

SZAKDOLGOZAT

Plank Cintia

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Budai Campus
Élelmiszertudományi és Technológiai intézet
BSc alapképzési szak

MÉZEK SZÍNE ÉS ANTIOXIDÁNS TULAJDONSÁGAI
KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS VIZSGÁLATA

Belső konzulens:	Végh Rita egyetemi tanársegéd
intézete/tanszéke:	Élelmiszertudományi és Technológiai intézet, Táplálkozástudományi tanszék
Készítette:	Plank Cintia

Budapest
2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzések	3
2. Szakirodalmi áttekintés.....	5
2.1. A méz definíciója és főbb típusai	5
2.2. A méz keletkezése	5
2.3. A méz feldolgozása	7
2.4. A méz kémiai és fizikai jellemzői	8
2.4.1 Cukrok és víz.....	8
2.4.2 Aminosavak és enzimek	9
2.4.3. Ásványi anyagok és vitaminok.....	10
2.4.4. Savak és pH.....	10
2.4.5. Szín.....	11
2.5. Magyarországi fajtamézek.....	12
2.5.1. Akácméz	12
2.5.2. Repceméz	12
2.5.3. Napraforgóméz	12
2.5.4. Hársmez	13
2.5.5. Selyemfűmész	13
2.5.6. Vegyes virágméz	13
2.5.7. Mézharmatmész	13
2.5.8. Propoliszos méz.....	13
2.6. Antioxidánsok	14
2.7. Mézben előforduló, antioxidáns hatású vegyületek	15
2.7.1. C-vitamin.....	15
2.7.2. Karotinoidok.....	15
2.7.3. Enzimek.....	15
2.7.4. Aminosavak.....	16
2.7.5. Flavonoidok és egyéb fenolos vegyületek.....	16
2.8. Mézhamisítás.....	17
3. Anyagok és módszerek	19
3.1. Felhasznált anyagok	19
3.2. Kivonatkészítés és TPC (Összes polifenol tartalom) meghatározás.....	21
3.3. DPPH (2,2- difenil-1- pikrilhidrazil) gyök megkötés.....	22
3.4. Rézion-redukáló képességen alapuló antioxidáns kapacitás mérés (CUPRAC)	22
3.5. Vasredukáló képességen alapuló módszer (FRAP).....	23
3.6. Színmérés	23
3.7. Statisztikai elemzés.....	24

4. Eredmények és értékelésük	25
4.1. TPC (Összes polifenol tartalom) meghatározás eredménye és értékelése.....	25
4.2. Antioxidáns kapacitás meghatározás eredménye és értékelése	27
4.2.1. DPPH mérés eredményei.....	27
4.2.2. CUPRAC mérés eredményei.....	28
4.2.3. FRAP mérés eredményei.....	29
4.3. Színmérés eredménye és értékelése.....	31
4.3.1 L világossági tényező eredményei.....	31
4.3.2 A zöld-vörös színérték (a*) eredményei.....	32
4.3.3 A kék-sárga színérték (b*) eredményei.....	33
4.4 Korrelációelemzés	34
4.4.1 Az antioxidáns paraméterek közötti korrelációk (TPC, DPPH, CUPRAC, FRAP).....	35
4.4.2 Az antioxidáns mérések és a szín közötti korreláció	35
5. Összefoglalás	36
6. Irodalomjegyzék	38
7. Ábrák jegyzéke	44
8. Táblázatok jegyzéke	44
9. Köszönetnyilvánítás.....	45
10. Nyilatkozatok.....	46

1. Bevezetés és célkitűzések

A méhészetek fontos szerepet töltenek be a mezőgazdasági termelésben, a méz és más méhészeti termékek előállításában. A méhészkedés az egyik legrégebbi és egyben a legfontosabb mezőgazdasági tevékenység, mellyel az emberek több ezer éve foglalkoznak. Sajnos napjainkban a termelők helyzete egyre nehezebb, ugyanis a különböző növényvédő szerek használata, a méhlegelők számának csökkenése és a klímaváltozás okozta nehézségek gátolják a minőségi méz előállítását. Napjaink egyik komoly problémája a mézhamisítás, amelyet gyakran alkalmaznak a gazdasági nyereség eléréseért. A hamisításról elmondható, hogy nem minden esetben lehet egyértelműen kimutatni, hogy a mézet hamisították. Ennek az oka, hogy a méz igen változatos felépítésű élelmiszer. A termelőknek hatalmas veszteséget okoz a méz hamisítása, nehezen küzdenek meg a problémával és versenybe kell szállniuk a külföldről behozott, jóval olcsóbb termékekkel.

A 2019-es felmérések alapján az első számú méztermelői ország Kína volt, őt követi az Európai Unió. Hazánk, köszönve a kedvező természeti körülményeknek, jelentős helyet foglal el az EU méztermelői listáján, különösen a méretéhez képest. A legnagyobb méhsűrűséggel rendelkezik a tagállamok közül és az éves termelés 6%-át adja (Internet 1.). Az elmúlt tíz évben a legmagasabb méztermelés 2017-ben volt, 32.000 tonna méz. Azóta ez az érték jelentősen csökkent, 2020-ban és 2021-ben már csak 14.000 tonna termelt mézet tartottak nyilván (Internet 2.). Átlagosan 20.000 tonna hazai éves méztermelésről beszélhetünk, így bent vagyunk az Európai Unió négy legtöbb mézet termelt országa között Spanyolország, Németország és Románia mellett.

A mézfogyasztás azonban manapság már igen népszerűvé vált hazánkban, de nem véletlen, hiszen a méz és a méhészeti termékek kiváló táplálkozás élettani hatással bírnak és kedvezőek az emberi szervezet számára. Nem csak élelmiszerként használják, de a gyógyászatban is széles körben elterjedtek (Crane, 1975). A méz rendszeres fogyasztása elősegítheti az emésztést, javíthatja a bélflóra összetételét, gyulladás- és vérnyomáscsökkentő hatása lehet, valamint hozzájárulhat a máj és a vese megfelelő működéséhez. A méz gazdag forrása továbbá a vitaminoknak, aromáknak és ásványi anyagoknak (Urbánné és Treutz, 2017). Ezek következtében a mézfogyasztás nemcsak hazánkban, hanem világszerte is növekvő tendenciát mutat, és ennek köszönhetően a méz megítélése pozitív irányba változott (Illés és munkatársai, 2019; Mezőné Oravecz és Kovács, 2019; Oravecz és munkatársai, 2020). 2022-ben egy hazai felmérést végeztek, amelyben 1385 fő vett részt és azt vizsgálták, hogy milyen mértékű a hazai mézfogyasztás. Megállapították, hogy a résztvevők 49,2%-a fogyaszt mézet rendszeresen, de sokan főleg a hidegebb időszakban, ősszel és télen, méghozzá legtöbbször italok ízesítéséhez.

Mézfajta tekintetében toronymagasan az akácméz győzött (46,1%), őt követte a vegyes virágméz (14%) (Internet 3.).

A mézek színe egy fontos tényező lehet a választás során, ugyanis rengeteg információval szolgálhat a fogyasztó számára. Szakirodalmi adatok alapján egyrészt utalhat a méz korára, a tárolás során az idő elteltével ugyanis a színe sötétedhet. Utalhat még a botanikai eredetre, a mézharmatelemekre, hiszen például a mézharmatmézek sötétebb színnel rendelkeznek, mint a virágmézek (Pita-Calvo és Vázquez, 2017). Ennélfogva pedig az ásványi anyagok mennyiségére és a cukor-összetételre is. Számos kutatás igazolja, hogy a szín az antioxidáns kapacitással szoros korrelációt mutat, dolgozatomban ezt az összefüggést is vizsgálom. A méz összetevői felelősek az antioxidáns hatás kialakulásért, ilyenek a flavonoidok, a fenolsavak, az aszkorbinsav, az enzimek, a karotinoidok és a Maillard- reakció termékei. Ezeknek a mennyisége eltérő a különböző mézekben, amely nagyban függ a növényi és a földrajzi eredettől is (Czipa és munkatársai, 2010).

Dolgozatom célja, hogy a különböző magyar termelői mézek színe összpolicfenol tartalma és *in vitro* módszerekkel mért antioxidáns kapacitása közötti kapcsolatot vizsgáljam.

2. Szakirodalmi áttekintés

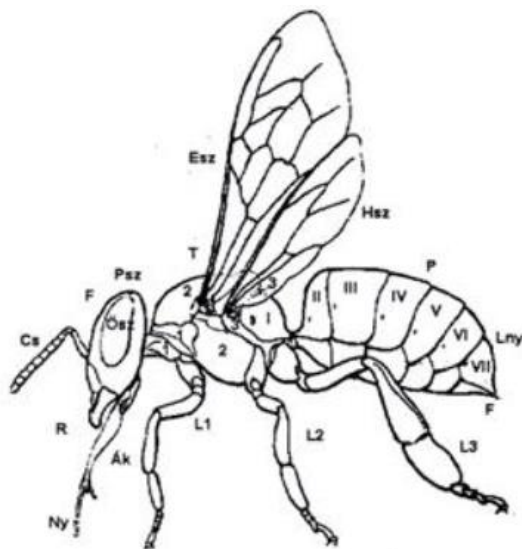
2. 1. A méz definíciója és főbb típusai

A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/110 számú előírása 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.” Megkülönböztetünk virágmézeket és édesharmatmézet, attól függően, hogy a méz nektárból vagy édesharmatból készül.

A méhek általában többféle növényt keresnek fel a nektárgyűjtés alkalmával, így a kaptárban ezek a nektárok keverednek egymással, ekkor beszélünk vegyes virágmézzről. Akkor, ha a méz nagymértékben csak egyféle növényi nektárból készül, fajtamézzről beszélünk (Pohl, 2005). Magyarországon körülbelül 18-20 különböző fajtamézet termelnek a méhészek, ezek közül a legnépszerűbb az akác-, a repce-, illetve a napraforgóméz. Ezeken kívül elterjedt még a vegyes virágméz, néhány helyen hárs-, facélia-, gesztenyemézet is termelnek (Internet 4.).

2.2. A méz keletkezése

A mézelő méhek (*Apis mellifera* L.) állítják elő a mézet, az általuk összegyűjtött nektárból vagy más növényi nedvekből. Két fő táplálékuk van, a nektár és a virágpor, melyek fontos szerepet játszanak az életfolyamataik működésében. A nektár szolgáltatja az energiát, míg a virágpor fehérjét biztosít számukra. A nektárgyűjtés optimális hőmérséklete 18-25 °C között van, a szélcsendes, nyugodt, napsütéses idő megfelelő a gyűjtésre. 10 °C alatt nem repülnek ki a kaptárból, csak kivételes esetben, a hőmérséklet felső határa pedig 35-40 °C, ugyanis a kánikula káros hatással van a nektár képződésére. A méhek a mézet téli élelemnek gyűjtik, de az esős, szeles időben sem indulnak nektárt gyűjteni, hanem az addig szerzett mézkészletet vízzel hígítva fogyasztják, akárcsak a hidegebb időkben (Vincze és Leelóssy).



A munkásméh testfelépítése

F - fej	T - tor	P - potroh
Psz - pontszem	1 - előtor	Lny - légzőnyílások
Ösz - összetett szem	2 - középtor	F - fullánk
Cs - csáp	3 - utótor	II - VII - potrohszelvények
R - rágó	Lny - légzőnyílás	I - áltorszelvény
Ny - nyelv	Esz - elülső szárny	
Ák - állkapocs	Hsz - hátulsó szárny	
	L1 - első láb	
	L2 - középső láb	
	L3 - hátulsó láb	

1. ábra: A munkás háziméhek testfelépítése (Internet 5)

Az 1. ábrán látható a méhek testfelépítése, amely az evolúció folyamán alkalmassá vált a méz készítésére. A mézkészítés első lépése, hogy a méhek felszívják a nektárt a szipókájukon keresztül, amely a mézgyomorba kerül és így szállítják a kaptárig. Amikor a kaptárba érnek, átadják a kaptárban dolgozó méheknek, akik többször szívják és leadják a nektárt, ezáltal különböző enzimek, savak és fehérjék keverednek hozzá. Így történik a híg nektár besűrítése, tehát már a méh testében elkezdődik a nektár mézzé alakításának folyamata. Ha a nektár víztartalma eléri a 30-40%-ot, betöltik a nektárt a viaszsejtekbe, majd a szárnyuk legyezésével gyorsítják a nedvesség elpárologtatását, ezáltal sűrűbbé, tartósabbá teszik a mézet. A kaptárban történő párologtatás hozzájárul a hőmérséklet csökkenéséhez, illetve a megfelelő páratartalom biztosításához. A mézelő méhek egyedeit nagymértékben befolyásolja a hőmérséklet és a relatív páratartalom. Az emelkedett hőmérséklet ugyanis negatív hatással van a dolgozó méhek túlélésére, azonban általánosságban elmondható, hogy a magasabb páratartalom pedig növeli a túlélésük mértékét (Abou-Shaara és munkatársai, 2012). Ha már csak 20% körüli a víztartalom, a méhek ezt a félkész mézet átviszik a méhsejtekbe, és folytatják a szárnyukkal való párologtatást addig, amíg a víztartalom 17-18% nem lesz. Ekkor a méhek elkezdik viasszal

lezárni a lépet, mellyel jelzik, hogy a méz víztartalmának beállítása befejeződött, és megkezdődik az érlelés (Pohl, 2005).

2.3. A méz feldolgozása

A méhek által begyűjtött méz feleslege szüretelhető, ez a folyamat a pergetés, amelyet a méhészek végeznek. A jó méhészeti gyakorlat szerint zárt, tiszta helyen kell végezni a pergetést a szennyeződések elkerülése érdekében, hiszen emberi fogyasztásra szánt élelmiszerről van szó. A méhész először a kiválasztott keretekről eltávolítja a méheket a keret rázásával, lesöpülésével vagy füst segítségével, majd bezárja a kaptárat és a kiválasztott kereteket a pergetésre szánt helyre viszi. A pergetés előtt a lépeken levő viaszréteget el kell távolítani, ezt nevezik fedelezésnek, mely történhet fedelező villa vagy kés segítségével (2. ábra).



2. ábra: Fedelezés fedelező villával (Internet 6)

Ezek után kerülnek a keretek a pergető berendezésbe (3. ábra), ahol a centrifugális erő hatására a méz a pergető oldalfalára csapódik, majd onnan csurog le.



3. ábra: Pergető berendezés (Internet 7)

Innen egy kannába gyűjtik a mézet szűrőn keresztül, hogy az esetleges szennyeződések vagy idegen anyagok ne kerülhessenek a mézbe. A méz a szűrő alkalmazása nélkül is kitisztul a belekerült viaszdaraboktól, méhektől néhány nap után, hisz a sűrűségkülönbség hatására ezek az idegen anyagok a felszínre kerülnek. Ezt a tisztított mézet nevezik termelői méznek, melyeket általában hordókban tárolnak zárt, hűvös helyen az értékesítésig vagy a kereskedelmi feldolgozásig.

2.4. A méz kémiai és fizikai jellemzői

2.4.1 Cukrok és víz

A méz egy igen változatos összetételű élelmiszer, azonban két legfőbb összetevője a víz és a cukor, de ezek mellett számos más anyag is megtalálható benne. A különböző cukrok a méz szárazanyagtartalmának több, mint 95%-át alkotják, napjainkban történő kutatások szerint több, mint 20 fajta cukrot találtak a mézekben. Ezeknek a cukroknak a nagyrészüket monoszacharid (75%), főként a glükóz és a fruktóz található meg a mézekben (da Silva és munkatársai, 2016; Siddiqui, 1970). A mézekben a fruktóz/glükóz arány igen változó, de általánosan a fruktóz aránya a nagyobb. Előfordulnak olyan mézek is, ahol a glükóz van nagyobb mennyiségben jelen, ilyen például a repce- vagy pitypangmész (da Silva és munkatársai, 2016; Siddiqui, 1970). A monoszacharidok mellett diszacharidokat is találunk a mézekben, mint például szacharózt, melyre jogszabályi vonatkoztatások is érvényben vannak. Ezen kívül jellemző még a diszacharidok közül a turanóz, maltóz, izomaltóz és trehalóz jelenléte is (da Silva és munkatársai, 2016). Triszacharidokkal is találkozhatunk a mézekben, legjelentősebb a melezitóz, mely az édesharmatmész egyik fontos cukorfajtája (Pita-Calvo és Vázquez, 2017).

A mézek nedvességtartalmát a víz adja, ennek aránya 20% alatt van, melyre szabályozás van érvényben, amely alapján a nedvességtartalom maximum 20% vagy ez alatti lehet. A nedvességtartalom fontos szerepet játszik a mézekben, ugyanis magasabb nedvességtartalom a mézek fermentációját eredményezi. Emellett a vízáktivitásnak is kiemelkedő szerepe van a fermentációs folyamatokban (Singh és Singh, 2018, Chirife és munkatársai, 2006). A kristályosodás egy természetes folyamat a mézeknél, azonban sok dolog befolyásolja. Az első és legfontosabb a fruktóz/glükóz arány, ugyanis minél magasabb a méz glükóztartalma, annál inkább hajlamos a kristályosodásra (Dettori és munkatársai, 2018). A tárolási hőmérséklet is hatással van a kristályosodásra, mégpedig a végbemeneteli idejére, melegben a méz tovább marad folyékony halmazállapotú. Nagyobb és durvább kristályok keletkeznek, ha a kristályosodás lassan megy végbe, a gyors kristályosodás során kisebb és finomabb kristályok keletkeznek.

Hazánkban szabályozások vannak érvényben a mézek cukortartalmára vonatkozóan, ezeket a Magyar Élelmiszerkönyvben találjuk. Ez alapján például a virágmézek fruktóz- és glükóztartalmának együttesen el kell érniük a 60 gramm/100 gramm értéket, az édesharmatmész esetén ez az érték 45 gramm/100 gramm. A szacharóztartalomra is érvényben vannak szabályozások, ugyanis a mézekben levő szacharóz nem haladhatja meg az 5 gramm/100 gramm mennyiséget (Magyar Élelmiszerkönyv, 2009).

2.4.2 Aminosavak és enzimek

A méz a cukrokon és a vízen kívül aminosavakat, enzimeket és más fehérjéket is tartalmaz. A fehérjéket aminosavak építik fel, megkülönböztetünk esszenciális-, nem esszenciális- és szemiesszenciális aminosavakat. Az esszenciális aminosavakat az emberi szervezet nem tudja előállítani, táplálékkal kell bevinnünk őket. A szemiesszenciális és a nem esszenciális aminosavakat részben vagy teljes egészében elő tud állítani az ember szervezete. Fehérjéinket 20féle aminosav építi fel. A mézben levő aminosavak mennyisége körülbelül 0,5-1,6 %, melyek egyrészt állati, másrészt növényi eredetűek, de legnagyobb hányaduk a virágporból származik (da Silva és munkatársai., 2016). A mézek aminosav-összetételét a méz eredete befolyásolja, így hasznos információval szolgál a méz botanikai és földrajzi eredetéről (Hermosín és munkatársai, 2003). A begyűjtési időszak is hatással van a mézek aminosav-összetételére, ősszel megnő az aminosavak és a nitrogéntartalmú vegyületek koncentrációja a floémában (Quamer és munkatársai, 2007).

A prolin a méz legnagyobb mennyiségben előforduló szabad aminosava, 50-85%-át teszi ki az összes szabad aminosav tartalomnak a mézekben. Minőségi indikátorként is alkalmazzák, hazánkban szabályozás van arról, hogy mekkora a minimális szabad prolin tartalom, amivel a mézeknek rendelkezniük kell. A Magyar Élelmiszerkönyv alapján ez az érték az akác-, illetve a vegyes mézek esetén 200 mg/kg (Magyar Élelmiszerkönyv, 2009). A prolinon kívül más szabad aminosavak, például az alanin, arginin, fenil-alanin, szerin és treonin elenyésző koncentrációban voltak jelen a prolinhoz képest egy hazánkban végzett kutatásban (Végh és munkatársai, 2022).

A mézek különböző enzimeket is tartalmaznak, melyek nagy része a méhektől származik, de kis mennyiségben növényi eredetűek is megjelennek. Az enzimek hatására alakul ki a méz különleges és komplex összetétele, amikor a méz előállítása során a méhek enzimeket juttatnak a mézbe. A kataláz enzim például a hidrogén-peroxid vízzé és oxigénné alakításában játszik szerepet, ennek hatására csökkenhet a mézek antibakteriális hatása (De-Melo és munkatársai, 2017). Az egyik legfontosabb az invertáz enzim, amely a szacharózt fruktózzá és glükózzá alakítja. Indikátora lehet továbbá a mézek melegítésének és frissességének is, mivel rendkívül érzékeny a hőre. A másik legfontosabb és szintén hőre érzékeny enzim a diasztáz, másnéven amiláz, amely a mézben levő keményítőket bontja le, emellett szintén jól alkalmazható indikátorként a méz túlmelegedésének azonosítása esetén. A mézek diasztázaktivitása eltérő lehet, melynek értékét a Schade-skála segítségével határozzák meg (De-Melo és munkatársai., 2017, Czipa és munkatársai, 2008). A friss mézben általában magasabb a diasztáz aktivitás, azonban a hosszabb idejű tárolás esetén, illetve a magas hőmérsékleten való melegítés hatására az enzim inaktíválódik (Kovács és Czipa, 2013).

2.4.3. Ásványi anyagok és vitaminok

A mézek ásványi anyag tartalma általában alacsony, értéke a virágmézekben 0,02 és 0,3% közé tehető, az édesharmatmézekben viszont elérheti az 1%-ot is (Crane, 1980). Az ásványi anyagok koncentrációját több tényező is befolyásolja, mint például a méhészeti technikák és a betakarítási módszerek, a környezetszennyezés, éghajlati viszonyok, illetve a nektár kémiai összetétele, amely a földrajzi eredettől és a botanikai eredettől függően változik (De-Melo és munkatársai, 2017; Lanjwani és Channa, 2019). A mézek legjelentősebb ásványi anyagai a kálium (K), a magnézium (Mg), a kalcium (Ca) és a nátrium (Na). Előfordul még a vas (Fe), a réz (Cu), a mangán (Mn) és a klór (Cl), a nyomelemek közül a bór (B), a foszfor (P), a kén (S), a szilícium (Si) és a nikkel (Ni) (Doner, 2003). A nektárforrások gyors kiválasztása miatt a Kálium a fő elem, amely az összes ásványi anyag tartalom közel 80%-át teszi ki (Mărgăoan és munkatársai, 2021). Ezek az ásványi anyagok a talajból, a növény gyökere által jutnak először a növénybe, majd a nektárba és végül a mézbe. Általánosan elmondható, hogy a sötétebb színű mézek több ásványi anyagot tartalmaznak, mint a világos mézek (Alqarni és munkatársai, 2012).

A méz kisebb mennyiségben vitaminokat is tartalmaz, amelyek főként a méhek által látogatott virágok virágpóráiból származnak, valamint a nektárból és a mézharmatból (Sa'inz-Lai'n és Gómez-Ferreras, 2000). Leginkább vízben oldódó vitaminok vannak jelen, legfontosabb képviselőjük a C-vitamin, amely antioxidáns hatással rendelkezik. Ezen kívül különböző B-vitaminokat is kimutattak a mézekben (De-Melo és munkatársai, 2017).

2.4.4. Savak és pH

A szerves savak a méz kisebb alkotórészei, melyek a méz friss tömegének körülbelül 0,5%-át teszik ki. Ezek az összetevők jelentősen hozzájárulnak a fizikai és kémiai tulajdonságokhoz, mint például a szín, a pH, a savasság, az elektromos vezetőképesség és a jellegzetes íz. A szerves savak a nektár mézzé alakítása közben keletkeznek a cukrokból a mézelő méhek által termelt enzimek segítségével (da Silva és munkatársai, 2016; Pavlova és munkatársai, 2018). A mézben a legnagyobb mennyiségben megtalálható szerves sav a glükonsav (a teljes mennyiség 70-90%-a), ami a glükózidáz aktivitásának eredménye, melyet a méhek az érés során biztosítanak. A glükonsav mellett a citromsav is jelen van, ennek a két anyagnak a koncentrációját használják a nektár és mézharmat eredetű mézek megkülönböztetésére (Mato és munkatársai, 2006; da Silva és munkatársai, 2016). Egyéb savakat is, több mint 30 különböző nem aromás szerves savat azonosítottak a mézekben, ilyen például az ecetsav, vajsav, hangyasav, tejsav, almasav, oxálsav és borostyánkősav. Jellemzően a mézek botanikai vagy földrajzi eredet szerinti megkülönböztetésére is használják; a sötétebb mézek általában savasabbak és a tárolás növeli a méz savasságát. Az akác-, a gesztenye-, és a réti mézekben

alacsony koncentrációban vannak jelen szerves savak, míg a sötétebb mézeket magasabb savtartalom jellemzi (Vahčić és Matković, 2009; Pavlova és munkatársai, 2018; De-Melo és munkatársai, 2017).

A méz pH értéke jellemzően 3,4 és 6,4 között mozog, amely elég alacsony ahhoz, hogy a különböző mikroorganizmusok ne legyenek képesek elszaporodni. A nektármézek pH-értéke 3,3 és 4,6 érték között változik, a mézharmatmézeké magas savtartalmuk ellenére ennél általában nagyobb, 4,5 és 6,5 közötti értéket vesz fel. Kivételt képez a gesztenyeméz, mely pH-ja 5-6 között van (da Silva és munkatársai, 2016; Pavlova és munkatársai, 2018; De-Melo és munkatársai, 2017).

2.4.5. Szín

A méz összetétele, színe, illata és íze elsősorban a virágforrásoktól, az éghajlati viszonyoktól, a földrajzi régióktól és a méz előállításában részt vevő méhfajoktól függ. Ezeket a tulajdonságokat az időjárási körülmények, a feldolgozás, a csomagolás, a tárolási idő és körülmények, valamint az esetleges hamisítás is befolyásolja (Lanjwani és Channa, 2019).

A szín a méznek az a fizikai tulajdonsága, melyet a fogyasztó elsőként érzékel és emiatt jelentősen befolyásolja a fogyasztói döntéseket. A színtelentől, a sárgán, borostyánsárgán át majdnem csak feketéig terjed, néha zöldes vagy vöröses árnyalattal (Végh és munkatársai, 2022). Egyes országokban a méz színe befolyásolja a méz árát; a világosabb színű mézek általában magasabb árral rendelkeznek, magasabb minőséget társítanak hozzá a fogyasztók, míg például Németországban, Görögországban, Svájcban leginkább a sötétebb színű mézeket kedvelik (De-Melo és munkatársai, 2017).

A méz színe a botanikai eredettel, az éghajlati és a talajviszonyokkal van összefüggésben, ezeken kívül függ a tárolási körülményektől, a virágpor mennyiségétől, illetve a flavonoidok koncentrációja is befolyásolja. A sötét mézek általában magasabb ásványianyag tartalommal, polifenol-tartalommal, valamint magasabb savtartalommal rendelkeznek a világos mézekkel szemben. A hő szintén hatással van a méz fizikai megjelenésére (szín, kristályosodás íz, illat), ugyanis hő hatására a természetes méz színe sötét lesz (Pavlova és munkatársai, 2018; De-Melo és munkatársai, 2017; Végh és munkatársai, 2022). A sötétedés a cukrok és aminosavak savas közegben lejátszódó reakciója, a Maillard reakció idézi elő, amely melanoidin képződéshez vezet (Gonzales és munkatársai, 1999). Egyes méhészeti tevékenységek fokozhatják a méz sötétedését, mint például a régi méhsejt használata, tárolás során a fénynek való kitettség vagy a nem megfelelő anyagok használata, melyek hatására különböző reakciók léphetnek fel a méz vegyületei között (De-Melo és munkatársai, 2017).

2.5. Magyarországi fajtamézek

A méz népszerűsége Magyarországon dinamikusan növekszik, a 2023-as adatok szerint az egy főre jutó mézfogyasztás elérte az 1 kilogramm-ot (Internet 8). Hazánkban az éves méztermelés 15-18 ezer tonna, ez a mennyiség az Európai Unió fogyasztásának tíz százaléka. A magyar mézek nagy részét hordókban szállítják külföldre, fajtamegjelölés nélkül, ami miatt ezek a mézek nem kapják meg a megfelelő elismerést (Amtmann, 2009). A legfőbb fajtamézeink közé tartozik az akácméz, a repceméz, a napraforgóméz és a selyemfűméz, amelyek kiváló minőségűek és a nemzetközi piacon is keresettek.

2.5.1. Akácméz

A Magyarországon termelt akácméz a legismertebb hazánkban, melyet 2014-ben hungarikummá választottak. A fajtamézeket tekintve, méztermelésünk 70-90%-át az akácméz adja. Világos, áttetsző színű, de területtől függően világos sárga és enyhén zöldes színű is lehet. Harmonikus és lágy ízű, illatáról felismerhető az akácvirág. A kisebb glükóztartalom miatt nehezebben kristályosodik, folyékonyágát sokáig megőrzi. Kevés virággal rendelkezik, ami megnehezíti a termék eredetazonosítását (Internet 9). Kiterjedt akácosok vannak Szabolcs-Szatmár-Bereg és Hajdú-Bihar vármegyében, amelyek kedvezőek a méhészek számára. Emellett jó minőségű akácmézet termelnek a Bakonyban, Mecsekben és a Mezőföldön is (Amtmann, 2009).

2.5.2. Repceméz

A repceméz az egyik legmagasabb szőlőcukor-tartalmú méz, amely tulajdonsága miatt gyorsan kristályosodik. Napok alatt zsírszerűvé válik, ezért másnéven krémméznek is hívják. Íze jellegzetes, illata erős. Zamata miatt önmagában kávéba, teába használják, azonban általában előszeretettel keverik inkább más mézekkel. Folyékony állapotában színe sárga, kristályosodás hatására fehér színű lesz. Sütőiparban történő felhasználása a jellemző, erősítő, gyulladáscsökkentő hatású. Alacsony savtartalma miatt a gyomorpanaszokkal küzdők is fogyaszthatják. Vérszegénység esetén a magas vastartalma miatt fogyasztása ajánlott (Melinda, 2017).

2.5.3. Napraforgóméz

A napraforgóméz színe a flavonoidok mennyiségétől függően aranyárgától a narancssárgáig terjed. Íze karakteres, kellemesen aromás. Pergetésnél a méz sűrű, szirupszerű állagú, kellemes illatú. Savas kémhatású, ami miatt a gyomorpanaszokkal küzdők számára a fogyasztása nem ajánlott. Erősítő, fertőtlenítő hatása van, torokgyulladás, felső légúti betegségek esetén kifejezetten ajánlott a fogyasztása. Közepesen gyorsan kristályosodik, amely során durva szemű kristályok az edény alján ülnek le, míg a kristályok fölött egy vizes réteg keletkezik (Amtmann, 2009).

2.5.4. Hársmez

A hársmez egy intenzív, határozott ízű méz, amely újabban a biokozmetikában is egyre elterjedtebb (Internet 9). Színét befolyásolja a begyűjtés ideje, a világosabb sárgától egészen sötét, barnás árnyalatot is felvehet. Más mézekkel együttesen alkalmazva fokozza azok zamatát. Kevésbé kristályosodik, mint például a repce- vagy a napraforgóméz. Nyugtató hatással rendelkező méz, fogyasztása ajánlott torokfájás, megfázás, köhögés esetén. Kolin tartalma segítheti az érlemeszedéssel küzdőket (Melinda, 2017).

2.5.5. Selyemfűméz

A selyemfűméz (másnéven selyemkóró- vagy vaddohányméz) nem rendelkezik akkora hírnévvel, mint az akácméz, azonban szintén hungarikumként említik, ugyanis más országokban nincsenek elég nagy, egybefüggő selyemfű mezők a fajtaméz termeléséhez. Íze a vaníliára hasonlít, világos árnyalatú, sárgás színű méz. Nem túl keresett méz, emiatt általában keverik másfajta méztípusokkal azok ízének feljavítása céljából. Kristályosodása későn, tárolás során 2-3 év elteltével következik be. Szerverősítő és gyulladáscsökkentő tulajdonságokkal rendelkezik (Internet 9). Legfőképpen a Dél-Alföldön, Dél-Dunántúlon és Közép-Magyarországon jellemző megjelenése. Az akácmézre való hasonlósága miatt olykor hamisítása is használják (Amtmann, 2009).

2.5.6. Vegyes virágméz

A vegyes virágméz nevéből adódóan különböző virágok nektárjaiból tevődik össze. Nem tartozik tehát fajtamézek közé, emiatt az íze és színe elég változatos lehet. Egy alacsonyabb árkategóriába sorolható, ugyanis a változatos összetétele nem standardizálható, azonban a beltartalmi értéke kiemelendő. Általában közepesen kristályosodik, élettani hatása széleskörű, általános erősítő és fertőtlenítő hatású (Internet 9).

2.5.7. Mézharmatméz

A mézharmat különféle rovarok, elsősorban a levéltetvek anyagcsere folyamatainak eredményeképp létrejövő, magas cukortartalmú folyadék. A méhek ezt a terméket a nektárhoz hasonlóan dolgozzák fel, ennek eredménye a mézharmatméz (Douglas, 2009). Ezek a mézek antioxidáns és antibakteriális tulajdonságai magasabbak, mint a legtöbb virágmézé. Emellett jelentősebb oligoszacharid tartalommal is rendelkeznek. A virágmézekhez lépest színük sötétebb, számos kutató megállapította, hogy a sötétebb színű mézek magasabb teljes fenoltartalommal (TPC) és magasabb antioxidáns kapacitással rendelkeznek (Pita-Calvo és Vázquez, 2017).

2.5.8. Propoliszos méz

A propolisz vagy méhragasztó állati termék, amely a gyantás, gumiszerű és balzsamos anyagok egy csoportját jelenti, amelyet a mézelő méhek főként különböző növények, például nyírfa,

nyárfa, tölgy, fűzfa, tűlevelű és sok más növény kérgén és rügyein gyűjtenek. A propoliszt széles körben használják a népi gyógyászatban, és a humán- és állatgyógyászatban is nagy potenciállal rendelkezik. A mézhez hasonlóan a propolisz kémiai változékonysága a növényi eredetnek és a forrásnövények különböző földrajzi elhelyezkedésének köszönhető (Benedek and Bálint, 2022). Egyes méhészek propoliszsal kevert méz előállításával is foglalkoznak, ugyanis növekvő fogyasztói érdeklődés figyelhető meg a az „egészségtudatos” termékek piacán.

2.6. Antioxidánsok

A szervezetben keletkező szabadgyökök káros hatással vannak az egészségre, azonban az antioxidánsok fontos szerepet játszanak ezeknek a szabadgyököknek a semlegesítésében, a redox egyensúly fenntartásában. Számos tanulmány számolt be arról, hogy a legtöbb krónikus betegség, például a rák, a szívkoszorúér- és idegrendszeri betegségek az oxidatív károsodás következményei (Chua és munkatársai, 2013). Az antioxidánsok olyan molekulák, amelyek lassítják vagy gátolják az oxidációs folyamatokat. Fontos tulajdonságuk, hogy képesek önmagukat oxidálni, hiszen redukáló hatással rendelkeznek, emellett az oxidált termékeket át tudják alakítani nem toxikus vegyületekké. Hatásmechanizmusuk szerint lehetnek első- vagy másodrendűek.

Az elsőrendű antioxidánsok a lipid szabadgyököket képesek semlegesíteni, méghozzá úgy, hogy hidrogén átadásával megszüntetik azok gyök állapotát és egy kevésbé reakcióképes vegyületet hoznak létre. Ezeket a vegyületeket nevezzük szabadgyökfogó molekuláknak, amelyek már nem vesznek részt a lipidperoxidáció további folyamataiban, így a láncreakció megszakad. Elsődleges antioxidánsok a polifenolok, mint például a rutin, galluszsav, tokoferol. A másodrendű antioxidánsok az iniciáció késleltetésére képesek, méghozzá háromféleképpen. Saját magukat oxidálják a lipidmolekulák helyett, vagy a reakciók során keletkezett termékeket átalakítják nem toxikus vegyületekké, illetve komplexképzéssel a prooxidáns ionokat inaktíválják. Tiszta lipid rendszerben jellemző aktivitásuk, azonban más mikrokomponensek jelenlétében hatásosabbak lehetnek és növelhetik az elsőrendű antioxidánsok hatását is. Közéjük tartoznak a foszfolipidek, a citromsav és más kelátképző vegyületek.

Az antioxidánsok nagytöbbsége különböző mechanizmuson keresztül képes gátolni az oxidációs folyamatokat, és szinergizáló hatással lehetnek egymásra. Két nagy csoportra oszthatók a természetes antioxidánsok; lehetnek kismolekulás védelmirendszerűek (pl. A-, C-, E-, K-vitamin) vagy intracelluláris, enzimatiszus védőrendszerűek (Hegedűs és Stefanovitsné, 2012).

2.7. Mézben előforduló, antioxidáns hatású vegyületek

2.7.1. C-vitamin

A mézben vízoldható vitaminok fordulnak elő számottevő mennyiségben, beleértve a C vitamint is (De-Melo és munkatársai, 2017). A C-vitamin, más néven aszkorbinsav egy esszenciális tápanyag, azaz táplálék útján kell a szervezetbe juttatni, ugyanis az ember nem képes szintetizálni. A korai szakirodalomban a C-vitamin hiányát tüdőgyulladással hozták összefüggésbe. A 20. század elején azonosították, majd számos tanulmány vizsgálta hatását a különböző fertőzésekre. Állatkísérletek igazolták, hogy a C-vitamin szerepet játszik a különféle fertőzések megelőzésében, lerövidítésében és enyhítésében (Hemilä, 2017). Később megállapították, hogy a C-vitamin hiánya skorbuthoz vezet, napi 10 mg-os dózisban adagolva megelőzheti az embernél a skorbut kialakulását. Az optimális aszkorbát mennyiség biztosításához azonban magasabb bevitelre van szükség (napi 60 mg). Jelentős mennyiségű aszkorbátot tartalmaznak a zöldségek, gyümölcsök, mint például a brokkoli, paradicsom, fokhagyma stb. Vízben oldódik, lánctörő antioxidáns, azaz elsőrendű antioxidánsok közé tartozik, azonban prooxidánsként is képes viselkedni. Az aszkorbát számos hidroxilációs reakcióban vesz részt. megvédheti a lipideket és a membránokat az oxidatív károsodástól. A szintén antioxidáns E-vitaminnal szinergista kölcsönhatásban van (Frei, 2012).

2.7.2. Karotinoidok

A karotinoidok elsőrendű antioxidánsok, az oxigén szabadgyökökkel szemben nyújtanak védelmet és a peroxidgyököket közömbösítik (Hegedűs és Stefanovitsné, 2012). A növények és mikroorganizmusok által szintetizált, de állatok által nem szintetizált pigmentált vegyületek családjába tartoznak (Rao és Rao, 2007). A növényekben védelmet nyújtanak a fénykárosodás ellen, más antioxidánsokkal szinergikus kölcsönhatásban vannak, a karotinoidok keverékei hatékonyabbak lehetnek, mint az egyes vegyületek (Stahl és Sies, 2003). A gyümölcsök és a zöldségek képezik a karotinoidok fő forrásait, ezek a komponensek felelősek a sárga, narancssárga és a vöröses színért (Rao és Rao, 2007). A mézben elenyésző mennyiségben fordulnak elő, azonban hozzájárulhatnak a méz színének kialakításához, illetve az antioxidáns hatásához.

2.7.3. Enzimek

A természetes méz kis mennyiségben tartalmaz enzimeket, amelyek közül a diasztáz, az invertáz és a glükóz-oxidáz a legfontosabbak. Az invertáz vagy a glükóz-oxidáz főként a méhek hipofaringikus mirigyeiben termelődnek, a méz érlelési folyamatában játszanak szerepet. A glükóz-oxidáz a glükózt glükolaktonná bontja, melyből glükonsav keletkezik, ami hozzájárul a méz savasságának kialakulásához, közvetetten támogatja az antioxidáns aktivitást. Kis mennyiségű hidrogén-peroxidot szabadít fel, ez a vegyület a méz mikrobiális ellenálló

képességéért felelős. Ez a reakció az éretlen (vagy híg) mézben gyorsabban megy végbe (De-Melo és munkatársai, 2017).

2.7.4. Aminosavak

A szabad aminosavak olyan vegyületek, amelyek a méz egyes tulajdonságaiért, például antioxidáns hatásáért felelősek. A mézben található fő aminosavak a prolin, a fenilalanin, a tirozin és a lizin. Az aminosavak aránya 1%, melynek 50-85%-át a prolin alkotja. Emellett még 26féle aminosav található meg a mézekben, arányuk a méz eredetétől függ. Mivel a mézek aminosavainak fő forrása a virágpor, a mézek aminosavprofilja jellemző lehet a botanikai eredetükre (Hermosín és munkatársai, 2003). A fenilalanin egy esszenciális aminosav, amely fontos szerepet játszik a neurotranszmitterek szintézisében, képes megkötni és semlegesíteni a szabad gyököket. Fenilalanin-hidroxiláz enzim hatására a fenilalanin tirozinná alakul, mely szintén hozzájárul az oxidatív stressz elleni védelemhez.

2.7.5. Flavonoidok és egyéb fenolos vegyületek

A polifenolok növényekben megtalálható bioaktív fitokémiai komponensek, melyeket fenolgyűrűk építenek fel. Elsősorban a gyümölcsök és zöldségek tartalmazzak nagy mennyiségben polifenolokat, valamint a bogyósok, csonthéjasok, almafélék. A polifenolok közé tartoznak a cserzőanyagok, flavonoidok, katechinek, lignánok, ligninek. Megfelelő mennyiségű polifenol bevitel esetén képesek gátolni a rákos sejtek proliferációját és a koleszterinfelvételt (Rothwell és munkatársai., 2013).

A legfőbb antioxidánsok közé tartoznak a flavonoidok, melyek a növényi metabolizmus másodlagos termékei, amelyek megvédik a növényt a különböző stresszhatásoktól. Szerepük van a betegségek megelőzésében, egészségmegőrzésben (Czipa és munkatársai, 2010). A flavonoidok alapvázára a C6-C3-C6 jellemző, azonban jelenleg négyezerféle különböző szerkezetű flavonoidot ismerünk. A leggyakoribb csoportjaik a flavonok, flavonolok, flavanonok, flavanonolok, flavanolok, izoflavonoidok és antocianidinek. Ezek közül leggyakrabban a flavonolok fordulnak elő, melynek legfőbb forrása az áfonya, brokkoli és a hagyma. A természetben általában nem szabad formában vannak jelen, hanem valamilyen cukormolekulához kapcsolódva, glikozid formában jelennek meg (Hegedűs és Stefanovitsné, 2012).

A flavonoidok gyökfogyó hatása a legfontosabb, emellett fontos még megemlíteni a lipidperoxidáció gátlását és a fémkelát képző hatását is. Számtalan kedvező hatása van az emberi szervezetre, mint például a gyulladáscsökkentő, allergiaellenes és antibakteriális hatások. Ezek a tulajdonságok néhol összefüggenek egymással (Hegedűs és Stefanovitsné, 2012).

A méz fő funkcionális összetevői a flavonoidok, melyek jelentősen hozzájárulnak a méz teljes antioxidáns aktivitásához. A méz sárgás-barnás színét a flavonoid színezékek okozzák. A fenolos és flavonoid vegyületek a nektárból, a pollenből vagy a propoliszból származhatnak. A nektárban a flavonoidok glikozid formában jelennek meg, a mézben pedig csak az aglikon rész mutatkozik meg. A pollenben a flavonoidok mind glikozidként, mind aglikonként jelen vannak (Amtmann, 2009).

2.8. Mézhamisítás

A méz az egyik legkönnyebben hamisítható élelmiszerek közé tartozik. A fogyasztók számára szinte lehetetlen különbséget tenni a hamis és az eredeti termék között, így a nehéz felismerhetőség lehetőséget nyújt a hamisítók számára. A hamis méz minősége alulmarad az eredeti méz minőségével szemben, mind az élvezeti érték, mind tápanyagtartalom tekintetében azonban az esetek többségében nem feltétlenül számítanak ártalmasak élelmiszerbiztonsági szempontból (Fodor, 2018). A méz egy olyan ritka táplálékok közé tartozó élelmiszer, amely emberi beavatkozás nélkül kerülhet a fogyasztókhoz, csak természetes alapanyagokból áll és mentes minden hozzáadott adalékanyagtól, tartósítószerrel (Oravecz és Kovács, 2019).

A méz hamisítása többféleképpen történhet, azonban a két leggyakoribb hamisítási módszer a méz minőségét vagy az elnevezését érinti. A minőségi hamisítás esetén mézen kívüli anyagot adnak a mézekhez, például cukrot, a másik esetben pedig, amikor a mézbegyűjtés folyamata túl korán megy végbe és emiatt a kész méz állaga olyan mértékben változik, hogy az nem felel meg a Magyar Élelmiszerkönyv által előírt elnevezésnek (Ferenczi és munkatársai, 2021). Ezek a módszerek lehetnek közvetettek vagy közvetlenek. A közvetlen hamisítás esetén tehát valamilyen mézen kívüli anyagot adnak hozzá a mézhez, mely lehet ipari cukor vagy egyéb méz (Naila és munkatársai, 2018). Például Törökországban és Franciaországban előállított mézekben széles körben alkalmazzák hamisítóanyagként a búzából és rizsből kivont szirupokat, emellett a zöldségek leve vagy a növényi nedvekből készített szirupok szintén jó alternatívák lehetnek a méz hamisítása szempontjából (Se és munkatársai, 2019). A mézhamisítás másik formája, a drága, tiszta méz és az olcsóbb fajta méz keverése. A repceméz színe (borostyánszín) például hasonló az akácmézéhez (sárga), mely eredményeként előszeretettel használják hamisításra (Se és munkatársai, 2019). A közvetett módszerek esetén a méheket mézzel, vegyszerekkel és ipari cukrokkal etetik, emiatt a közvetett hamisítás kimutatása a közvetlenhez képest sokkal nehezebb. Megállapították, hogy a vegyi anyagokkal hamisított mézek csökkentik a méz gyógyhatását és káros hatással lehetnek a fogyasztókra (Anthony és Balasuriya, 2016; Naila és munkatársai, 2018).

A méz fő hamisító anyaga a cukor, ilyen például a magas fruktóztartalmú kukoricaszirupok (HFCS) és inulinszirupok (HFIS), az invert szirupok (IS) és a kukoricaszirupok (CS). Az európai országokból származó mézeket általában HFIS-szel hamisítják, mivel a fő cukorkomponens (a fruktóz) a valódi mézben is megtalálható (Se és munkatársai, 2019). A szirup, illetve az invertcukor alkotórészei megegyeznek a méz természetes összetevőivel, emiatt komoly feladatot jelent a tiszta és a hamisított méz közötti különbség kimutatására. A méz komplex összetétele és a mézhamisítás nehéz kimutatás miatt folyamatosan fejlesztik a módszereket a hamisítás könnyebb kimutatása érdekében (Naila és munkatársai, 2018). Például egy kutatásban a méz oligoszacharidjait aktív szénnel adszorbeálták és frakcionálták, ezzel készítették elő a vizsgálatra. Ezt követően nagy teljesítményű anioncserélő kromatográfiás-impulzusos amperometriás detektálást (HPAEC-PAD) alkalmaztak a magas fruktóztartalmú kukoricaszirupok (HFCS) és a kukoricaszirupok (CS) hamisított anyagainak kimutatására. Eredményként 5%-os pontossággal azonosították a hamisított anyagokat (Morales és munkatársai, 2008).

Általánosan elmondható, hogy a hamisítók invertált szirupot vagy a méhekkal etetett keményítőt alkalmaznak a mézek hamisítására, illetve a magasabb árú, tiszta mézhez hozzáadnak gyengébb minőségű mézet (Naila és munkatársai, 2018).

3. Anyagok és módszerek

3.1. Felhasznált anyagok

Az általam elvégzett mérésekhez különböző hazai származású nektár és mézharmat eredetű mézeket használtam fel, nevezetesen 21 vegyes virágmézet, 10 fajtamézet, 5 mézharmatmézet, és érdekességgépp 1 propoliszos mézet is. A fajtamézek forrásnövényei a csomagolás, illetve a méhészek elmondása alapján feltehetően a repce (*Brassica napus*), napraforgó (*Helianthus annuus*), akác (*Robinia pseudoacacia*), gledícsia (*Gleditsia trichantos*), selyemfű (*Asclepias syriaca*), szelídgesztenye (*Castanea sativa*), facélia (*Phacelia tanacetifolia*), hárs (*Tilia*), galagonya (*Crataegus monogyna*) és pohánka (*Fagopyrum esculentum*). Minden mézet közvetlenül a termelőtől szereztünk be. A felhasznált mézek a 4. és 5. ábrán láthatók, a rájuk vonatkozó legfontosabb információkat pedig az 1. táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat: Felhasznált mézek (Forrás: Saját)

Méz megnevezése*	Származási hely*	Gyűjtés éve*
Vegyes 1	Észak-Magyarország	2023
Vegyes 2	Észak-Magyarország	2023
Vegyes 3	Észak-Magyarország	2023
Vegyes 4	Észak-Alföld	2022
Vegyes 5	Észak-Alföld	2023
Vegyes 6	Észak-Alföld	2023
Vegyes 7	Dél-Alföld	2023
Vegyes 8	Dél-Alföld	2023
Vegyes 9	Dél-Alföld	2023
Vegyes 10	Pest	2023
Vegyes 11	Pest	2022
Vegyes 12	Pest	2023
Vegyes 13	Közép-Dunántúl	2022
Vegyes 14	Közép-Dunántúl	2023
Vegyes 15	Közép-Dunántúl	2022
Vegyes 16	Nyugat-Dunántúl	2023
Vegyes 17	Nyugat-Dunántúl	2023
Vegyes 18	Nyugat-Dunántúl	2023
Vegyes 19	Dél-Dunántúl	2023
Vegyes 20	Dél-Dunántúl	2023

Vegyes 21	Dél-Dunántúl	2023
Repce	Észak-Alföld	2023
Napraforgó	Észak-Alföld	2023
Akác	Észak-Alföld	2023
Gledícsia	Észak-Alföld	2023
Selyemfű	Dél-Alföld	2023
Gesztenye	Közép-Dunántúl	2023
Facélia	Közép-Dunántúl	2023
Hárs	Dél-Dunántúl	2023
Galagonya	Észak-Magyarország	2023
Pohánka	Észak-Alföld	2023
Propoliszal dúsított	Észak-Magyarország	2023
Mézharmat 1	Dél-Dunántúl	2023
Mézharmat 2	Közép-Dunántúl	2023
Mézharmat 3	Észak-Alföld	2023
Mézharmat 4	Észak-Magyarország	2023
Mézharmat 5	Közép-Dunántúl	2023

*A terméket értékesítő méhésztől vagy a csomagoláson feltüntetett információk alapján



4. ábra: Felhasznált vegyes mézek (Forrás: Saját)



5. ábra: Felhasznált fajtmézek és mézharmat eredetű mézek (Forrás: Saját)

3.2. Kivonatkészítés és TPC (Összes polifenol tartalom) meghatározás

A mintaelőkészítés során először kimértem a mézekből 2 grammot, majd feloldottam 20 ml metanol:desztillált víz:ecetsav (60:39:1 arányban) elegyben. Feloldódás után egy szűrőpapír segítségével leszűrtem, 1,5 ml-t átpipettáztam Eppendorf csövekbe., és fagyasztva tároltam (-20 °C) Így kaptam 37 kivonatot és ezeket használtam végig a mérések során.

A TPC mérés elve, hogy a hat vegyértékű, sárga molibdén ion antioxidánsokkal reagálva öt vegyértékű, kék molibdén ionokat képez, mely mérhető spektrofotometriásan. A meghatározáshoz a Singleton és Rossi (1965) által kifejlesztett módszert alkalmaztam, Folin-Ciocalteu reagens segítségével.

Az összes polifenol tartalom vizsgálathoz a következő reagenseket használtam fel:

1. Metanol:desztillált víz 8:2 arányban
2. Folin- Ciocalteu reagens:desztillált víz 1:10 arányban
3. Na_2CO_3 (0,7 M): 7,42 g/100 ml desztillált víz

A vizsgálat során kémcsövebe pipettáztam 1250 μl Folin-Ciocalteu reagenst, hozzáadtam 70-200 μl mintát (előkísérletek alapján, a fenolos vegyületek hozzávetőleges koncentrációjától függően), majd annyi metanol:desztillált víz (8:20) elegyet adagoltam, hogy annak az össztérfogata a mintával együtt 250 μl legyen. 1 perc letelte után hozzáadtam 1000 μl Na_2CO_3 oldatot. 5 percre 50°C-os vízfürdőbe helyeztem őket, majd 760 nanométeren mértem az abszorbanciát, vakoldattal szemben. A fenol-vegyületek mennyiségét kalibrációs görbe segítségével határoztam meg. Az eredményeket mg galluszsav egyenértékben adtam meg, 100g mintára vonatkoztatva.

3.3. DPPH (2,2- difenil-1- pikrilhidrazil) gyök megkötés

A DPPH mérést Blois (1958) módszere alapján végeztem el, elve szerint a stabil, sötétlila színű, szerves nitrogén-gyök antioxidánssal reagálva elveszíti a színét, ez pedig spektrofotometriásan követhető.

Ennél a mérésnél először a reagenst készítettem el, 9 mg 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl-t DPPH-t feloldottam 100 ml metanolban. Fontos, hogy sötét üvegben tároljuk, mert fényre érzékeny vegyület.

A DPPH mérés során 500 µl DPPH reagenst, 300 µl mintát és 200 µl desztillált vizet mértem ki zárható kémcsövekbe, kivéve a pohánka, a propoliszos és az egyik mézharmatméz esetén. Ennél a 3 méznél 150 µl mintát és 350 µl desztillált vizet pipettáztam a kémcsövekbe a várható magasabb antioxidáns érték miatt. A kémcsöveket lezártam, majd 30 percig sötétben tároltam. Az idő letelte után 517 nanométeren mértem az abszorbanciát, desztillált vízzel szemben. A kalibrációs görbe felvételéhez trolox standard oldatokat használtam. Az eredményeket mg trolox egyenértékben adtam meg, 100 g mintára vonatkoztatva.

3.4. Rézion-redukáló képességen alapuló antioxidáns kapacitás mérés (CUPRAC)

A CUPRAC mérést Apak és munkatársai (2007) által kidolgozott módszerrel végeztem el. A mérés alapja, hogy az antioxidánsok képesek redukálni a Cu^{2+} ionokat Cu^{1+} ionokká. A redukció mértéke arányos az antioxidáns kapacitással. A Cu^{2+} ionok redukciója színváltozással jár, ami spektrofotometriásan mérhető.

Reagensként felhasználtam:

1. Réz-klorid oldatot: 134,5 mg CuCl_2 /100 ml desztillált víz
2. Neocuproine oldatot: 156 mg neocuproine/100 ml etanol
3. Ammónium acetát puffert (pH=7): 7,71 mg ammónium acetát/100 ml desztillált víz
4. Desztillált víz

Az antioxidáns kapacitás méréshez 250 µl réz-klorid oldatot, 250 µl neocuproine oldatot, 250 µl ammónium acetátot, 200 µl desztillált vizet és 100 µl mintát mérünk ki kémcsövekbe. Ennél a mérésnél a galagonya, a pohánka, a propoliszos és a mézharmatmézeknél a desztillált víz mennyiségét 250 µl-re növeltem, a minták mennyiségét pedig 50 µl-re csökkentettem. A kalibrációs görbe felvételéhez trolox standard oldatokat használtam. Az eredményeket mg trolox egyenértékben adtam meg, 100 g mintára vonatkoztatva.

3.5. Vasredukáló képességen alapuló módszer (FRAP)

A Benzie és Strain (1996) által kidolgozott módszert alkalmaztam a FRAP mérés során, melynek elve, hogy a TPTZ komplexet az antioxidánsok redukálják, a reakciós egy lila színű terméket eredményez, amely spektrofotometriásan mérhető.

A reagens elkészítéséhez felhasznált anyagok:

1. Na-acetát puffer (pH=3,6): 1,86 g Na-acetát, 16 ml ecetsav 1 literre kiegészítve desztillált vízzel
2. Vas-klorid (III) oldat: 162 mg ($\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) / 30 ml desztillált víz
3. Tripyridyl-s-Triazine (TPTZ) oldat: 93,69 mg / 30 ml desztillált víz / 100,8 μl HCl

A reagens összeállításához 200 ml Na-acetát pufferoldához 20 ml FeCl_3 oldatot és 20 ml TPTZ oldatot adtam.

Kémcsövekbe pipettáztam 1000 μl FRAP reagenst és 200 μl mintát. A galagonya és a mézharmatmézek esetén a 200 μl minta helyett csak 100 μl mintát és 100 μl desztillált vizet reagáltattam el 1000 μl FRAP reagenssel, pohánka és a propoliszos méz esetén pedig már csak 50 μl mintát és 150 μl desztillált vizet reagáltattam el 1000 μl FRAP reagenssel. Pontosan 5 perc letelte után végeztem az abszorbancia mérést 593 nanométeren. A kalibrációs görbe felvételéhez aszkorbinsav standard oldatokat használtam. Az eredményeket mg aszkorbinsav egyenértékben adtam meg, 100 g mintára vonatkoztatva.

3.6. Színmérés

A mézminták színjellemzőit Minolta CR-100 típusú színmérő készülékkel mértem. Koordinátarendszerben képes meghatározni az L világossági tényezőt, a vörös-zöld színezetre jellemző a^* értéket, és a kék-sárga színezetre jellemző b^* értéket. Ebben a műszerben hat darab nagyérzékenységű szilícium fotodióda található. A standard fény egy nagyteljesítményű Xenon fényforrásnak köszönhető. Az eszköz kalibráláshoz egy fehér színű kerámialapot használtam. A mérés során a mézmintákból egy centiméter rétegvastagságban egy fehér porcelántálcára helyeztem, majd a készülék mérőfejét a mintába engedtem. Egy fényvillantást követően az eszköz kijelezte az adott mintára jellemző L, a^* és b^* értékeket.

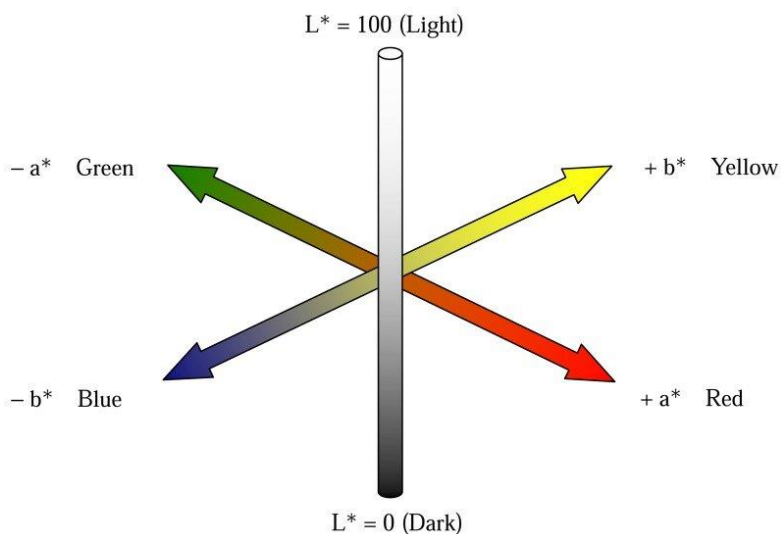
A CIELAB egyenletes eloszlású színingertérben az L, a^* és b^* értékeket az alábbi egyenletek transzformálják derékszögű koordinátává:

$$a^* = 500 [(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}]$$

$$b^* = 200 [(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}]$$

$$L = 116 (Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

Az X, Y és Z az alap színinger összetevői, az X_0 , az Y_0 és a Z_0 pedig a szabványos fehér színinger összetevői. A három koordináta segítségével megadható a színpont minden szín esetében a színingertérben (6. ábra).



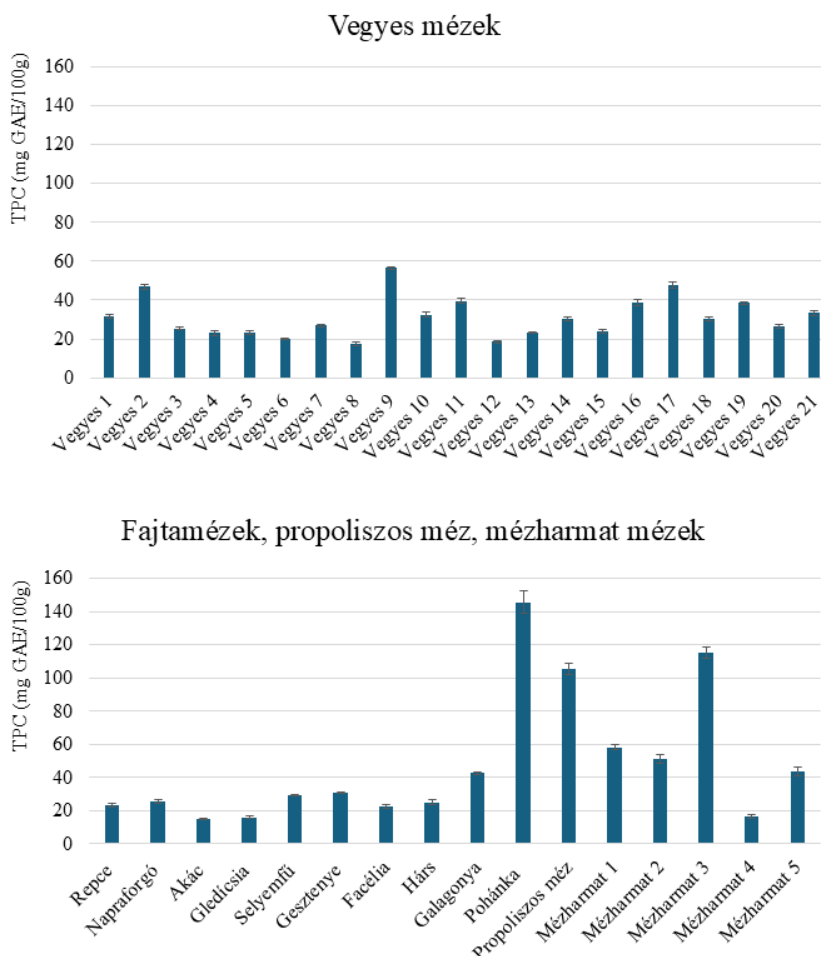
6. ábra: CIELAB színingertér (Li és munkatársai, 2005)

3.7. Statisztikai elemzés

Minden vizsgálathoz három párhuzamos mérést végeztem. Az eredményeket átlag $\pm$ szórásértékben adtam meg. A paraméterek között lineáris kapcsolatot Spearman-féle korrelációelemzéssel vizsgáltam ($\alpha=0,05$), SPSS szoftverrel (IBM SPSS Statistics version 27.0).

4. Eredmények és értékelésük

4.1. TPC (Összes polifenol tartalom) meghatározás eredménye és értékelése



7. ábra: Vizsgált összes polifenol tartalom különböző mézekben

A 7. ábrán a teljes fenoltartalom eredményei láthatók, az értékeket mg GAE (galluszsav egyenérték) /100 g mintára vonatkozóan fejeztem ki.

Az első diagramon 21 különböző vegyes mézet vizsgáltam. Az eredmények alapján az egyes vegyes mézek TPC értékei meglehetősen hasonlóak, azonban van némi eltérés közöttük. A legtöbb vegyes méz esetében a TPC érték 20-40 mg GAE/100 g között mozog. Néhány olyan érték is akad, ahol az összes fenoltartalom ennél kicsivel magasabb, mint például a második minta, a kilencedik minta és a tizenhetedik minta esetén. Ezek az értékek már meghaladják a 40 mg GAE/100 g-ot. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy bár a vegyes mézek alapvetően hasonló fenoltartalommal rendelkeznek, néhányuk egyedi összetétele magasabb antioxidáns aktivitást eredményezhet.

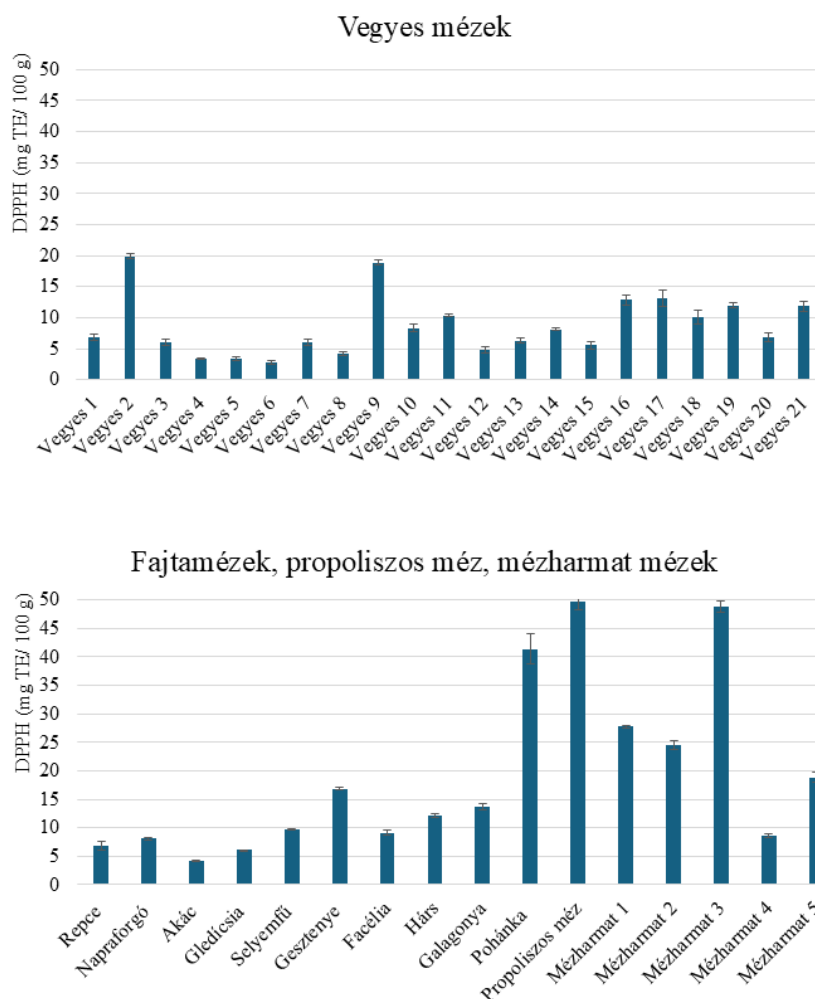
A második diagram a fajtamézeket, a propoliszos mézet és a mézharmat mézek eredményeit mutatja. Látható, hogy a fajtamézek és egyéb különleges mézek esetében az eltérések jóval

szembe tűnőbbek. A pohánka méz TPC értéke kiemelkedő, 140 mg GAE/100 g, ez azt mutatja meg, hogy rendkívül gazdag fenolos vegyületekben. A propoliszos méz is szintén magas TPC értékkel rendelkezik, meghaladja a 100 mg GAE/100 g érték, ami azt mutatja, hogy a propolisz jelentősen hozzájárul a fenolos vegyületek jelenlétéhez. A mézharmat mézek összpolicifénol tartalma heterogén értékeket mutat, a harmadik mintára kapott érték több, mint hatszor meghaladja a 4. mintára kapott értéket. Ennek oka az lehet, hogy a különböző mintában nem egyforma a mézharmat elemek aránya.

Az eredmények alapján elmondható, hogy a különböző mézfajták között jelentős eltérés tapasztalható a teljes fenolos tartalom tekintetében. A fajtamézek közül a pohánka és egyes mézharmat mézek különösen kiemelkednek magas antioxidáns tartalmukkal, míg a vegyes mézek általában alacsonyabb fenolos tartalmat mutatnak. A propoliszos mézet érdekesség szempontjából vettem bele a vizsgálatba és látszik is, hogy szintén magas TPC értékkel rendelkezik. Az alacsonyabb fenolos tartalmú fajtamézek, mint a repce, akác vagy napraforgó, kevesebb fenolos komponenst tartalmaznak, de ezek is értékesek lehetnek más táplálkozási szempontok alapján.

4.2. Antioxidáns kapacitás meghatározás eredménye és értékelése

4.2.1. DPPH mérés eredményei



8. ábra: DPPH vizsgálat eredménye különböző mézekben

A 8. ábrán a2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) módszerrel végzett antioxidáns kapacitás mérés eredményét látjuk. Az értékeket mg TE (trolox egyenérték) /100 g egységben adtam meg.

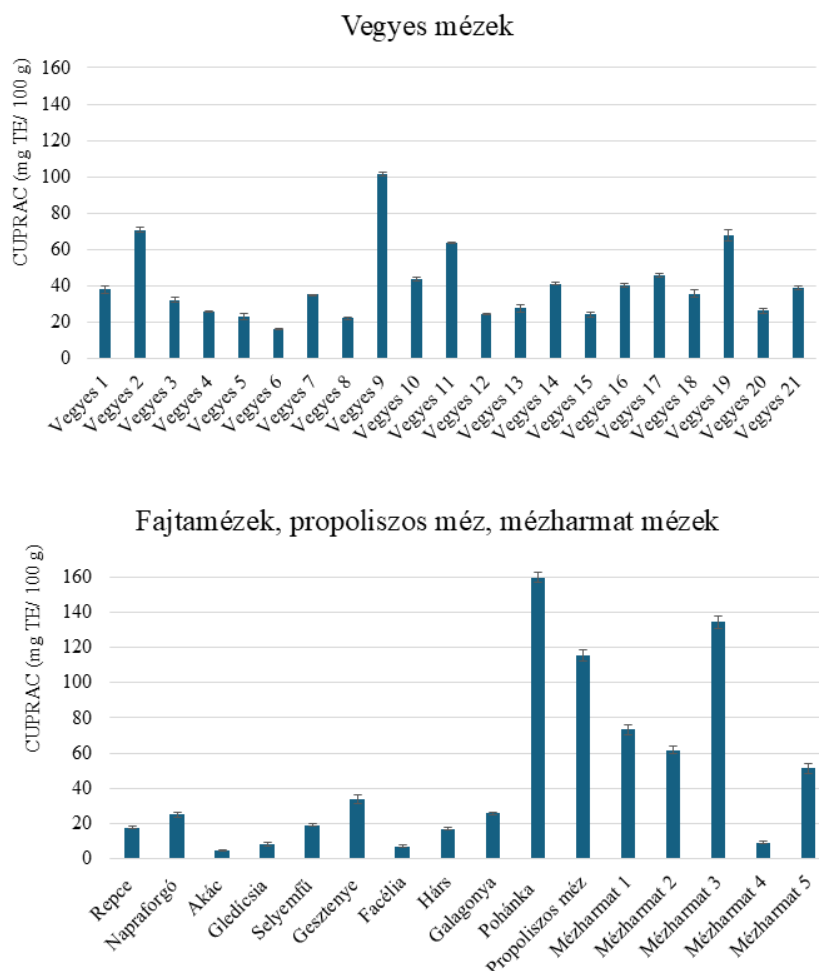
A vegyes mézek esetében a diagram alapján a DPPH értékek 0 és 20 mg TE/100 g között mozognak, észrevehetünk azonban néhány magasabb értéket. Ahogy az előző diagramon, itt is a második és a kilencedik minta értékei kiemelkednek (majdnem 20 mg TE/100 g), ez arra utal, hogy ezek a mézek képesek jelentősebb szabadgyök megkötésre. A többi vegyes méz esetében az értékek inkább alacsonyabbak, a legtöbbjük 5-15 mg TE/100 g között helyezkedik el, ezek közepes antioxidáns kapacitást mutatnak.

A fajtamézek esetén a pohánka, a propoliszos méz és a mézharmat mézek jelentős DPPH értékkel bírnak. Antioxidáns kapacitásuk kiemelkedő, ami arra utal, hogy ezek a mézek rendkívül gazdagok antioxidánsokban, és erős szabadgyök-megkötő képességgel rendelkeznek. A pohánka meghaladja a 40 mg TE/100 g-ot, a propoliszos méz rendelkezik a legmagasabb

értékkel, 50 mg TE/100 g. A mézharmat mézek közül a harmadik minta mutatja a legmagasabb értéket, majdnem eléri az 50 mg TE/100 g-ot. A többi fajtaméz, mint például a gesztenye és a galagonya szintén viszonylag magas értékeket mutatnak, ezek is erős antioxidáns források.

4.2.2.CUPRAC mérés eredményei

A CUPRAC mérés eredményei a 9. ábrán láthatók, az értékeket mg TE (trolox egyenérték) / 100g egységben adtam meg.



9. ábra: CUPRAC mérés eredményei különböző mézek esetén

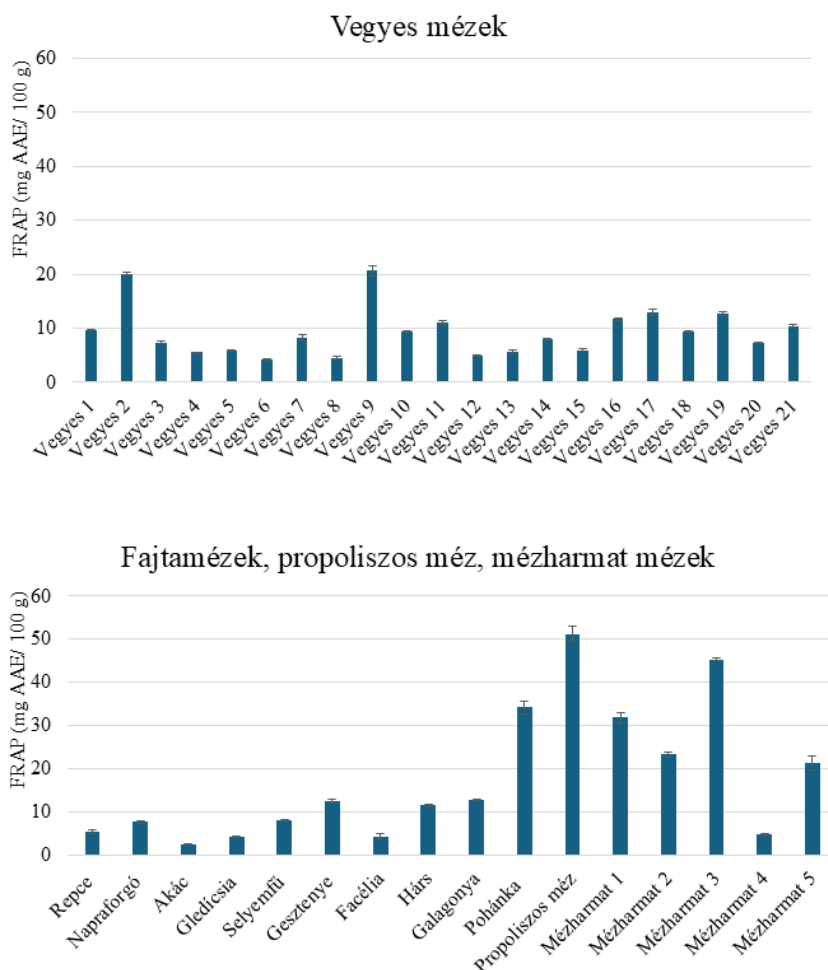
A vegyes mézek esetében a CUPRAC értékek jelentősebb eltéréseket mutatnak, mint a TPC és DPPH mérések eredményei. Az értékek általában 40-80 mg TE/100 g között mozognak, de vannak kiemelkedő és alacsonyabb értékek is. A második, a kilencedik, a tizenegyedik és a tizenkilencedik minták esetén látható magasabb antioxidáns kapacitás. Ez különösen érdekes annak fényében, hogy a többi vegyes méz értékei sokkal alacsonyabbak. A legtöbb vegyesméz esetén el sem éri a 40 mg TE/100 g értéket, közepes antioxidáns kapacitást mutatnak.

A második diagramon még nagyobb eltérések láthatóak a mézminták eredményei között. A Pohánka méz kiemelkedően magas CUPRAC értékkel bír, majdnem eléri a 160 mg TE/100 g-

ot, ami rendkívül erős antioxidáns kapacitásra utal. Szintén kiemelendő ebben az esetben is a propoliszos méz, 110 mg TE/100 g körüli értékkel és a mézharmat mézek eredményei. Látható, hogy a mézharmatmézek általánosságban sokkal magasabb értékekkel rendelkeznek a nektár eredetű mézekkel szemben.

A CUPRAC módszerrel kapott eredmények alapján világosan látszik, hogy a különböző mézfajták antioxidáns kapacitása jelentősen eltér egymástól. A pohánka, propoliszos és mézharmat mézek kiemelkedően magas antioxidáns kapacitással rendelkeznek, ami azt mutatja, hogy ezek a mézek különösen gazdagok antioxidáns vegyületekben, melyek hatékonyan képesek a rézionok redukciójára. A vegyes mézek közül is vannak olyan minták (pl. vegyes 2 és vegyes 9), amelyek szintén magas antioxidáns aktivitást mutatnak.

4.2.3. FRAP mérés eredményei



10. ábra: FRAP mérés eredményei különböző mézek esetén

A 10. ábra mutatja a FRAP mérés eredményeit mg AAE (aszcorbinsav egyenérték) /100 g mintára meghatározva.

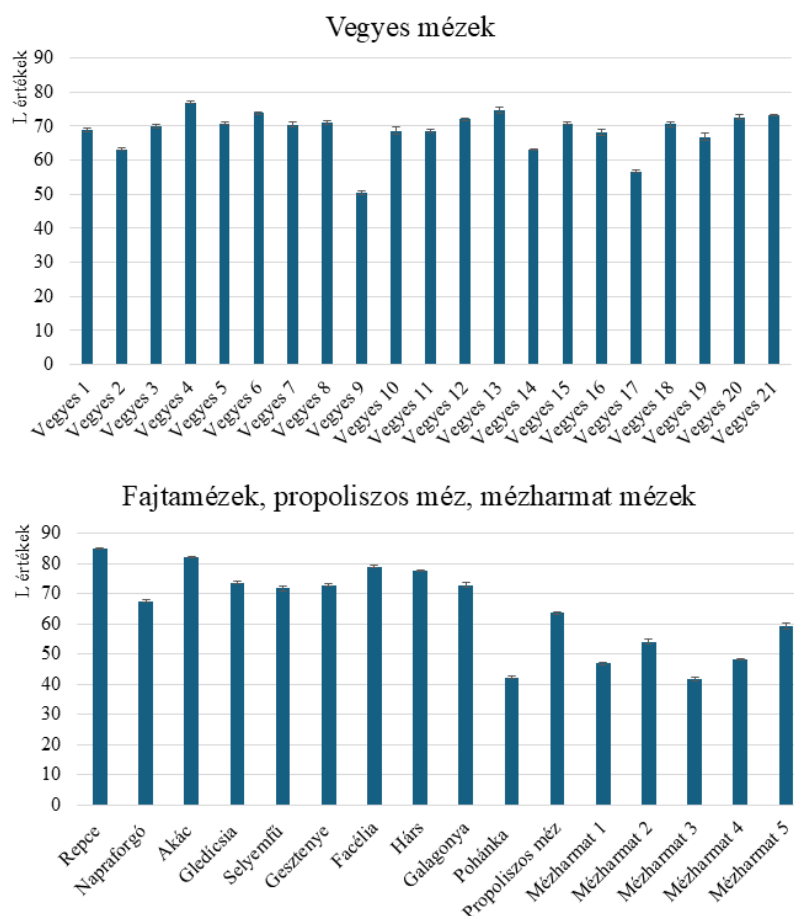
A vegyes mézek esetén a FRAP értékek nem mutatnak akkora ingadozást, két kiugró értéktől eltekintve. A vegyes mézek esetén a második és a kilencedik minta közel 20 mg AAE/100 g. Ez azt jelzi, hogy ezek a mézek kiemelkedően képesek a ferri ionok redukálására, és erősebb antioxidáns tulajdonsággal rendelkeznek, mint a többi vegyes méz. A legtöbb vegyes méz antioxidáns kapacitása mérsékelt, 5-10 mg AAE/100 g közötti tartományban van. Ez a közepes antioxidáns kapacitás arra utal, hogy ezek a mézek kevésbé erősek a ferri-ionok redukciójában, de még mindig rendelkeznek antioxidáns hatással.

A második diagramon a propoliszos méz rendelkezik a legmagasabb értékkel, közel 50 mg AAE/100 g. A korábbiakhoz hasonlóan itt is látszik, hogy a pohánka és a mézharmat mézek is jelentős ferri-ion redukáló képességgel rendelkeznek. Az alacsonyabb FRAP értékkel rendelkező fajtamézek, mint például az akác, repce, napraforgó csak 5 mg AAE/100 g körül mozognak, ezek a mézek mérsékeltabb antioxidáns aktivitást mutatnak, de még mindig rendelkeznek antioxidáns tulajdonságokkal.

Ezek az eredmények összességében azt jelzik, hogy a mézek antioxidáns kapacitása nagyban függ a típustól és az összetételtől. A különböző mérési módszerek (TPC, DPPH, CUPRAC) alapján is következetesen kimutatható, hogy a pohánka, propoliszos és mézharmat mézek többségének az antioxidáns kapacitása kiemelkedő.

4.3. Színmérés eredménye és értékelése

4.3.1 L világossági tényező eredményei



11. ábra: A világossági tényező (L) értékek eredményei

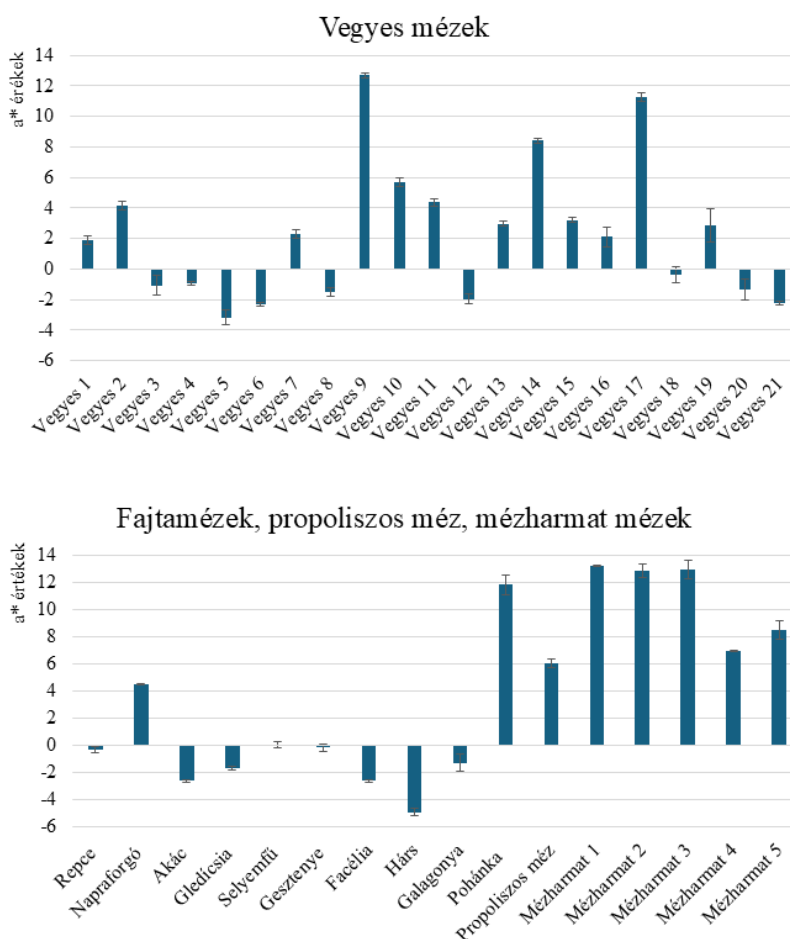
A színmérés során az L értékek a mézek világossági tényezőjét mutatják, ahol a magasabb értékek világosabb színt, az alacsonyabb értékek pedig sötétebb színt jelentenek. A mézekre kapott L értékek a 11. ábrán láthatók. A vegyes mézek esetén a világossági tényezők többsége 60 és 70 között mozog. A negyedik és a tizenharmadik minták a legvilágosabbak, 75 körüli értékkel. A sötétebb vegyes mézek közé tartozik a kilencedik (50 alatti érték) és a tizenhetedik minta (60 alatti értékkel). Láthatjuk, hogy a vegyes mézek általában világosabbnak bizonyulnak.

A fajtamézek közül a repce - és az akácmézek bizonyultak a legvilágosabbnak, 80 fölötti értékkel. A többi fajtaméz eredménye viszonylag kiegyenlített. A pohánka és a mézharmatmézek esetén látható nagy eltérés. Ezek a mézek rendelkeznek a legkisebb, 40-50 körüli értékekkel.

Az L értékek és az antioxidáns kapacitás között összefüggést találhatunk. A sötétebb mézek, mint a pohánka és a mézharmatmézek alacsony L értékkel rendelkeznek, a korábbi mérések

alapján pedig magasabb antioxidáns aktivitást mutattak. A szakirodalom alapján a mérések során bebizonyosodott, hogy a sötétebb mézek jellemzően magasabb antioxidáns kapacitással bírnak, míg a világosabb mézek alacsonyabb antioxidáns kapacitást produkálnak. A sötétebb szín összefügghet a méz összetételével, beleértve a fenolos vegyületek és antioxidánsok jelenlétét, emiatt a szín fontos indikátora lehet a mézek biokémiai tulajdonságainak (Tananaki és munkatársai, 2024).

4.3.2 A zöld-vörös színérték (a^*) eredményei



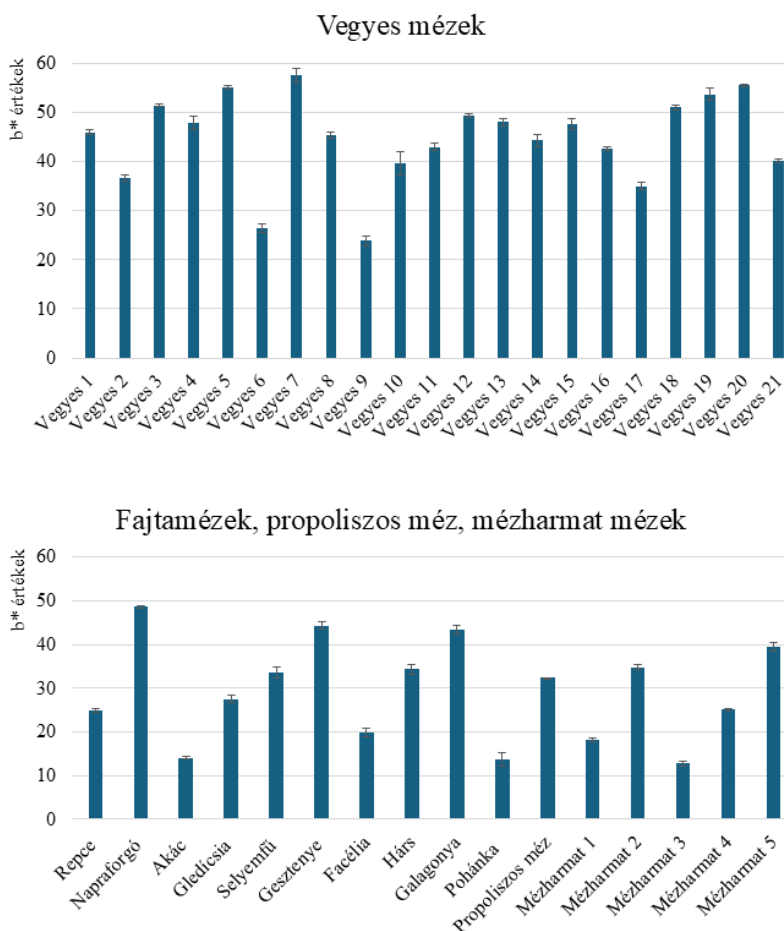
12. ábra: A zöld-vörös (a^*) értékek eredményei

Az a^* értékek (12. ábra) a színmérés során azt mutatják, hogy a méz vöröses (pozitív) vagy zöldes (negatív) árnyalatú. A vegyes mézek esetén az a^* értékek igen változatosak, néhol pozitívak, néhol negatívak. A legmagasabb pozitív értékkel a kilencedik minta rendelkezik, körülbelül 12, illetve a tizenhetedik minta 11 körüli értékkel. Ez azt jelenti, hogy ez a két minta erőteljes vöröses árnyalattal rendelkezik. Néhány méz negatív a^* értékkel rendelkezik, ez azt mutatja, hogy ezek a mézek inkább zöldes árnyalatúak.

A fajtamézek között is nagy különbségek figyelhetők meg az a^* értékek esetén. A fajtamézek közül a hárs mutat magasabb negatív értéket, -5 körül, ami zöldes árnyalatra utal. A pohánka,

a propoliszos méz és a mézharmatmézek elég magas pozitív értékeket mutatnak, az első mézharmatméz eredménye közel 13. A vöröses árnyalatú mézek, mint a propoliszos és a pohánka méz, gyakran magasabb antioxidáns-tartalommal rendelkeznek, melyet a korábbi mérések is megerősítettek. A zöldes árnyalatú mézek, pl. hárs, akác, alacsonyabb fenoltartalommal rendelkeznek, ez tükröződik a színükben is.

4.3.3 A kék-sárga színérték (b^*) eredményei



13. ábra: A kék-sárga (b^*) értékek eredményei

A b^* értékek (13. ábra) a méz kék és sárga színek komponenseit mutatják meg. A pozitív b^* értékek a sárgás árnyalat jelenlétét jelzik, míg a negatív értékek a kékességet. A mézek esetében jellemzően a pozitív (sárgás) értékek dominálnak. A vegyes mézek b^* értékei minden esetben pozitívnak bizonyultak, azonban eltéréseket mutatnak. A legsárgásabb árnyalatú a hetes minta, 55 körüli eredménnyel. Az ötödik és a huszadik minta esetén is lényegesen magas b^* értéket láthatunk. A hatodik és a kilencedik minták b^* értékei a legkisebbek, 20-25 körüli értékkel, ez enyhébb sárga árnyalatot jelez.

A fajtamézek esetén az eredmények még változatosabbak. A legmagasabb b^* értékkel a napraforgó méz rendelkezik, majdnem eléri az 50-et. Emellett a gesztenye és a galagonya

szintén magas b* értékkel rendelkeznek. Az akác, a pohánka és a mézharmatmézek közül a harmadik minta mutatja a legkisebb b* értéket, 15 alatt. Ez azt jelzi, hogy ezek a mézek kevésbé sárga színűek, inkább barnás vagy sötétebb árnyalatúak lehetnek.

A világosabb, monoflorális mézek, mint az akác, napraforgó és facélia, hajlamosak magasabb b* értékekkel rendelkezni. A mézharmat mézek és a propoliszos méz alacsonyabb b* értékeik miatt kevésbé sárgás színűek, ami tükrözi a komplexebb összetételüket, beleértve a különféle ásványi anyagokat és pigmenteket.

4.4 Korrelációelemzés

2. táblázat: A Spearman-féle korrelációelemzés eredményei

			Correlations						
			TPC	DPPH	CUPRAC	FRAP	L	a*	b*
Spearman's rho	TPC	Correlation Coefficient	1,000	,867**	,916**	,967**	-,704**	,698**	-,222
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,000	,000	,000	,000	,187
		N	37	37	37	37	37	37	37
	DPPH	Correlation Coefficient	,867**	1,000	,725**	,901**	-,615**	,625**	-,442**
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,000	,000	,000	,006
		N	37	37	37	37	37	37	37
	CUPRAC	Correlation Coefficient	,916**	,725**	1,000	,877**	-,762**	,749**	-,065
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	.	,000	,000	,000	,701
		N	37	37	37	37	37	37	37
	FRAP	Correlation Coefficient	,967**	,901**	,877**	1,000	-,684**	,663**	-,195
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	.	,000	,000	,247
		N	37	37	37	37	37	37	37
	L	Correlation Coefficient	-,704**	-,615**	-,762**	-,684**	1,000	-,860**	,168
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	.	,000	,319
		N	37	37	37	37	37	37	37
	a*	Correlation Coefficient	,698**	,625**	,749**	,663**	-,860**	1,000	-,271
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	.	,105
		N	37	37	37	37	37	37	37
	b*	Correlation Coefficient	-,222	-,442**	-,065	-,195	,168	-,271	1,000
		Sig. (2-tailed)	,187	,006	,701	,247	,319	,105	.
		N	37	37	37	37	37	37	37

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Korrelációelemzést végezve a 37 mézmintára, a 2. táblázat segítségével a különböző mért paraméterek közötti lineáris összefüggést vizsgáljuk. A korrelációs együttható (r) egy -1 és +1 közötti érték, amely a korreláció erősségét jelzi. Ha a korreláció +1, akkor a két változó tökéletesen pozitív összefüggést mutat, míg, ha -1, akkor tökéletesen negatív összefüggést. A 0-hoz közeli értékek azt jelzik, hogy nincs lineáris összefüggés a két változó között. Minél nagyobb a korrelációs együttható abszolút értéke, annál erősebb korrelációról beszélünk. A szignifikáns korrelációt a program 5%-os, illetve 1%-os szignifikancia szinten egy, illetve két csillaggal jelöli. Esetünkben az összes megfigyelt korreláció statisztikailag szignifikánsnak bizonyult az 1%-os szignifikancia szinten ($p < 0,01$), ami azt jelenti, hogy a korrelációs eredmények 99%-os bizonyossággal nem véletlenszerűek.

4.4.1 Az antioxidáns paraméterek közötti korrelációk (TPC, DPPH, CUPRAC, FRAP)

A TPC és a DPPH eredményei között erős, pozitív korreláció áll fenn, a korrelációs együttható értéke 0,867. Ez azt mutatja meg, hogy a magasabb fenoltartalmú mézek jellemzően nagyobb szabadgyök-semlegesítő képességgel is rendelkeznek. A korreláció szignifikáns ($p < 0,01$).

A TPC és a CUPRAC eredményei között szintén erős korreláció áll fenn, az r értéke 0,916. Ez megmutatja tehát, hogy a magas fenoltartalom a mézekben magasabb CUPRAC értéket is mutat. A korreláció szintén szignifikáns ($p < 0,01$).

A TPC és FRAP mérések eredményei is erősen korrelálnak egymással, $r = 0,967$, szignifikánsak ($p < 0,01$).

Az antioxidáns kapacitás mérések (DPPH, CUPRAC, FRAP) eredményei egymással és a fenolos vegyületek mennyiségével is erős és szignifikáns pozitív korrelációt mutatnak. Összességében tehát elmondható, hogy ezek az antioxidáns mérések konzisztensen mérik a mézek antioxidáns kapacitását, és hasonló értékeket mutatnak.

4.4.2 Az antioxidáns mérések és a szín közötti korreláció

A TPC és az L érték közötti korrelációs együttható -0,704, ami negatív korrelációt jelent, és szignifikáns ($p < 0,01$). Ez azt jelenti, hogy a világosabb színű mézek (magasabb L érték) általában alacsonyabb fenoltartalommal rendelkeznek, míg a sötét mézek TPC értékei magasabbak.

Az antioxidáns kapacitás és L érték esetén is elmondható a negatív irányú korreláció, ami alátámasztja, hogy a sötétebb mézek magasabb antioxidáns kapacitással rendelkeznek. Ezek a korrelációs együttható értékek 0,615 és 0,762 között változnak.

A zöld-vörös (a^*) színérték pozitív korrelációt mutat mindegyik antioxidáns méréssel, ezek a kapcsolatok is szignifikánsak, $p < 0,01$. Ez arra utal, hogy a vörösebb árnyalatú mézek magasabb antioxidáns tartalommal rendelkeznek.

A kék-sárga (b^*) színérték és az antioxidáns mérések között csupán egy esetben figyelhető meg szignifikáns korreláció. A DPPH és a b^* közötti korreláció -0,442, ami azt jelzi, hogy a sárgás árnyalatú mézek antioxidáns kapacitása alacsonyabb, de ez az összefüggés gyengébb az előző korrelációkhoz képest. A többi paraméter esetében megfigyelt korrelációs együtthatók értéke csupán -0,065 és -0,271 között alakult.

5. Összefoglalás

A mézek antioxidáns tulajdonságainak vizsgálata alapján megállapítható, hogy a fajtamézek és mézharmat mézek több esetben magasabb antioxidáns kapacitással rendelkeznek, mint a vegyes mézek. Ezt az eredményt többféle mérési módszer, mint a TPC (teljes fenoltartalom), DPPH (szabadgyök megkötő képesség), CUPRAC és FRAP is igazolta. A legmagasabb antioxidáns értékeket a pohánka és a propoliszos mézek, valamint a mézharmat mézek mutatták. A vegyes mézek között is voltak kimagasló eredmények, de általánosságban a fajtamézek eredményei konzisztensebben magasabbak voltak.

Az antioxidáns kapacitás szorosan összefügghet a mézek színével. Az L^* (világosság) értékek alapján a sötétebb mézek, mint a mézharmat méz, általában magasabb antioxidáns kapacitást mutattak, míg a világosabb mézek, például a repceméz, alacsonyabb értékekkel rendelkeztek. Ez összhangban áll a szakirodalommal, amely szerint a sötétebb színű mézek nagyobb antioxidáns tartalommal bírnak. A mézek a^* (vörös-zöld) és b^* (sárga-kék) színértékei is változatosak voltak, ami a különböző növényi eredetre és feldolgozásra vezethető vissza. A pohánka méz például pozitív a^* és b^* értékeket mutatott, ami a magas flavonoid- és fenoltartalomra utalhat, amely összefügg az antioxidáns kapacitással.

A TPC mérés során a pohánka és mézharmat mézek esetében kiugróan magas fenoltartalmat mutattunk ki, amely az antioxidáns hatás egyik fontos tényezője. A DPPH módszerrel mérve ezen mézek szabadgyök-semlegesítő képessége is jelentősen meghaladta a vegyes mézek átlagos értékeit. Hasonlóan, a CUPRAC és FRAP mérések is igazolták a fajtamézek erősebb redukáló képességét, különösen a mézharmat méz esetében.

A korrelációelemzésből fontos következtetéseket lehet levonni a mézek antioxidáns tulajdonságai és színparaméterei közötti kapcsolatról. Az elemzésből kiderült, hogy erős pozitív kapcsolat áll fenn az összes fenolos vegyület tartalom (TPC) és a különböző antioxidáns mérések eredményei között (DPPH, CUPRAC, FRAP), ami azt jelzi, hogy ezek a mérési módszerek együttesen jól tükrözik a mézek antioxidáns kapacitását. A színparaméterek (L , a^* , b^*) és az antioxidáns aktivitás között néhány szignifikáns, de gyengébb korreláció is megfigyelhető. Az L értékek negatív korrelációt mutatnak az antioxidáns paraméterekkel, ami azt jelzi, hogy a sötétebb színű mézek antioxidáns aktivitása magasabb lehet.

Összességében elmondható és a korrelációelemzés eredményei is alátámasztják, hogy a fajtamézek, különösen a sötétebb színűek, jelentős antioxidáns tulajdonságokkal rendelkeznek. A vizsgálat rávilágított arra, hogy a mézek antioxidáns kapacitása nemcsak a méz típusától, hanem annak eredetétől, összetételétől és színétől is függ. Ezek az eredmények alátámasztják a

mézek lehetséges egészségügyi előnyeit, különösen a sötétebb, magasabb antioxidáns tartalmú fajtamézek esetében.

Az eredmények alapján javasolható a fajtamézek, különösen a pohánka és mézharmat mézek fogyasztásának előnyben részesítése, ha valaki antioxidánsban gazdag étrendet szeretne követni. A mézek antioxidáns tulajdonságai és színe közti összefüggés további kutatásokat igényelhet, különösen a színváltozások és az antioxidáns tartalom közti pontos mechanizmusok feltárása érdekében.

6. Irodalomjegyzék

1. Abou-Shaara, Hossam F., Al-Ghamdi, Ahmad A. and Mohamed, Abdelsalam A. (2012): 'Tolerance of two honey bee races to various temperature and relative humidity gradients'.
2. Alqarni, A. S., Owayss, A. A., Mahmoud, A. A. (2012): Mineral content and physical properties of local and imported honeys in Saudi Arabia. *Journal of Saudi Chemical Society*, 5: 618–625. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2012.11.009>.
3. Amtmann, M. (2009): *Különleges fajtamézek botanikai eredetének és illó komponenseinek összefüggése*. Budapesti Corvinus Egyetem.
4. Anthony, C. R. M., and Balasuriya, D. N. (2016): Electronic honey quality analyser. *Engineer: Journal of the Institution of Engineers*, 49(3), 41e47. <http://doi.org/10.4038/engineer.v49i3.7075>.
5. Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Ozyürek, M., Celik, S. E., Bektaşoğlu, B., Berker, K. I., & Ozyurt, D. (2007): Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 12(7), 1496–1547.
6. Benedek C. and Bálint M.V. (2022): 'Characteristics and uses of propolis', *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 68(3), pp. 4028–4035. Available at: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2022/3-4-ENG>.
7. Benzie, I.F.F. and Strain, J.J. (1996): 'The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay', *Analytical Biochemistry*, 239(1), pp. 70–76. Available at: <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>.
8. Beretta, G.-Granata, P.-Ferrero, M.-Orioli, M.-Facino, R. M. (2005): Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, 533, 185-191.
9. Birben, E., Sahiner, U.M., Sackesen, C., Erzurum, S. and Kalayci, O. (2012): 'Oxidative stress and antioxidant defense', *The World Allergy Organization Journal*, 5(1), pp. 9–19. Available at: <https://doi.org/10.1097/WOX.0b013e3182439613>.
10. Blois, M. S. (1958): Antioxidant determination by the use of stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200.
11. Chua, L.S., Rahaman, N. L. A., Adnan, N. A. and Eddie Tan, T. T. (2013): 'Antioxidant Activity of Three Honey Samples in relation with Their Biochemical Components', *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2013, p. e313798. Available at: <https://doi.org/10.1155/2013/313798>.

12. Crane, E.E. (1980): A book of honey. Oxford: Oxford University Press. ISBN 9780192860101.
13. Czipa, N., Borbélyné Varga, M., and Győri, Z. (2008): A méz minősítéséhez és nyomonkövethetőségéhez szükséges vizsgálatok. *Agrártudományi Közlemények*. 20: 25-32.
14. Czipa, N., Varga, M.B. and Győri, Z. (2010): 'Antioxidant activity and total flavonoid content of honeys', *Acta Agraria Debreceniensis*, (41), pp. 25–28. Available at: <https://doi.org/10.34101/actaagrar/41/2675>.
15. Csilla, Vincze, & Ádám, Leelőssy (2021): Az időjárás hatása a méhek méztermelésére.
16. da Silva, Priscila Missio, Gauche, Cony, Gonzaga, Luciano Valdemiro, Costa, Ana Carolina Oliveira and Fett, Roseane(2016): 'Honey: Chemical composition, stability and authenticity', *Food Chemistry*, 196, pp. 309–323. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>.
17. De-Melo, A., Almeida-Muradian, L., Sancho, M. and Pascual Maté, A. (2017): 'Composition and properties of Apis mellifera honey: A review', *Journal of Apicultural Research*, 57, pp. 1–33. Available at: <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1338444>.
18. Dettori, A., Tappi, S., Piana, L., Dalla Rosa, M. and Rocculi, P.(2018): 'Kinetic of induced honey crystallization and related evolution of structural and physical properties', *LWT*, 95, pp. 333–338. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.092>.
19. Di Pasquale, Garance, Salignon, Marion, Le Conte, Yves, Belzunces, Luc P., and Decourtye, Axel (2013): 'Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter?', *PLoS ONE*, 8(8), p. e72016. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016>.
20. Ferenczi A.F., Szűcs I. and Vida V. (2021): 'A hazai méhészeti ágazat helyzetének elemzése (termelés, kereskedelem)', *Táplálkozásmarketing*, 8(2), pp. 21–34. Available at: <https://doi.org/10.20494/TM/8/2/2>.
21. Fodor P. (2018): Melyek az élelmiszerbiztonság kritikus pontjai? – Tények és hiedelmek. Letöltve: 2018.12.12. <https://agroforum.hu/agrarhirek/életmod/melyek-az-elelmiszer-biztonsag-kritikuspontjai-tenyek-es-hiedelmek>
22. Frei, B. (2012): *Natural Antioxidants in Human Health and Disease*. Academic Press.
23. Gonzales, A.P., Burin, L., and Buera, M.P. (1999): Color changes during storage of honeys in relation to their composition and initial color. *Food Research International*, 32, 185–191. doi:10.1016/S0963-9969(99)00075-7

24. Hegedűs, A., Stefanovitsné, B. É. (2012): Az oxidációval szembeni védőrendszer elemei. In *Természetes antioxidáns-forrásunk: a gyümölcs*. pp. 47–102.
25. Hemilä, H. (2017): ‘Vitamin C and Infections’, *Nutrients*, 9(4), p. 339. Available at: <https://doi.org/10.3390/nu9040339>.
26. Hermosín, I., Chicón, R.M. and Dolores Cabezudo, M. (2003): ‘Free amino acid composition and botanical origin of honey’, *Food Chemistry*, 83(2), pp. 263–268. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00089-X](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00089-X).
27. Kovács B. and Czipa N.(2013): A magyar mézek minősége. DEBRECENI SZEMLE. 21 (1): 40-44
28. Lanjwani, M.F. and Channa, F.A. (2019): ‘Minerals content in different types of local and branded honey in Sindh, Pakistan’, *Heliyon*, 5(7), p. e02042. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02042>.
29. Mărgăoan, R., Topal, E., Balkanska, R., Yücel, B., Oravec, T., Cornea-Cipcigan, M. and Vodnar, D. C. (2021): ‘Monofloral Honey as a Potential Source of Natural Antioxidants, Minerals and Medicine’, *Antioxidants*, 10(7), p. 1023. Available at: <https://doi.org/10.3390/antiox10071023>.
30. Mato, I., Huidobro, J. F., Simal-Lozano, J. and Sancho, M. T. (2006): ‘Rapid Determination of Nonaromatic Organic Acids in Honey by Capillary Zone Electrophoresis with Direct Ultraviolet Detection’, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(5), pp. 1541–1550. Available at: <https://doi.org/10.1021/jf051757i>
31. Maurizio, A. (1975): How bees make honey. In: Crane, E. (ed): *Honey: a Comprehensive Survey*. Heinemann, London, 77–105. ISBN:978-043-49027-0-5).
32. Melinda, T. (2017): ‘Különböző méz fajták összehasonító vizsgálata és a hőkezelés hatása egyes tulajdonságaikra: Comparative Study of Different Honies and the Effect of Thermal Processing their Some Properties / Studiul comparativ a diferite tipuri de miere și a efectului tratamentului termic asupra unor proprietăți’, *Műszaki Szemle*, pp. 37–47.
33. Mezőné Oravec Titanilla, Kovács Ildikó (2019): A hazai termelői mézek és méhészeti termékek iránti fogyasztói bizalom kvalitatív vizsgálata. Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok. 14(2): 79-89. DOI: <https://doi.org/10.14232/jtgf.2019.2.79-89>.
34. Mishra, K., Ojha, H. and Chaudhury, N.K. (2012): ‘Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results’, *Food Chemistry*, 130(4), pp. 1036–1043. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.127>.

35. Morales, V., Corzo, N., and Sanz, M. L. (2008): HPAEC-PAD oligosaccharide analysis to detect adulterations of honey with sugar syrups. *Food Chemistry*, 107(2), 922e928. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.08.050>.
36. Naila, A., Flint, S. H., Sulaiman, A. Z., Ajit, A. and Weeds, Z. (2018): ‘Classical and novel approaches to the analysis of honey and detection of adulterants’, *Food Control*, 90, pp. 152–165. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.02.027>.
37. Oravecz Titanilla, Mucha László, Totth Gedeon, Illés Bálint Csaba (2020): A hazai méztermelés helyzete és változása 2000 és 2017 között. In: Kosztópulosz A., Kuruczleki É. (szerk.) (2020): Társadalmi és gazdasági folyamatok elemzésének kérdései a XXI. században. Szegedi Tudományegyetem, Szeged, 293-302. ISBN: 978-963-306-776-5.
38. Oravecz, Titanilla, Mucha, László and Illés, Bálint Csaba (eds) (2020): ‘A magyar méhészeti ágazat elmúlt 20 éve – Termelési alapok’, *GAZDÁLKODÁS: Scientific Journal on Agricultural Economics* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.305812>.
39. Pavlova, T., Stamatovska, V., Kalevska, T., Dimov, I., Assistant, G. and Nakov, G. (2018): Quality characteristics of honey: A review. *Proc. Of University Of Ruse*, 57.
40. Pita-Calvo, C. and Vázquez, M. (2017): ‘Differences between honeydew and blossom honeys: A review’, *Trends in Food Science & Technology*, 59, pp. 79–87. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.015>.
41. Pohl, Friedrich (2005): Méhészet. Holló és társa Kft, Budapest, 12-13. ISBN: 963-684-213-2
42. Prior, R.L., Wu, X.L. & Schaich, K. (2005): Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 53 (10) 4290-4302
DOI:10.1021/jf0502698
43. Qamer, S., Ehsan, M., Nadeem, S., Shakoori, A. R. (2007): Free amino acids contents of Pakistani unifloral honey produced by *Apis mellifera*. *Pakistan Journal of Zoology*, 39, pp. 99-102.
44. Rao, A.V. and Rao, L.G. (2007): ‘Carotenoids and human health’, *Pharmacological Research*, 55(3), pp. 207–216. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2007.01.012>.
45. Rothwell J.A., Perez-Jimenez, J., Neveu, V., Medina-Remon, A. and M’Hiri, N. (2013): ‘Phenol-Explorer 3.0: a major update of the Phenol-Explorer database to incorporate data on the effects of food processing on polyphenol content’, *Database*, 2013(0), pp. bat070–bat070. Available a <https://doi.org/10.1093/database/bat070>.

46. Saínz-Laiín, C., and Gómez-Ferreras, C. (2000): Mielles Españolas. Características e identificación mediante el análisis de polen [Spanish honeys. Characteristics and identification by pollen analysis]. Madrid: Mundi-Prensa.
47. Se, K.W., Wahab, R. A., Syed Yaacob, S. N. and Ghoshal, S. K. (2019): 'Detection techniques for adulterants in honey: Challenges and recent trends', *Journal of Food Composition and Analysis*, 80, pp. 16–32. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.04.001>.
48. Shah, P., and Modi, H. A. (2015): Comparative study of DPPH, ABTS and FRAP assays for determination of antioxidant activity. *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol*, 3(6), 636-641.
49. Siddiqui, I.R. (1970): 'The Sugars of Honey', in R.Stuart Tipson and Derek Horton (eds) *Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry*. Academic Press, pp. 285–309. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0065-2318\(08\)60430-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2318(08)60430-8).
50. Singh, I. and Singh, S. (2018): 'Honey moisture reduction and its quality', *Journal of Food Science and Technology*, 55(10), pp. 3861–3871. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3341-5>.
51. Singleton, V. L. & Rossi, J. A. (1965): Colometry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
52. Stahl, W. and Sies, H. (2003): 'Antioxidant activity of carotenoids', *Molecular Aspects of Medicine*, 24(6), pp. 345–351. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0098-2997\(03\)00030-X](https://doi.org/10.1016/S0098-2997(03)00030-X).
53. Tananaki, C., Rodopoulou, M., Dimou, M., Kanelis, D. and Liolios, V. (2024) 'The Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Nine Monofloral Honey Types', *Applied Sciences*, 14(10), p. 4329. Available at: <https://doi.org/10.3390/app14104329>.
54. *Three-dimensional CIELAB color space (adapted from Li et al. 2005 [96])*. (2008): ResearchGate. Available at: https://www.researchgate.net/figure/Three-dimensional-CIELAB-color-space-adapted-from-Li-et-al-2005-96_fig3_26547925
55. Urbánné Treutz, Ágnes, Treutz, Zsófia (2017): Fogyasztói felmérés a mézfogyasztással kapcsolatban. *Gazdálkodás*. 61(80): 355-370. DOI: <https://doi.org/10.22004/ag.econ.267359>
56. Vahčić, N. and Matković, D. (2009): Kemijske, fizikalne i senzorske značajke meda. [URL:https://dokumen.tips/download/link/kemijske-fizikalne-i-senzorske](https://dokumen.tips/download/link/kemijske-fizikalne-i-senzorske) karakteristike-meda (Accessed on 01.09.2018).

57. Végh, R., Puter, D., Vaskó, Á., Csóka, M. and Mednyánszky, Zs. (2022): ‘Examination of the nutrient content and color characteristics of honey and pollen samples’, *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 68(1), pp. 3793–3806. Available at: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2022/1-4-ENG>.
58. Zamora, M.C. and Chirife, J. (2006): ‘Determination of water activity change due to crystallization in honeys from Argentina’, *Food Control*, 17(1), pp. 59–64. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.09.003>.
59. Internet 1: https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2023-12/market-presentation_honey_autumn2023_en.pdf
60. Internet 2: https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0034.html
61. Internet 3: <https://m2.mtmt.hu/gui2/?mode=browse¶ms=publication;34027135>
62. Internet 4: http://gulyasmeheszet.hu/?page_id=267
63. Internet 5: <https://www.nak.hu/images/2021/Szakkepzes/Mhsz-mester-jegyzet.pdf>
64. Internet 6: <https://kovacsmez.wordpress.com/rolun/mehek-a-kertben/>
65. Internet 7: <http://www.mezabc.hu/2009/10/25/kepek-pergetes-2009-juliusaban/>
66. Internet 8: <https://www.nak.hu/tajekoztatasi-szolgaltatas/mezogazdasagi-termeles/106583-fokuszban-a-mehek-mezek>
67. Internet 9: http://gulyasmeheszet.hu/wp-content/uploads/2014/07/M%C3%A9z_fajtam%C3%A9zek.pdf

7. Ábrák jegyzéke

1. ábra: A munkás háziméhek testfelépítése (Internet 5).....	6
2. ábra: Fedelezés fedelező villával (Internet 6).....	7
3. ábra: Pergető berendezés (Internet 7)	7
4. ábra: Felhasznált vegyes mézek (Forrás: Saját)	20
5. ábra: Felhasznált fajtamézek és mézharmat eredetű mézek (Forrás: Saját)	21
6. ábra: CIELAB színingertér (Li és munkatársai, 2005).....	24
7. ábra: Vizsgált összes polifenol tartalom különböző mézekben.....	25
8. ábra: DPPH vizsgálat eredménye különböző mézekben	27
9. ábra: CUPRAC mérés eredményei különböző mézek esetén.....	28
10. ábra: FRAP mérés eredményei különböző mézek esetén.....	29
11. ábra: A világossági tényező (L) értékek eredményei	31
12. ábra: A zöld-vörös (a*) értékek eredményei	32
13. ábra: A kék-sárga (b*) értékek eredményei.....	33

8. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Felhasznált mézek (Forrás: Saját)	19
2. táblázat: A Spearman-féle korrelációelemzés eredményei.....	34

9. Köszönetnyilvánítás

Köszönöm a sok segítséget konzulensemnek, Végh Ritának, aki mindig segítőkész volt, folyamatosan támogatta a munkámat, szakértelmével pedig jelentősen hozzájárult a dolgozatom sikeréhez. Emellett köszönet a családom és barátaim támogatásáért, biztatásáért, és mindazoknak, akik hozzájárultak ahhoz, hogy a szakdolgozatom elkészüljön.

10. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Plank Cintia
A Hallgató Neptun kódja: TSSROE
A dolgozat címe: Mézek színe és antioxidáns tulajdonságai közötti összefüggés vizsgálata
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Élelmiszertudományi és Technológiai intézet
A konzulens tanszékének a neve: Táplálkozástudományi 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 valótlan 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 mindenkor szellemi tulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumba. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumban.

Kelt: 2024.11.04


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Plank Cintia (hallgató Neptun azonosítója: TSSROE) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót¹ áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom².

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

Kelt: 2024.11.04

Végh Rita

belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törlendő.

² A megfelelő aláhúzendő.

³ A megfelelő aláhúzendő.