

SZAKDOLGOZAT

Klenáncz-Nagy Patricia

2024.



Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem
Gödöllői Campus
Műszaki Intézet
Szakirányú továbbképzési szak

Természetes méz fizikai és kémiai paramétereinek vizsgálata
hőkezelés hatására

Belső konzulens: Dr. Korzenszky Péter
Emőd

habilitált egyetemi docens

Belső konzulens

intézete/tanszéke: MATE, Műszaki Intézet,
Mezőgazdasági és
Élelmiszeripari Gépek
Tanszék

Külső konzulens:

Készítette: Klenáncz-Nagy Patrícia

Gödöllő

2024.



Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

MŰSZAKI INTÉZET
ÉLELMISZERLÁNC MINŐSÉGÜGY
SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK

SZAKDOLGOZAT

feladatlap

Klenáncz-Nagy Patricia (G10LZ0)

részére

A szakdolgozat címe:

Természetes méz fizikai és kémiai paramétereinek vizsgálata hőkezelés hatására

Feladatkiírás:

Ismertesse szakirodalom alapján a természetes méz főbb minőségi tulajdonságait. Végezze el a termelői akácmézek hőkezelését három különböző hőmérsékleten, megadott időintervallum alatti többszöri mintavételezéssel, majd végezze el a levett mintákból az érzékszervi és kémiai paraméterekre vonatkozó vizsgálatokat. A kapott eredményeket értékelje ki és vonja le következtetéseit.

Közreműködő tanszék: Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

Külső konzulens:


Belső konzulens: Dr. Korzenszky Péter Emőd, *habilitált egyetemi docens*, MATE, Műszaki Intézet, Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

Beadási határidő: 2024. április 22. (hétfő) 12.00 óra

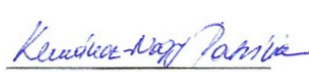
Gödöllő, 2023. november 15.

Jóváhagyom

Átvettem


Dr. Bártfai Zoltán
tanszékvezető


Dr. Korzenszky Péter
szakfelelős


Klenáncz-Nagy Patricia
hallgató

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2024. hó nap

(külső konzulens)

TARTALOMJEGYZÉK

SZAKDOLGOZAT.....	4
TARTALOMJEGYZÉK.....	1
BEVEZETÉS.....	3
CÉLKITŰZÉS.....	5
1. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	6
.1.1 A nektár.....	6
.1.2 A méz.....	6
.1.3 A méz érzékszervi tulajdonságai.....	7
.1.3.1 A méz színe.....	7
.1.3.2 A méz íze, illata.....	8
.1.3.3 A méz konzisztenciája.....	9
.1.4 A méz fizikai tulajdonságai.....	10
.1.4.1 Víztartalom, Higrószkóposság.....	10
.1.4.2 Elektromos vezetőképesség.....	10
.1.5 A méz összetétele:.....	11
.1.5.1 Szénhidrátok.....	11
.1.5.2 Aminosavak, fehérjék, enzimek.....	11
.1.5.3 Savak, kémhatás.....	12
.1.5.4 Ásványi anyagok.....	12
.1.5.5 Szénhidrát-, cukoreredetű bomlástermékek (HMF).....	12
.1.6 A méz biológiai tulajdonságai.....	14
.1.6.1 Biológiai tisztaság.....	14
.1.6.2 Pollentartalom.....	15
2. ANYAG ÉS MÓDSZER.....	17
.2.1 Méz minta kiválasztása.....	17
.2.2 Hőkezelési folyamat bemutatása.....	18

.2.2.1	Hőkezelési kísérlet.....	18
.2.3	Laboratóriumi vizsgálatok.....	21
.2.3.1	Víztartalom meghatározása.....	21
.2.3.2	Pfund értékek meghatározása.....	23
.2.3.3	HMF-tartalom vizsgálata.....	25
3.	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK.....	29
.3.1	A méz víztartalmi értékei.....	29
.3.2	A méz színének Pfund-értékei.....	32
.3.3	A méz HMF-tartalmának értékei.....	34
4.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	38
5.	ÖSSZEFOGLALÁS.....	39
6.	SUMMARY.....	40
	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	41
	ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....	45
	NYILATKOZATOK.....	47

BEVEZETÉS

A méz a környezetünkben szarmazó természetes édesítőszer, melyet a házi méhek (*Apis mellifera*) által növényi nektárból vagy élő növényi nedvek gyűjtéséből saját anyagaik hozzáadásával átalakítanak, raktároznak, dehidratálnak, és lépekben tovább érlelnek. (International Honey Commission, 2001)

A méhészeti ágazat egyik legjelentősebb terméke a méz. Ez az édes termék világszinten évi több mint 1 772 000 tonna megtermelt mézet jelent. A vezető Kína után (évi 473 000 tonna, 2021), az Európai Unió a második legnagyobb méztermelő közösség a világon (évi 285 000 tonna, 2022). A méhészek száma 2022-ben 710 ezer fő volt, míg a méhcsaládok száma 20,3 millió, ebből a Magyarországon összesen 1 192 000 méhcsalád található, mely családokat 20,9 ezer méhésztartó tartja és gondozza, továbbá a kaptárak átlagos száma méhészenként az EU-ban 29 méhcsalád, Magyarországon ez a szám 59 méhcsalád. (European Commission, 2023)

A méz megtermelésében egyre nagyobb kihívást jelent a globális felmelegedés, ennek következtében a kiszámíthatatlan hőmérsékletingadozások, melyek közvetlenül hatással vannak a növények fejlődésére és azok kártételére. Az enyhe telek és a kora tavaszi fagyoknak köszönhetően az évszakok váltakozása olykor felborul, így a növényi kultúrák a megszokottól eltérően fejlődnek, mely akár korai virágzásokhoz, vagy tavaszi fagykárokhöz vezet. Ezzel párhuzamosan az egyre jobban terjedő méhbetegségek és a mezőgazdaságban használt permetszerek nem megfelelő alkalmazása fokozza a méhek pusztulását. Ezeknek a tényezőknek köszönhetően a méz termelése egyre nehezebbé válik, és a mennyiségi mutatók megtartása érdekében a méhészek ezt a méhpopuláció szaporításával igyekeznek szinten tartani.

A nehézségek ellenére a méhészkedés még népszerű szakma, és a méhészeti ágazatban Magyarországnak kiemelkedő szerepe van a méztermelésben hazai és nemzetközi szinten egyaránt. Hazánk kedvező természeti adottságainak és a sokszínű növénykultúrájának köszönhetően kiváló minőségű mézet termelünk, mely éves szinten átlagosan 20 000 tonna, ennek a mennyiségnek a kétharmadát többségében a külföldi piacokon értékesítjük. A kereskedelem szempontjából a világhírű magyar akácméz kiemelkedő, méghozzá annyira, hogy hazánkban, az élelmiszergazdaságban Hungaricumnak számít, de emellett számos más mézfajtát is előállítanak és értékesítenek, összesen 15-20 fajtamézet. (KSH, 2012)

Mivel a hazai mézfogyasztás nem számottevő - szakértői becslések alapján a belföldi értékesítések mindösszesen 10 000 tonna mennyiséget említenek, így az éves átlagos hazai mézfogyasztás 1 kilogrammra tehető, így kiemelkedően fontos, hogy minőségi mézet értékesítsünk az export piac számára. (Oravecz , et al., 2020)

CÉLKITŰZÉS

A szakdolgozatom során termelői akácméz három különböző hőmérsékleten való kezelésének hatásait vizsgáltam, figyelembe véve egyes érzékszervi, és fizikai-kémiai paraméterek változását. Az érzékszervi vizsgálatok során ellenőriztem a méz színét, a fizikai vizsgálatok során figyelemmel kísértem a méz víztartalmának változását, továbbá a kémiai paramétereknél a melegítés szempontjából kritikusabbnak mondható hidroximetil-furfurol (HMF) tartalmát, melyet spektrofotometriás méréssel, a Winkler módszer alkalmazásával mértem meg. A különböző hőmérsékleteken végzett hőntartás célja az volt, hogy figyelemmel kísérjem az egyes kezelési hőmérsékletek hatására a termékben végbemenő érzékszervi, fizikai-kémiai paraméterek közötti változásokat, a kapott eredményeket összesítve bemutassam az egyes folyamatok közötti változásokat, majd levonjam az eredményekből kapott következtetéseimet. A kapott eredmények kiértékelésével célom, hogy igazolhassam a különböző hőmérsékleti beavatkozások hatásmechanizmusát a méz minőségére vonatkozóan, mely a kereskedelmi értékesítés szempontjából és a fogyasztók igényeinek kielégítése érdekében meghatározó. Ehhez a kísérlet elvégzéséhez rendelkezésre állt technológiai háttér, mely a szokásos labor környezetben végzett kísérletektől eltérően, gyártói környezetben lett lemodellezve.

1. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

1.1 A nektár

A nektár a növények nektármirigyei által kiválasztott édes folyadék. Főleg vízből és különböző cukrokból áll. A leggyakoribb cukorkomponensek a glükóz, a fruktóz és a szacharóz. A méz tulajdonságait e cukrok aránya határozza meg. A három fő cukron kívül más cukrok is jelen lehetnek a nektárban (pl. turanóz, maltóz, melibióz, melecioz stb.), de csak kis mennyiségben. A nektárban a víz és a cukor mellett olyan egyéb anyagok is előfordulhatnak, mint az aminosavak, antioxidánsok, mérgező anyagok, terpének, vitaminok, enzimek és szerves savak. A viráglátogató rovarok aktivitása során a nektárba további másodlagosnak nevezhető szilárd anyagok kerülhetnek bele, mint például a virágpor, baktériumok, élesztősejtek és gombaspórák. Ha ezek nagy mennyiségben fordulnak elő a nektárban, akkor befolyásolhatják a méz színét, ízét, sőt a méz tulajdonságait is. (Szalay, et al., 2017)

1.2 A méz

A méz a mézelő méhek (*Apis mellifera*.) által a növények nektárjából vagy levelein, hajtásain található édes nedvekből gyűjtött, saját mirigyváladékukkal vegyítve átalakított és lépekbe ömlesztve mézzé érlelt termék. Botanikai eredetét tekintve lehet virág- vagy édesharmatméz (mézharmatméz) (Magyar Élelmiszerkönyv, 1-3-2001/110) Ez egy tútelített cukoroldat, mely magas százalékban tartalmaz cukrokat (pl. arabinóz, fruktóz, galaktóz, glükóz) és legfeljebb 20%-víz. A méz természetes termék, melyhez nem adnak hozzá semmit és belőle nem vesznek el semmit. Emellett a méz – a szénhidrátokon kívül – mintegy 181 alkotóelemet tartalmaz, köztük aminosavakat, ásványi anyagokat, szerves savakat, fenolos vegyületeket, enzimeket, és vitaminokat, melyek mind fontos szerepet játszanak az emberi szervezet immunerősítésében és az egészséges táplálkozásban, hiszen vírusellenes, gombaellenes, antibakteriális és antioxidáns hatással rendelkezik. (T. Szabó, et al., 2016) A méz átlagos beltartalmi összértékét az 1. táblázat tartalmazza. (Bogdanov, 2011)

1. táblázat: A méz átlagos összetétele értékek g/100g –ban megadva, Forrás: saját szerkesztés felhasznált adatok alapján (Bogdanov, 2011)

Alkotórész	Virágmézben		Mézharmatméz	
	Átlagos tartalom (%)	Határértékek (%) min.-max.	Átlagos tartalom (%)	Határértékek (%) min.-max
Nedvességtartalom	17,2	15-20	16,3	15-20
Fruktóz	38,2	30-45	31,8	28-40
Glükóz	31,3	24-40	26,1	19-32
Szacharóz	0,7	0,1-4,8	0,5	0,1-4,7
Egyéb diszcharidok	5,0	28	4,0	16
Melezitose	<0,1	-	4,0	0,3-22,0
Erlose	0,8	0,56	1,0	0,16
Egyéb oligoszacharidok	3,6	0,5-1	13,1	0,1-6
Teljes cukortartalom	79,7	-	80,5	-
Ásványok	0,2	0,1-0,5	0,9	0,6-2
Aminosavak, fehérjék	0,3	0,2-0,4	0,6	0,4-0,7
Savak	0,5	0,2-0,8	1,1	0,8-1,5
pH	3,9	3,5-4,5	5,2	4,5-6,5

1.3 A méz érzékszervi tulajdonságai

A méz érzékszervi tulajdonságai szempontjából vizsgálni kell a termék fizikai tisztaságát, a színét, az ízét, az illatát és állományát. A fogyasztásra és értékesítésre szánt méz nem tartalmazhat szennyeződések, idegen anyagtól mentesnek kell lennie, ezért a méz termelése és tárolása során keletkezett szennyeződések el kell távolítani. Ezt a mézszűrés során szűréssel, majd felszíni tisztítással lehet elérni. Azonban a termék további feldolgozásakor is átesik e tisztító folyamatokon, ugyanis a termelői mézek többségében szükség van további tisztításra, hogy a fennmaradt szennyeződések – rovar maradványok, viasz, egyéb idegen anyagok - megszüntessük.

1.3.1 A méz színe

A méz színe egy olyan paraméter, mely a vízfehértől, a halványsárgán és a vörösön át egészen a feketéig terjed. (Gonzáles-Miret, et al., 2007). A méz színét a földrajzi és botanikai eredete, a gyűjtési időpontja, az éghajlati viszonyok, az ásványi anyag tartalma, a nektárból származó

színezőanyagok, valamint a méz tárolási és kezelési körülményei határozzák meg. A szín árnyalatát befolyásoló tényezők közé sorolható a hosszútávú tárolás során megnövekedett hidroximetil-furfurol (HMF) tartalom, a mézben lévő fényérzékeny anyagok lebomlása, a termelés során a kaptárban használt lépek kora/színe, minél idősebb a lép, annál sötétebb lesz benne a méz színe. Azonban a legfontosabb meghatározó tényezők a növényi eredet és a kezelési mód. Ez az érzékszervi tulajdonság színmérővel, ún. színskoloriméterrel (Pfund Color Grader) határozható meg. Fontos, hogy a mérés során a méz halmazállapota folyékony, idegen anyagoktól mentes legyen. (Kasparné Szél, 2006). A színeket színskála alapján osztályozzák, a Pfund-színskála besorolást és értékeit a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat: Pfund-színskála értékei Forrás: Magyar Szabványban meghatározott értékek alapján. (A méz érzékszervi vizsgálata, MSZ 157:2017)

<i>Szín elnevezése</i>	<i>Pfund-érték (mm)</i>
Vízfehér	0-8
Extrafehér	8-17
Fehér	17-34
Extra világos borostyán	34-50
Világos borostyán	50-85
Borostyán	85-114
Sötét borostyán	114-140

1.3.2 A méz íze, illata

A méz illatát és ízét főként a botanikai eredete határozza meg. A fajtamézek illata egyértelműen az adott növényre jellemző, mint pl.: repce-, hárs-, levendula-, akácméz, de más mézek esetében az adott növény termésére emlékeztető, aromájához hasonló a méz illata mint pl.: az alma, a barack és a szelídgesztenye méz. A 3. táblázat felsorolás szerűen tartalmazza az egyes mézfajtákra vonatkozó tulajdonságokat. (Tamási, 2017)

3. táblázat: Egyes mézfajták tulajdonságai, Forrás: Felhasznált adatok alapján (Amtmann, Mária, 2009)

<i>Mézfajta</i>	<i>Íz, illat, szín</i>	<i>Kristályosodási hajlam</i>
<i>Akác</i>	Kellemes ízű, illatú, víztiszta/fehér, olykor zöldes színű.	Kristályosodásra kevésbé hajlamos, lassan, tömören, egyneműen kristályosodik
<i>Hárs</i>	Hársvirág illatú és zamatú, sárgászöld, olykor sötétebb színű	Lassan- olykor- évek múlva kristályosodik.
<i>Almavirág</i>	Zamatos, világos sárga színű	Nagyon híg, gyorsan kristályosodó
<i>Here</i>	Zamatos ízű, átlátszó, vízszerűen fehér színű	hosszabb ideig folyékony állapotú, aprókristályos
<i>Repce</i>	Nagyon édes, néha olajos ízű, citromsárga/fehér színű.	Előfordul, hogy már a lépben „libazsíryszerűen” kristályosodik.
<i>Hajdina</i>	Kissé erős, olykor kesernyés, de zamatos ízvilágú, borostyán színű	Durván kristályos
<i>Fenyő</i>	Fűszeres, esetleg kissé gyantás ízű, szürkés-zöldesbarna, néha majdnem fekete színű.	Sűrűn folyó, enyvszerű.

1.3.3 A méz konzisztenciája

A méz állaga függ a méz fajtájától, a tárolási idő hosszától és az időjárás körülményektől (hőmérséklet-változás), valamint a mézben lévő monoszacharidok arányától (glükóz-fruktóz arány), a víztartalomtól, és a poliszacharidok és a dextrinek mennyiségétől. A lépből pergetéssel kinyert méz kezdetben folyékony, de kis mennyiségben tartalmazhat mikrokristályokat. A tárolás során a méz halmazállapota megváltozik, elkezd egy idő után opálosodni, majd kristályossá válik, azonban ez a változás nincs hatással a méz kémiai tulajdonságaira. (Tamási, 2017) (Bogdanov, 2011). A mézek kristályosodását a fruktóz/glükóz aránya határozza meg, a fruktóz kristályosodást gátló anyag, míg a glükóz (szőlőcukor) kristályosodást előidéző anyag. Amennyiben a fruktóz/glükóz aránya a mézben 1-hez közeli, akkor a méz erősen kristályosodó hajlamú, az 1,2 -1,3 közötti érték esetében kisebb a valószínűsége a kristályosodásnak, de egy rövid idő elteltével bekövetkezik a halmazállapot változás. Akácmézek esetében a kristályosodás csak nagyon hosszú idő eltelte után indul el, ebben az esetben a fruktóz/glükóz arány 1,3 feletti érték. (Kaspermé Szél, 2006).

1.4 A méz fizikai tulajdonságai

1.4.1 Víztartalom, Higroszkóposság

A méz higroszkópossága arra utal, hogy a méz milyen mértékben képes megköti a levegőben lévő nedvességet, amit nagymértékben befolyásol a cukor tartalom (főként a fruktóz) és a levegő páratartalma. A 4. táblázatban felsorolt adatok különböző relatív páratartalomú helyen tárolt mézek nedvességtartalmát mutatja be. Az előírások szerint a méz vízértartalma általában 20%. (Magyar Élelmiszerkönyv, 1-3-2001/110). A méhek az egy-három napig tartó mézérlelési folyamat során a begyűjtött nektár nedvességtartalmát (30-90%) 18-20%-ra csökkentik. A méz nagy nedvszívó képessége miatt fedő alatt tárolható. A méz eltarthatóságát erősen befolyásolja a nedvességtartalma, ami elősegíti az erjedési folyamatok beindulását. A 4. táblázat tartalmazza az egyes relatív páratartalomhoz tartozó vízértalmat százalékos értékben. (Kasparné Szél, 2006)

4. táblázat A méz nedvesség tartalma különböző relatív páratartalom esetén Forrás: Felhasznált adatok alapján (Kasparné Szél, 2006)

<i>Relatív páratartalom %</i>	<i>Vízértalom %</i>
50	15,9
55	16,8
60	18,3
65	20,9
70	24,2
75	28,3
80	33,1

1.4.2 Elektromos vezetőképesség

A méz elektromos vezetőképessége az oldott anyagoktól függ, beleértve az ásványi anyagok, szerves savak, fehérjék és cukoralkoholok koncentrációját, minőségét és mennyiségét. Ennek mérésével elkülöníthetők egymástól a nektár és a harmateredetű mézek. (Lengyelne Bodó, 2022) A Magyar Élelmiszerkönyv szerint ez az érték a mézeknek átlagosan legfeljebb 0,8mS/cm lehet. (Magyar Élelmiszerkönyv, 1-3-2001/110)

1.5 A méz összetétele:

1.5.1 Szénhidrátok

A mézben előforduló szénhidrátokat három csoportba soroljuk: egyszerű (monoszacharidok), összetett (oligoszacharidok) és többszörösen összetett (poliszacharidok) szénhidrátok. Huszonöt különböző cukor fordul elő a mézben. (Bogdanov, 2011) Az egyszerű cukrok, a szőlőcukor (glükóz) és a gyümölcscukor (fruktóz) a méz szárazanyag tartalmának 85-95%-át teszik ki, minél nagyobb a méz fruktóz/glükóz aránya, annál később kezdődnek el a kristályosodási folyamatok. (Amtmann, Mária, 2009)

1.5.2 Aminosavak, fehérjék, enzimek

A méz fehérje tartalma átlagosan 1,0-1,5%, mely érlelése során a méhek mirigyváladékából és a virágporból származik. Az aminosav tartalom a méz szárazanyag tartalmának 1%, amelynek nagy részét (50- 85%) a prolin alkotja, mely elsősorban a méhektől származik. (Tamási, 2017) (Kasparné Szél, 2006)

A méz számos enzimet tartalmaz, melyek a méhektől, illetve a nektárból származnak, valamint származhatnak a mézbe vagy nektárba jutó mikroorganizmusoktól is. A legfontosabb enzimek a diasztáz és az invertáz. A diasztáz enzim α - és β -amiláz keverékéből áll, mely keményítő-bontó enzim. A méz minősítése szempontjából az egyik legfontosabb paraméter a diasztáz-aktivitás, ugyanis a hosszú ideig való tárolás és a melegítés inaktiválja az enzimet. Egyes fajtamézek alacsony diasztáz aktivitása azzal magyarázható, hogy a növény nektárja sűrű, így a méheknek a mézérlelés során kevesebb ideig kell sűríteniük, tehát kevesebb enzimet adnak a nektárhoz. Azonban az alacsony enzim aktivitás jelenthet még technológiai szempontból a mézrelvételkor túl korai pergetést is, azaz a méheknek nem volt elegendő idejük az érleléshez. A különböző nektárforrások eltérő enzim aktivitással rendelkeznek, melyet a nektár összetétele és koncentrációja, a méhek kora, illetve a nektár folyásának intenzitása befolyásol. A másik jelentős enzim az invertáz enzim, mely a nektárban lévő szacharózt lebontja glükózzra és fruktózzra, így az érett méznek kevesebb a szacharóz tartalma, tehát ennek az enzimnek a tevékenysége nagyon korán visszaesik, vagy leáll. (Tamási, 2017) (Czipa, et al., 2008)

1.5.3 Savak, kémhatás

A szereves savak befolyásoló hatással vannak a mézízére. A nektárban már a kiválasztódás során jelen vannak bizonyos savak, és az érlelés során mennyiségük dúsul. A mézben található szerves savak között megtalálható a glükonsav, de kisebb mennyiségben: ecetsav, citromsav, vajsav, hangyasav, tejsav, fumársav, almasav, oxálsav, piroglutaminsav, borostyánkősav. A méz egyik legfontosabb minőségi mutatója a szabad savtartalom, amely az idő múlásával és az erjedés során emelkedik, mert a mézben található cukrok és alkoholok folyamatosan savakká bomlanak. (Czipa, et al., 2008) (Bogdanov, 2011). A méz savassága főként a szerves savaknak köszönhető, melyek koncentrációja kevesebb, mint 0,5%, ami hozzájárul a méz ízéhez, védelmet nyújt a mikroorganizmusok ellen, fokozza az antibakteriális és antioxidáns aktivitást. A méz savassága ellenére (pH 3,3 -4,6) a fogyasztása során nem érezhető a savas íz, amely az ásványi anyagok, a fehérjék, az aminosavak és a peptidek pufferhatásának köszönhető. (Bogdanov, 2011) (Tamási, 2017)

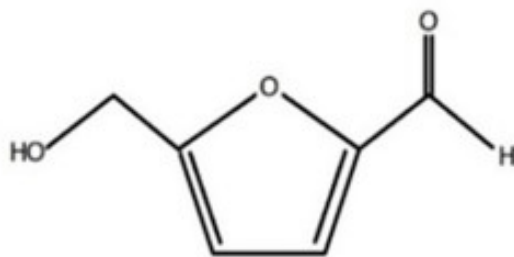
1.5.4 Ásványi anyagok

A mézben lévő ásványianyag tartalom mennyisége függ a növényi eredettől, a talaj ásványianyag tartalmától és a kezeléstől. A mézben megtalálható a kálium, a klór, a kén, a nátrium, a foszfor, a kalcium és a magnézium kisebb mennyiségben. A méz ásványianyag tartalma összefügg a méz színével. A méz ásványi összetétele és színe között összefüggést állapítottak meg, a sötétebb mézek bizonyos ásványi anyagokban gazdagabbak, mint a világosabb színűek. Ezen kívül a mézben található ásványi anyagok és nehézfémek elemzéséből meghatározhatjuk a méz földrajzi eredetét, szennyezettségét, valamint a méz tisztaságának mértékét. (Lengyelne Bodó, 2022) (Tamási, 2017)

1.5.5 Szénhidrát-, cukoreredetű bomlástermékek (HMF)

HMF-tartalom: A HMF (hidroximetil-furfurol) gyümölcscukorból (fruktózból) sav jelenlétében képződik, így a méz alkalmas közeg ennek az anyagnak a képződéséhez. A HMF képződését felgyorsítja a hosszú tárolási idő, a helytelen kezelés, különösen a túlmelegítés. Az uniós és hazai irányelvek egyformán maximális 40 mg/ kg HMF-tartalmat írnak elő a mézekben, kivéve az ipari mézeket, illetve a trópusi éghajlatú területekről származó mézek, melyek esetében a maximális megengedett határérték 80 mg/ kg HMF-tartalom. A friss mézben a HMF mennyisége nagyon alacsony, 0-5 mg/kg közé tehető. (Czipa & Kovács, 2020.) (Magyar Élelmiszerkönyv, 1-3-2001/110)

A hidroximetil-furfurol a rákkeltő vegyületek közé tartozik, citotoxikus hatású és gátolja, vagy megakadályozza a DNS-replikációt/javítást. Másrészt felhasználható a magashegyi betegségekben és az agyi hipoxiában, képes eltávolítani a szabad gyököket. A HMF egy hat szénatomos heterociklikus szerves vegyület, amely egy aldehid és egy alkohol (hidroximetil) funkciók csoportját is tartalmaz (1. ábra). A hidroximetil-furfurol szilárd, sárga anyag, amely alacsony olvadáspontú és nagy vízdíszítást mutat. Természetes mérgező anyag, mely magas cukor tartalmú élelmiszerek melegítésével és tárolásával hexózokból jön létre. Kétféleképpen keletkezik, az első a cukrok karamellizációja során, 150°C feletti hőmérsékleten. A folyamat legkönnyebben cukoreredukációs folyamatokban megy végbe pl.: glükóz, fruktóz vagy ribóz. A savas környezet szintén katalizálja. A HMF képződésének a második módja a Maillard-reakció, azaz egy úgynevezett nem enzimátikus barnulási reakció. A reakció a termék hosszú tárolási ideje, vagy a termék túlmelegítése következtében megy végbe. A „Maillard-reakció” elnevezés Louis Maillard francia kémikus nevéhez fűződik, aki 1912-ben elsőként meghatározta a cukrok és az aminosavak közötti reakciókat. A szénhidrátok aldehidcsoportja egy aminosavból vagy fehérjéből származó amino-csoporttal reagálva színtelen résztermékeket, Amadori vegyületeket képez, amelyek viszont melegítés során HMF-et képeznek. A Maillard-reakció termékei csökkentik az élelmiszerek tápértékét bizonyos aminosav-maradékok (lizin, ciszteín, metionin, triptofán) blokkolásával, vagy elpusztításával és biológiai hozzáférhetőségük csökkentésével. A HMF mérését a méz minőségének értékelésére használják. A mérésével megállapítható méz frissessége, a kezelésének a mértéke, vagy akár annak hamisítása. A méz HMF-szintjének meghatározására számos módszert alkalmaznak. A hidroximetil-furfurol tartalmat a méz tiszta, szűrt, vizes oldatában határozzák meg egy nagy teljesítményű folyadékkromatográfiás technikán (HPLC) alapuló módszerrel, fordított fázisú és UV-detektálással. A Nemzetközi Mézbizottság három módszert alkalmazását ajánlja: két spektrofotometriás módszer White és Winkler, valamint a HPLC módszer. (Zembruska, et al., 2024.)



1. ábra HMF szerkezete Forrás: (Ashagrie Tafere, 2021)

1.6 A méz biológiai tulajdonságai

1.6.1 Biológiai tisztaság

A mézben előfordulhatnak mikroszkopikus méretű szennyeződések, úgynevezett mikroorganizmusok. Ezek egy része a természetes eredetű, a méhektől és a kaptár környezetéből származnak, mint például a virágpór, nektár, a propolisz, a viasz, a levegő, vagy a növényekről, míg a másik része a nem megfelelő kezeléstől, a tárolás és feldolgozás során kerülhet a mézbe. Alapvetően a méz e mikroorganizmusok számára nem nyújt megfelelő életkörülményeket, gyakorlatilag egy száraz környezet, és a jelenlévő glükóz-oxidáz is gátló hatással van elszaporodásukra. Ellenkező esetben e mikroorganizmusok felszaporodását a helytelen kezelés, a szennyezett eszközök, az éretlen méz kipergetése, nedves helyen való tárolása segíti elő, a mely a méz erjedéséhez vezethet. A mézben jelenlévő mikroorganizmusok közül többségben vannak az erjesztő hatású élesztőgombák, mint például a *Saccharomyces*, a *Schizosaccharomyces* és a *Torula* baktériumtörzsek. Valamint előfordulhatnak még aerob *Bacillus* és anaerob *Clostridium* spórák is. A *Clostridium* spórák jelenléte a mézben különösen veszélyes lehet a csecsemőkre és a kisgyermekekre, mivel nekik még nincs kifejlett immunrendszerük, ezáltal elkapathatják az úgynevezett csecsemőkori botulizmust. Ezért is található több olyan kereskedelmi forgalomban lévő méz címkéjén az a felirat, hogy „Csecsemőknek egy éves kor alatt nem ajánlott”. (Lengyelne Bodó, 2022) (Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, 2018.)

1.6.2 Pollentartalom

A méz jellegét a benne található különféle alakos elemek határozzák meg, melyek közül nagyobb jelentőségű a méhek által látogatott növényekről származó virágpornak van. Nektár- és virágporgyűjtés közben a méhek szőrzetére virágpollenek tapadnak, melyek a kaptárba kerülve a mézbe hullanak. A mézelő növények nektár- és virágpór termelése fajtától függően különböző lehet. Megkülönböztetünk nektár specifikus és kevés pollent adó növényeket, mint például az akác, a levendula és a hárs, valamint csekély nektárt és sok virágpórt adó növényeket, mint a szelídgesztenye és a nefelejcs. A méz pollentartalmának és fajtájának meghatározásával meghatározhatjuk annak fajtajellegét. Ahhoz, hogy a vizsgált mézre a „fajta” jelzöt használhassuk, figyelembe kell vennünk a jelenlegi szabályozásokban megfogalmazott előírásokat. (Czipa, et al., 2008) (Lengyelne Bodó, 2022)

A növényi eredetre vonatkozó meghatározásokat a Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/110 számú előírása a mézről, 2§ 2 (b) pontja „növényi eredetre való utalással, ha a méz teljesen vagy túlnyomó részben a jelzett növényről (növényekről) származik és megvannak az ezekre jellemző érzékszervi, fizikai-kémiai és mikroszkópos tulajdonságai” ekképpen határozza meg. Egyes fajtamézek esetében pl.: akácméz, csak abban az esetben határoz meg pontos százalékos arányokat, amennyiben megkülönböztető jelzéssel ellátott, magasabb minőségre utaló jelzővel illetjük a terméket. Ez esetben a Magyar Élelmiszerkönyv 2-100 számú irányelvben foglaltakat kell figyelembe venni, mely 15% feletti pollenarányt határoz meg, minimum 200 db/minta pollensűrűség mellett. Ettől eltérő eredmény esetében, figyelembe kell venni a méz fizikai-kémiai vizsgálata alapján meghatározott értékeket, különös tekintettel a fruktóz-glukóz (f/g) arányra, mely e szabályozás esetében előírja a minimum 1,5 f/g arányt. (Magyar Élelmiszerkönyv, 1-3-2001/110) (Magyar Élelmiszerkönyv, 2009. 2-100, (1. kiadás))

Az Európai Unió által meghatározott 2001/110/ EK tanácsi és parlamenti méz irányelv szintén ezt a meghatározást használja a növényi eredetre való utalásnál, - „virág- vagy növényi eredet, ha a termék egészben vagy jelentős részben megjelölt forrásból származik, és rendelkezik a forrás érzékszervi, fizikai és mikroszkopikus jellemzőivel;”. Amennyiben specifikusan a fajtajellegre való utalást kívánunk tenni, a pollenösszetétel esetében nem határoz meg pontos százalékos arányt, csak a következő értelmezést veszi figyelembe: A "teljes egészében" vagy "túlnyomó részben" jelzők csak a fajtamézekre vonatkoznak. A "túlnyomó részben" kifejezést kevésbé megengedőnek kell tekinteni, mint a "nagy részt"

kifejezést és a "majdnem teljesen" kifejezés szinonimájaként kell értelmezni. Viszonylag ritkán fordul elő, hogy egy fajtaméz 100 %-ban csakis egyetlen növényfaj pollenjeit tartalmazza, ezért enged meg az irányelv e tekintetben egyfajta toleranciát a "túlnyomó részben" kifejezés használatának lehetővé tételével." (Értelmező dokumentum a 2001/110/EK tanácsi és parlamenti méz-irányelv végrehajtásához, 2003)

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1 Méz minta kiválasztása

A méz minta kiválasztásánál a kísérletre kitételként meghatározott idő gyakorolta a legnagyobb befolyást. Fő szempontként meghatároztam, hogy a méz felmelegítése az előre meghatározott hőmérsékletekre a lehető legrövidebb időn belül valósuljon meg. Így elsősorban figyelembe vettem a raktárkészleten rendelkezésre álló termelői mézek fajtáját. Többségében napraforgómézek, repcemézek, vegyes virágmézek, kivételes esetekben harmatmézek és akácmézek kerülnek feldolgozásra. Az egyes mézfajták esetében azon fizikai tényezők, melyek lassíthatják a hőkezelési kísérlet menetét, mint például a kristályosodási hajlam, vagy kristályos állapot hátránynak minősült. Ennek következtében a termelői mézek közül a legkevésbé kristályosodásra hajlamos fajtamézet, az akácmézet (*Robinia pseudoacacia*) választottam ki. Az akácméz hőkezelése a kristálymentes, vagy kevésbé kristályos állapotára vonatkozóan nemcsak a hőkezelés folyamat esetében történt jó választásnak, hanem a további vizsgálatok elvégzésénél is előnyt jelentett, ugyanis a laborvizsgálatok során a méz állaga nem nehezítette meg a kísérletek menetét, nem volt szükség további vízfürdős melegítésre, hogy a minta halmazállapotát folyékonyra tegyem a további mérésekben történő felhasználáshoz.

A termelői mézek tárolása műanyag hordóban, vagy nagyon ritka esetben fém hordóban történik. A műanyag hordó űrtartalma különböző lehet, általában a 120 literes méretű hordóba körülbelül 170-180 kilogramm méz tárolható, a hordó súlya egységesen 5,3 kilogramm, ettől nagyobb vagy kisebb űrtartalommal rendelkező hordó ritkán kerül felhasználásra. A hordóban tárolt méz mennyiségét befolyásolja a méz sűrűsége. A sűrűséget elsősorban a nedvességtartalom és a hőmérséklet befolyásolja. A méz sűrűsége 20%-os víztartalom esetében $1,39\text{g/cm}^3$ és $1,47\text{g/cm}^3$ közé tehető, melynek mérését piknométerrel vagy areométerrel végzik. A különböző víztartalmú mézek fajsúlyát az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat: Különböző víztartalmú mézek fajsúlya, Forrás: Felhasznált adatok alapján (Krell, 1996)

Víztartalom %	Fajsúly 20 Celsius fokon
13	1,4457
14	1,4404
15	1,4350
16	1,4295
17	1,4237
18	1,4171
19	1,4101
20	1,4027
21	1,3950

A hőkezelési kísérlet során 1 darab termelői akácmézzel teli hordó került kiválasztásra, melynek súlya hitelesített mérlegen lett lemérve. A kísérlet során felhasználásra került összesen 178 kg akácméz, mely közel azonos arányban átféjtésre került három tárolásra alkalmas műanyag hordóba, a három különböző hordóban tárolt méz nettó súlyát ismételt súlyellenőrzéssel feljegyeztem. A feljegyzett adatokat a 6. számú adattáblázat tartalmazza. (Kasparné Szél, 2006)

2.2 Hőkezelési folyamat bemutatása

2.2.1 Hőkezelési kísérlet

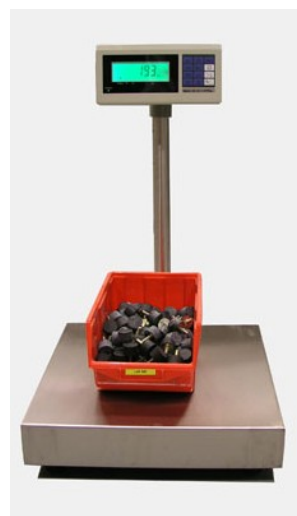
A hőkezelési kísérlet során a mézben három különböző hőmérséklet elérése, és 120 percen keresztüli hőtartása volt a cél. A három meghatározott hőmérséklet 50 °C, 60 °C, és 70 °C fok volt. Más laboratóriumi környezetben elvégzett vizsgálatokkal ellentétben a kísérlet elvégzését gyártói környezetben végeztem, mely lehetővé tette a méz hőkezelésének valódi lemodellezését. A hőkezelési kísérlet során a rendelkezésre álló eszközök alkalmazása a következőképpen alakult: A hordóban lévő termelői akácméz három azonos méretű hordóba került átféjtésre. A hordókban lévő méz tömege közel egyenlő arányban lett felosztva. A súlyfelosztást és a célhőmérséklet meghatározását római számokkal kategorizálva osztottam fel az 6. táblázatban felsorolt adatok szerint.

6. táblázat: Minta besorolás, Forrás: Saját szerkesztés, vizsgálatban feljegyzett adatok alapján

I.- minta	II.- minta	III.- minta
50°C	60°C	70°C
57,6 kg	62,8 kg	57,6

A súlymérést egy hitelesített oszlopos tartó szerelvénnel ellátott SBW-2 típusú digitális mérlegműszer segítségével végeztem el, melyet a 2. ábra szemléltet, hitelesítés sorszáma: M491307. A súlymérés során a hordók tömegét kivonva a bruttó súlyból megkaptuk a méz nettó kilogramm értékben meghatározott súlyát.

- Gyártó: Excell
- Típus: SBW-2
- Gyártási szám: A08400195
- Mérési határ (Max): 300 kg
- Osztásérték (d=): 100 g
- Hitelesítési osztásérték: (e=): 100 g
- Pontossági osztály: III.



2. ábra: SBW-2 digitális padlómérleg,
Forrás: (Kft., 2024)

Ezt követően a három kimért mintába egy úgynevezett merülő, csigavonalas alakú kimelegítő eszközt merítettem. A 3. ábrán látható spirál alakot öltő eszköz egy rozsdamentes anyagból készülő, üreges eszköz, melyben földgázzal vagy villamos energiával fűtött meleg víz kering. A spirál közepén egy körülbelül 10 cm átmérőjű, kör alakú szabad területen a melegedő méz a gravitáció ellenében a felszínre jut, így biztosítva a méz áramlásának helyét a hordón belül. A folyékony állagú méz esetében ezek a spirálok teljesen elmerülnek a hordó aljára. Amennyiben ez egy mézzel teli hordó esetében fordul elő, ügyelni kell, hogy a spirál manuális mozgásával a méz keverve legyen a hordóban, annak érdekében, hogy egységesen történjen meg a melegítés. A kristályos állagú mézeknél ez a folyamat egyszerűbb, mindig annyi méz válik folyékonnyá amennyi a spirál környezetében lehetséges. Ez esetben lépcsőzetesen történik a méz feldolgozása.



3. ábra: Spirál alakú melegítő eszköz, Forrás: Saját fotó

A hőkezelést három alkalommal végeztem, ugyanazon a technológiai sorvonalon, amelyen a merülő spirálok elhelyezkednek. A hőkezelés során a kiinduló állapottól egészen a hőtartás végső állapotáig 30 percenként feljegyzésre került a gázkazán által mért víz hőfok és a méz hőfoka. A melegedő méz hőmérséklete a következő lépések szerint került ellenőrzésre: a melegítés során a hőmérséklet ellenőrzést egy kalibrált TFA gyártmányú LT-101 digitális maghőmérő segítségével végeztem el, mely eszközt a 4. ábra szemlélteti. A hőmérő kalibráció sorszáma K014454. Az ellenőrző mérést megelőzően a spirálok kézi mozgatásával a méz felkeverését követően kétpontos hőmérsékletmérést végeztem a hordó közepén illetve a szélén. A kapott eredményeket egy táblázatba feljegyezve, majd átlagot vonva megkaptuk a

méz átlagos hőmérsékletét. A hőmérséklet ellenőrzést követően azonnali mintavétel történt 250g méz kimerésével, melyet a hordó középső részéből merítettem. A mézmintát 220 ml űrtartalomú kis üvegekbe raktam, a kimerést megelőzően az üveg súlya tárázásra került. Az utolsó hőmérést követően a termelői akácmézet tiszta hordóba, 300 mikronos szűrőbetéten merítéssel átfolyatva megtisztítottam a szennyeződésektől annak érdekében, hogy a végső minta egy kezelhetőbb mézminta lehessen a labor mérések során. A hőkezelési kísérlet során összesen 36 hőkezelési szint keletkezett a kontroll mintával együtt. Ezzel 36 mintát készítettem el.



4. ábra: LT-101 típusú digitális maghőmérő, Forrás: (TFA-Dostmann.de, 2024)

2.3 Laboratóriumi vizsgálatok

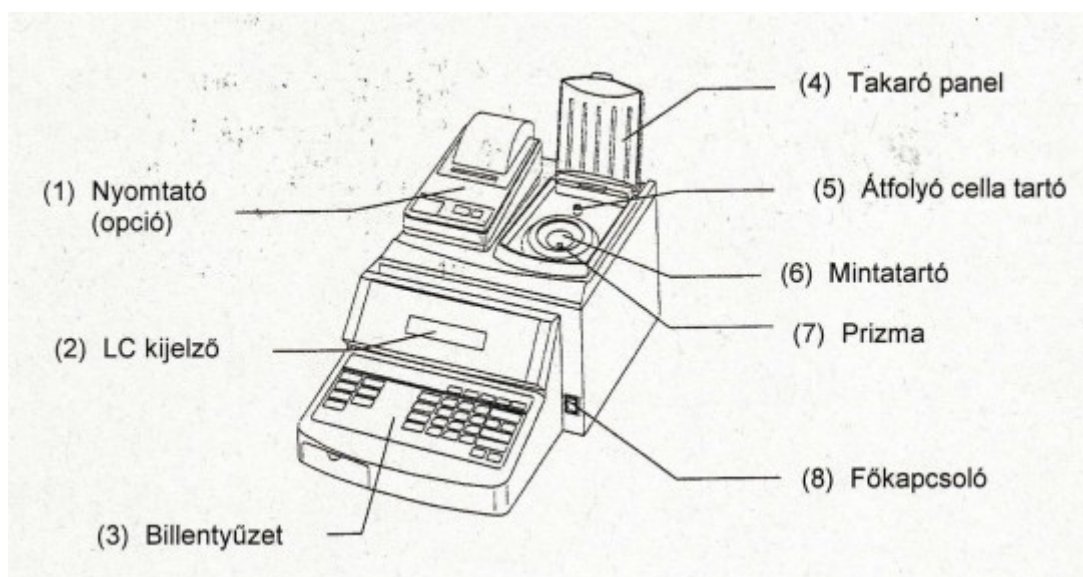
2.3.1 Víztartalom meghatározása

A méz víztartalmának meghatározása kézi vagy digitális refraktométerrel történik. A refraktométer a nedvesség mérésére használt eszköz. Ezeket különböző iparágakban alkalmazzák, mint például élelmiszeripar (gyümölcslevek, borok, mézek koncentrációjának meghatározására) vagy a mezőgazdaságban a folyékony-műtrágya, illetve az autóiparban a kenőanyagok koncentrációjának mérése céljából. A méz víztartalmára elsősorban a méhek gyakorolnak a legnagyobb befolyást ugyanis a nektár gyűjtés során a 30%-80%-os víztartalmú nektárt 18%-20%-os mézzé érlelik és redukálják. A víztartalom mérésére a méhészeknek a pergetés során figyelniük kell, ugyanis 20% feletti pergetett méz a további tárolás során megerjedhet, mely további melegágya az élesztőgombák szaporodásának.

A mézminták víztartalmának mérését egy RA-500N típusú refraktométer/brix meter segítségével végeztem el. RA-500N digitális refraktométer folyadékminták törésmutatójának gyors meghatározására szolgál. A berendezés az 5. számú ábrán látható.

RA-500N digitális refraktométer jellemzői

- Széles méréstartomány (1.3200-1.7000), ± 0.0001 pontosság, valamint a mérési eredmények digitális kijelzése jellemzi
- Beépített hőmérsékletszabályozás 15°C - 70°C közötti törésmutató meghatározás, a félvezető hőegység szabályozza a minta és a prizma felület hőmérsékletét, amelynek köszönhetően a mért törésmutató a valós eredmény.
- Fényforrásként LED szolgál, mely nem igényel karbantartást
- A mérőprizma zafírból készült
- A minta és a prizma határán lévő hőmérsékletet méri és szabályozza
- A processzor átszámító funkcióval rendelkezik, amellyel a mérési eredményt Brix-be vagy más koncentrációban kaphatjuk meg.



5. ábra: RA-500N Refraktométer Forrás: (Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd., 2004)

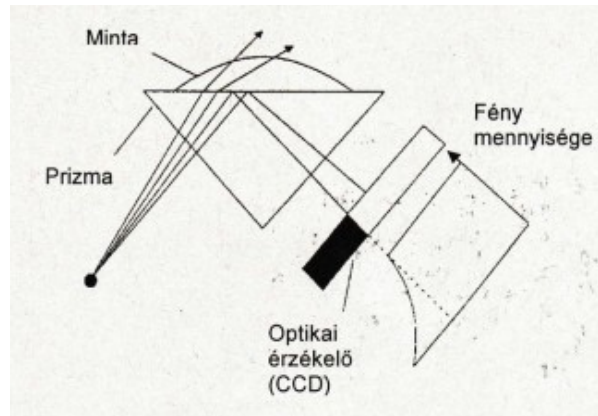
A törésmutató meghatározása

A törésmutató függ a fény hullámhosszától és hőmérsékletétől. Ezért az alkalmazható mérési feltételeket kell megadni. Például 20°C -on a Na-D lámpa (589.3 nm) alkalmazásával végeztem a mérést.

A mérés elve

A fénysugár az RA-500N-ből a prizmán keresztül belép az oldatba. A fény részben visszaverődik (beesési szög > kritikus szög), részben pedig belép az oldatba (beesési szög < kritikus szög). A visszavert fényt az optikai érzékelő (CCD) által kapjuk meg. Az árnyék

határvonala jelenti azt a kritikus szöget, amit felhasználunk a törésmutató számításához (6. ábra). Fontos lépés az eszköz kalibrálása, ezt a mérést megelőzően napi egyszer szükséges elvégezni. A hőmérséklet kiegyenlítődé után, a prizma megtisztításával először a levegővel kalibráljuk az eszközt, majd a prizmára tiszta vizet cseppentve ismét kalibrálunk. Ha a kalibráció befejeződött akkor az eredmények megjelennek a képernyőn, 20 °C -on a víz relatív törésmutatója (nD) 1.33299 ± 0.00001 . (Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd., 2004)



6. ábra víztartalom mérés elve, Forrás: (Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd., 2004)

A mézminták víztartalmának mérése során mind a három hőmérsékleti kísérlet alatt készített mintát egyesével lemértem. Egy adott minta mérésénél összesen három alkalommal végeztem mérést, melyekből átlagot számolva megkaptam a minta tényleges százalékban meghatározott víztartalmának eredményét. A három hőkezelési folyamat (50 °C, 60 °C, és 70 °C) külön diagrammban ábrázolt eredményeit a 1.-2.-3. számú mellékletek tartalmazzák. Összeségében megállapítható, hogy a melegítés hatására a termék veszít a víztartalmából, ezáltal kezd sűrűbbé válni az állaga.

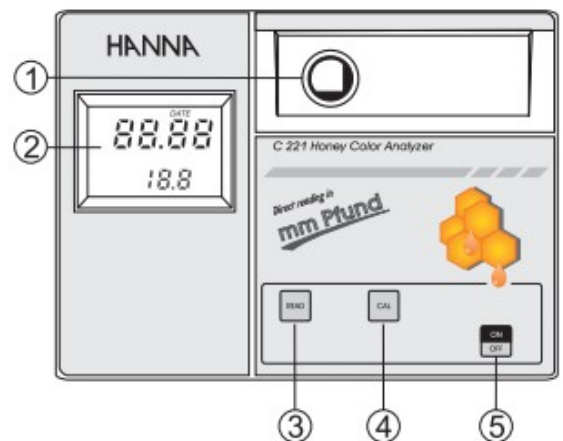
2.3.2 Pfund értékek meghatározása

A méz színét számos tényező befolyásolja, ide tartozik a házi méh által gyűjtött nektár, ennek ásványi anyag tartalma, valamint a mézbe kerülő egyéb pigment anyagoktól, amik pollenekből és antioxidáns anyagokból származhatnak (karotinoidok, polifenolok). Ezen kívül befolyással van még a méz termelési és kezelési módja is, tárolási hely és idő, hőmérséklet (a HMF-tartalom növekedése is a sötétedés egyik okozója lehet) amik zavaró tényezőként lépnek fel a szín meghatározásánál). A méz színe árulkodik annak fajtájáról. Alapvetően kétféle mérési módszerrel határozzuk meg a mézek színét, ez történhet érzékszervi vagy műszeres alapú méréssel.

A színmérés során egy Hanna Instruments által gyártott C221 típusú méz színmérőt alkalmaztam, melyet a 7. ábrán ábrázoltam. Ez egy hordozható mérőműszer, mely fényáteresztő képesség alapján Pfund mértékegységben határozza a méz színét. A mérés referenciaként használt glicerin segítségével hajtható végre.

Készülék részei

1. Küvetta helye
2. Kétszínű LCD kijelző
3. READ gomb a mérés végrehajtásához
4. CAL gomb a készülék kalibrálásához
5. ON/OFF gomb a készülék be-és kikapcsolásához



7. ábra: HANNA C221 méz színmérő
Forrás: (Instruments, 2003)

Műszaki Adatok

- Mérési tartomány 0-150 mm Pfund
- Felbontás 1 mm Pfund
- Pontosság ± 2 mm Pfund
- Fényforrás Volfrámszálas izzó
- Fényérzékelő Fotocella interferencia-szűrővel (420 és 525 nm)
- Mérési metódus Közvetlen mérés

A mérés elvégzéséhez szükséges egy a tartóba illeszkedő 10 mm-es fényúttal rendelkező küvetta. Az általam használt küvetta 4 oldalt tiszta PS 4 ml űrtartalmú műanyag küvetta volt. A mérés során fontos, hogy a küvetta a méz mintát a lehető legkevesebb buborékkal, vagy szennyeződéssel töltsük meg, ugyanis ez befolyásolhatja az eredményközlést. A kristályos állapot is elferdítheti az eredményeket, amennyiben a méz kristályos állagú, 40°C-os vízfürdőben homogenizálható. Viszont a vizsgálat során a minta melegítése feltételezhetően megváltoztathatja az eredményközlést. Azonban az akácméz esetében erre nem volt szükség, mivel a minták többségében kristálymentesek voltak. A küvetta való töltést követően a minták vizsgálatát egyszeri leolvasással mértem meg. A mérést mind a négy oldalról elvégezve mértem, a hőntartott mézekből. A küvetta töltött mézet, töltés után ülepedni hagyjuk. A vizsgálat során a küvettaiban lévő méz minták színe már szabad szemmel láthatóan azonosnak tűnt, így az eredményeket illetően nem történt színváltozás. Mind a három hőkezelési folyamat során a mézek színe 0-1 mm közötti eredményt mutatott. Így a Pfund-skála besorolása alapján a minták a vízfehér színű besorolásban maradtak.

2.3.3 HMF-tartalom vizsgálata

A mézben lévő szacharidok (cukrok) közül hexózokra jellemző, hogy savas közegben melegítés hatására hidroximetil-furfurollá, HMF-re bomlanak. Ez a bomlástermék a nyers, frissen pergetett mézben nem, vagy csak nagyon csekély mennyiségben lehet jelen (0,1-0,2 mg/kg). A hosszú tárolási idő és a magas hőmérséklet, valamint bármilyen hőhatás elősegíti a HMF keletkezését. A méz savtartalma katalizálja a reakciót, így a nagyobb savfokú virágmézek HMF tartalma ugyanolyan körülmények között gyorsabban növekszik, mint a kisebb savtartalmú akácmézeké.

A mézek HMF-tartalmának meghatározásához a spektrofotometriás Winkler módszert alkalmaztam. A spektrofotometria az egyik leggyakrabban használt analitikai eljárás biokémiában. A módszer alkalmas kis mennyiségű anyag gyors, egyszerű mérésére.

A Winkler módszer működési elve

A spektrofotometria olyan mennyiségi és minőségi méréstechnika, amely az elektromágneses sugárzás (általában fény) intenzitásának változását méri a kiválasztott hullámhossz tartományban. A spektrofotométer egy olyan optikai mérőműszer, amely nagy pontossággal méri a monokromatizált fény intenzitásváltozását, amíg a fény valamilyen anyagon, oldaton vagy gázon halad át. Ezáltal meghatározható az elnyelési, vagyis abszorpciós színekép, a változásból pedig kiszámítható az abszorbeáló anyag koncentrációja. Így az abszorpciós fotometriában, egy alapállapotú anyagot világítunk át valamilyen folytonos sugárzással és az át bocsátott/elnyelt sugárzást elemezzük. (Tifdali, 2023)

A módszer során felhasznált eszközök és anyagok

Eszközök

- Kétutas Spektrofotométer (Nicolet Evolution 100, UV- Spektrofotométer)
- Táramérleg, 0,01 g pontosságú
- Főzőpoharak (műanyag/üveg) 100 ml, 50 ml
- Mérőlombikok (üveg) 100 ml, 50 ml
- Mérőhenger (üveg) 100 ml
- Kémcsövek (üveg)
- Pipetták 0,5-5 ml, 100-1000 ml (kalibráció sorszáma: P015643; P015646)
- Műanyag küvetták
- Kuvetta tartó
- Spatula, keverőbot
- Szűrőpapír
- Ultrahangos fürdő (Bandelin Sonorex)

Anyagok

Valamennyi vegyszer analitikailag legtisztább, a víz desztillált víz.

- Ecetsav (96%-os)
- Izopropil-alkohol
- p-Toluidin oldat
- Barbitursav oldat
- Carrez I. oldat
- Carrez II. oldat

A mérést megelőzően a p-Toluidin oldat elkészítése szükséges minimum 24 órával korábban. Az oldat három napig használható, azt követően a felesleget veszélyes hulladékként kell tárolni, vagy ha elszíneződést észlelünk, szintén új oldatot kell használnunk.

P-Toluidin oldat elkészítése

Tározást követően egy 100 ml-es főzőpohárba bemérünk 10 g p-Toluidint 0,02 g pontossággal, majd mérőhengerbe 70 ml izo-propilalkoholt szintén bemérünk, és a kettőből

meleg (40 °C) ultrahangos vízfürdőn oldatot készítünk, a teljes feloldódást követően 100 ml-es mérőlombikba töltjük, hozzá pipetázunk 10 ml ecetsavat, majd visszahűtést követően ismét izo-propilalkohollal jelig töltjük, és sötét helyen tároljuk. Az oldatot 24 óra elteltével lehet felhasználni. Ha az oldatba meniszkusz csökkenés következik be, akkor felhasználást megelőzően izo-propilalkohollal jelig töltjük. Ha az oldatban vörös színű, kristályos kiválást észlelünk, szűrővel kell eltávolítani. (Bogdanov, 2002)

Barbitursav oldat elkészítése

A módszerben meghatározott mennyiség felét ugyanolyan arányban keverve elegendő elkészíteni, így a tározást követően egy 50 ml főzőpohárba bemérünk 0,25 g barbitursavat 0,01 g pontossággal, mérőhengerbe 35 ml desztillált vizet kimérünk és oldatot készítünk. Az oldat gyorsabb oldódását ultrahangos tisztítóban végeztem. A teljes oldódást követően 50 ml-es lombikba maradék nélkül töltjük, majd a mérőlombik körjeléig ismét desztillált vízzel töltjük. Az oldatot sötét helyen tárolom, maximum 1 hónapig felhasználható.

A vizsgálat előkészítése

A folyékony mézet keveréssel kell egyneműsíteni, majd a vizsgálat megkezdése előtt legalább negyed órával be kell kapcsolni a spektrofotométert. A készüléken be kell állítani a megfelelő hullámhosszt (550 nm) és a „fixed” üzemmódot majd enterrel elmentem az adatokat. A mérést megelőzően a „Zero base” üzemmóddal lenullázom a készüléket.

A vizsgálat végrehajtása

A módszerben meghatározott mézes-vizes oldat mennyiségének a felét készítettem el, amely elégséges a vizsgálatok elvégzéséhez. 1 g mézet egy 50 ml-es főzőpohárba mérünk, majd 4,3 ml desztillált vizet kalibrált mérőpipettával hozzá pipetázunk és oldatot készítünk. Egy mintához négy darab üveg kémcsövet készítettem elő a sorozatmérés miatt, amelyekbe 5 ml p-Toluidin reagenst töltöttem, majd hozzámérünk mindegyikhez 1 ml-t az előkészített mézes oldatból. Az egyik kémcsőbe további 0,5 ml desztillált vizet pipetázunk, ez lesz a „vak” oldatunk. Finoman összekeverjük, majd a műanyag küvettába töltjük és behelyezzük a vak oldat helyére, a másik mézes-vizes/ p-toluidinnal megtöltött kémcsőhöz hozzá pipetázunk 0,5 ml barbitursav oldatot közvetlen a mérés előtt, mivel azonnali reakcióba lép az oldattal. Óvatos keverést követően a műanyag küvettába töltöm, majd behelyezem a küvetta tartóba és lecsukom a készüléket. A mérés során a legmagasabb abszorbancia értéket leolvasom. Ha a mézminta eléggé tiszta, akkor a módszer eltekint a Carrez I.-II. oldat alkalmazásától. A

vizsgálatot 0,01 pontossággal kell megadni. Párhuzamos vizsgálatoknál az eltérés maximum 0,2 mg/100g lehet. Ennél nagyobb különbség esetén a vizsgálatot meg kell ismételni. A mérés során felhasznált eszközök a 8. ábrán láthatóak.

A HMF értékének meghatározása:

$$\text{HMF} = 192 \cdot A$$

ahol,

A – Abszorbancia,

192 – Hígítási tényező és extinkciós együttható.

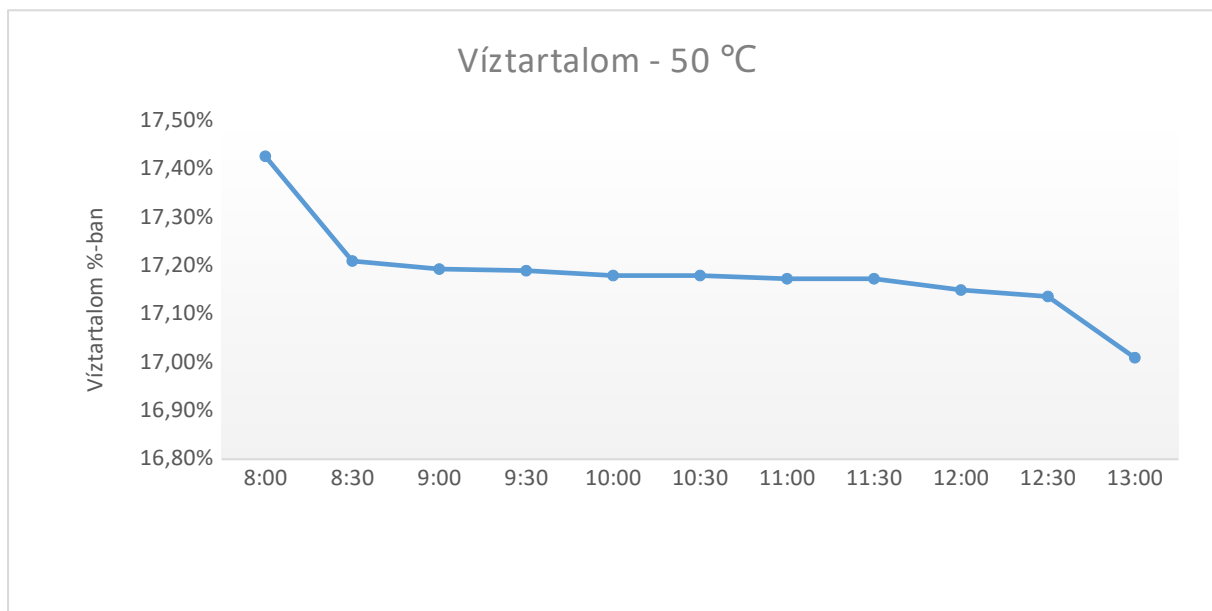


8. ábra: HMF-mérés, felhasznált eszközök, Forrás: Saját fotó

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

3.1 A méz víztartalmi értékei

Az I. hőkezelési kísérlet során végrehajtott hőkezelés és hűntartás a kiinduló értékektől számítva (17,43%) egészen a végpontig mért víztartalmi eredményig (17,01%) összességében 0,42%-os csökkenést eredményezett a méz víztartalmában az egész hőkezelési kísérlet során. A csökkenést a 9. számú ábrán lévő diagram ábrázolja. A melegítés során az 50°C hőmérsékletet a kiinduló állapottól (16,90 °C) 150 perc elteltével sikerült elérni. A hűntartás további 120 percen keresztül folytatódott, az utolsó 30 percben a méz átszűrése történt. Az eredményeket a 7. számú táblázat tartalmazza.

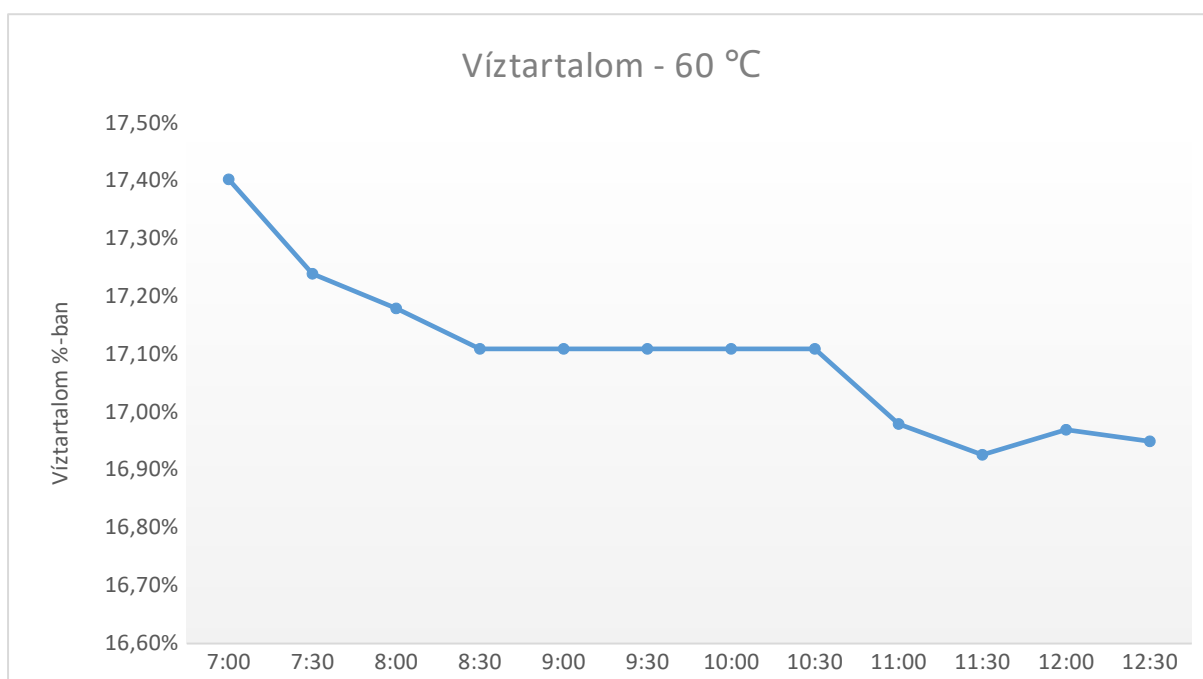


9. ábra: Vízartalom - 50 °C, Forrás: Saját forrás

7. táblázat: Vízartalom értékek - I. kísérlet, Forrás: Saját forrás

Mintaszám	Idő	Hőfok -°C	Vízartalom %-ban
1. - Nyers	8:00	16,90	17,43% ± 0,05
2.	8:30	20,50	17,21% ± 0,00
3.	9:00	30,90	17,19% ± 0,02
4.	9:30	40,65	17,19% ± 0,01
5.	10:00	49,50	17,18%± 0,00
6.	10:30	52,95	17,18% ± 0,00
7.	11:00	52,10	17,17% ± 0,01
8.	11:30	50,90	17,17% ± 0,02
9.	12:00	51,30	17,15% ± 0,00
10.	12:30	51,80	17,14% ± 0,02
11.-Szűrt	13:00	48,00	17,01% ± 0,01

Az II. kísérlet során a kiinduló víztartalmi érték hasonló eredményt mutattak (17,40%) és az utolsó minta esetében a mért értékek 17%-os víztartalom alá csökkentek (16,95%). A két végpont közötti csökkenés 0,45%-os eredménnyel zárult, 0,03%-os többlet csökkenéssel, mint az előző kísérlet során kapott eredmények. A csökkenést a 10. számú ábrán lévő diagram mutatja. A melegítés során a 60°C célhőmérsékletet a kiinduló állapottól (17,40 °C) 180 perc elteltével sikerült elérni, az előző kísérlethez mérten 30 perccel később. A hőntartás további 120 percen keresztül folytatódott, az utolsó 30 percben szintén a méz átszűrése történt. Az eredményeket a 8. táblázatban felsoroltak tartalmazzák.

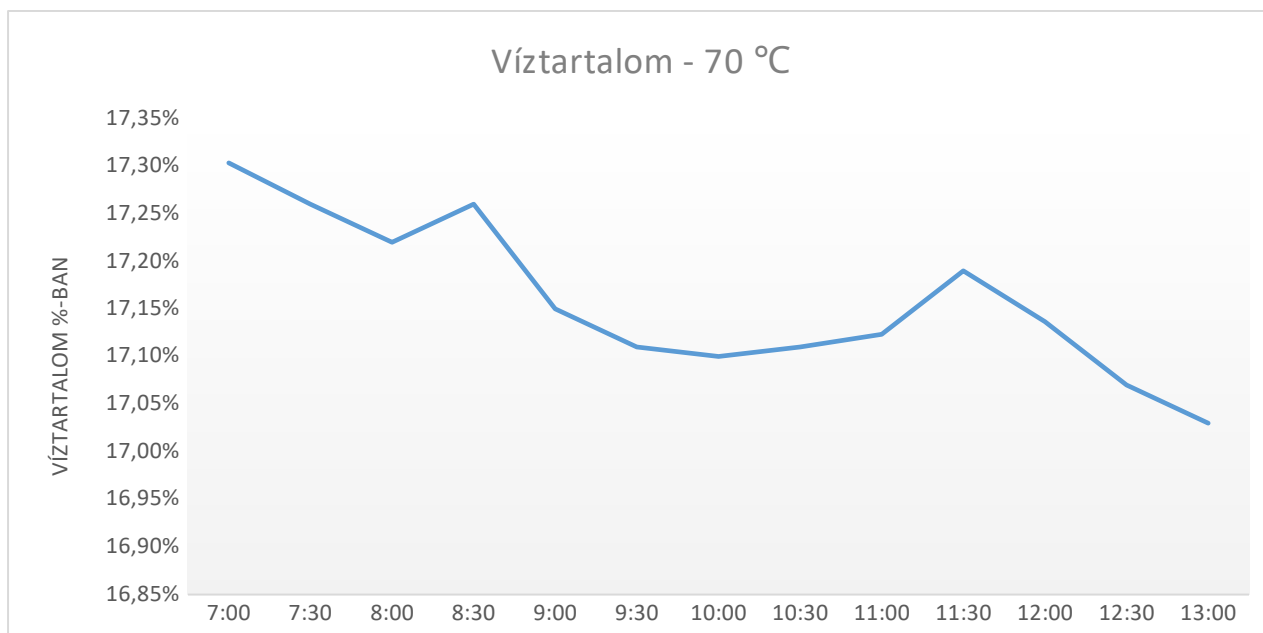


10. ábra: Vízartalom - 60 °C, Forrás: Saját forrás

8. táblázat: Vízartalom értékek - II. Kísérlet, Forrás: Saját forrás

Mintaszám	Idő	Hőfok-°C	Vízartalom %-ban
1.-Nyers	7:00	17,40	17,40% ± 0,21
2.	7:30	23,90	17,24% ± 0,00
3.	8:00	41,85	17,18% ± 0,00
4.	8:30	48,75	17,11% ± 0,00
5.	9:00	54,45	17,11% ± 0,00
6.	9:30	59,05	17,11% ± 0,00
7.	10:00	61,85	17,11% ± 0,00
8.	10:30	61,20	17,11% ± 0,00
9.	11:00	60,85	16,98% ± 0,01
10.	11:30	61,90	16,93% ± 0,03
11.	12:00	60,65	16,97% ± 0,04
12.-Szűrt	12:30	55,40	16,95% ± 0,01

Az III. kísérlet során a kiindulási víztartalmi érték 17,30%-os, majd az utolsó minta esetében mért érték 17,03% volt. A két végpont közötti csökkenés 0,27%-os eredménnyel zárult, 0,18%-al kevesebb, mint a II. kísérlet során kapott eredmények. A csökkenést a 11. számú ábrán lévő diagram szemlélteti. A 9. számú táblázatban felsorolt eredmények alapján, a célhőmérsékletet (70°C) a kiinduló állapottól (18,40 °C) ismét 30 perccel később sikerült elérni, 210 perc alatt. A hőtartás további 120 percen keresztül folytatódott, az utolsó 30 percben szintén a méz átszűrése történt.



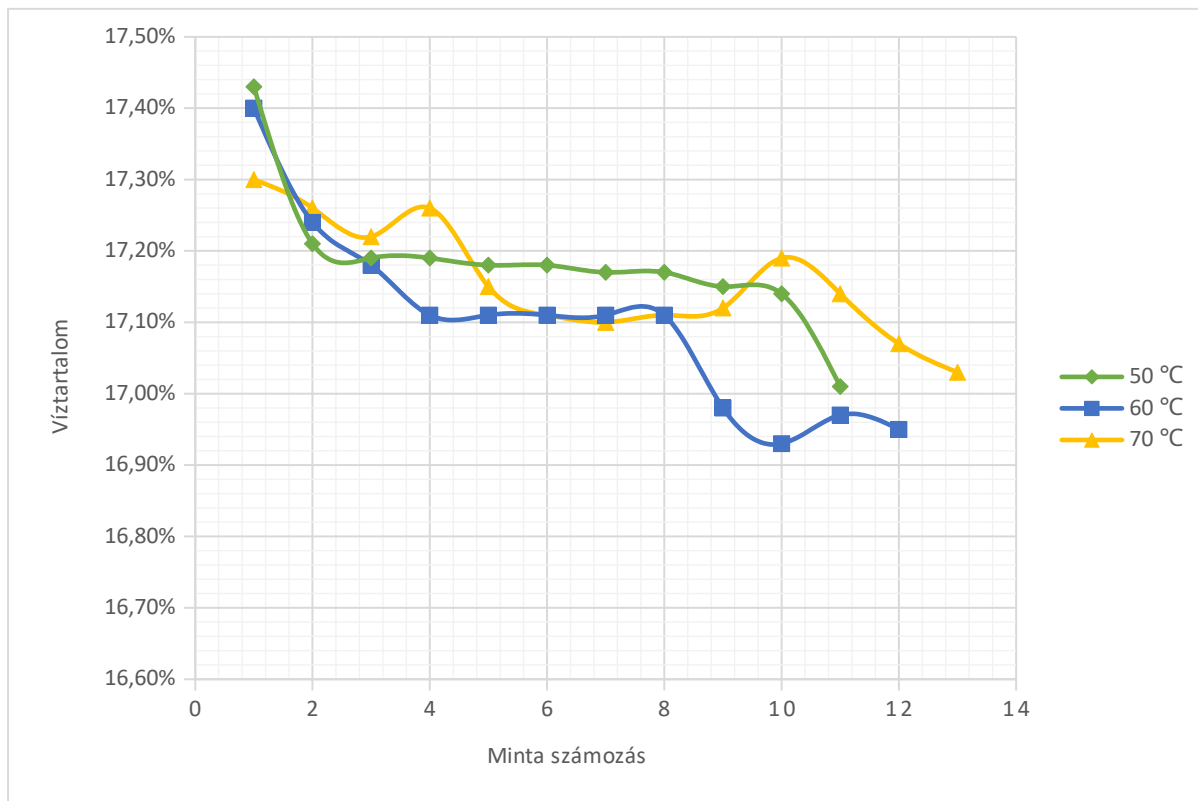
11. ábra: Vízartalom - 70 °C, Forrás: Saját forrás

9. táblázat: Vízartalom értékek - III. Kísérlet, Forrás: Saját forrás

Mintasza	Idő	Hőfok-°C	Vízartalom %-ban
1.-Nyers	7:00	18,40	17,30% ± 0,13
2.	7:30	21,90	17,26% ± 0,01
3.	8:00	42,35	17,22%± 0,03
4.	8:30	54,75	17,26% ± 0,01
5.	9:00	61,40	17,15% ± 0,00
6.	9:30	65,10	17,11%± 0,00
7.	10:00	67,30	17,10% ± 0,01
8.	10:30	70,00	17,11% ± 0,00
9.	11:00	70,10	17,12% ± 0,02
10.	11:30	70,50	17,19% ± 0,03
11.	12:00	70,45	17,14% ± 0,02
12.	12:30	70,20	17,07% ± 0,01
13. -Szűrt	13:00	60,90	17,03% ±0,05

A víztartalmi értékek változás mutatóit figyelembe véve kijelenthetjük, hogy a hőkezelés hatására a méz állaga sűrűbbé válik, az egész folyamat során a víztartalmi értékéből átlagosan

0,38%-ot veszít. Összességében a mérési eredmények csökkenést mutatnak, melyet a 12. számú ábrán láthatunk.



12. ábra: I.-II.-III. Kísérletben szerepelt mézminták víztartalmának eredményei a hőkezelési folyamat során, Forrás: Saját forrás

3.2 A méz színének Pfund-értékei

A méz színmérése során kapott eredmények nem hozták az elvárt változásmutatókat. A szemrevételezés során a minták színén már látható volt, hogy nem történt változás (13. ábra). A méréseket a kiinduló és a végpont közötti eredmények kiértékelésével kezdtem. A három kísérletben szereplő minták esetében azonos színtartományba eső pfund értékeket mértem. Így indokolatlannak találtam a további méréseket elvégezni az összes minta esetében. Végezetül a 10.-11.-12. táblázatokban szereplő mintákból végeztem el a méréseket.

10. táblázat: Pfund értékek - I. Kísérlet, Forrás: Saját forrás

Mintasorszám	Idő	Hőfok-°C	Pfund érték mm-ben
--------------	-----	----------	--------------------

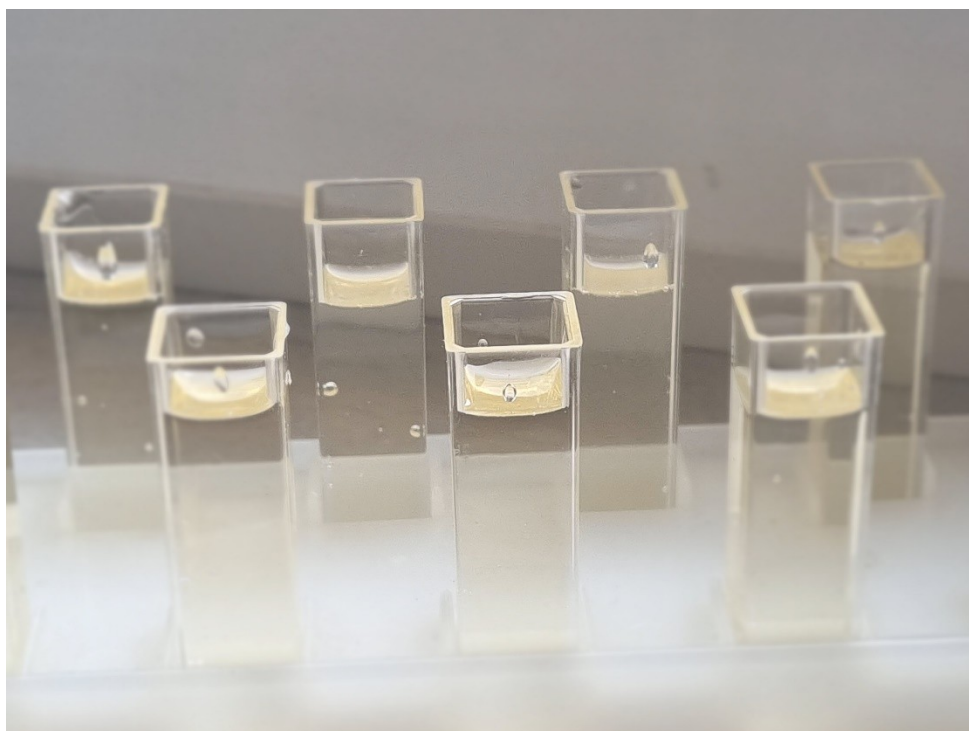
1.-Nyers	8:00	16,90	0,00± 0,00
6.	10:30	52,95	0,00±0,00
8.	11:30	50,10	0,00± 0,00
11.-Szűrt	13:00	48,00	0,00± 0,00

11. táblázat: Pfund értékek - II. Kísérlet, Forrás: Saját forrás

Mintaszám	Idő	Hőfok-°C	Pfund érték mm-ben
1.-Nyers	7:00	17,40	1,00± 0,00
7.	10:00	61,85	0,00±0,00
9.	11:00	60,85	0,00± 0,00
12.-Szűrt	12:30	55,40	0,00± 0,00

12. táblázat: Pfund értékek - III. Kísérlet, Forrás: Saját forrás

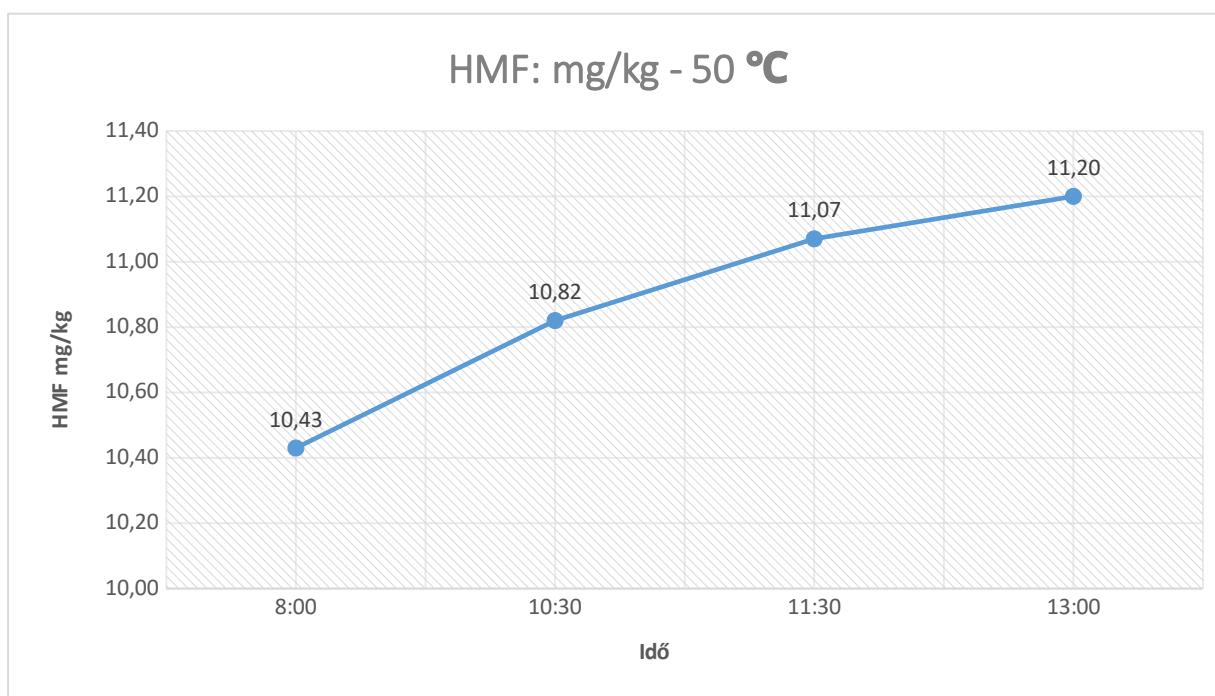
Mintaszám	Idő	Hőfok-°C	Pfund érték mm-ben
1.-Nyers	7:00	18,40	1,00± 0,96
8.	10:30	70,00	0,00±0,00
10.	11:30	70,50	0,00± 0,00
13.-Szűrt	13:00	60,90	0,50± 0,48



13. ábra: Pfund-értékek - Víziszta akácméz minták küvettában, Forrás: Saját forrás

3.3 A méz HMF-tartalmának értékei

A mézek HMF-tartalom mérésénél ugyanazt az elvet követve végeztem a méréseket, mint a színméréseknél. A kiinduló „nyers” mintákat mértem meg elsősorban, majd a hőntartás utolsó mintáit, így a két végpont közötti értékek különbségeinek eredményeiből következtettem arra, hogy a további méréseket csak a hőntartás időintervallumában fogom elvégezni. Mivel nagymértékű változás nem ment végbe (0,77 mg/kg HMF-tartalom növekedés) így a 13. táblázatban szereplő mintákat mértem meg. A 14. ábrán látható diagrammon, viszont HMF-tartalom növekedés látható. Fontos megjegyezni, hogy a nyers méz HMF-mértéke magasabb értékről indul, mint a frissen pergetett mézeké, mivel az akácméz minta 2023-as évi termésből származik. Így ez az eredmény jól mutatja, hogy a tárolás során ez az érték változik a mézben az idő múlásával.

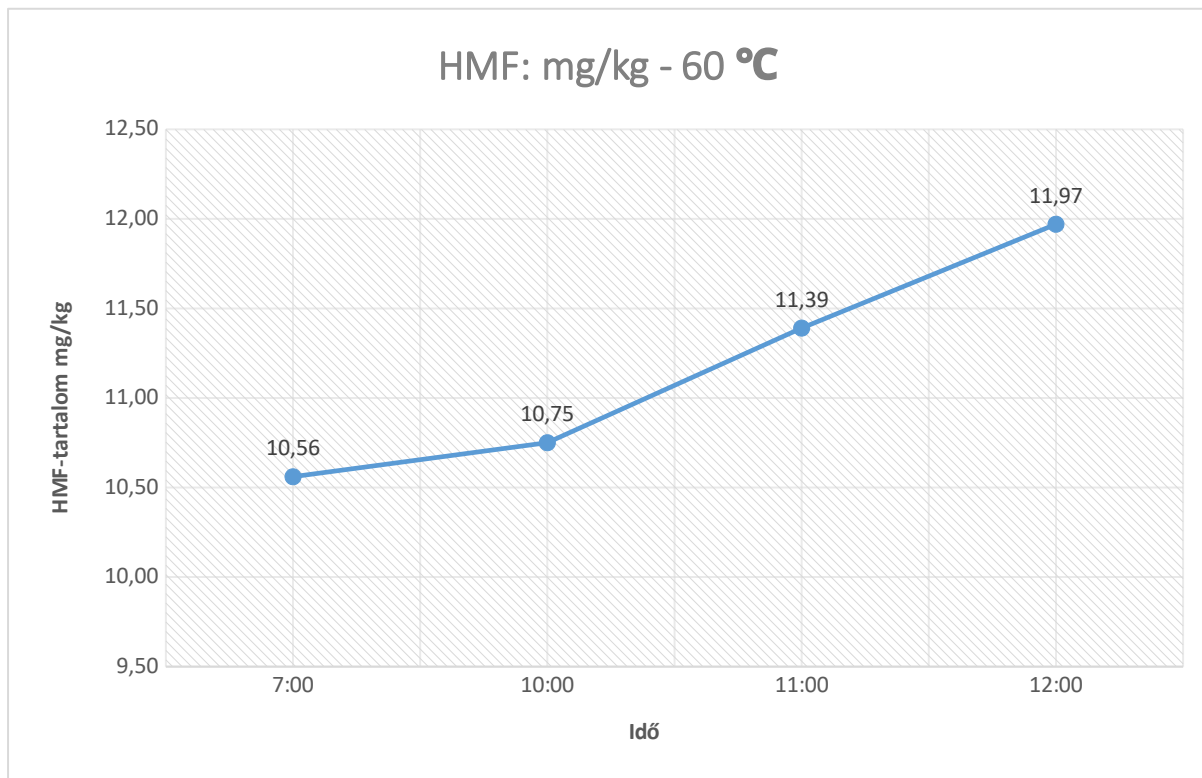


14. ábra: HMF értékek változása - 50 °C, Forrás: Saját forrás

13. táblázat: HMF-tartalom -I. Kísérlet, Forrás: Saját forrás

Mintaszám	Idő	Hőfok-°C	HMF-tartalom mg/kg-ban
1.-Nyers	8:00	16,90	10,43± 0,2
6.	10:30	52,95	10,82± 0,2
8.	11:30	50,90	11,07± 0,2
10.	13:00	51,80	11,20± 0,2

A II. kísérletben mért eredmények már nagyobb változásokat mutattak, de még mindig nem olyan kiugró eredményeket, hogy indokolt lett volna az összes minta mérése. A kiindulási és a végpont közötti különbség 1,41 mg/kg HMF értéket mutatott. A 15. ábrán látható az értékek folyamatos növekedése. Az előző méréshez mérten majdnem a duplájára növekedett a HMF-tartalom, 0,77 mg/kg helyett 1,41 mg/kg-ra változtak. A 14. táblázat tartalmazza a II. kísérlet mérési eredményeit.

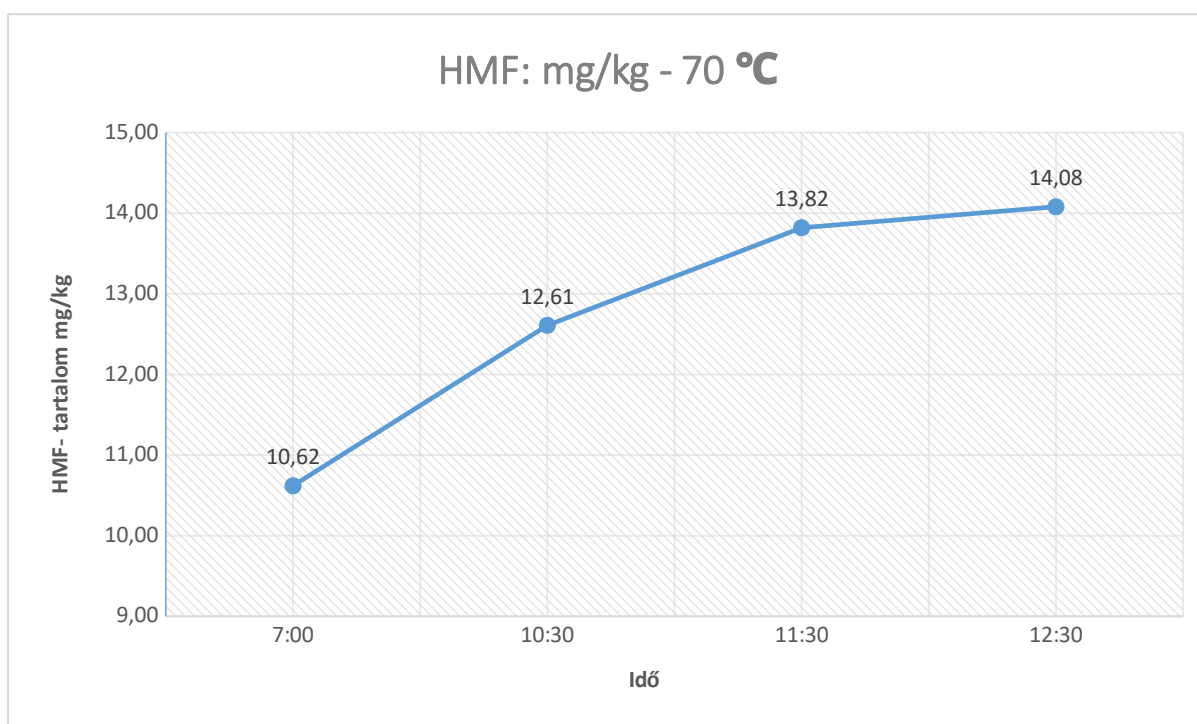


15. ábra: HMF értékek változása - 60 °C, Forrás: Saját forrás

14. táblázat: HMF-tartalom -II. Kísérlet, Forrás: Saját forrás

Mintaszám	Idő	Hőfok-°C	HMF-tartalom mg/kg-ban
1.-Nyers	7:00	17,40	10,56±0,2
7.	10:00	61,85	10,75±0,2
9.	11:00	60,85	11,39±0,2
11.	12:00	60,65	11,97±0,2

A III. kísérlet mérései során kapott eredmények mutatták a folyamatban keletkező legnagyobb változást. A 16. ábra szintén a HMF-tartalom növekedését mutatja. Ennél a kísérletnél már nagyobb volt a két végpont közötti érték változója, összesen 3,46 mg/kg. Mivel ennél a kísérletnél több idő volt szükséges a célhőmérséklet eléréséhez (210 perc), amit az eredmények is igazolnak, így a célhőmérséklet első mintájában az értékek jóval magasabbak, mint az előző minták esetében (I. – 10,82 mg/kg; II.-10,75 mg/kg). Továbbá az utolsó mintákhoz képest szintén jóval magasabb a HMF-tartalom, az I. és a III. kísérlet közti különbség 2,88 mg/kg HMF érték. Az eredményeket 15. táblázat tartalmazza.

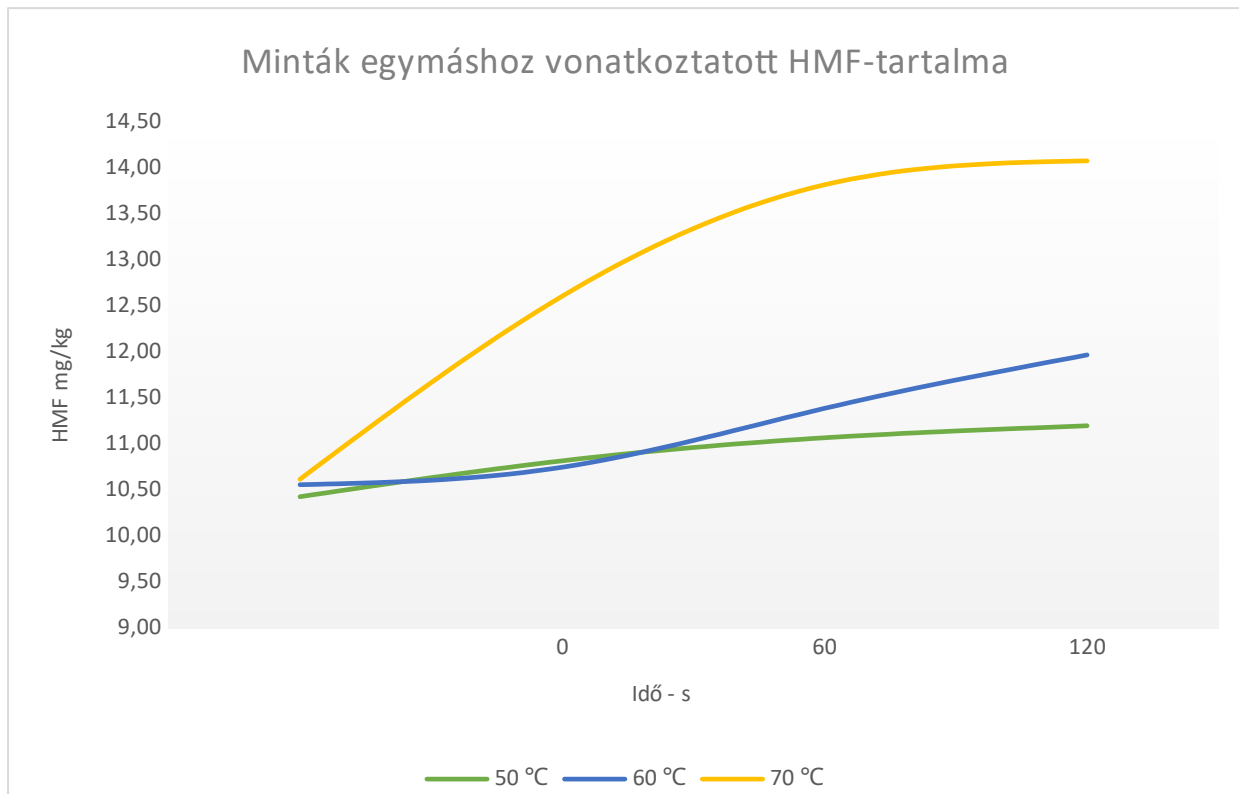


16. ábra: HMF értékek változása - 70 °C, Forrás: Saját forrás

15. táblázat: HMF-tartalom -III. Kísérlet, Forrás: Saját forrás

Mintaszám	Idő	Hőfok	HMF-tartalom mg/kg-ban
1.-Nyers	7:00	18,40	10,62±0,2
8.	10:30	70,00	12,61±0,2
10.	11:30	70,50	13,82±0,2
12.	12:30	70,20	14,08±0,2

A HMF értékek változás mutatóit figyelembe véve kijelenthetjük, hogy a hőkezelés hatására a mézben végbemenő cukrok bomlása növekszik. Minél nagyobb hőfokon és minél hosszabb időtartamon kezeljük a mézet, annál magasabb arányban képződnek bomlástermékek a mézben. Összességében a mérési eredmények lineáris növekedést mutatnak, melyet a 17. számú ábrán láthatunk.



17. ábra: HMF-tartalom I.II.-II. Kísérlet összehasonlítása, Forrás: Saját forrás

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Váratlan eredményként ért, hogy a legmagasabb hőkezelés esetében, ami 70°C-ot jelentett, nagyobb víztartalmi csökkenést vártam, ennek ellenére mindhárom kísérlet során közel azonos eredményeket mértem. Viszont kijelenthetjük, hogy a melegítés hatására a méz veszít víztartalmából, állaga sűrűbbé válik. Az eltarthatóság szempontjából ez pozitívum, hiszen minél alacsonyabb a méz víztartalma, annál kevesebb az esélye az erjedési folyamatok kialakulásának. A mézben lévő élesztőgombák általában 17,5%-os víztartalom felett szaporodnak jobban, azonban mindhárom mérési eredmény közel 17%-os eredményt mutatott. A víztartalmi mérési eredmények alapján az értékelést pozitívnak ítélem meg.

A méz pfund-értékeinek meghatározása során kapott eredmények igazolták az akácmézre jellemző szín értéket, mely a legvilágosabb vízfehér 0-8 mm Pfund érték tartományba esett. Azonban a szín értékek nem hozták az elvárt változási mutatókat. Ez leginkább a méz csekély beltartalmi értékeire vezethető vissza, az alacsony pollentartalomra, valamint ásványi anyag tartalomra.

A HMF-tartalom vizsgálatok során kapott eredmények igazolták a mézekben végbemenő cukorredukációs folyamatokat. Egyértelmű következtetésre jutottam, hogy a drasztikus hőmérséklet, mint például a 70 °C -os hőkezelés akár 120 perces időintervallumon belül magas HMF-értékeket produkál, ami a méz minőségére és eltarthatóságára vonatkozóan negatívum, valamint a beltartalmi értékeit tekintve szintén minőségromlást okoz a mézben.

A további pontosabb kutatási eredmények érdekében a javaslatom az volna, hogy a hőkezelési kísérletek esetében érdemes tovább menni a hőntartás idejével, akár 180, 240 percig is. Így tovább sikerülne a mézben keletkező változásokat megmérni, ami részletesebb kiértékelést eredményezve, viszont ezeket a méréseket már más fajtamézből, leginkább virágmézből javasolnám, ugyanis a magasabb beltartalmi értékei miatt, a HMF-értékek hamarabb változnak, ami az eltarthatóság szempontjából fontos tényező, valamint a szín értékeknél feltételezhető, hogy sokkal szemléletesebb eredményeket kaphatnánk.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

A termelői akácméz esetében a három különböző hőmérsékleten végzett hőkezelési kísérlet (50°C - 60°C - 70°C) során az érzékszervi vizsgálat esetében, mint a méz Pfund-értékben való szín meghatározása nem mutatott változást. Az alacsony beltartalmi értékekkel rendelkező fajtaméz esetében, mint az akácméz kijelenthetjük, hogy szignifikáns változásokat nem észlelhattünk egyik hőkezelés során sem, annak ellenére sem, hogy a termék egy évvel korábbi pergetési időből származott, és a magas hőfokon tartás (70°C) sem okozott a mézben színváltozást. A fizikai-kémiai paraméterek vizsgálata során a víztartalmi értékek csökkenése azonos mértékben ment végbe a termékben mind a három hőmérséklet esetében. A méz eltarthatósága szempontjából fontos tényező a víztartalmi érték, ahhoz, hogy minőségi terméket fogyassunk, fontos, hogy a termékben erjedési folyamatok ne menjenek végbe, így a közel azonos végső 17%-os víztartalmi eredményeket pozitívan értékelhetjük. Azonban a méz minőségét tekintve további fontos tényezőként kell figyelembe vennünk a méz hidroximetil-furfurol tartalmát, melyet a tárolási idő és a kezelési módszerek befolyásolnak a legjobban. A kísérletek során egyértelműen választ kaptunk arra, hogy a magas hőmérsékleten való kezelés nagymértékben árt a termék minőségének, valamint, hogy a hosszú tárolási idő alatt ugyanúgy végbe mennek a bomlási folyamatok, csak lassabb léptekben. Az egyre növekvő fogyasztói igényeket tekintve, mint a folyékony méz értékesítése, továbbá a technológiai oldalról akadályt okozó kristályosodás folyamatos kihívásokat jelent a méz feldolgozás szempontjából, ezért szükség van a melegítésre, de csak a megfelelő szakértelemmel és odafigyeléssel érthetjük el a minőség megtartását.

6. SUMMARY

In the case of producer's acacia honey, during the heat treatment experiments carried out at three different temperatures (50°C-60°C-70°C), the sensory test, such as the determination of the color in the Pfund-value of the honey, showed no change. In the case of honey with low content values, such as acacia honey, we can state that no significant changes could be detected during any heat treatment, despite the fact that product produced a year earlier, and keepin it at a high temperature (70°C) did not cause any damage to the honey discoloration. During the examination of the physico-chemical parameters, the water content values decreased to the same extent in the product at all three temperatures. An important factor for the shelf life of he honey is the water content value, in order to consume a quality product, it is important that fermentation processes do not take place in the product, so the nearly identical final 17% water content results can be evaulated positively. However, in terms of honey quality, we have to take into account the hydroxymethylfurfural content of honey as an additional important factor, which is most affected by storage time and treatment methods. During the experiments, we received a clear answer that treatment at high temperatures greatly harms the quality of the product, and that the decomposition processes take place in the same way during the long storage time, only a slower pace. In view of the ever-increasing consumer demands, such as the sale of liquid honey, as well as crystallization, which is an obstacle from the technological side, presents continous challenges from the point of view of honey processing therefore heating is necessary, but only with the appropriate expertise and attention can we achieve the best possible quality.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném megköszönni a Gödöllői Nemzeti Biodiverzitás- és Génmegőrzési Központ (NBGK) Haszonállat Génmegőrzési Intézet (HGI) Méhészeti és Méhbiológiai Osztály osztályvezetőjének Dr. Zajácz Editnek, akinek engedélyével bebocsájtást nyertem a kutató intézet laborjába, valamint munkatársainak Horváthné Dr. Kiss Tündének és Flórián Mártonnak, akiknek a segítségével laboratóriumi körülmények között méréseket végezhettem, és további szakmai tanácsadást kérhettem, és nem utolsó sorban minden olyan munkatársnak, akikkel találkozhattam és szívesen fogadtak.

IRODALOMJEGYZÉK

A méz érzékszervi vizsgálata (MSZ 157:2017) Magyar Szabványügyi testület.

Amtmann, Mária, 2009. *Különleges fajtamézek botanikai eredetének és illó komponenseinek összefüggése*, Élelmiszer Tudományi Kar: Budapesti Corvinus Egyetem,

Ashagrie Tafere, D., 2021. Chemical composition and uses of honey: A Review. 4. kötet, pp. 194.-201..

Bogdanov, S., 2002. *Harmonised Methods of the International Honey Commission*. FAM, Liebefeld, CH-3003 Bern, Switzerland: Swiss Bee Research Centre .

Bogdanov, S., 2011. Honey Composition - Chapter 5. *The Honey Book*, p. Május.

Cabral Madea, I. és mtsai., 2023.. Spectrophotometry of Winkler and White's official method's for determination of hydroxymethylfurfural in bee honey. *Brazilian Journal of Food Technology*.

Czipa , N. & Kovács, B., 2020.. A magyar mézek minősége.

Czipa, N., Borbélyné Varga, M. & Győri, Z., 2008. *A méz minősítéséhez és nyomonkövethetőségéhez szükséges vizsgálatok*, 4032 Debrecen, Böszörményi u. 138.: DE AMTC MTK Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet.

Értelmező dokumentum a 2001/110/EK tanácsi és parlamenti méz-irányelv végrehajtásához (2003).

European Commission, 2023. *Honey Market Presentation - Expert Group for Agricultural Markets*. [Online]

Available at: https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2023-12/market-presentation-honey_autumn2023_en.pdf

Gonzáles-Miret, M. L. és mtsai., 2007. Simplified method for calculating colour of honey by application of the characteristic vector method. *Food Research International*.

Instruments, H., 2003. *Insturction Manual, Honey color analyzer C221*. Italy: Hanna Instruments.

International Honey Commission, 2001. *Codex Alimentarius - Revised Codex Standard for Honey*. Geneva: Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization.

Kasparné Szél, Z., 2006. *A selyemkóróméz kémiai vizsgálata és összehasonlítása az akácmézzel - Doktori értekezés*, Budapest: Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszerkémiai és Táplálkozástudományi Tanszék.

Kft., E., 2024. www.emalog.hu. [Online]
Available at: <http://www.emalog.hu/hun/termekek/ebs/ismerteto.html>
[Hozzáférés dátuma: 15 április 2024.].

Krell, R., 1996. *Value-Added products from beekeeping*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

KSH, K. S. H., 2012. *A méhészet, méztermelés helyzete és lehetőségei, különös tekintettel Észak-Magyarország megyéire*. Budapest: Központi Statisztikai Hivatal.

Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd., 2004. *RA-500N refraktométer, felhasználói kézikönyv*. Kudan-Minami, Chiyoda-ku, Tokyo, 102-0084, Japan: Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd..

Lengyelne Bodó, A., 2022. *Különböző botanikai és földrajzi eredetű hazai nektárforrások, vegyes- és fajtamézek komplex elemzése*, Pécs: Pécsi Tudományi Egyetem, Biológiai és Sportbiológiai Doktor Iskola.

Magyar Élelmiszerkönyv, C. A. H., 2009. 2-100, (1. kiadás). *Megkülönböztető minőségi jelöléssel ellátott mézfélékről*. Budapest: Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság.

Magyar Élelmiszerkönyv, 1-3-2001/110. *Codex Alimentarius Hungaricus - 1-3-2001/110 számú előírása a mézről*. Budapest: Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság.

Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, 2018.. <https://portal.nebih.gov.hu>. [Online]
Available at: <https://portal.nebih.gov.hu/-/soha-ne-adjunk-mezet-egy-evesnel-fiatalabb-csecsemonek>
[Hozzáférés dátuma: 02. 04. 2024.].

Oravec , T., Mucha, L. & Illés, B. C., 2020. A magyar méhészeti ágazat elmúlt 20 éve - Termelési alapok. pp. 435-452.

Ruff, J. és mtsai., 2017. *A méhészet technológiája*. 11. átdolgozott kiadás szerk. Szent István Egyetem Nyomda, Gödöllő: Szent István Egyetem Szaktanácsadási és Továbbképzési Központ 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1..

Szalay, L., Kurucz, B. & Tóth, Á., 2017. *A méhlegelő és a megporzás*. 15. átdolgozott kiadás szerk. Szent István Egyetem Nyomda, Gödöllő: Szent István Egyetem Szaktanácsadási és Továbbképzési Központ 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1..

T. Szabó, R. és mtsai., 2016. Colour identification of honey and methodical development of its instrumental measuring. *Columella - Journal of Agricultural and Environmental Sciences*.

Tamási, M., 2017. *Különböző mézfajták összehasonlító vizsgálata és a hőkezelés hatása egyes tulajdonságaikra*, Csíkszereda: Erdélyi Magyar Tudományos Társaság -EMT.

TFA-Dostmann.de, 2024. www.tfa-dostmann.de. [Online]
Available at: <https://www.tfa-dostmann.de/en/product/professional-digital-thermometer-with-penetration-probe-1t-101-30-1033/>

Tifdali, A., 2023. <https://www.scribd.com>. [Online]
Available at: <https://www.scribd.com/document/695037423/05-absz-spektroszkopia-handout>
[Hozzáférés dátuma: 05. 04. 2024].

Zembruska, J. és mtsai., 2024.. The use of various methods in assessing the quality of honey in terms of the presence of 5-Hydroxymethylfurfural (Hmf). 23. február, pp. 1.-11..

ÁBRÁK ÉS TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. ábra HMF szerkezete Forrás: (Ashagrie Tafere, 2021).....	14
2. ábra: SBW-2 digitális padlómérleg, Forrás: (Kft., 2024).....	19
3. ábra: Spirál alakú melegítő eszköz, Forrás: Saját fotó.....	20
4. ábra: LT-101 típusú digitális maghőmérő, Forrás: (TFA-Dostmann.de, 2024).....	21
5. ábra: RA-500N Refraktométer Forrás: (Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd., 2004)22	
6. ábra víztartalom mérés elve, Forrás: (Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd., 2004)...23	
7. ábra: HANNA C221 méz színmérő Forrás: (Instruments, 2003).....	24
8. ábra: HMF-mérés, felhasznált eszközök, Forrás: Saját fotó.....	28
9. ábra: Víztartalom - 50 °C, Forrás: Saját forrás.....	29
10. ábra: Víztartalom - 60 °C, Forrás: Saját forrás.....	30
11. ábra: Víztartalom - 70 °C, Forrás: Saját forrás.....	31
12. ábra: I.-II.-III. Kísérletben szerepelt mézminták víztartalmának eredményei a hőkezelési folyamat során, Forrás: Saját forrás.....	32
13. ábra: Pfund-értékek - Víziszta akácméz minták küvettában, Forrás: Saját forrás.....	33
14. ábra: HMF értékek változása - 50 °C, Forrás: Saját forrás.....	34
15. ábra: HMF értékek változása - 60 °C, Forrás: Saját forrás.....	35
16. ábra: HMF értékek változása - 70 °C, Forrás: Saját forrás.....	36
17. ábra: HMF-tartalom I.II.-II. Kísérlet összehasonlítása, Forrás: Saját forrás.....	37

1. táblázat: A méz átlagos összetétele értékek g/100g –ban megadva, Forrás: saját szerkesztés felhasznált adatok alapján (Bogdanov, Honey Composition - Chapter 5, 2011).....	7
2. táblázat: Pfund-színskála értékei Forrás: Magyar Szabványban meghatározott értékek alapján. (A méz érzékszervi vizsgálata, MSZ 157:2017).....	8
3. táblázat: Egyes mézfajták tulajdonságai, Forrás: Felhasznált adatok alapján (Amtmann, 2009).....	9
4. táblázat A méz nedvesség tartalma különböző relatív páratartalom esetén Forrás: Felhasznált adatok alapján (Kasparné Szél, 2006).....	10
5. táblázat: Különböző víztartalmú mézek fajsúlya, Forrás: Felhasznált adatok alapján (Krell, 1996).....	18
6. táblázat: Minta besorolás, Forrás: Saját szerkesztés, vizsgálatban feljegyzett adatok alapján	19
7. táblázat: Víztartalom értékek - I. kísérlet, Forrás: Saját forrás.....	29
8. táblázat: Víztartalom értékek - II. Kísérlet, Forrás: Saját forrás.....	30
9. táblázat: Víztartalom értékek - III. Kísérlet, Forrás: Saját forrás.....	31
10. táblázat: Pfund értékek - I. Kísérlet, Forrás: Saját forrás.....	33
11. táblázat: Pfund értékek - II. Kísérlet, Forrás: Saját forrás.....	33
12. táblázat: Pfund értékek - III. Kísérlet, Forrás: Saját forrás.....	33
13. táblázat: HMF-tartalom -I. Kísérlet, Forrás: Saját forrás.....	34
14. táblázat: HMF-tartalom -II. Kísérlet, Forrás: Saját forrás.....	35
15. táblázat: HMF-tartalom -III. Kísérlet, Forrás: Saját forrás.....	36

NYILATKOZATOK



Szent István Campus, Gödöllő
Cím: 2100 Gödöllő, Péter Károly utca 1.
Tel.: +36-28/522-000
Honlap: <https://godollo.uni-mate.hu>

NYILATKOZAT

Szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve:	Klenáncz-Nagy Patrícia
A hallgató Neptun kódja:	G1OLZ0
A dolgozat címe:	Természetes méz fizikai és kémiai paramétereinek vizsgálata hőkezelés hatására
A megjelenés éve:	2024.
A konzulens intézetének neve:	MATE, Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének neve:	Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Gépek Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlanul állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtástól számított év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerben.

Kelt:2023. év november hó 15 nap

Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Klenáncz-Nagy Patrícia (hallgató Neptun azonosítója: **G10LZ0**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*3}

Kelt: Gödöllő, 2024. év április hó 10. nap



belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.