagy túl hideg időjárás esetén szintén keveset. Legbővebb a nektárképződés 19-21 °C között, de ennek a hőmérsékletnek éjjel kell beállnia, mert a nektár kiválasztása éjfél és hajnal között következik be. A napi átlagos páratartalomnak is hatása van a nektárképződésre, és a hársvirágzás idején ez ritkán éri el a szükséges – viszonylag magas – értéket. (ÖRÖSI, 1989) A hársfákat elvirágzás után is látogatják a méhek, mézharmatot gyűjtenek róluk, mivel a hársfák a levéltetvek és pajzstetvek kedvelt gazdanövényei. Mindezek után érthető, hogy a hársról gyűjtött tiszta fajtaméz különlegesnek számít.

Illó komponensek a hárs virágában

A hárs virágában sok illó komponenst találtak. VIDAL és RICHARD (1986) 80 vegyületet azonosított az illóolajban, főleg monoterpéneket (53 %) és aldehideket (25 %) Eredményeik szerint különböznek a virág és a murvalevél komponensei, utóbbiakban kevesebb a monoterpén és több az aldehid, valamint számottevő mennyiségben tartalmaz alifás szénhidrogéneket is. BUCHBAUER és munkatársai 1995-ben a szárított virágban azonosítottak p-cimént, fenkont, α - és β -tujont, kámfort, anetolt és mentont. 1995-ben a gőztéranalízis vizsgálatok szerint a friss virág fő komponensei: limonén (22.2 %), p-cimén (21.7 %), Δ^3 karén (15.3 %), germakrén-D (8.7 %), β -fellandrén (3.6 %), farnezol (3.6 %), szabinén (3.2 %) és γ -cadiene (3.1 %) (BUCHBAUER et al. 1995)

A nektárban talált komponensek részint zsírsav lebomlási termékek voltak (nonanal, dekanal, 1-tetradecén), fenilpropanoidok [3-(4metoxifenil)-propán-1-ol, 3-(4-metoxifenil)-propanal, 3-(4metoxifenil)-prop-2-enal], nor-izoprenoidok (vomifoliol, vomifolion), alkaloidok (koffein, teofillin és nikotin nyomok), valamint számos monoterpén, köztük a hárséter (2,4,5,7a-tetrahidro-3,6-dimetil-benzofurán), 1,8-cineol és diolok. (NAEF et al. 2004)

A hársméz



A hársméz színe az akácénál sötétebb, a világossárgától a borostyánsárgáig változhat. Erős, jellegzetes hárs illatú, enyhén kesernyés ízű fajtaméz. **Viszonylag nehezen kristályosodik.** Kedvező hatása jól ismert megfázás, torokgyulladás és köhögés esetén, ez az orvosok által legrégebben ajánlott "orvosság". Lázzal járó légúti betegségek esetén hársfateával együtt fogyasztva intenzívebben hat. Fogyasztása idegesség, nyugtalanság, álmatlanság leküzdésére is javasolt..

Illó komponensek a hársmézben

A hársméz illó komponenseit vizsgálták BLANK és munkatársai 1989-ben. 21 aromakomponens közül 18-at azonosítottak, melyek a következők: 1-hexén-3-on, 2-acetil-1-pirrolin, dimetil-triszulfid, metional, fenilecetsav-aldehid, 2-fenil-etanol, linalool, p-krezol, 3-9-epoxi-1-p-mentén, 4-metil-acetofenon, linden-éter, 1-3-p-mentadién-7-al, p-ánizsaldehid, 4-vinil-guajakol, E-p-damaszcenon, eugenol, vanillin, cisz-rózsaoxid. A hársméz jellemzőjeként a linden-étert, a cisz-rózsaoxidot és a szagtalan transz-limonén-1,2-diolt írták le.

3.9.2. Sóvirág (*Limonium*)

A sóvirág



A sóvirág a *Plumbaginales* (kékgyökérvirágúak) rendjébe és a *Plumbaginaceae* családjába tartozik. Európában mintegy 100 faja és sok alfaja él. Viráguk aktinomorf. A rend egyetlen családja a kékgyökérfélék, amelynek fajai különösen sós puszták, félsivatagok, tengerpartok szárazság- és sótűrő növényei. A sziki sóvirág (*Limonium gmelini* WILLD) 20-60 cm magas, júliustól szeptemberig vagy még tovább is nyílik, szikeseinken gyakori. (*Limonium gmelinii*, ssp. *hungaricum*) A termesztett *L. sinuatum* virágát “szalmavirág”-ként árulják. Virágai sokvirágú bugás füzérben állnak és kék színűek. A

virágok tövében 3 murvalevél található. Ürmös szikespusztákon él, így nyilvánvaló, hogy igen jól tűri a meleget és az aszályt. A növény 20-60 cm magas, a szár levéltelen, ágas. A virágok sokvirágú bugás füzérben állnak. A füzérkéek 2-3 virágúak, a virágok egyoldalra állnak, a csésze forrt, a párta kék. A virágok tövében 3 murvalevél található.

A *Limonium* fajok közül a *Limonium vulgare* (Miller) szerepel mézelő növényként az európai uniflorális mézek forrásnövényei között. (PERSANO-ODDO, 2004) Ez a faj a tengerpartok növénye, de nektárforrásként ritka. A Kárpát medencében nem él. A *L. gmelinii* fajtaméz is ritkán fordul elő, mert azokon a szikes pusztákon ahol a növény terem, más méhlegelő nemigen fordul elő, tekintve, hogy ezek a területek növénytermesztésre általában alkalmatlanok, így a méhészek nem szívesen költöznek ide, pedig már NYÁRÁDI (1958) is említi, mint meglehetősen jó mézelő növényt és nektár- valamint pollenforrást, mely hektáronként 50-55 kg mézet adhat. Ez a szántóföldi növények (repce, napraforgó) nagyságrendjébe esik, bár messze elmarad pl. a selyemkóró 600-800 kg/ha értékétől. (Tekintve, hogy a selyemkóró invazív gyom, amely a műveletlen területeken terjed, remélhető, hogy több hektáros kiterjedésű területei ritkák. A sóvirág viszont a Hortobágy védett növénye, ahol a szikes területeken nagy álmányai vannak.)

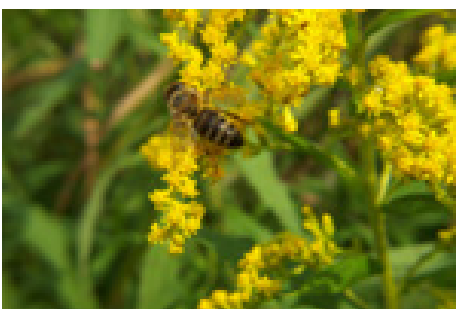
A sóvirág illó komponenseiről nincs irodalmi adat.

A sóvirágméz

A sóvirág méze igen hamar kristályosodik, apró kristályos, a krém-mézekhez hasonló, de meglehetősen szilárd állagú. Színe sötét barnás-sárga. Jellegzetes illata nincs, íze kicsit kesernyés. A vizsgált méz cukor-összetételét HPLC-vel mértük, cukor-összetételének jellegzetessége az alacsony fruktóz/glükóz arány volt, aminek kristályosodási hajlamát is köszönheti. Illó komponenseiről (lévén igen ritka) nincs irodalmi adat.

3.9.3. Aranyvessző (*Solidago*)

Az aranyvessző virág



Az aranyvessző az *Asterales* (fészekvirágzatúak) rend és a *Compositae* család tagja. Természetes flóránk fajai közé tartozik a közönséges aranyvessző (*Solidago virga-aurea* L.). A magas aranyvessző (*Solidago gigantea* Ait.) és az óriás aranyvessző (*Solidago gigantea* L.) Észak-Amerikából dísznövényként került hazánkba és mára az egyik legveszélyesebb inváziós növényé vált. A *Solidago gigantea* a Dunántúl nagy részén közönséges növény, Zala megyében hatalmas állományai találhatóak. Őzönnövényként elterjedése

együtt jár az őshonos növénytakaró pusztulásával. Olyan területeken tud tömegesen felszaporodni, ahol rendszeres kaszálás és rendszeres talajművelés nem történik, főként az ország nedvesebb helyein, elsősorban a Dunántúlon. Amikor elkezdi virágozni a rovarok számára valóságos nektártengert ad. Nedves termőhelyen, ártereken sűrű, zárt, monodomináns állományokat alkot, a hajtások magassága meghaladhatja a 1,5 m-t, és a hajtások többsége virágzik. Száraz termőhelyen az állományok ritkák, más növényfajokkal él együtt, a hajtások alacsonyak (0,5 - 1 m magasak), és csak kis részük fejleszt virágzatot. A mintegy 0,5-1 cm átmérőjű, sárga virágfészkek bugában helyezkednek el. Sárga, fészkes virágaik ívesen lehajló, bugás fűrtben állnak. A kanadai aranyvessző szára a virágzatig egyszerű, el nem ágazó, rövid szőrös, míg a magas aranyvesszőé dúsán leveles, alsó részében teljesen kopasz. Az aranyvessző júliustól szeptemberig virágzik. Olyan időszakban szolgál méhlegelőül, amikor a legtöbb növény már elvirágzott. A szeptemberig virágzó növények az utolsó nektárgyűjtési lehetőséget jelentik. Mivel szinte kiirthatatlan gyomnövényről van szó, azt mondhatjuk, hogy méhlegelőként mégis hasznunkra van, akár a selyemkóró.

Az aranyvessző illó komponensei

Az aranyvessző kémiai felépítőit általában nem illó komponensei miatt, hanem színanyagai, az antioxidáns hatású flavonoidok miatt vizsgálják. A növény azonban gyógynövény is, vesebetegségek és prosztatata-bántalmak ellen használják, ezért illóolajának vizsgálatáról is vannak adatok. KALEMBA és munkatársai (2001) a *Solidago gigantea* illó olaját vizsgálták és abban 95 illó komponenset azonosítottak. Az illó olaj a virágból és a leveles szárból készült, de a *Solidago* virágát, összetett virágzat lévén, szinte lehetetlen a szár-rész nélkül vizsgálni. Az illóolaj fő komponensei a következők voltak:

(-) germakrén D, α -pinén, mircén, p-cimén, (-) bornil-acetát, α - és γ gurjunén, (-) ledol, eudezma - 4(15), 7-dién-1- β -ol és (-) cikkolorenon. A *Solidago*-t mint a germakrén (3-izopropil-6-metil-10-metilén-ciklodeka-1,6-dién) gazdag forrását már korábban is leírták. (BÜLOW, KÖNIG, 2000) Bülow és König a germakrén D-t a szeszkviterpén-bioszintézis kiinduló vegyületeként írják le, amelyből eleman, guaian, germakran, eudezman, kadinan vegyületek keletkezhetnek sav-, hő- vagy fényhatásra. Feltételezik, hogy a germakrén D a természetben is prekursorként szolgálhat ezekhez a vegyületekhez. KASALI és munkatársai (2002) a korábban nem azonosított, β -ylangén-szerkezetű vegyületeket a *Solidago canadensis*-ben 6-epi- α -kubebén-ként és 6-epi- β -kubebén-ként azonosították. Ezekon kívül a következőket találták:

transz-2-hexenol, α -pinén, kamfén, β -pinén, mircén, limonén, bornil-acetát, α -kopaén, β -elemén, β -kariofillén, α -humulén, germakrén D, β -szelinén, biciklo-germakrén, δ -amorfén, γ -kadinén, germakrén B, 6-epi-kubenol.

Az aranyvesszőméz



A *Solidago* méze aranszínű, sűrűn folyó, majd, mivel kristályosodásra hajlamos – finom-szemcsés. Íze zamatos, lágy, jellegzetes. Viszonylag gyorsan kristályosodik. A háromféle hazánkban tenyésző aranyvessző, a közönséges, a kanadai és a magas aranyvessző mézét nem kezelik külön. Az utóbbi 20-25 évben fokozott sebességgel terjedő szolidágó-fajok az ország csaknem minden folyójának galériájában, vizesebb medencéjében megtalálhatók, de fajtamézet főképpen két régióban gyűjtenek róla rendszeresen. I. Nyugat-Dunántúl (Győr-Moson-Sopron megye, itt főképpen a Hanság; Vas megye, ott elsősorban a folyók mente) II. Dél-Dunántúl (Somogy megye, főképpen a Nagy-berek; Baranya megye, pl. a Dráva-mente) Jelentősége változó, jó években a méhészek keveset törődnek az aranyvesszővel, ha pedig rossz az azévi gyűjtés, messze földről is vándorolnak rá.

A *Solidago* mézének illó komponenseiről nem találni irodalmi adatokat, pedig Amerikában (ahonnan a *Solidago* maga is átkerült Európába és ahol ma is bőven tenyészik) elég nagy

mennyiségben állítják elő. PERSANO-ODDO (2004) is említi Európa fő uniflorális mézei közt. Az aranyvessző méze éretlenül (tehát amikor a méhek még nem fejezték be érlelő tevékenységüket), kellemetlen szagú (ROOT & ROOT, 2005), és e szag alapján állítólag a medvék megtalálják a lépeket és kirabolják a méheket. (Wikipedia)

3.9.4. Levendula (*Lavandula*)

A levendula virág



A levendula a *Lamiales* (ajakosvirágúak) rendjébe, az ajakosak családjába (*Labiatae*) tartozik. A Földközi-tenger vidékéről származó, száraz, fátlan, sokszor köves területeken élő, évelő félcserje. Hazánkban a déli, délkeleti és délnyugati, meleg lejtőkön termeszthető jól a levendula. Igen fényigényes. Csapadékos, borús időjárás esetén az illóolaj tartalma is csökken. Szárazságtűrese miatt viszont jól hasznosíthatók vele a rossz vízgazdálkodású területek is. Kedveli a meszes talajt. Gyökérzete elfásodó, sűrűn elágazó főgyökér rendszer, amely a talajba 3-4 m-es mélységbe is lehatol. A virágzó hajtások el nem ágazók, 20-40 cm hosszúak. Virágzata álörvökből álló, szaggatott álfüzér. A párta ibolyáskék. Bár a mediterrán vidéken honos, feltételezik, hogy a tenyésztett fajták Arábiából kerültek ide.

A *Lavandula* L. nemzetségben mintegy 48, alakgazdag faj ismert. Nagyobb gazdasági jelentősége napjainkban három fajnak van. A legrégebben termesztett, legismertebb faj a *Lavandula angustifolia* Mill. (valódi levendula, keskenylevelű vagy francia levendula), azonos a *L. officinalis* Chaix, *L. vera* DC fajjal. A másik termesztett faj a széleslevelű (hím levendula vagy spikárd levendula), a *L. latifolia* (L.f.) Medic. A sokféle termesztett hibrid levendula (angol levendula, lavandin) a *L. intermedia* Emeric. ap. Lois (= *L. burnati* Briq.) az előző két faj spontán hibridje. Mindhárom faj Dél Európában őshonos. A valódi levendula 1700 m tengerszint feletti magasságig is felhatol, a széleslevelű viszont csak 200-700 m magasságig él meg. Ez a magyarázata annak is, hogy Magyarországon csak a valódi és a hibrid levendula termesztendő, a széleslevelű télen kifagy. A levendula fajokat illó olajukért termesztik. Nemcsak a virág, hanem a növény egyéb részein is keletkezik (más összetételű) illóolaj. (HORNOK, 1990) Európában megtalálható még a *L. dentata*, *viridis*, *lanata*, *pinnata*, *multifida* faj és ezek kereszteződései is.

A levendula illó komponensei

A levendulának minden faja igen illatos, ezért a levendula virágának illó olaját már régtől fogva vizsgálják. A vizsgálatok leggyakrabban azért történnek, hogy a valódi levendula-olajnak szintetikus olajokkal (linalool és linalil-acetát) való hamisítását felderítsék, illetve az olaj botanikai eredetét megállapítsák. A 22. táblázat a különböző fajok illó olajában talált komponenseket mutatja.

22. táblázat: *Levendula* fajok illó olajának összetétele

Species	angusti folia	dentata	stoechas	lanata	spica	viridis	hetero phylla	pinnata	multi fida
komponens	FID csúcsterület-normálás alapján számított arányok								
alfa pinén	0.5	1.4	2.1	1.4	0.8	2	0.9	0.1	0.3
szabinén	0.7	3.6	0.7	0.8	5.4	2.8	1.5	<0.1	---
béta pinén	0.2	5.1	0.4	1.1	1.2	1.9	1.3	<0.1	---
mircén	2.8	1.2	0.8	1.1	2.9	2.6	0.7	5.8	2
cimének	3.8	0.4	0.7	0.2	0.7	7.5	0.3	0.5	0.2
béta-fellandré, cisz-	20.5	43.4	20.8	10.8	27.1	24.9	7.7	2.2	1.2

ocimén, limonén, cineol									
ocimén	0.5	---	---	1.4	0.1	0.3	---	11	28.2
fenkon	---	3.4	33	<0.1	---	---	0.4	<0.1	---
alfa-terpinolén	1.1	---	0.8	2.1	0.6	0.3	---	12.8	8.3
linalool	0.5	3	0.6	4.2	2	14.7	9.3	0.1	---
kámfor	1.7	2	26.2	39.2	10.9	12.4	14	0.1	---
policikl. ketonok	---	1.5	0.6	---	1.9	1.3	0.5	---	---
borneol	4.6	---	---	1.2	0.5	1.3	<0.1	---	---
lavandulol	---	---	---	0.4	---	---	16.8	---	---
terpineol	---	1.4	0.2	0.6	6.7	4.7	---	0.3	---
metil-timil-éter	---	---	---	---	---	---	---	0.5	3.3
linalil acetát	0.2	---	---	---	---	1.5	---	---	---
bornil acetát	0.4	---	0.3	0.3	0.6	0.1	0.3	---	---
lavandulil acetát	---	---	---	---	---	---	---	---	---
karvakrol	---	---	---	<0.1	---	---	<0.1	27	12.8
neril/geranil acetát	0.2	---	---	---	0.1	1.3	0.3	---	---
kariofillén	15.9	0.4	0.5	7.2	1.1	---	4.3	3.7	2.8
bergamotének	1.7	1.2	---	---	1.5	---	---	0.1	---
germakrének	---	---	---	1.9	4.3	0.6	2.1	---	1.5
szelinének	---	1.6	0.2	---	0.3	1.8	1	---	---
farnezenék	---	1	---	---	1.3	---	0.4	7	3
bisabolének	---	0.5	0.3	0.2	0.5	---	0.1	13.6	9.9
kadinének	7.1	0.4	0.2	---	1.2	---	---	---	---
szelinadién	---	---	---	---	---	4.9	---	---	---
kariofillén-oxid	2	0.3	---	0.7	0.7	0.1	4.4	---	---
szeszkviterpének összesen	35.9	8.5	1.7	12.3	14.7	15.6	17.3	25.6	17.2

Forrás: WIESENFELD, 1997

A *L. angustifolia* illóolaját vizsgálták IRITI és munkatársai (2006). A mikrohullámú kezeléssel segített vízgőzdesztillációval készült kivonatban a következő komponenseket találták:

Monoterpének: α -tujén, α -pinén, kámfén, szabinén, β -pinén, β -mircén, Δ^3 -karén, limonén, (Z)- β -ocimén, (E)- β -ocimén, γ -terpinén, izo-terpinolén.

Oxigén tartalmú monoterpének: 1,8-cineol, cisz-szabinén-hidrát, linalool, kámfor, borneol, terpin-4-ol, cimén-8-ol, α -terpineol.

Szeszkviterpének: cisz- α -bergamotén, β -kariofillén, α -szantalén, farnezen, α -bisabolol

Oxigén tartalmú szeszkviterpének: kariofillén-oxid, α -bisabolol

Egyéb oxigén tartalmú vegyületek: oktán-3-on, oktán-3-ol, dihidro-mircenol, linalool-acetát, neril-acetát.

A fent leírt vegyületeken kívül azonosítottak még hexenalt, hexanalt, hexil-, linalil-, bornil-, geranil- és lavandulil észtereket (acetát és buriát), valamint nerolt, lavandulolt, béta-burbonént, zingiberént, szelinént, germakrént és kadinolt. (BOUSMAHA, 2006)

Az illó olajok kémiai összetételének és érzékszervi tulajdonságainak összehasonlítása azért sem egyszerű, mert még az enantiomerek érzékszervi tulajdonsági is különbözhetnek, ezeket pedig általában nehéz elválasztani vagy megkülönböztetni. Az aromavizsgálatokba ezért a ¹³C-NMR vizsgálatokat is bevonták. RISTORCELLI és munkatársai (1998) NMR vizsgálatnak vetettek alá korzikai *L. stoechas* illóolaj mintákat, hogy eredetüket megállapítsák. A korzikai levendulaolaj fő összetevőjének a fenkont, a kámfort és az 1,8-cineolt találták. Az NMR adatok alapján azonosítottak még az eddigieken túl mirtenolt, mirtenil-acetátot, transz-verbenolt, triciklént, verbenont és a szeszkviterpén ledolt. A vizsgálattal megállapították a kámfor és fenkon enantiomerjeinek arányát. A (+) és (-) kámfor aránya kb. 59/41 volt, fenkonból viszont csak a (+) enantiomert találták meg. Mindezeket túl azt állapították meg, hogy az egyedi minták összetétele

erősen szórt, jellemzőnek csak egyes vegyülettípusok (pl. oxigén tartalmú terpénszármazékok) mennyiségét lehetett tekinteni.

A levendulaméz



Franciaországban és Spanyolországban igen ismert mézfajta. A Provence-i francia levendulaméz vörös cédulával jelzett, védett fajtaméz. Néha Magyarországon is előfordul tiszta levendulaméz. Borostyánsárga színű, jellegzetesen kellemes illatú méz. Íze kissé emlékeztet a vaníliára. Csemege méz, általában mindenki megkedveli. Ajánlják álmatlanság, vesepanaszok és bélférgesség ellen is.

Fruktóz/glükóz aránya 1,1 – 1,3 körüli (PIAZZA, 2004).

A levendulaméz illó komponensei

Portugáliában a levendulaméz a *L. stoechas*-ról származik, míg Franciaországban a *L. angustifolia*, a *L. latifolia* és ezek hibridje a *L. angustifolia x latifolia* a méz forrása. Mivel a hibrid levendula steril, pollenvizsgálattal nehéz megállapítani az eredetet. A francia levendulamézben jellemző a n-hexanal, n-heptanal, n-heptanol, a fenilacetil-aldehid és kumarin nagyobb mennyisége (BOUSETA et al. 1992)

A 23. táblázat GUYOT-DECLERCK és munkatársai (2002) által a *L. angustifolia*, *L. stoechas* és a hibrid levendula mézében talált illó komponenseket tartalmazza.

23. táblázat: Különböző levendula fajok mézének illó komponensei

vegyület neve	RI	L. stoechas			L. angustifolia			L. angustifolia x latifolia		
		Min	Max	átlag	Min	Max	átlag	Min	Max	átlag
piridin	712	8	1130	242	0	0	0	0	0	0
3-metil-2-buten-1-ol	749	24	129	80	146	207	179	64	238	147
n-hexanal	774	7	32	18	613	1460	939	980	1845	1346
oktán	800	9	27	15	10	57	27	17	37	26
2-furáldehid	803	160	223	192	53	154	95	65	182	102
furfurilalkohol	824	6	21	12	17	48	32	0	54	18
n-hexanol	844	0	0	0	1630	4370	2729	1886	4930	3983
n-heptanal	877	0	73	33	179	329	286	185	294	238
n-nonán	900	0	0	0	2	11	8	0	10	3
5-methylfurfural	929	0	27	17	32	124	71	54	96	78
benzaldehid	933	5	194	74	31	91	62	82	151	111
hexánsav	946	7	4388	1766	0	235	80	0	30	7
n-heptanol	947	4	33	13	521	754	566	416	884	715
n-oktanal	979	4	9	7	13	56	33	41	75	61
benzilalkohol	1009	9	113	65	21	44	32	31	101	57
fenilacetaldehid	1013	74	1329	703	744	1303	964	1539	2969	2189
heptánsav	1049	5	30	19	193	296	238	85	194	132
n-nonanal	1081	255	988	577	1135	1648	1427	1508	2163	1787
2-feniletanol	1087	130	2010	1132	730	1172	904	728	1242	971
kumarin	1397	0	0	0	101	253	193	62	292	201

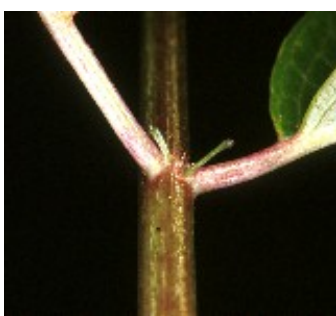
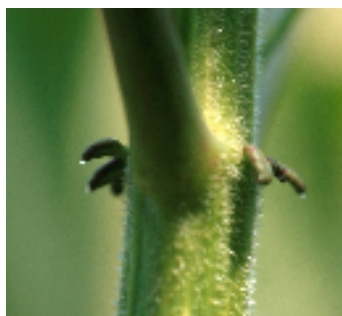
Forrás: Guyot-Declerck et al. 2002.

3.9.5. Bodza (*Sambucus*)

Bodzavirág



A fekete bodza (*Sambucus nigra*) a mácsonyafélék rendjébe (*Dipsacales*) és a bodzafélék családjába (*Caprifoliaceae*) tartozik. A bodza nemzetségnek 25-40 fajtát ismerjük. Többségük cserje. Az északi félgömb mérsékelt égövében terjedtek el. Fajaik száma mintegy 200. Virágaik öttagúak, aktinomorfak, bogernyővirágzatot alkotnak. A fekete bodza (*Sambucus nigra*) degradált erdők és cserjések jellemző faja. Drogját a gyógyászatban hasznosítják. Virágaiból izzasztó hatású teát, valamint bodzaszörpöt készítenek. A földi bodza (*S. ebulus*) útszéli gyomtársulások növénye. Gyökeréből izzasztó és vesetisztító hatású teát, bogyóiból lekvárt készítenek. Levele rovarűző és egereket is távol tartó hatású. Erdőszegélyek, erdővágások növénye a fürtös bodza (*S. racemosa*). A fekete bodza extrafloralis és cirkumfloralis nektáriumokkal rendelkezik, a pálhaleveleken ill. a murvaleveleken (HALMÁGYI, 1975 és PACINI, 2003). A bodza virága jó pollenforrás és vannak irodalmi adatok a bodza pollenjének előfordulására mézekben (JONES, 1989., PARENT et al. 1990, KAYA 2005). A bodzaméz forrása ezek szerint lehet a bodza extrafloralis nektárium, vagy a bodzákon fellelhető mézharmat. A bodza fajokat ugyanis nyaranta tömegesen lepik el a levéltetvek, a méhek ezek exkrétumát is gyűjtik.



2. ábra: Extrafloralis nektáriumok bodzán (*Sambucus nigra*)

Forrás: <http://edis.ifas.ufl.edu/IN175>

A bodzavirág illó komponensei

A bodza nálunk elsősorban mint ruderalis gyomnövény ismert, és bár az utóbbi években nálunk is többen telepítettek bodzát, az értékesítése még nehézkes. Ausztriában, Angliában és Dániában viszont a termesztésével, sőt nemesítésével is foglalkoznak. Részint a termését használják szörpökben és lekvárokban, részint pedig illatos virágaiból készítenek üdítő italt. Számos termesztett változata van, pl. a Haschberg, Sambu, Mammut, Visby, Hellerup stb. KAACK és munkatársai (2006) 89 genotípus virágának illó komponenseit vizsgálták meg, hogy az érzékszervi tulajdonságok és a kémiai összetétel közötti kapcsolatot megállapítsák. Olfaktometriás-gázkromatográfia vizsgálatokkal megállapították, hogy a "bodzavirág" jelleg valószínűleg a nerol-oxid, rózsa-oxid, a hotrienol és a linalool vegyületektől származik. Gyümölcsös illatot a pentenal, heptanal, oktanal, limonén, β -damascenon és a rövid szénláncú savak és rövid szénláncú alkoholok észterei adnak. A friss, fűillat a hexenal, 1-hexanol, Z-3-hexen-1-ol, E-3-hexen-1-ol, heptadienal és 2-oktenal vegyületek eredménye. A könnyű virágillat a 4-metil-3-pentén-1-ol, β -ocimén, nerol-oxid, linalool-oxidok, rózsaoxid, hotrienol, linalool, nonanal és α -terpineol jelenlétének következménye.

A 24. táblázat a bodzavirág-extraktum gőzteréből általuk GC-MS-sel azonosított komponenseit tartalmazza.

24. táblázat: Bodzavirág illó komponensei

vegyület	eredet	illatjellemző
pentenal	ZS	gyümölcs, vanília
hexenal	ZS	friss fű
1-pentén-3-on	ZS	csipős, mustár
linalool-oxid	T	virág, bodzalevél, zöld
4-metil-3-pentén-2-on	ZS	virág, édes
1-butanol	ZS	édes, kozmaolaj
α -fellandré	T	virág, citrus, édes
α -terpinén	T	gyümölcs, citrus
heptanal	ZS	gyümölcs, citrus
limonén	T	gyümölcs, citrus
1,8-cineol	T	eukaliptusz
2- és 3-metil-1-butanol	A	gyümölcs, édes, bor
2-pentilfurán	ZS	zöldbab
(Z)- β -ocimén	T	virág, édes
γ -terpinén	T	gyümölcs, citrus
(E)- β -ocimén	T	édes, trópusi gyümölcs
p-cimén	T	gyümölcs, citrus
2-hidroxi-2-butanon	ZS	zsíros, terjszín
terpinolén	T	gyümölcs, citrus, fenyő
oktanal	ZS	gyümölcs, citrus
1-oktén-3-on	ZS	gomba
(Z)-3-hexenil-acetát	ZS	gyümölcs, zöld
6-metil-5-heptén-2-one	T	gyümölcs, édes
cisz-rózsaoxid	T	virág, rózsza, bodza
1-hexanol	ZS	friss fű
transz-rózsaoxid	T	virág, rózsza
(E)-3-hexén-1-ol	ZS	friss fű
(Z)-3-hexén-1-ol	ZS	friss fű
nonanal	ZS	bodza
(E)-2-hexén-1-ol	ZS	zöldbors
(E)-2-oktenal	ZS	friss fű
cisz-linalool-oxid	T	bodzalevél, édes
1-oktén-3-ol	ZS	gomba
1-heptanol	ZS	friss fű
nerol-oxid	T	zsíros, bodzaszörp
6-metil-5-heptén-2-ol	T	gyümölcs, édes
(E,E)-2,4-heptadienal	ZS	friss fű
kámfor	T	kámfor, orvosság
benzaldehyd	S	édes, cukor
linalool	T	virág, frézia, friss
1-oktanol	ZS	erős, fűszeres, zsíros
dimetil-szulfoxid	A	fokhagyma
β -kariofillén	T	fa, fűszer, édes
hidroxi-linalool	T	virág
terpinén-4-ol	T	fa, föld
hotrienol	T	bodza, bodzalevél
szafranal	T	növényi, édes
p-metoxi-sztirén	S	édes
α -terpineol	T	virág, édes
1,1,6-trimetil-1,2-dihidro-naftalin	T	édesgyökér
metil-szalicilát	S	menta, édes
citronello	T	virág, édes, rózsza
nerol	T	gyümölcs, citrus
β -damaszenon	T	gyümölcs, bodza
geraniol	T	virág, édes
benzilalkohol	S	virág, rózsza
feniletal-alkohol	S	gyümölcs, rózsza
β -jonon	T	fa, gyümölcs

Forrás: KAACK, 2006

Jelölések:

ZS zsírsav származék

T terpén származék

A aminosav származék

S sikiminsav származék

Az illékony komponensek legnagyobb mennyiségét a terpének és származékaik, terpén-alkoholok és -oxidok alkották, legnagyobb mennyiségben hotrienol és linalool volt jelen. A zsírsav származékok közül a (Z)-3-hexén-1-ol és az 1-hexanol, az aromás gyűrűs vegyületek közül pedig a benzaldehid alkotta a legnagyobb tömeget. Aminosav-származékot is találtak, a 2- és 3-metil-1-butanol a bodza termésében is megtalálható és gyümölcsös illatot kölcsönöz a terméknek.

A komponensek mennyisége és arányai a vizsgált fajták közt erősen változtak.

A bodzaméz

A bodzaméz jellemzőit nem írja le az irodalom, mivel a bodzát a méhek elsősorban pollenért látogatják. Ennek oka nem pontosan ismert, feltételezhető hogy a bodza kevés nektárt ad, illetve a méhek számára rosszul hozzáférhető a nektár. Más rovarfajok gyakoriak a bodzavirágon, beporzását is rovarok végzik. Mindazonáltal a *Sambucus nigra*-t mint mézélő növényt helyenként megemlítik, a <http://home.euphony.net.be/abeille/flore/flore2a.html> belga méhészeti oldal (2006. november, Plantes d'interêt apicole) olyan virágforrásként határozza meg, melynek nektárértéke 6-7 (10-es skálán mérve). Említik a bodzát mint háziméhek-porozta virágot is. (MUSSEN, 2002) Pollenje kisebb mennyiségben ugyan, de mézekben kimutatható (JONES, 1989., PARENT et al. 1990, KAYA 2005). Mivel a bodzát nyaranta levéltetvek lepik el, feltételezhető, hogy a gyűjtött méz édesharmat méz, melybe a pollen útján kerültek a virág jellemző illatanyagai. Ezt alátámasztja a méz cukorösszetétele, mely az édesharmat mézekre jellemző magasabb melecitóz tartalmat mutatta. Alább a vizsgált mézekben mért cukorösszetétel látható.

	Hárs		Sóvirág		Levendula		Bodza		Aranyvessző	
	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
fruktóz	48,91	0,97	48,11	0,95	47,08	0,92	49,86	1,09	47,84	0,96
glükóz	40,61	0,88	39,86	0,82	40,41	0,80	36,74	0,79	45,06	0,93
szacharóz	0,93	0,01	0,19	0,003	5,88	0,11	1,18	0,02	0,10	0,09
turanóz	2,6	0,05	1,59	0,03	2,25	0,04	2,71	0,05	1,68	0,03
maltóz	3,4	0,06	5,03	0,10	3,25	0,06	5,46	0,10	4,33	0,08
izomaltóz	1,78	0,03	0	0	0,31	0,006	0,21	0,004	0,19	0,003
melecitóz+erlóz	0,14	0,002	0,87	0,017	0,12	0,002	3,49	0,069	0,37	0,007
raffinóz+ maltotrióz	0,15	0,003	-		-		0,13	0,002	-	
összesen	98,52	1,97	95,65	1,91	99,3	1,98	99,78	1,99	99,47	1,98
fruktóz/ glükóz	1,20		1,21		1,17		1,36		1,06	

A vizsgált mézekben mért cukor tartalmak a szárazanyag százalékában kifejezve

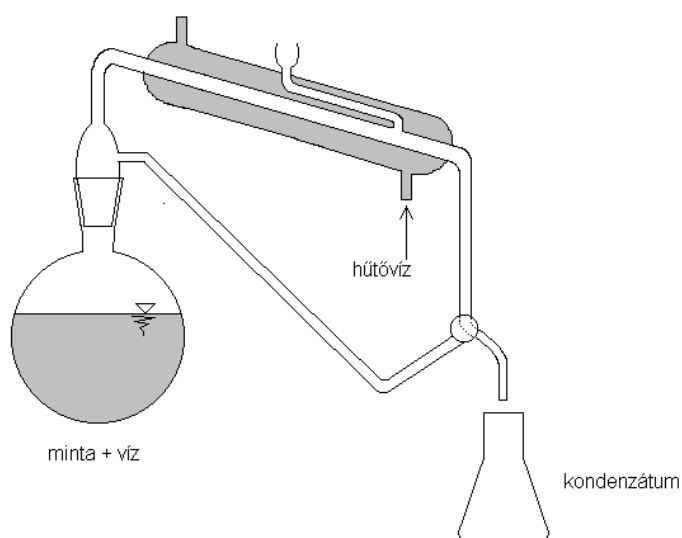
4. KÍSÉRLETI RÉSZ

4.1. Vizsgálati módszerek

4.1.1 Mintaelőkészítési módszerek

Vízgőzdesztilláció

A gázkromatográfiával meghatározható vegyületek a kisebb molekulatömegű, illékony anyagok. A méz és a virágok illatát alkotó ilyen vegyületek többé vagy kevésbé apolárosak. Egyszerű extrakciójukat azonban megnehezíti a méz esetében az igen magas cukor tartalom. Ezért az aromaanyagok kivonására általában vízgőz desztillációt használnak, a vízben nem- vagy rosszul oldódó komponensekre. Az aromakutatás által használt vízgőzdesztilláló készüléket mutatja a 3. ábra.



3. ábra : A vízgőzdesztilláló készülék

Ebben a berendezésben a kétfázisú kondenzátum alsó (vizes) fázisa visszafolyik a desztilláló lombikba, a felső fázis pedig, amely oldva tartalmazza a kevésbé poláros vegyületeket, a sűrűségkülönbség alapján elválasztható.

A virágok illó anyagainak extrakciójához háromszor 200 g felaprított virágot 180 g konyhasó hozzáadásával 900-900 cm³ desztillált vízben 1,5 óráig forraltam. A felszabaduló illatkomponenseket ugyanabban 4 cm³ nagy tisztaságú hexánban fogtam fel. Belső standardként 9 mg 1-undekanolt adtam az extrahálendő mintákhoz. A hexán oldatot 0,3 cm³ -re pároltam be, ebből 1-1 µl került injektálásra. Vagyis hatszáz gramm minta illó anyagainak kivonata került át 0,3 ml oldószerbe.

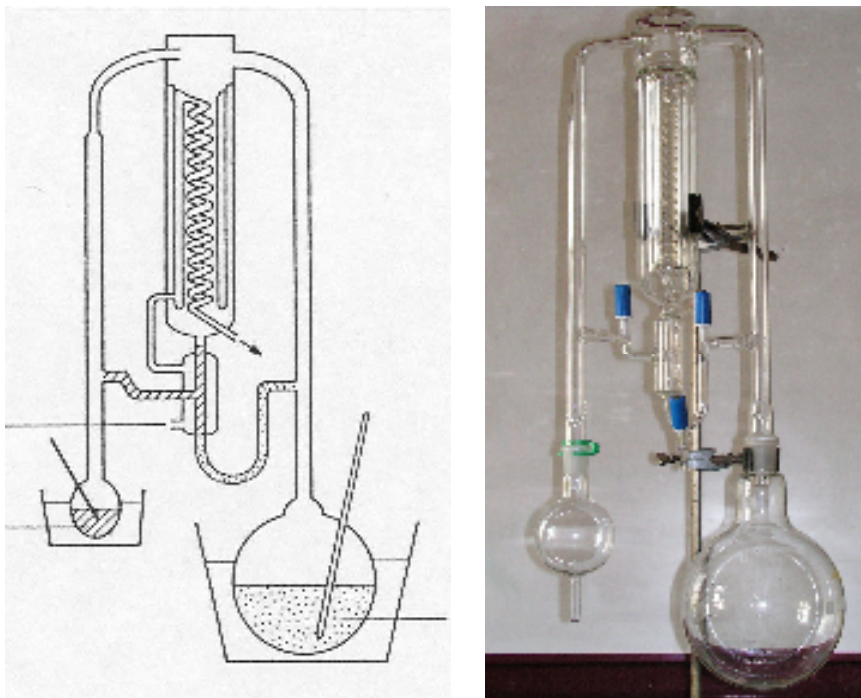
A belső standard az első méréseknél még benzilalkohol volt, ez azonban hosszabb állás – egy-két hónap – során jól kimutatható mértékben elbomlik, így esetleg a méréseket meghamisíthatja. A másik kipróbált belső standard a fenil-etilalkohol volt, amit egyéb vizsgált mintákban (borokban) megtaláltunk, ezért kellett áttérni az undekanolra, amely az eddig mért élelmiszerekben nem jelent meg és általánosan használhatónak bizonyult.

A mézek extrakciójához minden mézmintából 600 g-ot 1000 cm³ desztillált vízben feloldottam majd három részre osztottam. Minden egyes 330 cm³ mézoldatba 50 cm³ 96 %-os etil alkoholt adtam, hogy az esetleg cukorhoz kötött aromavegyületeket felszabadítsam, majd 500 cm³ -re feltöltöttem desztillált vízzel. Belső standardként 9 mg undekanolt adtam hozzá. Mindhárom mézoldatot 500 cm³ -es gömblombikokban forraltam fel, a desztilláció során 80-80 cm³

kondenzátumot gyűjtöttem össze. A kondenzátumokat egyesítésük után $3 \times 80 \text{ cm}^3$ nagy tisztaságú pentánnal extraháltam 20 g NaCl hozzáadásával. A pentános fázist egy éjszakán keresztül vízmentes nátrium szulfáton szárítottam. A felesleges pentánt ledesztilláltam, majd hideg légáramban $0,3 \text{ cm}^3$ -re bepároltam, ebből $1 \mu\text{l}$ került injektálásra. Ebben az esetben is 600 g minta illó anyagai kerültek a $0,3 \text{ ml}$ -es koncentrátumba.

Szimultán desztilláció-extrakció (SDE)

A 4. ábra a Likens-Nickerson féle szimultán desztillációs-extrakciós készülék vázlatát és magát a berendezést mutatja. Az előkísérletek eredménye szerint ez a mintaelőkészítés hatékonyabb az illékony komponensek kivonására, ezért végül ezzel a módszerrel dolgoztam.



4. ábra : A Likens-Nickerson féle szimultán desztillációs-extrakciós készülék

A berendezés jobboldali lombikja tartalmazza az extrahálandó mintát vizes oldatban, a baloldali lombik pedig az extraháló szerves oldószert. A vízzel nem elegyedő vegyületek itt is a gőztérbe kerülnek, a forrójuk alatti hőmérsékleten, a gőztérből pedig az alacsonyabb forráspontú szerves oldószerral együtt kondenzálnak (LIKENS-NICKERSON, 1964).

Virág extraktumok készítéséhez a virágokat felaprítottam. Kétszer 300 g virágot 180 g konyhasó hozzáadásával 900-900 ml desztillált vízben ($0,9 \text{ mg}$ 1-undekanol belső standard hozzáadása után) 1,5 óráig forraltam úgy, hogy a berendezés másik oldalán 200 cm^3 nagy tisztaságú pentán forrt. A pentános kivonatból a vizet (egy éjszakán át tartó hűtéssel) kifagyasztottam majd az oldószert $0,5 \text{ ml}$ -re bepároltam hideg légáramban. Az extraktumból $1 \mu\text{l}$ -t gázkromatografáltam. (600 g minta kivonata került $0,5 \text{ ml}$ oldatba)

A méz extraktumok előállításához minden mézmintából 600 g -ot 1000 cm^3 desztillált vízben feloldottam majd három részre osztottam. Minden egyes 330 cm^3 mézoldatba 50 cm^3 96 %-os etilalkoholt adtam, majd 500 cm^3 -re feltöltöttem desztillált vízzel. Belső standardként 9 mg 1-undekanolt adtam hozzá. A desztilláció során $3 \times 80 \text{ cm}^3$ kondenzátumot gyűjtöttem össze. A kondenzátumokat egyesítésük után $3 \times 80 \text{ cm}^3$ nagy tisztaságú pentánnal extraháltam 20 g NaCl hozzáadásával. A desztillációs maradékot, tehát a vizes oldatot, a virágokhoz hasonló módon Likens Nickerson készülékben ledesztilláltam pentánnal szemben. A két pentános fázist egyesítve egy éjszakán keresztül vízmentes nátrium szulfáton szárítottam. A felesleges pentánt ledesztilláltam, majd hideg légáramban $0,5 \text{ cm}^3$ -re bepároltam, ebből $1 \mu\text{l}$ került injektálásra.

Mintaelőkészítés a folyadékkromatográfias vizsgálathoz

A mézmintákból a jobb jellemezhetőség érdekében cukor vizsgálatot is végeztem, mivel a mézek cukorösszetételei adataiból bizonyos mértékig következtetni lehet azok virág- vagy édesharmat-eredetére. A folyadékkromatográfias mérést a méz esetében a mézek pollen tartalma nehezíti. Ezért a mézmintákat feloldás után 0,4 µm lyukméretű szűrőn átszűrtem. Az eluens nem szabad, hogy a mintának túlzottan jó oldószere legyen (ez azt jelentené, hogy az elválasztandó vegyületeket nem tartja vissza az oszlop, hisz a mozgó fázisban jobb kölcsönhatásra lennek), ezért a mézek feloldására nem a kromatográfias eluenst használtam. 1 g mézet feloldottam 7,5 cm³ desztillált vízben, majd acetonitrillel 10 cm³-re egészítettem ki mérőlombikban. Ebből az oldatból néhány cm³-t 0,4 µm lyukméretű fecskendőszűrőn nyomtam át a futtatáshoz egy zárható edénybe.

4.1.2 Elválasztási módszerek

A gázkromatográfias mérés körülményei

A mérésekhez használt berendezés:

Hewlett Packard 5890/ II gázkromatográf - 5971 A tömegszelektív detektorral

Kapillaris oszlop: 60 m x 0,25 mm Supelcowax 10 (fused silica) 0,25 µm filmvastagság

A GC-MS mérés körülményei:

Kezdő hőmérséklet:	T ₁ = 60 °C
Hőmérsékleti program:	v _f = 4.0 °C/min
Véghőmérséklet:	T ₂ = 280 °C, t ₂ = 10.00 min
Detektor hőmérséklet (transfer line):	T _{det} = 280 °C
Vivőgáz:	He (4.6), lin. seb.: 30.0 cm/s
Injektor:	mód: splitless, p _{be} = 160 kPa
Injektor hőmérséklet:	T _{inj} = 270 °C
Injektor üzemmód:	split, delay: 0.35 min
Lefúvási arány:	100:1
Tömegtartomány:	m/z = 25-350
Seprési sebesség:	390 D/s
Injektált minta mennyisége:	1 µl

A folyadékkromatográfias mérés körülményei

A mérésekhez használt berendezés:

Hewlett Packard folyadékkromatográf

HP 1050-es pumpa

HP 1047A RI detektor

HP 35900 AD konverter – a detektorhoz csatlakoztatva

Rheodyne 20 µl-es injektor

Supelco LC-NH₂ 250 x 4,6 mm oszlop, szemcseméret: 5 µm

Folyadékkromatográfias mérési körülmények:

eluens összetétel: acetonitril:víz = 3:1

áramlási sebesség: 1,0 ml/perc

oszlophőmérséklet: 40 °C

(nyomás: 47 bar)

injektált minta mennyisége: 20 µl

detektor hőmérséklet: 40 °C

A folyadékkromatográfias módszer kidolgozásakor az AOAC (1990) által javasolt módszert (977.20) vettem alapul. A kapacitási tényező optimalítása kapcsán születtek az új hőmérsékleti és áramlási sebességi körülmények.

4.2. Kiértékelési módszerek

4.2.1. Gázkromatográfias mérések kiértékelése

A gázkromatográfia elválasztott illat és aroma komponensek detektálása tömegszelektív (MSD) detektorral történt. A komponensek azonosítását a WILEY 275.L spektrum könyvtár segítségével végeztem, egyedileg minden vegyületre. Az abszolút gázkromatogramokat a relatív aromagram-szerkesztési eljárással illatképekké alakítottam (Ld. 5.2. fejezet).

4.2.2. Folyadékkromatográfias mérések kiértékelése

A folyadékkromatogramok kiértékelése a HPLC^{2D} Chem Station kiértékelő program segítségével történt. A felhasznált kalibrációs oldatok koncentráció tartományát és a kalibrációs egyenesek egyenletét a 25. és a 26. táblázat mutatja.

25. táblázat : A kalibráló standard oldatok koncentrációi

	koncentráció (mg/ml)			
fruktóz	2,5	5,0	7,5	10,0
glükóz	5,0	10,0	15,0	20,0
szacharóz	0,5	1,0	1,5	2,0
turanóz	0,5	1,0	1,5	2,0
maltóz	0,5	1,0	1,5	2,0
izomaltóz	5,0	10,0	15,0	–
melecitóz	0,5	1,0	1,5	2,0
raffinóz	0,5	1,0	1,5	2,0

26. táblázat : A kalibrációs egyenesek adatai

cukor	retenciós idő (perc)	egyenes egyenlete	korrelációs koefficiens
<i>fruktóz</i>	6,508	$y=1426,35x+17,79$	1,00000
<i>glükóz</i>	7,063	$y=1501,05x+210,62$	0,98803
<i>szacharóz</i>	8,848	$y=1486,05x+7,40$	0,99998
<i>turanóz</i>	9,410	$y=1501,53x+3,54$	0,99998
<i>maltóz</i>	10,045	$y=1215,76x+4,79$	0,99964
<i>izomaltóz</i>	11,230	$y=1374,82x+41,34$	0,99993
<i>melecitóz</i>	13,020	$y=1381,13x+5,95$	0,99998
<i>raffinóz</i>	14,993	$y=1227,36x+8,88$	0,99991

4.3. Felhasznált anyagok

4.3.1. Vizsgálati minták

Minden méz vizsgálata a pergetés évében történt, hogy az aromaanyagok tárolás alatti változásai ne befolyásolják az eredményeket. A virágok általában a méz gyűjtésének évéből

származnak, egyes minták esetében az azt követő évből. A késői pergetésű mézek (pl. a szolidágó) esetében ugyanis mire a méz forgalomba kerül, a virágok már elvirágzottak, vagy legalábbis hervadó szakaszukba kerültek, ilyenkor az aromaanyagok mennyisége már feltételezhetően kevesebb.

Hársméz: A hársmez minták 2000-ből és 2001-ből származnak. A vizsgálatok idején a mézek az azévi pergetésből származtak. A hársmezeket a Hungaronektár bocsátotta rendelkezésünkre, ugyanott a mézek mikroszkópos vizsgálata és pollen analízise is megtörtént. Ennek alapján hárspollenre nézve 70 %-os és 89 %-os mézeket vizsgáltunk. A mézek a Cserhát vidékéről származtak.

Hársvirág: A hársvirágokat 2000-ben gyűjtöttük Budapesten *Tilia cordata* Mill. és egyidőben virágzó *Tilia platyphyllos* fajokról.

Sóvirágméz: A sóvirágméz minták egy gyulai, nem megélhetésszerűen méztermelésből élő, de professzionális szaktudású méhésztől származnak, 2001-ből. A méz gyűjtésére egy számára sajnálatos eset adott lehetőséget. Az azévi nagyon aszályos időjárás miatt ugyanis napraforgó mézlegelőre telepített méhcsaládjai a célnövényről nem tudtak hordani, de a közelben nagy tömegben élő és a szárazságot nagyszerűen tűrő sóvirágról azonban igen. Így egy egészen egyedi specialitás, "sóvirág"-méz keletkezett, amelyet különleges fanyar-kesernyős, de kuriozitásnak számító kellemes ízvilága miatt vizsgálatra felajánlott.

Sóvirág (*Limonium gmelinii*): A sóvirágminták ugyanonnan származnak, ahonnan a méz, vagyis Gyula város közeléből. 2001-es és 2002-es virágmintákat vizsgáltam.

Aranyvessző méz: A szolidágóméz a 2005 és 2006-os évből származik egy Győr környéki méhésztől, aki a Rába árterületének közelében lakik. Itt az aranyvessző nagy tömegben, gyakorlatilag egyedül virágzik a nyár második felében.

Aranyvessző (*Solidago canadensis*): A virágot 2005-ben és 2006-ban ugyanarról a területről gyűjtöttük, ahonnan a méz is származik, tehát a Rába árteréből.

Bodzaméz: A bodzaméz a Húvösvölgy környékéről történt gyűjtésből származik 2003-ból, egy méhész kistermelőtől. Elmondása szerint a hordás idején nem volt a közelben más virágzó növény, a hordás azonban olyan erős volt, hogy a mézet ki kellett pergetnie, ezért az feltehetőleg zömében a bodzáról származik.

Bodzavirág: A bodzavirág nem vadon termő növényről származott, hanem egy termesztett változatról, a *Sambucus nigra* L. cv. *Haschberg* bodzáról, 2004-ből.

Levendula méz: A levendula méz az Egyetemen rendszeresen mézet árusító őstermelőtől származik, a Tihanyi félsziget belső medencéjének vidékén történt hordásból. A 2003-es évjáratot vizsgáltam.

Levendula virág: A vizsgált levendula virág a jó összehasonlíthatóság érdekében ugyanarról a területről származik, ahonnan a méhész elmondása szerint a méz, 2004-ből. *Lavandula angustifolia* faj.

4.3.2. Felhasznált vegyszerek

Oldószerek:

- n-pentán a. lt. Reanal
- acetonitril HPLC grade, Merck
- desztillált víz kétszer desztillált

Kromatográfias standardok:

- fruktóz a. lt. Reanal
- glükóz a. lt. Reanal
- szacharóz a. lt. Reanal
- turanóz a. lt. Fluka
- maltóz a. lt. Supelco
- izomaltóz a. lt. Supelco

- melecitóz a. lt. Supelco
- raffinóz a. lt. Supelco

Egyéb vegyszerek:

- belső standard: 1-undekanol a. lt. Merck
- benzilalkohol a. lt. Merck
- A mérésekhez felhasznált egyéb vegyszerek analitikailag legtisztább minőségűek voltak, a Reanaltól.

5. EREDMÉNYEK, AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

5.1. A kromatogramok bemutatása előtt

Az érzékszerveink által azonosított kellemes (vagy kellemetlen) illatérzeteket nem egy vagy néhány alkotó minősége és mennyisége, hanem az esetek többségében 60-120 komponens egyidejű, bonyolult, szinergikus kölcsönhatásokkal is kombinált egymásra hatása hozza létre. Ilyen hatalmas számú és nagyon különböző mennyiségű (milliomod résztől fő tömegig) vegyület kvantitatív meghatározása gyakorlatilag lehetetlen. A kalibráció során ugyanis minden alkotóra legalább hárompontos elemzőgörbét kell felvenni. A pontoknak át kell fogniuk a várható mérési tartományt kb. a mért érték 50 %-ától a 150 %-áig, a detektorok többnyire szűk linearitási tartománya miatt. Ez feltételezi, hogy a minta összetételét nagyjából ismerjük. Anonim minták esetében ez a feltétel nem teljesül, de az ismert illatforrások esetében is széles határok között változhat az alkotók mennyisége. A kielégítő pontosságú kvantitatív mérés tehát oly hosszantartó kalibrációs eljárást igényel, hogy mire a minta kerülne sorra, az elsőként felvett elemző függvények érvényüket vesztenék, azokat ismételtelen meg kellene mérni. Következésképpen az illattulajdonságok mennyiségileg pontos megmérése és értelmezése szinte reménytelen feladat, és a jelenség első mondatban kifejtett komplexitása miatt szükségtelen is. Ez a magyarázata annak az illat-analitikai gyakorlatban általános, és bizonyos értelemben talán igénytelennek tűnő megoldásnak, mely a gázkromatográfiásan detektált komponensek csúcsterület összegét 100 %-nak tekintve az egyes vegyületek súlyát, fontosságát az összterület százalékában adja meg.

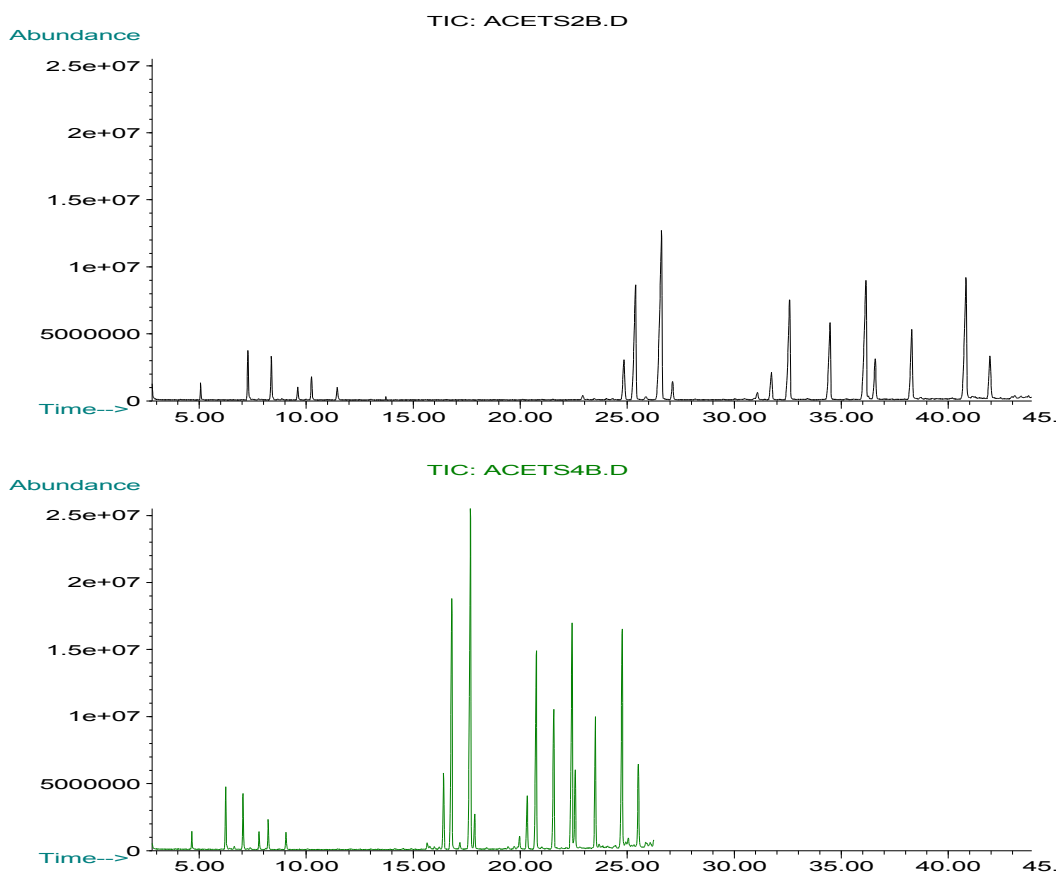
Az eredmények fent leírt területszázalékos kiértékelésnél használhatóbb, informatívabb értelmezése és a kromatogramok könnyebb összevethetősége érdekében, a függőleges és a vízszintes tengely egyidejű normálásával, kidolgoztunk az Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszéken egy általunk aromaszpektrum szerkesztésnek nevezett eljárást (ld. a témával kapcsolatos publikációs jegyzéket). E módszer lényege, hogy mind a mennyiségmérés torzítottságát, mind a minőségi azonosítást megnehezítő retenciós idő-bizonytalanságot kiküszöböljük és az így keletkező, a relatív tömegspektrumokhoz megszólalásig hasonló (innen a nagyratörő *aromaspektrum* elnevezés), aromagramokat egymással összevetve azonosítjuk vizuális értékeléssel. Az eljárás alkalmazásával előállított regisztrátumok, a komponensek egymáshoz viszonyított arányainak megragadásán keresztül, az illatérzetért felelős alkotóarányok vizuális interpretációjaként, az illatforrásra jellemző aroma-struktúra „*fényképeinek*” tekinthetők. Mint ahogy megfelelő minőségű felvétel alapján egy *témát*, legyen az tárgy vagy személy, tetszőleges nagyításban illetve kicsinyítésben, sőt valódi méretében is felismerünk anélkül, hogy bármilyen paraméterét (magasság, testsúly, életkor, derék/vállbőség, összetétel stb.) tudnánk, kutatásaink szerint az aroma-analitikában is megfeleltethetőek egymásnak az illattulajdonságok az aromaszpektrumok vizuális összehasonlítása segítségével. A magyarázat mindkét esetben a vizsgálat tárgyát képező jelenség (kép, illat) jellemző, egyedi arányainak rögzítésében rejlik. E viszonyok érzékeny összehasonlítására és értelmezésére ugyanis, azokat vizuálisan egymás mellett egyidejűleg tanulmányozva az emberi agy párhuzamosan alkalmas. A módszer részletes ismertetését az *Az aromaszpektrum módszer* c. fejezetben tárgyalom.

Ezzel a megjelenítési móddal az illatok mintegy archiválhatók, későbbi évjáratok minőségi kifogása esetén objektív mutatóként szolgálhatnak. Az emberi orr ugyan kiváló érzékelő (elsősorban a képzett bírálók esetében), de szag-émlékezete nincs, ezért nem tud hitelt érdemlő bizonyítékkal szolgálni illatok és aromák hosszú idő távlatában történő összehasonlítása esetén.

5.2. Az aromaspektrum módszer

5.2.1. A kromatogramok közvetlen összevetése

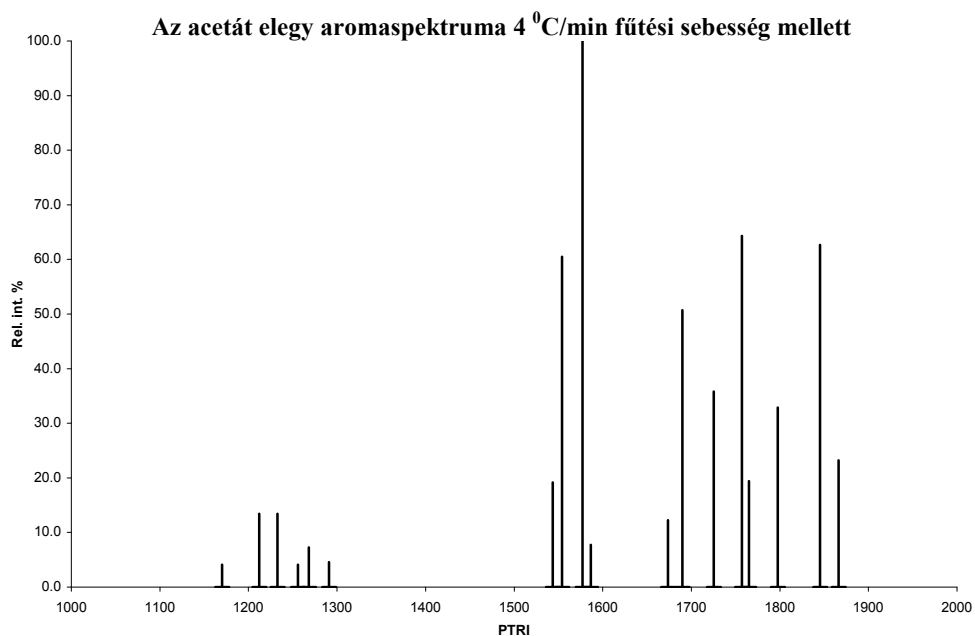
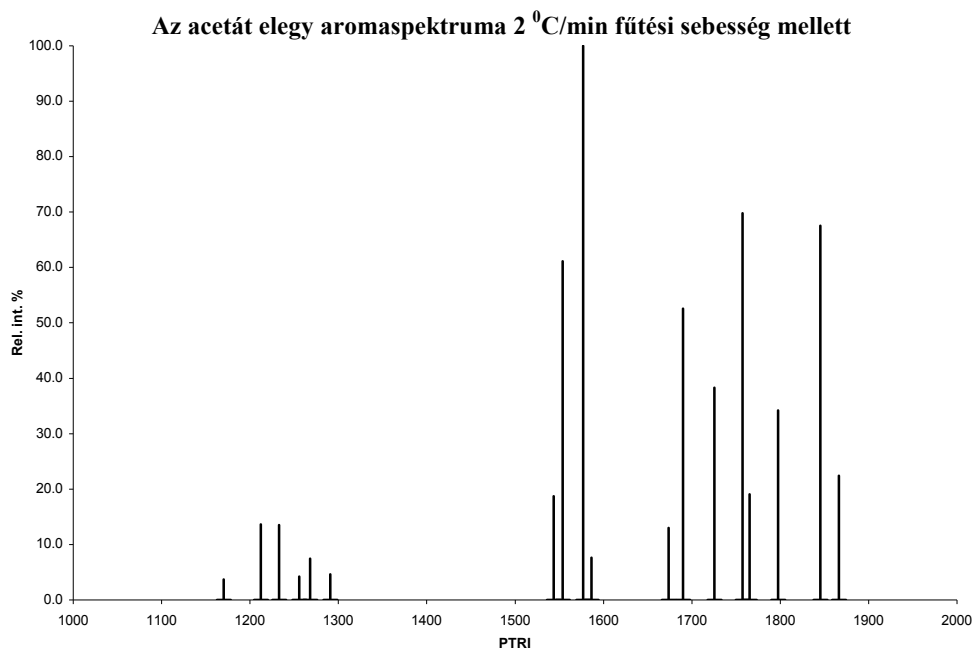
A mintákról a desztillációs-extrakciós előkészítést követően készített gázkromatogramokat az illattulajdonságok vizuális interpretációjának tekinthetjük. Olyan regisztrátumoknak, amelyek éppúgy jellemzik a vizsgálandó anyagot mint az aromaalkotók maguk. Tanulmányozásuk azonban nem az olfaktoriális régió receptorai által, hanem vizuálisan végezhető. Ez bizonyos szempontból hátrányt jelent. Hiszen szemünk nem tudja, hogy milyen kromatogram felel meg az adott típusban az autentikus, azon belül a jó vagy a rossz minőségnek, és nem tudja, hogy mely csúcsok (komponensek) milyen mennyiségű (területű) jelenléte kívánatos vagy nem kívánatos a kellemes szenzorikus tulajdonságok szempontjából. További problémát jelent a mérési folyamat torzító hatása, ami a kromatogramok értelmező összehasonlítását gyakran lehetetlenné teszi. Az 5. ábra felvételeiről nem állapítható meg egykönnyen, hogy különböző mintákról készültek-e, vagy azonos minták különböző mérési körülmények mellett készített kromatogramjait látjuk.



5. ábra: Két „ismeretlen” kromatogram összehasonlítása (acetát észterek elegye)

Egy tapasztalt kromatográfusnak lenne elképzelése az ábra okozta kétségek megválaszolására, álláspontjának mások számára is meggyőző tudományos bizonyítása azonban valószínűleg számára is nehézséget okozna.

Az illattulajdonságok láthatóvá tételének megvan az a felülmúlhatatlan előnye, hogy ha van „hiteles” felvételünk a jó (vagy rossz) mintáról, hozzá viszonyítva látásunk kétséget kizáróan képes megállapítani, hogy egy másik minta ugyanilyen módon mért paraméterei a hibahatárokon belül megegyeznek-e vagy sem. Sajnálatos módon a „hiteles” felvétel előteremtése számos erőfeszítést igényel.



6. ábra.: Az 5. ábra észterkeverékéről különböző kromatográfiai körülmények készült felvételek relatív aromagramjai, aromaspektrumai

Az alább tárgyalt kettős normálási módszerrel az összehasonlíthatóság létrehozható. A 6. ábra alapján úgy gondolom nem kétséges, hogy a előzőekben bemutatott felvételek ugyanazon mintáról készültek, és hogy a vizuális tanulmányozás és összevetés feltételeit messzemenően megteremtették.

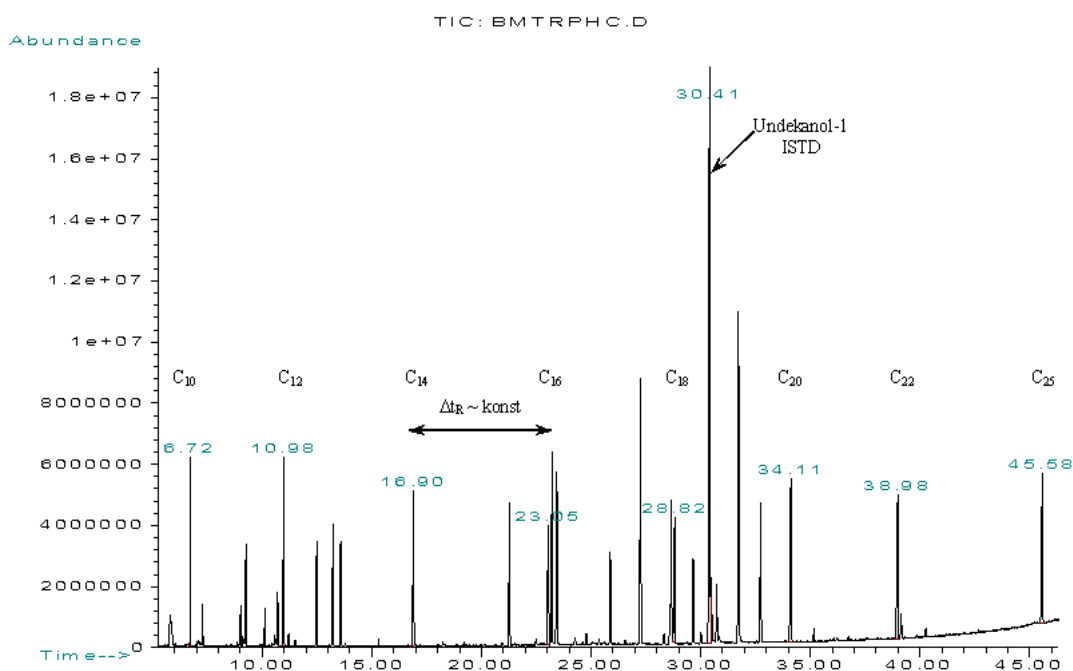
5.2.2. A kromatogramok normalálása

A kromatográfias tengelyek egyidejű normalálásának kidolgozása során az alább vázolt problémák megoldásával kellett megküzdeni:

A mennyiségmérés (a függőleges tengelyen a csúcsterületek) szórását alapvetően négy tényező okozza. A mintaelőkészítés hatásfokának mérésről mérésre történő változása, a mintabevitel pontatlan megismételhetősége, a gázkromatográfias detektálás érzékenységének alkalomról alkalomra tapasztalható ingadozása, valamint a térfogat- és tömegmérés korlátos pontossága, mely utóbbi kalibrált eszközök használatával javítható, de a szubjektív hibáktól nem mentes. Az első három hibaforrás hatását arányos, idegen szakkifejezéssel proporcionális torzításnak nevezik és kiküszöbölésük az analitikus szakma által elfogadottan a belsőstandard addíciós módszernek nevezett eljárással oldható meg. Gázkromatogramok esetében ez a megoldás a függőleges abszolút detektorjel-tengelynek természetes vagy mesterséges belső standardra vonatkoztatott relatív intenzitás-tengellyé alakítását jelenti.

A vízszintes, retenció idő tengely normalálása sokkal összetettebb feladat, mert ez a minőségi azonosításra használt paraméter sajnálatos módon nemcsak a mintamolekulák és a megosztófázis kölcsönhatásától függ, amint azt szeretnénk, hanem nagyon nagy mértékben a gázkromatográfálás körülményeitől is. Összefoglalóan az alábbiaktól: oszlophossz, a kapilláris oszlop átmérője, a megosztófázis filmvastagsága, vivőgázsebesség, vivőgáznyomás, a vivőgáz anyagi minősége, hőmérsékletprogram, (T_0 , $v_{fűt}$, $T_{vég}$). A fenti paraméterek állandó értéken tartása hosszú időn át egymást követő mérések esetén csaknem megoldhatatlan és a retenció idők meg nem engedhető csúszását (általában csökkenését) okozza, megakadályozva ezzel a biztonságos komponens azonosítást.

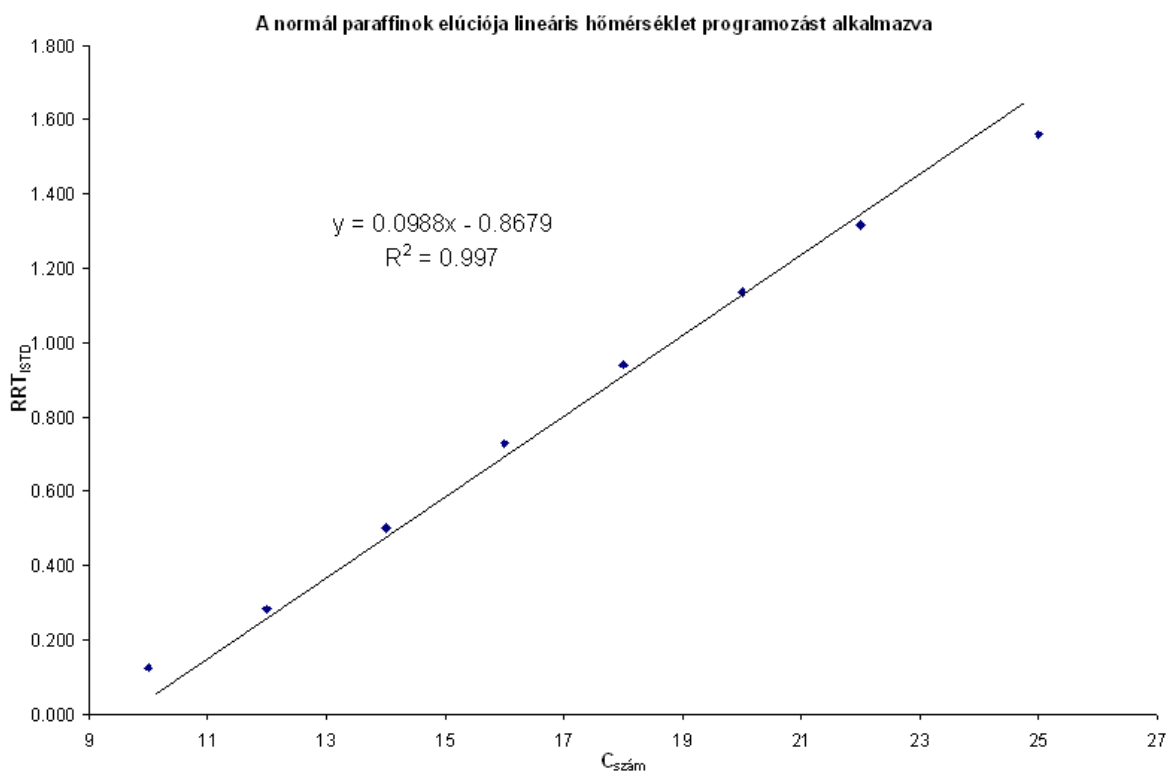
A probléma megoldását a homológ sorok (ilyenek például a n-paraffinok, zsírsavészterek st.) tagjainak elúciós viselkedése kínálja, izoterm szakaszt nem tartalmazó, konstans fűtési sebességgel végrehajtott, lineáris hőmérséklet programozást alkalmazó gázkromatográfias mérési körülmények között.



7. ábra: A normál szénhidrogének közel ekvidisztáns elúciója lineáris hőmérsékletprogramozás esetén

A 7. ábra a mérésekkel azonos mérési napon készülő, tipikus modelloldat kromatogramot mutat be. A felvételen jól látszik, hogy a normál dekánt (n-C₁₀) és pentakozánt (n-C₂₅) kivéve, melyeket

kihagytam az értékelésből, a szénhidrogének nagyjából egyenlő retenciós idő-különbséggel hagyják el az oszlopot (ekvidisztáns elúció), ami azt jelenti, hogy retenciós idők a szénatomszám függvényében egyenes mentén fekszenek. Ezt az állítást támasztja alá a 8. ábra, amely a modelloldat normál szénhidrogénjeinek elúciós viselkedését ábrázolja a mérés körülményei között, és amelyen a pontosság növelése érdekében a függőleges tengelyen a belső standardra vonatkoztatott redukált relatív retenciós időket (RRT_{ISTD}) ábrázoltam, a szénatomszám függvényében.



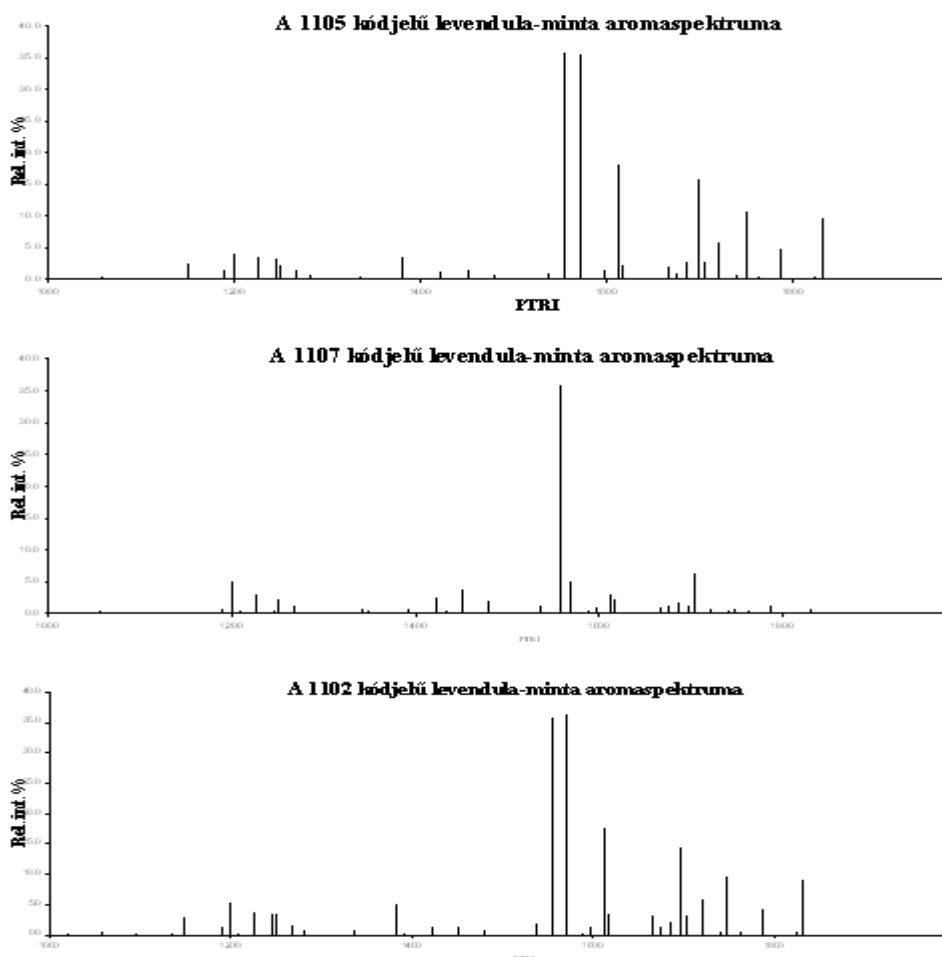
8. ábra : A normál szénhidrogének ekvidisztáns elúciója lineáris hőmérsékletprogramozás esetén

A szénhidrogének fenti ábrán bemutatott viselkedése lehetővé teszi, hogy az oldatban velük együtt futó többi, nem paraffin vegyület redukált relatív retenciós időihez is leolvassunk “x”-koordinátákat, az alkánok által meghatározott egyenes felhasználásával. Ezek a **látszólagos szénatomszámok** a valóságban a komponensek szénhidrogénekhez viszonyított relatív helyzetét mutatják meg, és a következő nagyon fontos tulajdonsággal rendelkeznek. Ha a gázkromatográfias rendszer a méréssorozat egymást követő napjain bármilyen ok miatt gyorsabbá vagy lassabbá válik, a n-alkánok közötti távolságok lecsökkennek vagy megnőnek, ám továbbra is ekvidisztánsak maradnak. A nem szénhidrogén alkotók retenciós idői is csökkennek, vagy nőnek, de a paraffinokra vonatkozó relatív helyzetük, amit PTRI-nek (**programmed temperature retention index**) nevezünk, nem változik. A szénhidrogének szerepe tehát hasonló a kromatogramokon kijelölhető “referencia” csúcsokéhoz, amelyek szintén egyfajta módosított időtengelyként szolgálnak. Azok egyenletes kijelölése azonban a kromatogramon szinte lehetetlen. A pontosság növelése érdekében a függőleges tengelyen az RRT_{ISTD} 1000-szeresét, a vízszintes tengelyen pedig a szénatomszám százszorosát szokás ábrázolni, és a PTRI-t ezres nagyságrendű egész számként megadni. Az így keletkező négyjegyű számok nem függenek a gázkromatografálás körülményeitől csak az állófázis polaritásától, és sokkal alkalmasabbak a komponensek azonosítására, mint gázkromatográfiasan közvetlenül mérhető retenciós idők.

A PTRI mérések szabatos végrehajtása feltételezi, hogy a minta is tartalmazza a modelloldatban alkalmazott belsőstandardot (esetünkben az undekanolt/benzilalkohol) és a mérést mindig a referencia oldat mérésével kezdjük, hogy az adott mérési napra vonatkozó érvényes RRT

versus $C_{szám} \cdot 100$ egyenest meghatározzuk. A munkanap utolsó méréseként az első standard oldattal azonos összetételű, csak a n-szénhidrogéneket nem tartalmazó referencia oldattal ellenőrizzük az első mérésben definiált egyenes érvényességét. Nyilvánvaló ugyanis, hogy ha a modell oldat n-szénhidrogén komponenseinek első mérésben meghatározott PTRI értékei megegyeznek a nap utolsó mérésében az ugyanezen anyagokra meghatározott PTRI értékekkel, – amelyeket csak az első mérés egyenese alapján számolhatunk ki, minthogy a második referencia oldat nem tartalmazza az alkánokat csak a közös belső standardot – akkor nincs okunk feltételezni, hogy a minták komponenseire az ugyanezen belsőstandard és ugyanezen egyenes segítségével számított PTRI-k nem helytállóak.

Az itt vázolt eljárás ugyan minden munkanapon két többlet mérés elvégzését igényli, ám azzal az előnnyel jár, hogy a vizsgálati minták csak egyetlen mintaidegen anyagot tartalmaznak, az általunk a hatásfok és a relatív intenzitások kiszámolására is használt benzilalkohol/undekanol belsőstandardot. Ezáltal a mintaalkotóknak a standardként addicionált komponensekkel történő koelúciója elkerülhető, a véletlen csúcskoincidencia valószínűsége gyakorlatilag nullára csökken. Példaként levendula minták aromaszektrumait mutatom be a 9. ábrán. A minták hasonlósága szemmel látható.



9. ábra: Ismeretlen levendula-minták illatszéktrumainak összehasonlítása

Az 1105 és 1102 kódjelű levendulák közeli rokonsága nyilvánvaló csakúgy, mint a 1107 jelű eltérő volta. Az eredményeket a levendula változatokat pontosan ismerő, azokat rendelkezésünkre bocsátó termesztő visszaigazolta. Az azonosítás a felismerési kísérlet mind a hat mérésében eredményes volt és alkalmazható cickafark (*Achillea*) minták esetében is. A tökéletes azonosság esete nem valósul meg, ez az ábrák egymásba vetítésével ellenőrizhető.

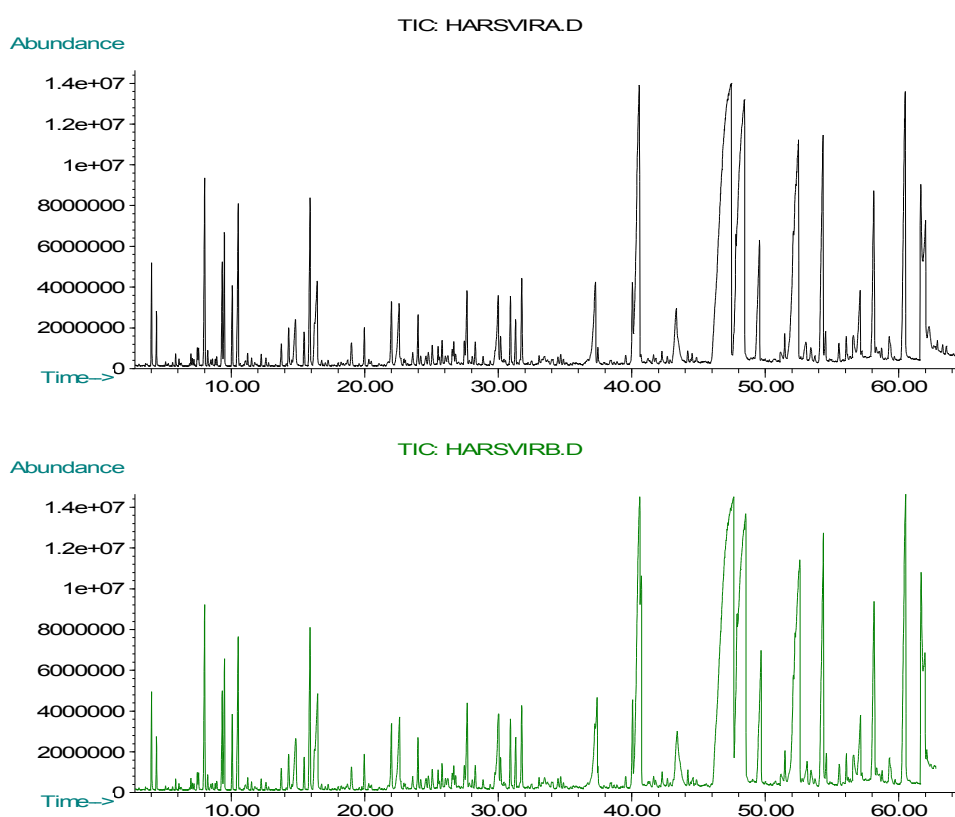
Az apróbb, a felismerést meg nem akadályozó eltérések megjelenése nagyon fontos. Bizonyítéka a módszer érzékenységének, annak a tulajdonságának, hogy képes a valós különbségekből eredő finom eltérések észlelésére és megjelenítésére. Tökéletesen azonos

aromaképek esetén fel kellene tételeznünk, hogy az aromaszpektrumok nem a minták tulajdonságait tükrözik, hanem azokét a csaknem azonos összetételű extraktumokét, amivé a mintaelőkészítés torzította az illatmintákat. Az idézett ábra tehát két dolgot bizonyít egyidejűleg. Egyrészt azt, hogy a rokon levendula mintáknak nagyjából azonos és megmérhető illatképe van, valamint azt, hogy a dolgozatban tárgyalt módszer alkalmas eme illatkép és általában az illatszervek tanulmányozására. Megfelelő módszer birtokában immár lehetséges a virágok és a tőlük származó mézek aroma-struktúrájának vizsgálata is.

5.3. Hárs eredmények

5.3.1. Hársvirág felvételek

A 10. ábra felvételén a 2000. év májusában gyűjtött virágok aromakromatogramjai láthatók. A kromatográfiás mérések elsődleges eredménye a kromatogram, mely azonban nem nyújt közvetlenül értelmezhető információt az értékelő számára. Maguk az eredmények jobban követhetők a táblázatos adatok illetve szöveges értelmezés alapján, az alábbiak szerint.



10. ábra: A hársvirág gázkromatogramjai, egyben a futtatás megismételhetőségének szemléltetése

A nagyjából a 40.6 percnél érkező heneikozánig ($n-C_{21}$) a 30 méteres Supelcowax 10 kapilláris elválasztása optimálisnak mondható, ezt követően azonban néhány óriási mennyiségben jelenlévő anyagra nézve (ezek a trikozán, kaurén, tetra- és pentakozán) az oszlop túlterheltnak tűnik. Ilyenformán ezek környezetében néhány kis koncentrációban jelenlévő alkotó detektálhatatlanná válhatott az óriás komponensek által okozott "oldószerfront" hatás következtében. Nem valószínű azonban, hogy az illattulajdonságok szempontjából fontos anyagok is lennének közöttük, mert az adott körülmények között a kromatogram ezen utolsó harmadában általában csak kis tenziójú vegyületek találhatók, melyek illataktivitása a jelenség lényegéből fakadóan alacsony. A felvétel nagyjából 40 perc előtti kétharmadában a viszonyok elválasztási szempontból ideálisak. Az illatanyagok kellően szeparálva, szimmetrikus csúcsalakkal jól

azonosíthatóan eluálódnak. Próbálkozásaim az oszlop túlterheltségének megszüntetésére, az illatszerkezet szempontjából fontos kis koncentrációjú de nagy illataktívitású alkotók elvesztése miatt rendre eredménytelenek maradtak.

5.3.2. A hársvirág illatkomponensei

A GC-MS mérés során a számítógép rögzíti a párhuzamos mérésekből származó kromatogramokat. A kiértékeléshez szükséges első lépés a párhuzamos futtatásokban detektált kromatogramok "összehangolása". E művelet során csak azokat a csúcsokat vettem figyelembe, amelyek minden kromatogramban szerepelnek. A számítógép könyvtárában (Wiley275.L) 275 ezer tömegspektrum szerepel, ami nem jelent 275 ezer azonosítható komponenst, mert egy-egy vegyületről általában több spektrumot is tartalmaz az adatbank. Az identifikálást a felvett és a memóriában található spektrumok összehasonlításával végzi a program. A McLafferty professzor és csoportja (Cornell University, Ithaca, USA) által kidolgozott PBM (**P**robability **B**ased **M**atching) molekulaszervezet felismerési eljárás szerint 70 %, vagy azt meghaladó egyezés (Q %) esetén a komponenseket kellő biztonsággal meghatározottnak tekinthetjük. Feltéve, hogy az eredménynek valamely konkrét ismeret nem mond ellent. Az azonosítási stratégia szerint ugyanis a mért, a könyvtárinál több információt tartalmazó spektrumot rögzített szabályok szerint addig transzformálja a kereső algoritmus, amíg az az elraktározott spektrumba vetíthetővé válik. Minél nagyobb az ehhez szükséges transzformációs lépések száma, annál rosszabb a mért és a könyvtári felvétel egyezése. A 70 %-os mértékű megfelelés eléréséhez a szükséges transzformációs műveletek száma oly kevés, hogy a könyvtári és mért spektrumhoz tartozó molekulák azonosságát igen valószínűnek vehetjük (ha nincs valamilyen kizáró ok!). Az azonosítás eredményét kis csúcsintenzitások esetében minden alkalommal többféle háttérkompenzációs stratégiát alkalmazva, egyedileg ellenőriztem és korrigáltam. A hársvirág azonosított alkotóit az elúció sorrendjében, csökkenő illatintenzitás szerinti kémiai osztályokba rendezve a 27. táblázatban mutatom be.

27. táblázat: A hársvirágban azonosított komponensek

Sorsz.	t _R (min.)	PTRI	Komponens	Q %	Rel.Int.
			terpének, szeszkviterpének és származékaik		
4	4.394	1070	alfa-pinén	95	0.94
5	4.939	1062	alfa-fenkén	93	0.03
6	5.081	1106	kamfén	95	0.08
9	5.841	1123	béta-pinén	95	0.25
10	6.086	1130	szabinén	97	0.14
11	6.172	1135	verbenén	90	0.05
12	6.98	1160	mircén	91	0.25
13	7.089	1169	l-fellandrén	95	0.16
14	7.461	1178	alfa-terpinén	98	0.42
16	7.707	1189	(.+ -)-1,3,3-trimetil-2-oxabiciklo[2.2.2]okt-5-en	72	0.04
17	8.012	1195	limonén	98	5.26
18	8.235	1202	béta-tujén	95	0.38
20	8.591	1213	*7,7-dimetil-2-metox-norborn-2-én	78	0.18
22	8.914	1223	cisz-ocimén	96	0.24
23	9.327	1235	gamma-terpinén	96	2.77
24	9.491	1240	transz-béta-ocimén	98	3.53
26	10.519	1273	alfa-terpinolén	98	4.94
29	11.231	1295	(E)-4,8-dimetil-1,3,7-nonatrién	90	0.33
33	12.796	1354	*cisz-rózsa-oxid	93	0.10
34	13.322	1365	transz-rózsa-oxid	93	0.06
40	15.462	1419	(2-metilprop-1-enil)-ciclohexa-1,3-dién	78	0.96
37	14.284	1457	p-menta-1,5,8-trién	94	0.45
50	19.968	1556	linalool	95	1.04
52	21.074	1586	kalarén (béta-gurjunén)	70	0.14

53	21.248	1592	D-fenil alkohol	78	0.05
55	22.003	1606	4-l-terpineol	97	2.55
54	21.783	1608	epi-biciklo-szeszkvifellandén	87	0.27
57	23.189	1650	3,6,6-trimetil-biciklo[3.1.1]heptán-2-on	83	0.08
58	23.59	1661	2,6,6-trimetil-1,3-ciklohexadién-1-carboxaldehid (Safranal)	98	0.54
59	23.991	1673	*hárséter	98	1.63
60	24.586	1707	alfa-humulén	98	0.50
62	25.498	1725	l-alfa-terpineol	91	0.56
63	25.6	1726	*endo-borneol (kamfol)	97	0.24
64	25.794	1727	4,6,6-trimetil-biciklo[3.1.1]hept-3-én-2-on (verbenone)	96	0.85
65	26.046	1745	germakrén-d	97	0.46
68	26.802	1757	alfa.-bergamotén	80	0.44
70	27.238	1770	cis-piperitol (cisz-p-ment-1-én-3-ol)	72	0.10
71	27.466	1777	trans-p-ment-2-én-7-ol	72	0.73
72	27.664	1786	E,E-alfa-farnézén abra hiányzik	83	3.01
73	27.826	1792	delta-kadinén (armoise-Maroc)/lavandulilacetát	98	0.29
74	28.058	1796	(R)-(+)-béta-citronellol	95	0.33
76	28.869	1817	*krizantenon	87	0.42
81	30.404	1864	karveol 1= traszn-(+)-karveol	95	0.25
83	31.038	1883	alfa-jonon	96	0.11
84	31.303	1891	nerilaceton	94	1.50
85	31.462	1896	cisz-karveol	72	0.11
89	34.007	1974	béta-jonon	92	0.23
90	34.084	1981	cisz-jázmon	97	0.17
94	37.465	2062	nerolidol	90	0.68
98	38.893	2117	guaiol	98	0.12
107	42.871	2228	alfa-eudezmol	94	0.20
106	42.671	2229	1,3-dimetilbiciklo[3.3.0]okt-3-én-2-on	86	0.35
122	58.127	2690	farnesol izomer B	93	10.42
124	59.292	2724	3,7,11-trimetil-2,6,10-dodekatrién-1-ol (farnesol)	89	1.77
125	60.479	2760	cisz-farnesol	90	19.06
			aromás (benzolgyűrűs) vegyületek		
25	10.077	1258	1-metil-4-(1-metiletil)-benzol (p-Cimén)	95	1.87
41	15.902	1432	1-metil-4-(1-metiletenil)-benzol, (p-cimenil)	95	5.52
48	19.004	1525	benzaldehyd	90	0.92
67	26.669	1754	benzilacetát	97	0.73
69	26.995	1763	2-(4'-metilfenil)-propanal	91	0.23
75	28.277	1802	metilszalicilát	95	0.84
77	29.401	1835	4-etil-1,2-dimetil-benzol	78	0.16
78	29.533	1839	etilszalicilát	83	0.05
80	30.18	1859	transz-anetol	97	1.01
82	30.916	1881	p-cimén-8-ol	90	2.08
86	33.26	1951	2,6-bisz(1,1-dimetiletil)-4-metil-fenol, (BHT)	94	0.26
91	34.683	1993	4-amino-2-metil-fenol	72	0.40
97	38.666	2112	1-(1,1-dimetiletil)-3-metil-benzol	87	0.12
100	40.058	2154	cisz-3-hexenil benzoát	78	2.98
102	41.214	2188	2-metoxi-4-(2-propenil)-fenol (eugenol)	98	0.50
104	41.792	2205	transz-metil izoeugenol	97	0.30
			heterociklusos vegyületek		
21	8.804	1220	2-pentil-furan	90	0.15
47	18.709	1516	3,6-dimetil-2,3,3A,4,5,7A-hexahidrobencofurán	94	0.26
			nyíltláncú alkoholok, aldehidek, ketonok, acetálok		
2	3.665	1066	n-pentanal	88	0.09
7	5.29	1115	n-hexanal	95	0.10
15	7.557	1183	n-heptanal	96	0.39
19	8.483	1210	transz-2-hexenal	96	0.22

27	10.65	1275	oktanal	94	0.06
31	12.242	1323	6-metil-5-heptén-2-on	94	0.29
32	12.598	1333	1-hexanol	90	0.23
35	13.751	1368	(Z)-3-hexén-1-ol	95	0.65
36	14.116	1379	3-oktanol	78	0.07
38	14.304	1384	nonanal	95	0.86
44	18.004	1495	2-dekanon	90	0.11
45	18.226	1501	dekanal	91	0.13
49	19.576	1542	(E)-2-nonenal	90	0.09
61	25.059	1706	(Z)-3-nonén-1-ol	78	0.76
66	26.228	1741	cisz-6-nonén-1-ol	91	0.62
103	41.632	2201	1-pentadekanol	94	0.43
116	53.412	2553	1-nonadekanol	91	1.00
117	54.314	2580	R,R*,R*-3,7,11,15-tetrametil-2-hexadecén-1-ol	91	15.01
			észterek		
30	11.525	1301	cisz-3-hexenilacetát	83	0.20
43	16.768	1458	cisz-3-hexenil butirát	90	0.18
51	20.301	1563	oktilformát	90	0.20
95	37.914	2090	etil-tetradekanoát (etilmirisztát)	95	0.11
96	38.392	2104	4-metilpentánsav fenilmetil észter	86	0.15
99	39.545	2138	benzil E-2-metil-2-butenoate	72	0.36
109	44.528	2287	etil-hexadekanoát (etilpalmitát)	95	0.43
			diterpének		
111	48.432	2404	kaurén	99	58.41
			normál és telítetlen szénhidrogének		
1	3.099	1050	n-nonán	86	0.07
3	4.026	1077	n-dekán	97	1.68
8	5.607	1124	n-undekán	93	0.09
28	11.063	1287	n-tridekán	95	0.26
39	14.811	1399	n-tetradekán	98	3.11
42	16.435	1448	<i>n-pentadekán</i>	93	5.43
46	18.58	1512	n-pentadekán	91	0.12
56	22.577	1631	n-hexadekán	98	4.35
79	29.998	1853	n-oktadekán	94	4.42
87	33.453	1956	n-nonadekán	97	0.76
88	33.674	1963	n-nonadekán	97	0.43
92	36.712	2054	n-eikozán	98	0.52
93	37.286	2071	n-eikozán	99	7.55
101	40.56	2169	heneikozán	98	28.86
105	42.265	2220	(Z)-7-tetradecén	86	0.69
108	43.338	2252	dokozán	98	6.95
110	47.456	2375	triko-zán	90	100.00
112	49.573	2438	tetrakozán	98	8.64
114	52.488	2525	pentakozán	87	33.79
115	53.042	2542	1-dokozén	91	1.75
118	54.52	2586	<i>eikozán</i>	91	1.24
119	55.524	2616	2,6,10,15,19,23-hexametil-2,6,10,14,18,22-tetrakozahexaén(Squalene)	83	0.85
121	57.102	2663	heptakozán	99	4.49
123	58.718	2711	1-oktadecén	98	0.55
127	62.006	2809	oktakozán	90	9.29
			karbonsavak		
113	51.147	2485	laurin sav	98	0.71
120	56.594	2648	mirisztin sav	97	2.22
126	61.652	2799	palmitin sav	98	10.80

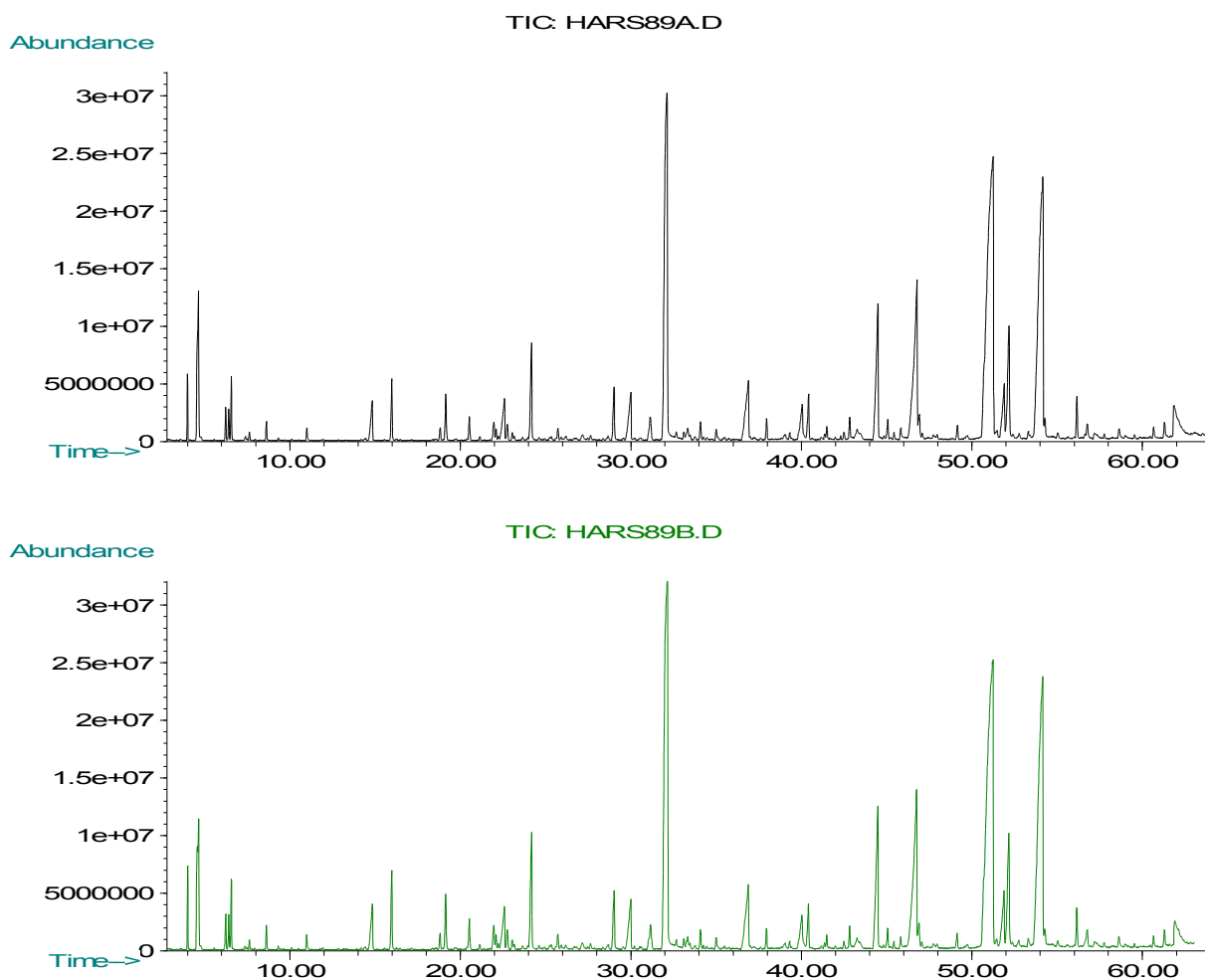
A vegyületnevek írásmódja információt hordoz. A “**vastagon**” szedett alkotók mind a virág-, mind a méz-mintákban (tárgyalásuk később) előfordulnak, ilyenformán potenciálisan a botanikai eredet “marker” komponensei. A *-al is megjelölt anyagok nagy valószínűséggel florális származást jelző vegyületek, mert irodalmi jellemzésük szerint is várhatóan a hárs eredet bizonyító anyagai. A “*dőlt betű*”-vel írt komponensek a magas azonosítási biztonság ellenére (match quality = $Q >> 70\%$) vélhetően nem azok az anyagok aminek azonosítottuk őket. Ez a probléma alapvetően a normál szénhidrogéneket sújtja leginkább. A magyarázat az alkánok egymáshoz megszólalásig hasonló fragmentációs képében rejlik. Ezek a spektrumok a gyakorlatban csak a molekulacsúcsok alapján különböztethetők meg. Annak valószínűsége azonban, hogy a hosszabb paraffinok elviseljék a 70 eV-os gerjesztési energiát, nagyon kicsi. Ilyenformán a molekulaion keletkezési valószínűsége igen alacsony, és ezért az sokszor meg sem jelenik mérhetően a spektrumon, aminek következtében a felismerés bizonytalansága megnő.

A vázolt jelenség a terpének és szeszkviterpének esetében még bonyolultabban jelentkezhet. A nagyon hasonló fragmentációs képek gyakorta ugyanolyan összegképletű izomerek (melyek mindegyike más-más illatú és elnevezésű anyag) tömegéhez tartoznak, amelyek tehát ugyanazon molekulaionnal jelentkeznek a spektrumban, vagyis ezek nem különböztethetők meg egymástól. Ebből a szempontból is nagyon fontos, hogy a komponensek azonosítását nem csak a tömegspektrometriás felismerésre alapozom, így annak megbízhatóságát a normált retenciók adatok (PTRI) felhasználása is megnöveli.

A táblázat kémiai csoportjairól és a bennük azonosított anyagokról általános jellemzésként elmondható, hogy a szénhidrogének, a hosszú szénláncú szerves savak észterei, a nagy szénatomszámú alifás alkoholok, valamint a fellelt karbonsavak ($n\text{-C}_{12}$, $n\text{-C}_{14}$, $n\text{-C}_{16}$) az alacsony illataktívitású vegyületek közé tartoznak. Esetleges jelenlétük a hárs mézben az érzékszervi fajtajelleg kialakításában jelentős szerepet nem játszik. Kis illékonyáguk következtében megjelenésük a mézben elképzelhető, jelentőségük “*marker*” komponensként túlságosan általános elterjedtségük miatt azonban nem számottevő. A többi kémiai osztály, elsősorban a terpének, szeszkviterpének és származékaik, valamint a benzolgyűrűs vegyületek pl. a p-ciménil, p-cimén-8-ol, eugenol stb. mind az uniflorális karakter létrehozása, mind az azonosítás szempontjából értékes alkotókat tartalmaz és a biztonságos és egzakt felismerés lehetőségét ígéri.

5.3.3. Hárs méz felvételek

A hárs méz felvételek kiválasztásakor és kiértékelésekor több lehetőség közül választhattam. Számos vizsgálatot végeztem részben különböző pollen % tartalmú, részben különböző évjáratú mintákkal (2000 és 2001). Az értékelést a hársra legjellemzőbbnek tekinthető 89 %-os, szokatlanul nagy tisztaságú hárs méz mérés elemzésével kezdem. Értelemszerűen ebben a nagyon “tömény” mintában minden, e fajta mézre jellemző alkotót meg kell találnom, különben a minta előkészítési eljárás nem felel meg a követelményeknek és nem várható pozitív eredmény a többi virág- és mézvizsgálat esetében sem.



11. ábra : A cserhádi gyűjtőterületről származó 89 pollen % -os hársméz gázkromatogramjai (2000)

A hársvirág mérésekhez képest azonos megosztó fázisú, de kétszeres hosszúságú kolonna használatával az elválasztás hatékonyabbá tételét céloztam meg. Az irodalom által lebecsült $\sqrt{2}$ -szeres oszlophossz függés ugyanis mintegy 41 %-os, cseppet sem elhanyagolható felbontás-növekedést jelent önmagában. A járulékos lehetőségek (a lineáris sebesség, fűtési sebesség mérsékelt emelése) pedig további előnyöket ígérnek a jobb és gyorsabb szeparáció terén. A 60 m x 0,25 mm x 0,25 µm Supelcowax 10 oszlopon végrehajtott futtatások közül kettőt a 11. ábra mutat be. A felvételek általában 60-65 percesek, az utolsó eluálódó csúcs helyzetétől függően. A virágmérésekhez hasonló oszloptúlterhelés (overload) csak a nagyjából 50 perc után megjelenő néhány, valóban hatalmas mennyiségben jelentkező alkotót sújtja. Egyedi (manuális) üzemmódban végzett azonosítással meghatároztam azon főkomponenseket, amelyek az összes párhuzamos hársméz futtatásban megtalálhatóak voltak és a jellemző aromakép kialakításában fontos szerepet töltenek be. A vegyületek közül azokat tekintettem kulcs-komponensnek, amelyek az irodalom szerint nagy szenzorikus aktivitással rendelkeznek és biztonságosan azonosíthatóak voltak. A virágmérekromatogramok és fajtaméz felvételek alkotóinak összehasonlításával megállapítottam, hogy mely anyagok találhatóak meg mindkét (mind a virág, mind a méz) mintában, mert a munkahipotézis koncepciója szerint közöttük kell megtalálnom a hársmézre jellemző azonosító (marker) vegyületeket.

5.3.4. A hársmész illatösszetétele

A hársmész mintában azonosított komponenseket, azok PTRI értékeit, relatív intenzitásukat és a tömegspektrum könyvtárral való egyezésük %-os értékét tartalmazza kémiai osztályok szerint felsorolva a 28. táblázat.

28. táblázat : A 89 pollen %-os hársmész azonosított illatanyagai

Sorsz.	t_R	PTRI	Komponesek	Q%	Rel.int.
			terpének, szeszkviterpének és származékaik		
1	6.172	1135	verbenén	90	0.05
8	7.487	1178	alfa-terpinén	96	0.65
11	8.264	1202	béta-tujén	90	0.26
12	8.631	1213	*7,7-dimetil-2-metoxi norborn-2-én	78	6.69
13	9.329	1235	gamma-terpinén	96	1.08
14	9.469	1239	1,3,5-trisz(metilén)-cikloheptán	91	0.31
17	10.503	1273	alfa-terpinolén	94	0.37
18	11.001	1281	1-izopropeniltriciklo[3.1.0.0(2,6)]hexán	91	5.08
20	13.284	1348	2-(2,2-dimetilpropilidén)ciklopentán-1,3-dion	83	0.48
19	12.857	1354	*cisz-rózsaoxid	91	0.56
26	16.475	1443	<i>gamma-terpinén</i>	87	0.71
28	18.82	1518	*kaporéter (Honey-F)	95	6.02
35	21.969	1607	*kaporéter	93	10.79
36	22.101	1624	l-4-terpineol	97	5.13
38	22.76	1630	izociklocitral 3	87	8.48
41	24.172	1673	*hárséter	97	55.19
42	24.623	1686	p-menta-transz-2,8-dién-1-ol (Honey-P)	93	1.94
43	24.93	1695	(+)-karvotánaceton	93	1.23
44	25.248	1705	1,8-mentadién-4-ol	93	1.86
45	25.341	1685	transz-karveol	80	2.01
46	25.723	1726	*endo-borneol (kamfol)	91	6.77
54	29.014	1817	*krizantenon	89	29.10
57	30.219	1860	transz-béta-damaszcenon	96	1.46
58	30.54	1864	karveol 1 = traszn-(+)-karveol	95	1.65
66	34.088	1965	<i>béta-terpinén</i>	90	8.12
67	34.267	1972	4-fluorocumén	90	1.73
69	35.011	1995	terezsantalol	72	6.12
71	36.208	2031	4-(1-metiletetil)-1-ciklohexén-1-metanol, (perillaalkohol)	94	0.80
74	38.817	2109	izojázmon	95	1.11
77	39.433	2127	2,6-di(t-butil)-4-hidroxi-4-metil-2,5-ciklohexadién-1-on	99	0.82
109	54.782	2583	transz-2,9-transzoid-9,10-szisz-1,10-triciklo[8.6.0.0(2,9)]hexadeca-3,15-dién,	89	2.50
116	57.77	2641	transz-anti-transz-triciklo[7.3.0.0(2,6)]-7-dodecén, (Honey-BC)	90	2.51
			aromás (és benzolgyűrűt tartalmazó) vegyületek		
2	4.643	1098	metilbenzol	91	83.72
4	6.241	1145	etilbenzol	91	9.50
5	6.421	1150	1,3-dimetilbenzol	97	9.39
6	6.57	1155	1,4-dimetilbenzol	95	19.14
9	7.634	1186	1,2-dimetilbenzol	95	2.74
15	9.679	1246	sztírol	91	0.32
16	10.115	1259	1-metil-3-(1-metiletetil)-benzol	97	0.67
24	15.55	1419	1,2,3,4-tetrametil-benzol	83	0.67
25	15.98	1432	1-metil-4-(1-metiletetil)-benzol, (para-cimenil)	96	26.88
29	19.152	1525	benzaldehyd	96	22.39

47	25.911	1724	3,4-metiléndioxifeniletin	83	1.94
50	27.154	1761	(1,1-dimetilpropil)-benzol, (terc-pentilbenzol)	86	5.32
52	28.37	1797	1-(metilfenil)-etanon	94	0.96
53	28.666	1805	4-(1-metiletil)-benzaldehyd, (kuminal)	87	3.23
55	29.557	1832	1,2,3,5-tetrametilbenzol (izodurén)	78	1.33
59	31.139	1878	4-(1-metiletil)-benzolmetanol	87	17.55
62	32.67	1923	3-hidroxi-benzoésav metilészter	80	5.60
63	33.112	1936	benzoletanol	91	4.57
65	33.765	1956	3,4-metiléndioxifeniletin	72	2.42
70	35.996	2021	1-metoxi-4-(1-metiletenil)benzol	81	0.63
76	39.317	2119	4-(1-metiletil)-benzolmetanol, (p-cimén-alfa-ol)	96	3.04
81	41.369	2180	2-metoxi-4-(1-propenil)-fenol, (izoeugenol)	97	2.37
82	41.496	2183	5-metil-2-(1-metiletil)-fenol, (timol)	93	5.40
84	41.994	2198	5-metil-2-(1-metiletil)-fenol, (timol)	93	1.21
85	42.503	2213	5-metil-2-(1-metiletil)-fenol, (timol)	91	3.31
86	42.838	2223	2-metil-5-(1-metiletil)-fenol, (karvakrol)	94	9.24
93	45.831	2311	2,4-bisz(1,1-dimetiletil)-fenol	93	6.98
99	48.807	2399	1,2,3,5-tetrametilbenzol (izodurén)	87	0.41
108	54.281	2560	benzilbenzoát	97	10.87
112	55.996	2611	4-nonil-fenol	91	1.30
113	56.422	2623	fenantrén	89	1.48
120	60.447	2742	feniletilszalicilát	94	0.59
			ciklusos ketonok		
32	20.534	1566	1,3-dimetilbiciklo[3.3.0]okt-3-én-2-on	86	11.35
33	21.148	1584	1-(3'-ciklohexenil)-2-propanon	90	2.07
34	21.723	1601	3,5,5-trimetil-2-ciklohexén-1-on	70	0.53
39	23.05	1640	(1R)-1,6,6-trimetil-cisz-biciklo[3.3.0]oktán-3-on	86	3.78
75	39.048	2111	(1R)-1,6,6-trimetil-cisz-bicyclo[3.3.0]octan-3-on	86	4.89
			laktonok		
87	43.271	2236	(+)-15-hexadekanolid	99	10.40
110	55.04	2582	hexadec-7-én-16-olid, (muszkambrett)	96	4.87
			N-tartalmú (és heterociklusos) vegyületek		
7	7.393	1179	pridin	94	1.60
49	26.8	1750	3,6-dimetil-piro[1,2-e]imidazol	83	1.63
			S-tartalmú vegyületek		
21	14.188	1379	pentiltiofén	83	0.62
22	14.443	1386	pentiltiofén	72	1.61
68	34.457	1976	benzotiazol, (Vangard BT)	91	1.61
			nyíltláncú alkoholok, aldehidek, ketonok és acetálok		
31	20.399	1562	1-oktanol	91	0.76
79	40.429	2152	6,10,14-trimetil-2-pentadekanon	96	22.00
117	58.636	2688	1-eikozanol	93	6.77
			nyíltláncú karbonsavak észterei		
30	19.755	1543	etilnonanoát (etilpelargonát)	94	0.62
40	23.651	1658	etildekanoát (etilkaprát)	97	2.27
73	37.965	2079	etiltetradekanoát, (etilmirisztát)	95	8.52
80	41.174	2174	etilpentadekanoát	97	1.56
89	44.488	2272	etilhexadekanoát, (etilpalmitát)	97	100.00
90	44.845	2282	etil 9-hexadecenoát	83	2.07
91	45.072	2289	etil 9-hexadecenoát	93	9.18
92	45.439	2300	etil 9-hexadecenoát	90	2.77
101	51.237	2470	(Z)-9-oktadecénsavetilészter (etiloleát)	99	589.15
103	52.175	2498	etillinoleát	99	78.25
105	52.776	2516	1-heneikozilformát	91	5.58
107	54.161	2556	(Z,Z,Z)-9,12,15-oktadekatriénsavetilészter, (etillinolenát)	99	416.99
111	55.655	2600	etileikozanoát	83	2.30

118	58.992	2699	9,12,15-oktadekatriénsavmetilészter	83	2.76
121	61.299	2767	etildokozanoát	93	7.90
			zsírsavak		
115	57.196	2646	mirisztinsav, (tetradekánsav)	90	7.70
119	60.063	2730	pentadekánsav	86	0.72
123	61.849	2783	palmitinsav, (hexadekánsav)	99	50.72
			nyítláncú és gyűrűs, telített és telítetlen szénhidrogének		
3	5.567	1125	n-undekán	78	0.45
10	7.957	1195	n-dodekán	95	0.67
23	14.833	1398	n-tetradekán	94	27.00
27	18.561	1508	n-pentadekán	96	1.20
37	22.587	1626	n-hexadekán	95	32.85
48	26.174	1732	n-heptadekán	98	3.00
56	30.002	1845	n-oktadekán	93	40.98
60	31.489	1889	1-oktadecén	90	0.78
64	33.339	1943	n-nonadekán	90	8.86
72	36.891	2048	eikozán	95	63.77
78	40.048	2141	heneikozán	91	32.31
83	41.667	2188	ciklododekán	93	1.08
88	43.438	2241	dokozán	98	5.27
94	46.775	2339	trikozán	97	182.05
95	46.921	2343	(Z)-9-trikozán, (muszkalur)	98	14.45
96	47.094	2348	(E)-9-trikozén	95	3.21
97	47.739	2367	ciklotetradekán	98	3.42
98	47.968	2374	(E)-3-nonén-1-in	91	2.59
100	49.155	2409	n-tetrakozán	96	6.50
102	51.895	2490	pentakozán	91	43.83
104	52.412	2505	17-pentatriakontén	91	3.94
106	53.4	2534	dekahidronaftalin (dekalin)	87	4.22
114	56.773	2633	hexakozán	91	10.95
122	61.642	2777	heptakozán	90	0.93
			ismeretlen szerkezetű anyagok		
51	27.642	1775	Honey-X	93	2.90

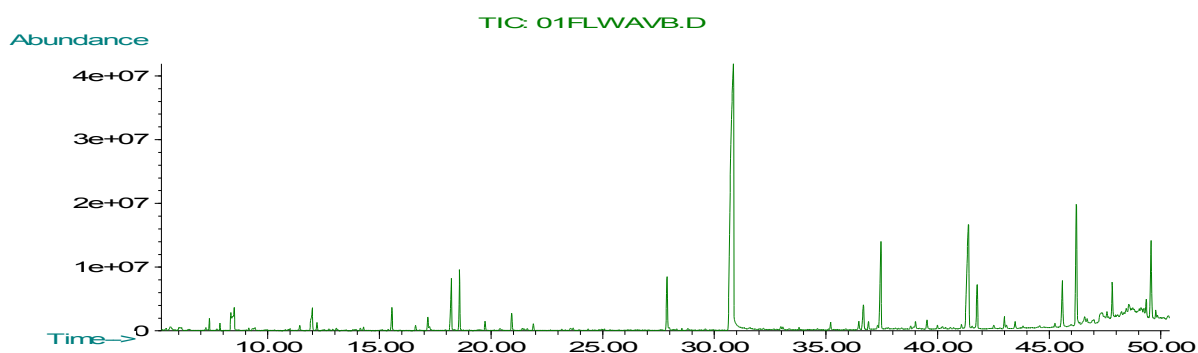
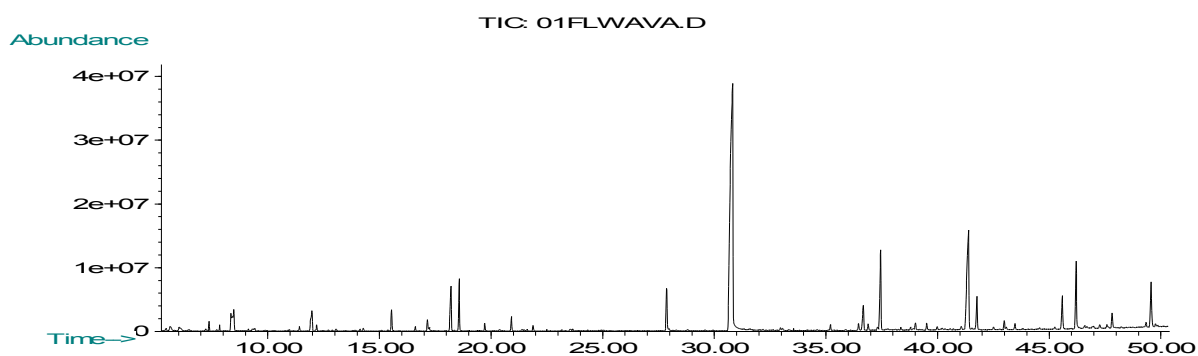
A vegyületnevek írásmódja információt hordoz, a jelentéstartalom megegyezik a virágfelvételeknél tárgyaltakkal. A kémiai osztályok sorrendje nem önkényes, csökkenő illataktivítási elrendezést követ, csakúgy mint a virág-illatanyagok esetében.

A táblázat első két osztálya nagyon jelentős az eredetazonosítás és a fajtajelleges illatkarakter kialakítása szempontjából is. Ebben a tartományban 18, a virággal közös alkotó fordul elő. A gyakorlatban a többi közös alkotó *marker* vegyületként érdekes lehet, ám illatanyagként szerepük csekély.

5.4. Sóvirág eredmények

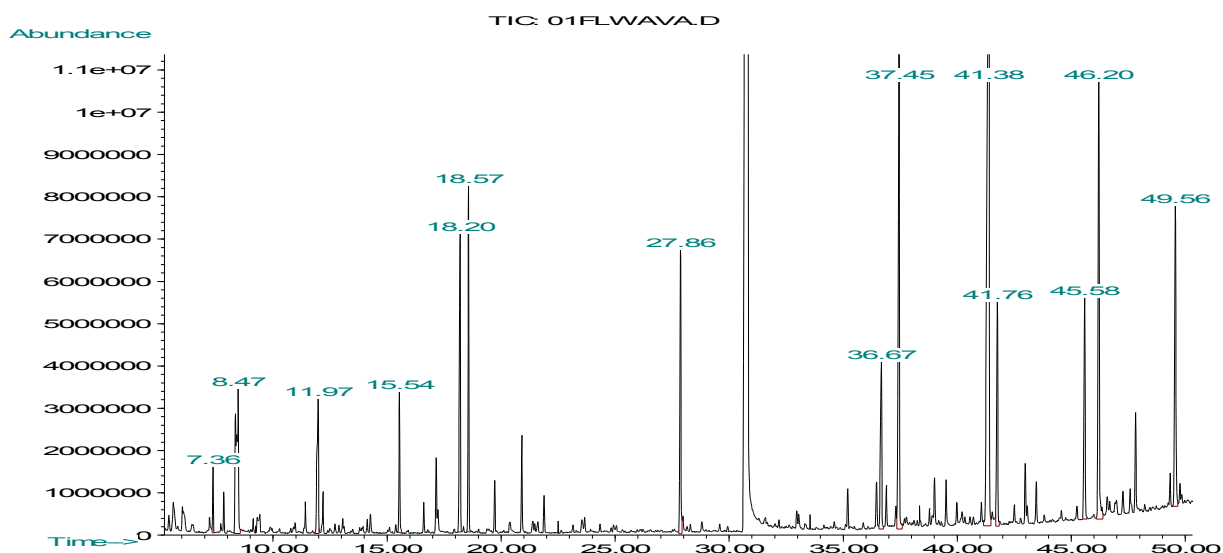
5.4.1. Sóvirág felvételek

A sóvirágméz vizsgálatánál is, mint az egész munka során, abból a kézenfekvő feltételezésből indultam ki, hogy a sóvirág nektárjából készült méz a virágra jellemző, annak illatában dominánsan jelentkező komponenseket bizonyára tartalmazza. A sóvirág nem különlegesen illatos, de jellegzetes illattal azért rendelkezik, amelybe enyhe hagymaszag is vegyül. Ez különösen nagyobb tömegű virág esetén, a virágok zárt tárolása (polietilén tasakban) érezhető erőteljesen. Mivel nem illatáért kedvelt növény, aromaösszetételéről irodalmi adatok nem jelentek meg.



12. ábra: A sóvirág (*Limonium gmelini*, WILLD.) áttekintő illatkromatogramja (2001)

A 12. ábrán a 2001. év sóvirág mintájáról a fentiekben ismertetett mérési körülmények között készült kromatogramokat mutatom be, a gázkromatográfiás futtatás megismételhetőségének illusztrálására két párhuzamos mérésben. A felvételeken 31 perc körül megjelenő alkotó az általunk az előkészítést megelőzően a mintához adott 1-undekanol belsőstandard. Alkalmazására részben a programozott hőmérsékleti retenciós indexek (PTRI) meghatározásához, részben a teljes mérési folyamat hatásfokának kézben tartásához, annak pontos ismeretéhez van szükség. A valós koncentrációviszonyok jobban tanulmányozhatók a 13. ábrán, melyen az egyik 2001-ik évi futtatást mutatom be grafikusán megfelelően kinagyítva.



13. ábra: A sóvirág (*Limonium gmelini*, WILLD) részletes illatkromatogramja (2001)

A kromatogramot nagyjából két részre oszthatjuk. Az irodalom és saját tapasztalataink szerint az adott felvételi viszonyok mellett az undekanol-1 belsőstandard (ISTD, kb. 31 perc) előtt jelentkező csúcsok között várhatóak a növényi illatanyagokhoz tartozó terpén és terpénszarmazék alkotók. A belsőstandard után pedig sok egyéb, például a tetraterpén színanyagok bomlásából,

enzimatis tevékenységből származó, esetleg a vízgőzdesztilláció általi hőterhelés következtében jelentkező átalakulási termékek jelentkeznek. Ebben a régióban várható azonban néhány olyan diterpén vegyület is, amelyek illatalkotóknak tekinthetők ugyan, ám viszonylag nagy molekulatömegük miatt (20 szénatomos molekulaváz) nem feltétlenül illékonyak. A kiintegrált csúcsok reprezentálják mennyiségileg az alkotók zömét, közöttük illatérték szempontjából jelentős komponensek is találhatóak. Az alkotók a következők: alfa-pinén, hexanal, (E)-2-hexenal, 1-hexanol, n-tridekán, 1-oktén-3-ol, dekanol, n-hexadekán, 2-pentadekanon, n-trikozán, drim-8-én-11-al, n-heneikozán, driminol, n-tetrakozán. Az elválasztás ez alkalommal is 60 m x 0.25 mm ID x 0.25 µm filmvastagságú Supelcowax 10 oszlopon történt 30 cm/s lineáris áramlási sebesség mellett. A szeparáció a koncentrációk kiegyensúlyozott megoszlása következtében a kromatogram minden tartományában az alkotók mennyiségétől függetlenül kiváló.

A sóvirág illatméréseket 2002-ben megismételtem a módszer alkalmasságának ellenőrzésére. Ha ugyanis a mérések az eltérő időjárási viszonyokkal magyarázhatónál nagyobb mértékben különböznek, a jellemző illat-struktúra leírására kidolgozott módszer használhatósága megkérdőjelezhető. A kromatogramok azt bizonyítják, hogy az egymást követő évekből származó minták a vártnál jobban egyeznek. A sóvirágméz mérések megismétlésére nem volt lehetőség, mert e minta létrejött az időjárás 2001. évi különleges alakulásának volt köszönhető.

5.4.2. A sóvirág illatalkotói

A sóvirág felvételek első pillanatra meglepő csúcshegységükkel (55 azonosított alkotó) tűnnek ki. Ez a hársvirág 127 felismert komponenséhez képest igen kevés. A 29. táblázat azonban azt mutatja, hogy a minta egyáltalán nem nevezhető jellegtelennek.

29. táblázat : A *Limonium gmelini*, WILLD virágának illatkomponensei

Sorsz.	t_R (min)	PTRI	Komponensek	Q (%)	Rel.Int
S-tartalmú vegyületek					
7	9.416	1130	3-metil-tiofén	90	2.58
11	13.057	1260	2,4-dimetil-tiofén	93	1.07
12	14.136	1299	metil-transz-propenil-diszulfid	91	1.04
N-tartalmú heterociklusos és nyítláncú vegyületek					
13	14.277	1304	3,4-dihidropirrol[1,2-a]pirazin-1(2H)-on	83	1.51
30	36.464	2098	N-metil-3-ciano-2-azo-1-etoxiadamantán	72	4.11
O-tartalmú heterociklusos vegyületek					
2	6.027	1009	2-etil-furán	91	2.85
10	12.191	1229	2-pentil-furán	86	3.05
aromás (benzolgyűrűs) vegyületek					
21	20.914	1542	1-[6-hidroxi-2-metil-3-(1-metiletil)fenil]-etanon	83	7.02
22	21.392	1559	benzaldehyd	87	1.28
32	36.898	2113	1,1'-(6-hidroxi-2,7-benzofurandiil)bis- etanon	87	3.66
39	41.067	2262	3,4'-difluoro-4-metoxibifenil	91	2.63
41	41.543	2280	2,4-bis(1,1-dimetiletil)-fenol	93	1.72
terpének, szeszkviterpének, és származékaik					
3	7.368	1070	alfa-pinén	97	5.02
6	9.134	1118	exo-4-metilbicyklo[3.2.1]oktan-3-én	72	0.91
8	11.42	1195	dl-limonén	97	2.36
25	23.549	1624	1-4-terpineol	94	1.49
28	33.054	1974	béta.-jonon	90	1.46
29	35.205	2062	nerolidol	90	3.05
42	41.765	2287	drim-8-én-11-al	89	22.08
43	42.512	2314	trans-farnesol	94	2.31
45	43.078	2335	(E,E)-farnezilacetone	72	1.60
47	45.253	2413	(+/-)-(1RS,4aRS,8aRS)-dekahidro-5,5,8a-trimetil-2-metilén-1-naftilmetanol	90	1.91
49	46.209	2446	driminol	98	51.86
aldhidek, ketonok					
1	5.632	995	3-metil-butanal	94	3.90
5	8.475	1097	hexanal	83	26.26
9	11.974	1222	(E)-2-hexenal	94	15.20
16	17.156	1407	nonanal	97	5.47
20	20.391	1523	dekanal	93	1.79
23	21.611	1566	transz-2-nonenal	96	1.13
33	37.45	2133	6,10,14-trimetil-2-pentadekanon	94	47.66
alifás és telítetlen alkoholok					
14	15.544	1349	1-hexanol	90	9.71
15	16.611	1388	(Z)-3-hexén-1-ol	91	2.13
18	18.575	1458	1-oktén-3-ol	90	22.69
19	19.721	1499	(5Z)-okta-1,5-dién-3-ol	72	3.60
24	21.885	1576	1-oktanol	86	2.59
26	23.665	1640	2-okten-1-ol	74	1.11
44	42.99	2331	1-pentadekanol	91	4.94
53	47.823	2504	[R-[R*,R*-(E)]]-3,7,11,15-tetrametil-2-hexadecén-1-ol	91	18.00

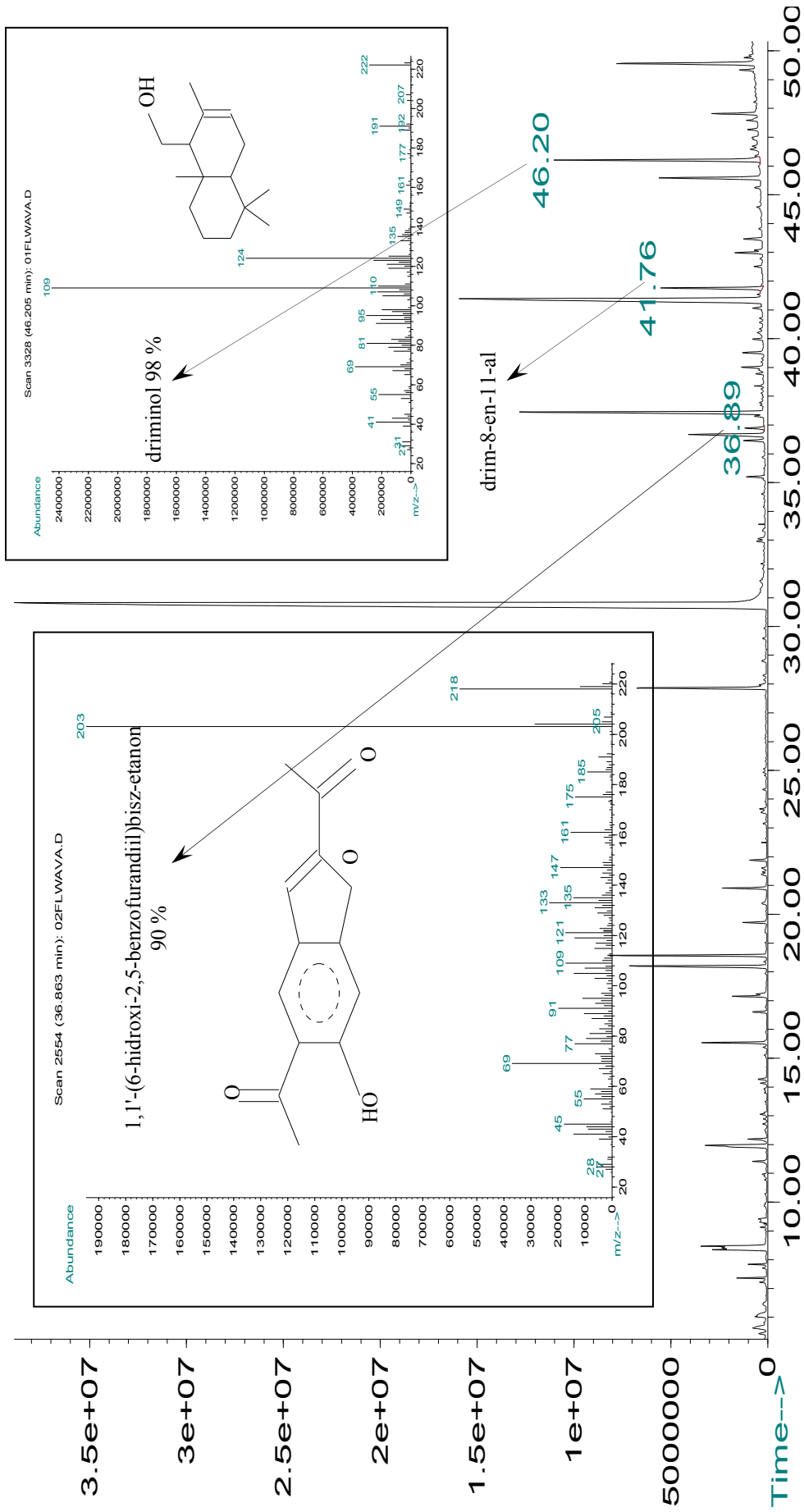
normál, ciklo- és telítetlen szénhidrogének					
4	7.843	1074	5,6-undekadién	72	2.83
17	18.203	1445	2,6,10-trimetil-dodekán	78	25.40
27	27.868	1790	ciklooktán	91	23.14
31	36.674	2105	heneikozán	95	15.68
34	38.787	2181	(E)-7-tetradecén	89	1.37
35	39.011	2189	10-metil-eikozán	95	4.37
38	40.215	2232	dokozán	91	2.02
40	41.385	2274	szénhidrogén	95	100.00
46	43.47	2348	trikozán	94	3.35
48	45.588	2424	8-hexil-pentadekán	93	22.82
51	47.269	2484	ciklohexadekán	93	14.54
52	47.59	2496	pentakozán	91	7.53
55	49.565	2566	3-etil-8,9,10-trimetil-eikozán	93	39.01
észterek					
36	39.516	2207	metilpalmitát (hexadekánsavmetilészter)	93	4.48
37	39.987	2224	1-metiletilhexadekanoát	90	1.99
50	46.993	2474	(Z,Z,Z)-9,12,15-oktadekatriénsav metilészter	93	5.02
54	49.341	2558	dekándisavdibutilészter	91	9.32

A táblázat „S-tartalmú vegyületek”, „N-tartalmú heterociklusos és nyítláncú vegyületek”, „O-tartalmú heterociklusos vegyületek” valamint „aromás (benzolgyűrűs) vegyületek” osztályai nagyon illataktív és nem feltétlenül kellemes érzékszervi tulajdonságú alkotókat tartalmaznak, ami a sóvirág fanyar-kesernyész illatában érzékelhető is. A kéntartalmú vegyületek jelenléte a felelős a virág enyhe hagymaszagáért. Minthogy azonban a terpén-terpénszármazék és aldehid-ke-ton csoportokban számos jó illatú anyag kellően nagy súllyal van jelen, a végeredmény egyáltalán nem kellemetlen, hanem egy nagyon karakteres, mással össze nem téveszthető, különlegesen egyedi jelleg.

A többi azonosított vegyület között sokféle és nagyon különböző aromaértékű alkotó fordul elő. Meglepő módon éppen a legnagyobb mennyiségű komponensek tartoznak a legillatsemlegesebb kategóriába, mert ezek gyakorlailag mind paraffin szénhidrogének. Jelentős a virág enyhén csípős illatáért felelős aldehidek, telítetlen alkoholok száma és mennyisége. Ezek a retenciós idő sorrendjében az alábbiak: 3-metil-butanal, hexanal, (E)-2-hexenal, nonanal, valamint az 1-hexanol, (Z)-3-hexén-1-ol, 1-oktén-3-ol, (5Z)-okta-1,5-dién-3-ol, 1-oktanol és a 2-oktén-1-ol. A sóvirág egyáltalán nem szokványos és első pillanatra talán kellemetlen illata ezen utóbb felsorolt alkotók rovására írható. Az azonosított komponensek közül azonban valódi kuriózumnak az 14. ábrán bemutatott szeszkviterpén alkohol és ~aldehid, valamint a benzofuranidiil származékok tekinthetők, mert ezeket más növényi mintában eddigi munkám során még nem mutattam ki. Az elúció sorrendjében ezek az anyagok a benzofuranidiil, a drim-8-én-11-al és a driminol. A felsorolt fő aromakomponensek maguk is nagyon speciális illatszerkezetet hoznak létre, a helyzet azonban csak összetettebbé válik, ha a teljes illatképet rögzítjük és azt vizsgáljuk.

TIC: 01FLWAVA.D

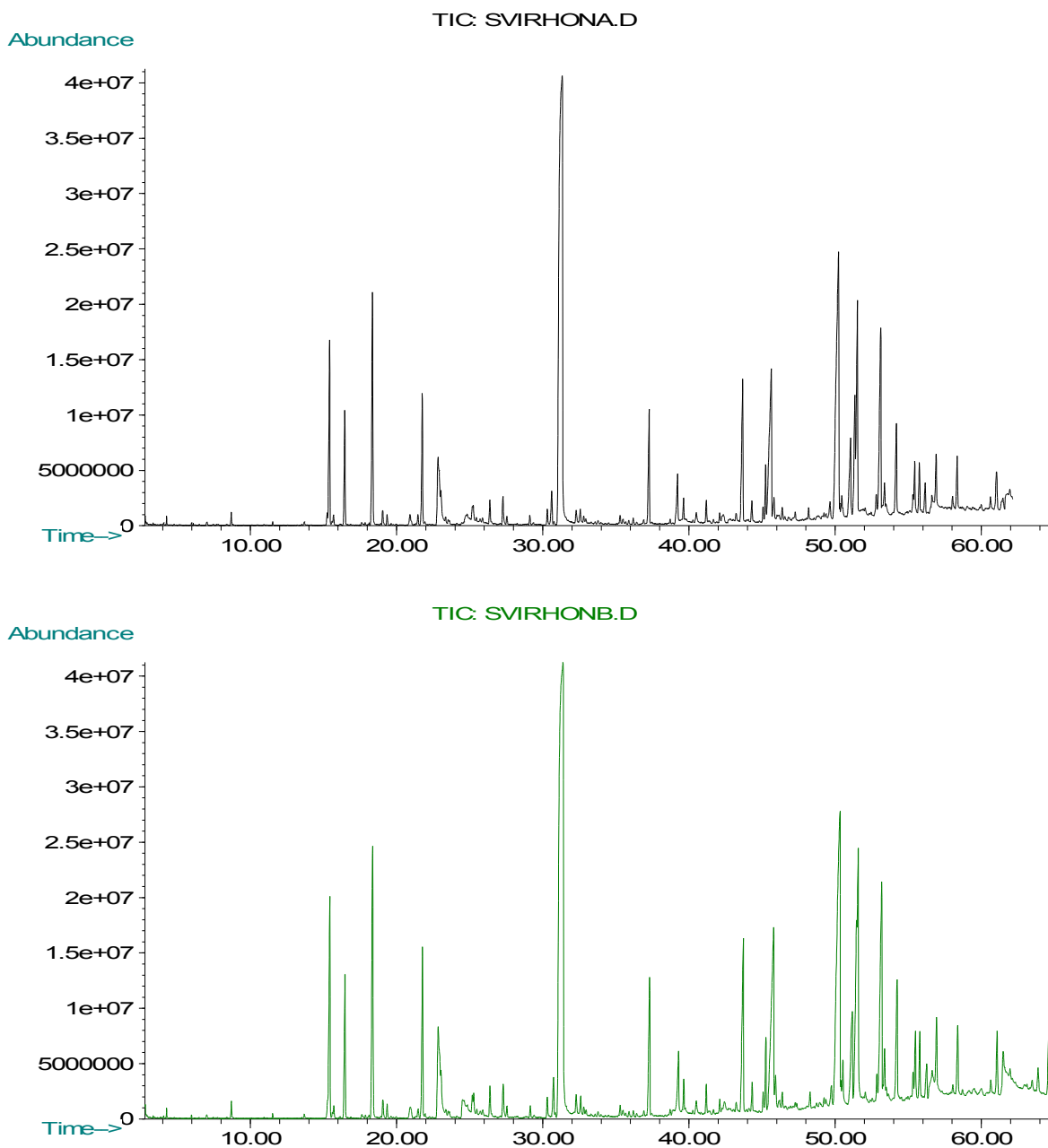
Abundance



14. ábra: A sóvírág ritkaságzámba menő szeszkviterpén-alkohol és ~aldehid, valamint benzofuranidil alkotói

5.4.3. Sóvirágméz felvételek

A sóvirágméz kivonatról készült kromatogramot a 15. ábrán mutatom be. Egy korábbi koncepció értelmében a méz méréseknél benzilalkohol belsőstandardot alkalmaztam, de a részletes vizsgálatok egyértelműen bebizonyították, hogy a lehetséges anyagok (undekanol-1, fenil-etilalkohol, benzilalkohol) közül, a benzilalkohol oxidációs és azt követő észterképződési reakciója, valamint más megfontolások miatt az undekanol a legjobb választás. A kromatogram régióira vonatkozóan a sóvirág felvétel kapcsán ismertetett megfontolások érvényesek, azzal a kiegészítéssel, hogy a felvétel második részében, 40 perc után, a mézzel hosszú ideig intenzíven érintkező méhviasz-összetevőkkel, illetve ezek származékaival is számolni kell.



15. ábra: A sóvirágméz aromakivonatának kromatogramjai

A nagyjából 31 percnél jelentkező csúcs ez esetben is az undekanol-1 belsőstandard. A felvételek erre az általunk nagy mennyiségben a mintába vitt anyagra a kismértékű túlterhelés jeleit mutatják. A többi alkotóra vonatkozóan ilyen jelek nem tapasztalhatók, az elválasztás ezen anyagok esetében optimális. A belsőstandard nagyjából úgy osztja két részre a kromatogramot, hogy a

florális eredetre utaló növényi terpén, szeszkviterpén komponensek és származékaik inkább előtte várhatók, utána pedig a kevésbé illékony méz-viasz kölcsönhatásból származó nagyobb molekulatömegű vegyületek. A mérések között eltelt egy év ellenére a retenciós idők szempontjából a felvételek jól összevethetők, ám ez nem jelenti szükségszerűen a nagyjából azonos időpontokban eluálódó alkotók azonosságát. A részletes, egyedi tömegspektrometriás elemzés eredményei szerint a méz és a virág jelentősen eltérő illattulajdonságai jól felismerhetően különböző vegyületek megjelenése révén jutnak kifejeződésre.

5.4.4. A sóvirágméz illatösszetétele

A sóvirágmézben azonosított anyagokat a csökkenő illataktivitásnak megfelelő kémiai csoportosítás sorrendjében a 30. táblázat sorolja fel.

30. táblázat : A sóvirágméz azonosított illatkomponensei

Sorsz.	t_R (min.)	PTRI	Komponensek	Q %	Rel.Int.
			terpének, szeszkviterpének és származékaik		
1	4.066	1070	alfa-pinén	96	0.28
6	15.416	1444	cisz-linaloloxid	91	27.81
8	16.459	1476	transz-linaloloxid	90	15.54
12	19.359	1556	linalool	97	1.24
13	20.925	1582	3,5,5-trimetilciklohex-2-én-1-on	91	2.53
14	21.466	1606	l-4-terpineol	97	1.69
16	21.759	1621	.alfa.,4-dimetil-3-ciklohexén-1-acetaldehid	80	0.61
15	21.941	1631	hotrienol	86	17.88
19	23.54	1662	2-hidroxi-3,5,5-trimetil-2-ciklohexenon	94	1.41
22	25.886	1728	(Z)-(.+.-)-3,4,7,8,9,10-hexahidro-10-metil-2H-oxecin-2-on	90	1.29
23	26.385	1760	epoxilinalol	90	3.86
24	27.28	1781	epoxilinalol	91	4.27
44	42.108	2205	*veridiflorol	91	1.65
56	46.812	2345	*(-)-atizirén	91	0.89
60	49.242	2415	oktahidro-alfa-kamforén	70	1.51
65	51.516	2484	nerolidol	95	52.97
71	55.764	2607	cisz-biciklo[4.3.0]-3-nonén	93	9.24
74	56.909	2641	transz-anti-transz-triciklo[7.3.0.0(2,6)]-7-dodecén	81	14.49
79	61.041	2763	*rimuén	90	8.47
			aromás (benzolgyűrűs) vegyületek		
25	27.551	1785	metilszalicilát	95	1.19
26	30.315	1866	3-fenil- furán	95	2.27
28	32.29	1923	feniletilalkohol	93	3.74
30	32.805	1938	benzolacetonitril	81	1.35
32	33.785	1967	2-metoxi-4-metilfenol	74	0.64
33	35.292	2011	2-metil-1,1-difenil-1-propén	74	1.45
36	36.432	2044	transz-fahéjaldehid (3-fenil-2-propenal)	90	0.37
17	22.847	1648	benzolacetaldehid (Hyacinthin)	91	27.90
42	40.51	2163	eugenol (2-metoxi-4-(2-propenil)-fenol)	98	2.59
43	41.189	2183	timol (5-metil-2-(1-metiletil)-fenol)	91	3.41
46	43.235	2243	3-hidroxi-4-fenil-2-butanon	64	2.05
49	45.077	2297	2,4-bis(1,1-dimetiletil)-fenol	97	1.97
54	46.387	2335	3,4,5-trimetil-fenol	93	2.41
57	47.274	2361	3,5-dimetoxi-benzoészter metilészter	97	1.57
68	53.376	2539	benzilbenzoát	96	9.05
			nyíltláncú aldehidek és ketonok		
3	7.023	1185	2-heptanon	94	0.51
5	13.692	1380	nonanal	95	0.48
7	15.695	1439	5-tetradecén	94	1.85

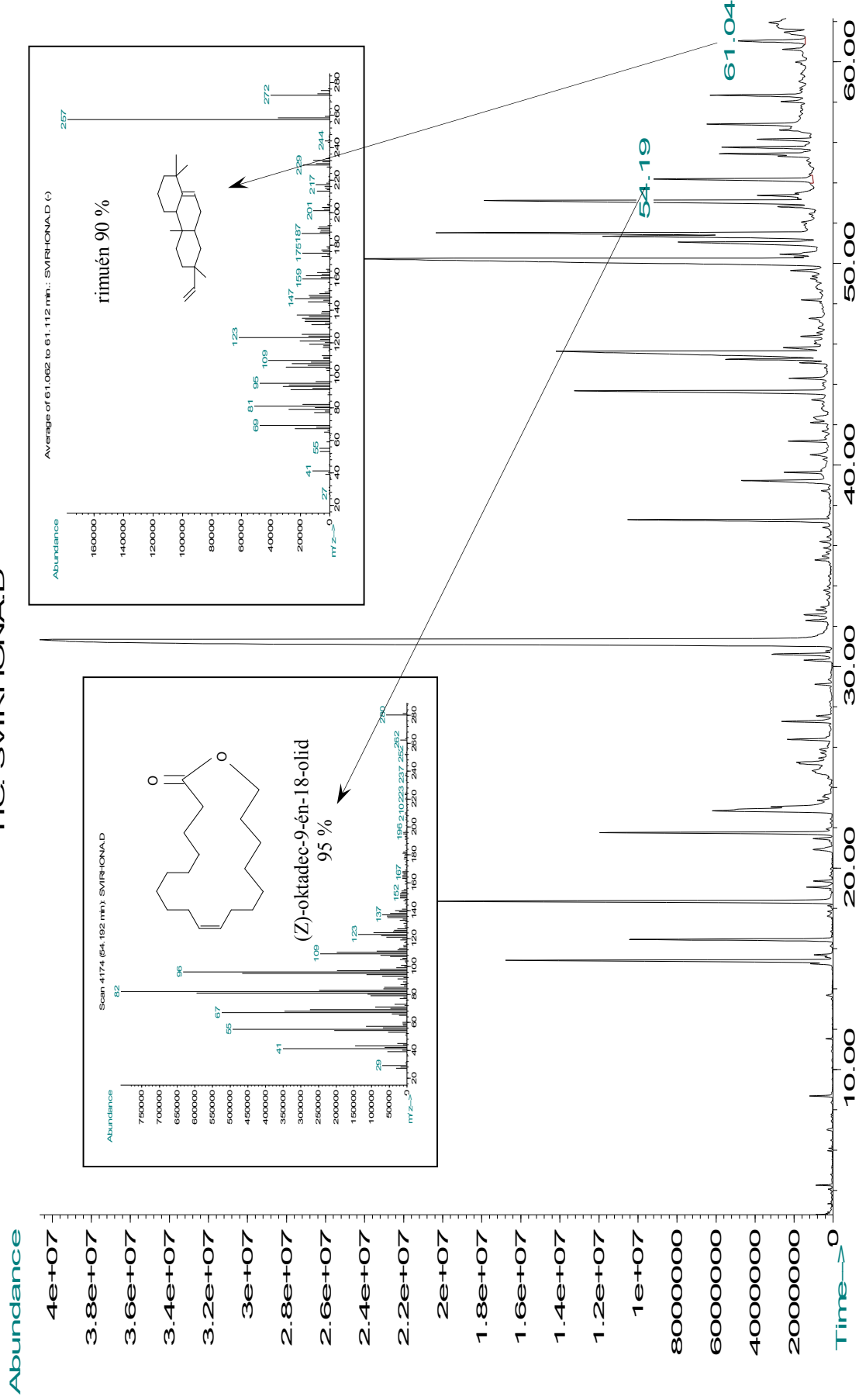
9	17.624	1495	dekanal	87	0.58
35	36.194	2037	2-tridekanon	83	0.73
41	39.635	2138	6,10,14-trimetil- 2-pentadekanon	91	6.70
			O-tartalmú heterociklusos vegyületek		
69	54.185	2563	*(Z)-Oktadec-9-én-18-olid	95	19.05
70	55.441	2599	dokozanolid	90	9.96
77	59.412	2715	ciklotetrakozán	90	3.06
			észterek		
11	19.056	1537	etilnonanoát	95	2.20
27	30.614	1874	etil-dodekanoát	97	5.72
37	36.902	2058	izopropilmirisztát	93	0.72
38	37.276	2069	etiltetradekanoát	94	17.42
39	38.719	2111	3-hidroxitridekán-sav etilészter	80	0.89
47	43.67	2256	etilhexadekanoát	97	27.10
48	44.306	2274	etil-9-hexadecenoát	96	3.48
50	45.248	2302	dekándisavdiethylészter	86	7.34
55	46.566	2340	etilheptadekanoát	86	0.72
61	49.65	2430	etiloktadekanoát	99	3.59
62	50.225	2447	(Z)-9-oktadecénsav etilészter	99	100.00
64	51.35	2480	etil linoleát	99	20.18
67	53.111	2531	(Z,Z,Z)-9,12,15-oktadekatriénsav, etilészter	99	43.31
78	60.629	2751	etildokozanoát	80	3.61
			nyíltláncú telített és telítetlen szénhidrogének		
2	4.272	1105	1-decén	94	0.57
4	8.696	1234	1-dodecén	97	1.42
10	17.855	1502	n-pentadekán	96	0.33
18	23.358	1662	1-hexadecén	98	1.36
21	25.462	1724	heptadekán	95	1.35
29	32.567	1931	nonadekán	98	3.01
31	32.952	1943	1-heptadecén	91	1.22
34	35.886	2028	eikozán	97	0.58
40	39.223	2126	heneikozán	94	10.23
45	42.355	2217	dokozán	98	3.12
51	45.62	2312	trikozán	98	49.64
52	45.819	2318	(E)-9-trikozén	99	5.00
53	46.034	2325	(Z)-9-trikozén	99	2.50
58	48.192	2388	tetrakozán	94	2.30
59	48.828	2406	tetrakozán	95	1.62
63	51.05	2471	10-metil-eikozán	93	18.58
66	52.818	2523	1-nonadecén	98	4.15
72	56.161	2620	szénhidrogén		5.67
73	56.627	2634	szénhidrogén		8.56
75	58.036	2675	(Z)-9-trikozén	93	3.37
76	59.041	2704	szénhidrogén		2.79
			szerves savak		
20	24.832	1705	pentánsav	90	5.08

A táblázatban **vastag** szedéssel kiemelt 9 vegyület a sóvirágban is előfordul. A három igazán a virágillatokra jellemző alkotó, az alfa-pinén, 1-4-terpineol és nerolidol valamint a nonanal és 6,10,14-trimetil-2-pentadekanon azonban a növényvilágban túlságosan elterjedt, és megjelenésük sok mézben és virágban tapasztalható, amint ezt a korábbi méréseim is igazolják. Ezek ezért nem nevezhetők marker vegyületeknek. A nonanaldehid megjelenése azonban részben magyarázza a méz sóvirágra emlékeztető illatát. Kicsiny relatív mennyisége a 40. perc után jelentkező méhviasz-származékok hatalmas abszolút tömegének következménye, alacsony illatküszöb értéke következtében azonban az illatképből bizonyosan érvényesül. A méhviasz és származékai

gyakorlatilag illatsemleges komponensek. A gázkromatografálhatóságot lehetővé tevő illékonyabb etilészterekké alakulásuk a mintaelőkészítés alkoholos vízgőzdesztillációs lépésének következménye. Az ilyen, az előkészítés hatására fellépő műtermékképző reakciókat a vizsgálatok során általában hátránynak tekintjük, ez esetben azonban bizonyítható, hogy az alkohol adagolására a szénhidrát-illatanyag komplexek megbontása érdekében szükség van. Ez a lépés a belsőstandard előtti, a növényi alkotókra jellemző kromatogramrész komponensekben történő nagymértékű gazdagodását okozza, fokozva ezzel a florális eredet felismerésének esélyét. Az pedig, hogy a kromatogram utolsó harmadában jól mérhető hosszú szénláncú szénhidogének jelennek meg, valószínűleg lehetőséget adna az izocukorral történő hamisítás felderítésére is. Ezek a vegyületek ugyanis akkor kerülhetnek a mézbe, amikor az hosszú ideig érintkezik a lépben a méhviasszal, vagyis mennyiségük kicsi vagy nulla, ha a mézet felhígították izoszörppel. Összefoglalóan, a sóvirágméz nagyon gazdag a jellegzetesen növényi illatokra jellemző terpén, terpénszármazék, szeszkviterpén és benzolgyűrűs komponensekben. Míg a sóvirágban 16 ilyen karakterisztikus alkotó volt mérhető, a sóvirágmézben 35 növényi illatkomponenst detektáltam és azonosítottam. Ezek a mérési eredmények látszólag ellentmondanak egymásnak. A valóság azonban az, hogy a sóvirágban mért anyagok mind a sóvirág alkotói, a sóvirágmézben mérték viszont származhatnak más növényekből is, ha hordáskor a méhek nem csak egy növényt látogattak. A sóvirágméz különleges, magára a virágra emlékeztető illatát a részben nonánaldehyd jelenléte magyarázza.

A sóvirágméz vizsgálat fellelt olyan szeszkviterpén komponenseket is (a táblázatban *-gal kiemelve), amelyek cseppet sem tekinthetők szokványosnak és amelyek szintén hozzájárulnak a méz különleges illatához. E komponenseket a 16. és 17. ábrákon mutatom be.

TIC: SVIRHONA.D

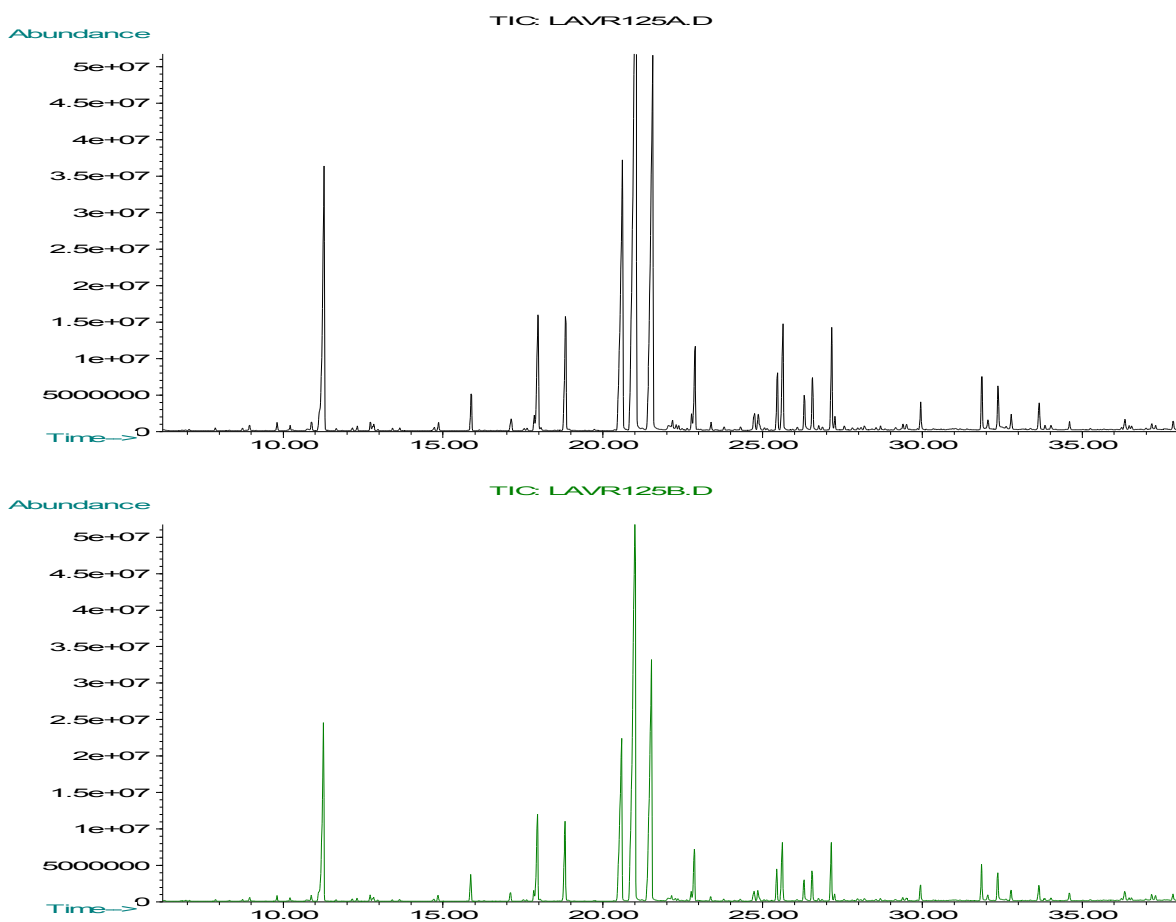


17. ábra : A sóvirágmész egyik ritka „olid” szerkezetű és diterpén illatkomponense

5.5. Levendula eredmények

5.5.1. Levendula felvételek

A levendulavirág esetében kromatogram-normálási módszerfejlesztő munka során igen sokféle virágmintát megvizsgáltunk. A levendulának számos termesztett faja van, valamint ezek keresztezései. Az irodalmi részben leírtak szerint ezek aroma-összetétele is különböző, ezért a vizsgálathoz a méhlegelőt adó virágot kellett megvizsgálni. Ez a tárgyévben (2004), a tihanyi félsziget belső medencéjének levendulával borított területeiről származó *Lavandula angustifolia* volt. A vizsgált méz minta ugyanis az előző évben azon a mézlegelőn gyűjtött tételből származott. A virág illatkromatogramjait a **18. ábra** mutatja be.



18. ábra: A levendula virág (*Lavandula angustifolia*, MILL.) illatkromatogramjai

Az áttekintő felvételen látható 4 legnagyobb csúcsterülettel jelentkező alkotó az 1,8-cineol, a kámfor, a linalool és a linalilacetát, a minta irodalomból (pl. VERZÁRNÉ, 1982) is ismert karakterének megfelelően. Az oszlop ezekre a komponensekre nézve talán kissé túlterhelt, de a 60 méteres kapilláris kiváló szeparációs erejének következtében az elválasztás kifogástalan a kisebb mennyiségű anyagok esetében is.

5.5.2. A levendula illatalkotói

A virág illatkromatogramjain detektált csúcsok közül mintegy 60-at sikerült az integrálást követően egyedi üzemmódban azonosítanom. Közöttük megtalálhatók az erre a növényre legjellemzőbb komponensek, nagyjából az alfajra leírt karakterisztikus arányoknak megfelelő intenzitással. A vegyületek listáját az illataktivitás csökkenő sorrendjének megfelelő csoportosításban a 31. táblázatban mutatom be.

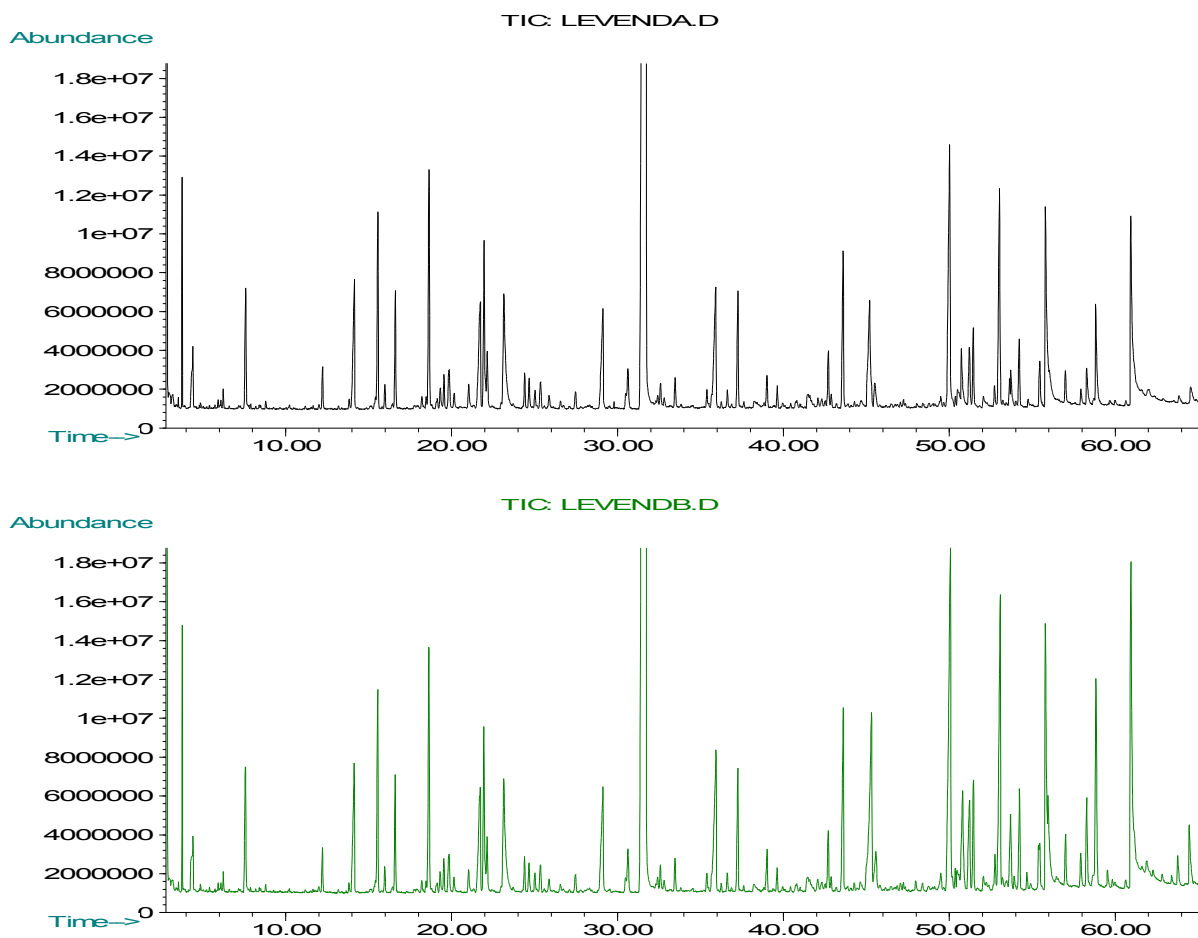
31. táblázat: A levendula azonosított illatanyagai

Sorsz.	t_R	PTRI	Komponens	Q %	Rel.Int.
			terpének, szeszkviterpének és származékaik		
1	7.054	1070	(-)-alfa-pinén	93	0.11
2	7.877	1096	kamfén	97	0.19
3	8.727	1117	béta-terpinén	91	0.25
4	8.954	1130	<i>szabinén</i>	60	0.47
5	9.815	1160	béta-mircén	90	0.59
8	10.892	1195	dl-limonén	96	0.74
9	11.278	1208	1,8-cineol	97	30.61
10	11.661	1221	(Z)-3,7-dimetil-1,3,6-oktatrién	91	0.20
11	12.165	1240	(E)-3,7-dimetil-1,3,6-oktatrién (béta-ocimén-X)	97	0.30
22	17.973	1444	cisz-linaloloxid	86	11.92
24	18.839	1476	transz-linaloloxid	90	5.71
25	20.615	1550	kámfor	97	37.11
26	21.037	1556	linalool	94	100.00
27	21.559	1584	linalilacetát	91	54.62
28	22.064	1603	pinokarvon	86	0.79
29	22.186	1607	szantalén	97	0.87
31	22.378	1614	(-)-bornilacetát	96	0.75
32	22.481	1618	(Z,E)-alfa-farnezen	94	0.14
33	22.785	1624	terpinén-4-ol	97	0.65
34	22.886	1633	lavandulilacetát	91	7.03
36	23.795	1662	mirtenal	86	0.31
37	24.316	1685	transz-pinokarveol	96	0.34
38	24.749	1701	(-)-lavandulol ?	83	1.86
40	25.058	1713	kripton	81	0.20
41	25.464	1725	l-alfa-terpineol	91	4.10
42	25.636	1726	endo-borneol	91	9.02
43	26.087	1750	verbenon	95	0.23
44	26.311	1759	nerilacetát	90	2.90
45	26.565	1760	epoxilinalol	91	3.98
46	26.762	1776	karvon	96	0.29
47	26.871	1780	nerol	90	0.23
48	27.165	1790	<i>geranilacetát</i>	68	8.00
49	27.266	1792	lavandulilacetát	86	0.88
50	27.563	1805	gamma-kadinén	98	0.28
51	28.082	1813	mirtenol	90	0.23
52	28.192	1818	Z-citral (neral)	83	0.41
53	29.16	1864	karveol I	97	0.26
54	29.397	1880	transz-geraniol	91	0.47
56	31.863	1962	terpéndiol I	83	4.33
57	32.37	1981	<i>hotrienol</i>	69	4.16
58	33.658	2028	(-)-kariofillénoxid	91	2.22
59	36.341	2127	terpéndiol II	90	1.21
60	37.851	2182	alfa-kadinol	87	0.73

aromás (benzolgyűrűs) vegyületek					
14	12.841	1267	1-metil-4-(1-metiletil)-benzol	94	0.66
O-tartalmú heterociklusos vegyületek					
39	24.869	1705	5-etenildihidro-5-metil-2(3H)-Furanone	96	1.70
nyíltláncú aldehidek és ketonok					
7	10.749	1191	3-metil- 2-butenal	91	0.36
12	12.322	1248	3-oktanon	94	0.34
15	13.648	1296	1-oktén-3-on	80	0.23
21	17.855	1450	1-oktén-3-ol	90	1.09
észterek					
13	12.735	1263	hexilacetát	86	0.67
16	14.726	1336	hexilpropanoát	78	0.36
17	14.861	1341	n-hexilizobutirát	86	0.69
18	15.886	1378	okt-1-én-3-il-acetát	80	2.88
19	17.137	1423	oktilbutirát	90	1.14
20	17.543	1438	2-metilvajsavhexilészter	91	0.22
23	18.066	1457	hexilizovalerát	87	0.34
35	23.393	1651	hexiltiglát	78	0.55
ismeretlen szerkezetű anyagok					
6	10.222	1172	ismeretlen		0.36

Látható, hogy a legnépesebb a terpének, szeszkviterpének, valamint ezek származékainak osztálya, mintegy 45 vegyülettel. Ez az összes felismert alkotó 75 százaléka, ami rendkívüli illatosságról tanúskodik és egyben ígéret a méz felismerhetőségét illetően. Az azonosított illatanyagok közül néhány nevében is a levendulához kötődik. Ezek: a lavandulilacetát, a (-)-lavandulol, és ismét a lavandulilacetát. Itt az orgonaaldehidek, linalooloxidok és kaporaldehidek esetében megjelenő (ld. később a hárs leírásánál) izoméria jelenségéről van szó, vagyis arról, hogy az oszlop elválasztja az izomereket, de a kis felbontású (0.5 Dalton) tömegspektrométer nem tud különbséget tenni az izomerek között. A fragmentációs képek ugyanis alapvetően a kötése erősségektől függenek, ezek pedig a különböző izomerekben gyakran szinte azonosak. A szorpciós tulajdonságok azonban főként a molekula körüli elektroneloszlástól függenek és ezért érzékenyek az izoméria viszonyokra.

5.5.3. Levendulaméz felvételek



19. ábra: A levendulaméz illatkromatogramjai

A levendulaméz kivonatról készült felvételeket mutatja be a 19. ábra. A mérések 2003-ban 30 méteres Supelcowax 10 oszlopon készültek. A nagyjából a 32. percnél jelentkező benzilalkohol belsőstandard előtti intervallumban várhatóak elsősorban a florális eredetre utaló komponensek, a második kromatogramrészben pedig, főként a 40. perc után inkább a méhekre, a kaptárra, tehát a mézre vonatkozó vegyületek. A belsőstandardot kivéve a koncentrációviszonyok az összes alkotóra nézve optimálisak, a szeparáció megfelelő.

5.5.4. A levendulaméz illatösszetétele

A virág 60 felismert alkotójához képest a levendulamézben 79 komponens volt azonosítható. E mintában azonban csak 12 vegyület tartozik a terpének és származékaik családjához, és bár közöttük szerepel egy igen különleges alkotó, a kaporéter, ez az anyag nem található meg a virágban. Ilyenformán nem lehet a botanikai eredet bizonyítéka. Mivel ez a vegyület a hársmez mintában is előfordul, semmiképp sem tekinthetjük marker vegyületnek. A levendulamézben azonosított anyagokat illatértékük sorrendjében az 32. táblázatban mutatom be.

32. táblázat: A levendulaméz azonosított komponensei

Sorsz.	t_R	PTRI	Komponens	Q %	Rel.Int.
			terpén, szeszkviterpén, diterpén vegyületek		
8	7.888	1205	*5-izoprenil-2-metil-2-viniltetrahidrofurán (herboxid I.)	90	0.75
10	8.8	1232	*5-izoprenil-2-metil-2-viniltetrahidrofurán (herboxid II.)	94	1.18
15	15.547	1444	cisz-linaloloxid	91	37.44
18	16.602	1476	transz-linaloloxid	86	19.92
19	18.207	1518	kaporéter	95	2.78
22	19.535	1556	linalool	95	5.86
25	21.949	1631	hotrienol	83	33.87
29	25.027	1725	l-alfa-terpineol	91	4.50
31	26.562	1760	epoxilinalol	72	1.79
32	27.466	1781	epoxilinalol	91	4.08
37	33.468	1965	<i>béta-terpinén</i>	87	6.55
38	35.388	2016	(+)-(R)-p-menta-1,8(10)-dién-9-ol	91	4.69
66	51.45	2484	nerolidol	98	18.22
68	52.366	2516	spiro[4.5]dekán	81	1.67
			aromás (benzolgyűrűt tartalmazó) vegyületek		
3	4.412	1112	metil-benzol (toluol)	91	16.73
4	5.937	1157	etilbenzol	87	1.49
5	6.103	1162	1,4-dimetilbenzol (p-xilol)	93	1.58
6	6.247	1166	1,4-dimetilbenzol	93	2.86
20	18.634	1529	benzaldehyd	96	50.65
27	23.151	1661	benzolacetaldehyd (Hyacinthin)	91	49.69
36	32.589	1937	feniletillalkohol	91	6.01
47	40.807	2178	eugenol (2-metoxi-4-(2-propenil)-fenol)	95	2.95
50	42.308	2221	timol (5-metil-2-(1-metiletil)-fenol)	81	3.02
			O-tartalmú heterociklusos vegyületek		
17	16.435	1464	2-furánkarboxaldehyd (furfural)	86	1.36
51	42.704	2233	5-hidroxi-2-decénsav lakton	78	12.72
60	48.747	2410	(2H)-1-benzopirán-2-on (kumarin)	81	1.65
71	53.69	2555	benzilbenzoát	96	16.34
72	54.227	2570	oxacikloheptadec-8-én-2-on (ambrettolid)	96	17.48
			alkoholok, aldehidek, ketonok, acetálok		
1	3.545	1087	1,1-dietoxi-bután (Honey-A)	78	1.33
7	7.574	1205	3-metil-1-butanol (izoamilalkohol)	86	25.19
9	8.412	1229	1,1-dietoxi-hexán	74	1.13
11	10.224	1282	oktanal	91	1.05
12	12.219	1341	1-hexanol	83	7.25
13	13.821	1388	nonanal	91	1.73
16	15.976	1451	1-heptanol	83	4.35
28	23.707	1677	1-nonanol (pelargonalkohol)	87	2.04
30	25.878	1741	<i>1,1,3,3-tetraetoxipropán</i>	72	3.61
40	36.251	2044	2-pentadekanon	96	1.36
45	39.621	2143	6,10,14-trimetil-2-pentadekanon	90	4.07
74	57.007	2652	11-dodecén-9-in-1-ol	76	11.48
			zsírsavészterek		
21	19.132	1543	etilnonanoát (bor-éter, etilpelargonát)	94	2.68
34	30.63	1880	etildodekanoát (etil-laurát)	93	14.21
41	36.87	2062	izopropilmirisztát (Crodamol IPM)	83	1.18
42	37.252	2073	etiltetradekanoát (etilmirisztát)	96	23.83
46	40.433	2167	etilpentadekanoát	93	1.05
52	43.601	2259	etilhexadekanoát (etilpalmitát)	99	37.58

53	44.27	2279	etil- 9-hexadecenoát	96	1.72
58	47.232	2366	etil-linolelát	80	2.97
61	49.485	2431	etiloktadecanoát (etilsztearát)	98	4.74
62	50.053	2448	(Z)-9-oktadecénsavetilészter (etiloleát)	98	100.00
65	51.212	2482	etil-linoleát	97	19.74
70	53.058	2536	(Z,Z,Z)-9,12,15-oktadekatriénsavmetilészter	97	63.99
76	58.836	2705	hexándisavdioktilészter (dioktiladipát)	87	37.63
78	60.628	2758	etilmirisztát	90	1.47
			zsírsavak		
43	38.233	2102	oktánsav (kaprilsav)	93	4.92
48	41.464	2197	nonánsav (pelarginsav)	94	7.22
54	44.64	2290	dekánsav (kaprinsav)	86	3.96
63	50.46	2460	dodekánsav (laurinsav)	96	9.50
73	55.793	2616	tetradekánsav (mirisztinsav)	99	85.79
77	59.537	2726	(Z)-9-oktadecénsav (oleinsav)	90	3.15
79	60.944	2767	palmitinsav	99	91.25
			nyítláncú és gyűrűs telített és telítetlen szénhidrogének		
2	3.773	1094	n-dekán	96	20.13
14	14.123	1397	n-tetradekán	98	33.50
23	19.841	1564	pentilciklopropán	83	10.51
24	21.716	1619	n-hexadekán	95	36.26
26	22.145	1631	2-metil-1-hexén-3-in	72	11.50
33	29.116	1835	n-oktadekán	96	34.26
35	32.418	1932	n-nonadekán	91	5.16
39	35.928	2035	eikozán	99	47.05
44	39.013	2125	heneikozán	99	8.55
49	42.07	2214	dokozán	93	3.11
55	45.3	2309	trikozán	98	57.18
56	45.572	2317	(Z)-9-trikozén (muskalur)	94	11.45
57	47.055	2360	ciklotetradekán	95	1.70
59	47.976	2387	tetrakozán	93	2.12
64	50.797	2470	pentakozán	98	23.40
67	52.233	2512	1-heptadecén	86	4.71
69	52.754	2527	1-oktadecén	96	6.09
75	57.922	2678	(E)-5-eikozén	99	5.88

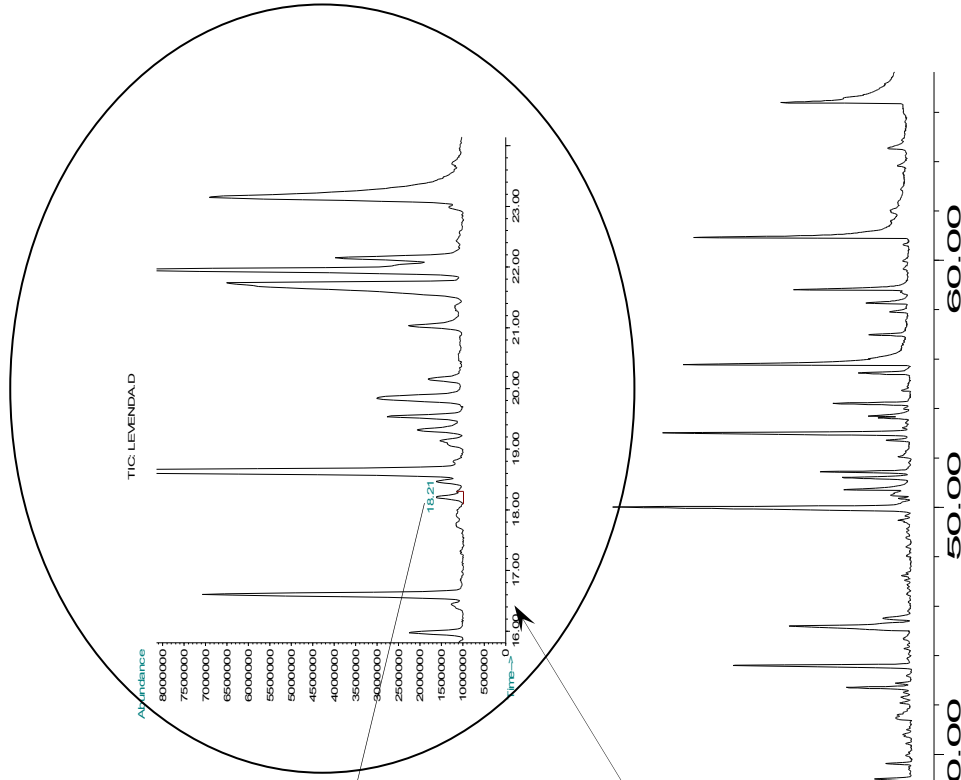
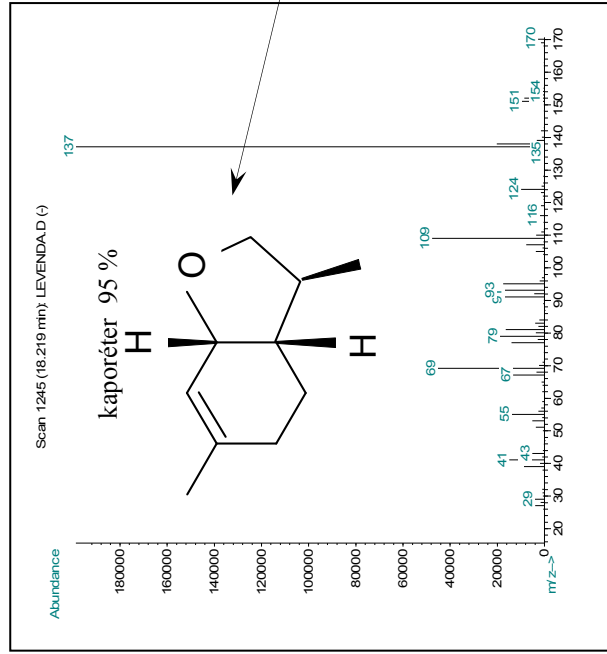
A táblázatban „**vastagton**” szedett vegyületek a virágban is megtalálhatók, ezért elméletileg a botanikai eredet bizonyítékainak tekinthetők. Számuk azonban mindössze 5, és a nem annyira gyakori epoxilinalool I.-et kivéve elterjedtségük a növényvilágban annyira általános, hogy az eddig vizsgált virágokban és mézekben is mind előfordulnak. Ilyenformán nem lehetnek a virágforrás egyértelmű jelzőanyagai. Az egyetlen alkalmasnak tűnő azonosító a kaporéter, amelynek megbízhatósága azonban a fentiekben kifejtett okok miatt korlátozott. Az alábbi, 20. ábrán mindenesetre bemutatom ezt az ebben a mintában nem várt komponenst, a kromatogramon elfoglalt helyével, az azonosítás alapjául szolgáló spektrumával és szerkezetével együtt.

TIC: LEVENDA.D

Abundance

4.4e+07
 4.2e+07
 4e+07
 3.8e+07
 3.6e+07
 3.4e+07
 3.2e+07
 3e+07
 2.8e+07
 2.6e+07
 2.4e+07
 2.2e+07
 2e+07
 1.8e+07
 1.6e+07
 1.4e+07
 1.2e+07
 1e+07
 8000000
 6000000
 4000000
 2000000
 0

Time-->0



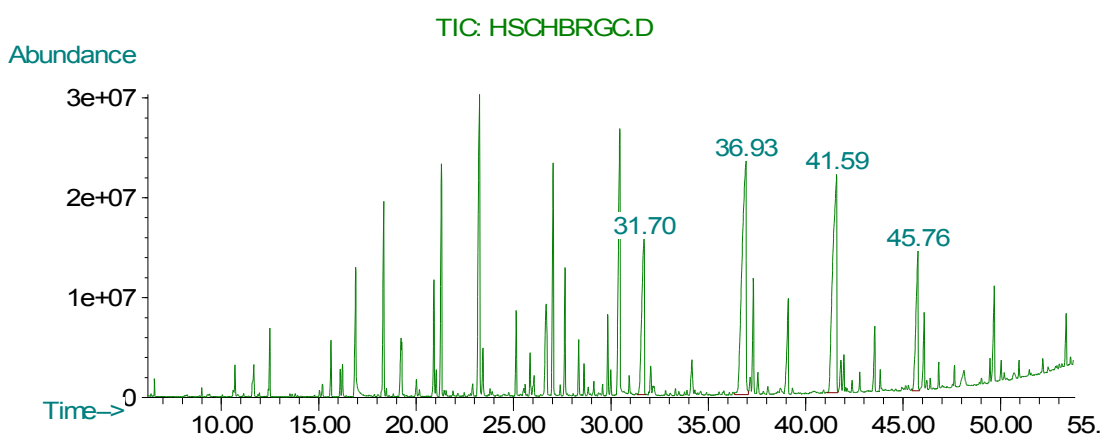
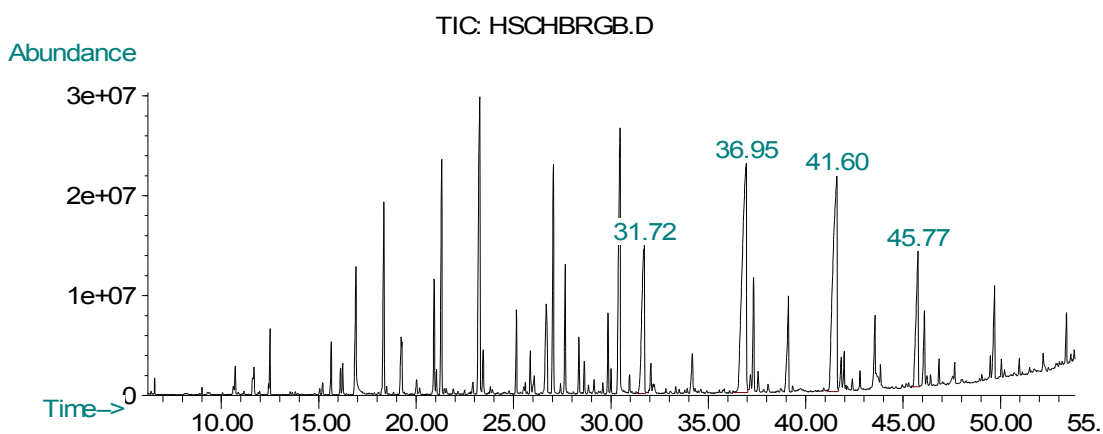
20. ábra: A levendulamész kaportéter komponense

A levendulaméznek a ~virághoz viszonyított nem várt komponens-szegénysége felveti egy lehetőség megfontolását. Azt nevezetesen, hogy a nektárba nem szükségszerűen kerülnek át az illatforrás, azaz a virág karakterisztikus illatkomponensei jelentős, vagy mérhető koncentrációban. Emellett lehetségesek olyan hatások, melyek következtében éppen a legjellemzőbb, illékony vegyületek szenvednek akkora veszteségeket, hogy mennyiségük az érzékelhetőség határa alá csökken. A jelenség valószínű okait az ÖSSZEFOGLALÁSBAN részletesen elemzem.

5.6. Bodza eredmények

5.6.1. Bodza felvételek

A bodzavirág kivonatáról készült kromatogramokat a 21. ábra mutatja be. A nagyjából 31.7 perctől csaknem egyetlen távolságban eluálódó 4 normál szénhidrogént (n-nonadekán, n-heneikozán, n-trikozán, n-pentakozán) leszámítva, a koncentrációviszonyok a komponensekre nézve ideálisak, az elválasztás optimális. A n-alkánokra vonatkozóan viszont az oszlop enyhe túlterheltsége áll fent. E helyzetben sem az injektált kivonat töménységének, sem a mintabeviteli paramétereknek (lefúvatás-késleltetés, lefúvatási arány) a megváltoztatásával javítani nem tudtam, mert az a kromatogram első (30. perc előtti) felében jelentkező illékony, a botanikai eredetre különösen specifikus anyagokban veszteséget okozott volna.



21. ábra: A bodzavirág illat kromatogramjai

Mint hogy a szénhidrogének környezetében a kromatogram nem különösebben zsúfolt, az említett oszloptúlterhelés az esetlegesen kis mennyiségben megjelenő alkotók oldószerfront-szerű elnyelésével gondot nem okozott.

A bodzafelvételek elkészítése során 6 bodzafajta virágának illatmérését végeztük el. A méhek a bodzát nektárjáért nem látogatják, csak pollent ill. mézharmatot gyűjtenek róla. Mivel a mézgyűjtés helyéről nem állt rendelkezésre bodzavirág, a természet, legillatosabbnak tűnő

Haschberg változat eredményeit közlöm, mivel az általunk vizsgált bodzavirágok illatösszetételében alapvető különbség nem volt.

5.6.2. A bodzavirág illatkomponensei

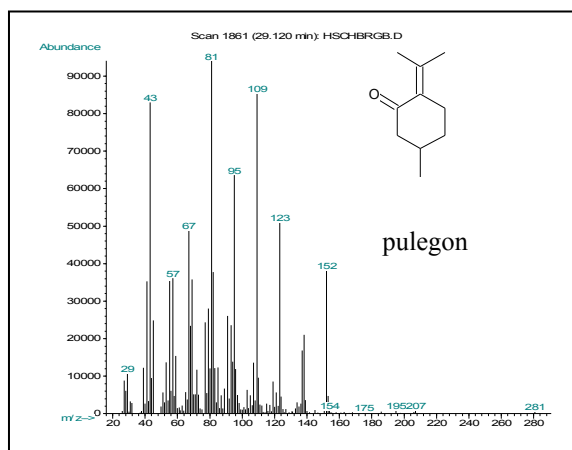
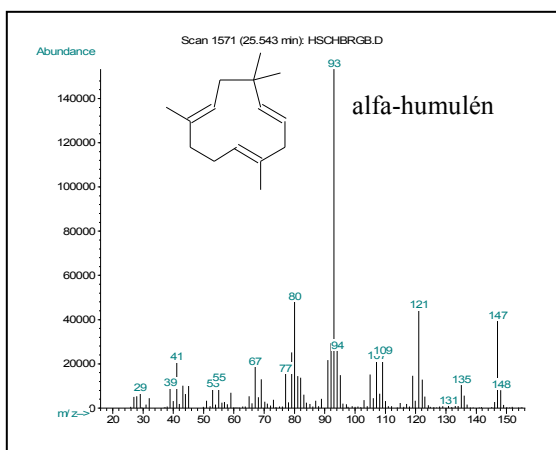
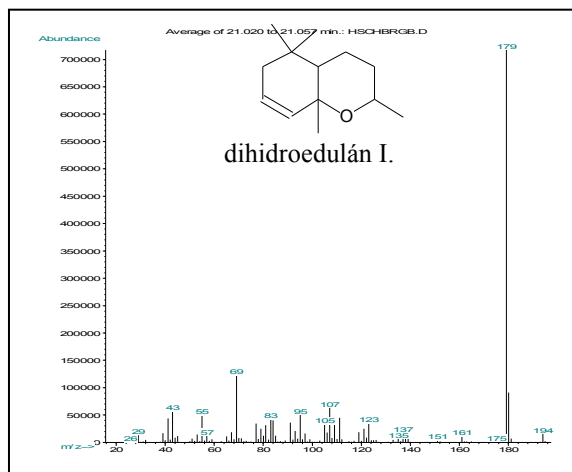
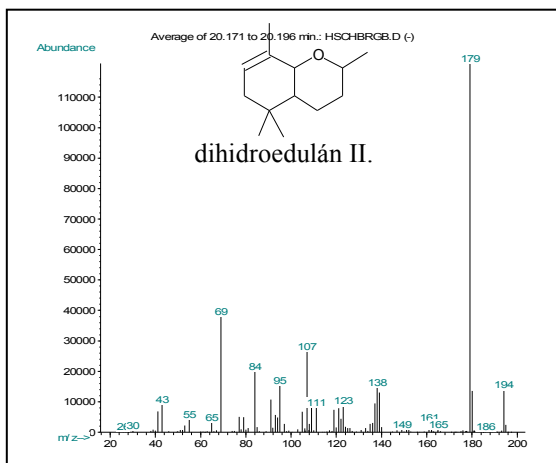
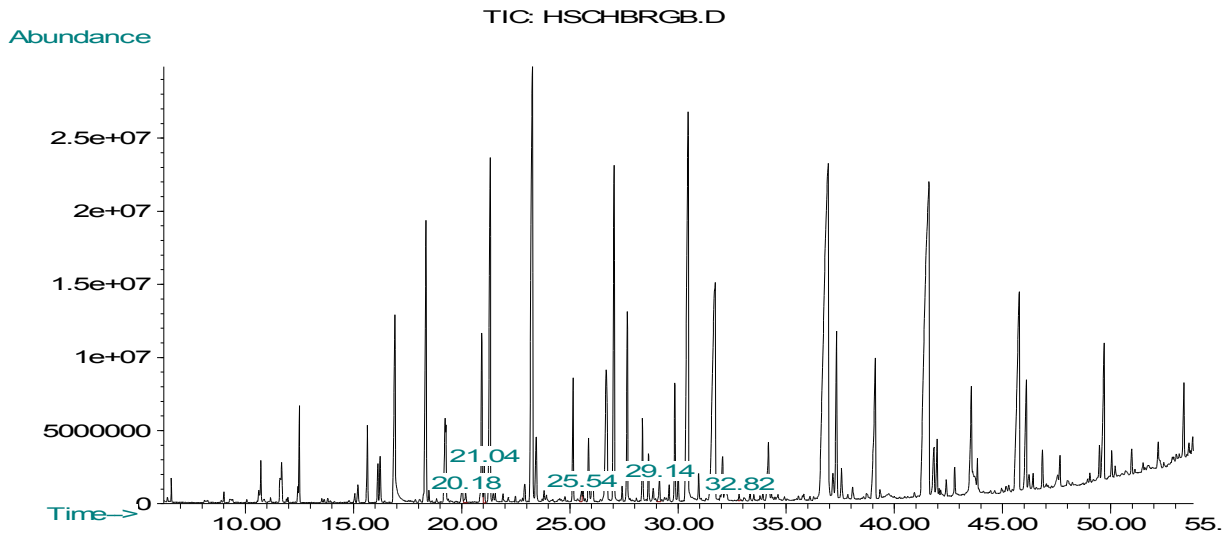
A kellemes érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező Haschberg változatban azonosított illatanyagokat a 33. táblázatban mutatom be.

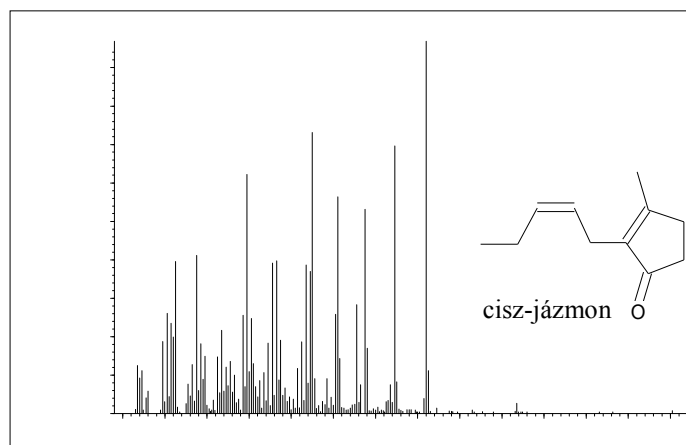
33. táblázat: A Haschberg bodza azonosított alkotói

Sorsz.	t_R	PTRI	Komponens	Q %	Rel.int.
terpének, szeszkviterpének és származékaik					
1	6.582	1021	(E)- 3,3-dimetil-1,5-heptadién	72	0.88
4	11.165	1195	dl-limonén	95	0.29
6	11.97	1223	transz-béta-ocimén	95	0.26
7	12.496	1240	3,7-dimetil-1,3,7-oktatrién	97	5.07
8	13.541	1273	alfa-terpinolén	97	0.26
12	15.644	1354	cisz-rózsaoxid	91	4.61
13	16.126	1365	transz-rózsaoxid	91	2.19
16	18.351	1444	cisz-linaloloxid	91	22.20
17	18.489	1457	p-menta-1,5,8-trién	94	0.60
18	19.238	1476	tarnsz-linaloloxid	80	6.46
21	20.185	1523	dihidroedulán II.	89	0.78
23	21.047	1554	dihidroedulán I.	90	2.16
24	21.318	1556	linalool	96	27.46
26	22.486	1607	hotrienol	72	0.30
28	23.272	1631	hotrienol (3,7-dimetil-1,5,7-oktatrién-3-ol)	86	50.64
29	23.445	1637	transz (béta)-kariofillén	99	5.08
30	23.918	1653	1-p-mentén-9-al	94	0.59
33	25.541	1707	alfa-humulén	98	0.86
34	25.612	1723	Z-citral (neral)	96	0.93
35	25.867	1725	l-alfa-terpineol	90	3.96
38	27.047	1760	epoxilinalol	90	26.35
39	27.417	1786	E,E-alfa-farnézén	93	0.90
40	27.66	1796	béta-citronellol	98	12.18
42	28.637	1834	nerol	93	2.73
44	29.143	1853	pulegon	78	1.55
45	29.592	1860	béta-damaszcenon	91	0.98
46	29.858	1880	transz-geraniol	90	7.06
51	32.826	1981	cisz-jázmon	99	0.54
52	33.507	2010	(Z,Z)-alfa-farnézén	80	0.37
53	33.796	2024	alfa-jonén	80	0.33
54	33.924	2029	citronellilpropionát	87	0.42
56	35.756	2097	2-ciklohexilidén-ciklohexanon	96	0.26
aromás (benzolgyűrűt tartalmazó) vegyületek					
22	20.931	1547	benzaldehyd	91	11.49
27	22.917	1620	4-(4-methoxyphenyl)-2-butanon (anisilaceton)	80	1.34
41	28.363	1820	metilszalicilát	93	4.99
47	30.009	1880	(1,1-dimetiletil)-benzol	76	2.21
48	30.96	1915	1-etil-2,4-dimetil-benzol	72	1.97
61	38.071	2177	eugenol (2-metoxi-4-(2-propenil)-fenol)	98	1.02
62	38.716	2201	2,4,6-trimetil-1,3-benzoldiamin	78	1.06
nyíltláncú alkoholok, aldhidok, ketonok					
3	10.713	1171	heptanal	93	2.71
5	11.674	1206	(E)-2-hexenal	94	4.42

10	15.058	1331	6-metil-5-heptén-2-on	90	0.52
11	15.209	1336	1-hexanol	83	1.24
14	16.236	1374	(Z)-3-hexén-1-ol	95	2.95
15	16.913	1399	nonanal	90	18.97
25	21.557	1570	1-oktanol	90	0.55
59	37.33	2150	1-oktadekanol	92	13.76
60	37.563	2158	dodekanal	91	2.64
68	42.401	2336	tetradekanal	98	1.19
74	46.85	2500	hexadekanal	94	2.49
78	50.973	2651	oktadekanal	91	1.68
			nyíltláncú karbonsav észterek		
19	19.27	1486	cisz-3-hexenil-2-metilbutanoát	83	3.47
31	24.773	1688	hexánsav (Z)-3-hexenilészter,	83	0.31
32	25.155	1702	(Z)-3-hexenil pentenoát	90	7.72
79	52.197	2696	metilnonadekanoát	95	2.08
			nyíltláncú és gyűrűs, alifás és telítetlen szénhidrogének		
9	13.809	1285	n-tridekán	90	0.22
20	20.032	1514	n-pentadekán	97	1.71
36	26.073	1736	n-heptadekán	99	2.65
37	26.686	1758	1-pentadecén	98	18.07
43	28.855	1838	n-oktadekán	93	0.98
49	31.719	1943	n-nonadekán	95	41.93
50	32.06	1956	9-nonadecén	94	3.47
55	34.185	2034	eikozán	97	5.97
57	36.946	2136	heneikozán	98	100.00
58	37.163	2144	(E)-3-Eicosene	91	2.64
63	39.118	2215	dokozán	95	15.78
64	39.338	2224	oktil-ciklopropán	90	0.74
65	41.606	2307	trikozán	98	90.48
66	41.833	2315	(E)-9-trikozén	90	5.06
67	41.982	2321	(Z)- 9-trikozén	96	4.29
69	42.793	2351	ciklotetradekán	95	1.83
70	43.563	2379	tetrakozán	95	9.33
72	45.769	2460	8-hexil-pentadekán	94	31.26
73	46.099	2472	(Z)-9-trikozén (muszkalur)	96	10.19
75	47.657	2529	pentakozán	90	2.12
76	49.697	2604	hexakozán	90	14.00
77	50.054	2618	1-dokozén	91	2.13
80	53.392	2740	heptakozán	91	5.80
			ismeretlen szerkezetű anyagok		
2	9.01	1108	muscatmust-B	98	0.52
71	43.843	2389	Ismeretlen		2.18

Az azonosított 80 alkotóból 32, több mint a vegyületek harmada tartozik a nagy illaterősségű terpének – szeszkviterpének és származékaik családjába. Közöttük található a finom, citrusfélékre emlékeztető és a tűnékeny illatosságért felelős Z-citral (neral), béta-citronellol, nerol, transzgeraniol és citronellilpropionát. Jelen van néhány ritka, egyedinek tekinthető komponens. Ezek a dihidroedulán II., dihidroedulán I., alfa-humulén, pulegon és cisz-jázmon. A megnevezett molekulákat a kromatogramon elfoglalt helyükkel, mért spektrumukkal és szerkezetükkel az alábbiakban mutatom be.

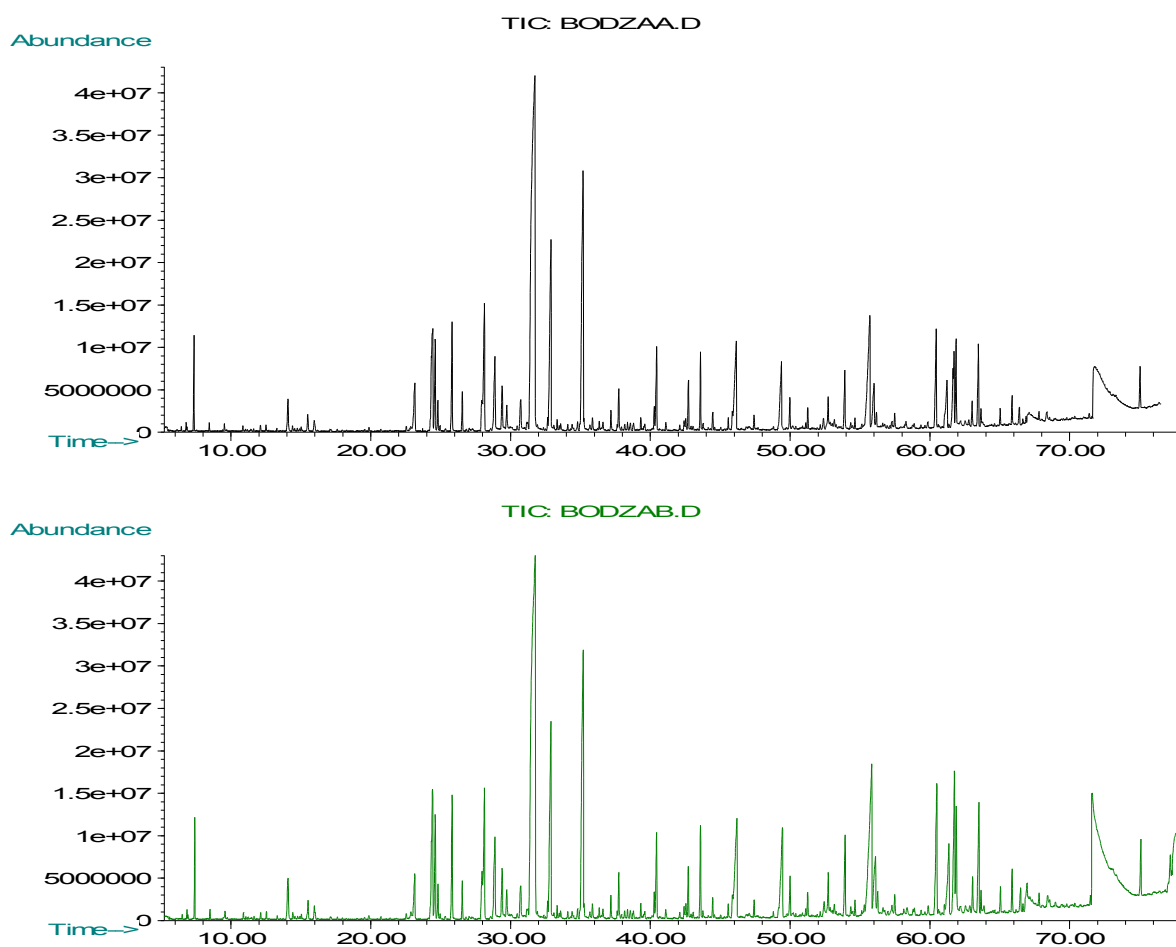




22. ábra: A bodzavirág egyedi komponensei

5.6.3. Bodzaméz felvételek

A bodzaméz extraktumról készült felvételeket a 23. ábra mutatja be. A kromatogram végén jelentkező hatalmas, nagy sávellhúzódást mutató csúcsok karbonsavaktól (palmitinsav, oleinsav) származnak, organoleptikus értékük csekély.



23. ábra: A bodzaméz illat-felvételei

A kromatogram nagyjából harmadánál jelentkező hatalmas csúcs a hotrienol. Ez ugyan kimutatható más mézekben is, ilyen hatalmas mennyiségben azonban sehol sem fordul elő. Jelenléte

a virágban is nagy súlyú, mintegy 50,6 %, ami minden más eddig vizsgált forrás hotrienol koncentrációjának sokszorososa. Ez a vegyület várhatóan a méz marker vegyülete lehet. A kromatogram az eddig vizsgáltakhoz viszonyítva kitűnik zsúfoltságával és a második harmad korábbi felvételekhez mért csúcsgazdagságával. Ezek a viaszra, propoliszra stb. jellemző, még éppen illékony komponensek. Jelenlétük érzékszerveileg is tettenérhető volt a méz karakteres, fanyar ízében. A többi vizsgált mézhez képest az aromás vegyületek száma és mennyisége magasabb, ez a méz mézharmat eredetére utal, mivel a mézharmatban általában nagyobb mennyiségben található fenolos vegyületek, mint a pollenben, ahonnan a nektárba kerülhetnek. A méz eredetének felderítésére cukorösszetételét is megvizsgáltam. A mézek cukor-arányai sok esetben jellemzőek eredetükre.

5.6.4. A bodzaméz illatösszetétele

A bodzaméz illatgazdagságát a kromatogramokon detektált és azonosított 106 alkotónál mi sem jelzi hitelesebben. Közülük a legillataktívabb csoportba mintegy 29 anyag tartozik, de ha ide számítjuk az aromás (benzolgyűrűs) vegyületeket is melyek között szintén fontos virágeredet jelző molekulák találhatóak, a szám 14-el emelkedik, így meghaladva az összes azonosított anyag 40 %-át. A felismert alkotókat az illataktivitás sorrendjében a 34. táblázat sorolja fel.

34. táblázat: A bodzaméz azonosított komponensei

Sorsz.	t_R	PTRI	Komponens	Q %	Rel.Int..
terpének, szeszkviterpének és származékaik					
6	12.696	1169	l-fellandré	91	0.05
7	13.281	1178	alfa-terpinén	97	0.18
12	14.744	1179	1-acetil-4-metilbicyclo[3.1.0]hexan-3-on	78	0.32
10	15.024	1210	p-menta-1,5,8-trién	91	0.27
16	17.603	1273	alfa-terpinolén	96	0.14
17	20.722	1354	cisz-rózsaoxid	91	0.18
18	21.355	1365	transz-rózsaoxid	90	0.09
22	24.605	1444	cisz-linaloloxid	90	6.37
25	25.817	1476	transz-linaloloxid	80	7.75
27	28.875	1556	linalool	96	7.99
28	29.399	1576	orgonaaldehid	72	4.24
30	30.724	1606	l-4-terpineol	98	0.98
29	31.227	1610	orgonaaldehid	70	3.07
31	31.72	1631	hotrienol (3,7-dimetil-1,5,7-oktatrién-3-ol)	90	100.00
32	31.914	1643	p-ment-1-én-3.8-diól	70	0.84
34	33.096	1661	2,6,6-trimetil-1,3-ciklohexadién-1-carboxaldehid (szafranal)	90	0.58
37	34.8	1725	l-alfa-terpineol	90	0.65
40	36.237	1762	(+)-kar-2-én-4-on (3,7,7-trimetilbicyclo[4.1.0]hept-3-én)	87	0.22
41	36.349	1760	epoxilinalol	86	0.52
43	37.186	1781	epoxilinalol	91	1.29
44	37.742	1813	2,6-dimetil-4-oxa-endo-triciklo(5.2.1.0**2,6)dekán	74	2.93
45	37.941	1818	(3aS,6aR)-2,3,5,6-tetrahidro-3a,6a-metano-1H,4H-pentalén-1-on	72	0.25
49	39.323	1846	5-(1'-1'-dimetiletil)-bicyclo[3,10]hexán-2-on	90	1.02
50	39.538	1860	béta-damaszcenon	95	0.19
55	42.105	1923	(-)-m-menta-1(7),8-dién	78	0.43
59	42.918	1945	alfa.-kalakorén (1,1,6-trimetil-1,2-dihidronaftalin)	87	0.36
61	43.585	1962	3,7-dimetil-1,5-octadién-3,7-diól (TERPENDIOL I)	83	4.51
62	43.773	1965	béta-terpinén	91	0.68
106	66.655	2598	<i>béta-fenkén</i>	93	0.45
aromás (benzolgyűrűt tartalmazó) vegyületek					
15	17.095	1254	1-metil-3-(1-metiletil)-benzol	95	0.26

20	22.544	1399	1-metil-4-(1-metiletenil)-benzol (paracimenil)	95	2.54
23	24.801	1459	4-etil-1,2-dimetil-benzol	94	1.84
36	34.094	1707	1-etenil-4-metoxi-benzol (p-vinilanizol)	91	0.45
47	38.572	1826	1-(1,1-dimetiletil)-4-metil-benzol (p-tert-butil-toluol)	81	0.59
52	40.28	1872	p-cimén-8-ol	90	1.16
56	42.414	1928	benzoletanol (fenetilalkohol)	91	0.56
58	42.721	1937	2,6-bis(1,1-dimetiletil)-4-metil-fenol	98	2.83
60	43.061	1946	benzilcianid	90	0.32
73	51.261	2164	4-etil-2,6-xilenol	83	1.58
74	52.161	2188	5-metil-2-(1-metiletil)-fenol	90	0.33
82	55.134	2267	bis(1,1-dimetiletil)-fenol	90	0.45
91	58.881	2367	4-fenil-biciklohexil (1-fenil-4-ciklohexilciklohexán)	87	0.74
103	64.633	2521	1,1':2',1"-terfenil	97	0.19
			S-tartalmú heterociklusos vegyületek		
48	38.803	1832	2-butyl-5-etiltiofén	80	0.65
72	50.888	2154	2-etilbenzotiofén	83	0.63
77	52.867	2207	1- etildibenzotiofén	83	0.76
78	53.013	2211	2- etildibenzotiofén	83	0.55
79	53.166	2215	3- etildibenzotiofén	78	1.22
			nyíltláncú alkoholok, aldehidek, ketonok és acetálok,		
2	9.532	1052	1,1-dietoxi-3-metil-bután	83	0.53
5	11.435	1103	4-metil-3-pentén-2-on (mezitiloxid)	90	0.17
8	14.077	1173	1-Butanol, 3-methyl-	90	3.27
11	14.903	1195	(E)-2-hexenal	97	0.17
19	22.544	1399	nonanal	97	0.41
35	33.335	1686	1-nonanol	90	0.64
63	44.465	1983	1-tetradekanol (mirisztalalkohol)	94	1.09
64	45.579	2013	1-tetradekanol	95	0.85
70	49.98	2130	6,10,14-trimetil-2-pentadekanon	83	2.47
98	61.716	2443	(Z)-9,17-oktadekadial	93	11.30
			O-tartalmú heterociklusos vegyületek		
9	14.558	1186	5-izoprenil-2-metil-2-viniltetrahydrofuran (herboxid)	93	0.17
26	26.548	1506	4-metil-2-(3-metil-2-butenil)-furan	87	2.12
39	35.863	1754	3-(2-metoxietil)-2,3-dimetilciklopentanon	83	0.99
42	36.61	1774	3-(2-metoxietil)-2,3-dimetilciklopentanon	78	0.68
46	38.17	1815	3-(2-metoxietil)-2,3-dimetilciklopentanon	78	0.44
51	39.602	1853	3-(2-metoxietil)-2,3-dimetilciklopentanon	83	0.32
71	50.404	2141	kromolaenin ((R)-4,5-dihidro-1,5,8-trimetil-nafto[2,1-b]furan)	90	0.33
86	57.131	2321	hexadec-7-én-16-olid (muskambrett)	90	0.32
104	65.031	2531	(Z)-oktadec-9-én-18-olid	92	1.40
			nyíltláncú savak észterei		
4	11.037	1092	izoamilacetát	83	0.14
13	15.496	1211	etilkaproát (etilhexanoát)	95	1.31
21	24.414	1449	etiloktanoát	94	8.49
33	32.872	1674	etildekanoát	97	21.10
53	40.445	1876	etildodekanoát	91	5.64
54	41.114	1894	izoamildekanoát	80	0.47
66	47.07	2053	izopropilmirisztát	96	0.73
67	47.423	2062	etiltetradekanoát	95	0.97
76	52.722	2203	metilhexadekanoát	97	3.12
80	53.907	2235	etilhexadekanoát	96	5.07
81	54.637	2254	etil 9-hexadecenoát	98	0.79
88	57.481	2330	3-metil-vajsav-2-feniletil észter	78	1.31
90	58.768	2364	metiloktadekanoát	96	0.41
92	59.361	2380	6-oktadecénsavmetilészter	92	0.38
93	59.845	2393	etiloktadekanoát	99	0.68

94	60.442	2409	etil oktadec-9-enoát	99	10.62
95	60.593	2413	(Z)-9-oktadecénsavetilészter	91	0.40
101	63.466	2489	9,12,15-oktadekatriénsavmetilészter	91	7.56
102	64.424	2515	9,12,15-oktadekatriénsavmetilészter 86	78	0.33
nyíltláncú és gyűrűs, telített és telítetlen szénhidrogének					
1	8.447	1023	1-decén	95	0.37
14	15.964	1224	1-dodecén	96	1.04
24	24.95	1463	nonilciklopropán	94	0.38
57	42.531	1932	nonadekán	95	0.87
65	46.135	2028	eikozán	94	15.01
68	49.367	2114	heneikozán	94	10.10
69	49.726	2123	(E)-9-eikozén	91	0.36
75	52.384	2194	dokozán	95	1.35
83	55.687	2282	trikozán	91	26.18
84	55.995	2290	(Z)-9-trikozén	96	7.12
85	56.178	2295	(E)-9-trikozén	93	1.92
87	57.274	2324	ciklotetradekán	87	1.03
89	58.289	2351	9-metil-nonadekán	98	1.11
96	61.213	2429	pentakozán	91	5.52
97	61.36	2433	1-eikozin	90	4.50
99	62.782	2471	dekahidro-naftalin	87	0.82
100	63.021	2478	ciklohexadekán	95	2.31
105	66.401	2568	2,6,10,14-tetrametil-hexadekán 104	91	1.62
ismeretlen szerkezetű vegyületek					
3	10.852	1087	muszkatmust-B	96	0.32
38	35.179	1736	honey-S(avg-avg) 106	80	34.48

A vegyületek sorában megjelennek kéntartalmúak is. Ezek: 2-butil-5-etiltiofén, 2-etilbenzotiofén, 1-etildibenzotiofén, 2-etildibenzotiofén, és 3-tiodibenzotiofén. A jelenség magyarázható lenne műtermék képződéssel, de a sóvirágban mért S-tartalmú vegyületek (3-metil-tiofén, 2,4-dimetil-tiofén, metil-transz-propenil-diszulfid) nem azonosak a bodzaméz vegyületeivel. Megjelenésük legvalószínűbb oka valamilyen helytelen méhészeti gyakorlat, feltehetőleg ásványolaj égetése a méhészeti füstölőben, mivel ezek a tiofén vegyületek a kerozin és ásványolaj komponensei lehetnek. Kimutatásuk bizonyítja a mérés rendkívüli érzékenységét és jó használhatóságát az aromavegyületek kimutatásában, legyen szó akár természetes aromákról, akár az illatot károsan befolyásoló hatásokról.

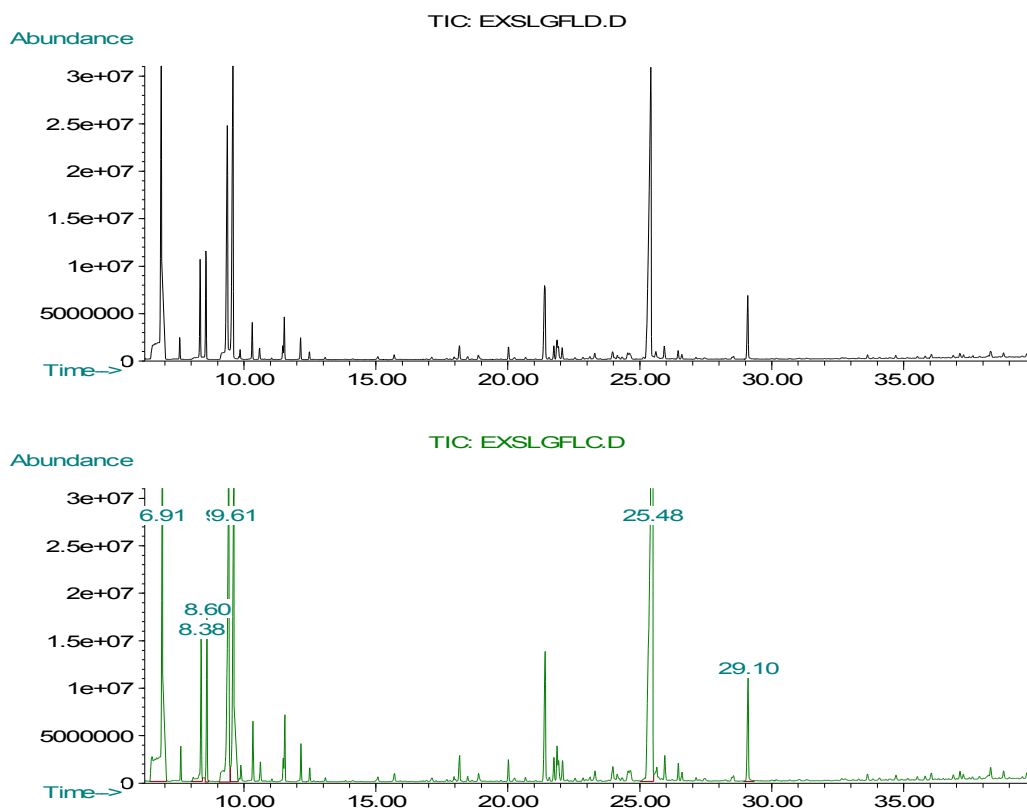
A táblázatban **vastagon** szedett illatanyagok mind a virágban, mind a mézben előfordulnak és így a kielégítik az eredetjelző anyagokkal szemben támasztott elvárásokat. Közülük azonban az alfa-terpinolén, a cisz-linalooloxid, a transz-linalooloxid és a linalool, valamint az l-alfa-terpineol annyira általánosan elterjedt, hogy jelenlétük inkább csak a virág-, semmint a bodza-eredet bizonyítéka. A cisz-rózsaoxid és transz-rózsaoxid, bár előfordulhatnak más fajtamézekben is, bizonyos később tárgyalt feltételek teljesülése esetén lehetnek a bodza-származás indikátorai. Az (E)-2-hexenalra valamint nonanalra szintén ez a megállapítás érvényes. A *muszkatmust-B* fantázianevű komponens szerkezetét nem ismerjük ugyan, de alkalmasnak tűnik a feladatra. Ezt a nevet muskotályos szőlők mustjainak vizsgálatakor alkalmaztuk egy domináns csúcsra, melyet nem tudtunk azonosítani, de amelyik gyakorlatilag minden szőlőlé mintában jelentkezett és így fontos volt tudni, hogy mindig ugyanazt az alkotót látjuk-e. A táblázatokban található egyéb "honey-H,J,K" stb. fantázianevek ugyanilyen megfontolással születtek.

5.7. Aranyvessző eredmények

5.7.1. Aranyvesszővirág felvételek

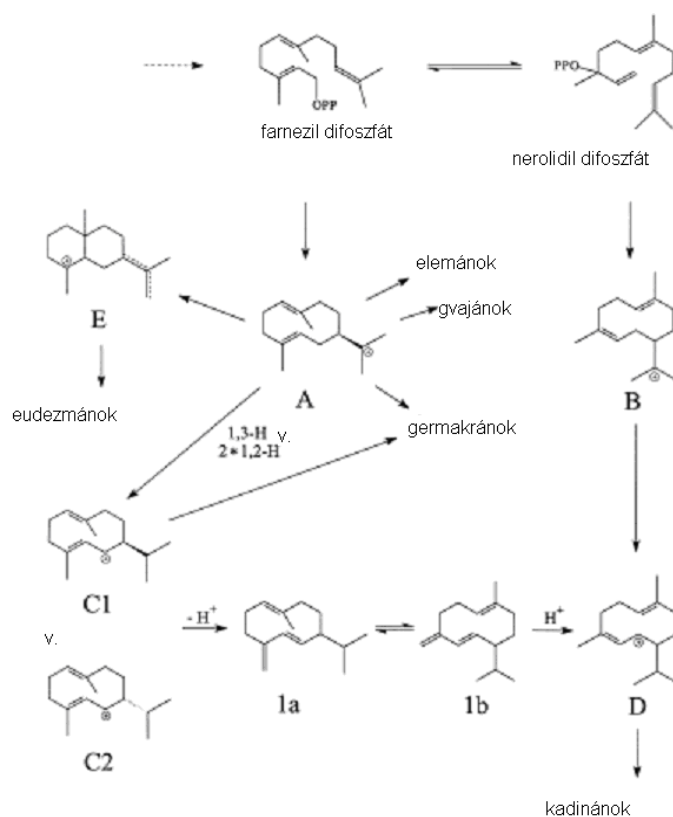
A 2005-ös és 2006-os aranyvessző virágminták a Győr melletti Rába védelmi töltések által határolt ártérből származnak. Ezen a területen az aranyvessző az elmúlt 15 esztendő során rendkívüli

mértékben elterjedt és július végétől a flóra nagy tömegben gyakorlatilag egyedül virágzó, domináns növényeként él. Erről a területről származik a vizsgált méz minta is.



24. ábra: Az aranyvesszővirág illatkromatogramjai (2005)

A két évjárat virág-kromatogramjait egymással összehasonlítva a felvételek a virágok illatulajdonságainak állandóságát, nagyfokú egyezését mutatják. Az egyetlen figyelemre méltó különbség az undekanol belsőstandard (~ 29 perc) eltérő mennyiségű alkalmazásából ered. A 24. ábrán a 2005-ös mérések kromatogramjai láthatók. A 25,48 percnél jelentkező főkomponens a germakrén-D, egy virágokban meglehetősen ritka szeszkviterpén. Ennek az alkotónak a jelenléte okozza az illatfelvétel összetett-terpén komponensgazdagságát, mert az irodalom szerint a 25. ábrán bemutatott biokémiai folyamatokban szeszkviterpén és ~származék vegyületek egész sora jön létre.



25. ábra: A germakrénszármazékok keletkezése BÜLOW és KÖNIG (2000) szerint

A, B, C és D germakrenil kationok

A 24. ábrán az utolsó kiintegrált csúcs az undekanol-1 belsőstandard, az első 5 pedig sorrendben az alfa-pinén, béta-pinén, szabinén, mircén, valamint l-fellandrén. A felvétel az alkotók nagy mennyisége ellenére azok csaknem mindegyikére vonatkozóan optimális elválasztást mutat. A csúcsok lábánál jelentkező túlterheltségre utaló jelek a splitless injektálási körülmények nagyon illékony alkotók bevitelére nem igazán alkalmas voltáról tanúskodnak. A mintabeviteli paraméterek megváltoztatása azonban a már elkészült korábbi mérésekkel való összevethetőséget rontaná illetve lehetetlenné tenné.

5.7.2. Az aranyvessző virág illatkomponensei

Az aranyvessző virág-kromatogramok szokatlan terpéngazdagsága (a futtatás első harmadában kb. 5-15. perc között) és az eddigi mérések során nem tapasztalt szeszkviterpén komponensek megjelenése jó összhangban van a virág különleges érzékszervi tulajdonságaival. A kivonatokban azonosított aromaalkotókat illataktivitás szerinti csoportosításban a 35. táblázat mutatja be.

35. táblázat: Az aranyvessző virág azonosított komponensei

Sorsz	t_R	PTRI	Komponensek	Q %	Rel.Int.
			terpének, szeszkviterpének és származékaik		
1	6.907	1070	alfa-pinén (dihidro-para-cimén)	95	67.6
2	7.61	1096	kamfén	97	2.3
3	8.381	1123	2-béta-pinén	94	12.4
4	8.602	1130	szabinén	94	12.6
5	9.416	1160	béta-mircén	91	45.9
6	9.612	1169	l-fellandrén (p-menta-1,5-dién)	94	49.8
7	9.886	1178	alfa-terpinén	97	1.3

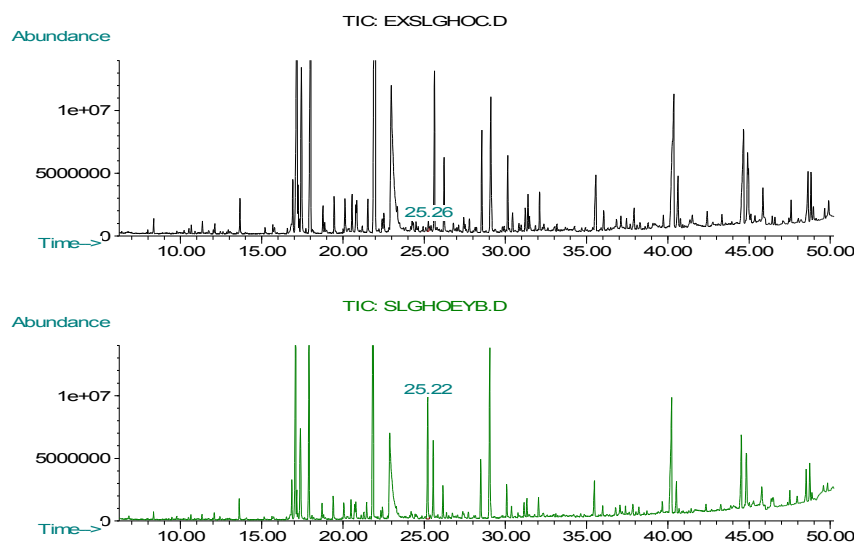
8	10.347	1195	dl-limonén	97	4.1
9	10.622	1204	béta-fellandrén	93	1.5
10	11.489	1235	gamma-terpinén	96	1.7
11	11.552	1239	delta-3-karén	95	4.7
13	12.499	1273	alfa-terpinolén	98	1.0
14	13.085	1295	(E)-4,8-dimetil-1,3,7-nonatrién	87	0.4
17	17.128	1444	cisz-linaloloxid	78	0.5
18	17.963	1476	transz-linaloloxid	91	0.7
19	18.169	1486	*delta-elemén (p-ment-3-én)	96	2.1
20	18.48	1497	gamma-elemén (o-ment-8-én)	90	0.5
22	20.029	1556	linalol (3,7-dimetil-1,6-oktadién-3-ol)	95	1.8
23	20.219	1562	transz-szabinene hidrát (transz-tuján-4-ol)	91	0.3
24	20.261	1563	béta-kubebén	98	0.6
25	20.671	1579	p-ment-2-én-1-ol	90	0.4
26	21.414	1606	l-bornilacetát	98	14.1
27	21.573	1612	alfa-bergamotén	96	0.4
28	21.756	1619	*béta-elemén	99	2.1
29	21.869	1624	1-terpinén-4-ol (4-karvomentenol)	96	3.2
30	21.922	1625	germakrén-D	93	1.7
31	22.074	1637	transz-kariofillén	99	1.9
32	22.549	1648	1-terpineol	83	0.4
33	23.119	1670	gamma-elemén	95	0.6
34	23.304	1677	*alfa-amorfén ((-)-6-alfa-kadina-4,9-dién)	96	1.3
35	23.979	1701	dekahidro-1,6-bisz(meitlén)-4-(1-metiletil)-naftalin	95	2.0
36	24.155	1707	alfa-humulén	99	0.9
37	24.335	1715	alfa-terpinén (1,3-p-mentadién)	90	0.5
38	24.567	1725	(-)-alfa-terpineol	91	1.3
39	24.642	1726	endo-Borneol	83	1.6
40	25.477	1745	*germakrén-D	99	100.0
41	25.641	1763	valencén 1	94	2.1
42	25.95	1775	biciklogermakrén ((+)-lepidozén)	94	2.4
43	26.465	1792	*delta-kadinén	98	1.4
44	26.601	1799	*alfa-amorfén	96	0.7
45	27.468	1832	alfa-kadinén	96	0.6
47	28.493	1871	geraniol	91	0.4
48	28.546	1872	1-metiladamantán	83	0.6
49	33.63	2062	nerolidol	78	0.8
50	34.707	2101	elemol	90	0.6
51	35.817	2142	(+)-spatulénol	96	0.4
52	36.882	2182	2-izopropil-5-metil-9-metilén-biciklo[4.4.0]dec-1-én	94	0.6
53	38.296	2235	alfa-kadinol	87	1.4
54	38.789	2253	alfa-kopaén-8-ol	82	1.0
			aromás (bezolgyűrűt tartalmazó) vegyületek		
12	12.161	1262	1-metill-4-(1-metiletil)-benzol (p-cimén)	95	2.7
46	28.231	1860	2-hidroxiimino-n-(p-metoxifenil)acetamid	94	0.3
			nyíltláncú alkoholok, aldehidek, ketonok		
15	15.076	1371	cisz-3-hexenol	91	0.6
16	15.703	1394	nonanal	72	0.8
21	18.891	1512	n-dekanal	91	0.8

A táblázatban alkalmazott jelölésmódok az eddig alkalmazottakkal azonosak. A mézzel közösek a „**vastagon**” szedett komponensek, a „***vastagon**” jelöltek pedig különleges szerkezetük következtében az aranyvesszőmész florális eredetének bizonyítékai lehetnek.

Az illatmintában fellelt mintegy 54 vegyület nem tűnik túlságosan soknak. Ezek közül azonban a túlnyomó többség, 49 anyag azaz 90,7 %, a nagy illaterősségű terpének és származékaik

csoportjához tartozik, közöttük sok ritkán előforduló komponenssel. A legnagyobb mennyiségű germakrén-D (legintenzívebb alkotóként ez önkényesen a 100 %) igen különleges szeszkviterpén összetételt hoz létre. Ennek oka az lehet, hogy a magasabbrendű növények közül egyedül a *Solidago* szintetizálja a germakrén-D mindkét optikai izomerjét. A növény mind a mevalonát-, mind pedig a metileritritol-foszfát cikluson keresztül létre tudja hozni a vegyületet. A növényekben a szeszkviterpének általában a mevalonát-, a mono- és diterpének pedig a metileritritol ciklusban keletkeznek. A *Solidago* azonban azt bizonyítja, hogy a terpénvegyületek keletkezési útjai különfélék lehetnek. Ez magyarázhatja a származékok sokféleségét, és a virágban való megjelenésüket is. A germakrén ugyanis nem ritka a növényvilágban, lévén számos szeszkviterpén bioszintézisének kiinduló anyaga, magát a germakrént azonban nagyon ritkán találjuk meg a virágok illatanyagai között számottevő mennyiségben. Az aranyvessző virágában megtalált anyagok rendre a *delta-elemén* (2.1 %), *(-)-gamma-elemén* (0.5 %), *béta-kubebén* (0.6 %), *béta-elemén* (2.1 %), *(-)-germakrén-D* (1.7 %), *transz-kariofillén* (1.9 %), *(+)-gamma-elemén* (0.6 %), *(+)-alfa-amorfén* (1.3 %), *alfa-humulén* (0.9 %), *(+)-germakrén-D* (100 %), *valencén* (2.1 %), *biciklogermakrén* (2.4 %), *delta-kadinén* (1.4 %), *(-)-alfa-amorfén* (0.7 %), *alfa-kadinén* (0.6 %), *elemol* (0.6 %), *(+)-spatulenol* (0.4 %), *alfa-kadinol* (1.4 %), valamint az *alfa-kopaén-8-ol* (1.0 %). A kiemelt 19 vegyület mindegyike használható lenne eredetjelző komponensként, ha az aranyvessző mézben is megjelenik. A többi kémiai osztály a vegyületek számát és mennyiségét tekintve szinte alig jelenkezik az aromaképben. Jelentőségük azonban nem hagyható figyelmen kívül, mert a szóban forgó alkotók aromaerőssége (az aromás alkotók és aldehidek esetében egyaránt), ha nem is meghatározó, mégsem elhanyagolható.

5.7.3. Aranyvesszőméz felvételek



26. ábra: Az aranyvesszőméz illatfelvételei 2005-ben (felső kromatogram) és 2006-ban (alsó kromatogram)

A két évjárat mézre vonatkozó felvételeit egymással összehasonlítva a 26. ábrán mutatom be. A kromatogramok nagyon hasonlítanak egymásra azzal az eltéréssel, hogy a germakrén-D (a mindkét kromatogramon kiintegrált csúcs ~ 25,2 percnél) mennyisége 2005-ben jóval kisebb a 2006. évinek. A virágmérésekben ekkora eltérés nem mutatkozott. Ennek valószínűleg időjárási oka van. Amennyiben a növény azonos virágzási szakaszában (pl. virágnyláskor) az időjárás hordásra nem alkalmas, feltehetőleg a gyűjtött nektár, és következésképpen a méz összetétele sem lesz tökéletesen azonos. A méhek gyűjtési szokásainak vizsgálata szerint előnyben részesítik ugyan a frissen nyílt virágokat, de szükségéből látogatják az öregedőket is. Mindez mutatja a probléma, vagyis a méz florális eredetének bizonyítása összetettségét.

A kromatogramok megfelelő elválasztásról tanúskodnak. A nagy, *tailing*-es csúcs a germakrén előtt mindkét felvételen a jácintintól (benzolacetaldehyd) származik és oka nem az

oszlop túlterhelése, hanem a megosztófázis (Supelcowax 10) komponenssel szembeni nem kielégítő polaritása. Figyelembe véve azonban, hogy minden más anyagra nézve a szeparáció megfelelő, nem lenne indokolt az álló fázis megváltoztatása.

5.7.4. Az aranyvesszőmész illatkomponensei

A méz kivonat felvételek tömegspektrometriás elemzése illatanyagokban gazdag mézről tanúskodik, ha a 88 alkotó azonosítását vesszük figyelembe. Közülük 43 tartozik a legillataktívabb terpén-szeszkviterpén és terpénszármazék kategóriába. Ideszámítva a szintén intenzív illatú 13 benzolgyűrűs vegyületet is, melyek között olyan növényi illatanyagok vannak mint például a p-cimén (1-metil-4-(1-metiletil)-benzol), a mezitilén, a p-ciménil(1-metil-4-(1-metiletenil)-benzol), a jácintin (benzolacetaldehid) és a p-cimén-8-ol akkor nem meglepő a kijelentés, melyszerint az aranyvesszőmész egyike a legkarakteresebb, egyedien illatos fajtamézeknek. Az azonosítás eredményét az egyértelműen felismert alkotók adataival a 36. táblázat sorolja fel.

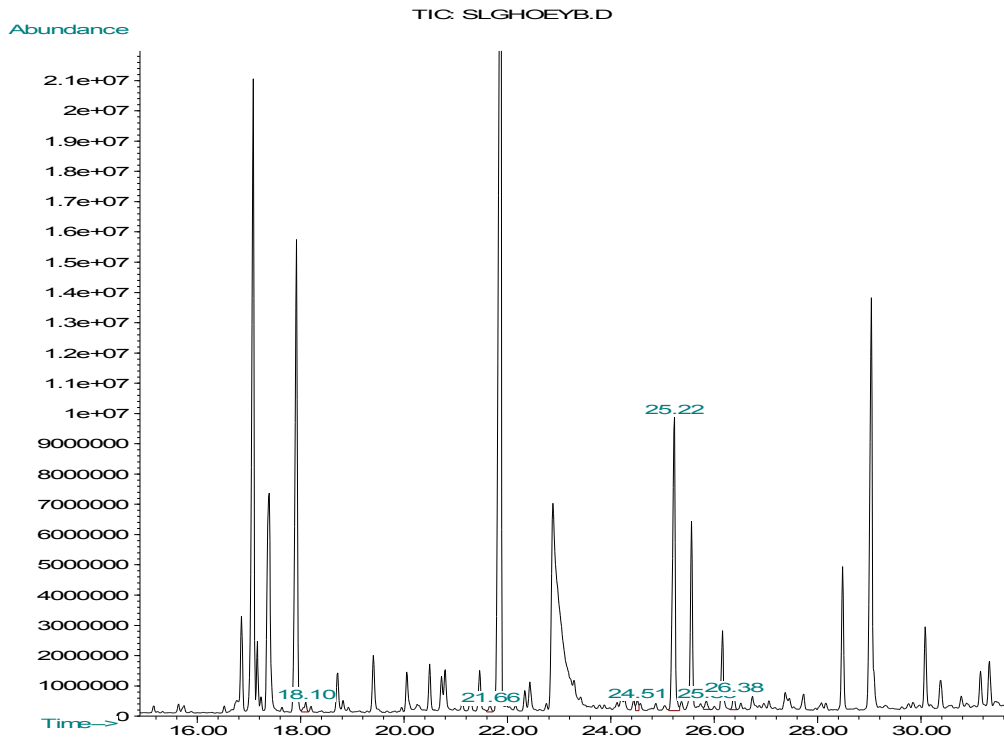
36. táblázat: Az aranyvesszőmész azonosított komponensei

Sorsz.	t_R	PTRI	Komponensek	Q %	Rel.Int.
			terpének, szeszkviterpének és származékaik		
1	6.829	1070	alfa-pinén	95	0.5
3	9.471	1169	l-fellandrén	93	0.4
5	10.494	1205	5-izoprenil-2-metil-2-viniltetrahydrofuran (herboxid)	92	0.5
6	10.648	1210	p-menta-1,5,8-trién	87	0.8
12	12.986	1297	1-metoxi-4-(1'-metiletil)ciklohexa-1,4-dién	83	0.3
13	13.622	1321	7,7-dimetilbicyclo[3.3.0]oktán-2-on	83	4.0
17	17.085	1444	cisz-linalooxid	91	59.6
18	17.163	1457	p-menta-1,5,8-trién	93	5.1
21	17.922	1476	transz-linalooxid	90	44.6
22	18.1	1486	*delta-elemén (p-ment-3-én)	86	1.0
27	19.95	1556	linalool (3,7-dimetil-1,6-oktadién-3-ol)	90	0.4
29	20.498	1576	orgonaaaldehid	72	4.3
32	21.29	1605	2-izopropil-5-metil-9-metilén-bicyclo[4.4.0]dec-1-én	92	1.6
34	21.663	1619	*béta-elemén	91	0.5
35	21.868	1631	hotrienol	90	100.0
36	22.341	1653	1-p-mentén-9-al	90	4.8
38	22.749	1662	mirtenal	94	0.6
40	24.207	1714	2,3-dimetil-bicyclo[2.2.1]hept-2-én (szantén)	78	1.7
41	24.263	1716	(S)-(+)-p-ment-6-én-2-on (karvotánacetone)	91	1.0
42	24.451	1723	*alfa-amorfén ((-)-6alfa-kadina-4,9-dién)	94	0.8
43	24.522	1725	l-alfa-terpineol	76	0.9
44	24.568	1727	.gamma.-Murolene	98	0.8
45	24.578	1726	endo-borneol (kámfol)	83	0.5
46	25.226	1745	*germakrén-d	98	31.2
47	25.564	1760	epoxilinalol (shuanghuaol)	90	16.7
48	25.847	1775	alfa-amorfén	95	1.1
49	26.16	1781	epoxilinalol	91	6.9
50	26.381	1792	*delta-kadinén	99	1.3
51	27.058	1820	nopol	80	0.8
52	27.374	1832	2,6,6-trimetil-1,3-ciklohexadién-1-karboxaldehid (szafranal)		2.1
53	27.729	1844	4,5-epoxi-1-isopropil-4-metil-1-ciklohexén	86	1.7
54	28.073	1860	béta-damaszcenon	90	1.0
59	31.322	1965	béta-terpinén (p-menta-1(7),3-dién)	90	4.4
60	32.047	2010	(Z,Z)-alfa-farnézén	72	4.5
61	32.343	2016	(+)-(R)-p-menta-1,8(10)-dién-9-ol	78	2.0

62	33.106	2044	cisz-3-butil-4-vinil-ciklopentén	81	0.8
63	34.634	2101	bicikloelemén	70	1.0
66	36.786	2180	gamma-eudezmol	99	2.4
68	37.197	2196	T-kadinol (10-béta-H-kadin-4-én-10-ol)	86	1.2
71	38.042	2228	alfa-eudezmol	95	1.0
72	38.216	2234	T-muurolol (10-béta-H-kadin-4-én-10-ol)	96	2.9
82	44.844	2484	nerolidol	95	21.1
			aromás (benzolgyűrűt tartalmazó) vegyületek		
8	12.086	1264	1-metil-4-(1-metiletil)-benzol (p-cimén)	95	1.3
10	12.808	1290	1,3,5-trimetil-benzol (mezitilén)	83	0.3
14	15.739	1399	metill-benzol (toluol)	72	0.9
15	16.768	1437	4-etil-1,2-dimetil-benzol (4-etil-o-xilol)	87	1.8
16	16.859	1441	1-metil-4-(1-metiletenil)-benzol (p-cimenil)	95	7.8
26	19.408	1535	benzaldehyd	91	5.3
39	22.88	1664	benzolacetaldehyd (hiacintin)	91	75.4
55	28.486	1872	p-cimén-8-ol	91	12.5
56	30.087	1932	benzoletanol	91	7.5
57	30.384	1943	2,6-bisz (1,1-dimetiletil)-4-metil-fenol (BHT)	93	3.0
67	37.059	2191	2,4,6-trimetil-1,3-benzoldiamin	86	3.3
69	37.399	2203	timol (5-metil-2-(1-metiletil)-fenol)	90	2.2
73	39.661	2287	2,4-bisz (1,1-dimetiletil)-fenol	94	2.9
			O-tartalmú heterociklusos vegyületek		
20	17.386	1460	2-Furánkarboxaldehyd (furfural)	91	28.7
24	18.718	1510	1-(2-furanil)-etanon (2-acetilfurán)	90	3.9
31	20.797	1587	5-metil-2-furánkarboxaldehyd (5-metil-2-furfural)	91	4.3
			laktonok		
79	43.261	2421	oxacikloheptadec-8-én-2-on	96	1.6
85	47.515	2579	hexadec-7-én-16-olid (muskambrett)	98	3.4
			nyíltláncú alkoholok, aldehidek, ketonok, acetálok		
9	12.426	1276	3-heptanol	72	1.0
23	18.198	1491	2-etil-1-hexanol (2-etilhexanol)	83	0.6
25	18.82	1514	dekanal	89	1.1
65	35.994	2151	6,10,14-trimetil-2-pentadekanon	92	2.7
			nyíltláncú karbonsavak észterei		
80	43.881	2444	11,14-eikozadiénsav metilészter	91	1.4
87	48.744	2624	2,4-diciano-2-(2,3-dimetil-3-pentenil)pentándisav dimetilészter	91	9.3
			zsírsavak		
84	47.386	2574	linoleinsav	92	0.9
			nyíltláncú és gyűrűs, telített és telítetlen szénhidrogének		
2	7.993	1112	n-undekán	94	0.2
7	11.326	1235	1-dodecén	94	1.0
11	12.904	1294	n-tridekán	93	0.3
19	17.235	1455	(Z)-3-hexadecén	90	1.3
64	35.487	2132	heneikozán	99	10.8
70	37.855	2220	dokozán	99	3.5
74	40.233	2308	trikozen	96	43.9
75	40.529	2319	(Z)-9-trikozen (muszkalur)	90	8.6
76	40.695	2326	(E)-9-trikozen (Z)- (muszkalur)	97	1.2
77	41.446	2353	ciklotetradekán	93	1.3
78	42.351	2387	tetrakozán	90	1.9
81	44.534	2468	szénhidrogén		24.4
83	45.788	2515	1-oktadecén	95	10.5
86	48.52	2616	hexakozán	97	8.6
88	49.827	2665	1-nonadecén	93	2.4
			ismeretlen szerkezetű anyagok		
4	9.76	1177	ismeretlen		0.5

28	20.059	1560	honey-H	98	4.2
30	20.727	1584	honey-J	93	3.1
33	21.459	1612	honey-K	98	3.9
58	31.147	1971	ismeretlen		3.8

Az írásmód információtartalma megegyezik az eddig alkalmazottakkal. A legfontosabbak természetesen a „**vastagon**” és a „***vastagon**” szedett vegyületek, melyek a botanikai eredet bizonyító erejű komponensei. Ez utóbbiak szinte mind a szeszkviterpének csoportjába tartoznak a germakrén szintézis biokémiai útjának megfelelően, és az alább bemutatott egyedi marker komponens-készlet létrejöttéhez vezetnek. A **27/a. és 27/b. ábra** mutatja be a szóban forgó anyagokat a kromatogramon elfoglalt helyükkel és az azonosításuk alapjául szolgáló mért spektrumaikkal egyetemben.



27/a. ábra: Az aranyvesszőmész virágeredet jelző alkotói

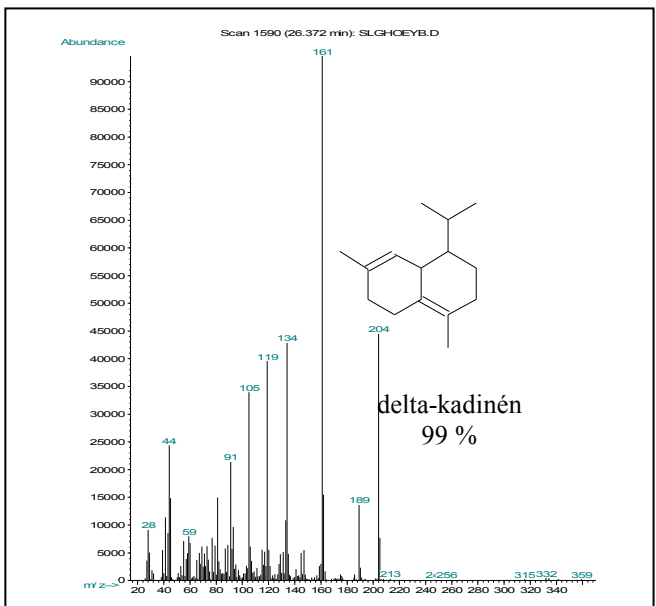
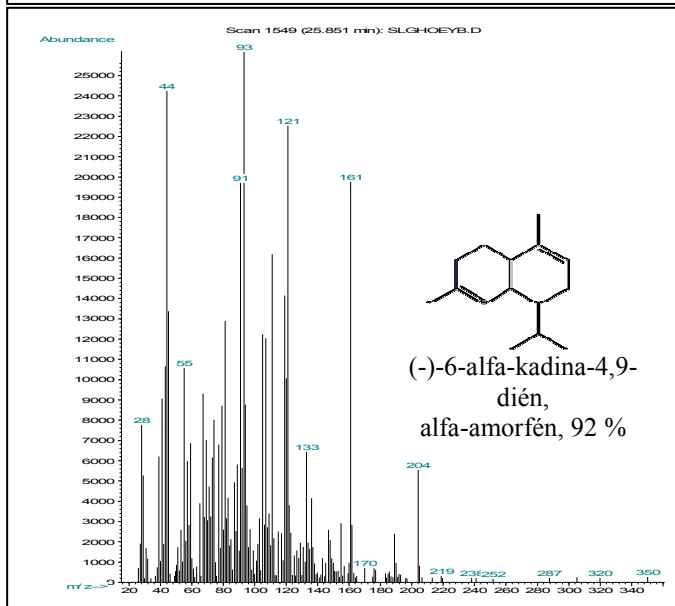
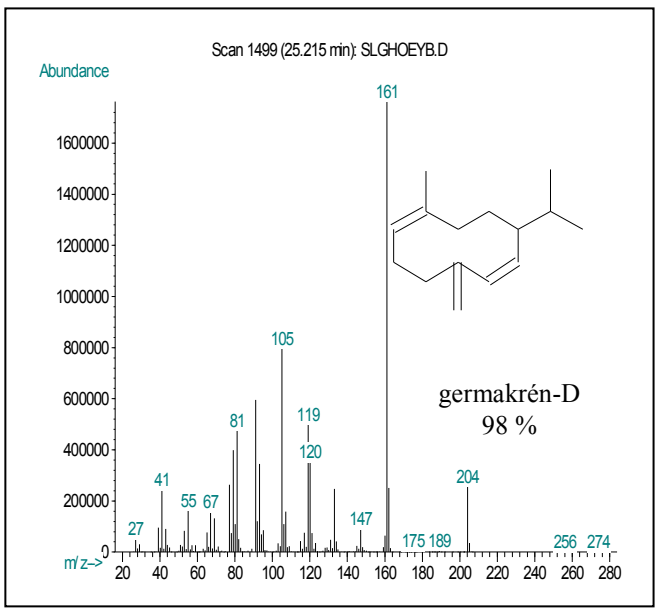
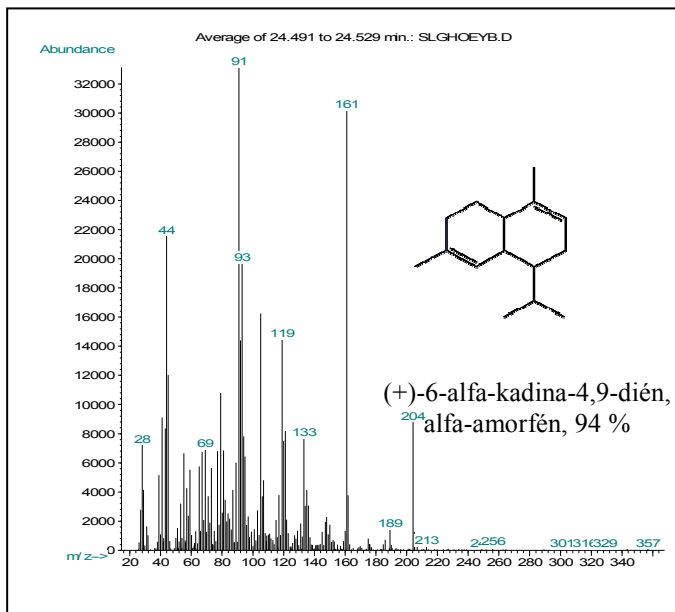
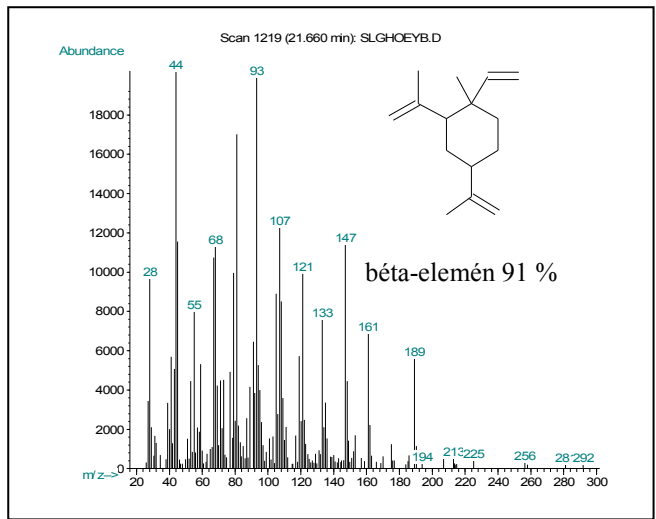
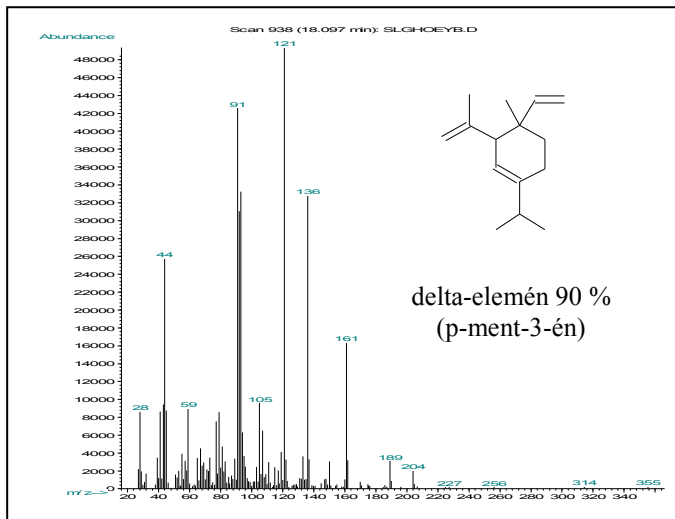
Az aranyvessző virág és ~ méz közös komponenseit sorolja fel a 37. táblázat.

37. táblázat: A szolidagómész és virág közös alkotói

Sorsz.	t_R		Komponensek	Q %	Rel.Int.
			terpének, szeszkviterpének és származékaik		
1	6.829	1070	alfa-pinén	95	0.5
3	9.471	1169	l-fellandré	93	0.4
17	17.085	1444	cisz-linalool	91	59.6
21	17.922	1476	transz-linalool	90	44.6
22	18.1	1486	*delta-elemén (p-ment-3-én)	86	1.0
27	19.95	1556	linalool (3,7-dimetil-1,6-oktadién-3-ol)	90	0.4
34	21.663	1619	*béta-elemén	91	0.5
42	24.451	1723	*alfa-amorfén ((-)-6alfa-kadina-4,9-dién)	94	0.8
43	24.522	1725	l-alfa-terpineol	76	0.9
45	24.578	1726	endo-borneol (kámfol)	83	0.5
46	25.226	1745	*germakrén-D	98	31.2
48	25.847	1756	*alfa-amorfén	95	1.1

50	26.381	1792	*delta-kadinén	99	1.3
			aromás (benzolgyűrűt tartalmazó) vegyületek		
8	12.086	1264	1-metil-4-(1-metiletil)-benzol (p-cimén)	95	1.3
			O-tartalmú heterociklusos vegyületek		
79	43.261	2421	oxacikloheptadec-8-én-2-on	96	1.6
85	47.515	2579	hexadec-7-én-16-olid (muskambrett)	98	3.4
			nyíltláncú alkoholok, aldehidek, ketonok, acetálok		
25	18.82	1514	dekanal	89	1.1

Az aranyvessző (*Solidaginis herba*) régóta használatos gyógynövényként, elsősorban flavonoid tartalma miatt, ami antioxidáns tulajdonságait okozza (APATI et al. 2003). Ugyanakkor azonban allergén hatását is leírták, a latex-szel mutat keresztallergiát (BAINS et al. 2002). Az aranyvessző mézének fogyasztásával kikerülhető az allergén hatás, mert a mézbe nem kerülnek át az eredeti növény allergiát okozó fehérjéi, ugyanakkor azonban a flavonoidok, valamint a szintén gyógyhatásúnak ítélt illóolajok vegyületei igen. Ezért az aranyvesszőnek fajtamézként való gyűjtése és forgalmazása mindenképpen ajánlható, nemcsak kedvező érzékszervi, hanem feltehetőleg gyógyító hatása miatt is.

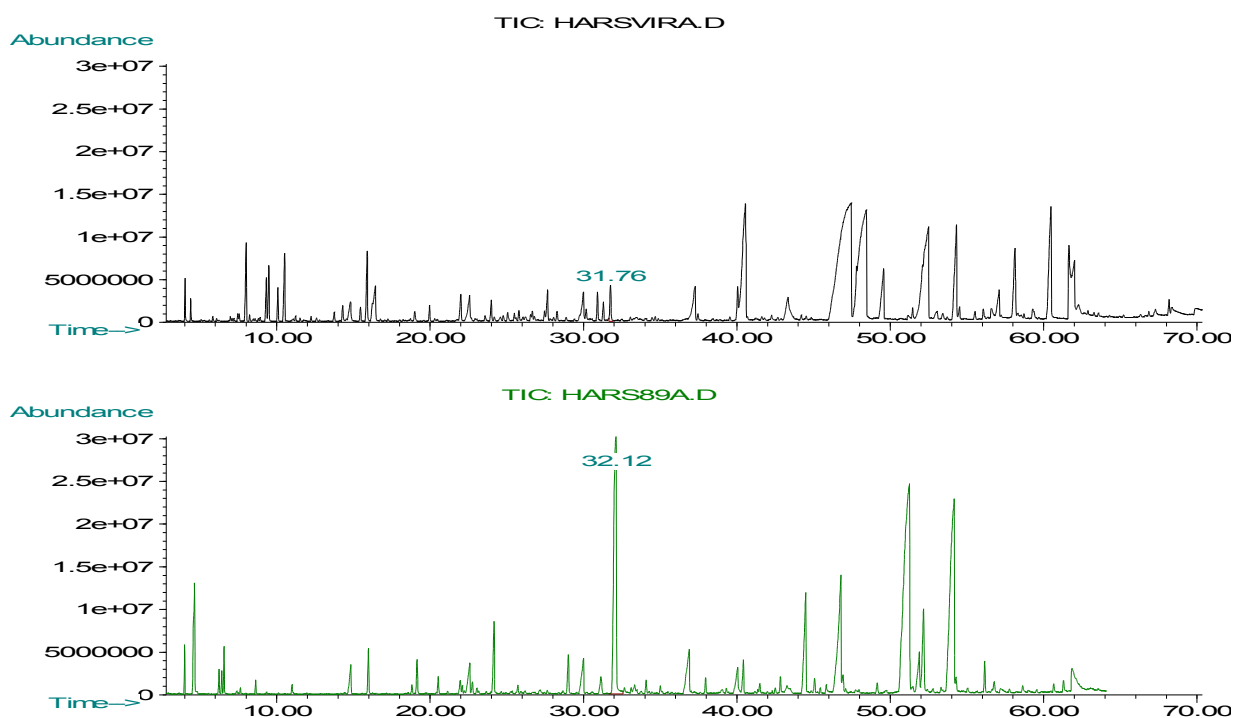


27/b. ábra: Az aranyvesszőméz egyedi marker komponensei

5.8. Az illatszerkezeti kapcsolatok elemzése

5.8.1. A hársvirág és hársméz illatszerkezetének kapcsolata

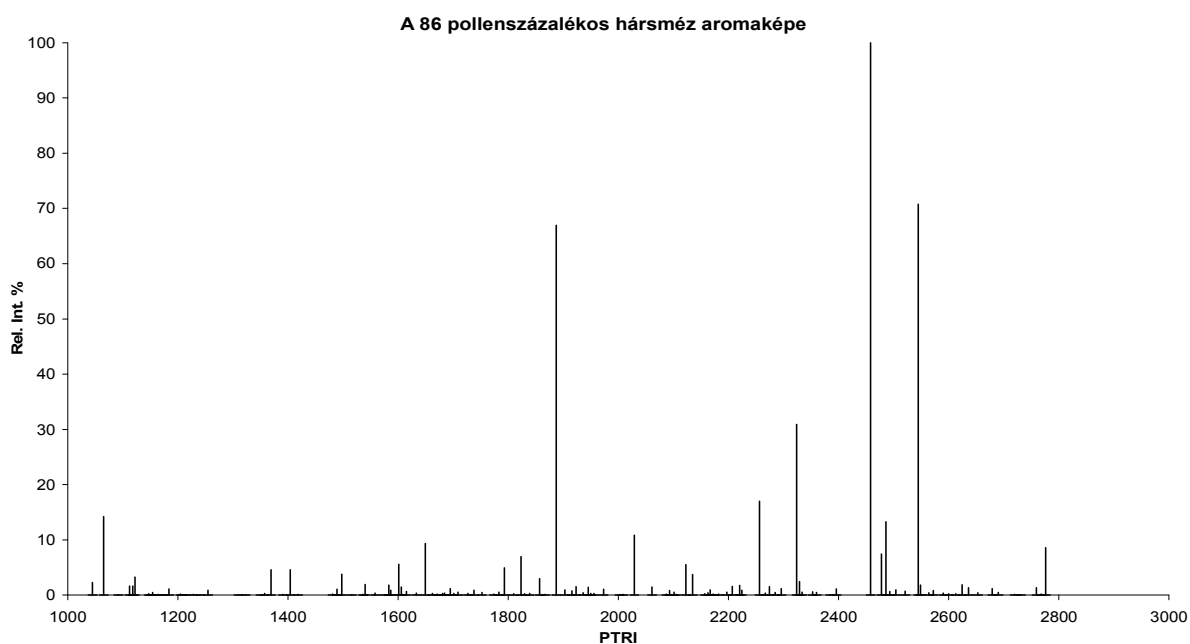
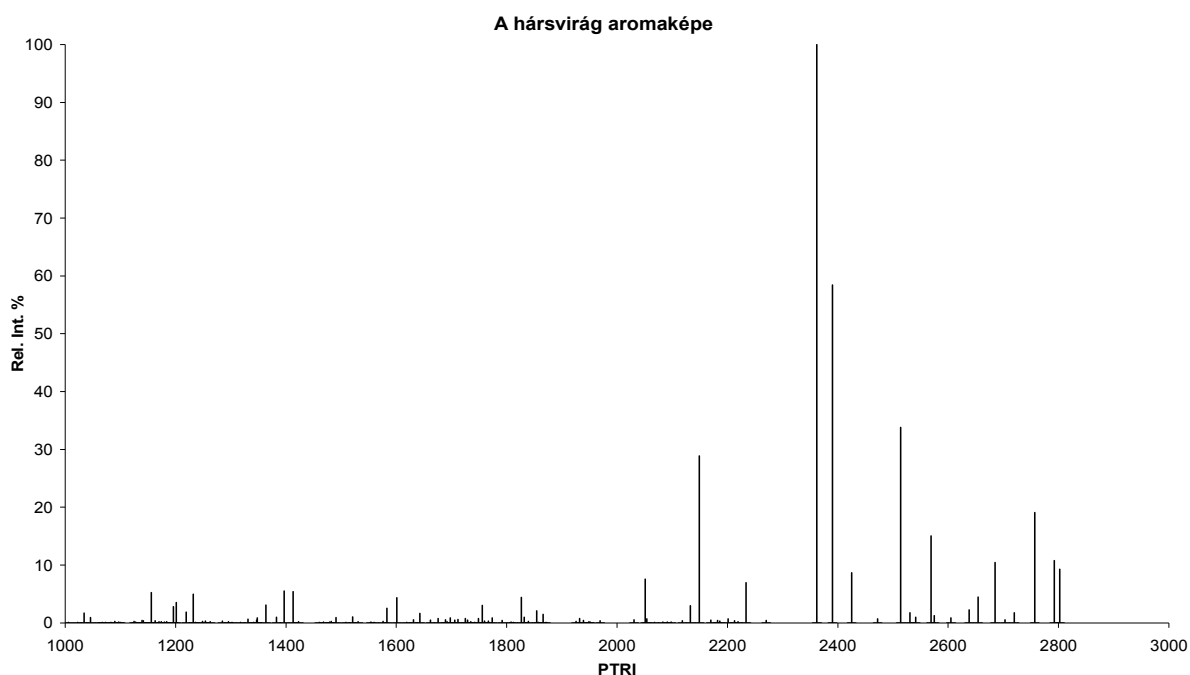
Ha a 5.3.1. és 5.3.3. fejezet hársvirág illetve ~méz gázkromatogramjait egymással közvetlenül összehasonlítjuk, sajnálatos módon semmiféle használható információhoz nem jutunk, sem az alkotók minősége (retenciós ideje), sem az illatkeverék érzékszervi tulajdonságaiban betöltött szerepe (első közelítésben mennyisége) szempontjából.



28. ábra: A hársvirág (felső) és ~ méz (alsó) kromatogramjainak összevetése

A 28. ábra éppen ezt a helyzetet mutatja be a legbiztosabban fellelhető közös alkotó, az általunk a mintákhoz adott benzilalkohol belsőstandard esetét hozva fel például. Kapilláris oszloppal végzett munka esetén a retenciós időknek ± 0.1 perc értéken belül egyezniük kell, máskülönben a reájuk alapozott minőségi azonosítás nem tekinthető megbízhatónak. A mennyiségi megfeleltetés szempontjából a két felvétel azt bizonyítja, hogy a méz mintaelőkészítési határfoka sokszorosan jobb a virágénál, jöllehet a képet árnyalja, hogy a méz esetében mintegy 10-szeres mennyiségű standardot használtunk. Ez a különbség a módszerfejlesztő munka következménye. Szerettem volna elkerülni ugyanis, hogy a kromatogramokat a mintával semmilyen kapcsolatban nem lévő belső standard uralja (ld. alsó felvétel). Ugyanakkor a helyes mennyiség megtalálása hosszadalmas, számos szempontot érvényesíteni hivatott feladat volt, és a későbbiek során sok, a kutatás elején készült felvétel kirétékelését megnehezítette.

Az imént tárgyalt bizonytalanságok megszűnnek a kettős kromatogram-normálási módszer alkalmazásával. A 29. ábra a virág és a méz aromaszpektrumát mutatja be, immár a mérés torzító hatásaitól mentes regisztrátum formájában.



29. ábra: A hársvirág és 89 %-os (pollen) hársmez aromaképe

A két felvételen a komponensek érték helyes retenciós adattal jelennek meg. Az azonos PTRI értékek azonos alkotót jelentenek, kivéve a néha előforduló csúcs-koincidencia véletlen eseteit. A benzilalkohol belsőstandard például mindkét felvételen 1880-as értéknél jelentkezik, ám szándékosan kihagytam az illatképekből, lévén idegen, általunk mesterségesen a mintákhoz adott anyag.

A véletlen csúcsegybeesés azt jelenti, hogy a PTRI értékek a retenciós időkből az alkotók szénhidrogénekhez mért relatív elhelyezkedésére vonatkozó, segédmérések segítségével számolt viszonyszámok, vagyis ha a virágban és a mézben különböző komponensek eluálódnak egyazon szénhidrogénpár retenciós idő intervallumának ugyanazon pontján, akkor azonos PTRI értéket kapnak, jóllehet kémiaiilag különböznek egymástól. Azaz a PTRI mérés nem oldja meg a szeparációs problémákat. A megfelelően el nem választott anyagok (azonos, vagy elfogadhatatlanul közeli retenciós idők) programozott hőmérsékleti retenciós indexei is összetéveszthetően egyformák

lesznek. Az eljárás előnye az, hogy kiküszöböli a retenciós idők csúszásából eredő hibákat és javítja az összehasonlíthatóságot és azonosíthatóságot. Ez főleg nagy időtartamot átfogó (az oszlop néhány esztendő élettartama) mérésorozatok során jelent nagy előnyt.

A függőleges tengely normálása a virág kromatogramok esetében a trikozánra, a méz esetében pedig az etiloleátra nézve történt meg, mivel ezek voltak a kromatogram legnagyobb csúcsai, ezeket választottam 100 %-nak. Ez az eljárás önkényesnek tűnhet, de használhatóságát az alábbiak szerint tudom megvilágítani. Az illat-analitikában az egyes alkotók relatív mennyiségét a kromatogramon detektált csúcsok összterületének százalékában adják meg. A csúcsok összterülete azonban az integrálás paramétereinek függvényében nagyságrendeket változhat. Akárhogy változik is azonban az összterület, a legnagyobb csúcs mindig a legnagyobb marad, és így tovább. Helyesebb tehát, ha a vonatkoztatás alapjául a legnagyobb alkotót választjuk, és nem a nagyon integrálási paraméter-függő összterületet. Ugyanis ez utóbbi mindig sokszorosán meghaladja a legintenzívebb csúcs területét és ezért előfordulhat, hogy az illattulajdonságok szempontjából fontos, kis koncentrációjú vegyületek láthatatlanul kicsivé válnak és az ábrázolás számára elvesznek. Ennek következtében azután az értékelő-értelmező összehasonlítás során információt veszíthetünk, talán éppen a leglényegesebb illataktív anyagok jelenlétének megítélése során. Az itt leírt elvet az abszolút tömegspektrumok relatív spektrummá alakítása során alkalmazzák, pontosan azonos okok miatt. Ahogy az illatanalitikában, a tömegspektrometriában sincs a kicsinyége miatt jelentéktelen csúcs. Lehet, hogy éppen egy vagy két ilyen kis csúcs megjelenése (hiánya) a döntő a spektrum (kromatogram) adott molekulaszervezethez (illatípushoz) tartozásában.

A 29. ábra felvételeinek összehasonlítása kétséget kizáróan azt sugallja, hogy a hársvirág és hársmez illata nem feltétlenül egyezik meg egymással, amit az érzékszervi tulajdonságok is bizonyítanak. Kísérleteket végeztem mézkülönlegességeket fogyasztó és ezért magukat a mézekhez jól értőnek tartó kollégákkal, akik bizonyosak voltak abban, hogy felismerik illatáról a hársmezet. A gödöllői szakembereket kivéve, akik hivatásszerűen foglalkoznak mézek érzékszervi felismerésével, a többiek nem boldogultak a feladattal. Ez is bizonyítja azt, amit a kromatogramok, hogy nincs tökéletes hasonlóság a méz és a virág illata között.

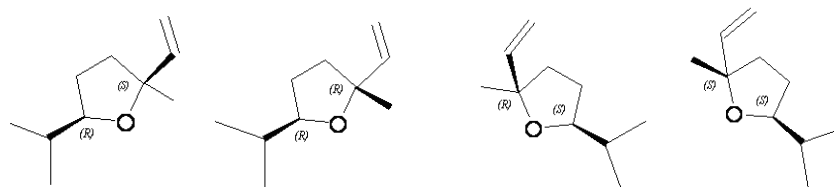
Hasonlóság azonban van, a felvételek részletes tömegspektrometriás elemzése kimutatta, hogy a virág és a méz szép számban tartalmaz közös alkotókat, szám szerint 30 vegyületet.

38. táblázat: A hársvirág és ~ méz közös komponensei

Sorsz.	t_R	PTRI	Komponesek	Q %	Rel.int.
			terpének, szeszkviterpének és származékaik		
6	6.172	1135	verbenén	90	0.05
8	7.487	1178	alfa-terpinén	96	0.65
11	8.264	1202	béta-tujén	90	0.26
12	8.631	1213	*7,7-dimetil-2-metoxi norborn-2-én	78	6.69
13	9.329	1235	gamma-terpinén	96	1.08
17	10.503	1273	alfa-terpinolén	94	0.37
19	12.857	1354	*cisz-rózsaoxid	91	0.56
28	18.82	1518	*kaporéter (Honey-F)	95	6.02
35	21.969	1607	*kaporéter	93	10.79
36	22.101	1624	l-4-terpineol	97	5.13
41	24.172	1673	*hárséter	97	55.19
46	25.723	1726	*endo-borneol (kamfol)	91	6.77
54	29.014	1817	*krizantenon	89	29.10
58	30.54	1864	karveol 1 = traszn-(+)-karveol	95	1.65
			aromás (és benzolgyűrűt tartalmazó) vegyületek		
25	15.98	1433	1-metil-4-(1-metiletenil)-benzol, (para-cimenil)	96	26.88
29	19.152	1528	benzaldehyd	96	22.39
76	39.317	2127	4-(1-metiletil)-benzolmetanol, (p-cimén-alfa-ol)	96	3.04
82	41.496	2192	5-metil-2-(1-metiletil)-fenol, (timol)	93	5.40
			laktonok		

87	43.271	2245	(+)-15-hexadekanolid	99	10.40
110	55.04	2595	hexadec-7-én-16-olid, (muszkambrett)	96	4.87
			nyíltláncú karbonsavak észterei		
73	37.965	2087	etiltetradekanoát, (etilmirisztát)	95	8.52
89	44.488	2281	etilhexadekanoát, (etilpalmitát)	97	100.00
			zsírsavak		
115	57.196	2659	mirisztinsav, (tetradekánsav)	90	7.70
123	61.849	2797	palmitinsav, (hexadekánsav)	99	50.72
			nyíltláncú és gyűrűs, telített és telítetlen szénhidrogének		
3	5.567	1124	n-undekán	78	0.45
27	18.561	1510	n-pentadekán	96	1.20
64	33.339	1950	n-nonadekán	90	8.86
78	40.048	2149	heneikozán	91	32.31
94	46.775	2349	trikozán	97	182.05
102	51.895	2501	pentakozán	91	43.83
122	61.642	2791	heptakozán	90	0.93

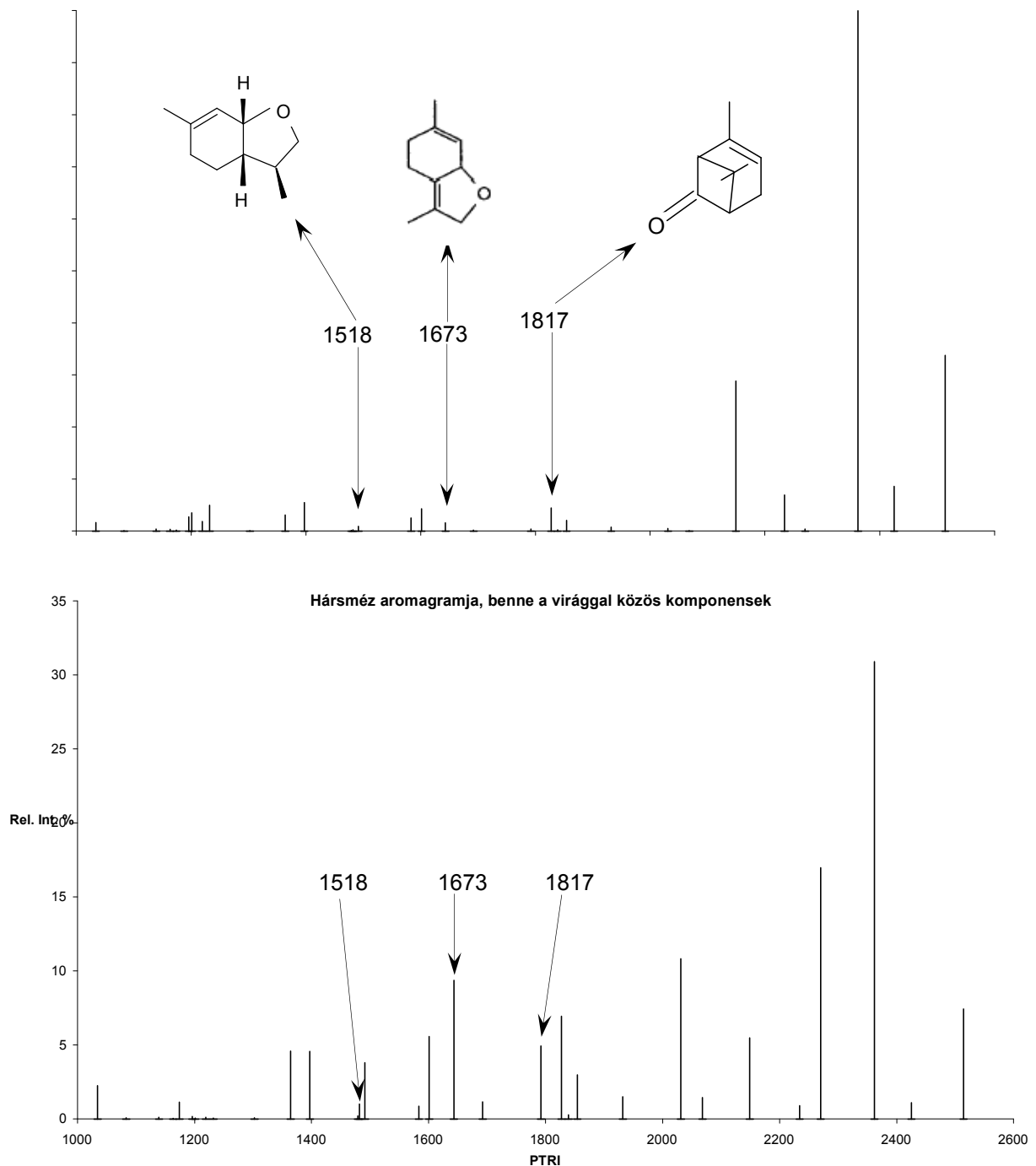
A fenti illatanyagok közül sok a növényvilágban igen gyakori vegyület. Szinte minden növényi eredetű mintában tapasztalható előfordulásuk következtében várhatóan egybeesést mutatnak majd a későbbiekben tárgyalt mézek alkotóival. Ezek az elúció sorrendjében rendre: az alfa-pinén, l-fellandré, alfa-terpinén, limonén, béta-tujén, gamma-terpinén, alfa-terpinolén, linalool, 4-l-terpineol, l-alfa-terpineol, valamint benzaldehid. A „*vastag” szedésű nevek ritka, nagy illatértékű és a fajtafelismerésben várhatóan információ-értékkel bíró anyagokat takarnak. A kaporéter két különböző index értéknél jelenik meg. Ez szokatlan ugyan, de nem megmagyarázhatatlan. Az ok az, hogy bár a használt 60 méteres Supelcowax oszlop nem enantiomerek elválasztására készült, mégis számos esetben előfordul (például rózsaoxidok, linalool-oxidok, orgonaaldehidek, vitispiránok stb.), hogy a szóban forgó vegyület számos izomer molekuláját szétválasztja. Jelen esetben is ez a helyzet áll fenn.



A linalool-oxid enantiomerjei (2S, 5R -cisz-linalool oxid; 2R, 5R -transz-linalool oxid; 2R, 5S -cisz-linalool oxid; 2S,5S -transz-linalool oxid) más-más és elúciós tulajdonságokkal rendelkeznek

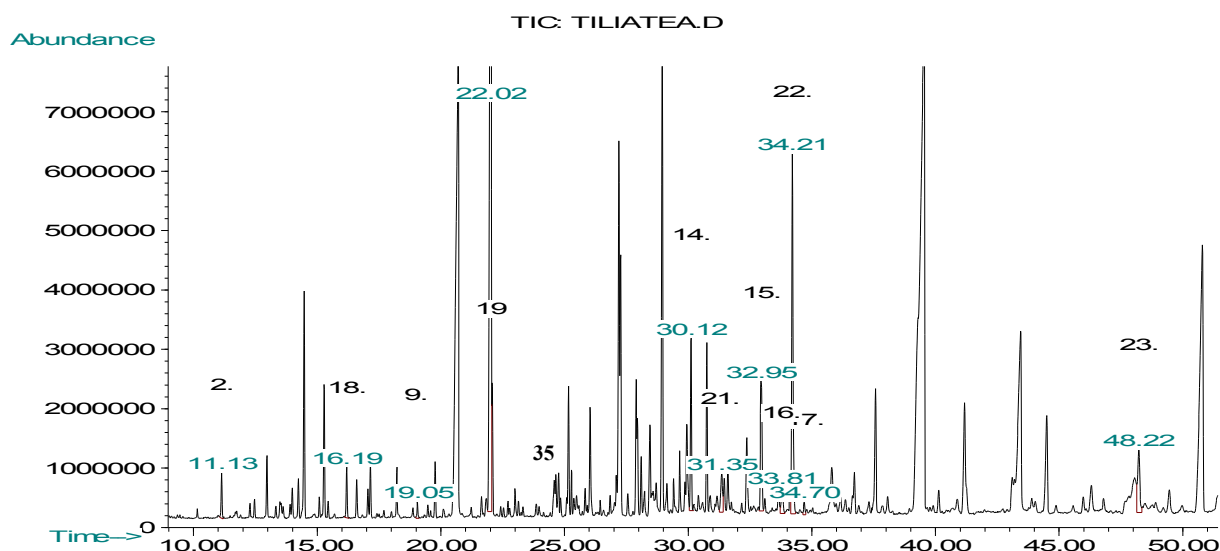
A táblázat normál-szénhidrogén alkotói illatértéket nem képviselnek és elterjedtségük annyira általános, hogy komoly eredetjelző funkciójuk kétséges. Az irodalom szerint a benzaldehid a sikiminsav metabolikus útvonal egyik termékeként jelen lehet mind a virág, mind a méz illatképében, tapasztalataim szerint azonban esetünkben a benzilalkohol belsőstandard oxidációs terméke, és megjelenése egyik kiváltó oka volt a standard 1-undekanolra történő cseréjének. Az összefoglalásban néhány szóval kitérek a belsőstandard probléma részleteire. Az illatanyagok között található benzolgyűrűs 1-metil-4-(1-metiletil)-benzol (p-cimén), 1-metil-4-(1-metiletenil)-benzol (p-ciménil) és p-cimén-8-ol szintén a sikiminsav anyagcsereút termékei és finom illatú aromás növényi vegyületek, ám a további mérési eredmények tükrében elmondható, hogy nem tekinthetők nagyon egyedinek. Illataktívítási szempontból a legfontosabb a terpének és terpénszármazékok alább felsorolt csoportja: alfa-terpinén, béta-tujén, 7,7-dimetil-2-metox-norborn-2-én, gamma-terpinén, transz-béta-ocimén, alfa-terpinolén, cisz-rózsaoxid, *kaporéter (1518), l-4-terpineol, *hárséter (1673), endo-borneol (kamfol), *krizantenon (1817), valamint

traszn-(+)-karveol. Ezek egyben a legigéretesebb marker komponensek. Köztük a ***vastagon** szedett alkotók az irodalom szerint is a hárs eredet egyértelmű jegei. A virág-méz közös komponensek ábrázolásával készült illatspektrumokat az 30. ábrán mutatom be.



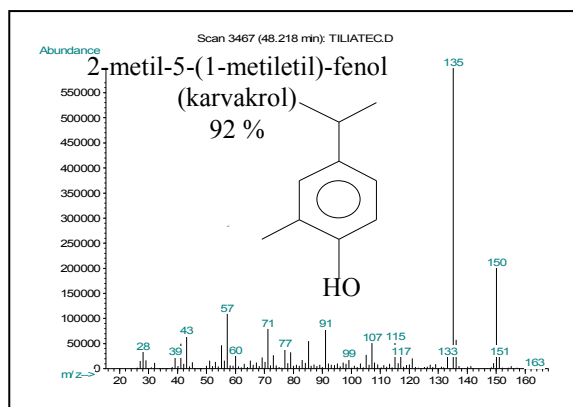
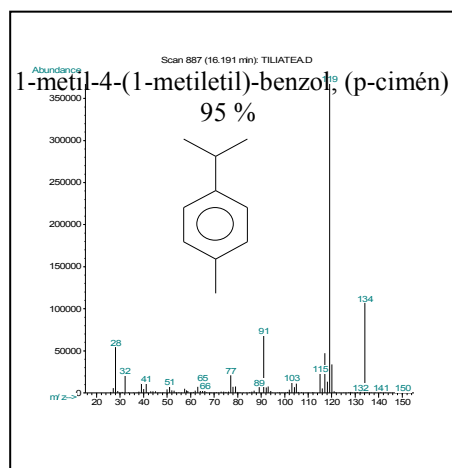
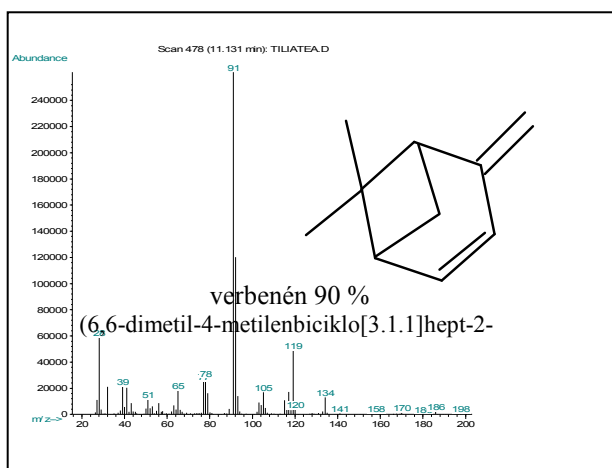
30. ábra: A hársvirág és a 89 pollen %-os hárméz közös komponensei

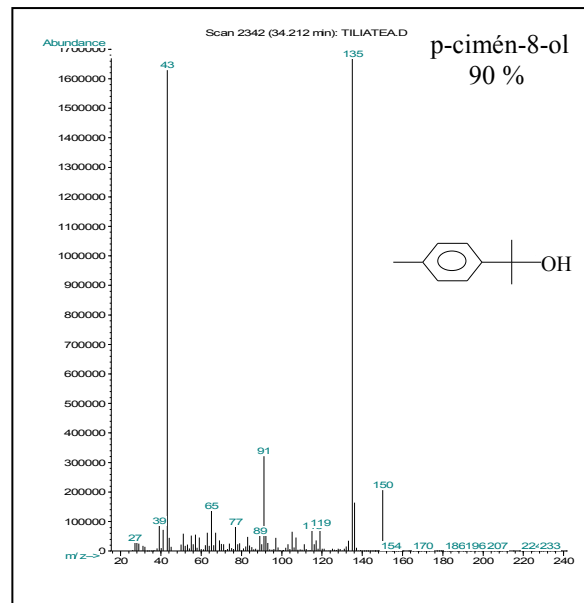
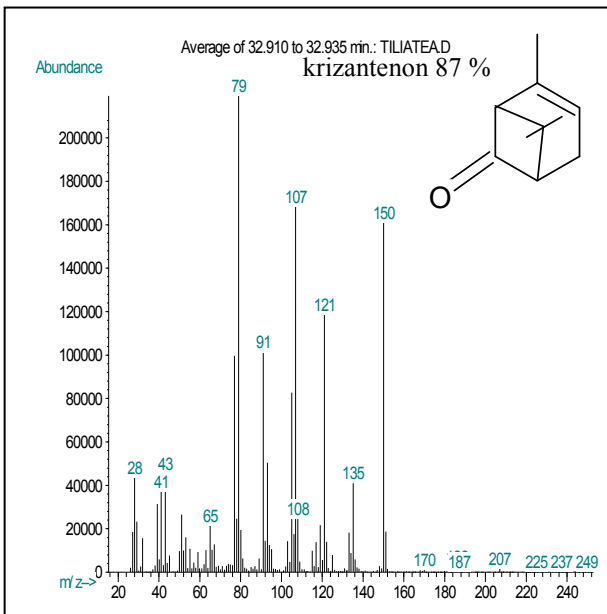
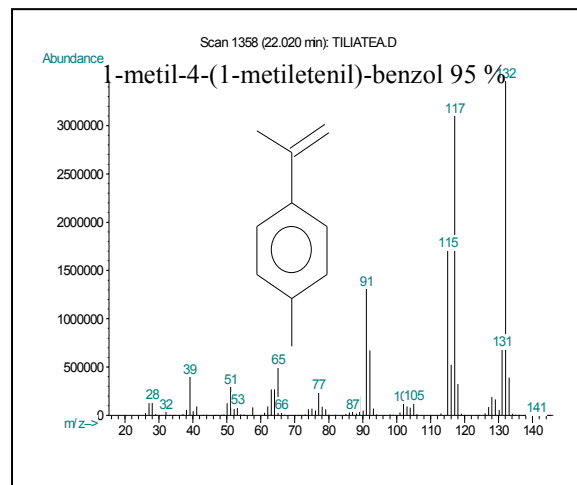
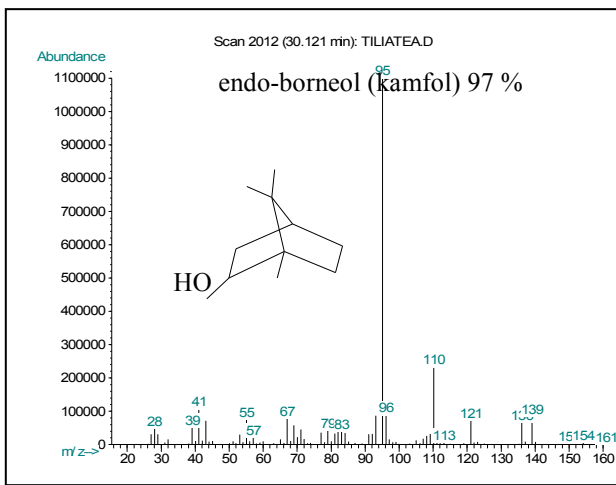
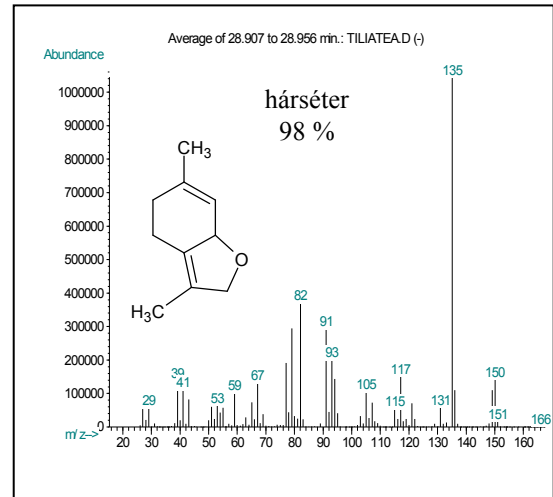
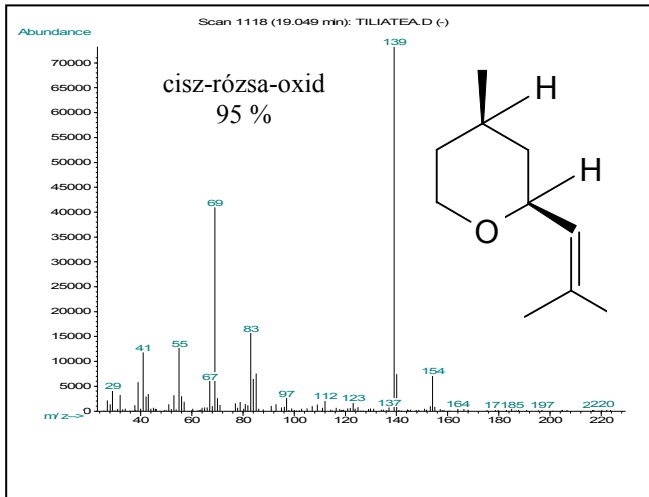
Az észterek és normál szénhidrogének sem számottevő illataktivitással, sem azonosító erővel nem rendelkeznek. A hárméz kormatogramján elúciós sorszámukkal beszámozva az értékesnek ítélt azonosító csúcsokat a 31. ábrán, szerkezetüket pedig alább mutatom be.

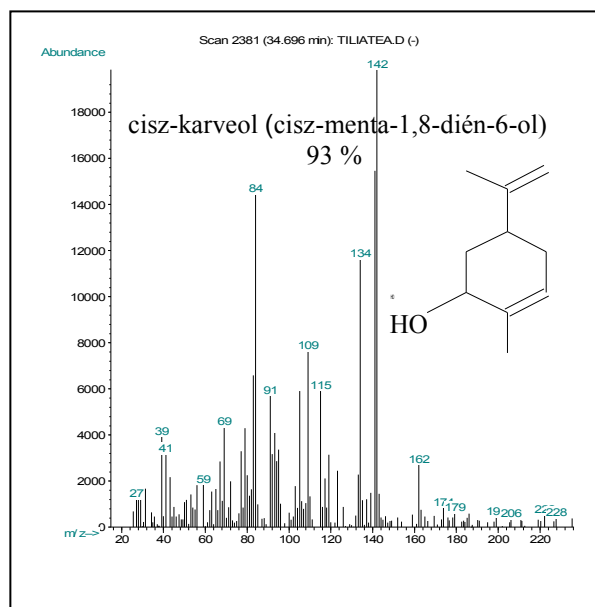
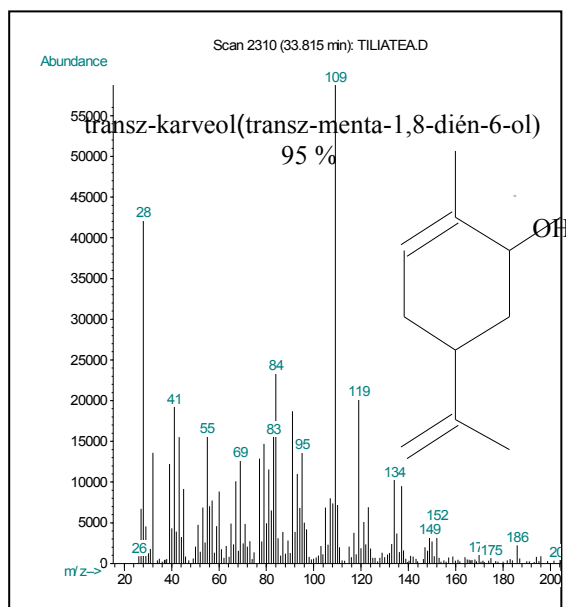


31. ábra: A várhatóan “marker” alkotók elhelyezkedése a hársmez kromatogramján

A florális eredet igazolása szempontjából ígéretes komponensek kémiai szerkezete az azonosítás alapjául szolgáló, a kromatogramon mért tömegspektrumaikkal, a kémiai osztályok szerint:







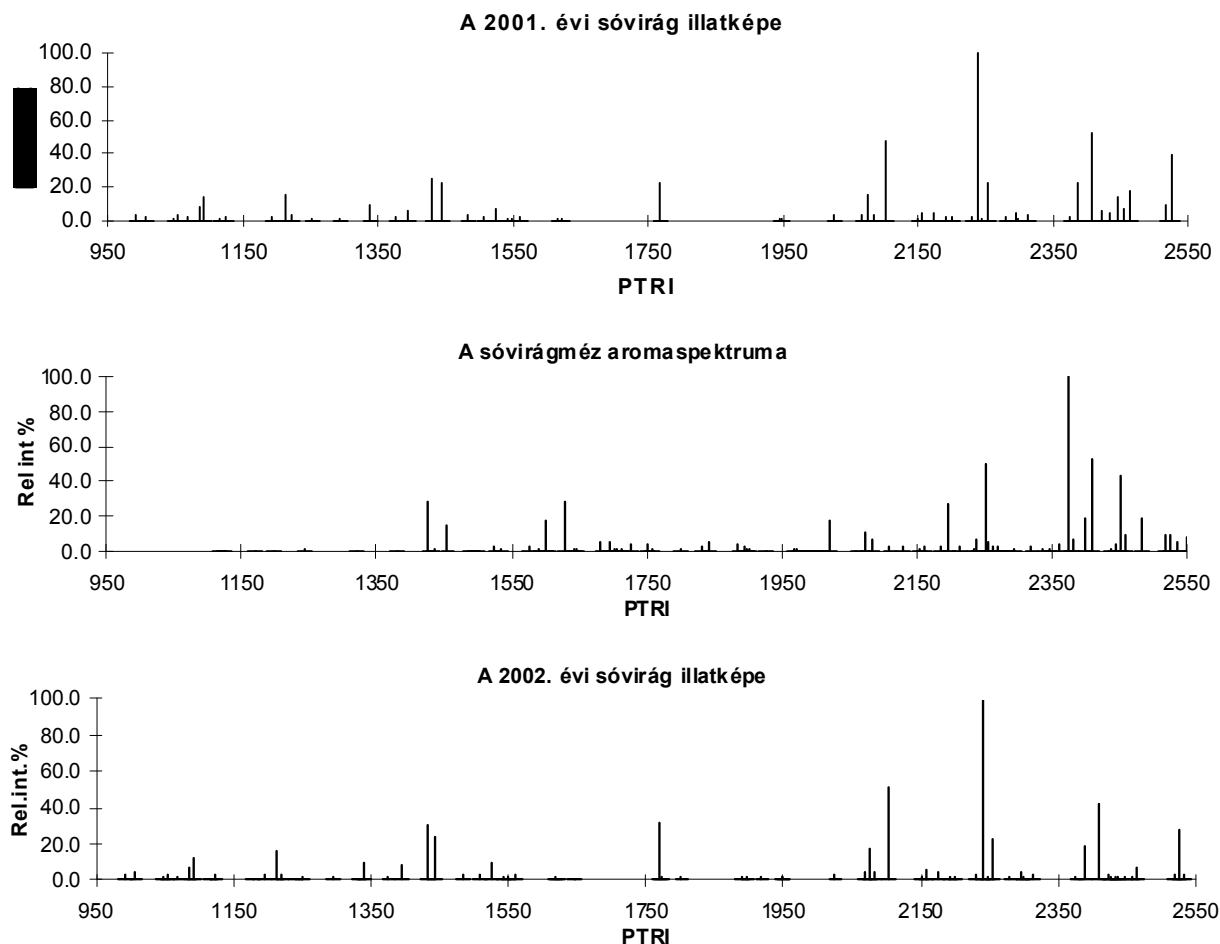
A felsorolt anyagok közül – ritka előfordulásuk következtében – az alábbiak várakozás szerint marker komponensek lehetnek: verbenén, cisz-rózsa-oxid, kaporéter, hárséter, krizantenon. Végleges döntés azonban csak az irodalmi adatok és összes vizsgált mézre vonatkozó eredmény kritikai elemzése után hozható, mert ekkor derül ki, hogy ezek az anyagok teljesítik-e az egyediség feltételét, vagy esetleg más mézben is előfordulnak. A mérések szerint azonban leszögezhető, hogy a 38. táblázat alkotói egyenlőre a hársméz egyedi, *azonosító* anyagainak tekintendők, annak ellenére, hogy az észterek és normálalkánok osztályában talált vegyületek információértéke várhatóan csekély.

A 38. táblázat két komponense a (+)-15-hexadekanolid és a hexadec-7-én-16-olid, (muszkambrett) nem fordulnak elő ugyan a virágban, de igen különleges, az állati (cibetmacska és pézsmaszarvas) területjelző anyagokhoz hasonló szerkezetű, makrociklikus vegyületek, nagy illataktivással. Minden hársmézben jól mérhetően jelen vannak, és ezért bár nem virágeredetűek, s így az illatforrás (hársvirág) bizonyítékai nem lehetnek mégis a vizsgálatok jelen stádiumában *marker* anyagoknak kell tekintenünk őket.

A 30. ábra három vegyülete, a kaporéter (1518), a hárséter (1673), és a krizantenon (1817) a mézben látszólag nagyobb mennyiségben van jelen mint a virágban, ami lehetne annak eredménye, hogy a méz készítése során mintegy betöményednek az oldatban, a víz elpárolgása következtében. Mindazonáltal valószínűbb, hogy a hársmézben választott területnormáló komponens (ez esetben az etiloktadekanoát a természetes belső standard) nem olyan sokszorososan haladja meg a többi anyag mennyiségét, mint a virág esetében a trikozán. Így felmerül a kérdés, van-e létjogosultsága a mennyiségi arányok iménti kezelésének. Minthogy azonban az arányokat az összterület százalékában kifejező megoldás sem vizsgálja, hogy a különböző mintákban detektált összterületek akár csak azonos nagyságrendűek-e, ez a megoldás sem ad rosszabb választ erre a problémára. Vagyis hogy melyik mintában melyik alkotóból van több, és ha több van, hányszor több, arra az összterület-százalékos módszer alapján sem lehet következtetni. A szóban forgó hársvirág esetét tekintve például nyilvánvaló, hogy a trikozán hatalmas (100 %-os) területéhez a többi csúcsterületet is hozzáadva, az amúgy is alig észlelhető *hárs-komponensek* (kaporéter, hárséter, krizantenon) láthatatlanná válnának, ezzel végképp elveszve a vizuális értékelés számára. A mindössze 1989-ben felfedezett és tisztázott szerkezetű hárséter fellelése mind a virágban mind a mézben megnyugtató bizonyítéka a kidolgozott aromavizsgálati módszer feladatra való alkalmasságának.

5.8.2. A sóvirág és sóvirág-méz illatszerkezetének kapcsolata

A sóvirág és sóvirágméz illatulajdonságainak átfogó értékelése oldható meg a gázkromatogramokból készített aromaszpektrumok összehasonlításával. Minthogy a területnormálási és PTRI mérési eljárás mindkét minta esetében megszabadítja az eredményeket a mérési folyamat torzító hatásától, az összevetés az illatképen keresztül az illatulajdonságok hasonlóságáról is tájékoztat. A 32. ábrán mutatom be a virág és a méz vonatkozó relatív aromagramjait. A két, egymásra jól illeszkedő virág illatképe között a méz aromaszpektruma jól mutatja, hogy nincs közöttük azonnal szembetűnő hasonlóság. A relatív aromagramoknak nagyjából a 2000-es indexig terjedő, a virág-illatanyagokra jellemző kétharmada, 4 nagy alkotót kivéve, mind a komponensek számát, mind azok intenzitását tekintve sokkal gazdagabb a virágok, mint a méz esetében. Ezek a vegyületek a cisz-linalooloxid (1444, 27.81 %), a transz-linalooloxid (1476, 15.54 %), a hotrienol (1631, 17.88 %) valamint a benzolacetaldehid azaz jácintin (1648, 27.90 %). Közülük az első kettő virág-illatanyag. A jácintin (benzolacetaldehid) fellelése a mézben nem várt eredmény, mert méréseink szerint nem természetesen előforduló alkotója a sóvirág illatanyagainak, de szintén virágeredetű vegyület.



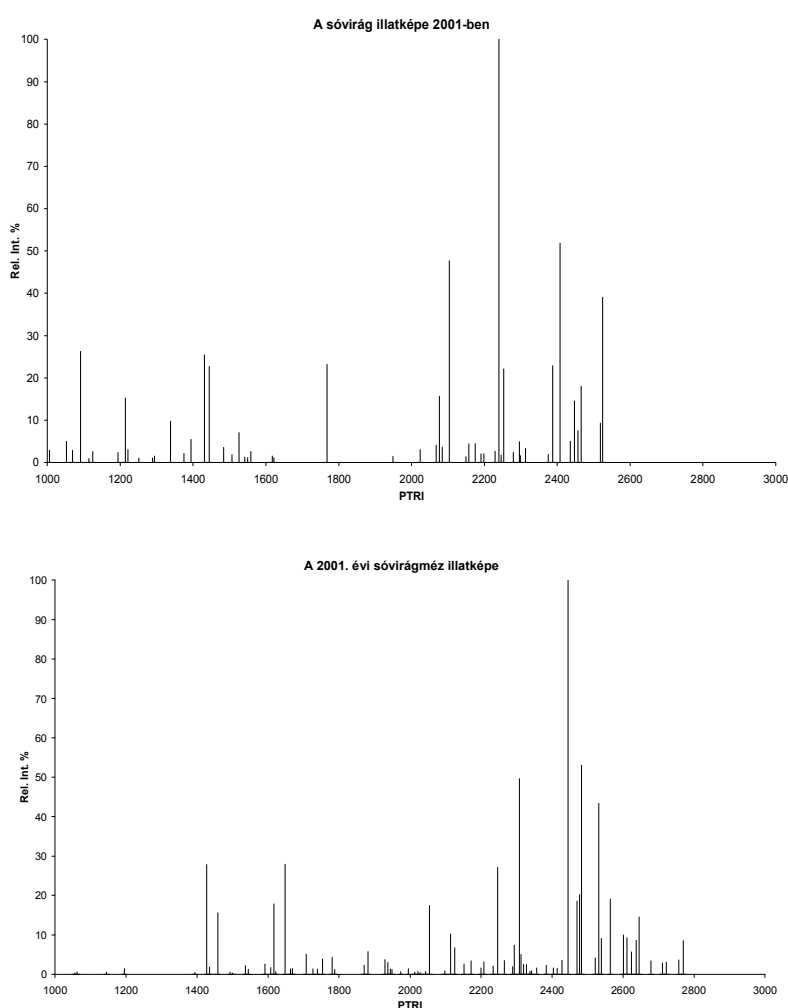
32. ábra : A két sóvirág minta és a sóvirágméz illatszpektrumainak összehasonlítása

A virág felvételeken az azonos intervallumban további három intenzív csúcs jelentkezik 1445-es (25.4 %) PTRI-nél a meglehetősen illattalan 2,6,10-trimetil-dodekán, az enyhe gombajellegért felelős alkotó a 1-oktén-3-ol (1458, 22.69 %) és a szintén speciális illatot hordozó 1-[6-hidroxi-2-metil-3-(1-metiletil)fenil]-etanon (1542, 7.0 %). A virágfelvételeken 1790-es indexnél jelentkező nagy komponens (23.1 %) a ciklooktán, ami a mézben nem detektálható, egyébként pedig illatsemleges anyag.

Az illatképek utolsó, PTRI ~ 2000-2500 régiójának összevetése bizonyos szempontból érdektelen, mert a méz esetében itt főként a méhviaszból származó zsírsavetilésztér- és zsíralkohol-származék hosszú szénláncú alkán vegyületek jelentkeznek. A pontosság kedvéért ezek a csúcsok: az etiltetradekanoát (2069, 17.4 %), az etilhexadekanoát (2256, 27.1 %), trikozán (2312, 49.6 %), az etiloleát (2447, 100 %), a nerolidol (2484, 53.0 %), a (Z,Z,Z)-metil-linolenát (2531, 43.3%), valamint a (Z)-oktadec-9-én-18-olid (2563, 19.1 %) és dokozanolid (2599, 9.96 %). A felsoroltak közül számottevő illataktivitással csak a **nerolidol** és az **(Z)-oktadec-9-én-18-olid** rendelkezik, szerkezetüket már bemutattam.

A sóvirág és ~méz illatkép utolsó harmadának főbb alkotói a következő anyagok; (2931, 15.7 %) nonadekán, 6,10,14-trimetil-pentadekanon-2 (2138, 47.7 %), normál dokozán (2217, 100 %), drim-8-en-11-al (2287, 22.1 %), 8-hexil-pentadekán (2424, 22.8 %), driminol (2446, 51.9 %) és a 10-metil-eikozán (2471, 39.0 %). A paraffinok illataktivitása gyakorlatilag zérus. A régió két fontos, potenciális szeszkviterpén-származék illathordozó komponense a **drimenal** és a **driminol**.

A 2001. évi sóvirág és sóvirágméz aromaképeit összehasonlítva a 33. ábrához jutunk.



33. ábra: A 2001. évi sóvirág és ~méz aromaspektruma

Kiegészítésül csak azt kell hangsúlyoznom, hogy jelen esetben a gázkromatogramokon integrálással nyerhető retenciós idők azonosításra történő felhasználásra még hozzávetőleg sem alkalmasak, mert a virágmérések 60, a méz mérések azonban 30 méteres oszlopon történtek. Ilyenformán az abszolút kromatogramok közvetlenül nem hasonlíthatók össze. A PTRI értékek azonban összehasonlíthatóak. A középértékre számított ± 5 egységen belül megegyeznek egymással, akár 30, akár 60 méteres oszlopon történt a meghatározás. Ezért lehet kijelenteni, hogy a 33. ábra „csúcsai” azonos helyeken azonos komponenseket jelentenek (a véletlen koincidencia

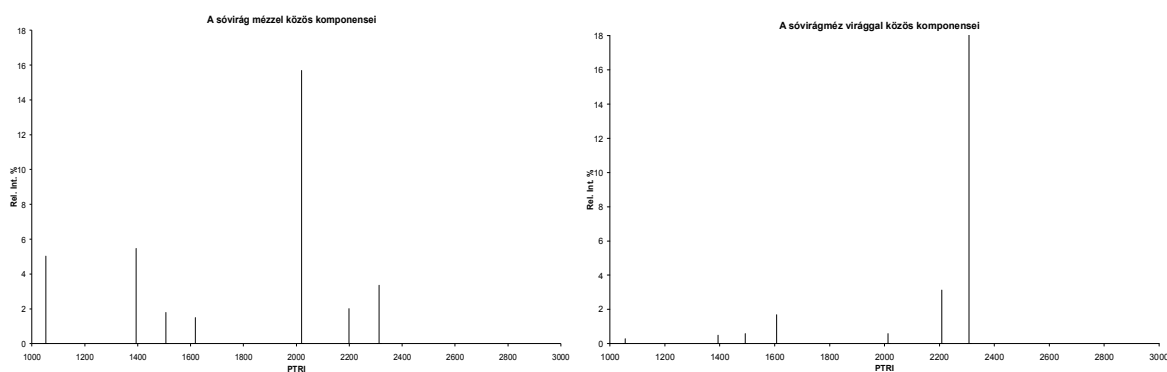
előző fejezetben tárgyalt eseteit leszámítva) és állapítható meg kétséget kizáróan, hogy a sóvirág és ~méz illattulajdonságai a vizuális kép alapján várhatóan nem hasonlítanak egymásra.

A valóságban a két minta meglepően kevés közös komponenst tartalmaz, amint azt a 39. táblázat adatai is bizonyítják.

39. táblázat: A sóvirág és sóvirágméz közös alkotói

Sorsz.	PTRI	Komponensek	Q (%)	Sóvirág Rel.Int.%	Sóvirágméz Rel.Int.%
1	1070	alfa-pinén	97	5.02	0.28
2	1407	nonanal	97	5.47	0.48
3	1523	dekanal	93	1.79	0.58
4	1606	1-4-terpineol	94	1.49	1.69
5	2028	eikozán	95	15.68	0.58
6	2217	dokozán	91	2.02	3.12
7	2312	trikozán	94	3.35	49.64

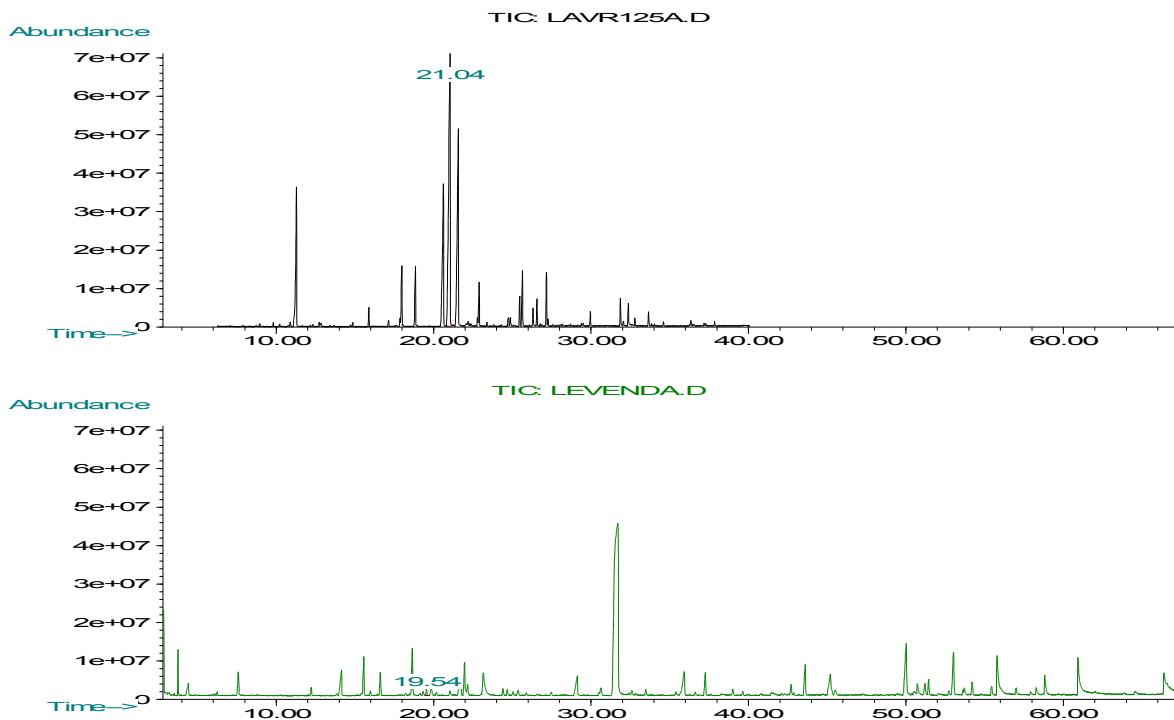
A felsorolt vegyületek közül nagy illatértékű terpén komponensek az alfa-pinén és 1-4-terpineol és éppen mérhető szagintenzitású a nonanal és dekanal. A normál szénhidrogének illattulajdonságokra gyakorolt hatása, főként ilyen nagy szénatomszám esetén gyakorlatilag elhanyagolható. A közös komponensek összehasonlítását a 34. ábra mutatja be.



34. ábra: A 2001. évi sóvirág és ~méz közös komponenseinek illatképe

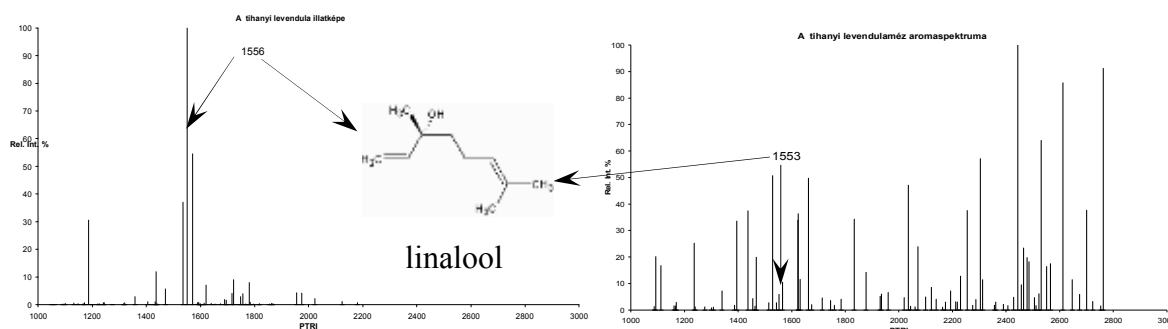
Az aromaszerkezeti és GC-MS vizsgálatok eredményeit összegezve leszögezhető, hogy a sóvirág és a nektárjából készült uniflorális méz illatképe a vártnál jobban különbözik és a virág aromaspektruma alapján a méz egyértelműen nem azonosítható, jóllehet tartalmaz a tapasztalt illatrokonságot indokolttá tévő közös komponenseket.

5.8.3. A levendula és levendulaméz illatszerkezetének kapcsolata



35. ábra: A levendula (felső) és a levendulaméz (alsó) illatkromatogramjai

A levendula mérések véletlenszerűen a sóvirágéval azonos problémákat vetnek fel szinte minden szempontból. Egyrészt azért, mert ez esetben is 60 (levendulavirág) illetve 30 méteres oszlopokon (levendulaméz) készültek a gázkromatogramok, ilyenformán közvetlen vizuális összehasonlításuk haszontalan. Másrészt a helyzet analóg azon szempontból is, hogy a virág nagyon egyedi és karakterisztikus illatképe szinte egyáltalán nem ismétlődik meg a nektárjából készült levendulamézben. A viszonyokat a linalool (a kiintegrált csúcs) esetét például véve az 35. ábrán mutatom be. A kromatográfias azonosítás nyilvánvalóan lehetetlen másfél perces (21,04 ↔ 19,54 perc) retenciós idő különbség esetén. Ezzel szemben a relatív illatképeken a helyzet PTRI-ben mérve 1556 (virág) valamint 1553 (levendulaméz), amint azt az 36. ábrán is tapasztalhatjuk.

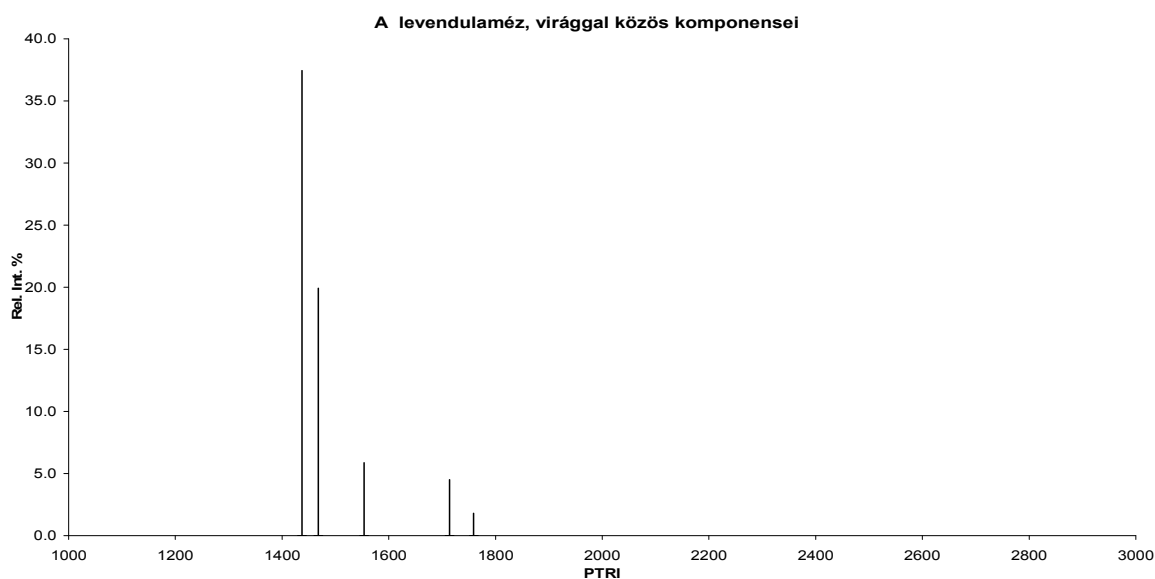
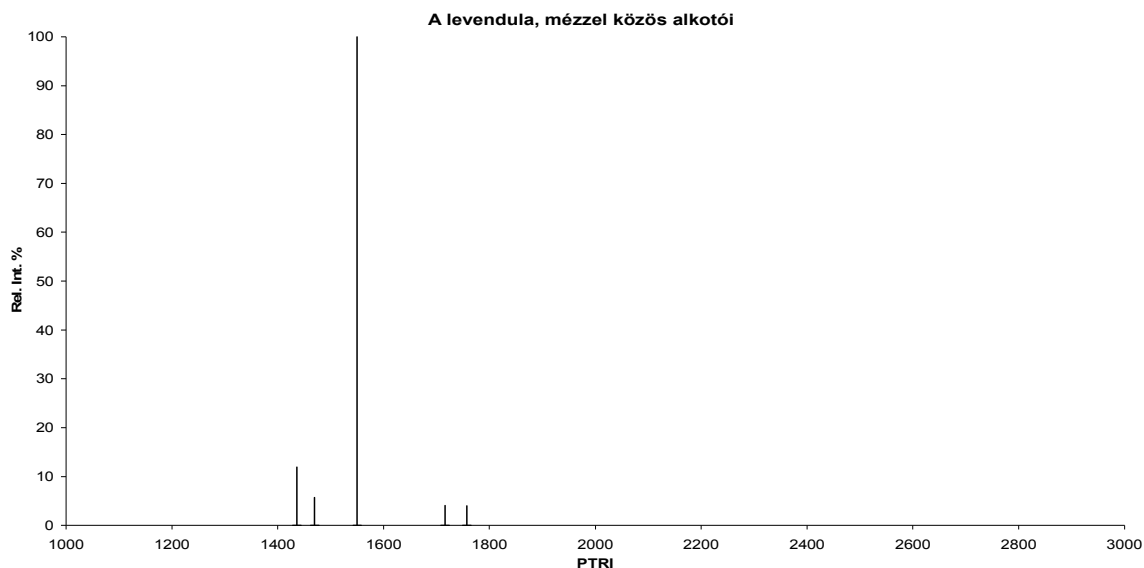


36. ábra: A levendula és ~méz illatspektruma a linaloolal

Ez a példa is jól mutatja a programozott hőmérsékleti retenciós index fölényét az abszolút retenciós idővel szemben. Talán azt sem túlzás kijelenteni, hogy míg a kromatogramok alapján nem lehetett egyértelműen megállapítani, hogy a levendulavirág és ~méz illattulajdonságai nem nagyon hasonlítanak egymásra, az aromaszpektrumok kétséget kizáróan bizonyítják, hogy nem várható a virág és a méz illatkarakterének különösebb egyezése. Ellenvetésként felhozható, hogy csak vizuális meg-nem-felelésről van szó, ami nem feltétlenül jelenti az illatok érzékszervi

különbözőségét. Az előző fejezetben azonban bizonyítást nyert, hogy a sóvirágok esetében az egymáshoz szenzorikusan nagyon hasonlító 2001. és 2002. évi virágillatok látványként is csaknem egymás tökéletes másai voltak, és gyökeresen különböztek az érzékszertel is különböző, bár kesernyés-savanykáságában kissé hasonló sóvirágméz aromaszpektrumától.

Sajnálatosan a levendula könnyű, egyértelmű azonosítást ígérő, közismerten közkedvelt és illatgazdag karaktere nem jelenik meg egy mézzel közös komponensdús markerkészlet kialakításában. Ellenkezőleg, az összes többi virág-méz párnál kevesebb alkotó áll rendelkezésre erre a célra, amint ezt a 42. táblázat és a 37. ábra bizonyítja.



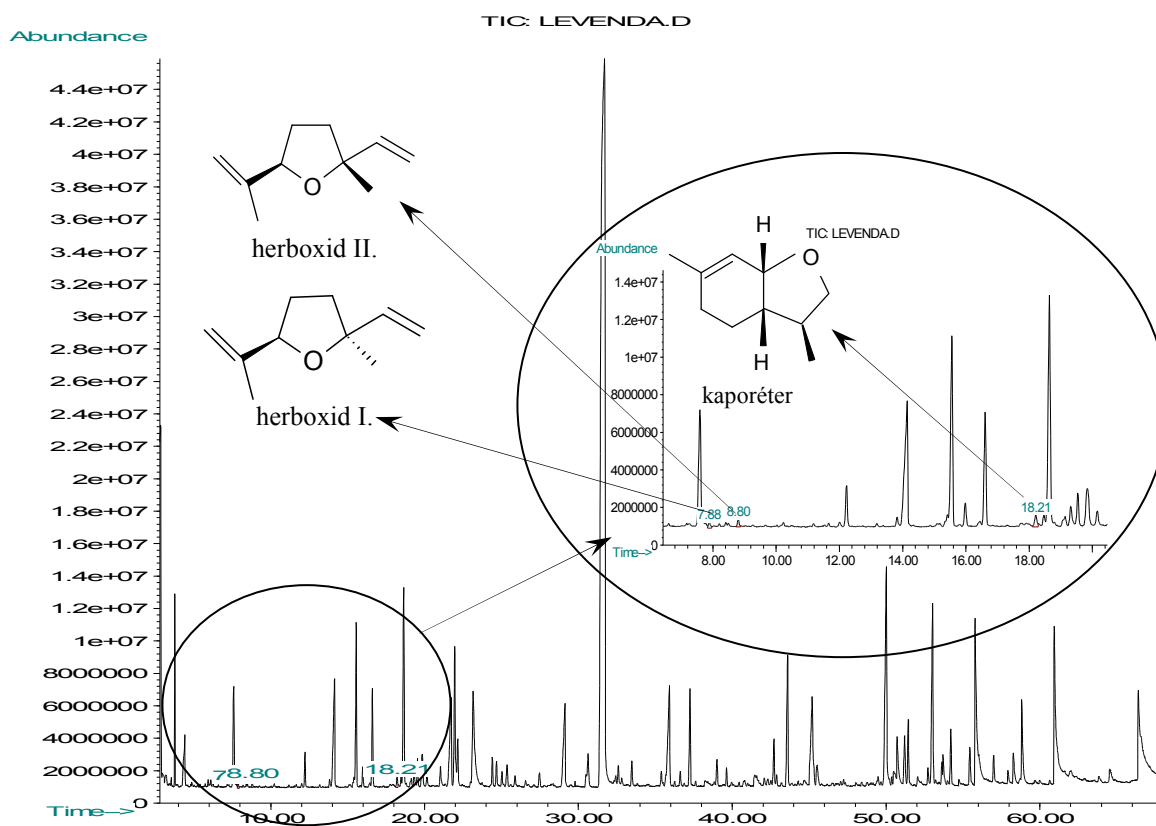
37. ábra: A levendula és ~méz közös komponenseinek illatképe

40. táblázat: A levendula és levendulaméz közös alkotói

Sorsz.	Levendula PTRI	Komponens	Q %	Rel.Int.	Levendulaméz Rel.Int.
1	1444	cisz-linalooloxid	86	11.92	37.44
2	1476	transz-linalooloxid	90	5.71	19.92
3	1556	linalool	94	100	5.86
4	1725	l-alfa-terpineol	91	4.1	4.5
5	1760	epoxilinalool	91	3.98	1.79

A jelenség viszonylag jól értelmezhető akár az abszolút kromatogramok, akár a relatív aromaképek alapján. A virág esetében mindkét regisztrátumon a komponensek zöme a felvétel első 40 százalékára koncentrálódik jelezvén, hogy meglehetősen illékony vegyületekről van szó. Ezek az anyagok a nektár mézzé koncentrációja során a kaptár 40 - 45 °C-t megközelítő hőmérsékletén egyszerűen elillannak, éppolyan vízgőzdesztillációs hatást elszenvedve, mint amilyennel mi is kinyerjük őket a mintából (csak 100 °C-on). Ha meggondoljuk, hogy a szekrényeinkben a molyok ellen elhelyezett levendula-csomagocskák 1-2 hónap alatt illatukat veszítik, nem meglepő, hogy ugyanez a jelenség gyorsabban és tökéletesebben lejátszódik a kaptárban uralkodó körülmények között. A 40. táblázat komponensei az eredetigazolás szempontjából jelentéktelen információ értékűek, mert elterjedtségük annyira általános, hogy inkább csak a növényi eredet és nem a levendula származás bizonyítékai.

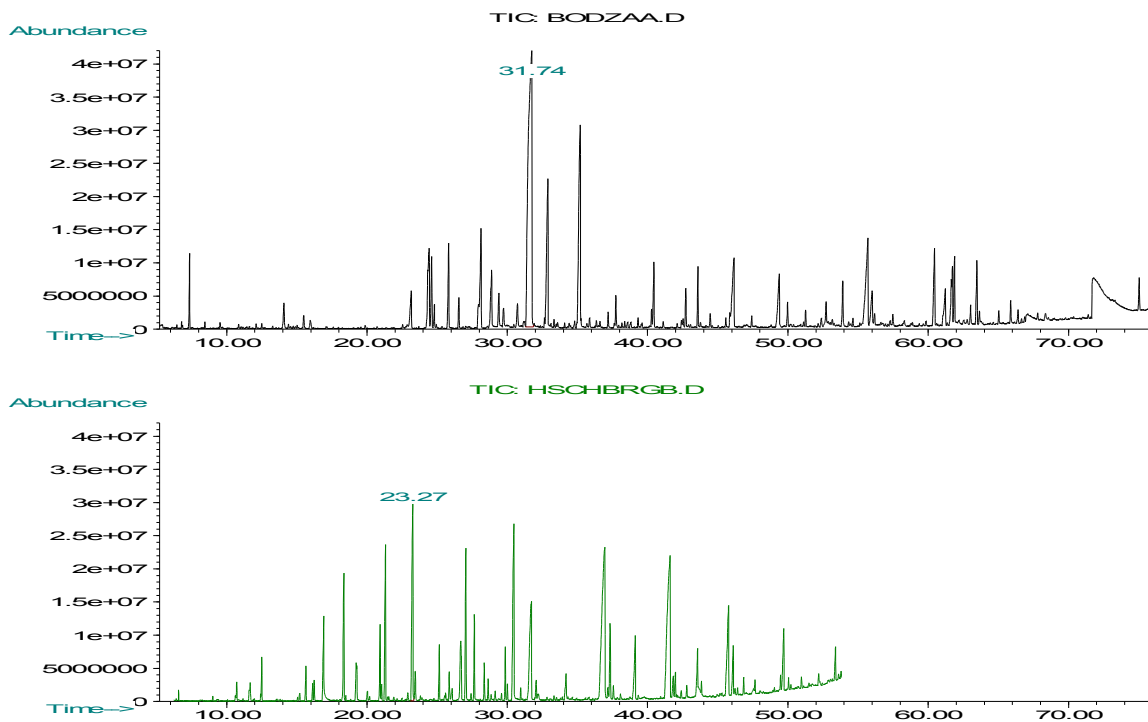
Annak ellenére, hogy a közös komponensek között nincs alkalmasnak tűnő vegyület, a mézfelvételeken három alkotó (38. ábra), a **herboxid I**, **herboxid II**, valamint a **kaporéter (1487)** (szerkezetüket alább mutatom be) nagy valószínűséggel a levendulaméz egyedi marker anyagainak tekinthetők.



38. ábra: A levendulaméz feltételezett marker komponensei

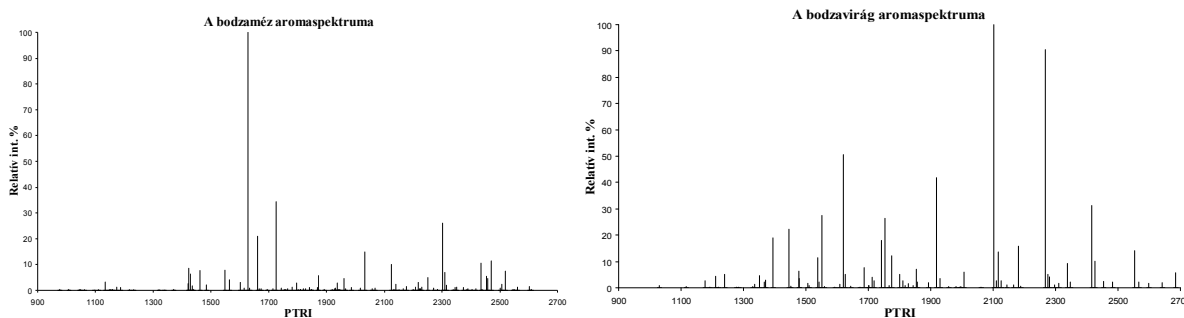
5.8.4. A bodza és bodzaméz illatszerkezetének kapcsolata

A 39. ábrán látható bodzaméz (felső) és ~virág (alsó) felvételek azonos hosszúságú, 60 méteres Supelcowax oszlopon készültek, a kiintegrált csúcs mindkét felvételen a közös alkotó, a hotrienol. A tapasztalt, nagyjából 8,5 perces eltérés a hőmérséklet programozás fűtési sebesség különbségéből adódik (3, illetve 4 °C/min). Az időben korábbi méz-mérés készültekor a jobb elválasztás érdekében alkalmaztam a kisebb sebességet, a további munka során azonban kiderült, hogy ez a lépés számottevő előnyök nélkül csak a kromatografálás idejének tekintélyes növekedését okozza.



39. ábra: A bodzaméz (felső) és a Haschberg bodzavirág (alsó) illatkromatogramjai

A felvételi körülményekben és annak következtében fellépő retenciós idő értékekben mutatkozó különbségek természetesen minden közvetlen összehasonlítási és következtetési lehetőséget kizárnak. A programozott hőmérsékleti retenciós indexek (PTRI-k) azonban ez alkalommal is megbízható, elúción alapuló azonosítást tesznek lehetővé.



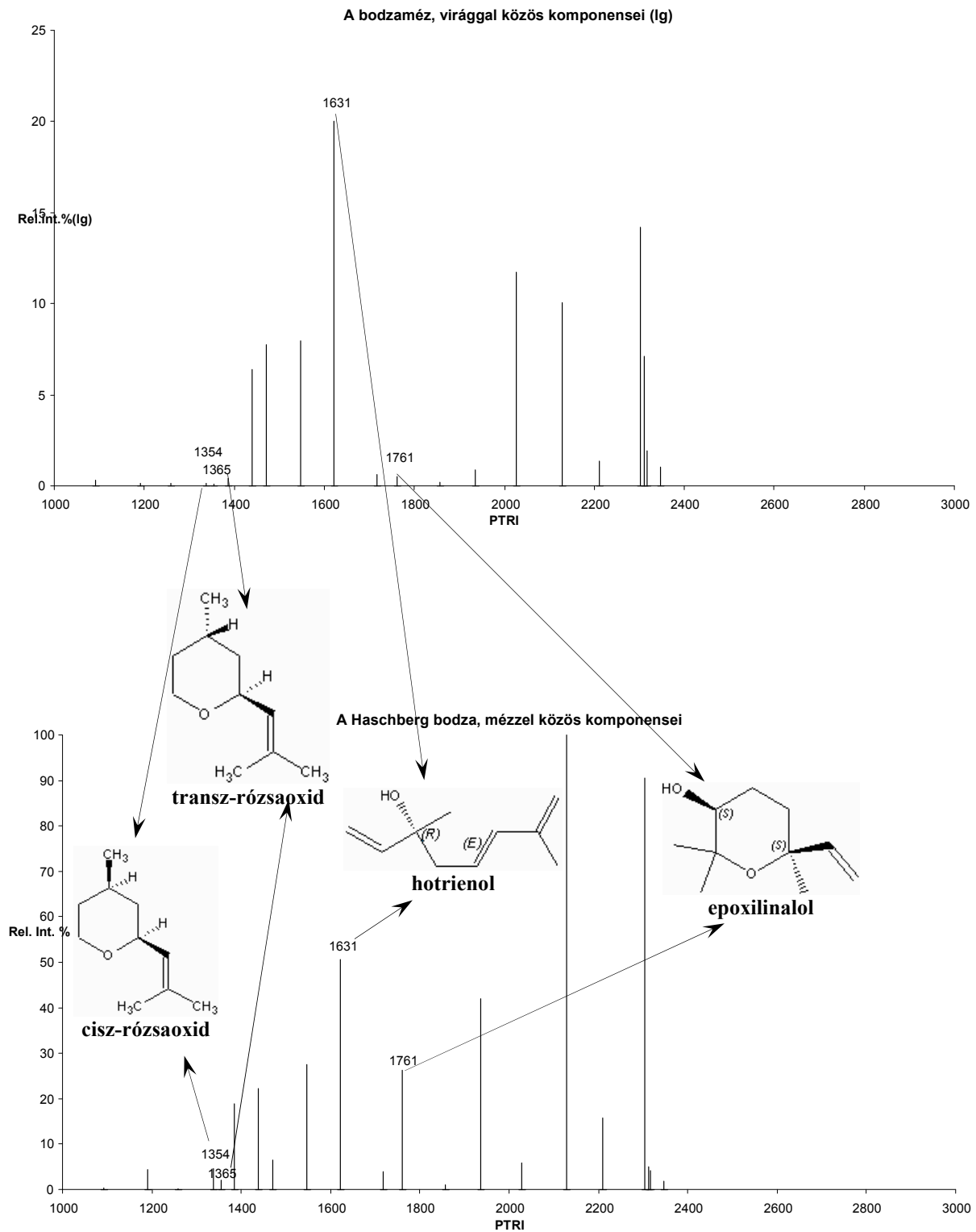
40. ábra: A bodzaméz (bal) és bodzavirág (jobb) aromaspektrumai

A relatív aromaképeken található közös, tehát *marker*-jelölt komponenseket a 41. táblázat mutatja be, értelemszerűen a torzításmentes, helyes retenciós adatokkal ellátva az alkotókat.

41. táblázat : A Haschberg bodzavirág és bodzaméz közös alkotói

PTRI	Komponens	Q %	Rel.int.virg.	Rel.Int.méz.
1108	muscatmust-B	98	0.52	0.32
1206	(E)-2-hexenal	94	4.42	0.17
1273	alfa-terpinolén	97	0.26	0.14
1354	*cisz-rózsaoxid	91	4.61	0.18
1365	*transz-rózsaoxid	91	2.19	0.09
1384	nonanal	90	18.97	0.41
1444	cisz-linalooloxid	91	22.2	6.37
1476	transz-linalooloxid	80	6.46	7.75
1556	linalool	96	27.46	7.99
1631	*hotrienol (3,7-dimethyl-1,5,7-Octatrien-3-ol)	86	50.64	100
1725	l-alfa-terpineol	90	3.96	0.65
1760	*epoxilinalool	90	26.35	0.52
1860	béta-damaszcenon	91	0.98	0.19
1935	n-nonadekán	95	41.93	0.87
2027	eikozán	97	5.97	15.01
2129	heneikozán	98	100	10.1
2210	dokozán	95	15.78	1.35
2303	trikozán	98	90.48	26.18
2311	(E)-9-trikozén	90	5.06	7.12
2317	(Z)- 9-trikozén	96	4.29	1.92
2347	ciklotetradekán	95	1.83	1.03

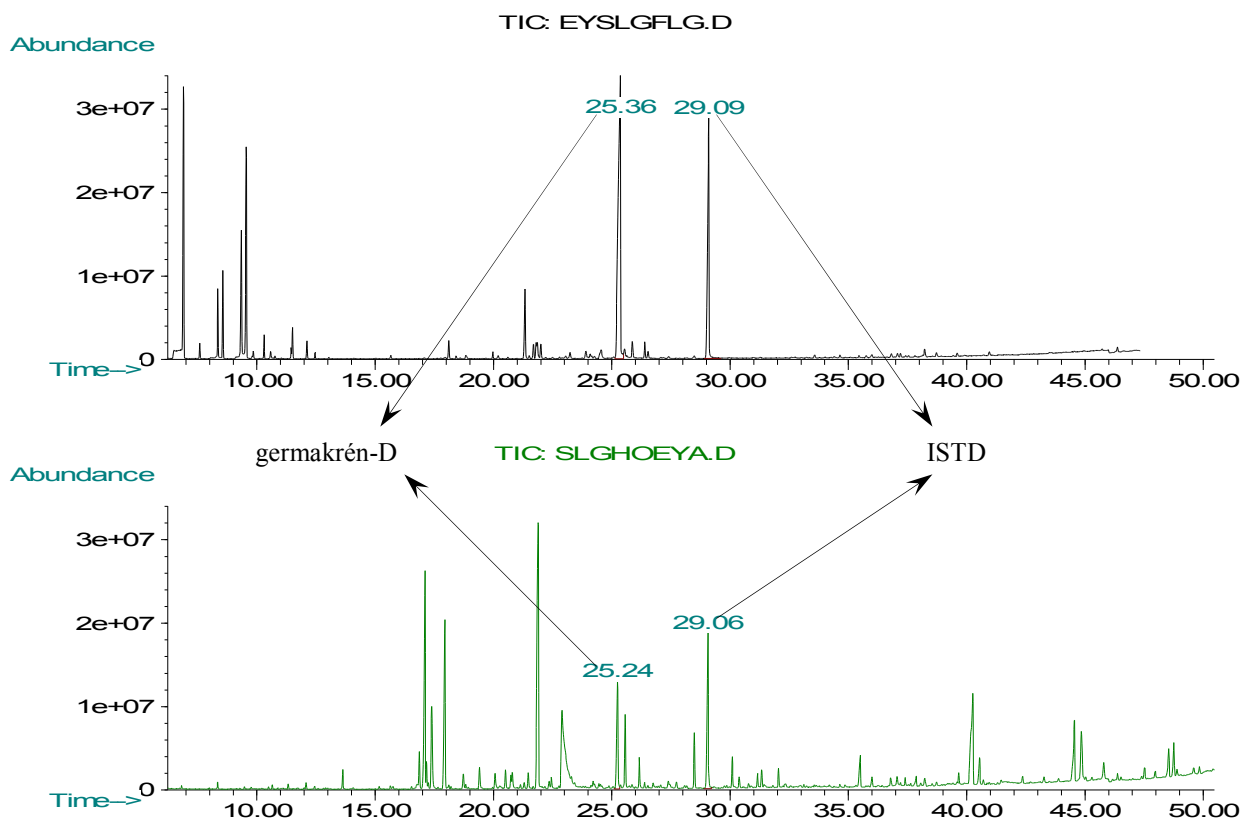
A felsorolt vegyületek nagy többsége a növényvilág túl általánosan elterjedt illatalkotója, ezért a bodzaeredet bizonyítéka nem lehet. A “***vastag**” komponensek azonban szerkezetük, a hotrienol pedig a virágban és mézben egyaránt mutatott hatalmas súlya következtében alkalmas eredetjelző anyagnak tűnnek. Szerkezetüket és a relatív aromagramon elfoglalt helyzetüket a 41. ábrán mutatom be. A végleges válasz természetesen csak az összes méz-virág pár marker komponenseinek egyidejű kritikai elemzése után adható meg.



41. ábra: A bodzaméz (felső) és bodzavirág (alsó) közös alkotóinak aromaképei

5.8.5. Az aranyvessző és ~méz illatszerkezetének kapcsolata

A szolidágó virág és méz 42. ábrán látható felvételein kiintegrált csúcsok adataiból kitetszik, hogy ez alkalommal a kromatogramok retenciós idői az esetleges csúcs-koincidencia eseteit leszámítva azonos minőségi tartalmat hordoznak. A közvetlen vizuális tanulmányozás jelen esetben tehát érdemi eredményre vezetne.



42. ábra: A 2006. évi szolidágóvirág (felső) és ~méz (alsó) illatkromatogramjai

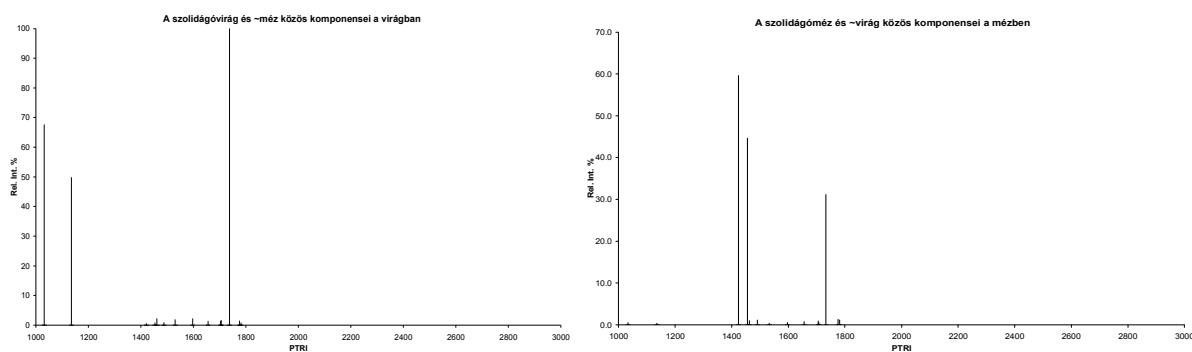
Ennek ellenére az eddigi általánosítási elvek alkalmassága és nem utolsó sorban a már elért eredményekkel történő összehasonlíthatóság érdekében az aranyvessző mérésekre is alkalmaztam a relatív aromaszpektrum szerkesztési eljárást. A marker (közös) jelölt vegyületek felsorolását a 42. táblázat tartalmazza.

42. táblázat: Az aranyvessző virág és ~méz közös komponensei (2006)

PTRI	Komponensek	Q %	Rel.Int.vir.	Rel.Int.méz
1070	alfa-pinén (dihidro-para-cimén)	95	67.60	0.50
1169	l-fellandrén (p-menta-1,5-dién)	94	49.80	0.40
1444	cisz-linaloloxid	78	0.50	59.60
1476	transz-linaloloxid	91	0.70	44.60
1486	*delta-elemén (p-ment-3-én)	96	2.10	1.00
1488	n-dekanal	91	0.80	1.10
1556	linalol (3,7-dimetil-1,6-oktadién-3-ol)	95	1.80	0.40
1619	*béta-elemén	99	2.10	0.50
1723	*alfa-amorfén ((-)-6-alfa-kadina-4,9-dién)	96	1.30	0.80
1725	l-alfa-terpineol	91	1.30	0.90

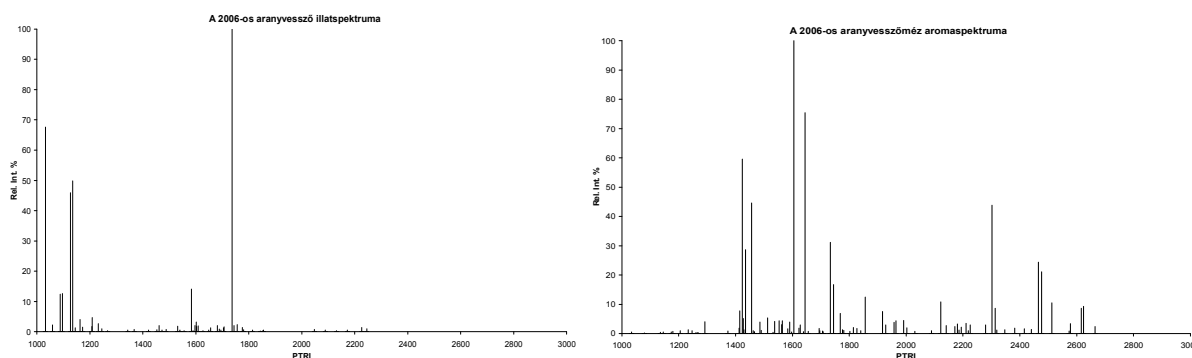
1726	endo-Borneol	83	1.60	0.50
1745	*germakrén-d	99	100.00	31.20
1792	*delta-kadinén	98	1.40	1.30
1799	*alfa-amorfén	96	0.70	1.10

A lista anyagainak alkalmasságára vonatkozó megfontolások azonosak az eddigiekkel, azaz a “***vastag**” szedésű alkotók az elsődleges jelöltek, végleges döntés csak a teljes marker halmaz áttekintése után lehetséges. A táblázat adatait aromagram formájában a 43. ábra mutatja be.



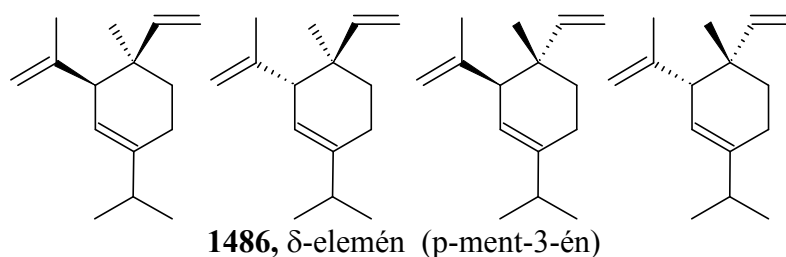
43. ábra.: A 2006-os szolidágóvirág és ~méz közös komponensei

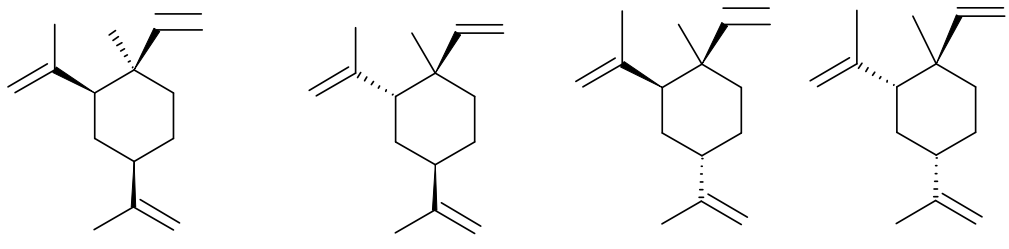
A felvételek tanúsága szerint a mézben (jobb oldalon) a fajtajelleges komponensarány nem egyezik meg a virágban (bal oldalon) mérhetővel. Tökéletesen hasonló a helyzet a 44. ábra látható teljes aromaképekkel is. Vizsgálataimnak nagyon szép eredménye lett volna a virágból a méz illatkép levezetése és felismerése hasonlósági alapon, ez az elvárás azonban nem teljesülhet, a következő fejezetben és **Összefoglalásban** tárgyalt elméleti megfontolások szerint sem.



44. ábra: A 2006-os szolidágóvirág és ~méz aromaspektrumai

A táblázat legesélyesebb (“***vastag**”) komponenseit teljes izomer választékkal az elúció sorrendjében az alábbi ábrason mutatom be, a viszonyok bonyolultságának jellemzésére.



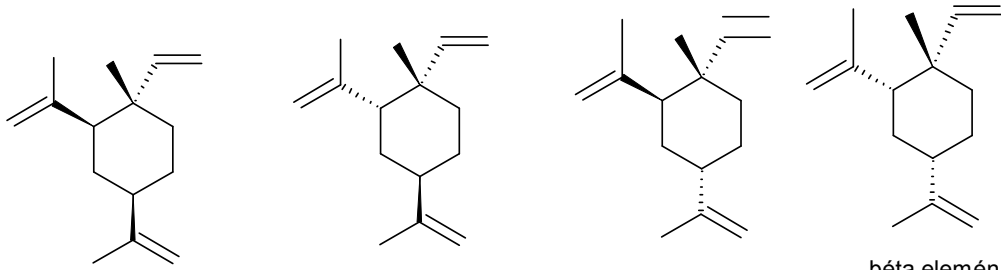


béta elemén

béta elemén

béta elemén

béta elemén



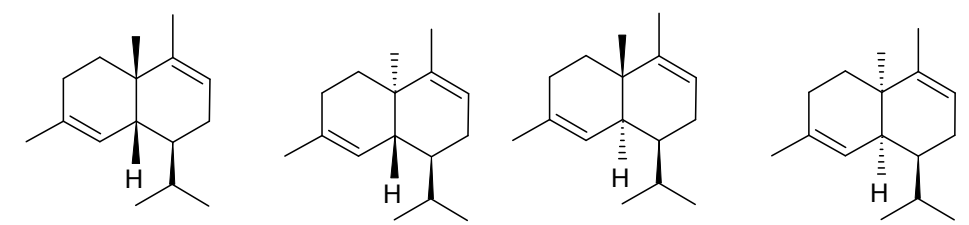
béta elemén

béta elemén

béta elemén

béta elemén

1619, β-elemén

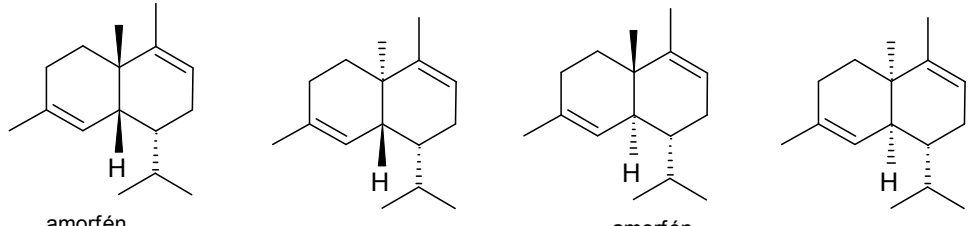


amorfén

amorfén

amorfén

amorfén



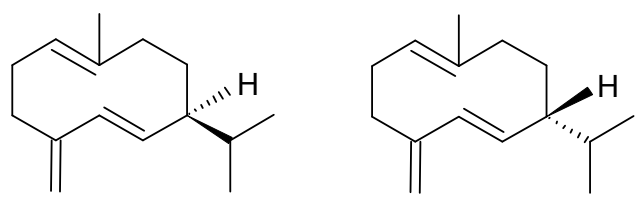
amorfén

amorfén

amorfén

amorfén

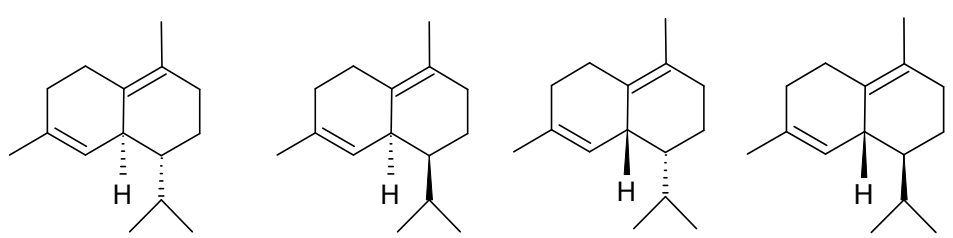
1677, 1723, 1799, α-amorfén ((-)-6-α-kadina-4,9-dién)



-(-) germakrén D

+(-) germakrén D

1625, 1745 germakrén-D



delta kadinén

delta kadinén

delta kadinén

delta kadinén

1776, 1760, δ-kadinén

A felsorolás célja nem az, hogy szemléltessem az illatfelismerés lehetetlenségét, annak komplexitásának bemutatásával. Inkább magyarázat arra a gyakran hibaként felrótt jelenségre, hogy egy mérésen belül ugyanazon alkotó (komponens név) sokszor több helyen jelentkezik, látszólag azonosítási hibaként. Továbbá arra a tényre, hogy amikor a tömegspektrométer jelenti pl. az alfa-amorfént, béta-elemént, delta-kadinént stb., csak az elúciós helyzet pontos, mérési körülmény független megadásával (amire csak a PTRI képes) mondható meg egyértelműen, melyik izomer jelenléte gazdagítja (vagy nem szerencsés esetben rontja) a minta illatulajdonságait. Szerencsére a szolidágóra jellemző összetettség nem általános a mézek illatvilágában, és méréseim során ehhez hasonló bonyolultsággal csak a hárs-méz esetében kellett megküzdeni.

5.8.6. Az eredet-jelleges, *marker* komponensek bemutatása

Minden eddig bemutatott analitikai erőfeszítés és információnyerési törekvés a vizsgálat tárgyát képező hárs-, sóvirág-, levendula-, bodza és aranyvesszőméz virágeredetének bizonyítására alkalmas *marker* komponenshalmaz megismerését és „előállítását” célozta. Minthogy az egyes virág-méz mintapárok esetében alkalmasnak tűnő alkotók más mézben vagy virágban is előfordulva téves azonosításhoz vezetnének, a vegyületek alkalmasságára vonatkozó kérdés csak a “teljes”, legalábbis annak vélt halmaz ismeretében válaszolható meg. A megfelelő anyagok kiválasztásához tehát az összes közös komponens együttes feltáró elemzésére van szükség az alábbiak szerint:

-a hárs virág-méz pár közös komponensei az elúció sorrendjében a következők:

Sorsz.	t_R	PTRI	Komponesek	Q %	Rel.int.
1	5.567	1124	n-undekán	78	0.45
2	6.172	1135	verbenén	90	0.05
3	7.487	1178	alfa-terpinén	96	0.65
4	8.264	1202	béta-tujén	90	0.26
5	8.631	1213	*7,7-dimetil-2-metoxi norborn-2-én	78	6.69
6	9.329	1235	gamma-terpinén	96	1.08
7	10.503	1273	alfa-terpinolén	94	0.37
8	12.857	1354	*cisz-rózsaoxid	91	0.56
9	15.98	1433	1-metil-4-(1-metiletetil)-benzol, (para-cimenil)	96	26.88
10	18.561	1510	n-pentadekán	96	1.20
11	18.82	1518	*kaporéter (Honey-F)	95	6.02
12	19.152	1528	benzaldehyd	96	22.39
13	21.969	1607	*kaporéter	93	10.79
14	22.101	1624	l-4-terpineol	97	5.13
15	24.172	1673	*hárséter	97	55.19
16	25.723	1726	*endo-borneol (kamfol)	91	6.77
17	29.014	1817	*krizantenon	89	29.10
18	30.54	1864	karveol 1 = traszn-(+)-karveol	95	1.65
19	33.339	1950	n-nonadekán	90	8.86
20	39.317	2127	4-(1-metiletetil)-benzolmetanol, (p-cimén-alfa-ol)	96	3.04
21	40.048	2149	heneikozán	91	32.31
22	41.496	2192	5-metil-2-(1-metiletetil)-fenol, (timol)	93	5.40
23	43.271	2245	(+)-15-hexadekanolid	99	10.40
24	44.488	2281	etilhexadekanoát, (etilpalmitát)	97	100.00
25	46.775	2349	trikozán	97	182.05
26	51.895	2501	pentakozán	91	43.83
27	55.04	2595	hexadec-7-én-16-olid, (muszkambrett)	96	4.87
28	57.196	2659	mirisztinsav, (tetradekánsav)	90	7.70
29	61.642	2791	heptakozán	90	0.93
30	61.849	2797	palmitinsav, (hexadekánsav)	99	50.72

Elméletileg tehát a felsorolt 30 alkotó jelenléte a mézben a hárseredet bizonyítéka lenne. Különleges szerkezetük következtében közülük négy, a cisz-rózsaoxid (1354) a kaporéter (1518), hárséter (1673) és krizantenon (1817) különösen alkalmas tűnik. A hárséter egyenesen perdöntő jelentőségű, nevét is a hársról, mint ezen illatalkotó növényi forrásáról kapta. Hogy mégsem egy (a hárséter), hanem három alkotó felhasználása javasolható inkább, annak magyarázata az azonosítási biztonság növelése. Bármely analitikailag nem szerencsés esetben ugyanis a hárséter hiánya megakadályozná a helyes azonosítást, ekkor azonban a többiek jelenléte felhívja a figyelmet a hársredet gondosabb ellenőrzésére.

-a sóvirág-sóvirágméz pár közös komponensei az elúció sorrendjében a következők:

Sorsz.	PTRI	Komponensek	Q (%)	Sóvirág Rel.Int.%	Sóvirágméz Rel.Int.%
1	1070	alfa-pinén	97	5.02	0.28
2	1407	nonanal	97	5.47	0.48
3	1523	dekanal	93	1.79	0.58
4	1606	1-4-terpineol	94	1.49	1.69
5	2028	eikozán	95	15.68	0.58
6	2217	dokozán	91	2.02	3.12
7	2312	trikozán	94	3.35	49.64

A táblázat hét komponense közül a szénhidrogének és az 1-4-terpineol a *hársakban* is megtalálhatók, ezért a jelzőkomponensek halmazából törölni kell őket, az **alfa-pinén**, **nonanal** és **dekanal** pedig egyelőre alkalmasnak tűnnek.

- a levendula virág-méz pár közös komponensei az elúció sorrendjében a következők:

Sorsz.	Levendula PTRI	Komponens	Q %	Rel.Int.	Levendulaméz Rel.Int.
1	1444	cisz-linalooloxid	86	11.92	37.44
2	1476	transz-linalooloxid	90	5.71	19.92
3	1556	linalool	94	100	5.86
4	1725	l-alfa-terpineol	91	4.1	4.5
5	1760	epoxilinalool	91	3.98	1.79

A felsorolásban szereplő 5 alkotó mindegyike alkalmasnak látszik a levendula eredet jelzésére, bár jelenlétük a növényvilágban túl általános, sok más, nem rokon növényben is kimutathatók.

- a bodza virág-méz pár közös komponensei az elúció sorrendjében a következők:

PTRI	Komponens	Q %	Rel.int.virg.	Rel.Int.méz.
1108	muscatmust-B	98	0.52	0.32
1206	(E)-2-hexenal	94	4.42	0.17
1273	alfa-terpinolén	97	0.26	0.14
1354	*cisz-rózsaoxid	91	4.61	0.18
1365	*transz-rózsaoxid	91	2.19	0.09
1384	nonanal	90	18.97	0.41
1444	cisz-linalooloxid	91	22.2	6.37
1476	transz-linalooloxid	80	6.46	7.75
1556	linalool	96	27.46	7.99
1631	*hotrienol (3,7-dimethyl-1,5,7-Octatrien-3-ol)	86	50.64	100
1725	l-alfa-terpineol	90	3.96	0.65
1760	*epoxilinalool	90	26.35	0.52
1860	béta-damaszcenon	91	0.98	0.19
1935	n-nonadekán	95	41.93	0.87
2027	eikozán	97	5.97	15.01

2129	heneikozán	98	100	10.1
2210	dokozán	95	15.78	1.35
2303	trikozen	98	90.48	26.18
2311	(E)-9-trikozen	90	5.06	7.12
2317	(Z)- 9-trikozen	96	4.29	1.92
2347	ciklotetradekán	95	1.83	1.03

Az eddigiek szerint az alfa-terpinolén, cisz-rózsaoxid (a hárs méz-virág pár), nonanal, cisz-linalooloxid, transz-linalooloxid, linalool, valamint epoxilinalool (1761 ± 5) már másutt is előfordultak, tehát nem egyediek a bodza virág-méz párra, ezért a többi előfordulási forrásukra sem. Igéretes a transz-rózsaoxid és a nagy súllyal megjelenő hotrienol. A többi komponens kis illatértéke és nagy előfordulási gyakorisága következtében érdektelen.

-a szolidagó virág-méz pár közös komponensei az elúció sorrendjében a következők:

PTRI	Komponensek	Q %	Rel.Int.vir.	Rel.Int.méz
1070	alfa-pinén (dihidro-para-cimén)	95	67.60	0.50
1169	l-fellandréen (p-menta-1,5-dién)	94	49.80	0.40
1444	cisz-linalooloxid	78	0.50	59.60
1476	transz-linalooloxid	91	0.70	44.60
1486	*delta-elemén (p-ment-3-én)	96	2.10	1.00
1488	n-dekanal	91	0.80	1.10
1556	linalool (3,7-dimetil-1,6-oktadién-3-ol)	95	1.80	0.40
1619	*béta-elemén	99	2.10	0.50
1723	*alfa-amorfén ((-)-6-alfa-kadina-4,9-dién)	96	1.30	0.80
1725	l-alfa-terpineol	91	1.30	0.90
1726	endo-Borneol	83	1.60	0.50
1745	*germakrén-d	99	100.00	31.20
1792	*delta-kadinén	98	1.40	1.30
1799	*alfa-amorfén	96	0.70	1.10

A táblázat első 4, valamint 6. és 7. alkotói már szerepeltek, így nem markerei sem a jelen, sem a korábbi méz-virág pároknak. Az l-alfa-terpineol szintén több mintapárban jelen van, tehát nem használható. Marad azonban még így is virágderedet jelző komponens bőségesen a “*vastag” szedésű vegyületek személyében.

Az összehasonlító elemzés eredményeit összefoglalva következtetésem az alábbiak:

- A hárs virág-méz pár három marker anyaggal, a kaporéterrel (1518), hárséterrel (1673) és krizantenonnal (1817) rendelkezik.
- A sóvirág-méz párnak nincs közös komponense, mégis a méznek méréseim szerint van a 4.3.4. *A sóvirágméz illatösszetétele* c. pontban bemutatott három egyedi alkotója, a szeszkviterpén veridiflorol (2205), valamint a diterpén atizirén (2345) és rimuén (2763).
- A levendula virág-méz párra a sóvirágra vonatkozó megállapítás érvényes, ám ennek a méznek is van három karakterisztikus komponense, a kaporéter (1518), valamint az 5-izoprenil-2-metil-2-viniltetrahidrofurán I., II. (herboxid I. és II., 1205,1232).
- A bodza esetében a marker komponensek a transz-rózsaoxid (1365) és hotrienol (1631).
- Az aranyvessző virág és méz florális eredetjelző készlete a leggazdagabb: delta-elemén (p-ment-3-én, 1486), béta-elemén (1619), alfa-amorfén (1677, 1799), germakrén-D (1745), delta-kadinén (1792).

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban egyre több figyelmet fordítunk egészségünk megőrzésére, étrendünkben egyre nagyobb szerepet kapnak a természetes eredetű élelmiszerek, melyek között a méz a legfontosabbak egyike. Az egészséges táplálkozásnak egyre szélesebb körű divattá válása miatt számíthatunk rá, hogy a cukorbevitel némileg egészségesebb formában, mézként kerül elfogyasztásra, mert a méz számos alkotója bizonyítottan egészséges és jó hatású. A megnövekedett érdeklődés következtében egyre több laboratórium és szakember foglalkozik a méz vizsgálatával. Hazánkban mindmáig inkább csak a közismertnek mondható mézekkel foglalkoztak, mint például az akác- és a vegyes virágméz. A fogyasztók vásárlóerejének és ízlésének fejlődése következtében azonban manapság egyre nagyobb érdeklődés ébred a mézkülönlegességek (pl. levendulaméz, gesztenyeméz, aranyvesszőméz, selyemfűméz stb.) iránt is. A szakirodalomban számos cikk jelenik meg az uniflorális mézek összetételéről és tulajdonságairól, elsősorban a régióra jellemző és másutt csak ritkán gyűjthető mézkülönlegességekről. (pl.: *Apidologie* 35 /2004/: Extra issue on European unifloral honeys). A méz minősége elsősorban érzékszervi tulajdonságaitól függ. Az érzékszervi tulajdonságokat és a fajtajelleget a méz növényi eredete határozza meg. A különböző növényi forrásokból származó mézek általában különböző aromájúak és ízűek.

A méz aromájának és táplálkozásélettani értékének kialakításában illó és nem illó anyagok egyaránt szerepet játszanak. Az aromakép kialakításában elsődleges szerepet kapnak az illat- és a szaganyagok, így az aromakutatások célja ezen illó komponensek meghatározása. A mézek növényi eredetére utaló kémiai összetevők bizonyára a virágok illatanyagaiból kerülnek át a mézbe, így azok feltérképezése várhatóan a florális forrás azonosítását teszik lehetővé.

Az érzékszerveink által azonosított kellemes (vagy kellemetlen) illatérzeteket nem egy vagy néhány alkotó minősége és mennyisége, hanem az esetek többségében 60-120 komponens egyidejű, bonyolult, szinergikus kölcsönhatásokkal is kombinált egymáshatása hozza létre. Ilyen hatalmas számú és nagyon különböző mennyiségű vegyület kvantitatív meghatározása gyakorlatilag lehetetlen. A helyes kalibrációhoz elméleti okokból a minta összetételét nagyjából ismernünk kell. Anonim minták esetében azonban ez a feltétel nem teljesül és az ismert illatforrások esetében is széles határok között változhat az alkotók koncentrációja. Következésképpen az illatanyagok mennyiségileg pontos megmérése és értelmezése úgyszólván reménytelen feladat, és a jelenség első mondatban kifejtett komplexitása miatt szükségtelen is.

A gázkromatográfiás eredmények illatanalitikai gyakorlatban elfogadott területszázalékos összetétel-számításánál használhatóbb, informatívabb kiértékelése és a kromatogramok könnyebb összevethetősége érdekében a BCE Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszékén a függőleges és a vízszintes tengely egyidejű normálásával kidolgoztunk egy relatív aromagram konstrukciós, általunk **aromaspektrum szerkesztésnek** nevezett eljárást (ld. a témában közölt publikációkat az *Irodalomjegyzék*-ben.).

A módszer lényege, hogy mind a mennyiségmérés torzítottságát, mind a minőségi azonosítást megnehezítő retenciós idő bizonytalanságot alkalmas módon kiküszöböljük, és az így keletkező (a relatív tömegspektrumokhoz megszólalásig hasonló, innen az *aromaspektrum* elnevezés) aromagramokat egymással összevetve azonosítjuk. Az eljárás alkalmazásával előállított regisztrátumok, a komponensek egymáshoz viszonyított arányainak megragadásán keresztül, az illatérzetért felelős alkotóarányok "fényképeinek" tekinthetők. A hasonlat kifejezi a jelenség lényegét. Ahogy megfelelő minőségű fényképfelvétel alapján egy témát, legyen az tárgy vagy személy, tetszőleges nagyításban illetve kicsinyítésben, sőt valódi méretében is felismerünk anélkül, hogy bármilyen fizikai vagy kémiai paraméterét (magasság, testsúly, életkor, derék/vállbőség, összetétel stb.) tudnánk, kutatásaink szerint az aroma-analitikában is megfeleltethetőek egymásnak az illattulajdonságok a látás segítségével. A magyarázat mindkét esetben a vizsgálat tárgyát képező jelenség (kép, illat) jellemző, egyedi arányainak rögzítésében rejlik. E karakterisztikus viszonyok képek formájában történő érzékeny összehasonlítására és értelmezésére, azokat vizuálisan egymás mellett egyidejűleg tanulmányozva az emberi agy ugyanis párját ritkítóan alkalmas.

A virág-méz párok illatkapcsolatának elemzése egy kézenfekvő, egyszerű feltételezésen alapul. Azon, hogy ha az egyes fajtamézek érzékszervi tulajdonságaik alapján azonosíthatók, – amit a tapasztalat ha nem is minden kétséget kizáróan, de bizonyít, – akkor e felismerhetőség anyagi alapját okozó komponensek bizonyosan a nektár forrásul szolgáló virágról származnak, és meghatározásukkal a méz florális eredete kétségkívül megállapítható. A feltételezést 5 virág-méz, a hárs, a sóvirág, a levendula, a bodza, valamint az aranyvessző mintapár tanulmányozásával vizsgáltam.

Az analitikai feladat megoldása során undakanol-1 belsőstandard addíciós Likens-Nickerson szimultán desztilláció-extrakciót (SDE) alkalmazó kivonási eljárást dolgoztam ki a virág és méz minták előkészítésére. A kivonatokat poláros (Supelcowax 10) kapilláris oszlopon történt gázkromatográfiás elválasztást követően részletes tömegspektrometriás elemzésnek vettem alá. Minden alkotót egyedi üzemmódban, a legmegfelelőbb háttérkompenzáció alkalmazásával azonosítottam. A GC-MS eredményeket a Tanszéken kutatótársi viszonyban kifejlesztett relatív aromagram-szerkesztési, – a tömegspektrumokkal mutatott analóg felépítést hangsúlyozandó *aromaspektrum* módszernek nevezett – eljárással átalakítottam. A virágeredet *marker* (jelző) anyagait (poláros megosztófázison) mérésfüggetlen elúciós tulajdonságaikkal, PTRI értékeikkel megjelöltem, – mert ez az azonosításkor az izomerek rendkívül nagy száma miatt elengedhetetlen- és azonosítottam. Ezzel a szóbanforgó fajtamézek florális eredetének bizonyítási lehetőségét megteremtettem.

Kutatásaim során a hárs, bodza és aranyvessző méz esetében találtam a munkahipotézisben kifejtett feltételezésnek engedelmessé, a vonatkozó virágokkal közös marker vegyületeket. Rendkívül meglepő módon a sóvirág- és levendulaméz esetében azonban nem. Magától értetődően a meghatározási eljárás bonyolult, sok lépéses összetettsége és nehéznek ígérkező kézben tarthatósága miatt mérési hibát feltételeztem. A tény azonban, hogy a műveletek legelső lépéseként végrehajtott konstans mennyiségű belsőstandard adagolás (legyen a minta akár virág, akár méz) a kromatogramokon elfogadhatóan szűk tartományon belül állandó területeket eredményez, jelezte hogy nincs alapvető analitikai hiba. A sóvirág mérések a 2001. és 2002. évi illatspektrumok várakozáson felüli egyezése révén kétséget kizáróan bizonyították, hogy a módszer megfelelő. Az azonos tulajdonságú mintákat azonosnak, a különbözőeket pedig kis eltérések esetén is különbözőnek érzékeli és látatja az eljárás.

Ebben a helyzetben komolyan el kellett gondolkodnom, hogy tényként elfogadva a mérési eredményeket, van-e lehetőség a jelenség megértésére és tudományos igényű magyarázatára. “A méz szükségszerűen hordozza a forrásul szolgáló virág illatkomponenseit” állítással kapcsolatos megfontolások a következő eredményre vezetnek:

1. A rovarok csalogatására szánt illatanyagokat más biokémiai szintézisben más szervekben állítja elő a növény, mint a beporzás önkéntelen elvégzésére csábító, táplálékot jelentő, erősen cukros oldatot, a nektárt. Ha a virág egyedi szerkezetétől függően közel helyezkednek is el e szervek (ez növényi fajtánként eltérő), kérdés, hogy a viszonylag tömény cukoroldat képes-e elgendően sokat felodani a vízben szinte alig oldható virágjelleges terpén, terpénszármazék anyagokból. Elképzelhető tehát, hogy a marker anyagok be sem kerülnek kellő mennyiségben a nektárba, ezért a méz nem hordozhatja a növényi forrás karakterét.
2. A kaptár 40-45 °C-os hőmérsékletén a méhek a nektárt sok százszor felszívják és szárnyukat rebegetve visszabocsátják, hogy azt betöményítve mézzé érleljék. E folyamatban a fajtajelleges anyagokat éppen olyan vízgőzdesztillációs hatás éri, mint a mintaelőkészítés során, csak nem 100, hanem 40-45 °C-on. Ez a veszteség az eleve alacsony koncentrációjú – de esetleg mégis marker, hisz ez nem mennyiség, hanem egyediség kérdése – anyagokat érzékelhetlenné csökkenti.
3. A kaptár hőmérsékletén a betöményítés során a labilis alkotók elbomlanak.

4. Eredetileg egyedi marker komponensek nem jelleges alkotókká alakulnak, pl. nagy illataktivitású terpénalkoholok inaktív terpénoxid származékokká.
5. A tárolás során a terpénalkoholok a nagy cukorkoncentrációk egyensúly-eltoló és a méz természetes savtartalmának katalizáló hatása miatt illatinaktív, a mintaelőkészítés szempontjából kis illékonyágú terpén-glikozidokká alakulnak.
6. Egy adott virágtól származónak vélt fajtaméz valójában édesharmat-méz.

Ha a fenti lehetőségek közül akárcsak néhány egyidejűleg fennáll, nem meglepő a marker alkotó(k) teljes hiánya, azaz jelen munka szempontjából a forrás-termék (virág-méz) kémiai kapcsolat bizonyíthatatlansága. E megfontolások mindenesetre érthetőbbé teszik azt a tapasztalatot, hogy a fajtamézek illatuk alapján történő felismerése általában csak professzionális, erre kiképzett érzékszervi bírálóknak sikerül, de esetükben sem száz százalékos találati biztonsággal.

E helyt kell kitérni a bodza virág-méz pár fajtajelleges vegyületeinek, egészen pontosan létezésük tényének magyarázatára. Minthogy a méhész szakma és irodalom szerint a bodzára a méhek a pollenért és nem a nektárért járnak, ha létezik a bodzaméz akkor az mézharmatméz, marker komponensek nélkül. Vizsgálataim azonban egyértelműen bizonyítják, hogy a transz-rózsaoxid és a hotrienol a bodzaméz és -virág fajtajelleges anyagai. A magyarázat e két alkotó nagysúlyú jelenléte a növényben. Ez a két komponens, mint általában a terpének, nagyjából változatlanul haladnak át a növényeken élősködő rovarok metabolikus rendszerén. Mai tudásunk szerint ugyanis, feldolgozásukra a rovarokban nincsenek ismert anyagcsere utak. Így, ha a bodzamedvek rózsaoxid és hotrienol tartalma magas, márpedig méréseim szerint az, jól mérhető mennyiségeknek kell megjelennie a levéltetvek által termelt mézharmatban és róluk történt hordás esetén természetesen a "bodza" mézben. A bodzaméz édesharmat mivoltát a cukor összetétel mérései is bizonyítják. A virágmézekénél magasabb melecitóz tartalom, valamint a raffinóz/erlóz triszacharidok megjelenése a mézharmat mézek jellemzője.

Vizsgálataim meglepő eredménye a virággal közös, tehát a klasszikus értelemben véve marker alkotókat nem tartalmazó (illetve túlságosan gyakori, jellemzőnek nem elfogadható vegyületeket tartalmazó) mézek esetében méz-fajtajelleges vegyületek fellelése. Természetesen a dolgozatban szereplő 5 mézkülönlegesség tanulmányozása alapján merészen tűnhet a sóvirágméz esetében a veridiflorol, atizirén és rimuén, valamint a levendulaméz esetében a herboxid I. és herboxid II. (a kaporéter csak az azonosítási valószínűséget növeli) karakterisztikusként történő megnevezése. A Tanszék egyéb méz kutatásai alapján tudható, hogy az akác (*Robinia pseudoacacia*, L), a selyemfű (*Asclepias syriaca*, L), valamint a szelídgesztenye (*Castania sativa*, L) mézek a felsorolt alkotókat nem tartalmazzák. Az irodalomkutatás szerint az is kijelenthető, hogy mindmostanáig más kutatók sem mutatták ki ezeket a komponenseket mézekben. Így ki merem jelenteni, hogy az eddig megismert méz illatkomponens-halmazban a veridiflorol, az atizirén és a rimuén, valamint a herboxid I. és herboxid II. a fent megnevezett mézek egyedi jelzőanyagai.

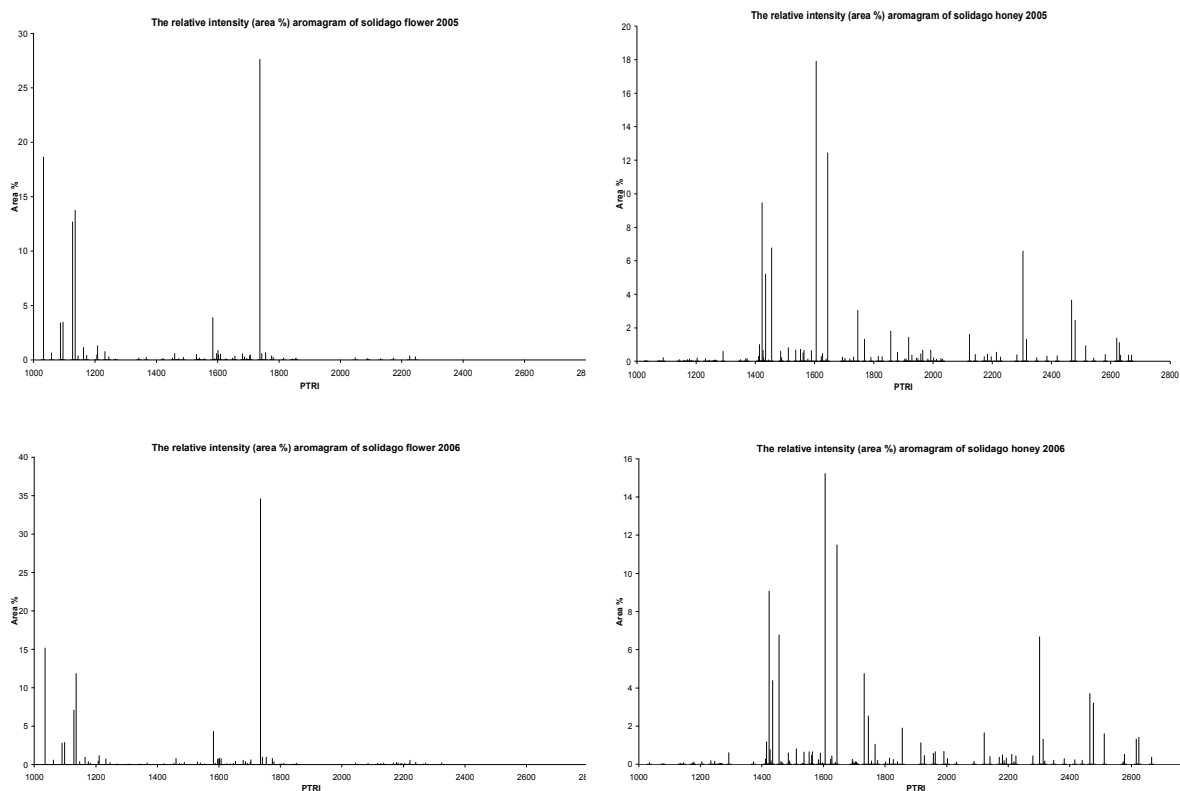
Szintén jelen dolgozat mérési eredményeire és a Tanszéken eddig összegyűlt ismeretekre támaszkodva megállapítottam, hogy minden méz kromatogram utolsóként megjelenő komponensei között található olyan, egymástól illékonyágukban (közeli, de nem teljesen azonos elúciós tulajdonság, azaz PTRI) és szerkezetükben nehezen megkülönböztethető (azonos kémiai nevek különböző helyeken) komponensek, amelyek a *musk-olid* vegyületcsaládhoz tartoznak. Ezeket elsődlegesen bizonyos emlősök, például a cibetmacska és a pézsmaszarvas területjelző anyagai között tartják számon, de a Pherobase adatrendszer is nyilvántartja őket rovarok jelzőanyagaként. Felsorolásuk a vizsgált mézek sorrendjében :

- hársmez : (+-)-15-hexadekanolid, hexadec-7-én-16-olid, (muskambrett),
- sóvirágméz : (Z)-oktadec-9-én-18-olid, dokozanolid,
- levendulaméz: oxacikloheptadec-8-én-2-on (ambrettolid),
- bodzaméz : hexadec-7-én-16-olid (muskambrett), (Z)-oktadec-9-én-18-olid,
- aranyvesszőméz : oxacikloheptadec-8-én-2-on, hexadec-7-én-16-olid (muskambrett).

Ezek kimutatása eddig valószínűleg azért sikerült, mert a mézanalitikában nem szokás az általam alkalmazott hosszú időtartamú kromatográfias felvételeket készíteni, és általában a mintaelőkészítés

sem olyan hatékony mint a Likens-Nickerson szimultán desztilláció-extrakció. A fenti anyagok feltételezésem szerint a méhek valamely feromonjának származékai lehetnek. A méhek jelzőanyagaikkal pecsételik meg a virágokat, részint pedig saját kaptárbeli összetartozásuknak, valamint a királynő jelenlétének is vannak kémiai jelei. A királynőt a méhek rendszeresen nyalogatják, így szereznek tudomást jelenlétéről és megfelelő egészségi állapotáról. Az így nedveikkel keveredett méhkirálynő-feromont egymásnak is átadják és az az egész kaptárban elterjed, ezért feltehetőleg a mézbe is belekerül. Ugyancsak a mézbe kerülhet a méhek által végzett érlelési folyamatban is, amikor a méhek többször felszívják majd visszabocsátják a nektárt, hogy betöményítsék.

A gázkromatográfiás elválasztást követő részletező MS elemzések bebizonyították, hogy az illatanyagok rendkívül bonyolult izoméria viszonyai miatt nem elegendő a szerkezetek, azaz kémiai nevek megadása.



45. ábra: Az aranyvessző virágok (bal oldalon, 2005 felső/2006 alsó) és mézek (jobb oldalon, 2005 felső/2006 alsó) relatív aromagramjai

A megjelenő enantiomerek – melyeket a rendelkezésre álló 0,5 Dalton abszolút tömegesség felbontású kvadrupol analizátor nem különböztet meg egyértelműen, – illatulajdonsága más és más, ezért nem mindegy melyiküket tartalmazza a minta. Ráadásul pl. a rózsá-oxidok esetében marker komponenst veszítettünk volna, mert csak az elúciós helyzet alapján dönthető el egyértelműen, hogy a cisz- vagy transz-változat van-e jelen. A GC körülmény-független megoldás a programozott hőmérsékleti retenciós index (PTRI) meghatározása, mely egyben kezünkbe adja a relatív aromaszpektrum szerkesztés lehetőségét. Az aranyvessző virág és méz 2005. és 2006. évi méréseiről készült 45. ábrán bemutatott relatív aromagramok egyértelműen bizonyítják az eljárás hasznosságát az alábbi következtetések levonását lehetővé téve:

- mind az aranyvessző virág, mind a szolidágó méz azonos termőhelyen évről évre megismétlődő csaknem azonos illatképpel rendelkezik, mely megmérhető,
- a dolgozatban kifejlesztett és részleteiben tárgyalt mintelőkészítési és információalkotási (*aromaspektrum*) módszer alkalmas az illatképek rögzítésére és tanulmányozására,

- az uniflorális méz és a forrásul szolgáló virág aromaképei nem hasonlítanak egymásra, utóbbiból a méz illatképe nem vezethető le illékonysági okok miatt (mely állítást egyértelműen bizonyítják az 5.8.2-5.8.6. fejezetek virág-méz aromaképei),
- a növényi eredet igazolása fajtamézek esetén csak marker komponensek felhasználásával lehetséges, ezek azonosítása azonban egyedül tömegspektrométerrel nem megoldható, a retenciós helyzetnek mérési körülmény-független (a csak polaritásfüggő PTRI) megadása szükséges.

Röviden, a fajtamézek florális eredetének igazolására irányuló analitikai vizsgálataim 5 virág-méz pár, a hárs, sóvirág, levendula, bodza és aranyvessző rendszer esetében eredményre vezettek a marker halmaz felkutatásával, lehetővé téve a mézek azonosítását a Mellékletben található döntési algoritmus szerint.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

Doktori dolgozatom célja néhány fajtaméz-különlegesség, nevezetesen a hárs, sóvirág, levendula, bodza, valamint aranyvessző méz unifloráris eredetének bizonyítása a növényi forrás és a méz kémiai kapcsolatának felderítésével, valamint egyedi, fajtajelleges marker komponensek fellelésével. Munkám során az alábbi új metodikai és tudományos eredmények születtek:

1. Undekanol-1 belső standard addíciót alkalmazó Likens-Nickerson szimultán desztillációs extrakciós módszert dolgoztam ki mind a virág, mind a belőle származó méz illatanyagainak kivonására, majd gázkromatográfiás elválasztást követő, részletező, egyedi azonosítási módú tömegspektrometriás vizsgálattal megkerestem a közös méz-virág illatalkotókat.
2. A vizsgált méz-virág párok közös komponens-halmazának elemzésével meghatároztam a marker anyagok körét, definiáltam az egyes fajtamézek kémiai azonosításának feltételeit (komponens nevek az elúció helyével, PTRI értékekkel), és azt számítógépes azonosító algoritmussá alakítható döntési háló formában megkonstruáltam.
3. A sóvirág és levendula mézek esetére (tehát a virág jellegét közvetlenül nem hordozó mézek esetére) az uralkodó állásponttal szemben bizonyítottam, hogy a fajtaméznek nem kell feltétlenül viselnie a forrás-virág kémiai jegyeit. A jelenségre 6 pontban elméleti magyarázatot adtam. A teljes mérési adathalmazt elemezve e két mézre – méz-virág markerek hiányában is – fajtajelleges egyedi komponenseket kerestem és találtam.
4. Az Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszéken kutatótársi viszonyban kifejlesztett relatív aromaspektrum szerkesztési eljárást az eredményekre alkalmazva bebizonyítottam, hogy azonos termőhelyen mind a virág, mind a belőle származó méz évről évre megjelenő csaknem azonos illatképpel rendelkezik, mely megmérhető és a jelen dolgozatban kidolgozott módszerrel rögzíthető, a későbbi azonosítások céljaira felhasználható.
5. Ugyancsak a relatív aromaképekkel bizonyítottam, hogy a virág és fajtamézének illatképe nem hasonlít egymásra, előbbiből az utóbbi nem vezethető le, mert a nektár mézzé érlelése során éppen az illékony fajtajelleges anyagokat éri nagy veszteség (párolgás, bomlás, átalakulás inaktív komponensekké).
6. Az illatkromatogramok végén, nagy PTRI értékeknél, eddig le nem írt “*olid*”-típusú vegyületeket azonosítottam, amelyek jelző tulajdonságaik révén információt hordoznak a méhek és más rovarok számára. A fenti anyagok feltételezésem szerint a méhek valamely feromonjának származékai, mivel a méhek jelzőanyagaikkal pecsételik meg a virágokat, részint pedig saját kaptárbeli összetartozásuknak, valamint a királynő jelenlétének is vannak kémiai jelei.

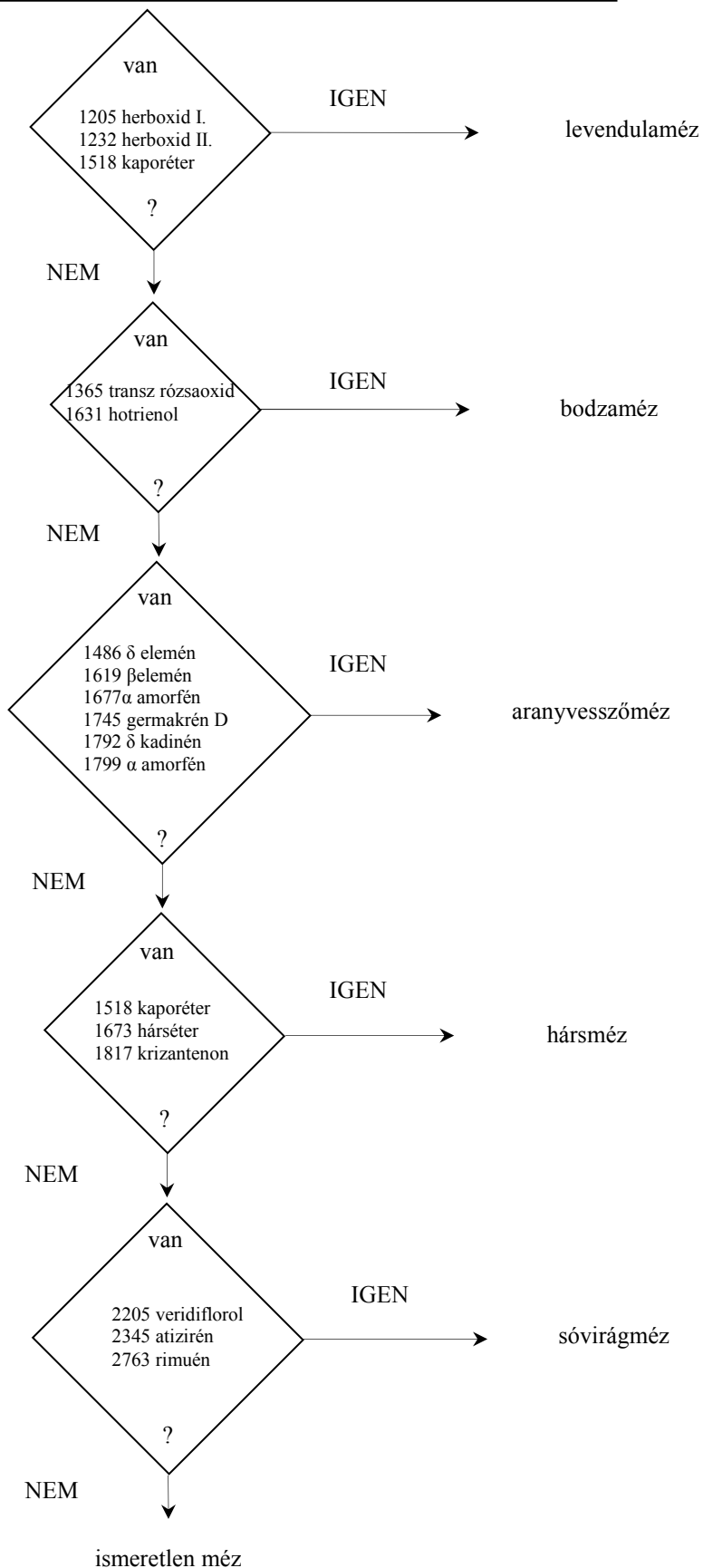
MELLÉKLETEK

Mellékletek jegyzéke:

1. Döntési fa mézek azonosításához
2. Irodalomjegyzék
3. Publikációs tevékenység a dolgozat témakörében
4. Köszönetnyilvánítás

MÉZEK AZONOSÍTÁSA DÖNTÉSI ALGORITMUSSAL AZ AROMAVEGYÜLETEK ALAPJÁN

Figyelt komponensek (PTRI érték alapján)		
1205 herboxid I.	1619 β -elemén	1799 α -amorfén
1323 herboxid II.	1631 hotrienol	1817 krizantenon
1365 transz-rózsaoxid	1673 hárséter	2205 veridiflorol
1486 δ -elemén	1677 α -amorfén	2345 atizirén
1518 kaporéter	1745 germakrén D	2763 rimuén
	1792 δ -kadinén	



IRODALOMJEGYZÉK

1. ALI, A.T., CHOWDHURY, M. N., al HUMAYYD, M.S. (1991): Inhibitory effect of natural honey on *Helicobacter pylori*. *Tropical gastroenterology*, 12(3), 139-143. p
2. ANON. (2005): (A BIZOTTSÁG HARMADIK JELENTÉSE A TANÁCSNAK ÉS AZ EURÓPAI PARLAMENTNEK a méhészeti termékek termelésének és forgalmazásának általános feltételeit javító intézkedésekről szóló 797/2004/EK tanácsi rendelet végrehajtásáról SEC(2007) 368
Elérhető: <http://eur-lex.europa.eu>, CELEX száma: 52007DC0131
3. A MAGYAR MÉHÉSZETI NEMZETI PROGRAM (2004): Melléklet a 152/2004. (X. 18.) FVM rendelethez (152/2004. (X. 18.) FVM rendelet a Magyar Méhészeti Nemzeti Program alapján a központi költségvetés, valamint az Európai Mezőgazdasági Orientációs és Garancia Alap társfinanszírozásában megvalósuló támogatások igénybevételének általános szabályairól
4. ADLER, L. S. (2000): The ecological significance of toxic nectar. *Oikos* 91, 409-420. p.
5. ALISSANDRAKIS, E. et al. (2003): Ultrasound-assisted extraction of volatile compounds from citrus flowers and citrus honey. *Food Chemistry*, 82 (2003), 575–582. p.
6. AL-MAMARY, M., AL-MEERI, A., AL-HABORI, M. (2002): Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*, 22 (2002), 1041-1047. p.
7. AMBRÓZY B. (1914): A méh. Budapest: Országos Magyar Méhészeti Egyesület, 3. kiadás, 822 p.
8. AMPUERO, S., BOGDANOV, S., BOSSET, J.-O. (2004): Classification of unifloral honeys with an MS-based electronic nose using different sampling modes: SHS, SPME and INDEX. *Eur Food Res Technol*, 218, 198–207. p.
9. ANDRADE, P. et al. (1997). Determination of phenolic compounds in honeys with different floral origin by capillary zone electrophoresis. *Food Chemistry*, 60(1), 79–84. p.
10. ANKLAM, E. (1998): A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food chemistry*, 63 (4), 549-562 p.
11. AOAC (1990): Official Methods of Analysis, 15th ed., Separation of sugars in honey (Liquid chromatographic method), No 977.20
12. APÁTI P. et al. (2003): Herbal remedies of *Solidago*/correlation of phytochemical characteristics and antioxidative properties. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 32, 1045-1053. p.
13. BACANDRITSOS, N. (2004): Establishment and honeydew honey production of *Marchalina hellenica* (Coccoidea Margarodidae) on fir tree (*Abies cephalonica*), *Bulletin of Insectology*, 57(2), 127-130. p.
14. BAINS, S. et al. (2002): Characterizing the Allergens Contained in Goldenrod (*Solidago virgaurea*). *J. Allergy Clin. Immunol.*, 121(2), 125. p.

15. BAKER, H. G., BAKER I. (1983): A brief historical review of chemistry of floral nectar. 129-152. p. In: BENTLEY B., ELIAS T.: *The biology of nectaries*. New York: Columbia University Press.
16. BARONI, M.V. et al. (2002): Assesment of the floral origin of honey by SDS-page immunoblot techniques, *J. Agric. Food Chem*, 50, 1362-1367. p.
17. BARRERA, de la, E., NOBEL, P.S. (2004): Nectar: properties, floral aspects and speculations on origin. *TRENDS in Plant Science*, 9(2), 65-69. p.
18. BATTAGLINI M., BOSI G., GRANDI A. (1973): Considerations of the glucidic fractions of the nectars of 57 honey plants of central Italy. *Proceedings of the XXIVrd Int. Beekeep. Congr.* Buenos Aires: 493-500. p.
19. BELICZAY L. (1960). A méz ipari feldolgozása, mézes sütemények. Budapest: Műszaki Könyvkiadó. 303. p.
20. BELITZ H. D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P. (2004): Food chemistry 3rd and revised edition. Berlin: Springer Verlag.
21. BIANCHI, F., CARERI M., MUSCI M. (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 (2005), 527–532. p.
22. BLANK, I., FISCHER, K. H., GROSCH, W. (1989): Intensive neutral odourants of linden honey. *Z. Lebensm. Uters. Forsch.*, 198, 426-433. p.
23. BOGDANOV, S., MARTIN, P. (2002): Honey authenticity, a review. *Mitt. Geb. Lebensmittelunters. Hyg.*, 93, 232–254. p.
24. BOUSETA, A., COLLIN, S. (1995): Optimized Likens-Nickerson methodology for quantifying honey flavors. *J. Agric. Food Chem.*, 43, 1890-1897. p.
25. BOUSETA, A., COLLIN, S., DUFOUR, J. P. (1992): Characteristic aroma profiles of unifloral honeys obtained with a dynamic head-space GC–MS system. *Journal of Apicultural Research*, 31, 96–109. p.
26. BOUSMAHA, L. et al. (2006): Intraspecific chemical variability of the essential oil of *Lavandula dentata* L. from Algeria. *Flavour Fragr. J.*, 21, 368–372. p.
27. BRYANT, V. M. Jr., JONES, G. D. (2001): The r-values of honey: pollen coefficients. *Palinology*, 2001 25(1), 11-28. p.
28. BUCHBAUER, G. et al. (1992): Headspace analysis of the dried herb of passion flower (*Herba Passiflorae*) and dried flowers of lime tree (*Flores Tiliae*). *Flavour and Fragrance Journal* 7(6), 329- 332. p.
29. BUCHBAUER, G. et al. (1995): Comprative headspace anaysis of living and fresh cut lime tree flowers (*Tiliae flores*). *Flavour and Fragrance Journal*, 10(3), 221-224. p.

30. BÜLOW, N., KÖNIG, W.A. (2000) : The role of germacrene D as a precursor in sesquiterpene biosynthesis: investigations of acid catalyzed, photochemically and thermally induced rearrangements. *Phytochemistry* 55, 141-168. p
31. CARTER, C. et al. (2006): A novel role for proline in plant floral nectars. *Naturwissenschaften*, 93(2), 72-90. p.
32. CASTRO-VÁZQUEZ, L., DÍAZ-MAROTO, M.C., PÉREZ-COELLO, M.S., (2007): Aroma composition and new chemical markers of Spanish citrus honeys. *Food Chemistry*, 103(2), 601-606. p.
33. CAVIA, M. M. et al. (2002): Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. *Food chemistry*, 78, 157-161.p.
34. CAVIA, M. M. et al. (2007): Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chemistry*, 100, 1728-1733. p.
35. COTTE, J. F. et al. (2004): Chromatographic analysis of sugars applied to the characterisation of monofloral honey. *Anal Bioanal Chem*, 380, 698–705. p.
36. Council Directive 2001/110/EC of 20 December 2001 relating to honey.
37. CUEVAS-GLORY et al. (2007): A review of volatile analytical methods for determining the botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 103(3), 1032-1043. p.
38. D'ARCY, B. R, (2005): Antioxidants in Australian Floral Honeys, Identification of health-enhancing nutrient components. *A report for the Rural Industries Research and Development Corporation*
39. elérhető: <http://www.rirdc.gov.au/reports/HBE/05-040.pdf>
40. DAVIES, A. R., PETERSON, R. L., SHUEL, R. W. (1988): Vasculature and ultrastructure of the floral and stipular nectarees of *Vicia faba* (Leguminosae). *Can. J. Bot.*, 66 1435-1448. p.
41. DELMAS, C., VIDON, D. J.-M., SEBALD, M. (1994): Survey of honey for *Clostridium botulinum* spores in eastern France. *Food Microbiology*, 11(6), 515-518.p.
42. DÉR Zsófia (2005): Kertészeti növények kabóca együttese és szerepük a fitoplazmák terjesztésében. Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem Kertészettudományi Kar, 2005.
43. DONNER, L.W. (1977): The sugars of honey – a review. *J. Sci. Food Agric.*, 28, 443-456. p.
44. EXPL. 61913.OCT. 2005: Explanatory note on the implementation of Council Directive 2001/110/EC relating to honey, EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE-GENERAL FOR AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT, Directorate C. Economics of agricultural markets (and CMO) C.4. Animal products.
45. FAHN, A. (1987): The extrafloral nectaries of *Sambucus nigra*. *Annals of Botany*, 60, 299-308. p

46. FANGLIN LIU, JIANZHONG HE, WENJUN FU (2005): Highly controlled nest homeostasis of honey bees helps deactivate phenolics in nectar. *Naturwissenschaften*, 92, 297–299. p.
47. FERRERES, F., TOMÁS-BARBERÁN, F. A., GINER, J. M. (1994): A comparative study of hesperitin and methyl anthranilate as markers of the floral origin of Citrus honey. *J. Sci. Food Agric.*, 65, 371-372. p.
48. FERRERES, F. et al. (1996): Floral nectar phenolics as biochemical markers for the botanical origin of heather honey. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 202, 40-44. p.
49. FILARSZKY N. (1911): Növénymorphologia. Budapest: Franklin Nyomda. 1028 p.
50. FORCONE, A., GALETTO, L., BERNARDELLOT, L.: (1997): Floral Nectar Chemical Composition of Some Species from Patagonia. *Biochemical Systematics and Ecology*, 25(5), 395-402. p.
51. FÖLDHÁZINÉ R. G., AMTMANN M., KISS T: (1996): Fajtamézek fizikai és kémiai jellemzői II. *Méhészet*, 44 (4), 10-11. p.
52. GRADDON, A. D., MORRISON, J. D., SMITH, J. F. (1979): Volatile constituents of some unifloral Australian honeys. *J. Agric. Food Chem.*, 27 (4), 832-837 p.
53. GULYÁS S., NAGY G., MOLNÁR A. (1993): A selyemkóró (*Asclepias syriaca* L.) nektárjának és mézének összetétele homokon és kötött talajon. *Méhészújság*, 6(3), 10. p.
54. GULYÁS Sándor (1991): A pollentartalom és mézminősítés. *Méhészújság*, 7, 11. p.
55. GUYOT, C., SCHEIRMAN, V., COLLIN, S. (1999): Floral origin markers of heather honeys: *Calluna vulgaris* and *Erica arborea*. *Food Chemistry*, 64, 3-11. p.
56. GUYOT-DECLERCK, C. et al. (2002): Floral quality and discrimination of *Lavandula Stoechas*, *Lavandula angustifolia* and *Lavandula angustifolia* x *latifolia* honeys. *Food Chemistry*, 79, 453-459. p.
57. HAHN, H. (1970): Zum Gehalt und zur Herkunft der freien Aminosäuren in Honig. Universität Stuttgart. Disszertáció
58. HALMÁGYI Levente, KERESZTESI Béla (szerk.) (1975): A méhlegelő. Budapest: Akadémiai Kiadó. 792 p.
59. HAMILTON, J. et al. (2004): Partially oxidised organic components in urban aerosol using GCXGC-TOF/MS. *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 4, 1393–1423. p.
60. HÄUSLER, M., MONTAG, A., (1990): Minorbestandteile des Honigs mit Aromarelevanz III.: *Dtsch. Lebensm.-Rundsch.*, 86, 171-174. p.
61. HERMOSÍN, I., CHICÓN, R. M., CABEDUZO, M. D. (2003): Free amino acid composition and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 83(2), 263-268. p.
62. HORNOK László (szerk.)(1990): Gyógynövények termesztése és feldolgozása. Budapest: Mezőgazdasági Kiadó. Második, átdolgozott kiadás. 330 p.

63. HORTOBÁGYI T. szerk. (1976): Növénytan. II. kötet. Budapest: Tankönyvkiadó. 682. p.
64. HUANG, Z.-Y., OTIS, G. W. (1989): Factors determining hypopharyngeal gland activity of worker honey bees (*Apis mellifera* L.) *Insectes Sociaux* 36(4). pp. 264-276
65. IRITI, M. et al. (2006): Histo-cytochemistry and scanning electron microscopy of lavender glandular trichomes following conventional and microwave-assisted hydrodistillation of essential oils: a comparative study. *Flavour and Fragrance Journal*, 21, 704–712. p.
66. IRWIN, R.E., DORSETT B., (2002): Volatile production by buds and corollas of two sympatric, confamilial plants, *Ipomopsis aggregata* and *Polemonium foliosissimum*., *Journal of Chemical Ecology*, 28(3), 565-578. p.
67. JOERG, E., SONTAG, G. (1992). Determination of phenolic acids in honey by HPLC using coulometric dual electrode detection. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 80, 179–183. p.
68. JONES, G.D., BRYANT, V.M. Jr. (1998): Pollen recovery from honey, in: BRYANT, V.M., WRENN, J.H. (eds.): *New Developments in Palynomorph Sampling, Extraction and Analysis*, Dallas, AASP Contribution Series 33, 107-114. p.
69. JOSHI, S. R., PECHHACKER, H., WILLAM, A., von der OHE, W. (2000): Physico-chemical characteristics of *Apis dorsata*, *A. cerana* and *A. mellifera* honey from Chitwan district, central Nepal, *Apidologie*, 31 367–375. p.
70. KAACK, K. et al. (2006): Relationship between sensory quality and volatile compounds of elderflower (*Sambucus nigra* L.) extracts. *Eur Food Res Technol*, 223, 57–70. p.
71. KALEMBA, D., MARSCHALL, H., BRADESI, P. (2001): Constituents of essential oil of *Soldago gigantea* Ait. (giant goldenrod). *Flavour and Fragrance Journal*, 16, 19-26. p.
72. KARABOURNIOTI, S. , ZERVALAKI, P. (2001): The effect of heating on honey HMF and invertase. *Apiacta*, 36 (4), 177 – 181. p.
73. KARDOS Györgyné, SZÉL Zs., SZALAINÉ M. E., (2001): Fajtamézek diasztáz-aktivitása, *Méhészújság*, 14(4), 132. p.
74. KASALI, A. A. et al. (2002): epi-Cubebanes from *Solidago candensis*. *Phytochemistry*, 59, 805-810. p.
75. KAYA, Z., BINZET, R., ORCAN, N., (2005): Pollen analyses of honeys from some regions of Turkey. *Apiacta*, 40, 10-15. p.
76. KERKVLIT, J. D. (1996): Screening method for the determination of peroxide accumulation in honey and relation with HMF content. *Journal of Apicultural Research*, 35 (3/4) 110-117. p.
77. KERKVLIT, J. D. MEIJER, H. A. J. (2000): Adulteration of honey: relation between microscopic analysis and δ 13C measurements, *Apidologie*, 31, 717–726. p.
78. KISS T. (1983): A méz. 383-420. p. In: NIKOVITZ A. (Szerk.): *A méhészet kézikönyve*.

Budapest: ÁTK és HungaroNektár kiadása. 825 p.

79. KOICHI, I. et al. (2005): Identification of phenolic compound in manuka honey as specific superoxide anion radical scavenger using electron spin resonance (ESR) and liquid chromatography with coulometric array detection. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(5), 872-878. p.
80. KORÁNY K., AMTMANN M. (2005): A Practical, Theory Supported Approach of Linear Temperature Programmed Gas Chromatographic Retention Indices Used in the Recognition Experiments of Hungarian Food Specialities, Called "Hungarics". *J. of Food Composition and Analysis*, 18, 345-357. p.
81. LAMMERTYN, J., VERAVERBEKE, E. A., IRUDAYARAJ, J. (2004). zNose technology for the classification of honey based on rapid aroma profiling. *Sensors and Actuators B*, 98, 54–62. p.
82. LAZARIDOU, A. et al. (2004): Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys, *Journal of Food Engineering*, 64, 9–21. p.
83. LIHU YAO et al. (2003): Flavonoids, phenolic acids and abscisic acid in Australian and New Zealand Leptospermum honeys, *Food Chemistry*, 81, 159–168. p.
84. LIKENS, S. T., NICKERSON, G. B. (1964): Detection of certain hop oil constituents in brewing products. *American Society of Brewing Chemists Proceedings*, 5-13. p.
85. LOUVEAUX, J., MAURIZIO, A., VORWOHL, G. (1970): Methods of melissopalynology. *Bee World*, 51, 125-131. p.
86. LOUVEAUX, J., MAURIZIO, A., VORWOHL, G. (1978): Methods of melissopalynology. *Bee World*, 59: 139-162. p.
87. LOW, N.H. et al. (1986): A new enzyme, β -glucosidase in honey. *Journal of Apicultural Research*, 25(3), 178. p.
88. MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV (1996):1-3-74/409 Mész, 2-01-25 Mézfélék. Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság, Budapest
89. MAGYAR ÉLELMISZERKÖNYV (2002):1-3-2001/110 számú előírás. Mész. Budapest: Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság.
90. MARTÍN, G.I. et al. (1998): Detection of honey adulteration with beet sugar using stable isotope methodology. *Food Chemistry*, 61(3), 281-286. p.
91. MATEO, R., BOSCH-REIG, F. (1997): Sugar profiles of Spanish unifloral honeys. *Food Chemistry*, 60(1), 3341. p.
92. MOAR, N. T. (1985): Pollen analysis of New Zealand honey. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 28, 39-70. p.
93. MOLAN, P. C. (2002). Re-introducing Honey in the Management of Wounds and Ulcers – Theory and Practice. *Ostomy/Wound Management*, 48 (11), 28-40.

94. MOLAN, P. C. (2006). The Evidence Supporting the Use of Honey as a Wound Dressing. *Lower Extremity Wounds*, 5(1), 40–54.
95. MORSE, R. A., LISK D. J. (1980): Elemental analysis of honeys from several nations. *American Bee Journal*, 120, 522-523. p.
96. MUSSEN, E. C. (2002): Impact of Honey Bees on the California Environment, *Apiculture Newsletter*, 2002 May/June
elérhető: http://entomology.ucdavis.edu/faculty/mussen/beebriefs/HB_and_CA_Native_Plants.pdf
97. MUSSEN, E. C. (2005): Honeydew problematic. *Apiculture Newsletter*, 2005 May/June, elérhető: http://entomology.ucdavis.edu/faculty/mussen/news_index1.html
98. NAEF, R. et al. (2004): From linden flower to linden honey – Volatile constituents of linden nectar, the extract of bee-stomach and ripe honey, *Chemistry and Biodiversity*, 1 (12), 1870-1879. p.
99. NELSON, E.K. (1930): The flavor of orange honey. *Industrial and Engineering Chemistry*, 22 448. p.
100. NIKOVITZ A. szerk. (1983): A méhészet kézikönyve I-II. Budapest: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóközpont és HungaroNektár kiadása. 396 p.
101. NOZAL, del, M.J. et al. (2000): Determination of oxalate, sulfate and nitrate in honey and honeydew by ion-chromatography. *Journal of Chromatography A*, 881, 629–638. p.
102. NOZAL, M. J. et al. (2003): HPLC determination of low molecular weight acids in honey with series-coupled ion-exclusion columns. *Journal of liquid chromatography and related technologies*, 26(8), 1231-1253. p.
103. NOZAL NALDA, M. J. et al. (2005): Classifying honeys from the Soria Province of Spain via multivariate analysis. *Anal. Bioanal. Chem.*, 382, 311–319. p.
104. NYÁRÁDI A., PÉTERFI I., SZÖVÉRFI F. (1958): A méhlegelő és növényei. Bukarest: Mezőgazdasági és Erdészeti Állami Könyvkiadó. 434 p.
105. NYÁRS L. (2001): A méhészeti ágazat helyzete és fejlesztési lehetőségei. *Agrárgazdasági Tanulmányok*, 5 (8) 107 p.
106. NYÁRS L. (2002): A magyarországi méztermelés helyzete és szerepe az Európai Unió fogyasztásában, *Gazdálkodás*, 46(1), 53-59. p.
107. ODEH, I. et al. (2007): A variety of volatile compounds as markers in Palestinian honey from *Thymus capitatus*, *Thymelaea hirsuta* and *Tolpis virgata*. *Food Chemistry*, 101, 1410-1414. p.
108. OHE, von der, Werner, (1994): Unifloral honeys: Chemical conversion and pollen reduction. *Grana*, 33 292-294. p.
109. ÖRÖSI PÁL Zoltán (1962): Méhek között. 8. kiadás. Budapest: Börze Kft. 634 p.

110. ÖZCAN, S., SENYUVA, H.Z. (2006): Improved and simplified liquid chromatography/atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry method for the analysis of underivatized free amino acids in various foods. *J. Chromatogr. A*, 1135(2), 179-185. p.
111. PACINI, E., NEPI, M., VESPRINI, J. L. (2003): Nectar biodiversity: a short review. *Plant Syst. Evol.*, 238, 7–21. p.
112. PADOVAN, G.J. et al. (2003): Detection of adulteration of commercial honey samples by the ¹³C/¹²C isotopic ratio. *Food Chemistry*, 82, 633–636. p.
113. PAIS, M. S. S., CHAVES das NEVES, H.J. (1980): Sugar content of the nectary exudate of *Epipactis atrupurpurea* Rafin. *Apidologie*, 11(1), 39-45 p.
114. PALÁDI-KOVÁCS A. et al. (szerk.biz.) (2001): Magyar néprajz nyolc kötetben. II. kötet: Gazdálkodás. Budapest: Akadémiai Kiadó (1988-2001) elérhető: <http://mek.oszk.hu/02100/02152/html/>
115. PARENT, J., FELLER-DEMALSY, M. J., RICHARD, P. J. H. (1990): Les sources de pollen et de nectar dans la région de Rimouski, Québec, Canada. *Apidologie*, 21, 431-445.
116. PENA, R. M et al. (2004): Solid-phase microextraction gas chromatography-mass spectrometry determination of monoterpenes in honey. *J. Sep. Sci.*, 27, 1540–1544. p.
117. PÉREZ, R. A. et al. (2002). Analysis of volatiles from Spanish honeys by solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 2633–2637. p.
118. PERSANO ODDO, L. et al. (2000): Honey control: Botanical origin denominations. 1st Conference of European Customs Chemist, Fiuggi 2000. okt., 18-20, elérhető: <http://www.foodchem.it/fiuggi/Documents/L0109.PDF>
119. PERSANO ODDO, L., BOGDANOV, S. (2004): Determination of honey botanical origin: problems and issues. *Apidologie*, 35(special issue). S2-S3. p.
120. PERSANO ODDO, L., PIANA, L., BOGDANOV, S. (2004): Botanical species giving unifloral honey in Europe. *Apidologie*, 35, S82–S93. p.
121. PETERSON, J., DWYER, J. (1998): Flavonoids: dietary occurrence and biochemical activity. *Nutrition Research*, 18(12), 1995-2018. p.
122. PHAM-DELEGUE, M. H. et al. (1990): Chemicals involved in honeybee-sunflower relationship. *Journal of Chemical Ecology*, 16(11), 3053-3065. p.
123. PIAZZA, M.G., PERSANO ODDO, L. (2004): Bibliographical review of the main European unifloral honeys. *Apidologie*, 35, S94–S111. p.
124. PIASENZOTTO, L., GRACCO, L., CONTE L. (2003): Solid phase microextraction applied to Honey Quality Control. *J. Sci. Food Agric.*, 83(10), 1037–1044. p.
125. PICHERSKY, E., NOEL, J. P., DUDAREVA, N. (2006): Biosynthesis of Plant Volatiles: Nature's Diversity and Ingenuity: *Science*, 311(5762), 808 - 811. p.

126. RADOVIC, B. S. et al. (2001): Contribution of dynamic headspace GC-MS analysis of aroma compounds to authenticity testing of honey. *Food Chemistry*, 72, 511-520. p.
127. RAGUSO, R. A (2004): Why are some floral nectars scented? *Ecology*, 85(6), 1486–1494. p.
128. RHOADES, D. F., BERGDAHL, J. C. (1981): Adaptive significance of toxic nectar *Am. Nat.*, 117(5), 798-803. p.
129. RISTORCELLI, D., TOMI, F., CASANOVA, J. (1998): ¹³C-NMR as a tool for identification and enantiomeric differentiation of major terpenes exemplified by the essential oil of *Lavandula stoechas* L. ssp. *stoechas*. *Flav. Fragr. J.*, 13, 154. p.
130. RODRIGUEZ, de, G. O., et al. (2004): Characterization of honey produced in Venezuela. *Food Chemistry*, 84, 499–502. p.
131. ROOT, A. I., ROOT, E. R. (2005). *The ABC and XYZ of Bee Culture*, Whitefish MT (USA): Kessinger Publishing, LLC. 740 pp.
132. RUOFF, K., BOGDANOV, S., (2004): Authenticity of honey and other bee products, *Apiacta*, 38, 317-327. p.
133. SANZ, M.L., SANZ J., MARTÍNEZ-CASTRO, I. (2003): Presence of some cyclitols in honey. *Food Chemistry*, 84(1), 133-135. p.
134. SANZ, M.L., SANZ J., MARTÍNEZ-CASTRO, I. (2004): Gas chromatographic–mass spectrometric method for the qualitative and quantitative determination of disaccharides and trisaccharides in honey. *Journal of Chromatography A*, 1059, 143–148. p.
135. SCHMALFUSS, H., BARFHMEYER, H: (1929): Diacetyl als Aromabestandteil von Lebensmittel und Genussmitteln. *Biochem Z.*, 216, 330-335. p.
136. SCHOCKEN-ITURRINO, R. P. et al. (2006): Study of the presence of the spores of *Clostridium botulinum* in honey in Brazil. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 24 (3), 379 – 382.p.
137. SERRA-BONVEHÍ, J., SOLIVA TORRENTO, M., CENTELLES LORENTE, E (2001): Evaluation of polyphenolic and flavonoid compounds in honeybee-collected pollen produced in Spain. *J. Agric. Food Chem.*, 49(4), 1848-1853. p.
138. SERRA-BONVEHÍ, J., VETNURA-COLL, F. (2003). Flavour index aroma profiles of fresh and processed honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83, 275–282. p.
139. SCHOCKEN-ITURRINO, R. P. et al. (2006): Study of the presence of the spores of *Clostridium botulinum* in honey in Brazil. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 24 (3), 379 – 382.p.
140. SHIMODA, M., WU, Y., OSAJIMA, Y. (1996): Aroma compounds from aqueous solution of haze (*Rhus succedanea*) honey determined by absorptive column chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(12), 3913–3918.

141. SIEGENTHALER, U. (1977): Eine einfache und rasche Methode zur Bestimmung der α -glucosidase (Saccharase) im Honig. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.*, 68, 251-258 p.
142. SNOW, M. J., MANLEY-HARRIS, M. (2004): On the nature of non-peroxid antibacterial activity in New Zealand manuka honey. *Food Chemistry*, 84, 145-147. p.
143. SZALAINÉ Mátrai Enikő (2002): A méh. Budapest: Mezőgazda Kiadó. 69 p.
144. SZALAY L., HALMÁGYI L. (1998): Gyógyító mézek és mézelő gyógynövények. Budapest: Magyar Méhészek Egyesülete kiadása. 134 p.
145. SZMORAD F. (1997): Az év fája: a kislevelű hárs. *Élet és Tudomány*, 1997/32, 995-1000. p.
146. TANANAKI, C. et al. (2007): Determination of volatile characteristics of Greek and Turkish pine honey samples and their classification by using Kohonen self organising maps. *Food Chemistry*, 101, 1687–1693 . p.
147. TANDON, K.S., BALDWIN, E.A., SHEWFELT, R.L. (2000): Aroma perception of individual volatile compounds in fresh tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) As affected by the medium of evaluation. *Postharvest Biol. Technol.*, 20, 261-268. p.
148. TOMÁS-BARBERAN, F. A. et al. (1993): Flavonoids in honey of different geographical origin. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, 196. 38-44 p.
149. TOMÁS-BARBERAN, F. A. et al. (2001). HPLC flavonoid profiles as markers for the botanical origin of European unifloral honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(5), 485–496. p.
150. TÓTH GY. (1983): A méz az emberi táplálkozásban. 425-431. p. In: NIKOVITZ A. (Szerk.): *A méhészet kézikönyve*. Budapest: ATK és HungaroNektár kiadása. 825 p.
151. USDA (2006): USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods, August 2006, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Beltsville Human Nutrition Research Center, Nutrient Data Laboratory. elérhető: www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/Flav/Flav02.pdf
152. VERZÁRNÉ (1982): Farmakognózia. Budapest: Medicina. 217. p.
153. VIDAL, J. P., RICHARD, H. (1986): Characterization of volatile compounds in linden blossoms *Tilia cordata* Mill.. *Flavour and Fragrance Journal*, 1(2), 57-62. p.
154. WESTON, R. J. (2000a): Identification and quantitative levels of antibacterial components of some New Zealand honeys. *Food Chemistry*, 70, 427-435. p.
155. WESTON, R. J. (2000b): The contribution of catalase and other natural products to the antibacterial activity of honey: a review. *Food Chemistry*, 71, 235-239. p.
156. WIESENFELD, E. (1997): Aroma Profiles of Various Lavandula Species. SISWEB™ Application note 57, Pittcon '97. elérhető: www.sisweb.com/referenc/applnote/noville.htm
157. WILKINSON, T.L., ASHFORD, D. A., PRITCHARD, J. DOUGLAS, A. E. (1997):

Honeydew sugars and osmoregulation in the pea aphid *Acyrtosiphon pisum*. *The Journal of experimental Biology*, 200, 2137–2143 p.

158. WIST, T.J., DAVIS, A.R. (2006): Floral nectar production and nectary anatomy and ultrastructure of *Echinacea purpurea* (Asteraceae). *Annals of Botany*, 97(2), 177-193. p.
159. WOOL, D., HENDRIX, D. L., SHUKRY, O. (2006): Seasonal variation in honeydew sugar content of galling aphids (*Aphidoidea: Pemphigidae: Fordinae*) feeding on Pistacia: Host ecology and aphid physiology. *Basic and Applied Ecology*, 7, 141-151. p.
160. WUNDERLIN, D. A., PESCE S. F., AME M. V., FAYE P. F. (1998): Decomposition of hidroxy-methyl-furfural in solution and protective effect of fructose. *J. Agric. Food Chem.*, 46, 1855-1863. p.
161. YANIV, Z., RUDICH, M. (1997): Medicinal herbs as potential source of high quality honeys. in: Mizrahi, A., Lensky, Y. (editors): *Bee products: Properties, applications, and apitherapy*. New York: Plenum Press
162. ZANDER, E., KOCH, A. (1975): *Der Honig*. 2. kiadás. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer. 214 p.
163. ZHANG JIAN-FEN, ZHENG YU-GUO, SHEN YIN-CHU (2007): Inhibitory effect of valienamine on the enzymatic activity of honeybee (*Apis cerana* Fabr.) α -glucosidase. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 87(1), 73-77. p.

PUBLIKÁCIÓS TEVÉKENYSÉG A DOLGOZAT TÉMAKÖRÉBEN

Publikációk folyóiratban

IF-es folyóiratcikk, idegen nyelv

1. Földházi, G., Amtmann, M., Fodor, P., Ittész, A. (1996): The Physico-Chemical Properties and composition of Honeys of Different Botanical Origin. *Acta Alimentaria*, 25(3), 237-256. p. (4 hivatkozás)
2. Korány, K., Amtmann, M. (1997): GC-MS Measurements in the Investigation of Pepper Aroma Structures. *Rapid Communications in Mass Spectrometry (RCM)*, 11, 686-690. p. (4 hivatkozás)
3. Korány, K., Mednyánszky, Zs., Amtmann, M. (2000): Preliminary Results of a Recognition Method Visualizing the Aroma and Fragrance Features. *Acta Alimentaria*, 29(2), 187-198. p.
4. Kocsis, N., Amtmann, M., Mednyánszky, Zs., Korány, K. (2002): GC-MS Investigation of the Aroma Compounds of Hungarian Red Paprika (*Capsicum annuum*) Cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 195-203. p. (10 hivatkozás)
5. Kocsis, N., Márkus, F., Mednyánszky, Zs., Amtmann, M., Korány, K. (2003): Recognition Experiments of the Vintage 1997 Year Hot and Red Paprika (*Capsicum annuum* L.) Varieties Grown in Kalocsa. *Acta Alimentaria*, 32(1), 61-73. p. (2 hivatkozás)
6. Kasper-Szél, Zs., Amtmann, M., Takáts, A., Kardos-Neumann, Á. (2003): A Comparative Analysis of Hungarian Robinia and Milkweed Honeys Based on Their Chemical and Physical Characteristics, Preliminary communication. *Acta Alimentaria*, 32(4), 395-403. p. (1 hivatkozás)
7. Korány, K., Amtmann, M. (2005): A Practical, Theory Supported Approach of Linear Temperature Programmed Gas Chromatographic Retention Indices Used in the Recognition Experiments of Hungarian Food Specialities, Called "Hungarics". *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 345-357. p. (2 hivatkozás)
8. Korány, K., Amtmann, M. (2006): An experimentally supported, mathematical explanation of the gas chromatographic elution behaviour of the long-chain carbon members of the homologous series. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(8), 813-821. p. (1 hivatkozás)
9. Majoros, E., Csóka, M., Amtmann, M., Korány, K. (2008): Comparison of the volatile compounds of fresh and dried apricot fruits by GC-MS measurements. *Acta Alimentaria*, 37(2), 271-282. p. (1 hivatkozás)
10. Amtmann, M. (in press, YJFCA1876): The chemical relationship between the scent features of goldenrod (*Solidago canadensis* L.) flower and its unifloral honey. *Journal of Food Composition and Analysis*, DOI: 10.1016/j.jfca.2009.10.001

IF-es folyóiratcikk magyarul:

1. Korány K., Amtmann M. (2008): A normál alkánok elúciós viselkedésén alapuló retenció index rendszerek egy lehetséges elméleti leírása. *Magyar Kémiai Folyóirat*, 114(1), 15-20. p.

NEM IF-es folyóiratcikk, idegen nyelv

1. Mednyánszky, Zs., Amtmann, M., Korány, K. (1998): Application of Mass Spectrometry Principles for the Investigation of Pepper Aroma Profile. *Publicationes Universitatis Horticulturae Industriaeque Alimentariae*, LVII., 19-21. p.

2. Mednyánszky, Zs., Amtmann, M., Korány, K. (1998): Application of Mass Spectrometry Principles for the Investigation of Pepper Aroma Profile. Publ. Univ. Horticulturae Industriaeque Alimentariae LVII. 19-21. p.
3. Amtmann M., Szabó S. A., Korány K. (2008): Application of floral scent analysis in the verification of honey authenticity. Journal of Food Physics, XXI., 7-11. p.

NEM IF-es folyóiratcikk, magyarul

1. Földháziné R. G., Amtmann M., Kiss T. (1996): Fajtamézek fizikai és kémiai jellemzése I. Méhészet, 44(3), 14-15. p.
2. Földháziné R. G., Amtmann M., Kiss T. (1996): Fajtamézek fizikai és kémiai jellemzői II. Méhészet, 44(4), 10-11. p.

Publikációk konferencia kiadványban

Magyar nyelvű (összefoglaló)

1. Amtmann, M., Korány, K. (1990): Fűszerek aromaanyagainak kapilláris gázkromatográfiás vizsgálata (Lippay János Tudományos Ülésszak, Budapest, 1990. nov. 7-8.)
2. Amtmann, M., Korány, K. (1991): A bors aromakomponenseinek azonosítása GC-MS módszerrel (251. KÉKI Kollokvium, Budapest, 1991. június 28.)
3. Korány, K., Amtmann, M. (1991): A bors minőségének gyors ellenőrzése (poszter), Az élelmiszerellenőrzés IX. Tudományos Konferenciája, Nyíregyháza, 1991. szeptember 26-27.
4. Amtmann, M., Korány, K. (1992): Bors illó komponenseinek mérése besőstandard addícióval, Lippay János Tudományos Ülésszak, Budapest, 1992. november 4-5.
5. Korány, K., Amtmann, M. (1996): Nyers kávéminták felismerése a kereskedelmi minták kivonatainak gázkromatográfiás mérése alapján, Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 1996. november 21-22.
6. Korány, K., Amtmann, M., Mednyánszky, Zs. (1998): Az aromaszpektrum szerkesztési eljárás hasonló sokszög módszerrel fejlesztése programozott hőmérsékletű retenciós index mérések segítségével, Lippay János – Vas Károly Nemzetközi Tudományos Ülésszak, Budapest, 1998. szeptember 16-18.
7. Amtmann, M., Mednyánszky, Zs., Tolnay P., Korány, K. (2000): Fajtamézek illatkomponenseinek vizsgálata (poszter), Vas Károly Nemzetközi Tudományos Ülésszak, Budapest, 2000. nov.6-7.
8. Kocsis, N., Amtmann, M., Mednyánszky, Zs., Korány, K. (2000): Kalocsai termesztésű fűszerpaprikák aroma-alkotóinak összehasonlítása GC-MS mérésekkel, Vas Károly Nemzetközi Tudományos Ülésszak, Budapest, 2000. nov.6-7.
9. Amtmann M., Csóka M., Korány K. (2007): Az aranyvessző virág (*Solidago canadensis* L)

és aranyvessző méz illatkapcsolatának GC-MS vizsgálata, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2007. nov. 7-8.

10. Amtmann M., Korány K. (2007): Uniflorális mézek illatszerkezetének összefüggése a virág-eredetével, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2007. nov. 7-8.
11. Amtmann M., Nemes K., Csóka M., Korány K. (2009): Mézek illatszerkezetének vizsgálata, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2009. okt. 28-30.
12. Csóka M., Nemes K., Mednyánszky Zs., Amtmann M. (2009): Szegedi származású fajtaazonos paprikaőrlemények illattulajdonságainak vizsgálata, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2009. okt. 28-30.
13. Juhászné Román M., Kovács Z., Varga Zs., Amtmann M. (2009): Probiotikus joghurt készítése laktózhidrolizált tejből méz kiegészítéssel, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2009. okt. 28-30.
14. Kállay M., Lelik L., Amtmann M., Korány K. (2009): Vörösborok primer aroma-struktúrája, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2009. okt. 28-30.
15. Korány K., Csóka M., Lelik L., Amtmann M. (2009): Pezsgők illatának mérése, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2009. okt. 28-30.
16. Nemes K., Csóka M., Mednyánszky Zs., Amtmann M. (2009): Csonthéjas (mandula, sárgabarack, őszibarack) és akácmézek illatszerkezetének GC-MS leírása, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2009. okt. 28-30.
17. Korány K., Lelik L., Csóka M., Amtmann M. (2009): A “Bouquet” GC-MS elemzése Likens-Nickerson SDE mintaelőkészítést követően, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2009. okt. 28-30.

Magyar nyelvű (teljes szövegű)

1. Amtmann, M., Mednyánszky, Zs., Kasperné, Szél, Zs., Korány, K. (2003): Mézek illatkomponenseinek GC-MS eredetvizsgálata, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2003. november 6-7, 178-179. p.
2. Amtmann, M., Kereskényi, É., Kétszeri, D., Korány, K. (2003): Méz mintaelőkészítési módszerek összehasonlítása GC-MS mérésekkel, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2003. november 6-7, Budapest, 180-181.p.
3. Amtmann, M., Kasperné, Szél, Zs., Kétszeri, D., Kereskényi, É., Korány, K. (2003): Mézkülönlegességek illattulajdonságai, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2003. november 6-7, Budapest, 182-183. p.
4. Korány, K., Amtmann, M., Mednyánszky, Zs. (2003): Az aromaalkotók azonosításának egy természetes belső vonatkoztatási rendszere, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2003. november 6-7, Budapest, 190-191.p.

5. Csóka, M., Amtmann, M., Korány, K. (2005): Friss és aszalt gyümölcsök illóanyag tartalom változásának vizsgálata GC-MS módszerrel, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2005. október 19-20, Budapest, 196-197. p.
6. Amtmann, M., Csóka, M., Korány, K. (2005): A levendula és a levendulaméz közötti kémiai összefüggés, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2005. október 19-20, 188-189. p.
7. Korány, K., Amtmann, M. (2005): A retenciós index rendszer és használatának előnyei, Lippay János – Ormos Imre – Vas Károly Tudományos Ülésszak, Budapest, 2005. október 19-20, 208-209. p.

Nemzetközi konferencia (összefoglaló)

1. Korány, K., Amtmann, M., Mednyánszky, Zs. (1995): Investigation of the aroma structure of pepper samples by GC-MS, 9th World Congress of Food Science and Technology, Budapest, July 30- August 4, 1995.
2. Korány, K., Mednyánszky, Zs., Amtmann, M. (1998): Development of the Aroma-Spectra Construction Method by Measuring the Temperature Programmed Retention Indices of the Compounds (poster), 16th Informal Meeting on Mass Spectrometry, Budapest, 4-6 May, 1998.
3. Amtmann, M., Korány, K. (1993): Measurement of the Volatile Components of Pepper (*Piper nigrum* L.) by Internal Standard Method. Abstracts of the papers presented at the "Lippay János" Scientific Session, Section of Food Science, Acta Alimentaria, 22(3), p. 230.

Nemzetközi konferencia (teljes)

1. Amtmann M., Szabó S. A., Korány K. (2008): Application of floral scent analysis in the verification of honey authenticity, 8th International Conference of Food Physicists. Physics and Physical Chemistry of Food, Plovdiv, Bulgaria, 24-27. September, 2008. 7-11. p.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom a dolgozat elkészítésében nyújtott segítségükért és támogatásukért:
az Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék vezetőjének és kutatótársamnak
dr. **Korány Kornélnak**,
témavezetőmnek **Dr. Szabó S. Andrásnak**,
és a **Doktori Iskola munkatársainak**.

Budapest, 2009. június 27.

Amtmann Mária