

**Különböző székelyföldi mézminták vizsgálata – a méz
minőségének változása fél év elteltével**

**Examination of different honey samples from Székelyföld -
changes in honey quality after half a year**

Készítette: Vásárhelyi Panka Boglárka
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyeten
Szent István Campusa
Állattenyésztés-tudományi Intézet

Témavezető: Dr. Albert Csilla, egyetemi docens
Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem,
Csíkszeredai Kar, Élelmiszertudományi tanszék
Dr. Szabó Rubina Tünde, tudományos munkatárs
MATE, Szent István Campus, ÁTTI

Gödöllő

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. Célkitűzések	5
3. Irodalmi áttekintés	6
3.1. A méz történeti kitekintése	6
3.2. A mézelő méh (<i>Apis mellifera</i>) méztermelése	8
3.3. A méz összetétele és általános bemutatása	9
3.4. Különböző mézfajták jellemzése	10
3.5. A méz fizikai tulajdonságai	11
3.5.1. A méz fizikai tisztasága	11
3.5.2. A méz íze és illata	11
3.5.3. A méz színe	12
3.5.4. Víztartalom és sűrűség	13
3.5.4. Viskozitás	13
3.5.6. Higroszkóposság	13
3.5.7. Elektromos vezetőképesség	13
3.5.8. Savtartalom és pH-érték	14
3.6. A méz kémiai összetevői	14
3.6.1. Szénhidrátok	14
3.6.2. Fehérjék és aminosavak	15
3.6.5. Hidroxi-metil-furfurol (HMF)	15
3.6.6. Savak	16
3.6.7. Ásványi anyagok és nyomelemek	16
3.6.8. Íz és illatanyagok	16
3.6.9. Szennyező anyagok és toxinok	17
3.7. Mikrobiológiai összetétel	17
4. Anyag és módszer	18
4.1. A vizsgálatban szereplő minták	18
4.2. Vizsgálati módszerek	20
4.2.1. Hozzáadott ipari cukor meghatározása	20
4.2.2. Nedvesség-tartalom meghatározás	20
4.2.5. Cukorösszetétel meghatározás	23
4.2.6. Hidroxi-metil-furfurol (HMF) meghatározás	24
4.3. SR 784-3/2009 és a Codex Alimentarius fiziko-kémiai minőségi mutatói és határértékei a méz esetében	25

4.4. Statisztikai analízis	26
5. Eredmények és értékelésük	27
6. Összefoglalás	40
7. Irodalomjegyzék	42
8. Táblázatok, diagramok jegyzéke	44
9. Mellékletek	45
10. Köszönetnyilvánítás	46

1. Bevezetés

A méz az egyik legértékesebb élelmiszer, melyet évezredek óta használ az emberiség. A méhészet és a méhészeti termékek fogyasztása az emberiség szinte minden kultúrájában meghatározó szereppel bír. A méz jelentősége az egészséges életmód terén is kiemelkedő, hiszen rendkívül magas tápértéke, antivirális és antibakteriális hatása miatt az egészségmegőrzés egyik fontos pillére.

A méz minőségét számos tényező befolyásolhatja. A méhészeti ágazat ki van téve a környezeti és emberi beavatkozásoknak. A növényvédő szerek használata, a légszennyezés, az időjárás, a méhek betegségei mind-mind kockázatot jelentenek a méz minőségére. Ezért a mézvizsgálat rendkívül fontos feladat, amelynek célja a méz minőségének és összetételének ellenőrzése, és a fogyasztók biztosítása, hogy valóban egészséges és magas minőségű terméket kapnak.

A mézvizsgálat során több tényezőt vizsgálnak, mint például a méz nedvességtartalmát, a cukortartalmat, a szárazanyag-tartalmat, az enzimek aktivitását, a cukortartalmat, és a mikrobiális hatásokat is.

A vizsgálatok eredményei alapján a mézet minőségi osztályokba lehet besorolni, ami alapján a fogyasztók kiválaszthatják a magas minőségű terméket, valamint megtudhatják, hogy melyik típusú méznek milyen tulajdonságai vannak.

Az utóbbi évtizedekben egyre jelentősebb szerepet kapott a minőségi élelmiszerek iránti kereslet. A minőség ellenőrzés miatt szükségessé vált az, hogy élelmiszervizsgálatokon keresztül megbizonyosodjunk afelől, hogy a termék nem hamisított. Nem tartalmazhat olyan adalékanyagokat, melyek nem megengedettek a Magyar Élelmiszerkönyv szerint. Ugyanis ezt a terméket viszonylag könnyű hamisítani. A mézhamisításnak célja, hogy nagy mennyiségű műmézet állítsanak elő, kevés méz hígításával, majd ezt magas felvásárlási áron értékesítsék.

Összességében a mézvizsgálat rendkívül fontos szerepet játszik a fogyasztóvédelemben. A méz jelentősége a humán táplálkozásban meghatározó, ezért elengedhetetlen, hogy a méz minősége és összetétele megfelelő legyen. A mézvizsgálat segít abban, hogy a fogyasztók magas minőségű és egészséges terméket kapjanak, valamint biztosítja a méhészeti ágazat biztonságos és megbízható működését is.

2. Célkitűzések

A dolgozat célja, hogy különböző székelyföldi termelőktől származó 10 méz minőségét ellenőrizve eredményeket kapjunk arról, hogy a vizsgált mézek nem tartalmaznak semmiféle hozzáadott anyagot, és megfelelnek a Magyar Élelmiszerkönyv által előírt követelményeknek.

A minták között többfajta méz szerepel: napraforgóméz, hársmez, akácméz, repceméz, havasi méz valamint vegyes virágméz.

A dolgozat során a következő kérdésekre keresem a választ.

1. kérdés Valamelyik mintában kimutatható-e ipari glükóz jelenléte?
2. kérdés A mézminták megfelelnek-e a Magyar Élelmiszerkönyv által előírt követelményeknek?
3. kérdés Az egyes mézminták nedvességtartalma változott-e fél év elteltével?
4. kérdés Az egyes mézminták elektromos vezetőképessége változott-e fél év elteltével?
5. kérdés Az egyes mézminták diasztáz-enzim aktivitása változott-e fél év elteltével?
6. kérdés Az egyes mézminták hidroximetil-furfurol (HMF) tartalma változott-e fél év elteltével?
7. kérdés Az egyes mézminták cukor komponenseinek mértéke (glükóz, fruktóz, glükóz/fruktóz arány, szacharóz) hogyan változott fél év elteltével?
8. kérdés Az összes mézminta eredményei alapján mennyi a mézminták átlaga, szórása, valamint p-értéke? Kimutatható-e szignifikáns különbség a mintákat tekintve?

3. Irodalmi áttekintés

3.1. A méz történeti kitekintése

A méz, mint élelmiszerforrás évszázadokon keresztül fontos szerepet töltött be a humán táplálkozásban. Amellett, hogy jelentős szénhidrát- és energiaforrást jelentett, a cukorgyártás előtt széles körben elterjedt édesítőszerként tartották számon. Fontos megjegyezni, hogy mint gyógyszer is nagy szerepet játszott az emberiség történetében (Rizwana és mtsa. 2023). A Magyar Élelmiszerkönyv meghatározása szerint: „A méz az *Apis mellifera* méhek által a növényi nektárból vagy élő növényi részek nedvéből, illetve növényi nedveket szívó rovarok által az élő növényi részek kiválasztott anyagából gyűjtött természetes édes anyag, amelyet a méhek begyűjtenek, saját anyagaik hozzáadásával átalakítanak, raktároznak, dehidrálnak és lépekben érlelnek” (Codex Alimentarius 1981). Tehát a méz egy olyan természetes, magas 65-80% cukortartalmú növényi eredetű oldat, melyet a méhek állítanak elő.

Az emberiség történetében számos képi, írásos bizonyíték van arra, hogy évezredek óta a mindennapi életben meghatározó élelmiszernek számított. A méz olyan folyadék, mely nemzeteken, generációkon és hagyományokon átívelve egyszerre számít ősi és modern élelmiszernek (Ajibola és mtsa. 2015).

A mézelő méhek több, mint 10 millió évvel az emberiség megjelenése előtt megjelentek a neolitikumban. Bár az általuk termelt mézet eleinte, mint édesítőszerként használták, a későbbiekben rájöttek arra, hogy gyógyító hatása is van (Crane 1983). Az ókori Egyiptomban számos képi dokumentum maradt fent, amelyen méheket, mézgyűjtést ábrázolnak. A legelső képi ábrázolás azonban a spanyolországi Arana barlangban fedezhető fel, melyen egy lány lépesmézet gyűjt egy üregből (Nayik és mtsai. 2014). A vallási dokumentumokban is megfigyelhető, hogy a mézet, mint különleges élelmiszert tartották számon. Az ókori Görögországban a vadászat istennőjének, Artemisznak szimbóluma volt a mézelő méh. A mitológia mellett sok helyen említik az ókori világ írói, mint például Vergilius vagy Plinius. Julius Caesar idejében a mézet fizetőeszközként is használták az aranyat helyettesítve (Bogdanov 2011).

A Bibliában az ígért földjének tartott Kánaánban a méz is megjelenik. Az Ószövetségben mintegy 54 alkalommal említik meg. A leghíresebb mondás Salamon királytól származik, aki a következőt mondta: „Ha mézet találsz, egyél, amennyi jólesik, de túl sokat ne egyél...” (Biblia Példabeszédek 25:16).

Az iszlám vallásban a Korán szintén többször említi a mézet, mint „minden betegségre gyógyír” (Korán 16. fejezet). Azóta kialakult egy gyógyszerészeti ág is, mely a mézzel és az abból származó termékekkel gyógyít: az apiterápia.

A középkori méhészkedés a szerzetesek körében kapott egyre jelentősebb szerepet. Azokat a szerzeteseket, akik méhészkedéssel foglalkoztak apiariusnak nevezték. A 11-14. században a bencés, cisztercei és premontrei szerzetesek foglalkoztak főként méhészettel. A méhészeti eszközök kialakulása is erre az időszakra tehető. A méhek méztermelését úgy alakították, hogy a méhész által meghatározott helyre gyűjtötték a mézet, ahonnan könnyűszerrel ki lehetett nyerni. Az első kaptárok kőbe vájt üregek voltak, majd kialakultak a fába, odúba készített, majd mesterséges kaptárok. A méhészkedés, mint megélhetési forma egyre jelentősebb szerepet kapott. A tápanyagforrás mellett a méhészeti termékekből gyertyát is készítettek, amelyek egyre nagyobb teret hódítottak meg. (Crane 1966)

Az 1800-as években kialakult nagyipari cukorgyártásig a méz számított a fő édesítőszernek a cukornád mellett. Miután a 19. század elején a répacukorgyártás technológiáját Franz C. Achard kidolgozta II. Frigye Vilmos porosz király támogatásával, 1802-ben megépült az első cukorgyár. Innentől kezdve elterjedt a nagyipari répacukorgyártás, és a méz, mint édesítőszer mindinkább háttérbe szorult (Crane 1975).

A 20. század második felétől kezdett újra felívelni a méztermelés. Világszerte évenként 1.850.868 tonna mézet állítanak elő, ebből Kína évi 457,203 tonnával a világ legnagyobb méztermelő országa. Törökország 114.113 tonnával a második, majd öt követi Argentína évi 79.468 tonna termeléssel, majd az Amerikai Egyesült Államok évi 69.104 tonnával. Magyarország méztermelése 28.963 tonna évenként, Románia méztermelése 29.162 tonna évenként. (atlasbig.com 2022)

A világ mézfogyasztása világtájanként eltérő. A legtöbb mézet Uruguayban fogyasztják, ahol 5,825 kg az éves mézfogyasztás egy emberre számítva. Magyarországon az egy emberre jutó mézfogyasztás világviszonylatban kimagasló, 2,862 kg évenként. Romániában az éves fogyasztás mintegy 1,494 kg. (atlasbig.com 2022)

Az a tény, hogy a méz kiváló tápanyagforrás, gyógyhatású természetes oldat, valamint kenőcs mind a mai napig megállja a helyét. A méz és a belőle származtatott termékek modern kori elterjedésével nem csak egészséges, tápanyagokban gazdag élelmiszert lehet előállítani, hanem a méhek tartásával megőrizni a biodiverzitást és óvni a méheket, hiszen a méhek tevékenysége alapvető pillére az emberiség életben maradásának.

3.2. A mézelő méh (*Apis mellifera*) méztermelése

A méhalakúak (Apoidea) családjába több, mint 20.000 faj tartozik. A legjelentősebb méztermelő fajok az *Apis* nemzetséghez tartoznak, és az egész világon elterjedtek, alkalmazkodva a változatos éghajlati viszonyokhoz. Az *Apis mellifera* faj ökotípusai rendkívül jól alkalmazkodtak egészen a Szaharától az Alpokon át a tundra peremvidékéig. (Conte és mtsai. 2008). Közép-Európában a legelterjedtebb méhfajta a krajnai mézelő méh (*Apis mellifera carnica*) (Szalainé Mátray 2022).

A mézelő méhfajokra jellemző, hogy közösségben élnek, hierarchikus társadalmi rendszerben. A rendszeren belül három kasztot alkotnak: a méhanya, munkásméhek, valamint a herék. Ezen kasztok feladatai különbözőek. A rendszerben egy méhanya található, melynek feladata, hogy utódokat hozzon létre. A munkásméhek feladata a táplálék begyűjtése, és az utódok gondozása (dajkaméhek). A munkásméhek egyedfejlődésének menetét az 1. táblázat mutatja be.

Stádium	Életkor és elnevezés	Feladat	Táplálékforrás
1.	0-3 nap Sejtek tisztítása	A sejtek tisztítása, lépek melegítése	magas fehérjetartalmú táplálék (méhkenyér)
2.	3-11 nap Dajkaméh	A lárvák etetése, királynő és herék gondozása	Tárolt méz, virágpor, méhkenyér, méhpempő
3.	12-17 nap Dolgozó	Viasz termelés, nektár tárolása, lépsejtek pecsételése	méz, kisebb mennyiségben méhkenyér
4.	18-21 nap Őr	a kaptár bejáratának ellenőrzése, a behatolók elkergetése	nektár és méz
5.	21 naptól Munkásméh	Gyűjtögetés, pollen, nektár, víz szállítása a kaptárba	nektár

1. táblázat A munkásméhek egyedfejlődése (Chand 2012)

A herék feladata a méhanyával való párosodás, az utódok nemzése.

A méz előállításáért a munkásméhek felelnek. Ebben a kasztban található a legtöbb számú egyed. A mézet a növényi nektárból a garatmirigyben található enzimek segítségével állítják elő. A munkásméhek olyan nőivarú méhek, melyek petefészke elcsökevényesedett és nem képesek utódok létrehozásában. A munkásméhek kb. 21 napos korukban kezdik el a munkát, addig a kaptáron belül fejlődnek és látják el az ottani teendőket, mint például a bent lévő méz pecsételését, legyezését, gondozását. A kaptárból kirepülés után a nyaló-szívó szájszerv

segítségével szívja fel a nektárt, és a garaton keresztül a nyelőcsőbe, majd a mézhólyagba juttatja. A mézhólyag egy tag szakasza a nyelőcsőnek, ahol a nektár tárolva van. A mézhólyag mintegy gát választja el a tápcsatorna többi szakaszától a nyelőcsövet (Ruff 2008).

A mézhólyagban a méhek addig gyűjtik a nektárt, amíg az meg nem telik. Ekkor visszatérnek a kaptárba és ott átadják az ottani munkáméheknek. Nekik a feladatuk a nektár érlelése, és mézzé alakítása. A folyamat során a nektárt felszívják és folyamatosan áramoltatják, hozzáadva a garatmirigy váladékában található enzimeket. Ezek az enzimek végzik el a szénhidrát bontását. A keveredés után az oldatokat lépsejteketbe helyezik, amelyet nyitva hagynak, hogy a felesleges víz el tudjon párologni. A párologtatást segíti a szárnnal való legyezés is. Azért fontos ez a lépés, hogy minél kevesebb legyen a nedvességtartalom, hogy ne tudjanak a mikrobák elszaporodni a nedves környezetben. Miután a biokémiai folyamatok segítségével előállították a mézet, a lépsejteket viasszal lefedik. Ezután a lefedett lépsejteket nem tudnak nedvességet felvenni a környezetből és hosszú ideig lehet tárolni anélkül, hogy befertőződne (Ruff 2008).

A méheknek több olyan mirigye van, melyek segítségével nem csak mézet, hanem más méhészeti terméket is elő tudnak állítani. A garatmirigy váladék segítségével a fiatal, pár napos munkáméh a lárvákat tudja táplálni. Ez a váladék a méhpempő. Emellett az enzimeknek az egyedek közötti kommunikációban is fontos szerepük van. (Carr 2016)

Nagyon fontos, hogy a méhész a megfelelő időpontban gyűjtse be a mézet a kaptárból. Ugyanis, ha túl korán gyűjti be, akkor a méz nem érik be teljese, híg lesz, ami korai romláshoz vezethet. Ha viszont későn gyűjti be a terméket, akkor a méhek betelítik az összes lépsejtet és nem fognak tovább gyűjteni, az aktivitásuk csökkenni fog. A mézet a lépről többféle módon lehet kinyerni, mint például a lefűvással, lesepréssel. Ezután a lépen fel kell szabadítani a lepecsételt lépsejteket, ezt a fedelezés nevű eljárással végzik. Ezután kipergetik a mézet egy lassú fordulatszámú centrifugában. A pergetés után szűrik és tisztítják a mézet, eltávolítják az idegen anyagokat. (Ruff 2008)

3.3. A méz összetétele és általános bemutatása

A méz összetételét tekintve meghatározó szerepet játszik az, hogy milyen virágról származik a nektár. Emellett külső tényezőként befolyásoló tényező az is, hogy milyenek voltak a környezeti feltételek, valamint a feldolgozás, és a méz kinyerése milyen technológiával történt (Afroz és mtsai. 2016).

A méz olyan édes, aromákban gazdag élelmiszer, amelynek összetétele főként összetett cukrokból áll, és erősen koncentrált oldat. A túltelített cukoroldat cukortartalmát főként a fruktóz (38%) és a glükóz (31%) alkotja. A víztartalom 18%. Kisebb mennyiségben tartalmaz továbbá ásványi anyagokat, fehérjéket, vitaminokat, szerves savakat, flavonoidokat, fenolsavakat, enzimeket és egyéb fitokemikáliákat, melyek antioxidáns hatást váltanak ki. A méz antioxidáns hatásáért a flavonoidok, a fenolos savak, az aszkorbinsav, kataláz, peroxidáz karotinoidok és a Maillard- reakció termékei felelősek (Afroz et al. 2016). A 2. táblázat mutatja be a méz összetételét.

Összetevők	Átlag (%)
víz	17,2
fruktóz	38,19
glükóz	31,28
disszacharidok, maltóz	7,31
egyéb cukrok	1,5
szabad glükon savak	0,57
szerves savak	0,17
nitrogén	0,04
ásványi anyagok	0,20
aminosavak, fehérjék	0,30
átlagos pH tartalom	3,90

2. táblázat A méz összetétele (Alvarez-Suarez et al. 2010)

3.4. Különböző mézfajták jellemzése

Az Apidae nemzetségbe kétféle mézelő méhtípus tartozik: az egyik típus az, amely mézet termel és az apikultúra hasznosít, míg a másik típus a meliponinok, melyeknek korlátozott a méztermelése, a virágok beporzását kisebb mennyiségben végzik. Ezeknél a fajtáknál a termék főként a pollen és a propolisz (Abd Jalil et al. 2017).

A nektár virágforrásai alapján két nagy csoportra lehet felosztani a mézeket. Vannak az egyvirágos, valamint a többvirágos mézek. Az egyvirágos mézekre jellemző, hogy egyedi ízűek, egyetlen növényfajról származnak, és ezeket a típusú mézeket általában értékesebbnek tartják a fogyasztók, mint a többvirágos, vagy kevert mézeket.

A mézeket az előállításuk alapján 6 nagy csoportra lehet felosztani. ezen csoportok a következők: lépesméz, darabolt lépesméz, csorgatott méz, pergetett méz, sajtolt méz, filtrált méz. (Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/110 sz. előírás)

A lépesméz olyan típusú méz, mely a teljesen lepecsételt lépsejteket tartalmazza. Ez jelentheti a méhek által épített szűzlépek sejtjeit, valamint a méhviaszalapú mülépen lévő lefedett sejteket. A darabolt lépesméz több lépdarabot tartalmaz. A csorgatott méz a lépsejtek felbontása után kinyert mézet jelenti, melyet csurgatással nyernek ki. A pergetett méz ettől abban különbözik, hogy centrifuga segítségével szedik ki a felnyitott lépsejtekből a mézet. A sajtolt méz esetében a nem fiasított lépeket sajtolják, majd 45 °C-ot nem meghaladva, hő segítségével állítják elő a mézet. A filtrált méz előállítása során a méz virágportartalma jelentősen csökken, mert az idegen anyagokat szűréssel távolítják el. (MÉK 2001; Chesson et al. 2011).

A különböző növényekről származó mézek eltérő tulajdonságúak, hiszen más-más mennyiségben és arányban tartalmazzák az összetevőket. A mézet eredetük szerint két nagy csoportra lehet felosztani: virágmézre, valamint az édesharmatmézre. A virágméz vagy más néven nektárméz a növények nektárjából származó mézet jelenti. Az édesharmatméz vagy mézharmatméz olyan élő növényi részek nedvéből nyert mézet jelenti, melyeket a növényi nedveket szívó rovarok által nyernek ki. (Tóth 1983)

Általánosságban elmondható, hogy a virágmézek fruktóz és glükóztartalma 60%, az édesharmatméz 45%. A szacharóztartalom általában minden mézfajtánál 5%, azonban az akácmézénél, lucerna méznél, citrusfélék mézeinél 10%, míg a levendula és a borágó méznél ez 15%-ot is jelenthet.

3.5. A méz fizikai tulajdonságai

3.5.1. A méz fizikai tisztasága

A mézet tisztítani szükséges minden idegen anyagtól és szennyeződéstől. Ezek a szennyeződések a méz előállítása és feldolgozása alatt kerülhetnek bele a termékbe. Az egyik legjelentősebb szennyező forrás a pörgetés (viaszdarabkák, méhszörzet, faágak, levelek, propolisz, törmelékek). A tisztítás szűréssel, felszíni tisztítással, kanalizással történhet. (Kiss 1983)

3.5.2. A méz íze és illata

A méz íze és illata a méz eredetétől függ. A mézfajtákra jellemző illat a növényvel megegyező illat, ilyen például a repce-, levendula- és akácméz. Másik mézfajtáknál a termés ízére hasonlít

a mézfajtának az illata, mint például az alma-, szelídgesztenye-, körte méznél. A vegyes virágmézek esetében a domináns aromát szolgáltató növény eredetére utalóan a „jellegű” kifejezést használják (Kasparné 2006).

A különböző aromák kialakításában több anyag játszik döntő szerepet. A diacetil felel a karamellíz, a metilantranilát a narancsillat, a fenilecetsav a méz jellegzetes illatának kialakulásához. A gázkromatográfiás vizsgálatok alkalmazásával több illatanyag kimutatására is lehetőség van, és pontosan meg lehet határozni, hogy az egyes illatanyagok mely vegyülettel hozhatóak összefüggésbe (Kiss 1983).

3.5.3. A méz színe

A méz színének meghatározására a színekolorimétert lehet alkalmazni. A nemzetközileg elfogadott színérték tartományok mértékegysége milliméterben van kifejezve és a vízféhr szintartománytól kezdve a fehér szintartományon át a sötét borostyán szintartományig tart. A méz színének mérése csak folyékony halmazállapotban történhet. A 3. táblázat foglalja össze a nemzetközileg elfogadott színérték tartományokat.

Szintartomány	Színérték (mm)
vízféhr	0-8
extrafehér	9-17
fehér	18-34
extra világos borostyán	35-51
világos borostyán	52-85
sötét borostyán	85-

3. táblázat A mézek nemzetközileg elfogadott színérték tartományai (Kiss 1983)

A méz színére erőteljes hatása van annak, hogy mely növényről származik a méz, milyen környezeti hatásoknak volt kitéve, mekkora az ásványi anyag tartalma, hogyan tárolták és kezelték a mézet. A színanyagok pontos meghatározása meglehetősen összetett, ugyanis a színezékek mellett nagyon sok minden ráhatással van arra, hogy milyen színű lesz a méz. A fényérzékeny anyagok bomlása, valamint a magas hidroximetil-furfurol (HMF) tartalom is sötétebb színhatást okoz. A különböző fajtamézek esetében a lépnek a színe is hatással van a méz színére. Minél tovább használják a lépet, annál sötétebb színű lesz maga a termék is. Általánosan elmondható, hogy a kristályos állapotú mézek színe világosabb, mint a folyékony mézeké. (Kiss 1983)

3.5.4. Víztartalom és sűrűség

A méz vízértartalma (és ezzel együtt a szárazanyagértartalma) refraktométerrel, a törésmutató alapján határozható meg. A törésmutatót a cukrok és egyéb anyagok együttese mutatja meg. A méz vízértartalma a mézérlelés során 18-20%-ra csökken 30-90%-os vízértartalom után. A méhek a nektár vízértalmát az érlelés során folyamatosan csökkentik. Először a mézhólyagból a szipóka felületére préselik ki a mézet, majd visszaszívják. Így az érintkezve a levegővel, csökken a vízértartalma. Ezután félig beletöltik a lépsejtekbe, majd szétterítik, ezzel is csökkentve a vízértalmat. A lép csak alacsony vízértartalom mellett fedik be. A méz nedvszívó képessége jó, a levegőből képes vizet felvenni. Ezért kell mindig fedett helyen tárolni. (Kiss 1983)

A méz sűrűségét piknométerrel vagy areométerrel lehet meghatározni. A méz sűrűsége függ a hőmérséklettől és a vízértalomtól. 20%-os vízértartalom esetén a sűrűsége 1,39 – 1,47 g/cm³. (Kiss 1983)

3.5.4. Viskozitás

A viszkozitás megmutatja a belső súrlódásának mértékét a folyékony anyagoknál. A magas hőmérsékleten, nagy vízértalmú mézeknél a viszkozitás mértéke alacsony. A viszkozitás mértékegysége mPAs. A viszkozitás mértéke mézfajtánként és halmazállapottól függően eltérő. (Kiss 1983)

3.5.6. Higroszkóposság

A levegő nedvességtartalmának megkötésének mértékét jelenti a higroszkóposság. A különböző páratartalom függvényében a nedvességtartalma is változik a méznek. A higroszkóposság összefüggésben van továbbá a cukor (fruktóz) tartalommal, valamint a levegő nedvességtartalmával. (Kasparné 2006)

3.5.7. Elektromos vezetőképesség

A nektár eredetű mézek elektromos vezetőképessége kisebb, mint a több ásványi anyagot hordozó édesharmat mézeké. Ugyanis az elektromos vezetőképesség az ásványi anyagok koncentrációjával arányosan növekszik. Az elektromos vezetőképesség alapján két nagy csoportra lehet osztani a mézeket: a világos színű mézek (napraforgó, akác) és a sötét színű mézek (gesztenye, hárs). A világos színű mézek elektromos vezetőképessége 177-242 µS míg a sötét színű mézek 840-1185 µS intervallumban van. (Boczkó 1994)

3.5.8. Savtartalom és pH-érték

A nektárból, garatmirigyből és az enzimek bontó munkájából alakul ki a méz savtartalma. A mézek pH-tartalma fajtánként eltérő. A virágmézek pH-értéke 3,6-4,5 míg az édesharmat mézek pH-értéke 4-4.5 között van.

Ugyanakkor a savas pH ellenére a méz fogyasztásakor nem lehet érezni a savas ízt, ugyanis a fehérjéknek, peptideknek, ásványi anyagoknak a pufferhatása kiváltja ezt. (Kiss 1983)

A Magyar Élelmiszerkönyv szerint a mézek savfoka 50 milliekvivalens/kg lehet. Ha nagyobb az érték, az erjedésre, cukorbomlásra utalhat. (MÉK 2002)

3.6. A méz kémiai összetevői

3.6.1. Szénhidrátok

A méz szárazanyagtartalmának körülbelül 95%-át a cukrok alkotják. Monoszacharidok, poliszacharidok és oligoszacharidok egyaránt megtalálhatóak a mézben.

A legnagyobb arányban a glükóz és a fruktóz alkotja a méz cukor komponenseit. Ez 85-95%-ot jelent. A fruktóz tartalma biztosítja a méz folyékony állapotának a jellegét.

A másik legjelentősebb cukor a szacharóz, amely a diszacharid hidrolízisének az eredménye. Ennek a mennyiségét az invertáz enzim tartalma jellemzi. A szacharóz tartalmat befolyásolja a nektáreredet és a tárolási idő is. A mennyisége nem haladhatja meg az 5%-ot a Magyar Élelmiszerkönyv szerint, azonban ez fajtamézekenél eltérő lehet (pl. levendula méznél 15%). (MÉK 2002).

A szintén diszacharidok közé tartozó, két glükózból álló maltóz is fontos alkotóeleme a cukorkomponenseknek. Akár az 5-6% is lehet harmatmézek esetében. (Kasparné 2006)

A virágmézek és a harmatméz között különbség van a cukortartalmat tekintve. Ugyanis a mézharmat nagyobb mennyiségű oligoszacharidot tartalmaz: főként meleztitót, raffinózt, amelyek a virágmézben egyáltalán nem találhatók meg. (Bogdanov 2014)

A Magyar Élelmiszerkönyv szerint a fruktóz és glükóztartalom virágmez esetében legalább 60g/100 g lehet, édesharmatmez és keverékei esetében 45g/100 g. A szacharóztartalom általában legfeljebb 5g/100g lehet (akácméz és levendulaméz esetében ez 10g/100g illetve 15g/100g)

A méz legfontosabb cukorelemeit az 4. táblázat mutatja be.

Monoszacharidok	Oligoszacharidok			Poliszacharidok
	diszacharidok	triszacharidok	egyéb oligoszacharidok	
glükóz	szacharóz	raffinóz	izomaltotetraóz	keményítő
fruktóz	maltóz	melecitóz	izomaltopentaóz	dextrinek
galaktóz	izomaltóz	maltotrióz		
mannóz	maltulóz	erlóz		

4. táblázat A méz legfontosabb cukorelemei (Belitz 1999) (Gulyás 1975)

A cukor mennyiségét és összetételét kromatográfias módszerekkel, leginkább nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával (High Performance Liquid Chromatography ((HPLC))) lehet meghatározni.

3.6.2. Fehérjék és aminosavak

A méz fehérje és aminosav tartalma viszonylag kicsi, maximum 0,7%. A mézben található fehérjék elsősorban enzimek. A mézérlelés folyamatában a méhek különböző enzimeket adnak hozzá a mézhez. A diasztáz (amiláz) a keményítőt maltózzá alakítja. A maltóz viszonylag stabil és kevésbé bomlik el hőhatásra, valamint a tárolás során. Az invertáz enzim a szacharóz glükózzá történő alakulását katalizálja. A diasztáz és az invertáz a méz minőségének ellenőrzésekor a méz frissességének a megállapítását is segítik. Ezeknek az enzimeknek az aktivitása a méz tárolása és melegítése során folyamatosan csökken. A Magyar Élelmiszerkönyv szerint 8 diasztáz egység a minimális érték. (Bogdanov 2014)

Ezek mellett fontos enzimek még a glükóz-oxidáz és a kataláz. Ugyanis ezek szabályozzák a hidrogén-peroxid termelését, ami egy fontos antibakteriális faktor. (Bogdanov 2014)

A méz szinte az összes esszenciális aminosavat tartalmazza. A fő aminosav komponens a prolin. A mézek prolintartalma 200 mg/kg-nál nagyobb. Ha ez az érték 180 mg/kg alatti, akkor az a méz nagy valószínűséggel cukor hozzáadásával hamisított.

3.6.5. Hidroxi-metil-furfurol (HMF)

A hidroxi-metil-furfurol (HMF) a mézben megtalálható glükóz és fruktóz bomlásterméke. A friss mézben kisebb mértékben van jelen. A mennyiség a méz tárolásával és melegítésével növekszik. Wunderlin és munkatársai 1998-ban megállapították, hogy a HMF fény hatására szobahőmérsékleten is bomlik. A HMF mértékét spektrofotometriás módszerrel lehet

megállapítani. HPLC segítségével azonban azt is meg lehet tudni, hogy a HMF a tárolás során vagy melegítéskor növekedett meg. (Bogdanov 2014)

Ha a mézet szacharóz invertálásából nyert fruktóz és glükóz keverékkel hamisítják, akkor magas a HMF tartalom. A Magyar Élelmiszerkönyv szerint a HMF-tartalom legfeljebb 40 mg/kg lehet.

3.6.6. Savak

A legnagyobb savtartalmat a glükuronsav alkotja, amelyet glükózoxidáz enzim termel. A méz érlelése és az enzimek bontó folyamatai során további savanyagok is keletkeznek. (Kiss 1983) A nektár elkészítése során több sav is belekerül a mézbe, mint például az almasav, borostyánkősav, citromsav, foszforsav. Emellett a mikrobák erjesztő tevékenységeik miatt ecetsav és tejsav is előfordulhat. A mézben viszont nem lehet érzékelni a savasságot, mert a pufferhatás ezt hatástalanítja a fehérjék és ásványi összetevők segítségével.

A mézek hosszú tárolása során előfordulhat, hogy cukorbomlás miatt újabb savak alakulnak. Ez a mézerjedésre utal. (Kiss 1983)

3.6.7. Ásványi anyagok és nyomelemek

A virágméz ásványianyag tartalma 0,1-0,3% között van, a harmatmézek esetében ez elérheti az 1% is. Régebben a méz minőségi kritériumaként határozták meg az ásványianyag tartalmat, azonban ezt mára felváltotta az elektromos vezetőképesség.

A mézben többféle elem megtalálható. A legfőbb alkotóelem a kálium, ami az ásványi elemek egyharmadát alkotja. A méz nyomelemtartalma elsősorban a botanikai összetételtől függ. A legjelentősebb elemek a bróm (0,4-1,3 mg/100 g), a klór (0,4-56 mg/100 g), a fluor (0,4-1,34 mg/100 g), a jód (10-100 mg/100 g), és a kén (0,7-26 mg/100g). (Bogdanov 2014)

3.6.8. Íz és illatanyagok

A méz íz és illatanyagát a méz illóanyagai határozzák meg. Nemrég vizsgálatok során kimutatták, hogy a legtöbb illékony vegyület a növényből származik, de egy részét a méhek adják hozzá. Ez körülbelül 600 vegyületet jelent a mézekben. Az egyvirágos mézek érzékszervi tulajdonságokban különböznek egymástól, ezért valószínűleg az illékony vegyületek elemzése lehetővé tenné az egyvirágos mézek osztályozását. Sok egyvirágos mézben található tipikus illóanyag, ezért ezek elemzése a méz botanikai eredetét tudja hitelesíteni. (Bogdanov 2014)

Az aromaanyagokat Füleki (1997) szerint a következő csoportok alapján lehet csoportosítani, kémiai szerkezet szerint: alkoholok, fenolok és származékjaik, aldehidek, ketonok, szerves savak és származékjaik, észterek, terpének. (Füleki 1997)

3.6.9. Szennyező anyagok és toxinok

A méz a környezetéből szennyeződik nehézfémekkel, peszticidekkel, fungicidekkel, antibiotikumokkal stb. A legnagyobb probléma az antibiotikum szennyezettség. Antibiotikumot a méhek költésbetegségei ellen használnak, de az Európai Unióban tilos. Így nem kerülhet antibiotikumot tartalmazó méz a fogyasztókhoz.

Előfordulhat továbbá, hogy mérgező növényi anyagok kerülnek a mézbe. Néhány növény mérgező anyagot tartalmazó nektárt ad. Mézmérgezés nagyon ritkán fordult elő, leginkább Közel-Kelet térségében, Ázsia keleti részén, valamint Dél-Amerikában. A mérgező anyagokat tartalmazó mézek azonban nem kerülnek forgalomba, ezért ezekben a térségekben célszerű az áruforgalomból vásárolni a mézet. (Bogdanov 2014)

3.7. Mikrobiológiai összetétel

A méz nagyon koncentrált cukoroldat, nagy ozmózisnyomással. Ez szinte lehetetlenné teszi a megélhetést és szaporodást bármely mikroorganizmus számára. Kevesebb mikroorganizmust tartalmaz, mint bármely más természetes eredetű táplálék. Bár tartalmaz Bacillus baktériumokat, ezek azonban csak a méhkártevőkre nézve veszélyesek, az ember számára ártatlanok.

A méz tartalmaz ozmotoleráns élesztőt, ami nem kívánatos erjedést okozhat. Ezek az élesztőgombák magas nedvességtartalmú mézekben találhatóak meg leginkább. A méz erjedését úgy lehet akadályozni, hogy akkor gyűjtjük, amikor alacsony víztartalmú. Emellett tárolás során légmentesen záródó edényben kell tárolni. Az erjedés szabályozását az élesztőszám meghatározásával lehet mérni, valamint az etanol és a glicerinnel tartalom is információt adhat erre. A méznek a következő paramétereknek kell megfelelnie: élesztőszám max. 500.000/10g; etanol max. 150 mg/kg, glicerinnel max. 300 mg/kg. (Bogdanov 2014)

4. Anyag és módszer

4.1. A vizsgálatban szereplő minták

A vizsgálat során 10 darab, székelyföldi termelőktől származó mézet vizsgáltunk. A termelői mézek Hargita megyéből származtak, azonban a pontos termelési hely nem ismert. A vizsgált mézfajták közül 6 féle méz volt: napraforgóméz, hársmez, havasi méz, repceméz, vegyes virágméz, valamint akácméz.

A mézmintákat fél éven keresztül szobahőmérsékleten (20 Celsius-fokon), fénytől védett helyen, zárt szekrényben, lezárva tároltuk.

Az 5. táblázatban összefoglaltuk, hogy az egyes fajtájú mézekből hány féle mintát használtunk.

Méz fajtája	Minták száma
Napraforgóméz	1
Hársmez	1
Havasi méz	1
Repce	2
Vegyes virágméz	2
Akácméz	3

5. táblázat A vizsgálat során használt mézminták fajtáinak megoszlása (saját táblázat)

A vizsgálatok során a mézminták a következő sorszámokkal jelöltük meg (6. táblázat):

Méz fajtája	Sorszám
Napraforgóméz	1.
Hársmez	2.
Havasi méz	3.
Repce	4.
Repce	5.
Vegyes virágméz	6.
Vegyes virágméz	7.
Akácméz	8.
Akácméz	9.
Akácméz	10.

6. táblázat A mézminták jelölése a vizsgálatok során (saját táblázat)

A **napraforgóméz** íze a napraforgó termésének ízéhez hasonlítható, egyedi aromájú. Színe az aranyárgától a narancssárgáig előfordul, ez attól függ, hogy mennyi flavonoid található meg benne. A napraforgóméz víztartalma 17-19%-g terjed. Savas méz, kémhatása, pH-értéke 4,5-3,6 között van. Savas kémhatása miatt gyulladáscsökkentőként és fertőtlenítőként kiválóan használható. A répacukor-tartalom nem haladja meg az 5-7 %-ot. Hosszabb, több hónapos tárolás után folyékony és kristályos fázisokra válik szét. Ezt a két fázis elegyítve krémmézként is felhasználható.

A **hársméz** íze nagyon markáns, aromáját más ételek ízesítésére is használják. A színe a világos sárgától a borostyánsárgáig terjed. Meghűléses betegségekre, hörghurutra, lázas megbetegedésekre is használják antibakteriális tulajdonságai miatt. Kristályosodásra hajlamos méz, azonban ez a minőségét nem befolyásolja.

A **havasi méz** íze egyedi, egy kicsit a fenyőre emlékeztet. A méz színe sötét, ez attól függ, hogy honnan származik. Összetételét tekintve változatos mézelő növények nektárjából készül, amelyek Erdély havasi fennsíkjain, dombjain teremnek. Ezek a mézeknek különleges tulajdonságaik vannak, nagyon változatos ízvilággal rendelkeznek.

A **repceméz** a repce virágpóra és nektárja nagyon tápláló a mézek számára. Magas szőlőcukor tartalma miatt finomszemcsésen kristályosodik, ezért krémméz, könnyen kenhető. A színe a krémszíntől kezdve halvány sárgáig terjed. Íze nagyon édes és egyedi. Alacsony savtartalmú. ezért gyulladáscsökkentő hatása van. Emellett fertőtlenítő, valamint magasabb vastartalma miatt vérszegénység elleni is használják. Közvetlenül szűrés után már csomagolható, ezért az alkotóelemei károsodás nélkül fogyaszthatóak.

A **vegyes virágméz** íze nagyon sokrétű, attól függően, hogy milyen a növényi eredete a méznek. A méz színe is ettől függ: egészen a világos sárgától a sötétebb árnyalatig terjed a színskálán. Nagyon zamatos, vitamin- és ásványi anyagokban nagyon gazdag, intenzív mézfajta. Leginkább édesítésre, teák, italok megédesítésére használják.

Az **akácméz** íze és illata is az akácra emlékeztet. A többi mézhez hasonlítva ennek a legalacsonyabb a pH értéke, illetve édesebb is a többi méznél. Lassan kristályosodik, ezért akár 1-2 évig is megőrzi az állagát. A világpiacon ezért az egyik legkeresettebb mézfajta. Nagyon jó köhögés és gyomorsav túltengés csillapítására.

4.2. Vizsgálati módszerek

Minden vizsgálat a SR 784-3/2009 román szabványban foglaltak és a Nemzetközi Méz Bizottság (International Honey Commitee) által kiadott módszerek alapján lett elvégezve. Az eredményeket a Magyar Élelmiszerkönyv által előírt határértékek alapján értékeltük.

4.2.1. Hozzáadott ipari cukor meghatározása

Az elmúlt években egyre gyakoribb jelenség a méz hamisítása. Ennek legegyszerűbb módja, ha a mézhez ipari glükózt adnak. Ha a méz tartalmaz hozzáadott ipari glükózt, akkor az nem felel meg a Magyar Élelmiszerkönyv által előírt követelményeknek.

Az ipari glükózban viszonylag nagy mennyiségben van jelen maltodextrin mely a meghatározás során reagál az alkohollal. 1:2 arányban kell vízzel hígítani a mézet, csersav hozzáadásával. 15 perces hőkezelést követően gyorsan le kell hűteni, és sósavat, valamint alkohol hozzáadni. Ha az oldat opálos, zavaros, akkor pozitív az eredmény. Azaz a méz tartalmaz hozzáadott ipari glükózt.

4.2.2. Nedvesség-tartalom meghatározás

A méz nedvességtartalmát refraktométeres módszerrel határoztam meg. A mérést 20 °C-on termosztatált, asztali refraktométer segítségével végeztem el. A meghatározás időtartalma kb. 10 perc/minta volt.

A refraktometriás módszer lényege, hogy a méz fénytörésmutatója és szárazanyagtartalma között összefüggés van. Ez lehetővé teszi, hogy a víz jelenlétének a százalékos arányát kiszámoljuk, azaz a méz nedvességtartalmát meghatározzuk.

A vizsgálat során egy csepp mézet csepegtetünk a refraktométer alsó prizmájára, majd rázárjuk a fedelét, amelyen a másik prizma található. Egy LED fényközpontból fénysugár jut át a prizmákon, amelynek törésmutatóját kell leolvasni a műszerről, a hőmérséklettel együtt. Ezután ki kell nyitni a refraktométert és a két prizmát tiszta vízzel nedvesített törlő segítségével meg kell tisztítani a méztől. Száraz törlővel megtörölni, majd folytatni a következő mintával.

A 7. táblázatból olvastuk le a törésmutatóknak megfelelő nedvességtartalmat, 20 °C-on.

Törésmutató 20 °C	Víz %	Törésmutató 20 °C	Víz %	Törésmutató 20 °C	Víz %
1,5044	13	1,4935	17,2	1,483	21,4
1,5038	13,2	1,4930	17,4	1,4825	21,6

1,5033	13,4	1,4925	17,6	1,4820	21,8
1,5028	13,6	1,4920	17,8	1,4815	22,0
1,5023	13,8	1,4915	18,0	1,4810	22,2
1,5018	14,0	1,4910	18,2	1,4805	22,4
1,5012	14,2	1,4905	18,4	1,4800	22,6
1,5007	14,4	1,4900	18,6	1,4795	22,8
1,5002	14,6	1,4895	18,8	1,4790	23,0
1,4997	14,8	1,4890	19,0	1,4785	23,2
1,4992	15,0	1,4885	19,2	1,4780	23,4
1,4987	15,2	1,4880	19,4	1,4775	23,6
1,4982	15,4	1,4875	19,6	1,4770	23,8
1,4970	15,6	1,4870	19,8	1,4765	24,0
1,4971	15,8	1,4865	20,0	1,4760	24,2
1,4966	16,0	1,4860	20,2	1,4755	24,4
1,4961	16,2	1,4855	20,4	1,4750	24,6
1,4956	16,4	1,4850	20,6	1,4745	24,8
1,4951	16,6	1,4845	20,8	1,4740	25,0
1,4946	16,8	1,4840	21,0		
1,4940	17,0	1,4835	21,2		

7. táblázat A törésmutató alapján meghatározott nedvességtartalom-százalék, a Román mézvizsgálati standard alapján (forrás: (Standard Român 784-3/2009)

4.2.3. Elektromos vezetőképesség meghatározása

Az elektromos vezetőképesség a mézben lévő oldott ásványi anyagok koncentrációját mutatja meg. A magasabb ásványianyag tartalom sötétebb színt eredményez. A módszer elve, hogy a mézoldat elektromos vezetőképességét megfelelő elektródával ellátott speciális konduktométer segítségével megmérjük, és az eredményeket mikro Siemensben fejezzük ki.

A vizsgálatot Consort-C elektromos vezetőképességmérő segítségével határoztuk meg. A meghatározást 20%-os szárazanyag-koncentrációjú, 20°C-os mézoldatban végeztem el. Ugyanis az elektromos vezetőképesség csak ilyen körülmények között éri el a maximális értéket. Az oldat elkészítéséhez refraktorméterrel meghatároztuk a vizsgálandó mézminta szárazanyag-tartalmát, majd a következő képlet segítségével kiszámoltuk, hogy mennyi gramm méz szükséges 100 ml, 20%-os oldat elkészítéséhez: $m = (100 \cdot 20) / S$

m: 100 ml, 20%-os oldat elkészítéséhez szükséges méz mennyisége, grammal kifejezve

S: az adott méz szárazanyag-tartalma. Az 20°C-os oldat elkészítése után az elektródát behelyeztük az edényben, majd megmértük az elektromos vezetőképességét. Minden mérés között desztillált vízben lemostuk az elektródát. (Standard Român 784-3/2009)

4.2.4. Diasztáz-aktivitási index meghatározás

A diasztáz-aktivitási index egy minőségi mutató, amely a melegítés a nem megfelelő tárolás esetén inaktiválódik.

A diasztáz enzimaktivitást a Gothe/diasztázszámmal lehet kifejezni. Ez a szám a méznek a diasztázaktivitása, amelynek 1 grammjában lévő amiláz enzim 0,01 gramm keményítőt képes átalakítani dextrinné 1 óra alatt, 40 °C-on.

A diasztáz enzimaktivitás meghatározásához a következő reagensekre volt szükség: 0,02 normális ecetsav oldat, valamint frissen készített 1 %-os keményítő oldat. A keményítőoldatot úgy készítettük, hogy bemértünk 1 g keményítőt hengeres pohárban és hozzáadtunk 75 ml vizet. Ezt felmelegítettük és homogenizáltuk. Ezután 100 ml mérőlombikba töltöttük és lehűlés után a jelig feltöltöttük desztillált vízzel, majd homogenizáltuk.

A vizsgálat elvégzésének menete a következő volt: egy hengeres pohárba 10 g mézet mértünk, majd feloldottuk 50 ml desztillált vízben. Semlegesítettük nátrium-karbonáttal indikátor papír segítségével, és egy mérőlombikban 100 ml vízre egészítettük ki. Így 1 ml oldat 0,1 g mézet tartalmaz. A homogenizált oldatot 10 kémcsőbe (1-től 10-ig számozva) a 3. táblázat szerint csökkenő számmal töltjük. Minden kémcsőbe 0,5 ml ecetsavoldatot és 0,5 ml nátrium-klorid oldatot pipettáztunk. Ezután a kémcsövek tartalmát 11 ml-re töltöttük fel és homogenizáltuk, a 8. táblázat szerint.

Minden kémcsőbe adtunk 5 ml 1%-os keményítőt is, és ismételt rázással homogenizáltuk a tartalmukat. Ezután azonnal 45°C-ra beállított vízfürdőbe helyeztük a mintákat. A vízfürdőben lévő víznek 1-2 cm-rel kellett meghaladnia a kémcsövekben lévő oldatok folyadék szintjét. A vízfürdőben összesen 1 óráig voltak a minták.

Amikor az idő letelt, hideg vízbe helyeztük a kémcsöveket, azért, hogy az amiláz aktivitás leálljon. Majd minden kémcsőbe csepegtettünk egy csepp jóddoldatot és homogenizáltuk.

Azokban a kémcsövekben, amelyekben a keményítő még nem hidrolizálódott teljesen, megjelenik a kék szín. Azokban a kémcsövekben, amelyekben a keményítő teljesen hidrolizálódott a következő árnyalatok jelennek meg: halvány/átlátszó, sárgás, narancssárga, sötétvörös, ibolyás, lila.

Az amiláz aktivitás határát az az első olyan kémcső adja meg, amelyben a kék szín megjelenik. A számításhoz az előtte lévő (közvetlenül magasabb méztartalmú) kémcsövet vettük

figyelembe, amely általában sötétebb lila. A diasztázszám értékét a 8. táblázatból olvastuk le. Ezt az értéket egyébként a következő képlettel is ki lehet számolni:

$$\text{diasztáz-aktivitási index} = (5/V) \cdot 10$$

Ahol az 5 az 1%-os keményítőoldat ml-ét jelöli és a V a megfelelő kémcsőben lévő mézoldat térfogata, ml-ben kifejezve. (Standard Român 784-3/2009).

A 8. táblázatban van összefoglalva az oldatok komponenseinek mennyisége, valamint a diasztáz index értéke.

Kémcső száma	Mézes oldat ml	Ecetsav oldat	NaCl oldat	Víz ml	Keményítő oldat	Teljes mennyiség	Diasztáz index értéke
1	10,0	0,5	0,5	0	5,0	16,0	5,0
2	7,7	0,5	0,5	2,3	5,0	16,0	6,5
3	6,0	0,5	0,5	4,0	5,0	16,0	8,3
4	4,6	0,5	0,5	5,4	5,0	16,0	10,9
5	3,6	0,5	0,5	6,4	5,0	16,0	13,9
6	2,8	0,5	0,5	7,2	5,0	16,0	17,9
7	2,1	0,5	0,5	7,9	5,0	16,0	23,8
8	1,7	0,5	0,5	8,3	5,0	16,0	29,4
9	1,3	0,5	0,5	8,7	5,0	16,0	38,5
10	1,0	0,5	0,5	9,0	5,0	16,0	50,0

8. táblázat Diasztáz enzimaktivitás meghatározása (Standard Român 784-3/2009)

4.2.5. Cukorösszetétel meghatározás

A glükóz, fruktóz és szacharóz tartalmat HPLC-es módszerrel határoztuk meg.

A HPLC készülék egy Agilent Infinity 1260 műszer volt, refraktometriás index detektorral. Az elválasztó oszlop A Hi Plex H 300*7,5 mm, az eluens 0,016 M kénsav oldat, áramlási térfogat 0,6 ml/perc, az oszlop és a detektor hőmérséklete 50°C volt.

A módszer elve, hogy nagyteljesítményű folyadékkromatográfiás HPLC készülékkel a cukrok különböző komponensei elválnak egymástól (mono-, di-, triszacharidok). Ezt refraktív index detektor érzékeli. A cukorkomponensek mennyiségeit a mérendő cukrok és az azonos modelloldatok csúcs alatti területeinek arányából lehet kiszámolni.

A vizsgálatokhoz a következők vegyszerek szükségesek. A mozgó fázis, acetonitril vízzel hígítva (83+17). A mozgó fázist mágneses keverővel szükséges gáz mentesíteni, 15 percig, vákuum alatt.

A cukor standardokhoz 100 ml-es mérőlombikba 3,804g fruktóz, 3,010g glükózt és 0,602g szacharózt oldottunk fel 50 ml vízben. Ezt acetonitrillel töltöttük fel a jelig. Ez a standard körülbelül ugyanolyan összetételű, mint 5g méz, 50 ml vizes acetonitrilben oldva.

A mintákat úgy készítettük elő, hogy 5,0 g mézmintát egy főzőpohárba mértünk analitikai mérleg segítségével, majd 25 ml vízzel 50 ml-es lombikba mostuk. Acetonitrillel feltöltöttük a jelig, és 0,45µm-es szűrőn átszűrtük. A kromatografálás során 10 µl standard oldatot injektáltunk a kromatográfba, és megmértük a csúcs magasságot. Ezután a minta oldattal ugyanezt elvégeztük.

A cukorkomponensek mennyiségét az integrátor érték segítségével a következő képlettel számoltuk ki:

$$\text{Cukor, \% (m/m)} = 100 \times (\text{PH/PH}') \times (\text{V/V}') \times (\text{W'/W})$$

ahol

PH: a minta csúcs magassága (vagy az integrátorral mért érték),

PH': a standard csúcs magassága (vagy az integrátorral mért érték),

V: a minta oldat mennyisége, ml (50)

V': a standard oldat mennyisége, ml (100)

W: a minta mennyisége, g (5,000)

W': a standard mennyisége, g

A teljes mérési bizonytalanság: ± 10 relatív%

(forrás: Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus), 3-2-2009/1 számú irányelv, Méz mintavételi és vizsgálati módszerei)

4.2.6. Hidroxi-metil-furfurol (HMF) meghatározás

A méz hidrox-metil-furfurol tartalmát a Magyar Élelmiszerkönyv alapján határoztuk meg. (MSZ 6943/5-1989 sz., White-féle módszerrel). Ennek lényege, hogy vakoldattal szemben a

mézoldat UV abszorbanciáj van mérve. Ebben a HMF-molekula 285 nm-en abszorpciós maximumos kromofor csoportja hidrogén-szulfiddal roncsolódik. Ebből a korrigált abszorbanciából lehet kiszámítani a HMF tartalmat. A teljes mérési bizonytalanság ± 10 relatív%.

A műszer az Agilent Infinity 1260 HPLC volt DAD detektorral, a HMF-et 285 nm-en mérve. Az oszlop az Agilent Poroshell 120 volt.

A HMF meghatározásakor 5 g mézet 25 ml desztillált vízzel hígítottuk, és 50 ml-es mérőlombikba töltöttük. 0,5 ml Carrez I. oldatot adtunk hozzá, majd szintén 0,5 ml Carrez II. oldatot. Ezután desztillált vizet adagoltunk a jelig. 0,45 μm -es szűrő segítségével 5 ml mézes oldatot összekevertünk 5 ml vízzel és megmértük az abszorbanciáját 5 ml kiindulási mézoldat és 5 ml 0,2%-os nátrium-hidrogén-szulfitoldattal képest.

(forrás: Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus), 3-2-2009/1 számú irányelv, Méz mintavételi és vizsgálati módszerei)

4.3. SR 784-3/2009 és a Codex Alimentarius fiziko-kémiai minőségi mutatói és határértékei a méz esetében

A 9. táblázat tartalmazza a Román Standard és a Codex Alimentarius mutatóit, amely alapján a vizsgálatok határértékeit igazítottuk

Tulajdonságok	Akácméz		Harmatméz		Egyéb méz fajták	Codex Alimentarius		
	Kiváló minőség	I osztályú	Kiváló minőség	I osztályú		Akác méz	Harmatméz	Vegyesméz
Víztartalom %, max.	20	20	20	20	20	20	20	20
Hamutartalom %, max.	0,5	0,5	1	1	0,5			
Savtartalom, ml 1N NaOH 100 g mézben, max.	4	4	5	5	4	5	5	5
Invert cukortartalom %, min.	70	70	60	60	70	60	45	60
Szacharóz tartalom %, max.	5	5	10	10	5	10	5	5
Diasztáz aktivitás, min.	6,5	6,5	13,9	10,9	10,9	8	8	8
Specifikus pollentartalom %, min.	Akác	30	25	-	-			
	Hárs	-	-	-	30			
	Málna	-	-	-	25			
	Napraforgó	-	-	-	40			
	Menta	-	-	-	20			
Hidroxi-metil-furfurol (HMF) mg/100g, max.	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5 *	4	4	4
Kolorimetriás index, mm	max. 12	max. 18	min. 65	min. 55	-			
Elektromos vezetőképesség mS/cm, min.	-		0,7	0,6	-	max. 0,8	min. 0,8	max. 0,8
Vízben oldhatatlan anyagok %, max.	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Mesterséges invertercukor, ipari glükóz vagy más hidrolizált keményítő, zselatin, gabona liszt vagy más keményítő tartalmú termék, anilin színezék	Negatív	Negatív	Negatív	Negatív	Negatív			

9. táblázat A Román Standard és a Codex Alimentarius minőségi mutatói (Román standard 2009; Codex Alimentarius 1981)

4.4. Statisztikai analízis

A mézmintákat egyenként jellemeztük a nedvességtartalom, elektromos vezetőképesség, diasztáz-enzim aktivitás, cukortartalom (glükóz, fruktóz, szacharóz), hidroximetil-furfurol (HMF) alapján.

Egy mézminta esetében kétszer történt mérés. Az első mérést 2023. szeptemberében, a 2. mérést fél év elteltével, 2024. februárjában végeztük el.

A mézminták eredményeit minden egyes paraméter esetében az átlag és a szórás alapján adtuk meg, excel táblázat segítségével. A diagramokat szintén excel programmal ábráztuk.

A mézfajtákat a kevés mintaszámra való tekintettel nem vizsgáltuk meg külön. Ezért mind a 10 mézet hasonlítottuk össze egymással.

A mézminták összehasonlítását és kapcsolatukat kétmintás t-próbával végeztük el. (=TTEST(mérés1;mérés2;2;1)) Ez a próba azt mutatja meg, hogy két külön mintában a változók átlagai egymástól szignifikánsan különböznek-e. A nullhipotézis az, hogy statisztikai szempontból a változók átlaga megegyezik.

A statisztikai szignifikancia határa $p=0.05$ volt.

Az elemzéseket R statisztikai programcsomaggal végeztük el.

5. Eredmények és értékelésük

A méréseket 2 alkalommal végeztük el. A táblázatokban az 1. mérés időpontja 2023. szeptember, a 2. mérés időpontja 2024. február.

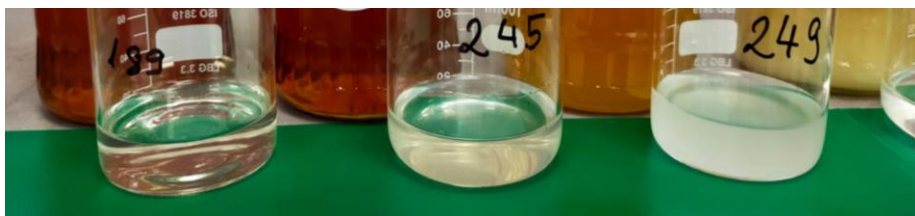
Az eredményeket a **2. Célkitűzésekben** leírt kérdések alapján mutatjuk be.

1. kérdés Valamelyik mintában kimutatható-e ipari glükóz jelenléte?

A vizsgált minták közül a következő két mézben lehetett kimutatni ipari glükózt.

- 3. számú mintából, amely havasi méz volt.
- 6. számú mintából, amely vegyes virágméz volt.

A képen látható az opálos, zavaros oldat, ami jelzi a hozzáadott cukor jelenlétét.



1. kép Ipari glükóz kimutatása a mézmintáknál (Forrás: Dr. Albert Csilla képe)

2. kérdés A mézminták megfelelnek-e a Magyar Élelmiszerkönyv által előírt követelményeknek?

A vizsgált 10 méz minta közül a repcemézek (4. és 5. minta) feleltek meg a Magyar Élelmiszerkönyv által előírt követelményeknek. A többi méz esetében eltérések voltak az invert cukortartalom és/vagy a szacharóztartalomnál.

A vizsgálat során a napraforgóméz, a hársméz, a havasi méz, valamint a repceméz az egyéb méz fajtákra vonatkozó határértékek alapján lett elbírálva.

A Magyar Élelmiszerkönyv által előírt paramétereket az Anyag és Módszer fejezetben mellékeljük (4.2.6. SR 784-3/2009 és a Codex Alimentarius fiziko-kémiai minőségi mutatói és határértékei a méz esetében)

A Magyar Élelmiszerkönyv következő szabványaival hasonlítottuk össze a mézmintákat (10. táblázat):

Tulajdonságok	Akácmez	Vegyesméz	Egyéb méz fajták
Nedvességtartalom %, max.	20	20	20
Invert cukortartalom %, min.	60	60	70
Szacharóz tartalom %, max.	10	5	5
Diasztáz aktivitás, min.	8	8	10,9
Hidroxi-metil-furfurol (HMF) mg/100g, max	4	4	1,5
Elektromos vezetőképesség mS/cm, min.	max. 0,8	max. 0,8	-

10. táblázat A Magyar Élelmiszerkönyv mézre vonatkozó határértékei

A 11. táblázatban foglaltuk össze az egyes mézminták paramétereit, amelyet az 1. méréskor mértünk. Ez alapján határoztuk meg, hogy megfelelnek-e a minták a Magyar Élelmiszerkönyv által előírt határértékeknek. Szürkével emeltük ki azokat az értékeket, amelyek eltérnek a megadott határértékektől.

Magyar Élelmiszerkönyv minőségi paraméterek	1. Napraforgó	2. Hárs	3. Havasi	4. Repce	5. Repce	6. Vegyesvirág	7. Vegyesvirág	8. Akác	9. Akác	10. Akác
Nedvességtartalom %	16	15,5	17,7	13	15,1	16	17,2	15,5	14,3	15,9
Invert cukortartalom %	54,9	76	68,96	74,6	76,34	77,06	70,36	67,4	71,2	71,74
Szacharóz tartalom %	4,4	6,1	7,78	3,9	4,74	6,32	7,94	11,3	11,72	11,52
Diasztáz aktivitás	29,4	23,8	29,4	23,8	29,4	29,4	17,9	23,8	23,8	17,9
HMF mg/100mg	0,2	0,4	0,05	0,03	0,04	0,1	0,15	0,05	1,04	0,03
Elektromos vezetőképesség mS/cm	0,44	0,78	0,85	0,24	0,21	0,06	0,44	0,19	0,2	0,19

11. táblázat A mézminták vizsgálati eredményei, 2023. szeptemberi mérés

A 1. napraforgó mintánál, az invertcukor-tartalom 54,9%, nem haladta meg az előírt 70%-ot.

A 2. hárs méznél a szacharóz tartalom 6,1%, ami maximum csak 5% lehetne.

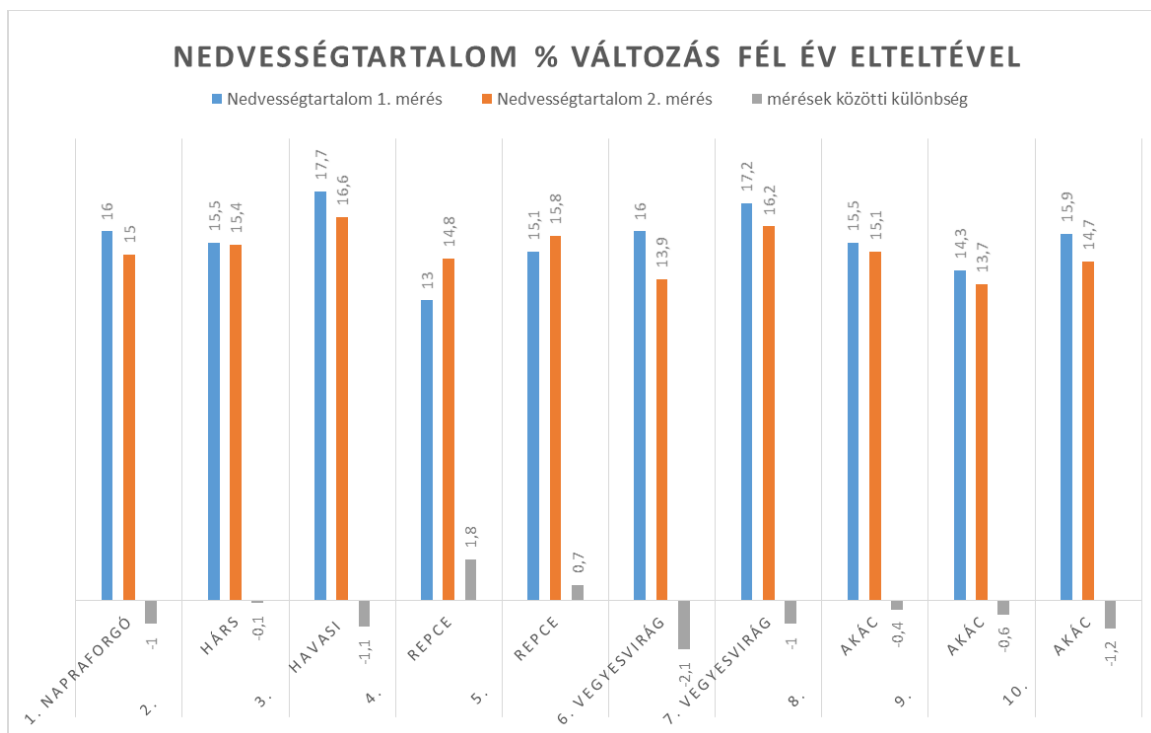
A 3. havasiméz mintánál az invertcukor-tartalom 68,96%, ami nem haladta meg az előírt 70%-ot. Szintén ennél a mintánál a szacharóz tartalom 7,78%, ami maximum 5% lehetne.

Mind a vegyesvirág mézek (6. és 7. minta), és akácmézek (8., 9. és 10. minta) esetében a szacharóztartalom meghaladta az előírt határértékeket. A vegyesvirág mézeknél a 6. minta 6,32%, a 7. minta 7,94% lett, míg ez csak 5% lehetne.

Az akácmézeknél a 8. minta 11,3%, a 9. minta 11,72% és a 10. minta 11,52% lett. Az akácmézek esetében az 10% lehetne maximum.

3. kérdés Az egyes mézminták nedvességtartalma változott-e fél év elteltével?

A nedvességtartalom % minden méz esetében változott. A repcemézek kivételével minden méznél csökkent a nedvességtartalom, 0,1 – 2 értékkel (%). A repcemézek esetében azonban ez az érték növekedett 1,8 valamint 0,7 értékkel (%). Az 1. diagrammon lehet látni a változások mértékét.



1. diagram A nedvességtartalom változása fél év elteltével

A szakirodalommal összehasonlítva kijelenthetjük, hogy a mézek nedvességtartalma a tárolás során csökken.

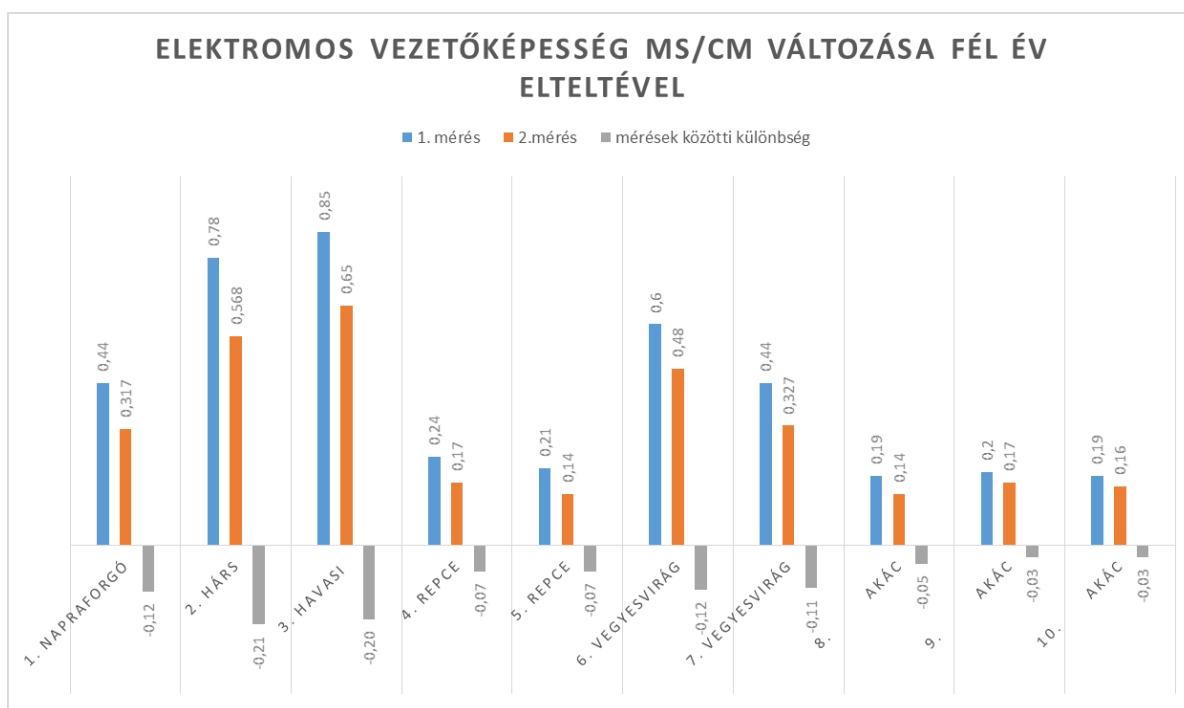
Mehdi Zarei és munkatársai 2019-ben végeztek vizsgálatokat, melyben a méz fiziko-kémiai és antioxidáns tulajdonságainak változását vizsgálták a tárolás során 1 éves időintervallumban. Megfigyelték, hogy a méz nedvességtartalma kis mértékben ugyan, de csökkenő tendenciát mutat. Ennek következtében a méz savasságáért felelős komponensek koncentrációja megnövekedett és a méznek a pH és szabad savtartalma is változott a tárolás során.

Monggudal és munkatársai 2018-ban azt vizsgálták, hogy hat hónapos tárolás a különféle mézfajták fizikai-kémiai elemzésére és antioxidáns aktivitására hogyan hat. Szintén azt találták, hogy a nedvességtartalom csökkent és a méz pH-értéke a savas irányban tolódott el.

A nedvességtartalom a szakirodalom szerint azért csökken, mert tárolás során a víz elpárolog a mézből. A nem megfelelő tároláskor a nedvességtartalom nagyobb mértékben tud csökkenni. Hő hatására ez tovább fokozódik. (Végh és mtsai 2021)

4. kérdés Az egyes mézminták elektromos vezetőképessége változott-e fél év elteltével?

Minden mézminta elektromos vezetőképessége (mS/cm) – különböző mértékben - csökkent fél év elteltével. A 2. diagramon ábrázoltuk az elektromos vezetőképességének mértékét. A legnagyobb csökkenést a hárs-, havasimézeknél lehet megfigyelni, valamint a napraforgóméznél. Ugyanakkor figyelembe kell venni, hogy ezen mézek elektromos vezetőképessége már az 1. mérés alkalmával is nagyobb mértékű volt, mint a többi méz esetében.



2. diagram A mézek elektromos vezetőképességének változása fél év elteltével

A szakirodalmakkal összehasonlítva az elektromos vezetőképesség a tárolás során növekszik. Mehdi Zarei és munkatársai a vizsgálataik során enyhe mértékű növekedést figyeltek meg a tárolási időszak végén valamennyi vizsgált mézfajta esetében. Monggudal és munkatársai szintén növekedést figyeltek meg. Ezt a növekedést azzal magyarázzák, hogy a nedvességtartalom csökkenésével növekszik az ásványi anyagok koncentrációja, és ezáltal az elektromos vezetőképesség növekszik.

További szakirodalmakat olvasva szintén növekedett tárolás során a mézel elektromos vezetőképessége (Végh 2021; Castro-Vázquez és mtsai 2006).

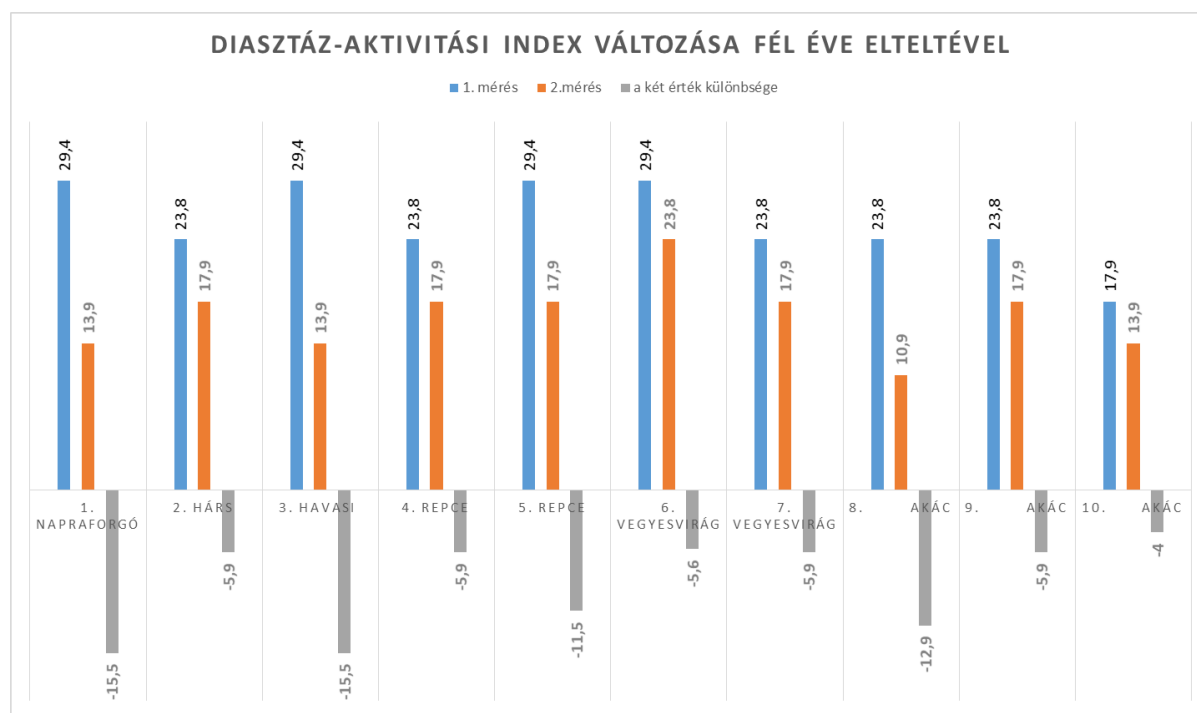
Mi a vizsgálataink során azt az eredményt kaptuk, hogy az elektromos vezetőképesség fél év alatt csökkent, bár nem jelentős mértékben.

Ennek az eltérésnek az oka lehet mérésbeli különbségek, nem megfelelő körülmények. Ahhoz, hogy megbizonyosodjunk afelől, hogy az elektromos vezetőképesség hogyan változik további vizsgálatokra van szükség.

5. kérdés Az egyes mézminták diasztáz-enzim aktivitása változott-e fél év elteltével?

A diasztáz-enzim aktivitását a diasztáz-aktivitási index segítségével lehet jellemezni.

A 3. diagramon látható, hogy minden mézminta esetében csökkent a diasztáz-aktivitási index.



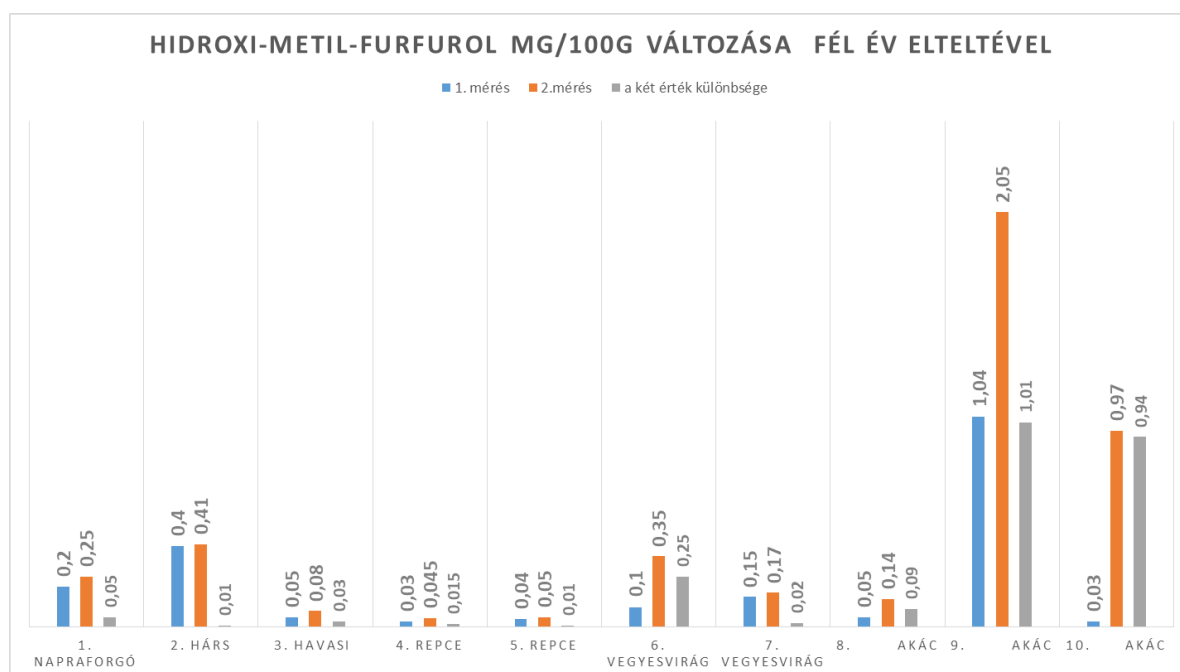
3. diagram A diasztáz-aktivitási index változása

Több szakirodalommal összevetve a mézek diasztáz-enzim aktivitása a tárolás és a hő hatására inaktiválódik. A diasztáz enzimnek a keményítő maltózzá alakításában van szerepe. Minden szakirodalom egyetért abban, hogy a diasztáz enzim tárolás és hő hatására inaktiválódik és egyre kisebb mennyiségben van jelen (Horváth 2019; Čaušević és mtsai. 2018; Mehdi és mtsai 2019)

6. kérdés Az egyes mézminták hidroxi-metil-furfurol (HMF) tartalma változott-e fél év elteltével?

A mézminták hidroxi-metil-furfurol (HMF) tartalma különböző mértékben ugyan, de minden mézminta esetében növekvő tendenciát mutat. A legnagyobb mértékű változás a 9. minta (akácméz) és a 10. minta (akácméz) esetében figyelhető meg. A 9. minta esetében az 1. mérés alkalmával kiugróan magas volt a HMF tartalom (1,04 mg/100g) és ez tovább növekedett 1,01 mg/100g-al. A 10. minta esetében 1. méréskor 0,03 mg/100g volt HMF tartalom és növekedett 0,94 mg/100-al.

A Magyar Szabvány szerint azonban a HMF érték nem haladhatja meg a 4mg/100 g értéket. Ezeknél a mintáknál egyik méz HMF tartalma sem érte el ezt a szintet, tehát megfelelnek a szabványnak. (4. diagram)



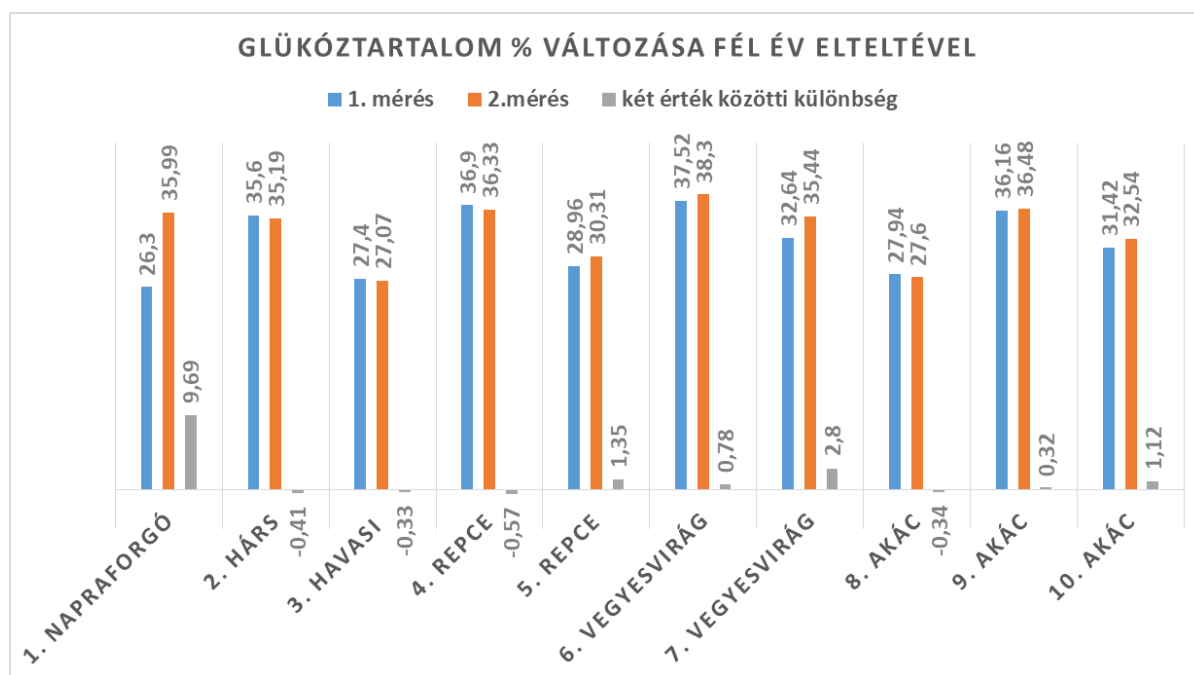
4. diagram Hidroxi-metil-furfurol (%) tartalom változása fél év elteltével

A mézek hidroxi-metil-furfurol tartalma a tárolás során, és hő hatására növekszik. Ezt több szakirodalom is megerősítette (Horváth, 2019; Čaušević és mtsai., 2018; Feas és mtsai. 2010). A HMF egy olyan összetevő, amely a fruktóz bomlásával keletkezik. Ha a mézet hevítik, vagy hőhatás éri, akkor ez az érték növekszik. Különböző méztermelési régiókban a környezet hőmérséklet miatt különböző HMF tartalommal rendelkező mézek lesznek. Például egy olyan régióban, ahol nyáron akár 40 Celsius-fok is van, ott eleve nagyobb a HMF mennyisége a friss mézben.

7. kérdés Az egyes mézminták cukor komponenseinek mértéke (glükóz, fruktóz, glükóz/fruktóz arány, szacharóz) hogyan változott fél év elteltével?

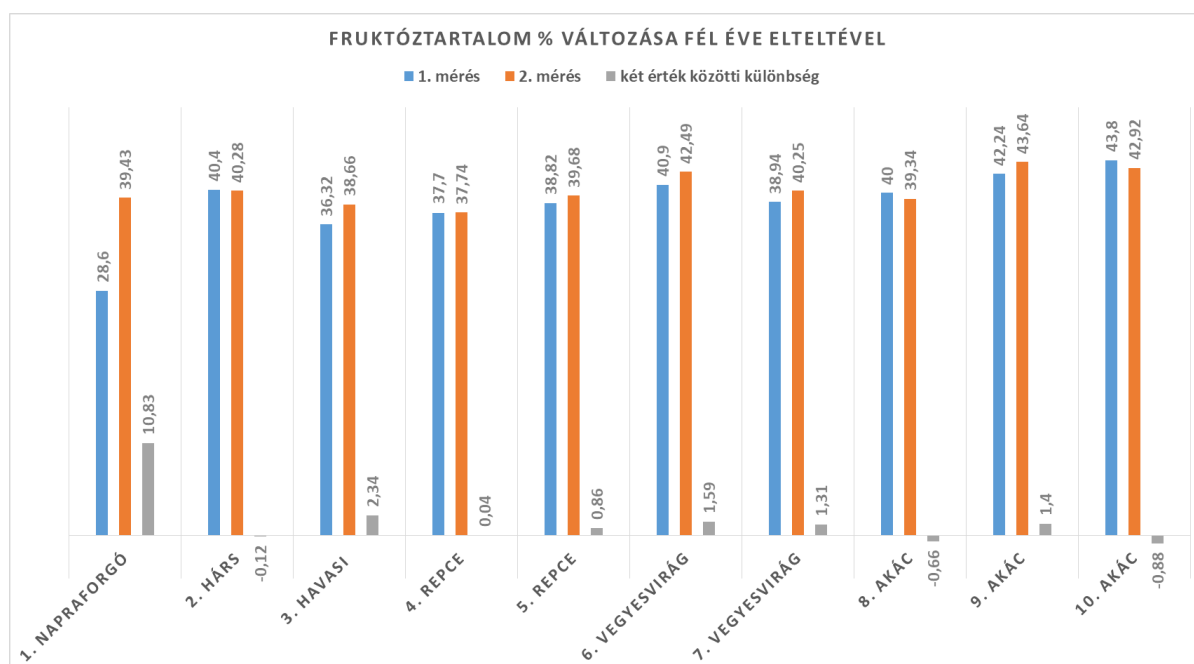
A mézminták glükóz, fruktóz, valamint glükóz/fruktóz arány változása nem volt jelentős mértékű. A következő három diagram mutatja be ezeknek a paramétereknek a mértékét. (5., 6., és 7. diagram)

5. diagram A **glükóztartalom** változása mézmintánként fél év elteltével. Látható, hogy a glükóztartalom kis mértékben, de növekedett fél év elteltével. A legnagyobb növekedés a napraforgóméz esetében figyelhető meg.



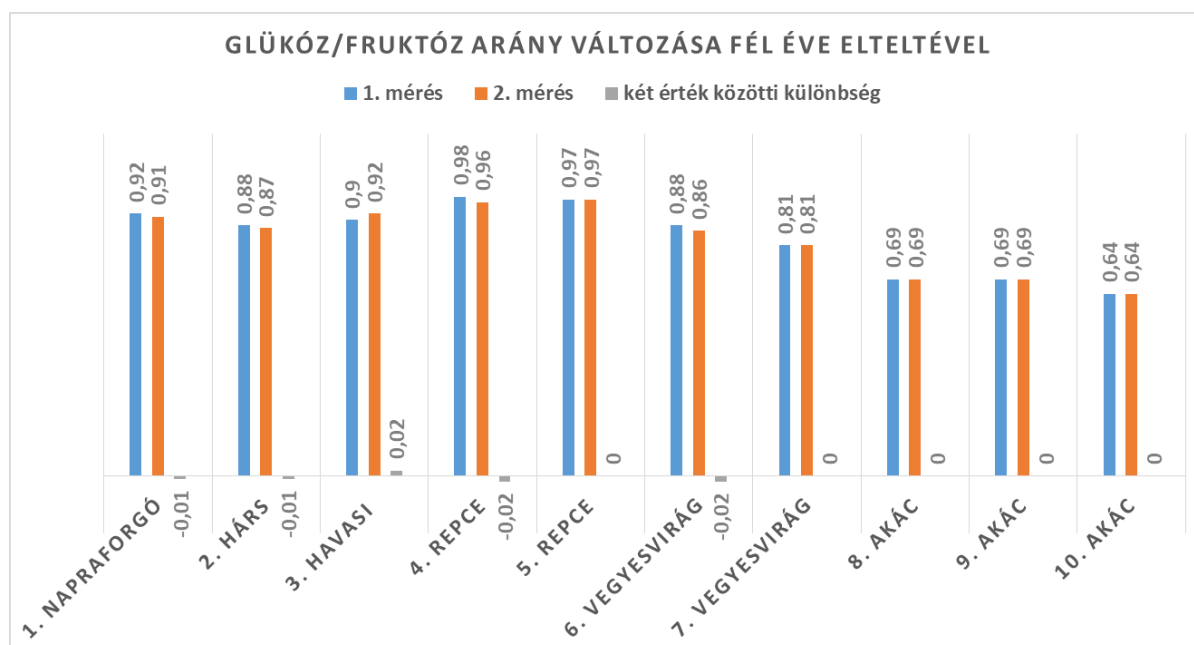
5. diagram Glükóztartalom változása

A 6. diagram a **fruktóztartalom** változását mutatja meg mézmintánként, fél év elteltével. Szintén növekedett a fruktóztartalom is, bá nem nagy mértékben. A napraforgóméz esetében volt itt is a legnagyobb mértékű a növekedés.



6. diagram A fruktóztartalom változás

A 7. diagram mutatja a **glükóz/fruktóz arányt**. Ez az érték azt jelenti, hogy a mézben a glükóz és a fruktóz aránya hány százalékos. A diagramon látható, hogy ezek az értékek alig, vagy egyáltalán nem változtak.



7. diagram Glükóz/fruktóz arány változása

A szakirodalommal összehasonlítva a mézek glükóz, fruktóz tartalma esetében enyhe növekedés figyelhető meg az idő múlásával. Cavia és munkatársai 2002-ben a glükóz és fruktóz változásait vizsgálták egy éves időintervallumban különböző mézek esetében. Ők is enyhe

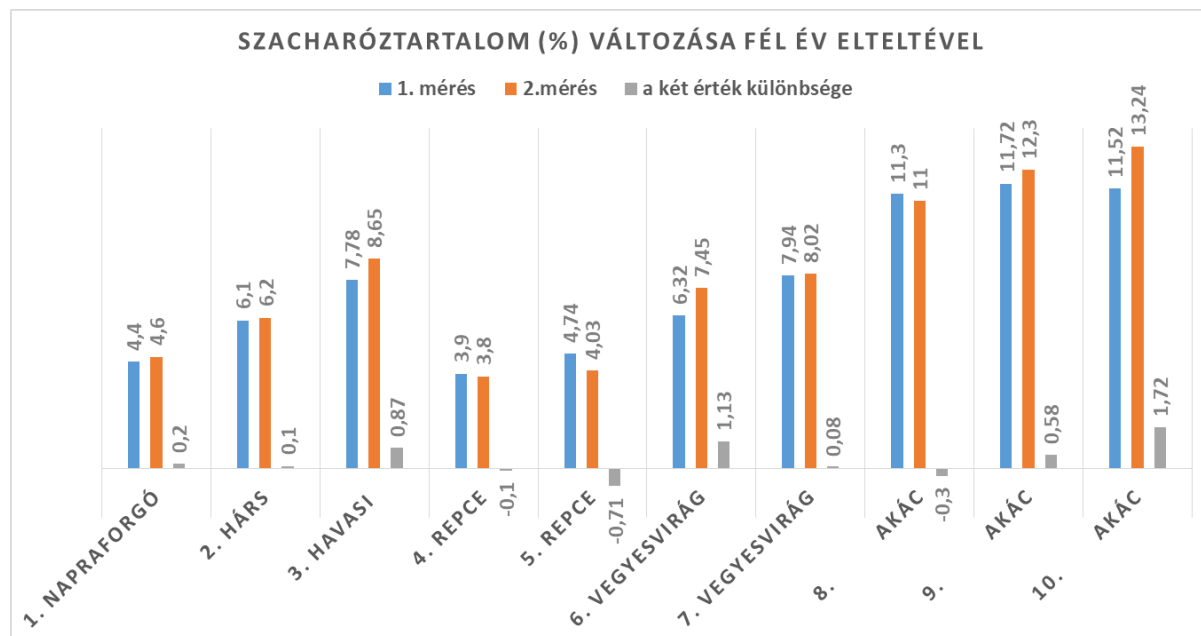
növekedést figyeltek meg a glükóz- és fruktóztartalmat tekintve. Lineáris korrelációt találtak mind a fruktóz, mind a glükóz esetében a tárolt minták eredményei között. Vizsgálataikban nem találtak statisztikai összefüggést a mézminták pH-értéke és a glükóz- és fruktóztartalom alakulása között.

További szakirodalmak is megerősítették, hogy a mézek ezen cukorkomponenseinek mennyisége növekszik az idő múlásával. (Horváth 2019; Boehringer-Mannheim, 1995).

A méz **szacharóztartalma** kisebb mértékű, mint a glükóz, fruktóz tartalom. Ugyanis enzimes bontások során átalakul egyszerű cukrokká. A szacharóz tartalomból lehet a méz eredetiségét és hamisíthatóságát megnézni.

Ahogy a 8. diagrammon is látható az akácmézek nagyobb mennyiségben tartalmazzák a szacharózt. A Magyar Élelmiszerkönyv akácmézek esetében maximum 10g/100 g. Ez minden akácméz esetben több. Ennek oka, hogy a mézek nem tudják teljesen átdolgozni az akác nektárját, és ezért magasabb a szacharóz érték.

A többi méz esetében a Magyar Élelmiszerkönyv 5g/100g szacharóztartalmat ír elő. Ezt a határértéket a napraforgóméz, és a két repceméz nem haladja meg. A hárs-, havasi- és vegyesvirág mézek esetében is magasabb ez az érték. Ennek oka szintén az, hogy nem volt megfelelő enzimes bontás, és a szacharózérték magasabb maradt.



8. diagram A szacharóztartalom változása fél év elteltével

Az eredmények alapján látható, hogy a mézminták szacharóztartalma alig változott egyes minták esetében (1. minta, 2. minta, 4. minta, 5. minta, 7. minta., 8. minta, 9. minta).

Az 5. minta esetében figyelhető meg szacharóz csökkenés. A 10. minta esetében a szacharóztartalom növekedett. Ennek oka lehet, hogy az akácmézben eleve több szacharóz található, és első méréskor pontatlanság történt. Ugyanakkor nem olyan mértékű a különbség, hogy ez probléma lenne. További vizsgálatokra volna szükség, hogy ennek az eltérésnek az oka kiderüljön.

A szakirodalommal összehasonlítva a szacharóz mennyisége az idő múlásával folyamatosan csökken, hiszen a mézben lévő enzimek folyamatosan bontják. Ezt több tudományos vizsgálat is bebizonyította (Cavia és mtsai., 2002; Mongguda és mtsai., 2018; Zarei és mtsai., 2019).

8. kérdés Az összes mézminta eredményei alapján mennyi a mézminták átlaga, szórása, valamint p-értéke? Kimutatható-e szignifikáns különbség a mintákat tekintve? *(A nedvességtartalom, elektromos vezetőképesség, diasztáz-aktivitási index, glükóztartalom, fruktóztartalom és glükóz/fruktóz arány, szacharóztartalom, HMF tekintve.)*

A 15. táblázatban a mézek nedvességtartalmának, elektromos vezetőképességének, diasztáz-enzim aktivitásának, glükóztartalmának, fruktóztartalmának és glükóz/fruktóz arányának, szacharóztartalomnak, valamint hidroximetil-furfurol tartalmának mérésenkénti átlagát, szórását és p-értékét foglaltuk össze.

A p-érték azt mutatja meg, hogy két külön mintában a változók átlagai egymástól szignifikánsan különböznek-e. A statisztikai szignifikancia határa $p=0.05$ volt.

	Mérések	Átlag	Szórás	p-érték
Nedvességtartalom	1. mérés	15,62	1,27	0,1832
	2. mérés	15,12	0,88	
Elektromos vezetőképesség	1. mérés	0,41	0,24	0,0008
	2. mérés	0,31	0,18	
Diasztáz-enzim aktivitás	1. mérés	25,45	3,65	0,0001
	2. mérés	16,59	3,39	
Glükóztartalom	1. mérés	32,08	4,28	0,1734
	2. mérés	33,53	3,94	
Fruktóztartalom	1. mérés	38,77	4,17	0,1527
	2. mérés	40,44	1,94	
Glükóz/fruktóz arány	1. mérés	0,84	0,12	0,3092
	2. mérés	0,83	0,12	
Szacharóztartalom	1. mérés	7,57	2,87	0,1955
	2. mérés	7,89	3,20	
Hidroximetil-furfurol tartalom	1. mérés	0,21	0,30	0,1107
	2. mérés	0,42	0,60	

15. táblázat A mézek jellemzése (átlag, szórás és p-érték alapján)

A **nedvességtartalom** esetében a p -érték=0,1832, ami nem jelent szignifikáns különbséget. Ezért ez alapján kijelenthetjük, hogy a mézmintákban a nedvességtartalom tekintetében nincs szignifikáns eltérés. Az átlag és a szórás alapján sem volt szignifikáns a különbség a két mérés között, a változás nem jelentős.

Az **elektromos vezetőképesség** tekintetében a p -érték=0,0008. Itt szignifikáns különbség mutatható ki a mézek között. Ennek oka, hogy különböző összetételűek ásványi anyag szempontból a mézek. A fajtamézek közötti különbségek miatt eltérő mennyiségű ásványi anyagot tartalmaznak. A hársméznek és a harmat méznek volt a legnagyobb az elektromos vezetőképessége, míg az akác- és repceméznek a legalacsonyabb. Az átlag és a szórás nem változott szignifikánsan fél év elteltével.

A **diasztáz-enzim aktivitás** szignifikáns különbséget mutat a mézmintákon belül. A p -érték=0,0001. Ennek oka a tárolás, valamint a fajtamézek közötti különbségek. A diasztáz enzim a tárolás és a hő hatására folyamatosan csökken. A fajtamézek esetében ez különböző mértékű. Míg az akácméz esetében alig csökken a mértéke, addig a napraforgó- és havasi méz esetében nagymértékű a csökkenés.

A **glükóz, fruktóz és glükóz/fruktóz arány** esetében a p -érték nem mutat szignifikáns különbséget. Ennek oka, hogy mindegyik méznek közel azonos mértékű volt a cukortartalma és cukoraránya. Itt kevésbé mutatkozik meg a fajtamézek közötti különbség. Szintén nem volt szignifikáns a két mérés közötti különbség. A mért értékek közel azonos nagyságúak voltak.

A **szacharóztartalom** esetében a p -érték= 0,1955, ami nem jelent szignifikáns különbséget. A vizsgált mézminták szacharóztartalmának változása között nincs szignifikáns különbség. A szacharóztartalom a tárolás során folyamatosan csökken.

A **hidroxi-metil-frufurol** esetében a mézminták között nem mutatható ki szignifikáns különbség (p -érték=0,1107). Minden mézminta esetében növekedett a HMF tartalom, a tárolás miatt. Ezt több szakirodalom is megerősítette, hogy ez a paraméter növekszik. (Horváth, 2019; Čaušević és mtsai., 2018; Feas és mtsai. 2010)

6. Összefoglalás

A dolgozat célja, hogy a különböző székelyföldi mézminták fiziko-kémiai tulajdonságaiban bekövetkezett változásokat értékelje, fél év tárolás elteltével. Ahogy az várható volt a különböző típusú mézek fiziko-kémia tulajdonságai változtak a tárolási időszak alatt, különböző mértékben.

A 10 vizsgált mézminta esetében összesen 6 fajtaméz volt: napraforgó-, hárs-, harmat-, repce-, vegyesvirág-, és akácméz. A vizsgálatok során több szempontból elemeztük a mézeket.

Először megnéztük, hogy valamelyik tartalmaz-e hozzáadott ipari glükózt. Ennek eredménye, hogy két minta, a 3. számú havasi méz és 6. számú vegyes virágméz tartalmazott hozzáadott ipari glükózt.

Magyar Élelmiszerkönyv által előírt határértékek segítségével megnéztük, hogy a vizsgált mézminták megfelelnek-e a Magyar Szabványnak. 10 mintából két minta, a 4. minta repceméz és 5. minta repceméz felelt csak meg a követelményeknek. A többi minta esetében eltéréseket tapasztaltunk. Az 1. napraforgó mintánál az invertcukor-tartalma nem érte el az előírt 70%-os. A 2. hársnéznél a szacharóz tartalom meghaladta az 5%-os előírt határértéket. A 3. havasiméz esetében az invertcukor-tartalom nem haladta meg az előírt 70%-ot. A szacharóztartalom ennél a mintánál az 5% helyett 7,78% volt. Mind a vegyesvirág mézek (6. és 7. minta), és akácmézek (8., 9. és 10. minta) esetében a szacharóztartalom meghaladta az előírt határértékeket. A vegyesvirág mézeknél a 6. minta 6,32%, a 7. minta 7,94% lett, míg ez csak 5% lehetne. Az akácmézeknél a 8. minta 11,3%, a 9. minta 11,72% és a 10. minta 11,52% lett. Az akácmézek esetében az 10% lehetne maximum.

A mézmintákat 2 alkalommal vizsgáltuk meg, fél év eltéréssel. Az első vizsgálatot 2023. szeptemberében a második vizsgálatot 2024. februárjában végeztük el. A vizsgált paraméterek a következők voltak: nedvességtartalom, elektromos vezetőképesség, cukorkomponensek változása (glükóz, fruktóz, glükóz/fruktóz arány, szacharóz), hidroximetil-furfurol tartalom.

A nedvességtartalom esetében kijelenthető, hogy minden minta esetében csökkent a mértéke.

Az elektromos vezetőképesség – a szakirodalmakkal ellentétben – csökkenő tendenciát mutatott, ami nem volt jelentős mértékű. Ennek oka mérési pontatlanságból fakadhat. Ezért további vizsgálatok szükségesek, hogy megnézzük valójában csökkent-e az elektromos vezetőképesség.

A méz cukorkomponenseinek mértéke a szakirodalommal megegyezve változtak. A glükóz és fruktóz mennyisége növekedett, míg a szacharóz mennyisége csökkent. Ezeket a változásokat az olvasott szakirodalom megerősítette.

További vizsgálati szempont volt, hogy a mézmintákat összehasonlítva képet kapjunk arról, hogy a vizsgált paraméterek szignifikánsan eltérnek-e az egyes mézminták esetében. Ezt párosított t-próba segítségével határoztuk meg. A statisztikai szignifikancia határa $p=0.05$ volt.

Ennek az összehasonlító vizsgálatnak az eredménye, hogy a mézminták között az elektromos vezetőképességet és a diasztáz-enzim aktivitást tekintve szignifikáns különbség mutatkozik. Oka, hogy különböző fajta mézminták lettek vizsgálva (napraforgó-, hárs-, harmat-, repce-, vegyesvirág-, akácméz). Az akácméz egyedi tulajdonságai miatt van szignifikáns eltérés. Ugyanis annak eredete és feldolgozás más mértékű, mint a többi vizsgált fajtaméznél. Az akácméz esetében a Magyar Élelmiszerkönyv más határértékeket határoz meg a szacharóztartalomnál, mint a többi fajtaméznél.

Összefoglalva elmondható, hogy ennek a vizsgálatnak az eredményei alátámasztják a szakirodalmakban leírt változásokat. További vizsgálatok során még számos konklúziót le lehet vonni, azonban ehhez több mintára van szükség.

7. Irodalomjegyzék

- Abd J., Abdul R.L., Hazrina H. (2017): Stingless Bee Honey, the Natural Wound Healer Skin Pharmacol Physiol. 30 (2): 66–75.
- Afroz, R., Tanvir, E.M., Zheng, W. and Little, P.J. (2016): Molecular pharmacology of honey. Clinical and Experimental Pharmacology, 6(3), pp. 1–13
- Ajibola A. (2015). Physico-chemical and physiological values of honey and its importance as a functional food. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2(2): 180–188.
- Alvarez-Suarez, J.M. Tulipani, S. Diaz, D. Estevez., Y. Romandini, S. Giampieri, F. Daimain, E. Astolfi, P. Bompadre, S. Battino (2010): Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. Food and Chemical Toxicology 48 (8-9): 2490-2499.
- Belith H. D. (1999): Food chemistry 2nd. Berlin, Springer 992p
- Biblia: Példabeszédek könyve. 25-16.
- Boczkó É. (1994): Fajtamézek fitikai és kémiai jellemzőinek vizsgálata. Budapest SZIE Kertészeti és Élelmiszertudományi Kar. Diplomamunka 55p
- Bogdanov S. (2014): The Honey Book; Bee Product Science 120p
- Bogdanov S. (2011):. Physical properties. In S. Bogdanov (Ed.), The honey book (pp. 19–27).
- Čaušević B., Haurdic B., Jasic M., Basic M. (2018): Enzymatic activities in honey. Institute for Food Safety and Health 2 Faculty of Technology University of Tuzla Bosnia and Herzegovina
- Cavia MM., Fernández-Muino MA., Gómez-Alonso E., Montes-Pérez MJ., Huidobro JF., Sancho MT. (2002): Evolution of fructose and glucose in honey over one year: influence of induced granulation. Food Chemistry, Volume 78, Issue 2, August 2002, Pages 157-161
- Castro-Vázquez L., M. Consuelo Díaz-Maroto, and M. Soledad Pérez-Coello (2006): Volatile Composition and Contribution to the Aroma of Spanish Honeydew Honeys. Identification of a New Chemical Marker. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2006, 54, 13, 4809-4813
- Chand H. (2012): Bees and Beekeeping: Honeybee World. Biological Sciences. LAP LAMBERT Academic Publishing. 180p
- Chesson L.A., Tipple B.J., Erkkila B.R., Cerling T.E., Ehleringer J.R. (2011): B-HIVE: Beeswax hydrogen isotopes as validation of environment. Part I: Bulk honey and honeycomb stable isotope analysis. Food Chemistry 576-581. 125p
- Codex Alimentarius Commission Standars (1981): Codex Standard for Honey. European Regional Standars, Volume III, Fao, Rome
- Conte Y. L., Migeon A., M. Navajas (2008): Differential gene expression of the honey bee *Apis mellifera* associated with *Varroa destructor* infection. BMC Genomics, 301p.
- CRANE, E (1999): The world history of beekeeping and honey hunting. Gerald Duckworth & Co Ltd London

Crane E. (1975): Honey: A comprehensive survey. Heinemann (in coop. with IBRA), London, U.K. 608 pp.

Crane E. (1983): The archeology of beekeeping. Duckworth, London, 360, 270.

Füleki D. (1997): Fajtamézek aromaanyagainak vizsgálata. Diplomadolgozat, Budapest, Szie, Élelmiszertudományi Kae 46p.

Gulyás S. (1975): A méhlegelő. 21-90, Budapest. Akadémiai Kiadó, 791 p.

Horváth G. (2019): Mézvizsgálatok. (<http://www.omme.hu/mezvizsgalatok-2019/>)

Kasparné Sz. Zs. (2006): A selyemkóróméz kémiai vizsgálata és összehasonlítása az akácmézzel. PHD értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Doktori Iskola 289 p.

Kiss T. (1983): A méz, 383-420 p. In: Nikovitz: A méhészet kézikönyve. Budapest: ÁTK és Hungaronektár, 825 p.

Korán: 16. fejezet

Magyar Élelmiszerkönyve (2001), Magyar Élelmiszerkönyve (2002)

Monggudal M.B., Radzi M.N., Ismail M.M., Ismail W.I.W (2018): Effect of Six Month Storage on Physicochemical Analysis and Antioxidant Activity of Several Types of Honey. The International Fundamentum Sciences Symposium. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 440 (2018) 012047

Nayik, G. A., Shah, T. R., Muzaffar, K., Wani, S. A., Gull, A., Majid, I. and Bhat, F. M. (2014): Honey: Its History and Religious Significance: A Review. Universal Journal of Pharmacy 03(01): 5–8.

Rizwana A., Hossain M., Tanvir E.M. (2023): Physical Properties of Honey. In book: Honyes pp. 12-31

Ruff J. (2008): A méhészmester könyve. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház Zrt. 161p

Szalai M. E. (2002): Méh. Budapest, Mezőgazda Könyvkiadó, Gazdasági állataink - Fajtatan. 69p.

Tamás M. (2017): Különböző mézfajták összehasonlító vizsgálata és a hőkezelés hatása egyes tulajdonságaikra. Debrecen, Műszaki Szemle 70. 11p

Tóth Gy. (1983): A méz az emberi táplálkozásban. A méhészet kézikönyve. Budapest, 825p.

Végh R., Puter D., Vaskó Á., Csóka M., Mednyánszky Zs. (2021): Mézek és virágporok beltartalmi összetételének és színjellemzőinek vizsgálata. Élelmiszervizsgálati közlemények – 2022. LXVIII. évf. 1. szám

Zarei M., Fazlara A., Alijani N. (2019): Evaluation of the changes in physicochemical and antioxidant properties of honey during storage. Functional Foods in Health and Disease 2019; 9(9): 593-605Page 593of 605

www.atlasbig.com (2022): Maps and Statistics of the World and Regions. Internetes forrás.

8. Táblázatok, diagramok jegyzéke

1. táblázat A munkásméhek egyedfejlődése 7. oldal
 2. táblázat A méz összetétele 9. oldal
 3. táblázat A mézek nemzetközileg elfogadott színérték tartományai 11. oldal
 4. táblázat A méz legfontosabb cukorelemei 14. oldal
 5. táblázat A vizsgálat során használt mézminták fajtáinak megoszlása 17. oldal
 6. táblázat A mézminták jelölése a vizsgálatok során 17. oldal
 7. táblázat A törésmutató alapján meghatározott nedvességtartalom-százalék, a Román mézvizsgálati standard alapján 19-20. oldal
 8. táblázat Diasztáz enzimaktivitás meghatározása 22. oldal
 9. táblázat A Román Standard és a Codex Alimentarius minőségi mutatói 24. oldal
 10. táblázat A Magyar Élelmiszerkönyv mézre vonatkozó határértékei 27. oldal
 11. táblázat A mézminták vizsgálati eredményei, 2023. szeptemberi mérés 28. oldal
 12. táblázat A mézek jellemzése (átlag, szórás és p-érték alapján) 37. oldal
-
1. diagram A nedvességtartalom változása fél év elteltével 29. oldal
 2. diagram A mézek elektromos vezetőképességének változása fél év elteltével 30. oldal
 3. diagram A diasztáz-aktivitási index változása 31. oldal
 4. diagram Hidroximetil-furfurol (%) tartalom változása fél év elteltével 32. oldal
 5. diagram Glükóztartalom változása 33. oldal
 6. diagram A fruktóztartalom változás 34. oldal
 7. diagram Glükóz/fruktóz arány változása 34. oldal
 8. diagram A szacharóztartalom változása fél év elteltével 35. oldal
-
1. kép Ipari glükóz kimutatása a mézmintáknál 26. oldal

9. Mellékletek

	1. Napraforgó	2. Hárs	3. Havasi	4. Repce	5. Repce	6. Vegyesvirág	7. Vegyesvirág	8. Akác	9. Akác	10. Akác
Nedvességtartalom %										
1. mérés	16	15,5	17,7	13	15,1	16	17,2	15,5	14,3	15,9
2. mérés	15	15,4	16,6	14,8	15,8	13,9	16,2	15,1	13,7	14,7
Elektromos vezetőképesség mS/cm										
1. mérés	0,44	0,78	0,85	0,24	0,21	0,6	0,44	0,19	0,2	0,19
2. mérés	0,317	0,568	0,65	0,17	0,14	0,48	0,327	0,14	0,17	0,16
Diasztáz-aktivitás index										
1. mérés	29,4	23,8	29,4	23,8	29,4	29,4	23,8	23,8	23,8	17,9
2. mérés	13,9	17,9	13,9	17,9	17,9	23,8	17,9	10,9	17,9	13,9
Hidroximetil-frufürol mg/100g										
1. mérés	0,2	0,4	0,05	0,03	0,04	0,1	0,15	0,05	1,04	0,03
2. mérés	0,25	0,41	0,08	0,045	0,05	0,35	0,17	0,14	2,05	0,97
Glükóztartalom %										
1. mérés	26,3	35,6	27,4	36,9	28,96	37,52	32,64	27,94	36,16	31,42
2. mérés	35,99	35,19	27,07	36,33	30,31	38,3	35,44	27,6	36,48	32,54
Fruktóztartalom %										
1. mérés	28,6	40,4	36,32	37,7	38,82	40,9	38,94	40	42,24	43,8
2. mérés	39,43	40,28	38,66	37,74	39,68	42,49	40,25	39,34	43,64	42,92
Glükóz/fruktóz arány										
1. mérés	0,92	0,88	0,9	0,98	0,97	0,88	0,81	0,69	0,69	0,64
2. mérés	0,91	0,87	0,92	0,96	0,97	0,86	0,81	0,69	0,69	0,64
Szacharóztartalom										
1. mérés	4,4	6,1	7,78	3,9	4,74	6,32	7,94	11,3	11,72	11,52
2. mérés	4,6	6,2	8,65	3,8	4,03	7,45	8,02	11	12,3	13,24

10. Köszönetnyilvánítás

Ennek a dolgozatnak az elkészítését a Makovecz Hallgatói Ösztöndíjprogram keretein belül tudtam elkészíteni. 2023-ban és 2024-ben is sikeresen megpályáztam ezt az ösztöndíjat, így a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Csíkszeredai Karának Élelmiszertudományi Tanszékén tudtam a vizsgálatokat folytatni.

Ezúton szeretném megköszönni dr. Póti Péter tanár úrnak és dr. Pajor Ferenc tanár úrnak, hogy segítettek megpályázni az ösztöndíjat és támogattak abban, hogy mind a két félévben sikeresen elnyertem és tudtam folytatni a vizsgálatokat.

Nagyon hálás vagyok konzulensemnek, dr. Albert Csillának, aki nélkül nem valósulhatott volna meg ez a dolgozat. Ő volt az, aki fogadott engem Csíkszeredában és segített nem csak a kutatás megvalósításában, hanem kint tartózkodásom alatt számtalan hasznos tanácsot és élményt szerzett nekem.

Köszönöm minden Sapientiás tanárnak és diáknak a sok támogatást és segítséget. Nagyon sok élményt szereztem az ösztöndíjprogram során, nem csak a szakmai tudásom és tapasztalatom bővült, hanem kapcsolatokat is tudtam kialakítani.

Emellett köszönettel tartozom dr. Szabó Rubinának, hogy belső, MATE-s konzulensként segített a dolgozat végleges elkészítésében.